

# 日本国河流沙防技术标准

## 第 1 卷 调查篇

2001 年 03 月

|       |                                 |
|-------|---------------------------------|
| 原版监修  | 日本国建设省河川局                       |
| 原版编著  | 社团法人日本河川协会                      |
| 中文版监修 | 日本国际协力事业团 氏家清彦                  |
| 中文版翻译 | 中国水利人材培训项目<br>北京纬度公司 (WEDO) 翻译部 |

本书经原著者日本国建设省河川局、社团法人日本河川协会的同意，由日本国际协力事业团（JICA）氏家清彦组织编制中文版（节选），用于中日合作中国水利人材培训项目的内部培训。未经许可，不得任意翻印或复制。

因翻译人员专业知识不足，难免有不少错误失当之处，期望各位专家学者给予指正。

2001年03月

## 序

近年来，高龄人口的比重显著增大，出生率逐步降低，社会的信息化程度以及经济、社会的国际化程度也日益提高。各种形势的变化，对传统的经济、社会体系提出了新的要求。

江河治理领域也是如此，除了传统的治水、利水的功能以外，要求水利工作者进一步更新思路，为社会各个领域提供更好的服务，比如为居民提供休闲娱乐的水际空间，创造多元化的生物栖息、生育的良好环境，甚至将视野扩大到作为社会风土文化的重要成分加以建设。

同时，在进一步促进水利建设的过程中，不仅对经济效益和社会效益，还对水利事业的客观性和透明度，也提出了更高的要求。

为了适应 21 世纪江河行政管理的需要，我们重新修订了河川砂防技术标准，期望广大水利技术人员能够充分学习和利用。

借此机会，谨向本次修订工作中付出辛勤劳动的全体编者以及有关人士表示诚挚的谢意。

日本国建设省河川局长

尾田 荣章

1997 年 9 月

## 《日本国河川砂防技术标准》参考目录

| 卷目         | 章 目             | 备注 |
|------------|-----------------|----|
| 第1卷<br>调查篇 | 第1章 降水量调查       |    |
|            | 第2章 水位调查        |    |
|            | 第3章 流量调查        |    |
|            | 第4章 水文统计        |    |
|            | 第5章 径流计算        |    |
|            | 第6章 水位计算和糙率     |    |
|            | 第7章 地下水调查       | ○  |
|            | 第8章 内水调查        |    |
|            | 第9章 河口调查        |    |
|            | 第10章 滑坡调查       | ○  |
|            | 第11章 陡坡调查       | ○  |
|            | 第12章 雪崩调查       |    |
|            | 第13章 堆砂调查       | ○  |
|            | 第14章 输砂调查       | ○  |
|            | 第15章 海岸调查       |    |
|            | 第16章 水质·底质调查    | ○  |
|            | 第17章 土质地质调查     |    |
|            | 第18章 河川环境调查     | ○  |
|            | 第19章 河道特性调查     |    |
|            | 第20章 河川经济调查     | ○  |
|            | 第21章 测量         |    |
| 第2卷<br>调查篇 | 第1章 综合治水计划      | ○  |
|            | 第2章 防洪计划的概要     |    |
|            | 第3章 低水计划的概要     | ○  |
|            | 第4章 砂防计划的概要     | ○  |
|            | 第5章 环保计划的概要     | ○  |
|            | 第6章 海岸计划        |    |
|            | 第7章 滑坡防治计划的概要   | ○  |
|            | 第8章 陡坡坍塌防治计划的概要 | ○  |
|            | 第9章 雪崩防治计划的概要   |    |
|            | 第10章 河道以及河流工程计划 | ○  |
|            | 第11章 多功能工程计划    |    |
|            | 第12章 水库计划       | ○  |
|            | 第13章 砂防工程计划     | ○  |
|            | 第14章 泥石流防治工程计划  | ○  |
|            | 第15章 陡坡防护工程计划   | ○  |
|            | 第16章 雪崩防治工程计划   |    |
| 第3卷<br>设计  | 第1章 河流工程的设计     | ○  |
|            | 第2章 水库的设计       | ○  |
|            | 第3章 砂防工程的设计     | ○  |
| 第4卷<br>设计  | 第4章 滑坡防护工程的设计   | ○  |
|            | 第5章 陡坡防护工程的设计   | ○  |
|            | 第6章 海岸防护工程的设计   |    |

注：○为中译稿节选部分，文件名称从 fs101（第1卷第1章）到 fs405（第4卷第5章）。

# 目 录

## 第7章 地下水调查

|                     |     |
|---------------------|-----|
| 第1节 概 述 .....       | 159 |
| 第2节 地下水调查的内容 .....  | 159 |
| 第3节 预备性调查 .....     | 160 |
| 第4节 地形土地利用调查 .....  | 160 |
| 第5节 地下水利用情况调查 ..... | 161 |
| 第6节 水文调查 .....      | 161 |
| 第7节 地下水水位调查 .....   | 162 |
| 7.1 调查的目的 .....     | 162 |
| 7.2 观测站与观测井 .....   | 163 |
| 7.3 观测方法与观测仪器 ..... | 163 |
| 第8节 地质调查 .....      | 164 |
| 第9节 水质调查 .....      | 164 |
| 第10节 地下水流动调查 .....  | 165 |
| 第11节 地下水回灌量调查 ..... | 165 |
| 第12节 地面下沉量调查 .....  | 166 |
| 第13节 数值分析 .....     | 166 |
| 13.1 总论 .....       | 166 |
| 13.2 宏观平衡分析 .....   | 166 |
| 13.3 地下水流动分析 .....  | 167 |
| 13.4 地下水污染分析 .....  | 168 |
| 13.5 地面下沉分析 .....   | 169 |

## 第10章 滑坡调查

|                         |     |
|-------------------------|-----|
| 第1节 概述 .....            | 199 |
| 第2节 滑坡调查 .....          | 199 |
| 2.1 预备性调查 .....         | 199 |
| 2.1.1 文献调查 .....        | 199 |
| [参 考 10.1] 文献调查的资料..... | 200 |
| 2.1.2 地形辨识调查 .....      | 200 |
| 2.2 初步调查 .....          | 200 |
| 2.2.1 实地勘查 .....        | 200 |
| 2.2.2 调查计划立案 .....      | 203 |
| 2.2.2.1 运动块体的分割 .....   | 203 |
| 2.2.2.2 设定调查观测线 .....   | 203 |

|                             |     |
|-----------------------------|-----|
| [参考 10.2] 设定调查观测线的实例.....   | 203 |
| 2.3 详细调查 .....              | 204 |
| 2.3.1 地形图的绘制 .....          | 204 |
| 2.3.2 地质调查 .....            | 204 |
| 2.3.2.1 钻孔调查的配置和深度 .....    | 205 |
| 2.3.2.2 结果整理 .....          | 206 |
| 2.3.3 滑坡面调查 .....           | 207 |
| 2.3.4 地表变动状况的调查 .....       | 208 |
| 2.3.4.1 利用地基伸缩仪所进行的调查 ..... | 209 |
| [参考 10.3] 预测斜面的滑落时期.....    | 210 |
| 2.3.4.2 利用地基倾斜仪所进行的调查 ..... | 211 |
| 2.3.4.3 地面测量所进行的调查 .....    | 213 |
| 2.3.4.4 GPS 测量法 .....       | 214 |
| 2.3.5 地下水调查 .....           | 214 |
| 2.3.5.1 地下水位测定 .....        | 215 |
| 2.3.5.2 孔隙水压测定 .....        | 215 |
| 2.3.5.3 地下水追踪试验 .....       | 215 |
| 2.3.5.4 地下水检测层 .....        | 216 |
| 2.3.5.5 简易抽水试验 .....        | 217 |
| 2.3.6 土质调查 .....            | 217 |
| 2.4 分析 .....                | 217 |

## 第 11 章 陡坡调查

|                        |     |
|------------------------|-----|
| 第 1 节 概述 .....         | 221 |
| 第 2 节 陡坡调查 .....       | 221 |
| 2.1 调查陡坡的目的 .....      | 221 |
| 2.2 陡坡调查的种类及流程 .....   | 221 |
| 2.3 预备调查 .....         | 222 |
| 2.3.1 预备调查的目的及种类 ..... | 222 |
| 2.3.2 资料调查 .....       | 223 |
| 2.3.3 对险情的检测调查 .....   | 223 |
| 2.3.4 大比例尺地形图的绘制 ..... | 228 |
| 2.4 正式调查 .....         | 228 |
| 2.4.1 正式调查的目的 .....    | 228 |
| 2.4.2 正式调查的种类 .....    | 228 |
| 2.5 地基调查 .....         | 228 |
| 2.5.1 下垫面调查的目的 .....   | 228 |
| 2.5.2 下垫面调查的种类 .....   | 228 |
| 2.5.3 下垫面调查的计划 .....   | 230 |

|                  |     |
|------------------|-----|
| 2.5.4 实地调查(精查)   | 230 |
| 2.5.5 钻探、土质试验等   | 231 |
| 2.6 环境调查         | 232 |
| 2.6.1 环境调查的目的    | 232 |
| 2.6.2 环境调查的方法和种类 | 232 |

## 第13章 调查产砂量

|                              |     |
|------------------------------|-----|
| 第1节 概述                       | 249 |
| 第2节 基础调查                     | 251 |
| 2.1 流域区分                     | 251 |
| 2.2 水系图                      | 251 |
| 第3节 现状调查                     | 252 |
| 3.1 水源崩溃调查                   | 252 |
| 3.1.1 调查对象                   | 252 |
| 3.1.2 崩溃地的泥沙量                | 252 |
| 3.1.3 1次山谷的溪床淤沙量             | 254 |
| 3.1.4 特赦地的产沙量                | 254 |
| 3.1.5 滑坡性大规模崩溃               | 255 |
| 3.2 溪流调查                     | 255 |
| 3.2.1 范围和测量点                 | 255 |
| 3.2.2 山谷宽度和溪床坡度              | 256 |
| 3.2.3 溪床淤沙量                  | 256 |
| 3.2.4 径流形态的辨别                | 257 |
| 3.2.5 溪床泥沙堆积地的形成年代及移动现象的重复方式 | 258 |
| 3.3 现状调查小结                   | 259 |
| 第4节 变动调查                     | 260 |
| 4.1 对变动进行实际勘测后推断径沙量          | 260 |
| 4.1.1 流入水库的泥沙量               | 260 |
| 4.1.2 通过分析河床变动来推断径沙量         | 262 |
| 4.1.3 河床变化量调查的利用             | 263 |
| 4.2 利用流域的各特性值推断出沙量           | 265 |
| 4.3 变化调查的小结                  | 266 |

## 第14章 输沙量调查

|             |     |
|-------------|-----|
| 第1节 概述      | 271 |
| 1.1 概述      | 271 |
| 1.2 调查项目    | 271 |
| 第2节 河床变化量调查 | 271 |

|         |                        |     |
|---------|------------------------|-----|
| 2.1     | 调查的目的和项目               | 271 |
| 2.2     | 横纵断面测量调查               | 272 |
| 2.2.1   | 横纵断面测量调查的方法            | 272 |
| 2.2.2   | 横纵断面测量调查的范围和时期         | 272 |
| 2.2.3   | 数据处理                   | 273 |
| 2.3     | 水位资料的调查                | 274 |
| 2.4     | 河床变化计算                 | 275 |
| 2.4.1   | 河床变化计算的目的是方法           | 275 |
|         | [参考 14.1] 流沙量计算法       | 275 |
| 2.4.2   | 平面河床变化计算               | 283 |
|         | [参考 14.2] 流沙量公式的选定     | 284 |
|         | [参考 14.3] 流沙量向量的计算     | 284 |
|         | [参考 14.4] 流沙的连续公式和分析方法 | 284 |
|         | [参考 14.5] 构筑物的影响       | 285 |
| 2.5     | 人为因素引起河床变化量的调查         | 285 |
| 2.6     | 洪水时河床变化调查              | 285 |
| 第 3 节   | 河流输沙量调查                | 286 |
| 3.1     | 河流输沙量调查的目的和方法          | 286 |
| 3.2     | 利用输沙量观测的方法             | 286 |
| 3.2.1   | 推移性输沙土沙量调查             | 286 |
| 3.2.1.1 | 推移性输沙土沙量调查的方法          | 286 |
| 3.2.1.2 | 推移性输沙土沙量调查的观测次数、调查断面   | 287 |
| 3.2.1.3 | 数据整理                   | 287 |
| 3.2.1.4 | 决定推移性输沙量的计算公式          | 287 |
| 3.2.2   | 悬移质泥沙量调查               | 290 |
| 3.2.2.1 | 悬移质泥沙量调查的方法            | 290 |
| 3.2.2.2 | 对悬移质泥沙的观测, 调查断面        | 290 |
| 3.2.2.3 | 数据整理                   | 290 |
| 3.2.2.4 | 悬移质泥沙量计算公式的确定          | 290 |
| 3.3     | 河床挖掘的方法                | 291 |
| 3.4     | 测定水库蓄水池等的淤沙堆积量的方法      | 291 |
| 3.5     | 河口部水深测量数据的调查           | 292 |
| 第 4 节   | 河床质进行调查                | 292 |
| 4.1     | 河床材料进行调查               | 292 |
| 4.2     | 河床质调查的地点和次数            | 292 |
| 4.3     | 表层河床质的抽样调查法            | 292 |
| 4.4     | 数据整理                   | 293 |
| 4.5     | 比重测定                   | 293 |
| 4.6     | 沉降速度的计算                | 294 |



## 第 16 章 水质和底质调查

|  |     |
|--|-----|
| 第 1 节 总 论 .....                          | 329 |
| 第 2 节 水质调查 .....                         | 330 |
| 2.1 观测监测地点的设定 .....                      | 330 |
| 2.1.1 观监测地点的设定 .....                     | 330 |
| 2.1.2 基准点的选定 .....                       | 330 |
| 2.1.3 一般点的选定 .....                       | 330 |
| 2.2 设置在观监测测地点的机器设备 .....                 | 331 |
| 2.2.1 水位流量观测设备的设置 .....                  | 331 |
| 2.2.2 设置水质自动监视装置 .....                   | 331 |
| 2.2.3 设置自动采集水样装置 .....                   | 331 |
| 2.3 水样采集位置 .....                         | 332 |
| 2.3.1 河流（湖泊、水库等除外）的水样采集位置 .....          | 332 |
| 2.3.2 湖泊及海域的水样采集位置 .....                 | 332 |
| 2.3.3 水库和蓄水池的采集水样位置 .....                | 332 |
| 2.4 水样采集深度 .....                         | 333 |
| 2.4.1 河流的水样采集深度 .....                    | 333 |
| 2.4.2 湖泊和海域的水样采集深度 .....                 | 333 |
| 2.4.3 水库水样采集的深度 .....                    | 334 |
| 2.5 观测测定项目 .....                         | 334 |
| 2.5.1 在基准点和一般点应确定统一的测定项目 .....           | 334 |
| 2.5.2 河流（湖泊、水库和蓄水池除外）的基准点和一般点的测定项目 ..... | 334 |
| [参考 16.1] 关于保护人类健康的环境标准 .....            | 335 |
| [参考 16.2] 维护生活环境的环境标准 .....              | 336 |
| [参考 16.3] 人体健康相关的需要监视的项目与指标值 .....       | 342 |
| 2.5.3 湖泊基准点和一般点观测的项目 .....               | 342 |
| 2.5.4 海域的基准点和一般点的观测测定项目 .....            | 343 |
| 2.5.5 水库等的基准点和一般点中需要测定的项目 .....          | 343 |
| 2.6 观测次数 .....                           | 343 |
| 2.6.1 河流（湖泊和水库除外）基准点和一般点观测的次数 .....      | 343 |
| 2.6.2 湖泊基准点和一般点观测的次数 .....               | 344 |
| 2.6.3 海域的基准点和一般点观测的次数 .....              | 344 |
| 2.6.4 水库等基准点和一般点观测的次数 .....              | 344 |
| 2.7 水样采集时间 .....                         | 344 |
| 2.7.1 河流（湖泊和水库等除外）基准点和一般点的水样采集时间 .....   | 344 |
| 2.7.2 湖泊基准点和一般点水样采集的时间 .....             | 345 |
| 2.7.3 海域基准点和一般点采集水样的时间 .....             | 345 |
| 2.7.4 水库等基准点和一般点采集水样的时间 .....            | 345 |
| 2.8 水样采集方法 .....                         | 346 |

|        |                           |     |
|--------|---------------------------|-----|
| 2.8.1  | 水样采集设备等                   | 346 |
| 2.8.2  | 混合水样的制作                   | 346 |
| 2.9    | 水样的预处理                    | 346 |
| 2.10   | 现场测定                      | 346 |
| 2.11   | 现场测定方法                    | 347 |
| 2.11.1 | 水温                        | 347 |
| 2.11.2 | pH                        | 347 |
| 2.11.3 | 溶解氧(DO)                   | 347 |
| 2.11.4 | 导电率                       | 348 |
| 2.11.5 | 透明度                       | 348 |
| 2.11.6 | 透视度                       | 348 |
| 2.12   | 水样的运输                     | 348 |
| 2.13   | 水质分析方法(室内分析)              | 349 |
| 2.13.1 | 已确定水质污染环境标准的水质项目和需监视项目的试验 | 349 |
| 2.13.2 | 脱氧系数的试验                   | 349 |
| 2.13.3 | 一次生产量的测定                  | 350 |
| 2.13.4 | 其他项目的试验                   | 350 |
| 2.13.5 | 分析前最大限度的保存时间              | 350 |
| 2.13.6 | 测定值的表示                    | 350 |
| 2.14   | 水质资料的整理                   | 350 |
| 第3节    | 底质的调查                     | 351 |
| 3.1    | 调查的顺序和项目                  | 351 |
| 3.2    | 污染状况的调查                   | 351 |
| 3.2.1  | 采泥点的选定                    | 351 |
| 3.2.2  | 采泥深度                      | 351 |
| 3.2.3  | 观测项目                      | 351 |
| 3.2.4  | 调查结果的整理                   | 352 |
| 3.3    | 概况调查                      | 352 |
| 3.3.1  | 采泥地点的选定                   | 352 |
| 3.3.2  | 采泥深度                      | 352 |
| 3.3.3  | 观测项目                      | 352 |
| 3.4    | 详细调查                      | 353 |
| 3.4.1  | 采泥点的选择                    | 353 |
| 3.4.2  | 采泥深度                      | 353 |
| 3.4.3  | 测定的项目                     | 354 |
| 3.5    | 采泥方法                      | 354 |
| 3.6    | 采泥时的试样调整                  | 354 |
| 3.7    | 底质分析方法                    | 354 |
| 3.7.1  | 关于含水量及有机物含量的试验            | 354 |
| 3.7.2  | 有害物质等的试验                  | 355 |

|         |                      |     |
|---------|----------------------|-----|
| 3.7.3   | 总氮和总磷的试验 .....       | 355 |
| 3.7.4   | 其他项目的试验 .....        | 355 |
| 3.8     | 底泥溶解速度试验 .....       | 355 |
| 3.8.1   | 底泥溶解污浊物质速度的试验 .....  | 355 |
| 3.8.1.1 | 分析方法 .....           | 355 |
| 3.8.1.2 | 调查项目 .....           | 356 |
| 3.8.1.3 | 调查方法 .....           | 356 |
| 3.8.2   | 底泥溶解氧的消耗速度试验 .....   | 356 |
| 3.8.2.1 | 分析方法 .....           | 356 |
| 3.8.2.2 | 调查项目 .....           | 357 |
| 3.8.2.3 | 调查方法 .....           | 357 |
| 3.9     | 底泥溶解试验 .....         | 358 |
| 3.9.1   | 溶解率的计算 .....         | 358 |
| 3.9.2   | 试验溶液 .....           | 358 |
| 3.9.3   | 溶解试验方法 .....         | 358 |
| 第 4 节   | 地下水水质调查 .....        | 359 |
| 4.1     | 地下水水质调查项目 .....      | 359 |
| 4.2     | 长期水质变化的水质调查 .....    | 359 |
| 4.2.1   | 调查点的设定 .....         | 359 |
| 4.2.2   | 纵深调查的位置 .....        | 360 |
| 4.2.3   | 水样采集方法 .....         | 360 |
| 4.2.4   | 调查测定项目 .....         | 360 |
| 4.2.5   | 调查测定的次数 .....        | 360 |
| 第 5 节   | 污浊源及污浊负荷量调查 .....    | 361 |
| 5.1     | 污浊负荷量调查 .....        | 361 |
| 5.1.1   | 污浊负荷量调查的目的和意义 .....  | 361 |
| 5.1.2   | 污浊负荷量调查的程序 .....     | 361 |
| 5.1.3   | 计算负荷量的种类 .....       | 362 |
| 5.2     | 基础调查 .....           | 362 |
| 5.2.1   | 基础调查的基本设想 .....      | 362 |
| 5.2.2   | 基础调查资料的收集和区域分类 ..... | 362 |
| 5.2.3   | 基础调查的项目 .....        | 362 |
| 5.3     | 发生和排出污浊负荷量的调查 .....  | 363 |
| 5.3.1   | 基本设想 .....           | 363 |
| 5.3.2   | 点源负荷 .....           | 363 |
| 5.3.3   | 面源负荷 .....           | 365 |
| 5.4     | 污浊负荷汇流及流出量的调查 .....  | 366 |
| 5.4.1   | 基本设想 .....           | 366 |
| 5.4.3   | 水样采集位置和水样采集深度 .....  | 367 |
| 5.4.4   | 观测次数 .....           | 367 |

|                                 |     |
|---------------------------------|-----|
| 5.5 排出率、汇流率、净化残留率、净化率、出流率 ..... | 367 |
| 第 6 节 水质污浊的预测调查 .....           | 368 |
| 6.1 非潮汐河流的水质污浊预测调查 .....        | 368 |
| 6.1.1 分析方法 .....                | 368 |
| 6.1.2 调查项目 .....                | 368 |
| 6.1.3 调查区间的选定 .....             | 368 |
| 6.1.4 调查时期 .....                | 369 |
| 6.1.5 实地调查的内容 .....             | 369 |
| 6.1.6 各观测点的观测和水样采集时间 .....      | 369 |
| 6.1.7 水样采集位置及深度 .....           | 369 |
| 6.1.8 调查测定项目 .....              | 369 |
| 6.1.9 BOD 减少系数等的决定 .....        | 370 |
| 6.2 潮汐河流的水质污浊预测调查 .....         | 371 |
| 6.2.1 分析方法 .....                | 371 |
| 6.2.2 调查项目 .....                | 371 |
| 6.2.3 测定点的设定 .....              | 372 |
| 6.2.4 实地调查的内容 .....             | 372 |
| 6.2.5 各观测点的观测和水样采集时间 .....      | 372 |
| 6.2.6 水样采集位置和深度 .....           | 373 |
| 6.2.7 底泥试样的采集 .....             | 373 |
| 6.2.8 调查测定项目 .....              | 373 |
| 6.3 湖泊、蓄水池的水质预测调查 .....         | 374 |
| 6.3.1 分析方法 .....                | 374 |
| 6.3.2 调查项目 .....                | 374 |
| 6.3.3 观测点的设定 .....              | 374 |
| 6.3.4 观测时期 .....                | 375 |
| 6.3.5 实地调查的内容 .....             | 375 |
| 6.3.6 各观测点的观测及水样采集频度 .....      | 375 |
| 6.3.7 水样采集深度 .....              | 375 |
| 6.3.8 降雨时的水料采集 .....            | 376 |
| 6.3.9 底泥试料的采集 .....             | 376 |
| 6.3.10 调查测定项目 .....             | 376 |
| 6.3.11 藻类增殖、下沉、分解和底泥溶解调查 .....  | 377 |
| 6.4 海域水质污浊预测调查 .....            | 377 |
| 6.4.1 分析方法 .....                | 377 |
| 6.4.2 调查项目 .....                | 377 |
| 6.4.3 观测点的设定 .....              | 377 |
| 6.4.4 实地调查的内容 .....             | 378 |
| 6.4.5 各观测点的测定和水样采集时间 .....      | 378 |
| 6.4.6 海域的水样采集深度 .....           | 378 |

|                            |     |
|----------------------------|-----|
| 6.4.7 底泥试样的采集 .....        | 378 |
| 6.4.8 调查测定项目 .....         | 379 |
| 第 7 节 水质事故时的水质调查 .....     | 379 |
| 7.1 水质事故时的调查内容 .....       | 379 |
| 7.2 调查地点 .....             | 379 |
| 7.3 水质分析项目 .....           | 380 |
| 7.4 测定方法 .....             | 380 |
| 第 8 节 酸雨调查 .....           | 380 |
| 8.1 酸雨调查 .....             | 380 |
| 8.2 调查地点和调查方法 .....        | 381 |
| 8.2.1 调查地点 .....           | 381 |
| 8.2.2 采集方法 .....           | 381 |
| 8.2.3 酸雨(雪)的调查和分析项目 .....  | 381 |
| 8.3 河流水质调查 .....           | 381 |
| 8.3.1 调查点的设定 .....         | 381 |
| 8.3.2 调查分析项目 .....         | 382 |
| 8.4 对河流流域的土壤 pH 的观测 .....  | 382 |
| [参考 16.4] 泥土的 BOD 试验 ..... | 382 |

## 第 18 章 河流环境调查

|                     |     |
|---------------------|-----|
| 第 1 节 概 论 .....     | 467 |
| 第 2 节 生物调查 .....    | 468 |
| 2.1 植物调查 .....      | 468 |
| 2.1.1 调查概要 .....    | 468 |
| 2.1.2 调查的构成 .....   | 468 |
| 2.1.3 预先调查 .....    | 469 |
| 2.1.4 实地调查计划 .....  | 469 |
| 2.1.5 实地调查 .....    | 469 |
| 2.1.6 室内分析 .....    | 479 |
| 2.1.7 归纳整理 .....    | 479 |
| 2.2 动植物浮游生物调查 ..... | 479 |
| 2.2.1 调查概要 .....    | 480 |
| 2.2.2 调查构成 .....    | 480 |
| 2.2.4 实地调查计划 .....  | 481 |
| 2.2.5 实地调查 .....    | 481 |
| 2.2.6 室内分析 .....    | 483 |
| 2.2.7 整理归纳 .....    | 486 |
| 2.3 水底生物调查 .....    | 487 |
| 2.3.1 调查概要 .....    | 487 |

|       |               |     |
|-------|---------------|-----|
| 2.3.2 | 调查构成          | 487 |
| 2.3.3 | 预先调查          | 488 |
| 2.3.4 | 实地调查计划        | 488 |
| 2.3.5 | 实地调查          | 488 |
| 2.3.6 | 室内分析          | 492 |
| 2.3.7 | 整理归纳          | 493 |
| 2.4   | 鱼类调查          | 494 |
| 2.4.1 | 调查概要          | 494 |
| 2.4.2 | 调查构成          | 494 |
| 2.4.3 | 预先调查          | 495 |
| 2.4.4 | 实地调查计划        | 495 |
| 2.4.5 | 实地调查          | 495 |
| 2.4.6 | 室内分析          | 497 |
| 2.4.7 | 整理归纳          | 498 |
| 2.5   | 陆地昆虫类调查       | 499 |
| 2.5.1 | 调查概要          | 499 |
| 2.5.2 | 调查构成          | 500 |
| 2.5.3 | 预先调查          | 500 |
| 2.5.4 | 实地调查计划        | 500 |
| 2.5.5 | 实地调查          | 501 |
| 2.5.6 | 室内分析          | 502 |
| 2.5.7 | 整理归纳          | 503 |
| 2.6   | 两栖类、爬行类、哺乳类调查 | 504 |
| 2.6.1 | 调查概要          | 504 |
| 2.6.2 | 调查构成          | 504 |
| 2.6.3 | 预先调查          | 505 |
| 2.6.4 | 实地调查计划        | 505 |
| 2.6.5 | 实地调查          | 505 |
| 2.6.6 | 室内分析          | 508 |
| 2.6.7 | 整理归纳          | 508 |
| 2.7   | 鸟类调查          | 509 |
| 2.7.1 | 调查概要          | 509 |
| 2.7.2 | 调查构成          | 509 |
| 2.7.3 | 预先调查          | 510 |
| 2.7.4 | 实地调查计划        | 510 |
| 2.7.5 | 实地调查          | 510 |
| 2.7.6 | 整理归纳          | 511 |
| 2.8   | 生存环境调查        | 512 |
| 2.8.1 | 生存环境调查的目的     | 512 |
| 2.8.2 | 生存环境的表述方法     | 514 |

|                     |               |     |
|---------------------|---------------|-----|
| 2.8.3               | 生存环境调查的对象生物种类 | 514 |
| 2.8.4               | 生存环境调查的对象区域   | 514 |
| 2.8.5               | 生存环境调查的时期     | 515 |
| 2.8.6               | 生存环境调查频度的标准   | 515 |
| 2.8.7               | 生存环境调查的方法     | 515 |
| <b>第 3 节 景致调查</b>   |               | 516 |
| 3.1                 | 景致调查          | 516 |
| 3.2                 | 初步调查          | 516 |
| 3.3                 | 重点调查          | 517 |
| 3.4                 | 拍照            | 518 |
| 3.5                 | 素材、设计的调查      | 520 |
| 3.6                 | 色彩调查          | 521 |
| 3.7                 | 景观预测          | 521 |
| 3.8                 | 景观评价方法        | 522 |
| 3.9                 | 调查结果的总结方法     | 523 |
| <b>第 4 节 亲水利用调查</b> |               | 523 |
| 4.1                 | 亲水利用调查的目的     | 523 |
| 4.2                 | 亲水利用调查的方法     | 526 |

## **第 20 章 河流经济调查**

|                     |                            |     |
|---------------------|----------------------------|-----|
| <b>第 1 节 概 论</b>    |                            | 541 |
| <b>第 2 节 防洪经济调查</b> |                            | 541 |
| 2.1                 | 防洪经济调查的程序                  | 541 |
| 2.2                 | 设定调查对象流量规模                 | 542 |
| 2.3                 | 调查地面高程                     | 542 |
| 2.4                 | 调查泛滥水脉                     | 542 |
| 2.5                 | 调查洪泛区的资产                   | 543 |
| 2.6                 | 假定受灾额的计算                   | 544 |
| 2.7                 | 假定年平均受灾递减期望额 (benefit) 的计算 | 545 |
| 2.8                 | 各流量规模的预估治水工程费用 (cost) 的计算  | 546 |
| 2.9                 | 对治水工程经济效果的把握               | 546 |





## 第7章 地下水调查

### 第1节 概述

本章规定了地下水调查的标准方法。

#### 说明

在本章中，规定了与地下水相关的调查所需的基本内容以及实地调查的标准方法。关于设置维护观测站、整理汇报观测记录，请参阅建设省河川局制定的《水文观测业务规程及细则》；关于具体的调查方法，请参阅《地下水调查及观测指南（草案）》。

### 第2节 地下水调查的内容

在充分掌握调查地区的特点的前提下，为了能够达到地下水调查的预期目的，必须系统、高效地实施调查。地下水调查的主要项目如下：

1. 地下水资源调查
2. 与地下水库相关的地下水调查
3. 与人工回灌相关的地下水调查
4. 与地下挖掘相关的地下水调查
5. 与堤防基础相关的地下水调查
6. 与陡坡灾害相关的地下水调查
7. 与地面下沉相关的地下水调查
8. 地下水污染调查

#### 说明

近年来，随着土地利用和水利用的增长，以及利用形态的复杂化，地下水调查的项目范围也越来越广泛。其中，比较重要而且出现频度较高的有以下几项。

1. 地下水资源调查：实施此项调查是为了评估地下水资源的数量和质量，以及掌握可开采量。
2. 与地下水库相关的地下水调查：此项调查对地下开采量或防止和处理盐水侵入进行评估，并选择候补地区，以及探讨施工方法。
3. 与人工回灌相关的地下水调查：实施本项调查的目的是，选择适宜回灌的土地及回灌方法，设计回灌设施，评估人工回灌对周边地区所造成的影响。
4. 与地下挖掘相关的地下水调查：实施本项调查的目的是，安全经济地实施挖掘工程，并防止挖掘工程引发的地下水障碍。
5. 与堤防基础相关的地下水调查：实施本项调查的目的是，掌握堤防基础的地下水流动形态，评估堤防的安全性并研究解决问题的施工方法。
6. 与斜坡灾害相关的地下水调查：实施本项调查的目的是，弄清滑坡或斜坡崩塌的机理，探讨解决问题的施工方法以及预测方法。

7. 与地面下沉相关的地下水调查：实施本项调查的目的是，掌握地面下沉的实际情况，弄清其成因和机理，预测下沉量，以及研究如何防止由此引发的问题等。
8. 地下水污染调查：实施本项调查的目的是，掌握污染的实际情况，弄清污染的机理，研究防止污染的对策和净化方法等。

### 第3节 预备性调查

为了有效地进行地下水调查，需要实施预备性调查。预备性调查包括资料调查和实地预备性调查。

#### 说 明

为了准确有效地展开以实地调查为主的正式调查，首先要进行预备性调查收集整理以下信息：调查地区周围的地形地质、土地利用和植被情况、气象水文以及地下水利用的实际情况等。

资料调查主要是收集有关地形、地质、水文、地下水利用等的资料，掌握调查地区的地下水的概况，以及存在的问题等。调查的资料包括以下内容。

1. 地形图、地形分类图
2. 地质图、表层地质图、水文地形图
3. 土壤图
4. 航空摄影、卫星图像
5. 土地利用
6. 气象、水文
7. 地下水利用情况
8. 地下水障碍

为了顺利地开展第4节以后的正式调查，在预备性调查的最终阶段要进行实地预测调查，对资料调查的结果进行确认、推敲和补充。

### 第4节 地形、土地利用调查

地形、土地利用调查是依据现有资料，结合航空摄影及实地调查来进行的。必须根据所要求的内容和精度进行充分的实地调查。

#### 说 明

实施地形、土地利用调查是为了从地形上推断地下水流动系统，同时掌握土地利用的实际情况，水的利用、地表水的渗透、回灌或地下水涌出的情况，并研究地下水和地表水的流入流出之间的关系。

调查结果必须根据调查目的进行必要的分析、总结，要突出要领。同时，为了推断调查地区的地下水水位分布，还需要绘制地形标高区分图、倾斜分级图、地形分类图、土地利用现状图等。

## 第5节 地下水利用情况调查

为了达到预期的目的，地下水利用情况调查需通过资料调查、问卷调查、询问调查等方式展开。

### 说明

实施地下水利用情况调查的目的是，掌握地下水利用设施的分布、构造、地下水利用量，并研究探讨地下水蕴藏、流动状况和地下水开发、保护措施以及水平衡分析。

某些自治团体制定条例，规定了地下水利用申报义务。进行资料调查时，可以通过这些自治团体每年出版的《地面下沉调查报告书》，了解地下水抽取利用的状况。另外，根据《全国地下水（深井）资料总帐》、《自来水统计》、《工业统计》等也能了解地下水的利用情况。

在问卷调查中，要调查以下项目。

水井的所在地、所有者；行业种类及规模；各种用途的使用量；使用期限；打井年；水井深度及标高；水井口径；屏幕的位置；打井时及现在的水位；打井时及现在的开采量；11 抽水机的各项数据；12 水质资料。

## 第6节 水文调查

水文调查的目的是为了获得必要的资料以把握水循环量。根据需要，要针对水文气象、地表水、渗流水量、蒸发量、土壤水分含量、渗透量等项目进行调查。

### 说明

水文调查的观测方法及整理原则上依据本标准（草案）的调查篇，本篇第1章、第2章、第3章，以及气象业务法和水文观测业务规程。

水文气象调查的主要目的是为了收集必要的资料以掌握地下水回灌量。水文气象调查必须考察调查地区的特点以及是否有可以利用的资料等，并需要对观测项目、观测站的位置和地点、观测仪器和观测方法等进行切合实际的选择。

地表水和渗流水的调查目的在于掌握地下水域内的地表水和地下水之间流动关系，研究地下水的平衡。由于地表水和地下水的相互作用范围以及相互作用的复杂程度不同，会导致流量调查的调查范围和所需观测密度的巨大差异，因此，在作调查计划时应利用地形图、水文地质图、河流纵横断面图，并结合需要进行实地探查。有必要在充分考虑该流域的水系、分、合流的状况、地下水的分布以及所设想的地表流水之间的关系、现有观测站的位置等情况的同时，决定观测站的数量和分布。

潜流水是河谷堆积物中的地下水，它通过河流地表流水而得到回灌。如图 7-1 (b) (c) 所示，它可以通过求得地下水河道中的垂直成分来估算入渗量、还原量，但也可能出现如 (d) 所示的情况，因此需要在观测井的密度方面予以注意。

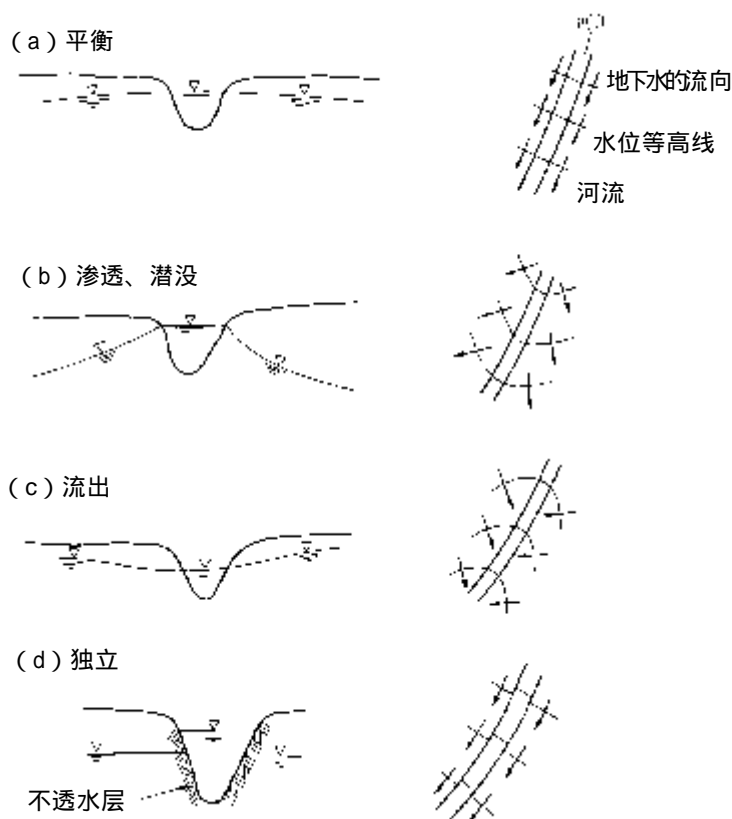


图 7-1 地表流水和地下水的关系

蒸发量调查的目的是为了获得用以推算地下水回灌量的基础资料。蒸发量调查必须采用蒸发测定仪或气象学方法等适当的方法进行。

土壤水分调查的目的是为了获得与地下水回灌及雨水渗透相关的基础资料。在达到地表的降水中，一部分水分没有从地表流失或直接蒸发，而是透过地表面的缝隙存留在土壤中，从而形成土壤水分。土壤水分调查就是测定土壤水分含量的调查。现在，测定土壤水分含量的比较常用的测定法有如下几种：炉干燥法；张力计法；中子法；电阻法等，必须在考虑了适用条件、测定环境、土壤状况等的基础上，选择切合实际的方法。

渗透量调查的目的是为了获得与地下水回灌及雨水渗透相关的基础资料。调查中将使用渗透计、退水探测器等测量器械。必须在考虑了各种调查方法的特点以及当地的条件等的基础上，选择切合实际的方法。

## 第7节 地下水水位调查

### 7.1 调查的目的

地下水水位调查是地下水调查的基础，其目的是为了把握地下水水位的空间分布及随时间的变化，弄清地下水蕴藏和流动的机理。

## 7.2 观测站和观测井

为达到预期的目的,在设置地下水水位观测站时必须考虑所观测的地下水域的特点,进行合理安排。为了使观测井正确地反映地下水的状况,还必须使之拥有适当的结构和功能。

### 说 明

地下水水位调查的观测点数量一般在每  $1\text{ km}^2$  的面积中设 1-2 点左右,但是必须根据地下水域的大小、地质条件和调查目的等来决定适当的数量和分布。

设置观测站时,为了求得接近实际状况的地下水水位,必须选择远离使用中水井的位置。一般说来,最好在离使用中水井  $1\text{ km}$  左右的位置上设置观测站。

当调查地区内存在多个含水层时,需要采用如下的方法,或者只设置与含水层数量相同的观测井,或者用打包机等将所调查含水层以外的地下水截断。

## 7.3 观测方法和观测仪器

同时观测是在连续数日没有降雨,整个含水层水位比较稳定时,在尽可能短的时间内实施的观测。考虑到季节变化等因素,同时观测必须以适当的频度进行。观测时,一般采用便携式水位计。

长期观测是根据观测目的及所观测地下水位的变化特点,在适当的观测期间内按适当的观测时间间隔实施的观测。观测时,原则上使用自记水位计,读数单位为  $\text{m}$ ,最小读数单位原则上为  $1\text{ cm}$ 。

### 说 明

地下水调查大致可分为同时调查和长期调查两种,两者的差异决定了调查的方法和仪器有所不同。

#### 1. 同时调查

通过短时间内对某一广阔地区同时进行水位观测,以期掌握该地区地下水体的赋存状况和地下水的动态。实施同时调查的目的是多种多样的,如掌握某地区的地下水流入流出情况,预测建筑工程对地下水产生的影响,追踪地下水污染的途径等等。

一般说来,同时调查应选在连续数日没有降雨,调查地区的含水层整体上水位比较稳定的时期同期进行。观测大都采用可移动式的水位测定仪。

#### 2. 长期观测

地下水水位受降雨、河流水位、潮汐、气压、地震等自然因素,或者地下水抽取、灌溉、土木工程等人为因素的影响而发生变化。这些有关地下水变化的信息,对于分析地下水平衡、追踪地下水贮藏量及回灌构造的变化、建筑工程产生影响的调查、地基下沉调查以及管理和保护地下水所进行的调查等,都是必不可少的,因此需要长时间进行连续的水位观测。实施长期观测的期限原则上为 1 年以上,一般采用专用观测井中的自记水位计进行观测。

## 第8节 地质调查

地质调查的目的是为了掌握地层的空间分布和其水力特性，弄清地下水的赋存状况和流动状况。根据需要可实施实地勘查、遥感技术、物理勘探、钻孔、采样、渗水试验、取水试验以及土质试验等。

### 说 明

实地勘查是通过精心细致地勘查反映地下水状况的地形、地质等，以掌握该地区地下水大致的状况。

使用遥感技术是为了能对广大地域的水文地质构造和水资源进行调查，以及掌握土地利用状况等的变化情况。遥感技术地质调查方法中，除了卫星图像方法和航空拍摄方法之外，还可以利用可见光域以外的电磁波获得更多的信息。在利用遥感技术时，应在充分理解了各种方法特点的基础上，选择适合调查目的的方法。

为了掌握地质状况，可利用地基的物理特性进行物理勘探。物理勘探方法很多，当勘探目的与地下水相关时，大多使用电力勘探、地震勘探、放射能勘探、温度勘探等。在进行勘探时，必须在考虑了目的、地基条件及各种勘探方法特点的基础上，选择最有效的方法。

实施钻孔时，要仔细研究调查目的、调查地区的预测地质状况以及所预定的孔内试验等，为了达到所预期的目的，还必须确定合理的布局、适当的深度、挖掘方法、孔径等。

室内土质试验的采样（采集试验材料）要在能代表试验对象的位置上进行，而且必须根据试验目的和试验对象的土质、地质选择适当的方法，并且在搬运、保管的过程中要确保其性质不发生变化。

要在原位置上掌握地层渗水系数的情况下，进行单孔式实地渗水试验。进行试验时，必须对试验目的、地层条件、地下水、乃至适用性和结果的稳妥性进行充分地研究。

在地下水调查中，为了求得含水层的水力参数（渗水系数、蓄留系数），或者取水井的性能（最佳取水量），要进行取水试验（含水层试验）。试验及结果的分析，必须在考虑了目的、地层条件、地下水条件等的基础上，选择适当的方法进行。

为了掌握含水层的物理值、特别是渗水性，设定地下水分析时的各项参数，要进行土质试验。土质试验必须依照试验目的和试验对象的性质，选择适当的试验项目和方法。

关于地质调查，请参阅本标准（草案）调查篇第17章地质调查。

## 第9节 水质调查

为了实现水质类型分类、与标准值比较及其它的调查目的，要选择必要的项目，根据试验目的按照各自所定的规程进行地下水水质调查。

### 说 明

水质试验项目必须依据调查目的，即判断地下水是否可作为饮用水或工业用水利用，水文地质学调查、地下水污染调查等进行选择。关于水质试验方法，请参阅本标准（草案）调查篇第16章水质、底质调查。

## 第10节 地下水流动调查

在仔细研究调查对象的地下水流动系统规模和当地条件的基础上，必须选择能够实现预期目的的适当方法来进行地下水流动调查。

### 说明

把地下水的流动作为水循环的一个环节，并且把它视为包括了回灌区——流动区——径流区这样一个具有广阔空间的连续体系，从三维的观点弄清地下水流动的实际情况，这是实施地下水流动调查的目的。弄清地下水流动实际情况的方法有：

1. 通过测定地下水分布进行调查
2. 通过环境同位素、地下水温、水质及人工同位素指示剂进行调查
3. 通过单孔进行调查

## 第11节 地下水回灌量调查

为了通过气象条件、地基条件来掌握地下水回灌量及其机理，可以进行地下水回灌量调查。地下水回灌量调查需要在仔细研究调查地区的规模、调查目的、当地条件等的基础上，选择适当的方法予以实施。

### 说明

由于人们对地表附近水流的关注不同，所以地下水回灌量的计算方法也不尽相同，大致可以分为以下几种。

1. 地下水平衡法（依据地表的水平衡进行计算）

如果充分考虑长期的地下水平衡情况，就可以完全忽视水在地表贮藏量的变化及土壤水分的变化量，因此地下水平衡的基本公式可由下式表示。

$$Gr = P - E - (Ro - Ri)$$

在这里，Gr：地下水回灌量

P：降水量

E：蒸发量

Ro：地表水流出量

Ri：地表水流入量

2. 测定土壤水分变动法

土壤水分的移动速度因适用于达西定律，所以用不饱和渗水系数乘以水力坡降就可求得，这里不饱和渗水系数可由土质试验求得。求不饱和渗水系数和抽吸压的关系后，用张力计连续测定抽吸压，就可求得地下水回灌量。

3. 渗水计法

测定降下渗透量最直接的方法是，把透过土壤层到达一定深度的水收集到容器里，用渗透渗水计来测定。

4. 用同位素指示剂追踪土壤水

这种方法是利用自然界中的超重氢、重氢等环境同位素作为同位素指示剂，根据土壤水

分或地下水中的同位素指示剂的浓度变化来推断回灌量。由于超重氢能和水同时运动，所以被认为是最合适的同位素指示剂。

## 第12节 地面下沉量调查

地面下沉量的调查是在地面下沉地区或将要发生地面下沉的地区所进行的调查，目的是为了掌握该地区的下沉动向，主要方法有下沉观测井观测或根据一级基准测量的观测。

### 说明

#### 1. 下沉观测井观测

地面下沉观测井原则上应布置在一等水平测线附近，而且为了能达到预期的目的，必须具有相应的构造和性能。

观测原则上应使用自记记录仪连续进行，所观测的值经必要的修正后，将被整理为累计下沉量。

#### 2. 根据一级基准测量的观测

原则上在调查地区应该以每公里1目的密度设置基准点。调查地区不仅要包括下沉地区和将要下沉的地区，而且还应包括这些地区的周边地区。必须使用能够满足所需精度的仪器和方法，并按照高效、节约的观测计划实施观测。

测量结果经必要的修正和计算，将被整理成基准点海拔。

## 第13节 数值分析

### 13.1 总论

数值分析是根据调查、观测的数据，模拟成对象地区地下水的情况，并研究探讨地下水的利用、保护、管理等问题。数值分析必须根据其目的和所研究的项目选择合适的方法。

### 说明

根据目的和所研究的项目不同，常用数值分析方法可分为如下几种。

1. 以宏观水平衡为对象的分析
2. 主要以地下水流动为对象的分析
3. 以地下水污染为对象的分析
4. 研究地基下沉所进行的分析

### 13.2 宏观地下水流入流出分析

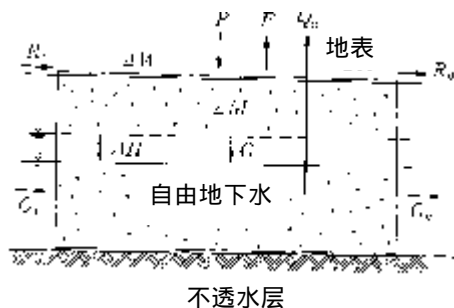
进行地下水平衡分析的目的是为了研究水循环主体的地下水水量问题。为了达到预期的目的，必须在仔细考虑对象地区的特点、可利用的数据等的基础上，分别对水流入流出分析的方法、对象地区、对象期间以及时间间隔等进行合理的选择。

### 说明



### 1. 利用地水平衡模型的分析方法

地下水的平衡计算法大致分为无压地下水和有压地下水两种情况。无压地下水的水平衡计算，要将下图所示的水平衡主要因素作为连续公式进行计算。



在这里，P：降雨量

Ri：地表水流入量

Ro：地表水流出量

Gi：地下水流入量

Go：地下水流出量

E：蒸发量

Ws：地表贮藏量变化

Qd：开采量

M：不饱和带的土壤湿度变化

H：地下水变化量

G：地下水补给量

另外，有压地下水的平衡量是把整个有压地下水域作为一个地水平衡区，用以下的基本算式求得。

地下水回灌量=地下水域的面积 × 贮藏系数 × 地下水落差变动量+流动量（含开采量）

#### 1. 水箱模型方法

水箱模型是作为河流的流出分析法而考虑出来的，将其应用于地下水的平衡计算时，最好用于那些地下水位数据的重现性较好的地下水贮藏型地区。当对流出特性的地区差建立模型时，也可以利用并联多个水箱的多重并列水箱模型。

### 13.3 地下水流动分析

实施地下水流动分析的目的是为了掌握或预测广阔地域或局部地区的地下水流动情况。实施地下水流动分析，必须在考虑目的、对象地区的特点、可能利用的数据等的前提下，选择适当的方法进行。

#### 说 明

表 7-1 所示中列举了一些地下水流动分析的方法。

表 7-1 地下水流动分析模型的特点及适用条件

| 模 型  | 特 点 及 适 用 条 件  |
|--|--|
| 一维模型   | 适用于单方向的流动。多用于预测伴随含水层的落差降低而产生的加压层的固结沉降。   |
| 平面二维模型   | 没有近似垂直方向的流动，而且可以用水平方向的流动所代表的条件适用此种模型。适合从平面上对较大区域的地下水流动进行把握。  |
| 断面二维模型   | 这种模型适用于如下的假定，即在与断面垂直的方向上没有水的进出，并且多层构造中各层的流动方向在平面上为同一方向。<br>适于分析由多层构造组成的含水层的落差变化的情况。尤其是在研究因地下挖掘引发的地下水障碍问题及其解决方案时，多以多层构造为研究对象，因此常使用这种断面二维模型。另外，这种模型也适用于对水渠、河流堤防、道路等较长的构造物及其周围地下水等问题的研究。  |
| 准三维模型<br>将研究处理具有半<br>渗水性加压层的多<br>层结构的方法          | 用于分析由多个含水层和半渗水性加压层构成的地基结构中地下水的流动。<br>这种模型是在假设的基础上建立起来的，这个假设是含水层只有水平方向的流动，并忽视加压层内水平方向的流动。<br>适用于研究地面下沉和地下水开发。   |
| 准三维模型<br>将地面水力常数作<br>为地下水位的函数<br>来研究多层构造的<br>方法。 | 这个模型是在 Dupuit-Forcheimer 假设的基础上建立的，在 Dupuit-Forcheimer 假设中认为垂直方向的流动微不足道而忽略不计，它适用于分析由多层渗水层构成的含水层的地下水流动。这是一种将多个渗水层的水力参数（渗水量系数、贮藏系数）作为地下水位的函数进行计算、分析的方法。当地下水位下降，有压含水层变为无压含水层，或地下水位降低到基岩时，由于渗水量系数和贮藏系数随含水层的状态发生变化，因此这种模型可以使水力常数作为地下水位的函数发生变化。同平面二维分析相比，这种模型考虑了多层构造的水力常数，因而适合于从平面上把握广大地区的地下水流动和地下水位变动的情况。 |
| 准三维模型<br>垂直切片法                                   | 这是一种将三维空间分割成二维断面切片，根据饱和—不饱和断面二维分析法，在断面内独立进行分析的方法。切片间采取的方法是：利用符合达西定律的二维要素求得流量，利用其流动使之反映在断面二维分析中，并如此重复交替多次进行分析。<br>当岩层的缝隙较大或者存在断面破碎带时，可以利用这种模型处理这种地区的地下水流动。这种模型有利于研究伴随着挖掘隧道所产生的三维冒水问题。   |
| 三维模型   | 这是一种适用于全部三维空间的模型。<br>但是，因为信息量庞大，经济上、技术上负担沉重。   |

### 13.4 地下水污染分析

实施地下水污染分析的目的是为了掌握污染的情况，制定保护、管理水质的方案。必须考虑了目的、对象地区的特点等情况后，选择合适的分析方法。

### 13.5 地面下沉分析

地面下沉分析是为了预测地基下沉地区以及将要发生地面下沉的地地区的地基下沉量,并掌握下沉量和水开采量之间的关系。必须在考虑了目的、对象地区的特点等情况后,选择合适的分析方法。

#### 说 明

地面下沉分析方法有时间序列式预测方法、依据固结理论的预测方法以及区域地面下沉模拟等。

#### 参考文献

- 1) 地下水调查及观测指南(草案) 建设省河川局 山海堂 1993
- 2) 地下水手册 地下水手册编辑委员会编 建设产业调查会 1980
- 3) 我国的地下水—利用和保护— 地下水政策研究会 大成出版社 1994
- 4) 新版 地下水调查法 山本庄毅编 古今书院 1983



## 第10章 滑坡调查

### 第1节 概述

为制定防止滑坡的计划，必须进行调查，本章规定了其调查标准方法。

### 第2节 滑坡调查

根据需要，滑坡调查分为预备性调查、初步调查和详细调查三个步骤。

#### 说 明

滑坡调查的分类如图 10-1 所示。

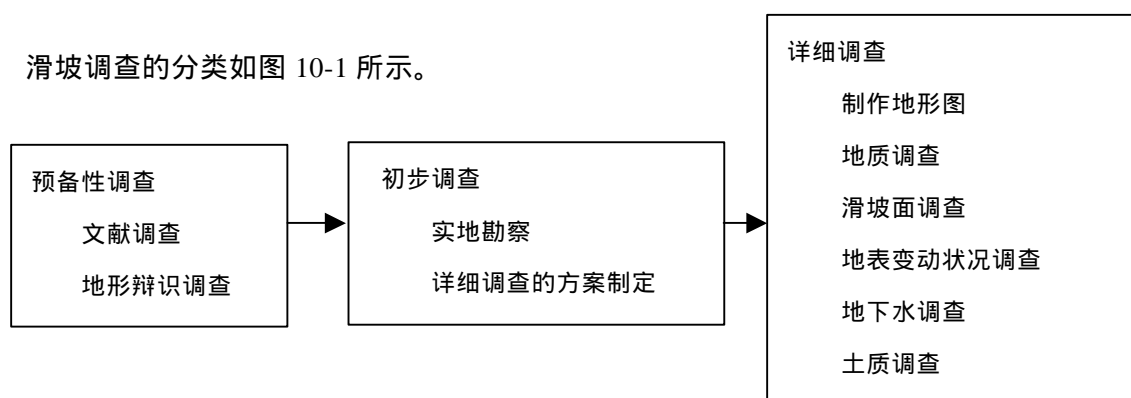


图 10-1 滑坡调查的分类

#### 2.1 预备性调查

预备性调查的目的是预查区域内的滑坡地或是掌握调查对象的滑坡地的概况。

#### 说 明

当某地区出现滑坡的征兆，需要研究其对策时，或预计结构物建设、改造工程的进行，可能发生滑坡时，需要进行预备性调查。预备性调查由文献调查和地形辨识调查组成。

##### 2.1.1 文献调查

文献调查是为了掌握滑坡的特性，具体包括：该地区的地形、地质、气象、过去发生的滑坡记录以及附近滑坡发生的情况等。

#### 说 明

滑坡多发生在特定的地形·地质地区，而且在相同地形·地质的地区，容易发生形态类似的滑坡。因此，事先调查与该地区地形·地质有关的文献信息，调查附近地区滑坡发生的记录和发生时的气象情况，就可以得到有关该地区发生滑坡及其运动特性的重要信息。

**[参考 10.1] 文献调查的资料**

以下是一些有关地形·地质等地基条件的资料

1. 地形图
2. 航空照片
3. 地质图
4. 地形分类图、土地条件图
5. 其它（原有的土质，地质调查报告等）

以下是有关过去受灾记录的资料

1. 原工程日志、受灾调查报告、土质（地质）调查报告
2. 学会等的研究论文、报告书
3. 有关村落分布、土地利用情况的资料
4. 有关竹林等的常规对策、房屋·田地的保养情况的资料
5. 有关田地等的土地分割制度、习俗的资料

以下是有关气象的资料

1. 气象月报
2. 各种观测站的观测资料

**2.1.2 地形辨识调查**

在对滑坡地进行预测和实地勘查时，有些地形及地质上的特征无法掌握，为了了解这些特征，就要进行地形辨识调查，即利用航空照片及地形图等，对滑坡地形和地质构造上的特性进行调查。

**说 明**

利用航空照片等方法调查滑坡地形和地质构造上的特性及弱线，对掌握广域内滑坡地的分布是非常有效的。不过，由于过去反复滑动而形成的滑坡地形虽然是容易辨别的地形之一，但有时会把熔岩高地末端的火成碎屑流和某种河岸阶地错认为滑坡地形，所以有必要随后进行实地勘查加以确认。另外，即便由于过去的位移量少等原因在地形上很难辨识的岩盘滑坡，有时也能通过地质构造上存在弱线等情况进行预测。

**2.2 初步调查**

为了判断滑坡灾害的紧急性，有效地进行详细调查，在详细调查前要进行初步调查。

**说 明**

初步调查主要通过实地勘查进行，以实地勘查的结果为基础，根据需要制定详细调查的计划及抢险措施。

**2.2.1 实地勘查**

进行实地勘查是为了确认文献调查及地形辨识调查的结果和拟定调查计划、应急对策。实地勘查要求对当地进行勘查并预测发生滑坡的机理以及运动机理等。

**说 明**

实地勘查必须按以下步骤进行。

#### 1. 推断滑坡的范围

从对岸的高地等处眺望，观察滑坡地及周围的地形，根据观察结果以及发生在滑坡地内的各种征兆，推断出滑坡的活动地区、将来可能发生滑坡的地区以及受灾的范围。

#### 2. 地质调查（地质性状和地质构造）

通过对构成滑坡土块的物质种类，颗粒大小，石子等的岩性、形状和粘土等的颜色进行调查，从而能推断滑坡的年龄、今后运动的方式及稳定程度等。而且，还能推断基岩的岩性、滑坡土块及滑坡面的构成物质等。加之，通过调查周边露头的基岩的性状，可推断此地区基岩的一般层序、层位、走向及倾斜度，还可推断该滑坡的特性。而且，在周边地带的地基中发现断层及破碎地带时，有必要追踪其分布，研究它和滑坡地是否相关。

#### 3. 地形调查（根据微地形和地形推断地质构造）

在地形调查中，主要通过观察地表的微地形和地形来推断地质构造。

#### 4. 掌握地下水的分布

调查滑坡地内外的池塘沼泽、湿地及出水点，通过调查池塘沼泽的水位、出水点的出水量和降雨之间的关系，可以获得第一手资料，用于判断水量源于浅层地下水还是深层地下水。

#### 5. 推断运动形态（根据各种特征）

主要调查微地形、主裂缝、侧裂缝、末端裂缝和道路、房屋及石墙等的状态变化等各种特征，推断滑坡的运动形态和方向。

#### 6. 推断发生的原因

根据勘查一般很难立刻推断发生的原因，通常是通过参考滑坡时的气象情况等，观测运动形态，推测滑坡的过程，来推测滑坡的原因。

滑坡不是由单一原因，而是由多个原因共同作用引起，所以要做充分研究。以下是滑坡引起的主要原因。

- 1) 滑坡末端河流引起的侵蚀
- 2) 长期的降水或雪的融化
- 3) 台风等引起的暴雨
- 4) 铲土、堆土
- 5) 地表水、地下水处理的不完善
- 6) 积水
  - (1) 最初的积水时期
  - (2) 水位的急剧下降
- 7) 地震

#### 7. 预测未来的运动

只用勘查难以预测未来的运动，一般在幼·青年期地块状滑坡中，那些有着几乎相同滑面坡度的斜面上发生滑落的可能性较大。另外，在象河床隆起那样的船底形滑坡中，有可能发生末端塌陷，末端的位置比河床高时，其危险性更大。弧形滑坡特别容易引发悬崖塌陷，

由此产生剧烈运动的例子非常多。

### 8. 预测随着运动加剧而形成的受灾块体和受灾情况

上述的调查中如果发现运动可能加剧，则要推测受灾块体并要求采取必要的措施（建立避难·防范体制等）。考虑到滑坡有可能进一步扩大，因此要充分地质查受灾块体附近的滑坡地形，特别注意滑坡上部斜面滑坡扩大的危险性。一般当末端伴有隆起时，隆起地区发生滑坡扩大的可能性很小，而对于船底形滑坡和椅子形滑坡其末端部产生的二次滑坡虽土块厚度较小，但因降雨等引发运动加剧的可能性非常大，因此要确实完善受灾块体的防灾体制。

### 9. 研究应急措施

根据勘查结果，当可以大致断定滑坡的发生及运动机理，并可以预测其运动将会加剧时，就需要考虑制定相应的应急措施。

表 10-1 滑坡的类型分类 —渡蓄 —（有部分修正、删除）—

| 分类特征         | 岩盘滑坡                          | 风化岩地滑坡                            | 塌陷堆积土滑坡                                 | 粘质土滑坡                          |
|--------------|-------------------------------|-----------------------------------|---|--------------------------------|
| 平面形          | 马蹄形、方形                        | 马蹄形、方形                            | 马蹄形、方形、浅谷形、瓶颈形                          | 浅谷形、瓶颈形                        |
| 微地形          | 凸状山脊地形<br>凸状台地形               | 凸状台地形<br>单丘状凹状台地形                 | 多丘状凹状台地形<br>单丘状凹状台地形                    | 凹状缓倾斜地形<br>多丘状凹状台地形            |
| 滑坡面形         | 椅子形、船底形                       | 椅子形、船底形                           | 阶梯状、层状                                  | 阶梯状、层状                         |
| 主要的土块的性质（头部） | 岩盘或弱风化岩                       | 风化岩（裂缝多）                          | 带着块石或石子的沙土                              | 带着块石或石子的沙土                     |
| 主要的土块的性质（末端） | 风化岩                           | 带着块石的沙土或强风化岩                      | 混着石子的沙土、一部分粘土化                          | 混着粘土或石子的沙土化                    |
| 运动速度（活动时平均值） | 2cm/日以上                       | 大致 1.0~2.0cm/日                    | 0.5~1.0cm/日                             | 0.5cm/日以下                      |
| 运动的连续性       | 短时间、突发性                       | 某种程度上的间断性（数十~数百年一次）               | 间断性（大致 5~20 年一次）                        | 间断性（大致 1~5 年一次）或连续性            |
| 滑坡面的形状       | 平面滑坡（椅子形）                     | 平面滑坡（头部和末端略微圆弧形）                  | 曲面状和平面状、末端流动化                           | 头部呈曲面状，但是大部分为流动状（山谷状）          |
| 块体化          | 大体为单块体                        | 在末端、侧面发生二次滑坡                      | 头部被分割为几个块体，呈 2~3 块体                     | 整体被分为多个块体，互相连动                 |
| 预测的难易        | 因滑坡地形不明了而非常困难。有必要进行缜密的勘查和精确调查 | 在 1/3000~1/5000 的地形图上可预测，也可利用航空照片 | 在 1/5000~1/10000 的地形图上也可确认。在当地打听的情况也有用。 | 根据在当地打听的情况可以预测，可以很容易的确认。       |
| 一般的斜面形状      | 一般不清楚是否有高地部分。在凸形斜面上，滑坡多从山坳发生。 | 清晰的跌坎。有带状的凹陷地和台地。大体为凹形，但主要的部分为凸形。 | 形成滑落崖，在它下面有沼泽、湿地等凹陷部，在头部有几个残丘，凹形斜面多。    | 在头部残留不明确的高地，大部分是同样的缓斜面。山谷状的斜面。 |



### 2.2.2 调查计划的立案

在调查计划的立案过程中，要对必要的调查进行规划，这是为了核实在文献调查、地形辨识调查及实地勘查所得结果，推断出滑坡机理。

#### 说 明

为了拟定调查计划，要分割运动块体，设定调查观测线。而且，为了拟定准确的调查计划，有必要对以下的项目进行估量。

#### 1. 根据地形·地质等，推断滑坡的类型

根据滑坡地地形·地质等特征，将其分为岩盘、风化岩、塌陷堆积土及粘质土等滑坡。每种类型滑坡的特征如表 10-1 所示。

#### 2. 推断滑坡范围

#### 3. 推断滑坡土块厚度

#### 4. 推断滑坡运动块体的分割和各自块体运动形态

#### 5. 推断滑坡（运动块体的）运动方向

#### 6. 推断地下水分布

#### 7. 推断地质构造上的软弱线带

#### 8. 推断滑坡土块的到达范围

#### 2.2.2.1 运动块体的分割

运动块体的分割要根据实地勘查的结果进行。

#### 说 明

运动块体的分割是把滑坡地区分割成几个滑坡运动块体。因为被分割的块体将成为滑坡调查和防御的一个单位，所以在划分时，首先对运动的特征，其次对地质、地形、受灾情况等都要进行考虑。分割的方法要根据微地形和运动状况，把含有一个头部的坡面和被拉伸裂缝环绕的斜面作为一个单位。而且，划分的块体数越多，防御工程的规划和实施就会变得越困难，因此希望能尽量进行整合。

#### 2.2.2.2 设定调查观测线

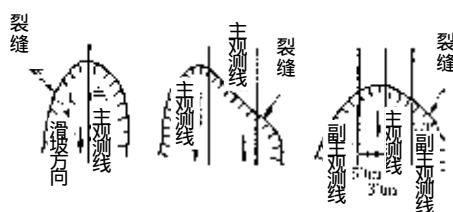
调查观测线是根据实地勘查的结果设定的。

#### 说 明

调查的主观观测线能具体地确认滑坡运动块体的地质、地质构造、地下水分布、地表变动及滑坡面等，一般设定在适于进行对策的基本规划和基本设计的位置及方向上。副观测线是需要对地质构造及地下水分布等进行辅助调查时设定的观测线，原则上要平行于主观观测线。

#### [ 参 考 10.2 ] 设定调查观测线的实例

主观观测线要设定在滑坡块体的中心部，并基本平行于运动方向，但是当坡面上部和下部的运动方向不同时，设为折线或曲线也可以。滑坡块体在 2 个以上时，主观观测线也要在 2 个以上。而且，在宽度为 100m 以上的区域的滑坡块体中，多数情况下要在主观观测线的两侧，以小于 50m 的间隔，设置副观测线群。



(注) 副观测线间的间隔为 30m~50m (最大限 50m)。

图 10-2 调查观测线的设定

### 2.3 详细调查

详细调查是为了核实预备性调查及初步调查所推断出的滑坡产生和运动机理,对滑坡进行精度更高的机理分析。

#### 说 明

详细调查的目的是弄清滑坡的机理,根据需要决定防御计划,获得与设计相关的资料。

在详细调查中,要按照目的分别进行地形图的绘制、地质调查、地表变动状况调查、滑坡面调查、地下水调查及土质调查。

#### 2.3.1 地形图的绘制

地形图是根据详细调查的结果,针对滑坡地及其周围重要地域进行绘制后而成的。

#### 说 明

地形图的范围是包含滑坡块体在内的整个滑坡地。为了便于调查和防御,要在地形图上作必要的标记,在地形图上还要确定适当的精度和范围,以分割滑坡运动块体。当滑坡的长度在 200m 以下时,原则上地形图的比例尺在 1/500 左右,当滑坡的长度在 200m 以上时,表示滑坡整体的比例尺为 1/1000~1/3000 左右,表示部分滑坡的比例尺为 1/500 左右。特别是滑坡面积较大时,要用比上述比例尺小的比例尺绘制整个地区的地形图,而对于滑坡块体及其周边部分的地形图用上述的比例尺绘制即可,绘制时须在图中注明民宅、道路、各种建筑物、河流(含溪流)、沼泽、湿地、裂缝、滑落崖、植被(乔木、灌木等)、水田、旱田等。

此外,最好绘制一个包括周边地区过去的滑坡地在内的大范围地形图。

#### 2.3.2 地质调查

地质调查是为了调查滑坡面和地下水、地质、土质,主要用垂直钻孔的手段进行,并以选取全部泥芯为原则。

#### 说 明

地质调查中,要确认以下内容。

1. 与滑坡变动有关的脆弱的地层、滑坡面
2. 主要的阻力部分,或限制滑坡移动范围的阻力部分,以及支持力较大的地层。

地质调查中,除了钻孔调查外,必要时可同时使用弹性波勘探、自然放射性勘探这些大范围的调查方法。有时还要进行调查坑调查。弹性波勘探、自然放射性勘探的概况如下。

##### 1) 弹性波勘探

人力冲击波在地层的传播速度与地层的刚性有关,所以据此可测定其传播速度,弄清

地层的分布特性，这就是弹性波勘探。在滑坡的调查中，特别是在大面积的滑坡中，当难以区分运动块体时，这种方法非常凑效。

弹性波勘探的方法如下。

- (1) 折射法
  - (2) 浅层反射法
  - (3) 经常性微动法
- 2) 自然放射性勘探

构成地块的岩石中含有铀和钍系的放射性元素，这些元素在塌陷过程中放出气体状氡、钍射气等放射性元素，它们通过地下断层和龟裂带将散失到地面。在地表测量这些放射性元素，可推断地块中断层和破碎带。在放射性元素较多处存在断层和破碎带的可能性较高。

根据地质调查的结果，再次进行实地勘查，在核实滑坡地的地质构造和地质的基础之上，还必须对滑坡面的深度、形状进行推测。

另外，因为有时要利用钻孔进行下面的调查，所以有必要对孔径进行充分的研究。

1. 滑坡面调查
2. 地下水调查（地下水水位观测、地下水追踪、孔隙水压测定、地温测定、抽水试验、地下水测井、其它地层探测）
3. 土质调查（标准贯入试验等的原位试验、土质试验用无干扰资料的收集）

#### 2.3.2.1 钻孔调查的配置和深度

钻孔调查在最合适弄清滑坡地滑块面和地质及地质构造位置上进行，它需要一定的深度。

#### 说 明

沿着主观测线，以 30~50m 左右的间隔，在运动块体内钻 3 个以上的孔，在块体外上部斜面内至少钻 1 个以上的孔，总计钻 4 个以上的孔。当滑坡块体面积较小时，在适合了解滑坡地地质状况的位置上钻 2 个以上的孔，并且必要时沿副观测线按 50~100m 左右的间隔钻孔。当基岩内分布着断层、破碎带，地质构造复杂，滑坡面分布复杂时，还需要进行辅助性钻孔，钻孔的深度要足以确认基岩。

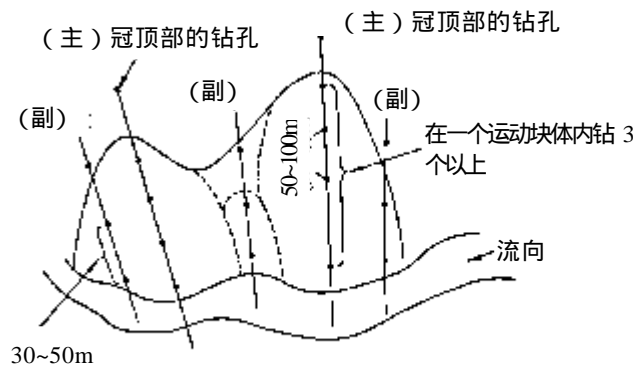


图 10-3 观测沿线的钻孔配置

当难以推断滑坡块体的层厚时，在实际操作中原则上使每一个钻孔的深度调整为滑坡块体宽度的 1/3 左右。

2.3.2.2 结果的整理

整理钻孔调查结果时，要在研究滑坡地的地质、土质和滑坡面的基础上，对必要项目所观察的结果进行总结并把它表示在钻孔柱状图上。

说 明

钻孔柱状图的要点如下，采集钻芯对地质、土质观察、挖掘情况纪录、挖掘中及最后的孔内水位、钻芯采样率。另外，在调查岩盘的过程中，也要观察风化的程度、龟裂的程度、片理面的角度、龟裂量等情况，要记录它们的垂直分布。地质、土质及滑坡面的观察需要经验丰富的技术人员来进行。钻芯拍摄要用彩色的，要把正常的颜色拍出来。而且，要贴上 3 色或 5 色的标准色调板进行照片。表 10-2 是一个钻孔柱状图的实例。

表 10-2

|               |   |     |                 |                 |            |     |            |                   |                                 |            |            |                 |     |     |            |            |                 |          |          |                            |                       |                       |                     |     |
|---------------|---|-----|-----------------|-----------------|------------|-----|------------|-------------------|---------------------------------|------------|------------|-----------------|-----|-----|------------|------------|-----------------|----------|----------|----------------------------|-----------------------|-----------------------|---------------------|-----|
| 调查名称 _____    |   |     |                 |                 |            |     |            |                   |                                 | 业 主 _____  |            |                 |     |     |            |            |                 |          |          |                            |                       |                       |                     |     |
| 调查地区名 _____   |   |     |                 |                 | 市 乡 大      |     |            | 承 包 人 _____       |                                 |            |            |                 |     |     |            |            |                 |          |          |                            |                       |                       |                     |     |
| 省 县 村 字 _____ |   |     |                 |                 |            |     |            |                   |                                 |            |            |                 |     |     |            |            |                 |          |          |                            |                       |                       |                     |     |
| 地 名 编 号       |   |     |                 | 钻 芯 总 长 度       |            | m   |            | 土 质 试 验 的 有 无     |                                 |            |            |                 |     |     |            |            |                 |          |          |                            |                       |                       |                     |     |
| 海 拔           |   | m   |                 | 平 均 钻 芯 采 集 率   |            | %   |            | 标 准 侵 入 试 验 的 有 无 |                                 |            |            |                 |     |     |            |            |                 |          |          |                            |                       |                       |                     |     |
| 方 向 角 度       |   |     |                 | 最 终 水 位         |            | m   |            | 地 质 判 定 责 任 者     |                                 |            |            |                 |     |     |            |            |                 |          |          |                            |                       |                       |                     |     |
| 挖 掘 期 间       |   |     |                 | 有 无 设 置 水 位 仪   |            |     |            | 机 械 操 作 者         |                                 |            |            |                 |     |     |            |            |                 |          |          |                            |                       |                       |                     |     |
| 设 想 总 长 度     |   | m   |                 | 抽 水 试 验 的 有 无   |            |     |            | 使 用 机 种           |                                 |            |            |                 |     |     |            |            |                 |          |          |                            |                       |                       |                     |     |
| 日 平 均 钻 进 长 度 |   | m   |                 | 各 种 施 工 测 井 名 称 |            |     |            |                   |                                 |            |            |                 |     |     |            |            |                 |          |          |                            |                       |                       |                     |     |
| 1             | 2 | 3   | 4               | 5               | 6          | 7   | 8          | 9                 | 10                              | 11         | 12         | 13              | 14  | 15  | 16         | 17         | 18              | 19       | 20       | 21                         | 22                    | 23                    |                     |     |
| 月             | 日 | 标 尺 | 深 度<br>、<br>高 度 | 层 厚             | 地 质<br>记 号 | 分 类 | 软 硬<br>程 度 | 色 调               | 记 录<br>地 质<br>土 质<br>观 察<br>意 见 | 挖 掘<br>状 况 | 孔 内<br>水 位 | 渗 水<br>喷 水<br>量 | 孔 径 | 钻 管 | 有 无<br>筛 网 | 钻 芯<br>长 度 | 钻 心<br>采 集<br>率 | 送 水<br>量 | 钻 进<br>压 | 土 质<br>试 样<br>的 采 集<br>位 置 | 滑 坡<br>面 测 定<br>器 位 置 | 标 准<br>贯 入 试 验<br>N 值 | 各 种<br>试 验 的<br>结 果 | 标 尺 |
|               |   |     |                 |                 |            |     |            |                   |                                 |            |            |                 |     |     |            |            |                 |          |          |                            |                       |                       |                     |     |
|               |   |     |                 |                 |            |     |            |                   |                                 |            |            |                 |     |     |            |            |                 |          |          |                            |                       |                       |                     |     |

记录的要点 3: 5:00.....深度

( 123:50 ) ...海拔

如前例般记录

10：每天用数字把作业开始前的孔内水位记在挖掘深度的位置上，如-8.00

11：比如渗水象 10l/min ，喷水 10l/min 记录

16：每次钻进长度除以钻芯长度所得到的百分率

19：使用薄型衬管的孔径、试样采集长度记在其深度的位置上。

### 2.3.3 滑坡面调查

为了判定滑坡面，需要进行滑坡面调查，要按照滑坡地的地形、地质、滑坡的规模等，用最适合的方法进行。

#### 说明

调查滑坡面有两种方法，一个是利用地质调查，一个是利用测量仪器。在测量仪器中，有利用钻孔的地中倾斜仪、孔内倾斜仪、纵式伸缩仪，利用蠕变观测井观察也是其中的一个方法，调查中要选择最适合的方法来判定滑坡面。判定时最好把用地质调查和测量仪器方法所得的结果综合起来进行研究。而且，测量仪调查用的钻孔如果同观测地下水位的钻孔同时使用的话，多数情况下会影响测量的精度，所以原则上不允许同时使用。

#### 1. 地质调查所进行的判定

##### 1) 钻孔挖掘过程中的判定

在滑坡滑动常发地区，挖掘中会发生钻孔弯曲，根据挖掘时在同一深度感到的阻力及采集的半月形泥芯，就能确认滑坡面的位置。

##### 2) 观察钻芯所进行的判定

通过对钻芯的观察来判定滑坡面的位置。观察钻芯时，要对色调、裂缝的形状、数量、风化情况、粘土层等进行观察，综合判断滑坡面。

#### 2. 测量仪器所进行判定

##### 1) 利用地中倾斜仪来测量

地中倾斜仪测量滑坡面方法的特点为，可以利用钻孔全长测出地中倾斜仪的弯曲度，其寿命为1~2年。地中倾斜仪是在普通1m的聚氯乙烯管上沿一个方向粘贴1对（2个变形测量仪）或2对测量计，并把电线连接到管子外侧。原则上要让仪器的方向和滑坡运动的方向一致，当运动方向不明时，可以选择一点将4个仪器按2个方向贴成直角的地中倾斜仪。

另外，在钻孔中设置地下应变仪时，要用水泥填满（最近由丙烯基药液制成的聚合剂效果更显著）孔壁和管子间的空隙。测定时原则上每3天1次，但也可根据滑坡的活动情况，缩短或延长测定间隔。原则上从钢管应变仪设置1周后所测定的值才能用于分析。地下应变仪设置时的模拟式测定值为  $8000 \sim 12000 \times 10^{-6}$ ，数字式测定值为  $-2000 \sim 2000 \times 10^{-6}$  是正常的，其余的则为不合格，应从测量中剔除。

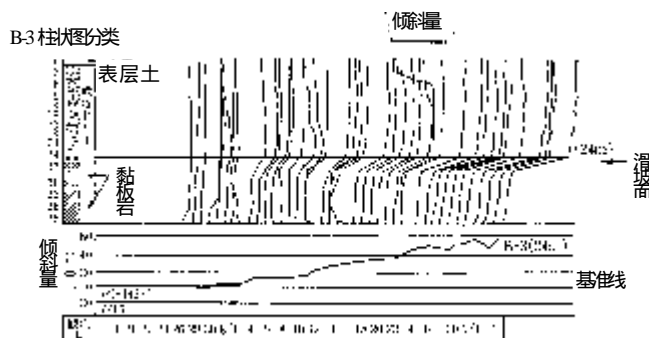


图 10-4 地下应变仪画出的应变变动累计图

测量的结果要整理在倾斜变动累计图上,原则上倾斜累计在  $1000 \times 10^{-6}$  以上时,就可判定为滑坡面。没有累计倾向的变动无论其测定值如何明显,都不能判定为滑坡面。

图 10-4 所示的是倾斜变动累计图。

### 2) 孔内倾斜仪测定方法

这个方法的原理是在钻孔内插入并设置导管,沿导管插入倾斜仪,使其上下移动,由此来测定导管的弯曲度和倾斜。其缺点是如果钻孔弯曲度过大,仪器就无法插入,但大致能连续地追踪钻孔滑坡引起的形状的变化。测定的结果用从孔底得到的倾斜量的积分来表示,可以把其弯曲度大及倾斜累积的位置判定为滑坡面。测量时,由于担心传感器受到温度的影响,所以需要把传感器放置在温度变化较小的地下保持一段时间后再进行测量。

图 10-5 所示的是孔内倾斜仪的原理和测定值的图例

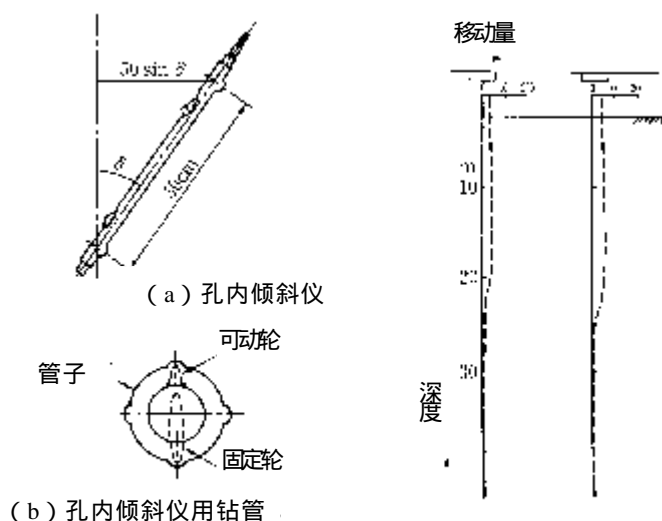


图 10-5 孔内倾斜仪原理和测定值的表示图例

此外还使用了设置型倾斜仪,它是在孔内必要的深度上(主要是滑坡面)固定传感器,测定该位置倾斜变形。其设置的原理如图 10-6 所示。

### 3) 纵型伸缩仪的测定方法

本方法是把多个用于测定滑坡移动量的伸缩仪按垂直方向设置于钻孔内,直接测定滑坡面的移动。将电线的前端固定在钻孔内必要的位置上,并把它引到地上,在地上测定电线的伸缩量。其原理如图 10-7 所示。

#### 2.3.4 地表变动状况的调查

本项调查的目的是掌握地表变动同滑坡范围、运动方向或活动性、气象等原因的关系。

### 说 明

地表变动状况调查要通过观测地表发生的龟裂、塌陷、隆起和地基的凸起等地表变动状况、地基的翘起、水平方向的运动量等来进行。

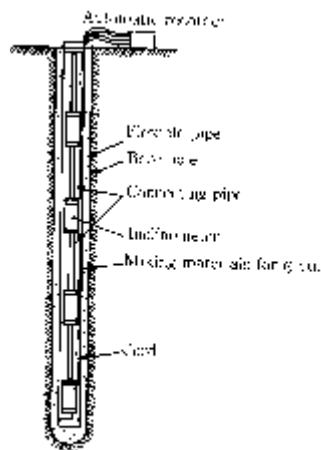
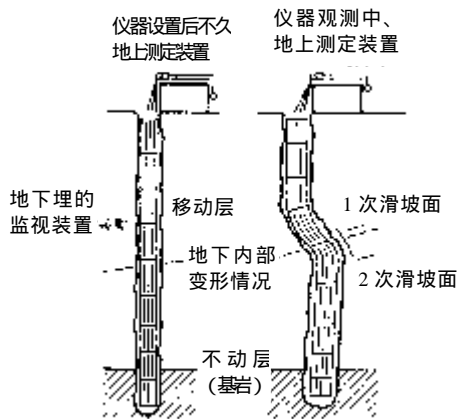


图 10-6 设置型倾斜仪的原理图



10-7 纵型伸缩仪的原理

通常使用的地表变动状况调查方法如下，其目的如图 10-8 所示。

- 1) 使用地面伸缩仪的调查方法
- 2) 使用地面倾斜仪的调查方法
- 3) 使用测量的调查方法

地面测量  
GPS 测量等

目的

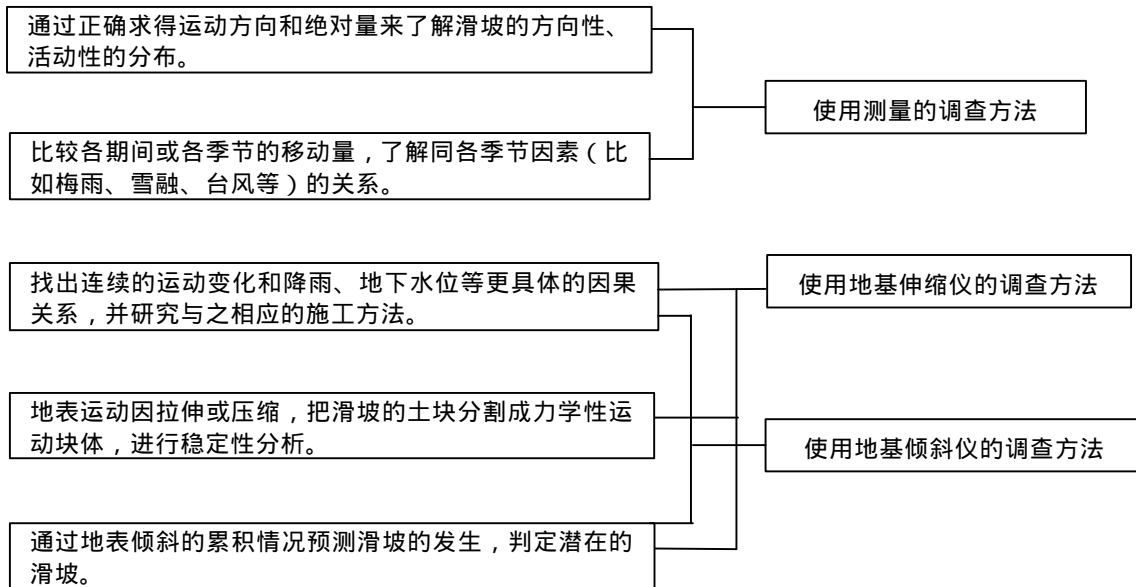


图 10-8 地表面移动状况调查的目的和方法

2.3.4.1 利用地基伸缩仪所进行的调查

这项调查的目的是测定地基的伸缩、预测滑坡的发生，掌握滑坡活动和诱因的关系。

说 明

地基伸缩仪要沿各个观测线朝滑坡运动的方向平行设置,同时尽量地设置在副观测线沿线、滑坡的中间部及末端部有明显龟裂和段差的地方。

调查结果归纳在能与降水量或地下水位相对照的图上,图中纵轴为累积倾斜量,横轴为日期,图 10-9 是一个图例。图 10-10 所示的是伸缩仪的设置方法,其中仪器的固定桩是有足够断面的方形木材,要砸进地下 1m 以上,原则上跨距小于 20m。另外,须用聚氯乙烯管等来保护因瓦线,还要特别注意避免保护管接触到因瓦线。

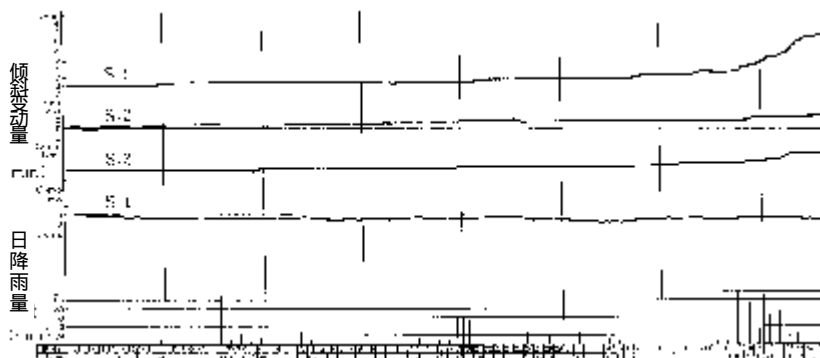


图 10-9 伸缩测定的结果

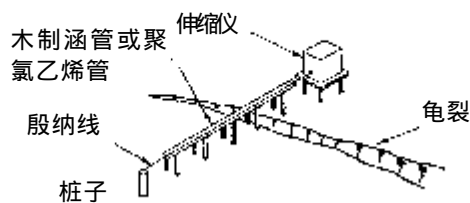


图 10-10 伸缩仪设置概略图

另外,下一项的倾斜仪也是一样的,通过跨越雪融、梅雨、台风期,能获得有关滑坡性质的有利信息,所以根据调查的目的最好继续观察一年以上。

为了掌握滑坡的整体运动过程,也可沿主观测线连续设置伸缩仪。因为需要长期观测,最好选用耐用材料和结构。

### [参 考 10.3] 预测斜面的滑落时期

横跨裂缝(拉伸裂缝)设置伸缩仪,测定移动速度,可以能预测斜面滑落的时期。

通常在滑落前,移动速度有剧增的倾向,因此通过观察可事先预测滑落的时期。齐藤迪孝通过现场测定和试验研究了倾斜速度与斜面破坏所需时间的关系,结论如图 10-11、图 10-12 所示。图中纵轴表示塌陷的时间(分),横轴表示倾斜速度。如果伸缩仪的线长是 10m,移动长度的单位就变成了 mm/分。如果更详细地了解倾斜速度的分布,也可用 3 次蠕变的预测方法(图 10-13)。这些预测方法在现场常被使用,已有一些成功的实例。

另外,越是可塑性大的地基,从产生裂缝到滑落的时间就越长,而且滑坡面的形状为弧形或船底形,即使出现末端隆起,也难以滑落。



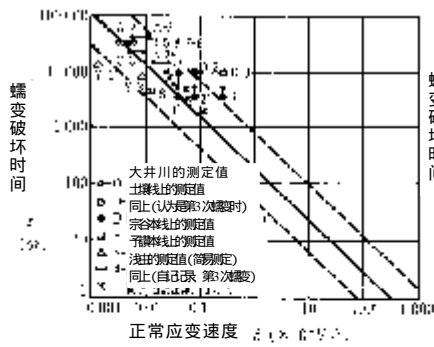


图10-11 斜面塌陷实测结果的判定图

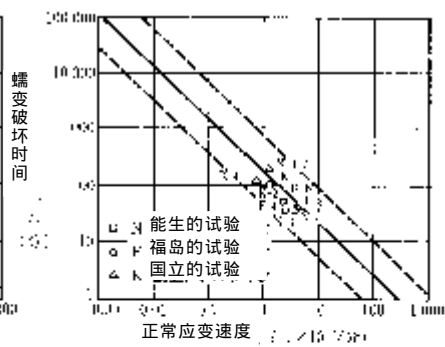


图 10-12 斜面塌陷试验结果的判定

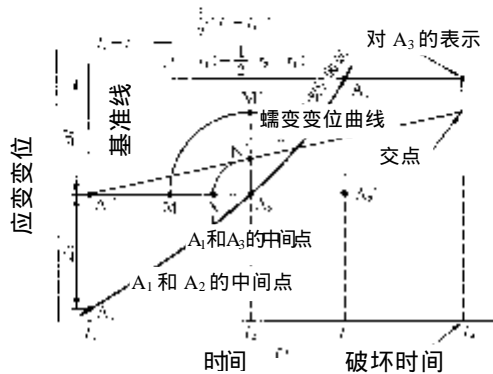


图 10-13 第 3 次蠕变范围内破坏时间的图解法

斜面发生异常时，要测定其拉伸裂缝的最上部的伸展度，最好计算滑落时期或安装警报器（4mm~1mm/小时发出警报）来进行观测。

#### 2.3.4.2 利用地基倾斜仪所进行的调查

这项调查是为了推断滑坡运动的明确范围或对滑坡地的活动进行预测。

#### 说 明

设置地基倾斜仪时，除了滑坡地内部，在主观测线运动块体的上方斜面也须设置地基倾斜仪，以研究滑坡扩大的可能性。而且，必要时在运动块体的两侧也需要设置。

用地基倾斜仪进行观测时，一般每 1~7 天一次。当需要了解活动中滑坡动向时，需要每天进行观测。进行活动预测时，要每 3~7 天观测一次，必要时要进行连续观测。调查结果要整理在降雨量和地下水位相对照的图上，纵轴为倾斜累积量、日倾斜变动量，横轴为日期，并要计算出倾斜累积速度、日平均倾斜变动量。

图 10-14 所示的是倾斜量的测定结果的例子。

制作地面应变仪的设置台时，首先要在地上挖掘约 20cm 左右的地基，打造一个如图 10-15 所示的水泥预制板，在表面铺上玻璃板，调节成水平状态作为设置台（参照图 10-15）。这个设置台须用仪器包装用的木箱覆盖好，且采用比较简便的水管式倾斜仪。测定时，把 2 个倾斜仪按 N-S、E-W 方向进行垂直交叉，把倾斜仪的主轴（带有量角板的轴）设在 N、E 一侧。

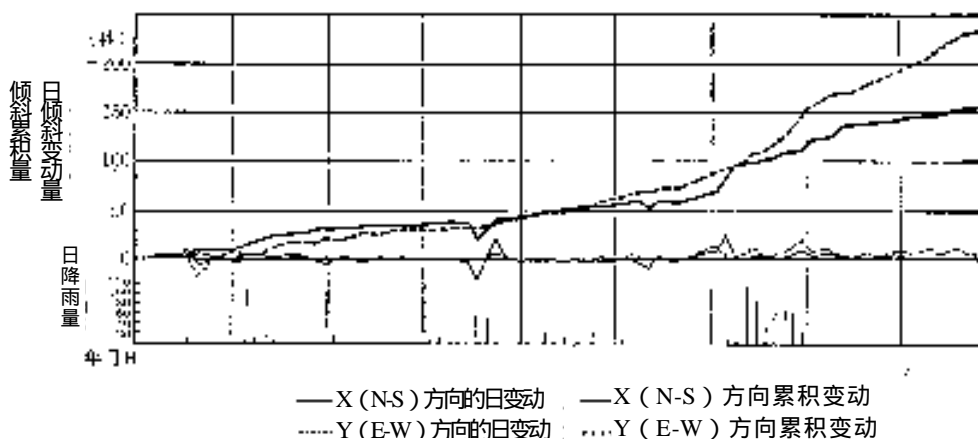


图 10-14 地基倾斜变动图

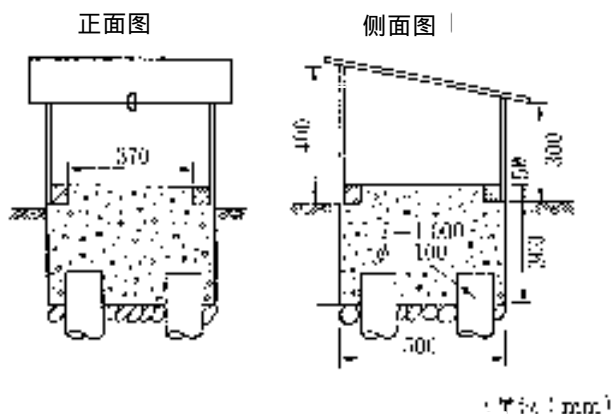


图 10-15 地基倾斜仪设置图(例)

接着按表 10-3 所示的方式总结测定结果，求出日平均累积量、倾斜方向。为进一步了解变动特性，需绘制一个地基倾斜变动图，图中纵轴表示倾斜累积量和日倾斜变动量，横轴表示测定日期，据此研究倾斜变动累积的有无、降雨量、地现水位和倾斜变动量间的关系。

通过以下方法计算日平均变动量 ( $\bar{Q}_n$ )、倾斜运动方向 ( $\cos$  或  $\tan$ ) 等。

$$\bar{Q}_n = \frac{\sum Q_n}{n} \quad S = \sqrt{\frac{\sum (Q_n - \bar{Q}_n)^2}{n}} \quad (10-1)$$

日平均变动量  $\bar{Q}_n \pm S$  (S:标准偏差)

注)  $\tan^2 \alpha_n = \tan^2 X + \tan^2 Y$        $\alpha_n$ 、X、Y 较小时  $\alpha_n^2 = X^2 + Y^2$

倾斜运动方向

$$\cos f = \frac{\tan \sum X}{\tan \sum Q_n} \quad \text{或} \quad \tan f = \frac{\tan \sum Y}{\tan \sum X} \quad (10-2)$$

$$X, Y, \quad n \text{ 较小时 } \cos f = \frac{\tan \sum X}{\tan \sum Q_n} \text{ 或 } \tan f = \frac{\tan \sum Y}{\tan \sum X}$$

表 10-3 倾斜分析计算表

| 月<br>日 | 测定<br>日数<br>(n) | N-S 方向变动<br>量 (X)(秒) | E-W 方向变动<br>量 (Y)(秒) | 最大倾斜角 $\alpha_n =$<br>$\sqrt{X^2 + Y^2}$ | $(\alpha_n - \bar{\alpha}_n)^2$      | N-S 累<br>积量<br>( ) | E-W 累<br>积量<br>(y) | 摘要 |
|--------|-----------------|----------------------|----------------------|--|--------------------------------------|--------------------|--------------------|----|
|        | 1               |                      |                      |  |                                      |                    |                    |    |
|        | 2               |                      |                      |  |                                      |                    |                    |    |
|        | 3               |                      |                      |  |                                      |                    |                    |    |
|        | :               |                      |                      |  |                                      |                    |                    |    |
|        | :               |                      |                      |  |                                      |                    |                    |    |
|        | n-1             |                      |                      |  |                                      |                    |                    |    |
|        | n               |                      |                      |  |                                      |                    |                    |    |
|        |                 |                      |                      | $\bar{\alpha}_n$                         | $\sum (\alpha_n - \bar{\alpha}_n)^2$ |                    |                    |    |

地面倾斜仪的支架（量角板）沿 N 及 E 方向设置时，可以从表 10-4 求得倾斜运动方向。

表 10-4 正负和倾斜方向的关系（本次的解读—上次的解读）

|        |     |     |     |     |
|--------|-----|-----|-----|-----|
| N-S 方向 | —   | —   | +   | +   |
| E-W 方向 | —   | +   | —   | +   |
| 倾斜方向   | N E | N W | S E | S W |

### 2.3.4.3 地面测量所进行的调查

这项调查主要用于滑坡运动方向不明确和运动较激烈的场合。因此所使用的测量方法是以滑坡运动地域外的固定点为基准的横断瞭望测量、三角测量和航空照片测量。

#### 说 明

一般多使用目测方法。这个方法是在与目测线成直角的方向上测线并列的测点变位，由此根据下式能够求得在 2 条测线的交点附近滑坡的方向和移动的绝对量（ ）（参照图 10-16）。如图 10-17 所示，把 A、B 各线的交点的移动量分别设为 a、b 话，则

$$Q = 90^\circ + \alpha + \tan^{-1} \left\{ \frac{b - a \cos(\mathbf{b} - \mathbf{a})}{a \sin(\mathbf{b} - \mathbf{a})} \right\}$$

$$(\text{变位量}) C = \frac{\sqrt{a^2 + b^2 - 2ab \cos(\mathbf{b} - \mathbf{a})}}{\sin(\mathbf{b} - \mathbf{a})} \quad (10-3)$$

这时，各测线两端的基准点必须设在没有滑坡运动的地点，为此需要事先在附近设置地面倾斜仪进行检查。从地形上看，在瞭望条件差的滑坡地，要用三角测量来调查测线的移动情况。由于这种方法既费事精度又差，所以最近随着航空拍摄测量技术的发展，在运动频发的滑坡地，这种方法日益被人们采纳，通常每隔一定的时间就拍照一次，进行测量。

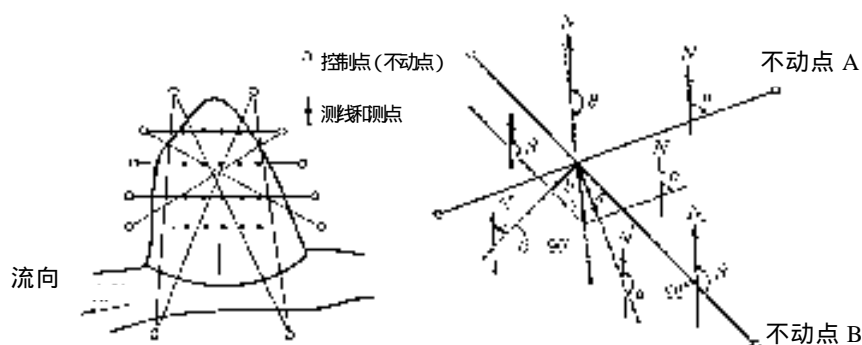


图 10-16

图 10-17

#### 2.3.4.4 GPS 测量法

这种测量法主要用于滑坡运动方向不明确和运动激烈的场合，特别是根据滑坡地周围的情况难以确保滑坡运动地外的固定点时，都要使用这种方法。

#### 说 明

近年开发了用来调查地表的移动状况的 GPS 测量法。在滑坡规模大以及滑坡多发地带，利用伸缩仪、地面测量等方法往往不能确保固定点时，用 GPS 测量法可以解决问题。

#### 2.3.5 地下水调查

地下水调查的目的是分析斜面稳定性，获得施工方法研究的基本资料。内容包括滑坡地地下水流动路径、滑坡地内的分布、性质、流动倾向及作用于滑坡面的空隙水压等。

#### 说 明

地下水调查有以下几种，按不同目的选择使用。

地下水位的测定要求必须进行，地下水位高且地下水多时，要进行地下水追踪试验。而且，在水质分析调查时，往往同时测定电导率。

表 10-5 地下水调查的目的和种类

| 目 的                  | 调 查 项 目             |
|----------------------|---------------------|
| 掌握作用于滑坡面的空隙水压        | 测定空隙水压、测定地下水位       |
| 山地地下水位变动和降雨间的关系的研究探讨 | 地下水位测定              |
| 掌握山地地下水的流动层          | 地下水检验层              |
| 掌握山地地下水的流动方向         | 地下水追踪、水质分析          |
| 掌握山地地下水的分布           | 电子勘探、地温勘探、水位调查、水质分析 |
| 山地的透水性               | 透水试验、抽水试验           |

### 2.3.5.1 地下水位测定

其目的是掌握降雨和地下水变动的关系及作用于滑坡面的空隙水压，通过调查钻孔的手段至少须每隔一段时间在沿主观测线的钻孔处测定地下水位。

#### 说明

当降雨量达到一定规模时，需要采取一些对策缩短地下水位测定的观测间隔，为了充分掌握地下水位和降雨的关系，原则上进行连续观测。

连续观测地下水位时，要用自记水位仪。这种水位仪是用钻孔用特殊浮标制成的，在市场上有出售。但是当浮标和孔壁之间发生摩擦，锤和浮标之间失去平衡，仪器的摩擦过大时，有时不能很好地捕捉水面的变化。特别是地下水位的变化速度要比河流等舒缓，所以应注意维护这种水面跟踪系统。尤其在同一个钻孔内放入锤和浮标会使摩擦加大，所以在钻孔的旁边就近挖掘一个锤专用的孔，分别设置浮标和锤。

在特殊情况下，要用侧深法测定地下水位。该方法的测量原理是在胶带头设一个电子接点，接点触及水面，会形成一个电子回路，电流就会流出，用电流仪测定的话，电灯就会点亮，因而可正确地测定出水面的深度。

在钻完孔后，要长期观测孔内的地下水，掌握真实的地下水位。

每次观测的结果要整理成当天降雨量及地表变动量间的对照表，并把它作为研究是否与滑坡有关和滑坡防范对策的基本资料。

### 2.3.5.2 孔隙水压测定

孔隙水压测定是为了分析稳定性，以及作用于滑坡面的孔隙水压，测定时要根据地质、土质、滑坡面、地下水的情况等，采用最适合的方法进行。

#### 说明

测定滑坡面附近的孔隙水压，有以下两种方法。一个是直接利用孔隙水压仪测定，一个是只在滑坡面附近用筛网泥芯加工后的地下水位测定专用孔，测定空隙水压。无论用那一种方法，最重要的是了解事前滑坡面和流动层，这将对测定结果产生很大影响。

### 2.3.5.3 地下水追踪试验

这项试验是为了推测地下水的流下路线（流向），它的原理是利用钻孔等，将溶水性的色素、无机药品等同位素指示剂放入地下水中，然后通过喷水、钻孔、水晶、溪流等把它们检验出来。检验时要事先和测定好的各采水位置的背景值相比较。

#### 说明

同位素指示剂的投放点要选在斜面上部，为使其准确流出，要注入大量的水，以使水头容易浸透。在相关的区域，要选择尽量多的钻孔、喷水处、水晶、小溪采集水样，利用钻孔时，要考虑透水层在水面下时，失踪物扩散缓慢，到达地下水流动层时间延迟，非常薄且看不清的情况，因此最好参照下一项地下水检验层的结果，在透水层位置上取样。这样，最好使用可在任意深度进行取样的器具。取样时第1天水样要在放入同位素指示剂后的0.5、1、2、4、8个小时后收集，第2天以后，要每天进行一次，最少要连续20天。将各采集点同位

素指示剂的检查结果和检查时间画在平面图上，就会清楚看到地下水的流动路径。当同位素指示剂使用了象  $C_a$  离子那样天然水中含量很多的物质时，要在调查前，一天测定一次基本浓度，至少坚持 1 周左右，把超出方差值的检验出来（参照图 10-18）。根据同位素指示剂投放孔和水样采集孔的距离及化验时间，能求出大概的透水系数，有助于设计地下水排放工程。

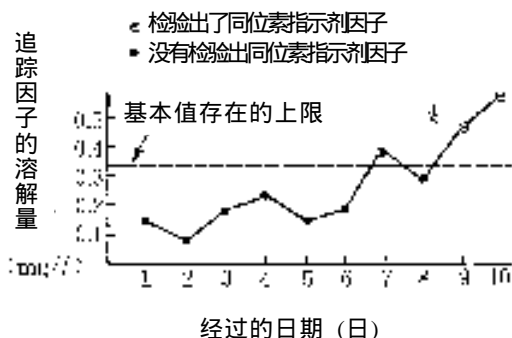


图 10-18 同位素指示剂的检查结果图

此外，同位素指示剂（追踪用药剂）要使用食盐、荧光素苏打等没有毒性的物质。

#### 2.3.5.4 地下水检验层

为了推测地下水流动层的垂直分布，要对地下水井进行试验。

#### 说 明

地下水测井试验要在滑坡地顶端附近和沿着主观测线地下水位较高的地方进行。当准备进行地下水排放工程时，必须进行地下水测井试验。

结果整理后，表示在电导率柱状图上，以便掌握地下水的垂直分布。

图 10-19 所示的是地下水检验层测定结果的例子。

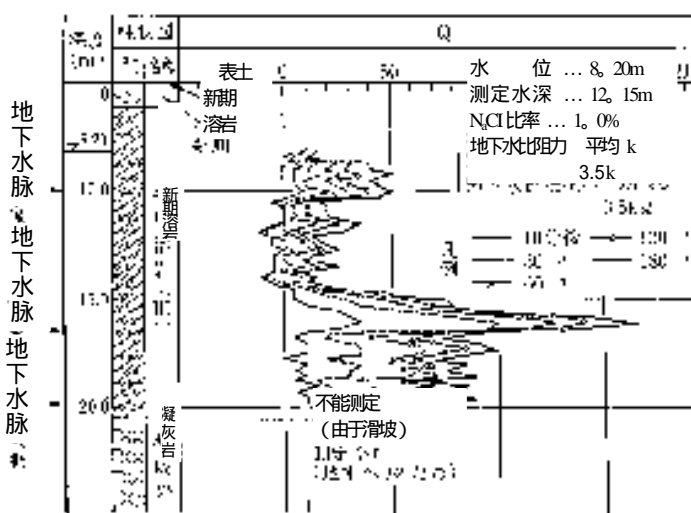


图 10-19 地下水测井试验测定的结果

本试验目的是垂直调查地下水流动层的位置和流动情况，是设计地下水排放工程不可欠缺的，为确认流动层的幅度、坡度、连续性，至少用斜面上 2 个钻孔来实施试验。顺序如下，试验时，先测定钻孔内水电阻值，将食盐水均匀注入孔内使电阻值降低到原来的 1/10 左右。

在地下水流动面，食盐水被流动的地下水稀释，电阻值发生很大变化，因此随时间测定该值就能确认流动层。试验器材有每隔 25cm 安一个电极的多芯状导线试验器、只在顶端安装电极的悬走式试验器。把它们插入钻孔内，在静止的状态下，按盐水投放后 10、20、30、60 分钟等间隔测定孔内水的电阻值。把以上结果记录在地质柱状图上，并把放入食盐后不久或 10 分钟后的各个时间段的电阻值的变化也记录在地质柱状图上进行对比，以研究地下水流动面位置及地层的关系。另外，若把结果记录在地层断面图上，地下水流动路径就会更明确。

当钻孔穿透不透水层时，就不能检验出真实的地下水位和流动层，碰到这种情况，也可以对挖掘钻孔分各个阶段，进行地下水检验层试验。

### 2.3.5.5 简易抽水试验

简易抽水试验的目的是掌握滑坡地的土层透水系数，它是根据需要针对滑坡地地下水调查中计划使用钻孔所进行的一项试验方法。

#### 说 明

对钻孔的地下水调查结果进行分析时，钻孔周围土层的透水系数是不可缺少的重要因素。并且地下水检验层的试验结果不理想时，有时反而会在简易抽水试验中得到较好的结果，所以也建议进行简易抽水试验。

为了严格地测定出土层的透水系数，通常采用简易抽水试验。因为在同滑坡调查（地质调查等）兼用的钻孔内进行测定，往往受到孔径及配置等的制约而难以得到理想的结果。

简易抽水试验就是在挖掘钻孔时，每 2~3m 左右就用简易的水样采集器把孔内的水抽到一定水位上，然后计算这些水量。达到一定水位后，停止抽水，绘出时间~水位恢复曲线。在这个恢复曲线中，应用雅各布公式计算出各个深度土层的透水系数。

### 2.3.6 土质调查

土质调查的目的是掌握滑坡面的强度或防御工程设计中必要的地面的强度。

#### 说 明

在以了解滑坡面强度为目的的调查中，有当前位置的剪切试验、室内的三轴压缩试验、一面剪切试验、链剪切试验等针对土质、岩石的试验。试样多取自钻孔泥芯，在竖孔和隧道等施工中，发现滑坡面露出时最好也要进行这种试验。

在防御工程设计中，为了了解必要的强度，在调查时要采用为求解地基反力系数而使用的孔内荷载试验和标准贯入试验等。

## 2.4 分 析

分析是根据初步调查和详细调查的结果，研究工程的施工方法。并对滑坡发生的因素·诱因及发生·运动结构进行考察，分析的顺序如下。

1. 绘制滑坡运动块体图
2. 绘制滑坡断面图
3. 分析滑坡结构

#### 说 明

### 1. 绘制滑坡运动块体图

把调查结果中滑坡运动块体记录在地形图上。同时还需要用虚线记入由地基倾斜仪所推测的潜在的滑坡分布地域。而且，必要时还要绘制表示滑坡面分布的滑坡面等高线图。

### 2. 绘制滑坡断面图

绘制沿主观测线的滑坡地质断面图，并记录下所推测的滑坡面和地下水位、龟裂的位置等。在对钻孔和其他调查结果进行充分研究的基础上，绘制地质断面图。必要时对副观测线和滑坡的横断观测线也要绘制出断面图。

图中若知道滑坡发生前的断面形状应记录下来，同时把地下水检验层结果所判定的带水层位置、每个钻孔观测到的最高水位·最低水位等也记录下来。沿观测线绘制出比例尺为1/200或1/500左右（纵、横为同一比例尺）的纵断面图，并把地表面倾斜的变化点、龟裂、旧跌坎、池塘沼泽、凹地、高地、调查钻孔地点、各种测量仪器的位置及表土、基岩的层位和倾斜、基岩和崩塌堆积土的区别、土质、断层、破碎带的分布等，记录在图上（参照图10-20）。

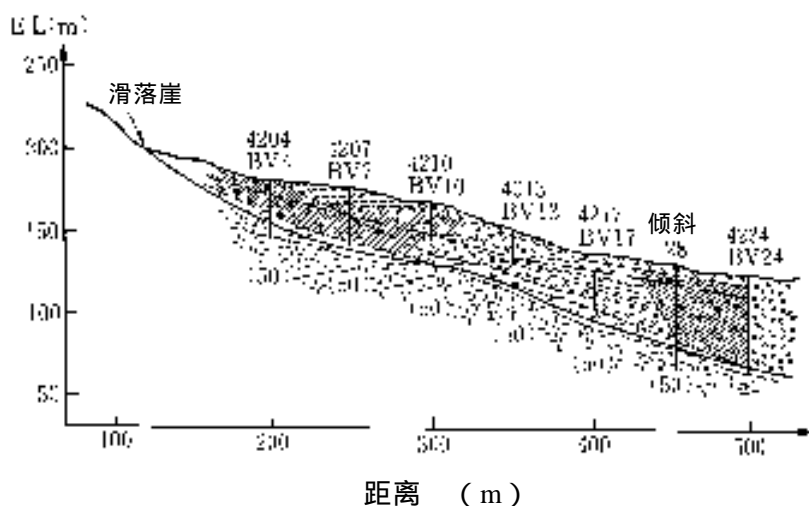


图 10-20 主观测线地质断面图

### 3. 分析滑坡的结构

对于滑坡的发生及运动结构，要把其原因分成起因、诱因进行详细地叙述，叙述对其防御规划的想法，同时附上各种调查的结果。

工程规划对地表水排放工程、地下水截断工程、河流构造物等之外的其它防御工程，要进行工程完成后的稳定性计算，按计划篇第14章防滑坡设施计划中的计算方法，计算各运动块体的安全率，比较施工方法。排放工程中地下水下降高度可参照计划篇第14章3.2.2。

### 参考文献

- 1) 滑坡·迎坡坍塌的预测和对策 渡，小桥 山海堂 1987
- 2) 根据第3次蠕变预测斜面塌陷的时期 齐藤迪孝 滑坡 Vol.4, No.3 1968
- 3) 滑坡·迎坡坍塌的实际状态和措施 山田，渡，小桥 山海堂



## 第 11 章 陡坡的调查

### 第 1 节 概 述

本章规定了制定防止陡坡坍塌计划的调查标准方法。

### 第 2 节 陡坡的调查

#### 2.1 调查陡坡的目的

调查陡坡的目的是更好地组织安排防止陡坡坍塌工程的计划、设计及施工。

#### 说 明

防陡坡坍塌灾害有两个办法，一个是预防坍塌的发生，另一个是坍塌发生时，尽量减少人员伤亡和财产损失。预防坍塌有很多方法，如建设防坍塌工程，整治山坡，填土，设置防陡坡坍塌设施外的构造物，控制采沙石等引起坍塌的行为等，坍塌发生时减少伤亡和财产损失的措施有完善警戒避难体制，转移受坍塌威胁的房屋，在有可能发生陡坡坍塌的危险地区对建筑实行必要的限制等。这些方法在 1979 年制定的“关于防陡坡坍塌灾害的法律”中都有记述，这里所说的陡坡调查主要是针对防陡坡坍塌工程而言的，它的主要目的是确认危险坡地，预测可能发生的坍塌状态，预测受灾状况，推断坍塌要素，划定实施对策区域，决定充分考虑环境问题的施工方法，设计相应的预防工程，为具体的施工进行调查等。

#### 2.2 陡坡调查的种类及流程

调查陡坡时须进行预备调查和正式调查。

#### 说 明

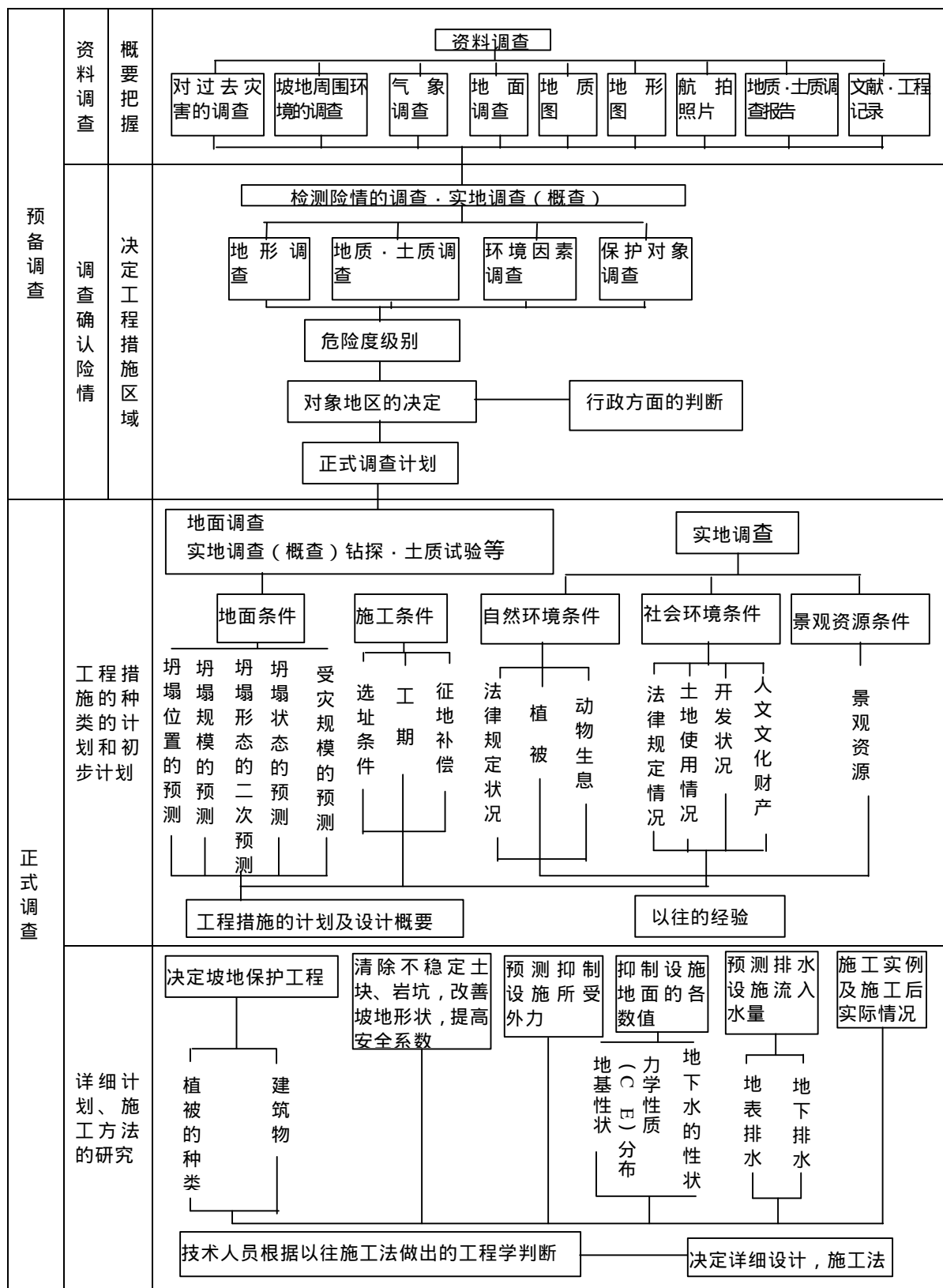
陡坡调查的种类和流程如图 11-1 所示。

陡坡调查包括为了决定实施对策区域而进行的预备调查和对策区域决定后，为获得防坍塌工程的计划、设计、施工的基本资料而进行的正式调查。

预备调查包括以掌握对象坡地周围地形、地质等大致情况为目的的资料调查，以及通过实地调研了解陡坡坍塌的危险度决定对策区域而进行的检测危险度调查（初查）。

正式调查是在计划对策施工方法的种类、初步设计、详细设计、研究施工方法时须进行的调查，主要由地基调查以及为设计出与环境、自然景观和谐的设施而进行的环境调查组成。

表 11-1 坡地调查的种类和流程



### 2.3 预备调查

#### 2.3.1 预备调查的目的及种类

预备调查阶段要调查确认对象坡地概要以决定实施对策地区，以及通过实地调查检测危险度，了解握陡坡坍塌危险程度。

### 2.3.2 资料调查

资料调查是收集、整理在了解对象坡地概要及掌握坍塌危险度时所必需的历史受灾记录、地质图、地形图等资料。

#### 说 明

收集的资料内容如下：

#### 1. 历次受灾记录

坡地周围的坍塌形态、规模、受灾状况、发生日期等。

#### 2. 坡地周围的环境记录

住宅数、住宅排列情况、住户数、居民人数、公共建筑物·公共设施等的位置·数量·规模、坡地下游与民居的距离、防灾建筑物的位置·种类、道路·通道·水渠等的配置·规模、坡地上的水渠·建筑物、其他坡地周围的人为改造地的位置·改造时间·规模。

#### 3. 气象记录

附近雨量观测站的位置、各种雨量、其他气象记录（风、积雪、结冰情况）。

#### 4. 地震记录

发生时间、震级、与震源的距离、最大加速度、是否发生坡地坍塌等灾害、周边地区震感的次数·程度。

#### 5. 地质图

#### 6. 地形图、土地条件图、土地利用图、滑坡分布图

#### 7. 航拍照片

#### 8. 文献、工程记录、地质·土质调查报告

参考过去发生坍塌的调查研究、地方志、传说、历史调查报告及施工记录等。

各种资料调查的重点如表 11-2 所示。

### 2.3.3 对险情的检测调查

在对险情的检测调查中，通过实地勘察（概查）决定调查地区，了解调查坡地的概况和预测的坍塌形态以及掌握陡坡坍塌危险度。

#### 说 明

调查项目如下：

#### 1. 地形因素

倾斜度、坡面高度、坡地方位、坡地形状、横断形状、转陡线

#### 2. 地质·土质因素

地表状况、表土厚度、地盘状况、岩层龟裂、坡地与不连续面的倾斜关系、断层破碎带

#### 3. 环境因素

植被的种类、树木的树龄、砍伐树根的状况、调查坡地及周边坡地的坍塌史及其状况、

喷水、抗灾工程、抗灾工程上端的状况、坡地上端的土地利用状况

4. 保护对象

住宅数、公共建筑物、公共设施等

调查结果以调查单及调查位置图、照片的方式整理好,如图 11-3 所示。此外,根据图 11-1 (1)(2),推测调查结果所推断的坍塌形态,将其作为正式调查计划立案的基本资料。

表 11-2 各种资料调查的主要着眼点

| 区分                    | 调查方法<br><br>调查的着眼点  | 1       | 2        | 3    | 4    | 5   | 6   |       |       | 7     | 8    |         |
|-----------------------|---------------------|---------|----------|------|------|-----|-----|-------|-------|-------|------|---------|
|                       |                     | 过去的受灾记录 | 坡地周边环境记录 | 气象记录 | 地质记录 | 地质图 | 地形图 | 土地条件图 | 土地利用图 | 滑坡分布图 | 航拍照片 | 文献·工程记录 |
| 坍塌的主要原因               | 坍塌遗址                |         |          |      |      |     |     |       |       |       |      |         |
|                       | 滑坡地                 |         |          |      |      |     |     |       |       |       |      |         |
|                       | 泥石流遗迹               |         |          |      |      |     |     |       |       |       |      |         |
|                       | 大地形                 |         |          |      |      |     |     |       |       |       |      |         |
|                       | 线形构造(直线形)           |         |          |      |      |     |     |       |       |       |      |         |
|                       | 倾斜变换点               |         |          |      |      |     |     |       |       |       |      |         |
|                       | 崖锥                  |         |          |      |      |     |     |       |       |       |      |         |
|                       | 小起伏面                |         |          |      |      |     |     |       |       |       |      |         |
|                       | 河流冲击坡面              |         |          |      |      |     |     |       |       |       |      |         |
|                       | 非对称山陵               |         |          |      |      |     |     |       |       |       |      |         |
|                       | 微地形                 |         |          |      |      |     |     |       |       |       |      |         |
|                       | 略微下陷的部分             |         |          |      |      |     |     |       |       |       |      |         |
|                       | 坡地中间的平坦图            |         |          |      |      |     |     |       |       |       |      |         |
|                       | 有跌坎·龟裂的坡地           |         |          |      |      |     |     |       |       |       |      |         |
|                       | 是否有沼泽·水塘·沼泽地带及其排列   |         |          |      |      |     |     |       |       |       |      |         |
|                       | 坡地上端及坡地内存在不稳定土块时    |         |          |      |      |     |     |       |       |       |      |         |
|                       | 土质                  |         |          |      |      |     |     |       |       |       |      |         |
|                       | 土质大致结构              |         |          |      |      |     |     |       |       |       |      |         |
|                       | 掌握存在问题的土质·土层的结构     |         |          |      |      |     |     |       |       |       |      |         |
|                       | 土性的大致情况(包括填土材料)     |         |          |      |      |     |     |       |       |       |      |         |
|                       | 掌握存在问题的土地情况(包括填土材料) |         |          |      |      |     |     |       |       |       |      |         |
|                       | 地质                  |         |          |      |      |     |     |       |       |       |      |         |
|                       | 岩质·地质大致的结构          |         |          |      |      |     |     |       |       |       |      |         |
|                       | 掌握存在问题的岩质·地质的结构     |         |          |      |      |     |     |       |       |       |      |         |
|                       | 大致的地质构造             |         |          |      |      |     |     |       |       |       |      |         |
|                       | 掌握存在问题的地质构造         |         |          |      |      |     |     |       |       |       |      |         |
|                       | 植被                  |         |          |      |      |     |     |       |       |       |      |         |
|                       | 植被的分类               |         |          |      |      |     |     |       |       |       |      |         |
|                       | 植被的密度               |         |          |      |      |     |     |       |       |       |      |         |
|                       | 与周围植被的差异            |         |          |      |      |     |     |       |       |       |      |         |
| 砍伐遗迹及火山遗迹             |                     |         |          |      |      |     |     |       |       |       |      |         |
| 水分状况                  |                     |         |          |      |      |     |     |       |       |       |      |         |
| 喷水地点                  |                     |         |          |      |      |     |     |       |       |       |      |         |
| 透水层的位置                |                     |         |          |      |      |     |     |       |       |       |      |         |
| 地表水的状况                |                     |         |          |      |      |     |     |       |       |       |      |         |
| 地下水位的现况               |                     |         |          |      |      |     |     |       |       |       |      |         |
| 土地利用状况                |                     |         |          |      |      |     |     |       |       |       |      |         |
| 气象                    |                     |         |          |      |      |     |     |       |       |       |      |         |
| 雨量等                   |                     |         |          |      |      |     |     |       |       |       |      |         |
| 发生地震的时间·与震源的距离,最大加速度等 |                     |         |          |      |      |     |     |       |       |       |      |         |

注) 预备调查的精确度为 十分清楚, 有一定的了解, 偶尔了解

表 1 1 - 3 陡坡坍塌险情实地调查记录单

|                |                 |                       |                |                |                |           |          |
|----------------|-----------------|-----------------------|----------------|----------------|----------------|-----------|----------|
| 地点编号           | 2 6             | 坡面分类                  | 自然坡面           | 人工坡面           | 地点名称           |           |          |
| 位置             | 都·市             |                       | 町·市            |                | 大字             | 小字        |          |
| 陡坡坍塌危险地点的总长 m  |                 |                       |                |                |                |           |          |
| 地形因素           | 倾斜度             |                       |                |                |                |           |          |
|                | 坡地高度            | m                     |                |                |                |           |          |
|                | 坡地方位            | 1 东向坡地                | 2 东南向坡地        | 3 南向坡地         | 4 西南向坡地        |           |          |
|                |                 | 5 西向坡地                | 6 西北向坡地        | 7 北向坡地         | 8 东北向坡地        |           |          |
|                | 横断面形状           | 1 凸形山脊坡地              | 2 直线山脊坡地       |                |                |           |          |
|                |                 | 3 凹形山脊坡地              | 4 凸形直线坡地       |                |                |           |          |
| 5 直线直线坡地       |                 | 6 凹形直线坡地              |                |                |                |           |          |
| 7 凸形山谷坡地       |                 | 8 直线山谷坡地              |                |                |                |           |          |
| 9 凹形山谷坡地       |                 |                       |                |                |                |           |          |
| 横断面形状          | 1 有突出部分         | 2 坡地上方有凹凸             | 3 坡地整体有凹凸      | 4 坡地下方有凹凸      | 5 平坦的坡地        |           |          |
|                |                 |                       |                |                |                |           |          |
| 转陡线            | 1 转陡线非常清晰       | 断面图                   | 转陡线非常清晰        | 转陡线清晰          | 转陡线不清晰         | 平面图       |          |
|                | 2 转陡线清晰         |                       |                |                |                |           |          |
|                | 3 转陡线不清晰        |                       |                |                |                |           |          |
| 地质·土质因素        | 地表状况            | 1 龟裂发达, 有开口, 散落着落石、浮石 |                |                |                |           |          |
|                |                 | 2 风化, 龟裂发达的岩石         |                |                |                |           |          |
|                |                 | 3 粘土质                 |                |                |                |           |          |
|                |                 | 4 粘土质                 |                |                |                |           |          |
|                |                 | 5 风化、龟裂步伐大的岩石         |                |                |                |           |          |
|                | 表土厚度            | Cm                    |                |                |                |           |          |
|                | 地基状况            | 1 崩积土                 | 2 火山碎屑物        | 3 强风化岩石        | 4 阶地堆积物        | 5 软岩      | 6 硬岩     |
| 基岩龟裂           | 1 龟裂间隙 10cm 以下  |                       | 2 龟裂间隙 10-30cm | 3 龟裂间隙 30-50cm | 4 龟裂间隙 50cm 以上 |           |          |
| 坡地与不连续面的倾斜关系   | 1A 型            | 2B 型                  | 3C 型           | 4D 型           | 5E 型           | 6F 型      | 7G 型     |
|                |                 |                       |                |                |                |           |          |
| 断层·破碎带         | 1 有明显的断层·破碎带    |                       |                | 2 无明显的断层·破碎带   |                |           |          |
| 植被的种类          | 1 无植被(裸地)       |                       | 2 草地           | 3 竹林           | 4 针叶林          | 5 阔叶林     | 6 阔叶混合   |
| 树木的树龄          | 1.10 年以下        |                       | 2.10-20 年      | 3.20-30 年      | 4.30-40 年      | 5.40-50 年 | 6.50 年以上 |
| 砍伐根的情况         | 1 有砍伐根的坡地       |                       |                | 2 无砍伐根的坡地      |                |           |          |
| 调查             | 坍塌史             | 1 有旧坍塌地               |                | 2 有新坍塌地        | 3 未发现坍塌地       |           |          |
|                | 状况              | 1 坡地下方的坍塌             |                | 2 坡地中部的坍塌      | 3 坡地上方的坍塌      | 4 整个坡地坍塌  | 5 无坍塌    |
| 近临             | 坍塌史             | 1 有旧坍塌地               |                | 2 有新坍塌地        | 3 未发现坍塌地       |           |          |
|                | 状况              | 1 坡地下方的坍塌             |                | 2 坡地中部的坍塌      | 3 坡地上方的坍塌      | 4 整个坡地坍塌  | 5 无坍塌    |
| 喷水             | 1 经常喷水          |                       | 2 降雨时喷水        | 3 坡地潮湿         |                | 4 坡地干燥    |          |
| 工程措施           | 1 工程措施有异常       |                       |                | 2 工程措施无异常      |                |           |          |
| 对策工程上方状况       | 1. 开挖 10m 以上的坡地 |                       |                |                |                |           |          |
|                | 2. 开挖 5m 以上的坡地  |                       |                |                |                |           |          |
| 3. 开挖 5m 以下的坡地 |                 |                       |                |                |                |           |          |
| 4. 未开挖坡地       |                 |                       |                |                |                |           |          |
| 坡地上方的土地利用状况    | 山脊型             | 1                     | 道路             | 2              | 水渠             |           |          |
|                |                 | 3                     | 池沼             | 4              | 房屋             |           |          |
|                |                 | 5                     | 农田             | 6              | 山林             |           |          |
|                | 7               | 其他                    |                |                |                |           |          |
|                | 阶地型             | 8                     | 道路             | 9              | 水渠             |           |          |
|                |                 | 10                    | 池沼             | 11             | 房屋             |           |          |
| 12             |                 | 农田                    | 13             | 山林             |                |           |          |
| 14             |                 | 其他                    |                |                |                |           |          |
| 保护对象           | 住户数             |                       |                |                |                |           |          |
|                | 公共建筑物           |                       |                |                | 公共设施           |           |          |
|                | 崖下住户数           |                       |                |                |                |           |          |



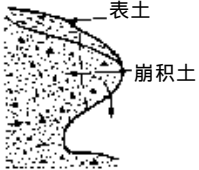

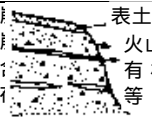


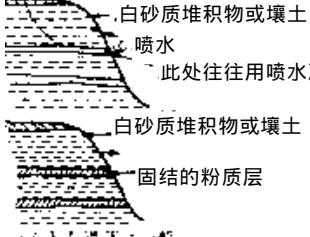
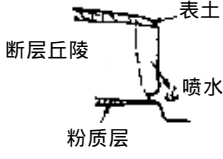


|       |   |   |  |  |
|-------|---|---|--|--|
| 表土    | 1-(1) 表土的崩落   |   | 1-(2) 表土的滑落  |  |
|       |  <p>因风、雨、地震等引起。表土下层侵蚀或人工挖掘造成突出的表土坍塌。</p>   |   |  <p>岩石（包括风化岩）、火山碎屑物、火山释放物（壤土、花岗岩风化崩积土、白砂质堆积物）、崩积土、断层丘陵堆积物等</p> <p>只有表土滑落，滑面处于表土与下层（不会同时滑动）的交接处，坍塌例最多。</p>       |  |
| 坍塌土   | 2-(1) 崩积土的崩落  |   | 2-(2) 崩积土的滑落   |  |
|       | 2-(2)-a 地基的界线   |   | 2-(1)-b 不连续面   |  |
|       |  <p>例子较少，偶尔发生在滑坡末端部分</p>   |  <p>下部岩基为崩积土，或以风化带为界面型滑坡。一般下部岩积岩（页岩、砂岩、砾岩）往往全部同时坍塌。喷水。</p> |  <p>表土滑动的火山灰、立度不同，夹杂火山灰，有机土等为界面发生滑动。见崖面内有任何不连续面其粒度、颜色、喷水状况等。</p>   |  |
| 火山碎屑物 | 3-(1) 火山碎屑物的崩落  |   | 3-(2) 火山碎屑物的滑落   |  |
|       | 3-(1)-a 白砂质堆积物，壤土   |   | 3-(1)-b 风化集块岩、凝灰角砾岩等   |  |
|       |  <p>最大的特征是白砂质堆积物的崩落，壤土夹有砂质时也会发生同样现象。尤其怕地震。白砂质堆积物和壤土下方都存在喷水，其侵蚀造成突起是主要原因。此外，还经常发生流水侵蚀的现象。</p> |  <p>由于砾岩以外的部分风化、侵蚀的发展，使剩下的砾岩崩落。</p>                      |  <p>白砂质堆积物，壤土的滑落一般都是因为整体不均匀，存在砂质的喷水、透水层或固结的粉质层等。由于降雨，使不透水层上方的白砂质堆积物或壤土中的管涌、孔隙水压上升，引发滑坡。</p>                   |  |
| 阶地堆积物 | 4-(1) 阶地堆积物的坍塌  |   | 4-(2) 阶地堆积物的滑落   |  |
|       | 4-(1)-a 不透水层  |   | 4-(1)-b 砾石的脱落  |  |
|       |  <p>实例很少。含粉砂的地层周围出现喷水时会发生。</p>   |  <p>砾石层以外的侵蚀发展，使剩下的砾石崩落。</p>                             |  <p>圆砾层形成了含滞水层，含水层无法承受地下水时，就会发生滑坡。容易发生在易集水的地方。<br/>(注)泥石流堆积物坍塌的处理方法与崩积土会阶地堆积物的处理方法大致一致。泥石流堆积物很少形成出现问题的崖面。</p> |  |

表 11-1 (1) 坡地坍塌形态的分类

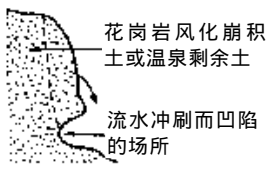
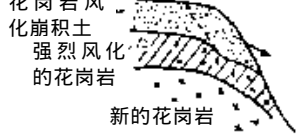

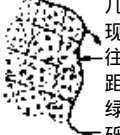








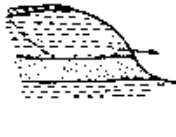

|        |   |  |   |   |
|--------|---|--|---|---|
|        | 5- (1) 强风化岩的崩落  |  | 5- (2) 强风化岩的滑落  |   |
|        |   |  | 5- (2) -a 花岗岩风化崩积土  | 5- (2) -b 温泉变质土   |
| 强风化岩   |  <p>花岗岩风化崩积土或温泉剩余土<br/>流水冲刷而凹陷的场所</p> <p>实例很少。崖下部受流水侵蚀时容易发生。</p>   |  <p>花岗岩风化崩积土<br/>强烈风化的花岗岩<br/>新的花岗岩</p> <p>花岗岩风化崩积土的滑落是砂层化的强风化花岗岩与弱风化花岗岩的界面滑动,其厚度一般为 2m 以下。</p> |  <p>沿流纹构造层理显著变质,成为温泉剩余土<br/>安山岩、集块岩等全部变质形为 2 次矿物质</p> <p>在温泉变质地带,由于热水、热气及温泉的作用,安山岩、集块岩等发生变质,整体变软,尤其是沿着一个流纹构造或层理发生粘土化的层面发生滑落。</p> |   |
|        | 6- (1) 岩 (I) 的崩落  |  | 6- (2) 岩 (I) 的滑落  |   |
|        | 6- (1) -a 块状  | 6- (1) -b 互层   | 6- (2) -a 界面  | 6- (2) -b 断层、裂缝   |
| 岩 I 硬岩 |  <p>几乎所有的岩石都呈现这种情况,在我国往往出现在花岗岩、石英岩、石英闪岩、闪岩、砂岩、安山岩、砾石岩、集块岩等</p> <p>秋雨、冻结等使裂缝松动时,会发生石块的崩落(落石)。地震时时有发生。</p> |  <p>集块岩、砾石岩、砂岩、贡岩、安山岩(熔岩)等<br/>凝结度较低的凝灰岩等</p> <p>存在互层时下层不耐侵蚀,只剩下上层。</p>                         |  <p>砂岩<br/>贡岩<br/>砂岩<br/>贡岩</p> <p>多发生在砂岩和页岩的组合等,强度、透水性不同的互层。</p>  |  <p>断层<br/>裂缝</p> <p>断层、裂缝(节理、龟裂)的方向性、密度、状态是主要因素,这些组合会引发各种滑坡。</p>    |
|        | 6- (1) 岩 (I) 的崩落  |  | 6- (2) 岩 (I) 的滑落  |   |
|        | 6- (1) -c 下部弱   | 6- (1) -d 熔岩   | 6- (2) -c 砾岩、集块岩  |   |
| 岩 I 硬岩 |  <p>如果断层呈现这种状态,则特别容易脱落</p> <p>即使为同一地层,下部不抗侵蚀,只剩下上层。</p>  |  <p>熔岩<br/>砾石层</p> <p>多发生于熔岩(尤其是安山岩质)末端。高崖的节理面(柱状节理)剥离,出现在火山地带的河岸或海岸。</p>                     |  <p>砾岩、集块岩沿着砾石与粘土、石灰石、火山灰等结合部的界面滑落。</p>  |   |
|        | 7- (1) 岩 ( ) 的崩落  |  | 7- (2) 岩 ( ) 的滑落  |   |
|        | 7- (1) -互层  | 7- (1) -b 第三纪层   | 7- (2) -a 页岩、层理面  | 7- (2) -b 砂岩、页岩的互层  |
| 岩      |  <p>砂岩<br/>贡岩</p> <p>喷水<br/>凝结度较低的凝灰岩等</p> <p>形成互层时,抗侵蚀的岩层剩下,此时崩落</p>                                  |  <p>在接近地表的地方(一般为 30cm 以内)因地表干燥发生平行裂缝,以该裂缝为界线发生崩落。</p>   |  <p>第三纪层的页岩非常容易风化,一般从层理面开始风化,沿层理滑落。下方存在砂岩等透水性强的地层时会加剧这种现象。</p>  |  <p>贡岩<br/>凝结度较低的凝灰岩等<br/>喷水</p> <p>新第三纪层中页岩固结度低,被喷水冲击,常常发生凹陷。</p> |

表 11-1 (2) 坡地坍塌形态的分类

### 2.3.4 大比例尺地形图的绘制

在正式调查前，须绘制坡地调查必不可少的地形图。

#### 说 明

平面图的比例尺标准为 1/500-1/1000。纵横断面图以 1/100-1/200 比例尺，10-20m 间隔为标准绘制。须在地形图上标注详细地形、保护对象、道路、水渠、其他建筑物的位置等。

## 2.4 正式调查

### 2.4.1 正式调查的目的

正式调查的目的在于决定即能够确保安全性，同时兼顾周围环境的工程措施法的种类，研究工程措施法的详细设计和施工方法。

### 2.4.2 正式调查的种类

正式调查原则上包括地基调查和环境调查。

#### 说 明

正式调查主要针对对策工程的计划·设计·施工所必须的地基条件进行调查，同时还要兼顾环境、景观，进行环境调查，以设计出更加完美的设施。

## 2.5 下垫面调查

### 2.5.1 下垫面调查目的

下垫面调查的目的一个是预测坍塌的位置·坍塌的规模，供制定工程措施法计划时参考，另一个是调查工程措施的设计·施工时所须掌握的坡地地基条件·土质特征等。

### 2.5.2 下垫面调查的种类

下垫面调查包括：实地调查（精查）、钻探、声波勘察、土层观察、取样调查、物理勘察、地下水相关调查、土质试验、坡地动态调查等，须根据实际需要从中选择适当的方法。

#### 说 明

根据不同目的，可选择以下调查种类：

#### 1. 推测坍塌的位置、规模及滑落面

实地调查（精查）、钻探、声波勘察、土层观察、物理勘测、坡地动态调查等

#### 2. 土层结构及土层强度·透水性

实地调查（精查）、钻探、声波勘察、土层观察、物理勘测、土质试验、透水试验等

#### 3. 地表附近水的动态

实地调查（精查）、透水试验、物理勘察、孔隙水压的测定等

#### 4. 地下水的动态

实地调查（精查）、地下水位观测、地下水跟踪试验、地下水测井试验、孔隙水压的测定、透水试验等

#### 5. 土质性质

实地调查（精查）、取样调查、土质力学试验、声波勘测等。



表 11-4 塌方形态分类和各种调查方法

| 调查方法<br>塌方形态的分类 |    |                              | 记号      | 声波勘测   |        |        |       | 土层观察·取样调查 |      |        | 物理勘测 |       |      | 地下水调查  |        |       |       | 土质试验 |         |        |        |      |
|-----------------|----|------------------------------|---------|--------|--------|--------|-------|-----------|------|--------|------|-------|------|--------|--------|-------|-------|------|---------|--------|--------|------|
|                 |    |                              |         | 简易管式试验 | 瑞典式探测法 | 标准管式试验 | 锥体管式仪 | 钻探        | 螺钻钻探 | 原状试样取样 | 探坑   | 弹性波勘察 | 电气调查 | 地下雷达勘察 | 地下水位调查 | 地下水跟踪 | 地下水检层 | 透水试验 | 孔隙水压的测定 | 土质力学试验 | 土质物理试验 | 岩石试验 |
| 表土              | 崩落 |                              | 1-(1)   |        |        |        |       |           |      |        |      |       |      |        |        |       |       |      |         |        |        |      |
|                 | 滑落 |                              | 1-(2)   |        |        |        |       |           |      |        |      |       |      |        |        |       |       |      |         |        |        |      |
| 崩积土             | 崩落 |                              | 2-(1)   |        |        |        |       |           |      |        |      |       |      |        |        |       |       |      |         |        |        |      |
|                 | 滑落 | 与地面的界线                       | 2-(2)-a |        |        |        |       |           |      |        |      |       |      |        |        |       |       |      |         |        |        |      |
| 崩积土的滑落          |    | 2-(2)-b                      |         |        |        |        |       |           |      |        |      |       |      |        |        |       |       |      |         |        |        |      |
| 火山碎屑            | 崩落 | 白砂盾壤土等的崩落                    | 3-(1)-a |        |        |        |       |           |      |        |      |       |      |        |        |       |       |      |         |        |        |      |
|                 |    | 风化集块岩、凝灰角砾岩等崩落               | 3-(1)-b |        |        |        |       |           |      |        |      |       |      |        |        |       |       |      |         |        |        |      |
|                 | 滑落 | 白砂盾壤土等的滑落                    | 3-(2)   |        |        |        |       |           |      |        |      |       |      |        |        |       |       |      |         |        |        |      |
| 阶地堆积物           | 崩落 | 有粉质层等不透水层时                   | 4-(1)-a |        |        |        |       |           |      |        |      |       |      |        |        |       |       |      |         |        |        |      |
|                 |    | 带石块松散的堆积物中崩出石块               | 4-(1)-b |        |        |        |       |           |      |        |      |       |      |        |        |       |       |      |         |        |        |      |
|                 | 滑落 |                              | 4-(2)   |        |        |        |       |           |      |        |      |       |      |        |        |       |       |      |         |        |        |      |
| 强风岩             | 崩落 |                              | 5-(1)   |        |        |        |       |           |      |        |      |       |      |        |        |       |       |      |         |        |        |      |
|                 | 滑落 | 火山灰凝结土层                      | 5-(2)-a |        |        |        |       |           |      |        |      |       |      |        |        |       |       |      |         |        |        |      |
| 温泉余土            |    | 5-(2)-b                      |         |        |        |        |       |           |      |        |      |       |      |        |        |       |       |      |         |        |        |      |
| 岩 I             | 崩落 | 布满裂缝的石块的坍塌                   | 6-(1)-a |        |        |        |       |           |      |        |      |       |      |        |        |       |       |      |         |        |        |      |
|                 |    | 互层中下层不抗侵蚀,只剩下层               | 6-(1)-b |        |        |        |       |           |      |        |      |       |      |        |        |       |       |      |         |        |        |      |
|                 |    | 同层中下层不抗侵蚀,只剩下层               | 6-(1)-c |        |        |        |       |           |      |        |      |       |      |        |        |       |       |      |         |        |        |      |
|                 |    | 熔岩的节理造成的坍塌                   | 6-(1)-d |        |        |        |       |           |      |        |      |       |      |        |        |       |       |      |         |        |        |      |
|                 | 滑落 | 地层界面的滑落                      | 6-(2)-a |        |        |        |       |           |      |        |      |       |      |        |        |       |       |      |         |        |        |      |
|                 |    | 断层裂缝组合造成的的滑落                 | 6-(2)-b |        |        |        |       |           |      |        |      |       |      |        |        |       |       |      |         |        |        |      |
|                 |    | 沿砾岩、集块岩砾石与粘土层石灰石、火山灰等粘和部界线滑落 | 6-(2)-c |        |        |        |       |           |      |        |      |       |      |        |        |       |       |      |         |        |        |      |
| 岩               | 崩落 | 互层中残留的抗侵蚀部分的坍塌               | 7-(1)-a |        |        |        |       |           |      |        |      |       |      |        |        |       |       |      |         |        |        |      |
|                 |    | 第三纪层页岩表面剥离造成坍塌               | 7-(1)-b |        |        |        |       |           |      |        |      |       |      |        |        |       |       |      |         |        |        |      |
|                 | 滑落 | 页岩层沿埋面的滑落                    | 7-(2)-a |        |        |        |       |           |      |        |      |       |      |        |        |       |       |      |         |        |        |      |
|                 |    | 跨砂岩、页岩两层的滑落                  | 7-(2)-b |        |        |        |       |           |      |        |      |       |      |        |        |       |       |      |         |        |        |      |

一般使用的方法, 根据需要使用的方法, 偶尔使用的方法

### 6. 岩石的性质

实地调查（精查）、取样调查、岩石的物理试验、岩石的力学试验、物理勘察、钻探等根据预备调查结果选择地基调查方法时，参考表 11-4。

#### 2.5.3 下垫面调查的计划

下垫面调查的计划原则上参考表 11-5 制定。

说 明

表 11-5 下垫面调查的调查水平基准

| 调查水平 | 调查对象坡地的概要   | 标准调查内容   |
|------|---|--|
|      | 1. 坡面高度小，坡度缓。<br>2. 地层构造简单。可通过实地调查探明。<br>3. 预测坍塌规模极小。<br>4. 无坍塌史。<br>5. 施工过程中不存在坡面不稳定化危险。                   | 重点放在实地调查上，其目的是把握地质构造和地表面的变形以及预测坍塌形态，不一定使用声波勘察等。                            |
|      | 1. 坡面高度略大，坡度较陡。坡面不高但坡度大。<br>2. 地层构造较复杂，仅凭实地考察无法明确。<br>3. 预测坍塌规模较大。<br>4. 有小规模的坍塌史。<br>5. 施工过程中存在一些坡面不稳定化危险。 | · 实地调查<br>· 简单的声波勘察（简单的贯入试验，锥体贯入仪等）<br>· 钻探（有必要确认建筑物的基础部分时尤其重要）            |
|      | 1. 斜面高度大且坡度较大。<br>2. 地层构造复杂，仅凭简单的声波勘察无法探明。<br>3. 预测坍塌规模大。<br>4. 有中等规模以上的坍塌史或坡地异常变形。<br>5. 施工过程中存在不安定化危险。    | · 实地调查<br>· 钻探<br>· 声波勘察（简单的贯入试验、锥体贯入仪、瑞典式探触法、标准贯入试验）<br>· 弹性波勘察<br>· 土质试验 |

#### 2.5.4 实地调查（精查）

为了向研究工程措施法提供基本资料，须对地形、地质、喷水、植被等进行详细的实地调查。

说 明

实地调查的项目和内容按照危险地点检测调查进行，尤其须注意以下几点：

##### 1. 地形调查

坡地背面的集水状况及泄流路径的河道

坡地及其周边的坍塌·龟裂以及建筑物的变形

坡面形状、突出、坡地的坡度、坡地朝向、相对高度、坡面长、倾斜转换点、坡面上的低洼地形和洼地、坡面中的平地、高差等

##### 2. 地质调查

周边坍塌地区的观察，尤其是滑坡面的观察

各向异性基岩坡面构造的测定

风化程度、硬度、抗侵蚀度

断层、弱层、裂缝的状况、土层·地层境界

表土、崖堆积物、崩土的未固结层、强风化层的分布

##### 3. 喷水调查

喷水的分布状况以及附近井水的水位变化等

#### 4. 植被调查

树种、密度、植被分布、树高、砍伐的状况、根系延伸情况等

#### 5. 其他

表土层、崩积土层等的分布、厚度、压实情况、与地基界面的状况

冻胀造成的松动、有无浮石

坡面变化的情况

历史上有无防灾工程、其种类、施工时间、位置、稳定度、有无变形

### 2.5.5 钻探、土质试验等

通过钻探、土质试验等，调查坍塌的位置·规模、滑落面、土层构造以及土层强度、地下水动态、坡地动态等。

#### 说 明

##### 1. 钻探

钻探主要是在调查坡地土层构造（尤其是调查淤积滑坡土块及淤积滑坡面的性状）、采集土质试验用试样、标准贯入试验等的原位试验、测定地下水等时进行。有时以各种检层、利用钻探孔进行的变形试验、为了调查滑坡面而设置管式变形测定仪及孔内倾斜计时也进行钻探作业。钻探最好采取全部钻取岩心的形式，同时要记录钻探中的观察事项、收集岩心的状况、地下水位·喷水·渗水的状况等。钻探深度为达到预测滑坡土块下的地基深度。

##### 2. 声波勘测

为了调查预测坍塌面的位置、形状以及地基原位置的相对强度而进行声波勘测。在陡坡调查中，可使用简易贯入试验、瑞典式探触法、标准贯入试验、锥体贯入仪等方法。

##### 3. 土层观测

利用声波勘测、物理勘察等间接调查方法进行探测时，原则上要进行土层观察。土层观察一般采用螺旋钻钻探、钻探、试坑等方式。

##### 4. 取样调查

其目的是为土质试验收集试样。物理试验用扰动试样使用螺旋钻探或标准贯入试验的试样，需要量大时，通过试坑收集。力学试验用不扰动试样使用专用取样器收集，或者从试坑采取块状试样。

##### 5. 物理勘察

在陡坡的调查中，采用弹性波勘察、电气勘察、电磁勘察（地下雷达勘察）等进行物理勘察。这些调查方法具有时间短、调查范围广的优点，但得到的是间接数值，因此应该与钻探的结果相对照，综合进行判断。

##### 6. 地下水相关调查

地下水的动态状况有可能成为坍塌的重要原因，因此测定地下水位、跟踪地下水流向、测定地下水测井、孔隙水压等，以调查地下水位的变化、地下水的流向、流速、流动层的位置

置、孔隙水压等。另外，如果在接近地表的土层上有可能出现不连续性透水性问题的话，就需要进行透水试验。

### 7. 土质试验

为了给坡面稳定计算、设计条件的设定等提供基础资料，了解地基的各种性质，根据需要进行以下室内试验：

#### 土质物理试验

本项试验是为了掌握坡面土质的基本物理性质（粒度分布、含水量、单位体积重量等）。它包括土粒子的密度试验、含水比试验、粒度试验、液性限度试验、塑性限度试验（以上使用扰动试样），土壤的湿润密度试验（非扰动试样）等。

#### 土质力学试验

研究坡地的稳定性时，若可能采集到非扰动试样，则根据要求得土质强度。

进行单轴压力试验、三轴压力试验等。

#### 岩石的物理试验

在基岩坡地，为了掌握岩石的基本物理性质，要进行岩石的物理试验。

包括密度试验、超声波传播速度试验等。

#### 岩石的力学试验

研究基岩坡地的稳定性时，根据要求得结构岩石的强度。进行单轴压力试验、三轴压力试验。

### 8. 坡地动态调查

当坡地的土层有连续移动的危险，坡地上的龟裂或建筑物变形、扩大并有发生坍塌的危险，可以观测到滑坡面的移动等坡地有可能发生变化时，须进行坡地动态调查。主要有利用坑内倾斜计、管状应变计等进行的滑坡面调查，利用伸缩计进行的地表变位调查。坍塌的形态接近滑坡时须进行正式调查，调查方法、分析均参照滑坡调查。

## 2.6 环境调查

### 2.6.1 环境调查的目的

为了使防止坍塌设施与环境、周围的景观和谐，在设计时须根据需要进行环境调查。

#### 说 明

按照计划篇第 5 章第 2 节“环境对策计划”的方针，获得基础资料并使之在设施设计中有所体现而进行环境调查。

### 2.6.2 环境调查的方法和种类

环境调查方法包括现有资料的收集、实地调查、调查结果的整理·分析，调查种类包括自然环境调查、社会环境调查、景观资源调查，可根据需要从中选择。

#### 说 明

#### 1. 自然环境调查

自然环境调查的目的是了解调查坡地及其周边自然环境的现状，调查项目有：

### (1) 法律指定状况的调查

查阅以下现有资料，整理相关资料。

自然环境保护法（自然环境保护地区的指定情况）

自然公园法（自然公园地域的指定状况）

城市绿地保护法（绿地保护区域的指定状况）

文化遗产保护法（天然纪念物的指定状况）

野生动物保护及关于狩猎的法律（野生动物保护区的指定状况）

其他法律及有关自治体关于自然环境的条例等。

### (2) 植被调查

根据需要选择收集现有植被图、土地分类图、主要动植物地图、精美的自然图、日本重要植物群落、日本重要保护植物种的现状、特定植物群落报告等。

### (3) 动物生息调查

根据需要选择收集动物调查报告、自然环境保护基础调查、主要动植物地图、精美的环境图等资料。

对以上调查结果，按照自然环境图等那样把地域图整理成 1:50000-1:25000 的地图，按照现有植被图等那样把对象坡地及其周边地区整理成 1:2500-1:500 的地图。

## 2. 社会环境调查

为了掌握对象坡地及其周边社会环境的现状须进行社会环境调查，除了土地利用、人文文化财产等法律规定项目外，还要调查地区特征。主要调查项目如下：

### (1) 法律规定项目的调查

收集、整理与以下各项法律有关的项目资料：

城市规划法（地域地区等的情况，土地利用计划）

文化财产保护法（史迹、名胜的指定情况）

有关保护古都历史风貌的特别措施法

防沙法（水土保持指定地区的指定情况）

防滑坡法（滑坡指定地的指定情况）

森林法（防护林的指定情况）

其他法律及有关自治体关于环境问题的条例

### (2) 土地使用规划调查

收集土地利用状况、土地使用规划等资料。

### (3) 开发状况调查

收集行政区划的现状，未来开发计划等资料。

### (4) 人文文化财产调查

收集人文文化财产的分布等资料。

以上调查结果中，把包括调查坡地在内的地域绘制整理成 1:25000-1:5000 的地图，把

个别坡地为对象的区域则整理成 1:2500-1:500 的地图。

### 3. 景观资源调查

研究坡地对策时，事前要调查对象坡地周边景观资源，要注意不损害具有地区特征的景观，不丢失珍贵景观资源。

表 11-6 地区的景观资源实例

| 规模 | 地区的景观资源   |
|----|---|
| 大  | 故乡的风景<br>镇守地方森林、塔、港口、桥梁<br>寺院、神社、古城遗迹、历史性建筑物、教堂<br>公共建筑物、仓库、古西洋建筑物、古住宅林<br>石墙、古老的街道、高级住宅地、外观统一建筑物<br>有异国情调的建筑物、土墙、广场、水渠 |
| 小  | 露天雕刻、广告牌、溪流、花坛、建筑物的颜色·材质  |

需要调查的景观资源规模有大有小，对坡地景观的考虑方法也有所不同，大致情况如表 11-6 所示。

## 第13章 调查产砂量

### 第1节 概述

水土保持规划的基础是泥沙量,本章论述的目的就是要得到决定这个泥沙量的各种资料,对在荒废的溪流及其流域中产生的泥沙及泥沙径流制定出标准的调查方法。

#### 说明

本技术标准中,在河流的推移性输沙区里通过流水使河道移动的泥沙称作输沙,同时在溪流中伴随着泥沙的产生而流出的泥沙称为产沙,并且按照水土保持规划基准点将以泥石流、推移性输沙等流出形态流出的泥沙称为水土流失。

水土保持规划要以泥沙源头地的泥沙调查量为基础,在考虑保护对象的重要程度等条件下,再制定计划的规模,设定设计产沙量,还要通过对溪流进行各种调查推测按照计划基准点所预计流出的泥沙量,并把它作为设计水土流沙量。

在此,要考虑基准点的计划容许输沙量,求出有害的设计超过泥沙量,把它作为泥沙治理计划的对象泥沙量。

在这里,我们要调查泥沙产生源头和溪流中泥沙搬运的实际情况,掌握泥沙产砂量及流出并使其作为计算泥沙处理计划中对象泥沙量的基础资料。

调查的方法系统地表示在图 13-1 中。

水土流失量按单位时间的长短,区分如下。

1. 输沙量 ( $\text{m}^3/\text{s}$ )
2. 1 次洪水水土流失量 ( $\text{m}^3/1 \text{ flood}$ )
3. 1 年水土流失量 ( $\text{m}^3/\text{year}$ )

把以上的水土流失量平均后,可以表示成以下的方式。

4. 1 次洪水比水土流失量 ( $\text{m}^3/1 \text{ flood}/\text{km}^2$ )
5. 1 年比水土流失量 ( $\text{m}^3/1 \text{ year}/\text{km}^2$ )

作为水土保持规划的资料,要对水土流失量进行处理,为此,必须熟知各水土流失量的含义。

1 所表示的意思和河水中的流量相同。只是目前没有办法在溪流中实测掌握,推测的形式也没有运用到实际当中。而且,现在尚未据此来制定防沙计划。

2 被定义为某次洪水所带来的水土流失量。同样,3 是某一年间的水土流失量。

如果以天龙川水系美和水库为例说明的话,美和水库自 1960 年建造以来到 1967 年 11 月有 2 次特大输沙。如果有特大输沙的话,1 年比水土流失量 N 年间的平均值会受其影响而产生很大的变动。特别是测定期间 N 较短时,在这期间内特大输沙频率较高的情况下,其变动或异常值的出现比较明显,就表现不出每年所希望的平均流入泥沙量。图 13-2 说明测定开始以来 11 年间的平均年比水土流失量平均的大部分都被 2 次特大输沙所支配。

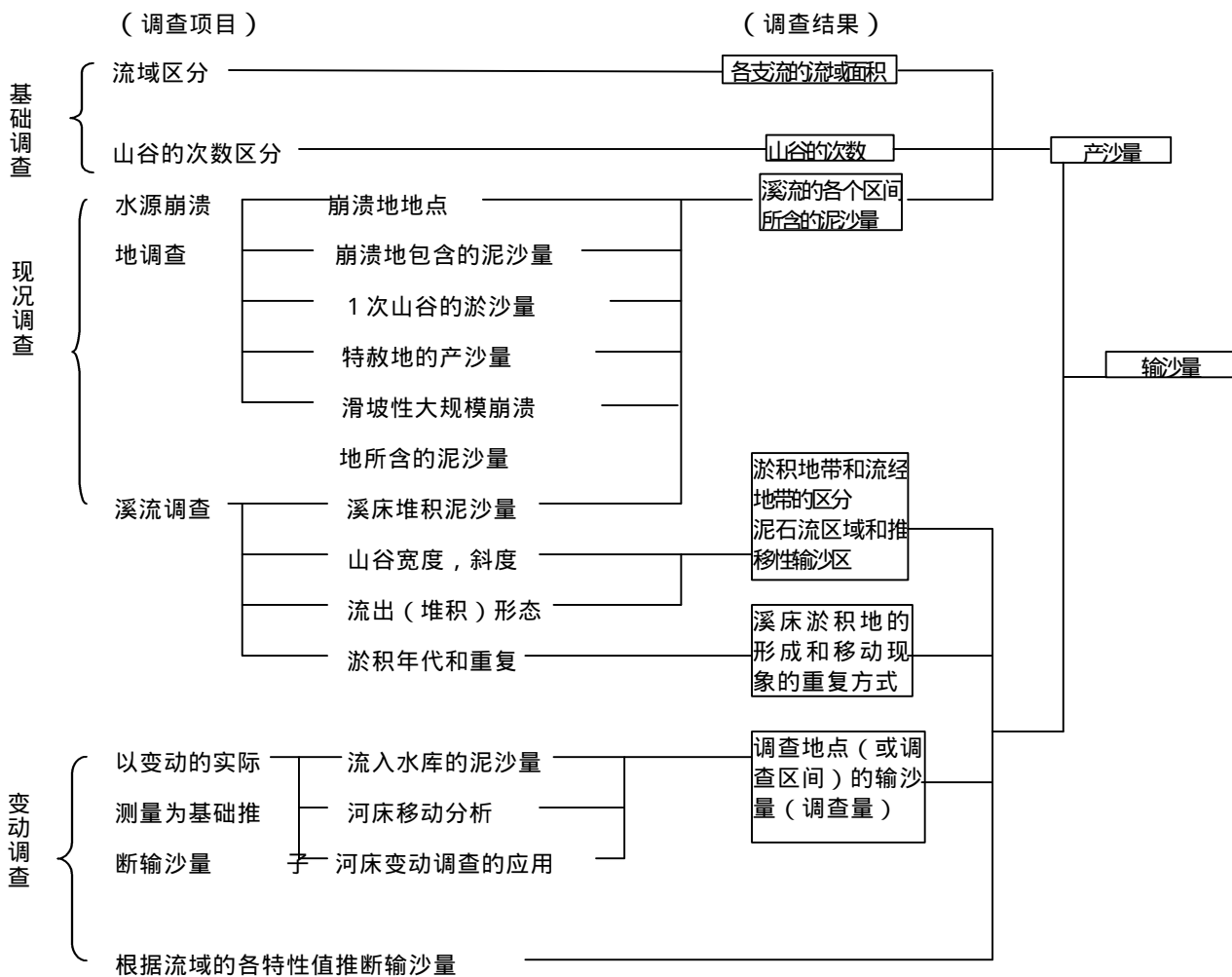


图 13 - 1 调查系统图

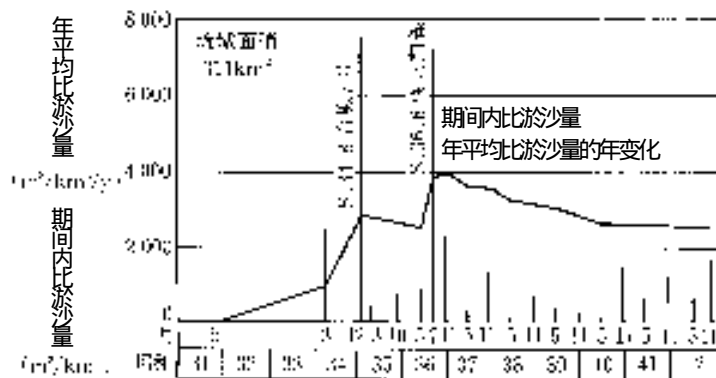


图 13-2 美和水库的年平均比淤沙量及期间比淤沙量

由于期间的设定方式不同，泥沙中所含的异常现象的次数和规模也就不一样，所以处理所得的输沙量时，需要对过去发生灾害时的泥沙量进行系统的探讨研究，明确其含义并对其进行分类。



而且，输沙量的含义不仅与时间要素有关，甚至根据地点要素的不同也会有所不同。到底是以泥石流形态流出的泥沙量，还是以推移性输沙形态流出的泥沙量，它们的这种流出形态的差异主要是由在溪流中所处的位置不同而造成的。

过去发生灾害时，往往把测量得到的一次洪水比输沙量作为水土保持规划的资料来使用。这时有必要知道这个一次洪水比输沙量是否指的是每个对象溪流区间内测量的量，分母的流域面积是否只是倒塌或溪床变动显著流域面积的总计，或者只是一个水系的流域面积。因为根据这些条件的不同，输沙量的含义和应用方法会有所差异。

## 第2节 基础调查

### 2.1 流域区分

在基础调查中，首先要用 5 万分之 1 的地形图自水土保持计划基准点起按每个溪流区分上流流域，然后再求出各自的流域面积。

### 2.2 水系图

在基础调查中，除了本章 2.1 所阐述的以外，还要用 5 万分之 1 的地形图制作水系图，把山谷按次数进行区分。

#### 说明

绘制水系图时，在 5 万分之 1 的地形图上有流水记号的山谷要用实线来表示水系，没有流水记号的山谷要用点线来表示水系。

要按照 Horton 规则区分山谷的次数（参照图 13-3）。但是，山谷道的最上游部分，是山谷还是山腰，也就是 1 次山谷的判定问题还有待于进一步研究。关于这一点要象图 13-4 那样，观察 5 万分之 1 地形图的等高线凹处的情况，当凹陷的等高线群的纵深比横宽大时为 1 次山谷，相反时就视其为山腰。

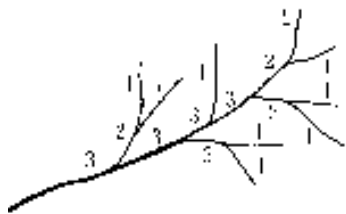


图 13-3 山谷的次数区分

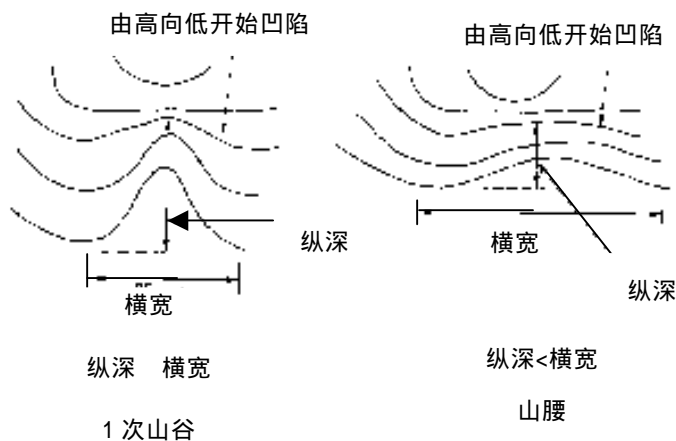


图 13-4 1 次山谷的判定

### 第3节 现状调查

#### 3.1 水源崩溃调查

##### 3.1.1 调查对象

进行水源崩溃调查时,除了要调查山腰崩溃地和溪岸崩溃地及其基础地之外,还要调查本章 2.2 所述的 1 次山谷溪床。

##### 3.1.2 崩溃地的泥沙量

流域内全面崩溃地,要用实地勘察测量或同时使用航拍方法来调查崩溃的情况和有关泥沙产生的各种因素,推测当前崩溃残留的土量和将来有可能扩大产生的土量。

用河道距离表示崩溃地到河道的泥沙供给点,但是,当泥沙供给地点位于本章 2.2 的 1 次山谷时,要把 1 次山谷的下流的边缘地带作为泥沙供给地点。

#### 说 明

因为本调查的对象位于陡峭的地方,所以通常使用便携式指南针、手控水平仪、倾斜仪、测绳等简单的测量仪器实地进行勘探测量。

使用航拍时,在一条溪流中至少要对一处进行实际测量,然后用实测结果检验一下航拍效果。调查项目如表 13-1 所示,同时也要象表 13-1 那样把结果归纳出来。以下对各个项目进行说明。

##### 1. 泥沙供给地点

如本文所述,若用图 13-5 来表示的话,崩溃地 A 及 B 的河道距离是 16.0km, C 是 15.5km, D 是 15.3km。

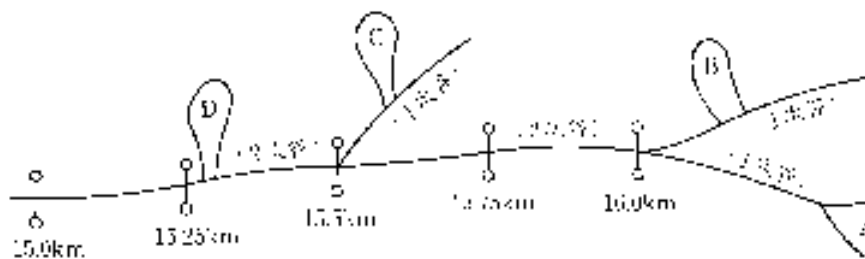


图 13-5 泥沙供给地点的示意图

##### 2. 规模

###### (1) 原斜面的设定

首先要推测设定最初发生崩溃前的原斜面(参照图 13-6)。这项工作的结果往往因人而异,所以可能的话最好在崩溃面上设多条纵横断线,在图面上进行推测设定。无论在图面上进行设定,还是不得不进行目测,都要以与崩溃地相接的斜面形状为基准进行判断。

###### (2) 平均值、平均长度、面积、平均深度

平均宽及平均长度用原斜面和崩溃面的交点间的平均长来表示。面积是连接这些交点构成的图形的面积,平均深度是从原斜面到崩溃面的深度的平均值。这些数值要分别用到崩溃土和残留土的计算中。

表 13-1 崩溃现状调查表

|     |  |     |  |       |  |
|-----|--|-----|--|-------|--|
| 河流名 |  | 水系名 |  | 调查年月日 |  |
|-----|--|-----|--|-------|--|

| 溪流名 | 支流名 | 泥沙供给地点 | 山腰崩溃<br>溪岸崩溃 | 模 模 |      |    |      | 崩溃土量 | 残积土量 |
|-----|-----|--------|--------------|-----|------|----|------|------|------|
|     |     |        |              | 平均宽 | 平均长度 | 面积 | 平均深度 |      |      |
|     |     |        |              |     |      |    |      |      |      |
|     |     |        |              |     |      |    |      |      |      |

| 输沙量 | 可能扩大产砂量 | 地质 | 倾斜度 |     | 有无泉水 | 与流心所成角度 | 形状 | 崩溃时期 | 原因 | 摘要 |
|-----|---------|----|-----|-----|------|---------|----|------|----|----|
|     |         |    | 头部  | 残积土 |      |         |    |      |    |    |
|     |         |    |     |     |      |         |    |      |    |    |
|     |         |    |     |     |      |         |    |      |    |    |

\*规模栏上段用于纪录崩溃土，下段用于纪录残积土。

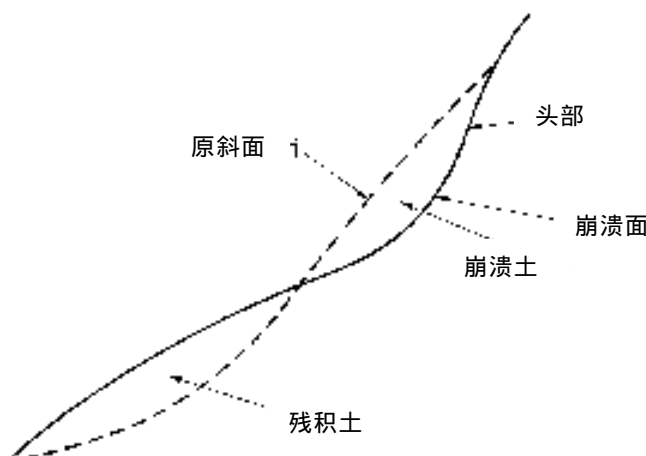


图 13-6 原斜面的设定

### 3. 崩溃土量、残留土量、输沙量

崩溃面积 × 崩溃平均深 = 崩溃土量 (A)

残积土面积 × 残积土平均深 = 残积土量 (B)

(A) - (B) = 流出泥沙量

### 4. 可能扩大产砂量

根据表 13-1 中的地质条件,参考以下所示的项目,并且现场观察地形,研究崩溃会扩大到什么程度,推断崩溃时会产生泥沙量。

### 5. 其它

在表 13-1 中地质条件所示的项目在推断崩溃地的泥沙量方面是定性的参考项目。

#### (1) 地质

要调查哪些是引起崩溃的地层。按( )崩溃堆积土( )表层土( )风化残积土( )岩石分类后,对引起崩溃的地层进行调查。( )是基岩的风化物,对于( )和( )来说,基岩的名称也是必要的。

## (2) 主泓角度

指的是溪岸崩溃地的中心线和主泓的方位所夹的角度。

## (3) 形状

找出半圆筒状、树枝状、汤匙状等形状的特征，并简单地表示出来。

### 3.1.3 1次山谷的溪床淤沙量

在本章 2.2 中叙述的 1 次山谷中，计算从汇合点到平时出水点之间的溪床淤沙量。

为方便起见要把 1 次山谷的溪床淤沙量视为位于 1 次山谷末端地点的淤沙量，并以河道距离表示其位置。

## 说 明

调查方法以本章 3.2.3 溪床淤沙量为标准。

### 3.1.4 特赦地的产沙量

为了测定所谓的“特赦地”的产沙量，原则上要利用以下 2 种方法之一。

1. 直接方法...在要测定的区域中，设定 2~5m 网状测量线，在它们的交点处打上桩子。测定桩子露出地表的“长度”，减去上次测定值就可求出表层土的深度变化量，再乘以桩子的分担面积，就能求出区域产沙量的总和。
2. 间接方法...这个方法是用适当的“计量器”收集从特赦地流出的泥沙量，然后进行测量，利用短侵蚀水溪下流的水库就是其中的一个例子。

## 说 明

本文中 1、2 的任意一个方法都可以象本章 4.1.1 中所述的流入水库的泥沙量等一样，通过选择测量时期，求出 1 次洪水输沙量、平均流出土量。

似乎用直接的方法求出的值一定比间接的方法大。这是根据林野厅从 1951 年到 1953 年在荒废地所进行的调查结果而得出的结论。按大致标准得出的数值如下，在山腰面，一年移动的泥沙量被视为荒废地表层土深度，是 20~40mm 左右，实际上在一般的气象状态下，这个移动量中会有一些泥沙流到崩溃地的下端，这样移动量就有所减少，大概是 20mm 前后，这个泥沙量再流到位于稍下方的谷防处的话，好像就会剩下 5~10mm 左右。

林业试验场的川口先生对以前的资料进行了统计和整理。根据他的结果，年流出表层土深的情况依次如下，裸露地（除崩溃后遗留的空地以外）为  $10^0$ mm，遗留的空地为  $10^{-1}$ mm，草地、林地、林地为  $10^{-2}$ mm，综合考虑的话，从山地平均流出的表层土深一年大概是  $10^{-1}$ mm 左右。关于土壤侵蚀量和梅雨的关系，通过计算土壤侵蚀量和一次降雨量（最多 1 个小时的降雨量）的双重相关比值为 0.6~0.9，把降雨的质和量两方面都考虑进侵蚀中去是比较妥当的。

京都大学上加茂试验地的裸露地试验区，土壤侵蚀量和 5 分钟的雨量强度成比例关系，因此，一大半的土壤侵蚀是由于每年数次的强降雨而形成的。

### 3.1.5 滑坡性大规模崩溃

在对象地域内的构造破碎带、存在滑坡地等重点地区，用航拍、实地勘测等手段，调查地形和地质上有条件发生滑坡性大规模崩溃的土地，同本章 3.1.2 所阐述的崩溃地泥沙量一样，推断出有可能产生的泥沙量等。

#### 说 明

应该注意与发生滑坡性大规模崩溃有关的地质地形条件中的一些情况，用 1953 年有田河槽的例子来表示的话，如下

1. 构造破碎带地域
2. 大规模斜面的存在
3. 斜面的纵贯形
4. 滑坡性地形的存在

1 被推断与御荷铎破碎带有明显的关系，关于第 2 项，大的崩溃都是在大的坡面上发生，崩溃发生时滑落部分纵贯方向一般是从分水线到山谷，横断方向是被明显的山谷和山脊的棱线隔开的范围。关于第 3 项，作为山腰坡面的纵贯形，在山腰上有倾斜变换线，它们是相对平缓的上部斜面、较陡的下部斜面和侵蚀加快由河口部陡峭的斜面单独构成的斜面，残留有上部倾斜面的斜面有必要考虑以下要素，即比其它的斜面更容易保留风化、变质、脆弱化的地层，缓坡面中的雨水等的渗透能力强等等。关于第 4 项，在经过大崩溃的斜面中，以下情况比较明显，即头部往往有弧状的小悬崖（拉伸龟裂），在斜面上部和中部有不整齐微状起伏。

从以上情况可以推断 1~4 是共存的关系，在破碎、变质、风化发展较快的地质、地形中，渗透水会增加，表面水流会减少，表面侵蚀会变弱，侵蚀、分割会推迟，单位斜面的规模容易变大。浸透水的增加会促进地下粘度形成，或通过溶脱作用使岩盘脆弱化，容易形成滑动、蠕变、滑行等，因此，在浸透水增加，容易促进粘土化的斜面的底部，来自斜面上部的搬运堆积量很少，这样容易形成侧面侵蚀，下部斜面会后退，坡度会变大，上下斜面的差会加大，不稳定程度也容易加大。

### 3.2 溪流调查

#### 3.2.1 范围和测量点

关于本章 3.2.2 以后的项目的调查范围原则上指从水土保持计划基准点起面向上游，到干流及本章 2.2 提到的支流的 2 次山谷的上流一端。

在调查范围内，为了明确表示河道形状及特性的调查地点，要设固定的观测点。

#### 说 明

设定固定观测点的标准是要把观测点间隔设成 50m 的整数倍，并且是山谷宽的 2 倍左右，尽量不要超过山谷宽的 4 倍。而且，要给沿河道纵贯线的累计距离，把它作为观测点的名称。累计距离的基点也可以采纳水土保持计划基准地点，但是当近旁有河流距离标时，最好和它连接。关于支流，自其汇合点以上的上游表示为支流。

（例如 2.2km 点……干流，大山谷 2.2km 点……支流大山谷）

固定观测点不只是沿着河道纵贯线的坐标，也可以表示 1 个横断观测线的位置，因此在两岸坚固的地方要用水泥桩和铁铆钉等设定 1 对观测点。

通过三角测量等来明确观测点相互的位置关系。

### 3.2.2 山谷宽度和溪床坡度

在设定固定观测点处（以下称观测点），测定山谷宽度和溪床坡度，把这些对比着沿河道纵贯线的累计距离（以下称河道距离）进行绘图，整理成山谷宽度及溪床坡度变化图。

#### 说 明

山谷宽度原则上是指源头溪床高的山地间距离。只是形成阶地时，在其横断面要用 100 年准确率的雨量计算径流量，通过均匀流计算得出的水面以上高度的阶地姑且看作山地。

溪床坡度要利用平均河床高来算出。

山谷宽度及溪床坡度变化图如图 13-7 所示。

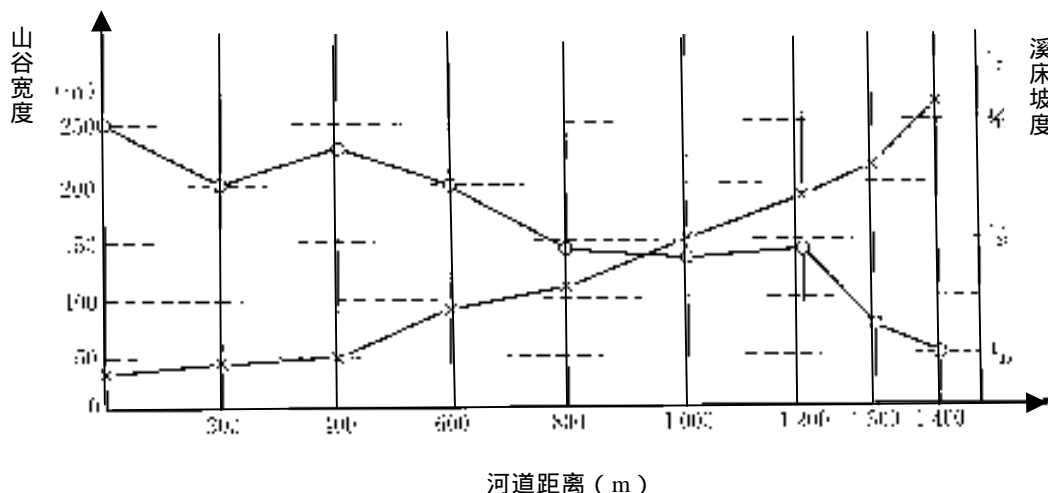


图 13-7 山谷宽度及溪床坡度变化图

### 3.2.3 溪床淤沙量

在各观测点求溪床淤沙量的堆积深度，算出各观测点间的溪床淤沙量，对比河道距离进行绘图，并整理成溪床淤沙量图。

#### 说 明

溪床淤沙量图能带来一些关于溪床泥沙堆积的量和位置的信息。

水库等河床挖掘断面和周围冲洗断面的观察推断堆积深度的线索，在钻孔调查中同时使用弹性波探查可以判定溪床岩盘的深度。

利用堆积深度和本章 3.2.2 中提到的山谷宽度就能计算出各个观测点间的溪床泥沙堆积量，把这个量对比河道距离绘制成图，就会得到如图 13-8 所示的溪床淤沙量图。

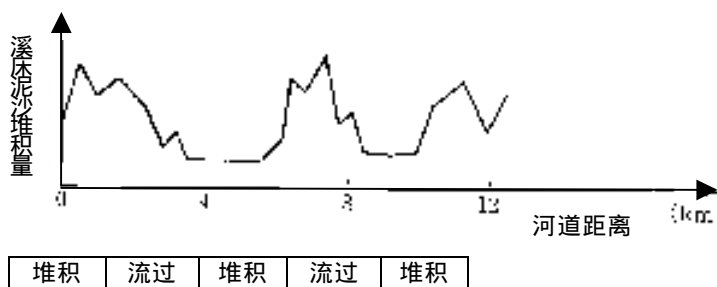


图 13-8 溪床泥沙堆积量图

把这个图和现场勘探的结果结合起来，就能区分淤积地带和流过地带。

这时，要研究讨论本章 3.2.2 中的山谷宽度及溪床坡度图。并将着眼点放在山谷宽度较窄的地方、急剧变宽的地方、广泛连接的地方以及汇合点附近等。

### 3.2.4 径流形态的辨别

通过观察、测定溪床泥沙堆积地的形状和断面，判断堆积是由推移性输沙形成的，还是由泥石流形成的，把这个结果对比着河道距离进行绘图，把区域进行以下区分，即主要以推移性输沙状态进行输沙的区域（推移性输沙区域），还是其他区域（泥石流区域）。

说 明

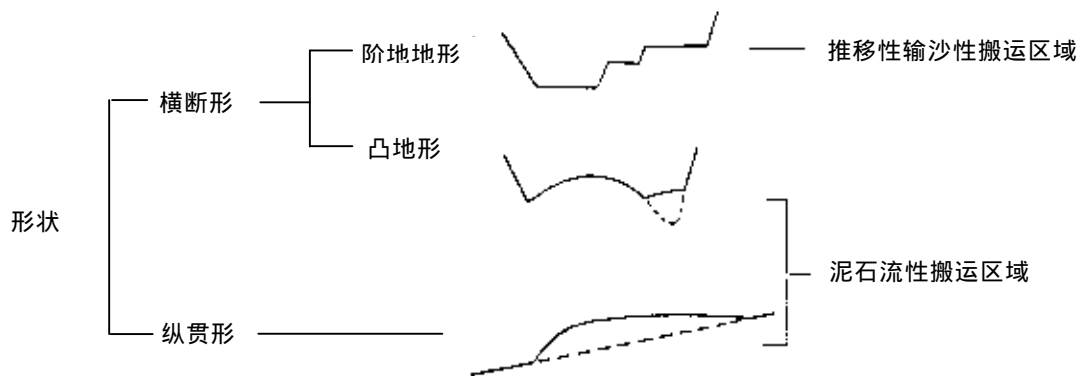


图 13-9 根据溪床泥沙堆积地的形状分类

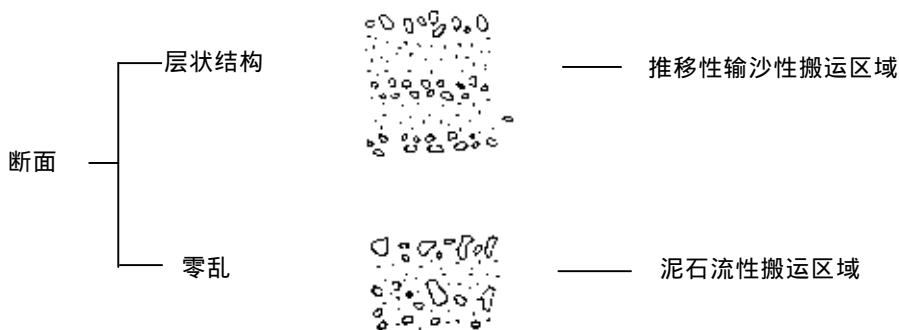


图 13-10 根据溪床堆积地断面的颗粒直径的排列所进行的分类

如图 13-9 所示，可以看到在溪床淤沙地的形状中横断形和纵贯形各有各的特征而不尽相同。

而且，要从淤积的泥沙颗粒直径的排列这个角度来观察堆积地的断面，当颗粒直径的排列由于分等级作用而形成层状构造时，就把其视为推移性输沙性搬运区域，当颗粒直径的排列较混乱、随便时，就可以视其为泥石流性的搬运区域（参照图 13-10）。

图 13-11 中所示的是推移性输沙沙堆积物的草图。

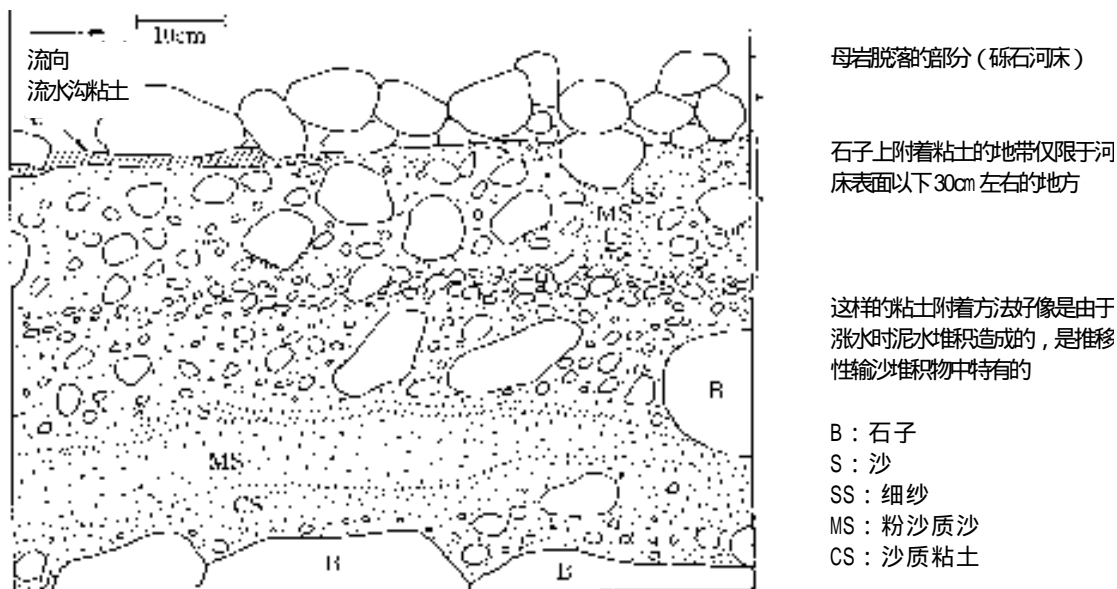


图 13-11 推移性输沙淤积物草图

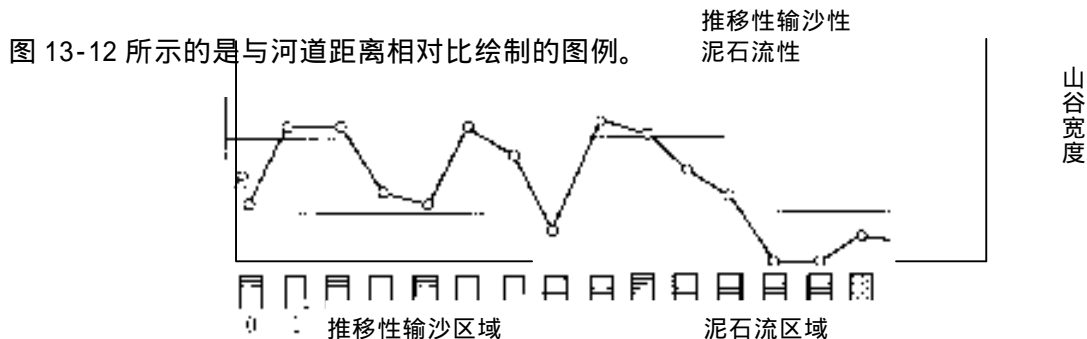


图 13-12 淤积物图例

### 3.2.5 溪床泥沙堆积地的形成年代及移动现象的重复方式

只有当溪床泥沙堆积地有木本科植物群落时，才能进行这种调查。

从溪床泥沙堆积地的形状上判定多次堆积的前后关系，在此基础上对已有的木本科群落的年代进行调查，推断泥沙的淤积年代。把所得的有关调查地点的信息即淤积年代，对北着河道纵贯距离绘制成图，以此来推断溪床泥沙每个年代的移动倾向。

#### 说 明

利用木本科植物群落进行的年代调查，其实就是对林分的形态（天然生同令林分）进行分析，方法如下，从年龄上分析出形成林分的固体受压迫时表现出的反映特征，推断泥沙的堆积年代。



如图 13-13 所示，在调查地信息中加入距离这个要素，一个对水系进行分析的图就制作成了。如果积累的资料较多的话，则可从图上了解到堆积地的移动频度、与出水量相对应的移动距离、移动水系的模式、从时间上确认的本章 3.2.3 中提到的堆积地带和流过地带等等。

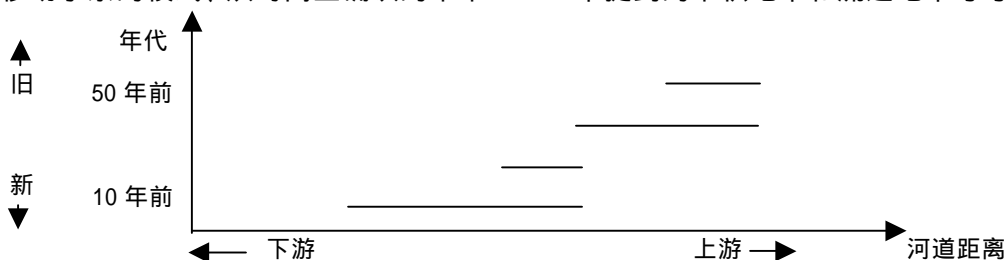


图 13-13 溪床（河岸阶地）中的木本科植物的各年代分布图

### 3.3 现状调查小结

根据对水源崩溃地及溪流现状进行的调查，可以对内容进行总结。

1. 每个溪流区间所包含的泥沙量
2. 淤积地带和流过地带的区分
3. 泥石流区域和推移性输沙区域的区分
4. 溪床淤沙地移动现象的重复方式

#### 说 明

这里所说的各区间所包含的泥沙量指的是把本章 3.2.3 中提到的从 2 次山谷到高次山谷的溪床淤沙量，和本章 3.1.2 中提到的崩溃地的残积土量及有可能扩大的产砂量、本章 3.1.3 中提到的 1 次山谷的溪床淤沙量、本章 3.1.4 中提到的特赦地中有可能产砂量及本章 3.1.5 中提到的有可能产生的滑坡性大规模崩溃量加在一起的总和。

为了清晰明了，将 1--3 的内容都总结在图 13-14 上。

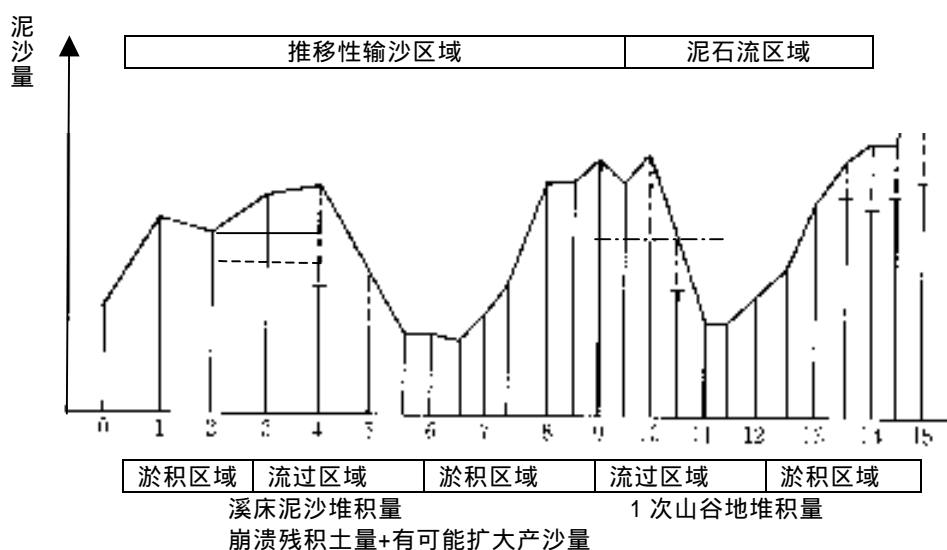


图 13-14 现状调查的小结实例

## 第4节 变动调查

### 4.1 对变动进行实际勘测后推断径沙量

#### 4.1.1 流入水库的泥沙量

在适当的地方选择可进行调查的水库，测量流入水库的泥沙量，计算该处的径沙量。对沙量未满的水库进行调查时，通过选择测量时期既能求出1次洪水径流的泥沙量也能求出平均径沙量，这是推断径沙量的最好的方法。

#### 说明

在求径沙量的流域最上游的水库中，要分2个时期对淤积的泥沙进行测量，把得到的差作为期间的流入泥沙量，也就是流出泥沙量。

测量范围包括蓄水池内和与蓄水池相连的河道，是蓄水池中支配河床变动的区域。

对淤沙量未满的水库进行调查时，如果在洪水发生前后选择调查时期的话，就能求出1次洪水的径沙量，如果把每年一次的测量反复数次，再除以次数，就能求出平均径沙量，这样就能进很多方面的调查。但是，满足条件的蓄水池可能非常少。另一方面，虽然有很多水保用水库，但它们的容量很小，所以作为调查的水库，它们的使用期间会很短，除此之外，有时也有可能不能完全积满1次洪水的径沙量。但是，不管怎样，调查径沙量时，能得到很多的调查地点总是有好处的，从这个角度来看，水保用水库还是有很大的价值的。在淤沙量未满期间，要把水保用水库和蓄水水库一样对待，淤沙量满了以后，即使在计算流入泥沙量时有精度问题，也有办法测定泥沙堆积的坡度变动，求出流入泥沙量。只是，这个方法用来求1次洪水的泥沙量是很好的，而要计算1年或长期的径沙量的话，还需要更多的假设，而且因为评价手续非常复杂，所以并不怎么适用。

接下来要叙述一下计算流入泥沙量的方法

#### 1. 计算方法

分别测量汛前淤沙的纵贯形和汛后淤沙的纵贯性，用以下的2个公式分别求出两个纵贯形的近似值，另外，再求出山谷宽度和淤沙的长度，把这些要素放进输沙量计算式中进行计算。

#### 2. 泥沙堆积纵贯形的近似式

$$Z(x, t) = a(t)x + b(t)x^2$$

式中， $x$ ：指从水库堤顶面对上流测得的水平距离， $Z(x, t)$ ：在时间  $t$ ，距离  $x$  中的泥沙堆积高度， $a(t)$  及  $b(t)$ ：是  $x$  及  $x^2$  的系数，时间的函数

#### 3. 输沙量计算公式

$$Q_B = F \cdot a(T) \cdot B \cdot L^2$$

式中， $Q_B$ ：1次洪水（时间  $t_1 \sim t_2$  之间）流出的泥沙量， $L$ ：泥沙堆积变动区间长  $B$ ：计算的山谷宽度，用以下公式来表示。

$$B = V/S$$

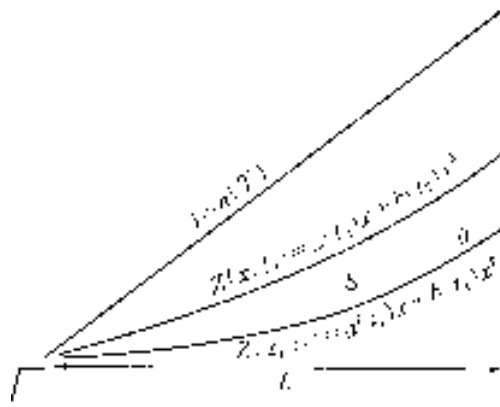


图 13-15

式中， $V$ ：在时间  $t_1 \sim t_2$  之间  $X=0 \sim L$  区间的泥沙堆积变动量， $S$ ：是  $x=0 \sim L$  区间时间  $t_1$  和  $t_2$  的近似曲线所夹的面积， $a(T)$ ：是动态平衡坡度，用以下公式表示。

$$a(T) = a(t_2) + 2L \cdot b(t_2)$$

$F$  是根据所用的输沙量公式求得的不同值的系数，计算方法如下。

$$0.768 \log_{10} \left\{ \frac{3 \cdot S}{2 \cdot L^3 \cdot b(t_2)} + 1 \right\} \quad \text{佐藤，吉川，芦田式}$$

$$0.439 \log_{10} \left[ \left\{ \frac{3 \cdot S + 2 \cdot L^3 \cdot b(t_2)}{L \cdot b(t_2)} \right\} \times \left\{ \frac{4 \cdot a(T) - 3 \cdot L \cdot b(t_2)}{8 \cdot a(T) \cdot L^2 - 3(3 \cdot S + 2 \cdot L^3 \cdot b(t_2))} \right\} \right] \text{Brown 式}$$

#### 4. 淤沙变动区间长的判定方法

把每年的泥沙堆积纵贯形变动记录同初始河床进行比较，并把它作为相同变动的区间。

#### 5. 山谷宽度 $B$ 的探讨研究

山谷宽度  $B$  也就是平均山谷宽度，它是用  $V/S$  算出的。计算输沙量时要用单位宽的输沙量乘以山谷宽  $B$ ，所以  $B$  的精度在很大程度上影响着输沙量，因此对研究和探讨  $B$  很重要。

现在，把  $B=V/S$  算出的值设为  $B_A$ ，把从地形中看到的山谷宽度设为  $B_C$ ，实际计算的话， $B_A$  就成为负值 ( $B_A < 0$ )，从地形上看山谷宽往往成为很难理解的值 ( $B_A \phi B_C$ )。这种情况下，在安倍川的事例中，是用以下的方法来决定  $B$  的。在这里， $V$  大就意味着泥沙量足以把水渠埋上，足以使河床全体产生变动。

(1) 在  $B_A > B_C$  的情况下，当  $V$  比  $S$  大时：如果没有山崩引起的泥沙侧向供给和测量上错误的话，这个原因就象泥石流引起的堆积一样，与流量相比大量的泥沙堆积了下来。这时，可以想象山谷宽度已经全面产生变动，因此在研究横断图的基础上，采用在地形上被认为是最大的山谷宽。

(2) 在  $B_A > B_C$  的情况下，当  $V$  和  $S$  都小时：这是因  $B_A = V/S$  接近  $0/0$  而产生的情况，所以当然可认为产生了变动，河宽也很小。但是，现在决定那个值是不可能的，因此用  $B_C$  来

替代使用。这样这种情况的可靠性较低。

(3)  $B_A < 0$  时：原因在于洪水后到测量时的时间太长，水渠被冲洗，有数次洪水袭来，使泥沙堆积的变动变得复杂了。于是就想到与那一年的流量相对应，泥沙堆积进行了变动，从那一年的最大日流量和山谷宽的关系（需要数年的实际测量值）中求得。

可以认为采用了最低河床高也是使  $B_A$  变成负数的一个主要原因。如果用平均河床高  $S$  会变成正值，因为也有显示好结果的事例，所以最好试一试。

#### 6、计算例子

汛前的淤沙纵贯形：

$$Z(x, t_1) = 2.67 \times 10^{-2} x + 3.47 \times 10^{-6} x^2$$

汛后的淤沙纵贯形：

$$Z(x, t^2) = 2.94 \times 10^{-2} x + 2.08 \times 10^{-6} x^2$$

计算区间  $L$  : 1000m

山谷宽  $B$  : 50m

在上述条件下

$$a(t_1) = 2.67 \times 10^{-2}, a(t_2) = 2.94 \times 10^{-2}, b(t_1) = 3.47 \times 10^{-6}, b(t_2) = 2.08 \times 10^{-6}$$

$$a(T) = a(t_2) + 2L \cdot b(t_2) = 2.94 \times 10^{-2} + 2 \times 1000 \times 2.08 \times 10^{-6} = 3.36 \times 10^{-2}$$

$$S = 2/3 \cdot L^3 \cdot \{b(t_1) - b(t_2)\} = 2/3 \times 1000^3 \times \{3.47 \times 10^{-6} - 2.08 \times 10^{-6}\} = 927.0 (\text{m}^2)$$

$$Q_B = 0.768 \cdot a(T) \cdot B \cdot L^2 \times \log_{10} \left\{ \frac{3S}{2 \cdot L^3 b(t^2)} + 1 \right\}$$

$$= 0.768 \times 10^{-1} \times 3.36 \times 10^{-2} \times 5 \times 10^{-1} \times 1 \times 10^6$$

$$\times \log_{10} \left\{ \frac{3 \times 9.27 \times 10^2}{2 \times 1 \times 10^9 \times 2.08 \times 10^{-6}} + 1 \right\} = 2.86 \times 10^5 (\text{m}^3)$$

#### 4.1.2 通过分析河床变动来推断径沙量

在调查对象区间内的部分地点中，如果有可能对输沙量进行实际测量，就把河床变动作为河道断面间的平均的变动来观察，利用下面的公式依次进行计算，来推断出沙量。

$$\Delta Z = \frac{Q'_B - Q_B}{B \cdot \Delta x} \cdot \Delta t \quad \Delta Z = Z_{t+\Delta t} - Z_t$$

式中， $\Delta Z$ ：指时间  $\Delta t$  间的河床变动深， $Q'_B$ ：指上流断面的入沙量， $Q_B$ ：指下流断面的出沙量， $B$ ：指计算区间宽度， $\Delta x$ ：指计算区间距离， $Z_t$ ：指时刻  $t$  时的河床高， $Z_{t+\Delta t}$ ：指  $t + \Delta t$  时的河床高。

#### 说 明

一般认为河床变动是由于流沙在不同地点的不均衡分布而产生的，分为（1）河道断面间的平均的变动，（2）弯曲部和构筑物周围的局部变动 Sand wave，（3）展宽和蜿蜒等平面变动。其中，就（1）来说，有所谓的一元分析法，除此之外，还没有确定一般的分析法。原来

的方法是从关于输沙的连续方程式中导入一元解析式，把流量计算和输沙量计算组合起来，进行数值计算，但是现在，因为无法确定能适用于溪流的输沙量公式，所以不能对流量和上下 2 个断面的河床变动高（平均河床高的变化量）进行实际测量，再用输沙量公式来计算了。为了这个方法适用，除了要能测量河床高的变动以外，至少还要用什么方法在任何的断面上对输沙量进行实际测量。虽然还没有研究出满足输沙量测定的方法，但是也有解决问题的办法，比如在 1 次洪水中，用水桶多次打水，对输沙量进行实际测量这样的方法也有利于问题的解决。

$\Delta Z$  和  $\Delta t$  的节距也没有达到标准化的阶段，精度的高低姑且不论，在目前这个阶段希望通过不断的尝试来促进其发展。

计算的顺序要从初期溪床状态开始，在  $t_0 \dots t_n$  时刻依次进行  $n$  次计算。实际的问题是要测定河床高必须花相当长的时间，但是如果在计算中变动很强烈的话，必须把时间分为若干个足够小的  $\Delta t$  来计算。假定溪床的粒度分布在计算期间是不变的，宽度  $B$  也在 1 次计算中有效，但是，也要千方百计地想出掌握这个时间上变化的方法。

从这一点来看，现在还不能说以上的方法具有普遍性，但是，将来必须用这种形式来调查溪流流出泥沙量，所以就流沙量、河川高来说，在洪水中现场测量的方法还有待于研究。

#### 4.1.3 河床变化量调查的利用

在以下的情况下，可以把河床变动量调查（参照调查篇第 14 章输沙量调查）用于溪流中，推断流出泥沙量。

##### 1. 在泥石流区域

由泥石流堆积物引起的河床变动量来推断由泥石流引起的 1 次洪水出沙量的情况。

##### 2. 推移性输沙沙区域

在调查对象区域的最下流的一端，在出沙大体上被阻当的状态下，比如，在有水库的区域里，从河床变动量上来推断 1 次洪水出沙量或每年的出沙量。

#### 说 明

在泥石流区域，如果要在实际测量的基础上，求出沙量的话，只有以下这个方法。

在 1 次洪水期间发生数次泥石流的泥沙量，可以通过测量泥石流堆积物来求得，但是考虑到泥石流停止后，在泥石流堆积物中，除了水以外，还流失了相当一部分微粒状分子，因此，实际上由泥石流引起的出沙量要比测量的值大。

在调查区域的下流，出沙未被阻当的情况下，要把调查河床变动的振幅渐渐减小，几乎达到平衡的区间，并要研究其有效性。

在调查区间里，不仅有自然河道，还有拦砂坝水库和堰堤，很多情况下还存在着支配河床变化的地点。溪流横断建筑物可看成河道条件之一，最好考虑成连续的调查区间。河床变化量的调查可以整理成表 13-2。表 13-2 中，从第几观测点到第几观测点，要把拦沙坝的泥沙堆积地的要点表示在备考栏里。

表 13-2 河床高，河床泥沙容积计算单

| 水系名 | 河流名 | 区域 | 测量日期 | 求断面面积的方法 |
|-----|-----|----|------|----------|
|     |     |    |      |          |
|     |     |    |      |          |
|     |     |    |      |          |
|     |     |    |      |          |
|     |     |    |      |          |
|     |     |    |      |          |
|     |     |    |      |          |
|     |     |    |      |          |
|     |     |    |      |          |

调查河床变化量时常用的方法是纵横断面测量法，但是偶尔也用航拍方法，航拍法的优点是可保留记录，信息量多。

纵横断面测量方法是按照调查篇第 14 章输沙量调查的标准进行，并整理成表 13-3。当河床高于计算上设定的基准海拔，则将其断面面积当作正值，当河床低于计算上设定的基准海拔，则将其断面面积当作负值，利用其代数和求出自基准海拔的断面面积，用（基准海拔）—（断面面积/宽）就能求出表 13-3 中的平均河床高。

下面以 1966 年在渡良濑川足尾水库上流地区所进行的调查事例为基础，说明航拍的要点。2 个时期的航空摄影不是用现成的照片，最好用专为调查目的而拍摄的照片。原因如下，在 2 种照片上，拍摄路线和拍摄对象的数量有很大差异，设定同一断面是非常困难的，而且，很难同时得到多个海拔明确的不动点。航拍是垂直摄影、全色照片、普通角、拍摄比例尺为 1/5000 ~ 1/10000。设定断面时，不要机械地把断面定为几百 m 节距，最好充分利用拍摄的优点，观察泥沙堆积形成的节距后再决定。

表 13-3 河床变动量调查

| 水系名 | 河流名 | 区域 | 上次测量日期 | 本次测量日期 |
|-----|-----|----|--------|--------|
|     |     |    |        |        |
|     |     |    |        |        |
|     |     |    |        |        |
|     |     |    |        |        |
|     |     |    |        |        |
|     |     |    |        |        |
|     |     |    |        |        |
|     |     |    |        |        |
|     |     |    |        |        |

必须把断面设定的基本图形变成比例尺为 1/2000 左右的图。把照片挂在 1 级图形变化机上，主要在倾斜变化点上测定溪床的海拔，求 2 个时期的断面面积差。用断面面积差乘以断

面间隔，求区间化动量，求出全区间的总和，就变成调查区间的河床变化量。断面测量的误差取决于操作人员的技术，但可以控制在 10~20cm。但是，讨论精度时，断面间隔成为一个问题。断面间隔要看基准而定，按有效长度取得。

断面线原则上要成直角设在两岸，但是要看弯曲和山谷宽而定，也并非都能成直角设在两岸，况且不能把全断面线平行延伸，所以断面间隔不是一个意思，很可能在进行土量计算时误差分配不平衡。因此，无法确定算出的土量到几位数是可信的。于是，最好设想若干土量计算作业的条件，决定好有效位数。原理上大概用不导入断面间隔的方法，比如等高线断面面积法能够解决。

在每个区间把河床变化的增加量和减少量与河道距离相对应，绘制成河床变动量图，从上流向下流把河床变化量累加计算，并与河道距离相对应绘制整理成河床变化量累加曲线图，这样就容易把握变动状况。

#### 4.2 利用流域的各特性值推断出沙量

当需要调查的流域的特性非常适合所谓的出沙量计算公式时，利用出沙量计算公式就能推断出沙量。

#### 说 明

关于出沙量计算公式的适用性问题，计算流域的特性和推导公式时所用资料流域的特性有差异时所得的值会产生很大差别，这是一般条件下都有的情况，而且许多资料是在大流域面积中得到的，因此其意义在于能宏观了解大泛围地域整体泥沙量流出倾向。通常在低于 100 km<sup>2</sup> 水保计划流域中，一般认为多数情况下用计算公式算出的出沙量是有意义的。

村野先生从全国收集的关于拦沙坝淤沙量的调查中抽出 103 个地方，并导入了求年平均每 1 km<sup>2</sup> 的淤沙量（比淤沙量）的计算公式（村野式·1967），这个计算公式被用在多个地质条件中，得到了相当好的相关系数。村野式如下。

$$\log q_s = a + b \log A + c \log R + d \log M_E + e \log R_r$$

式中， $q_s$ ：指比淤沙量（m<sup>3</sup>/年/km<sup>2</sup>） A：指流域面积（km<sup>2</sup>）

R：指长期间的年平均雨量（mm）  $M_E$ ：指流域平均高度（m）

$R_r$ ：指起伏量比（无单位） a~e：用重回归分析求得的各项的系数，如表 13-4 所示

表 13-4

| 系数<br>地质 | a       | b       | c      | d      | e       | 相关系数   |
|----------|---------|---------|--------|--------|---------|--------|
|          | -8.5498 | -0.3926 | 1.3380 | 0.2523 | 0.0955  | 0.6669 |
|          | -2.7844 | -0.0618 | 2.0970 | 0.1071 | 1.8900  | 0.8342 |
|          | -2.9090 | -0.3928 | 0.9728 | 0.9631 | -0.2270 | 0.6059 |

- 表中
- ：由古时期堆积岩（古生层，中生层）构成的流域
  - ：主要由古时期堆积岩的变成岩（结晶片岩类）构成的流域
  - ：主要由新时期堆积岩类（第三纪层，第四纪层，火山碎屑物）构成的流域
  - ：主要由喷出岩类（安山岩，石英粗面岩等）构成的流域
  - ：由堆积岩类和火成岩类各自 30~70%构成的流域

就象在村野式系数表中表示出相关系数一样，就相关系数超过 0.6，构成地质为 ， ， 的流域来说，把它作为计划量来决定年平均出沙量，即使其中有问题，也可以得到准确的平均出沙量。

在流域的诸特性值中，起伏量比是用主泓延长（m 单位）除以沿着流域内的主泓的最高点和山谷出口的高度差（起伏量，m 单位）所得的无次方化值。

在出沙量计算公式中，值得注意的还有江崎公式（1966）。

江崎式是  $V_s = 8.85IS^2 + 7.83I(A_d/A)D^2$

式中， $V_s$ ：指根据 I 期间所定的期间内的蓄水池总淤沙量（ $m^3$ ）

I：指期间内洪水纵流入量（ $m^3$ ）

S：指蓄水池流入端附近的平均河床坡度

$A_d$ ：指流域内的崩溃地的面积（ $km^2$ ）

A：指流域面积（ $km^2$ ）

D：指崩溃地的平均坡度

除了北海道、四国，我们还对我国河流最上游发电用蓄水池（容量在  $10^7 m^3$  以上）中流域面积在 41 ~ 3827  $km^2$  的蓄水池进行调查，上述公式是从调查的 28 个资料中得到的结果。比起  $I \cdot S^2$  项， $I(A_d/A)D^2$  项的比重更大，其特点是指出了来自崩溃地的泥沙流入的重要性。

通过这个公式就能知道出沙量的基准。

#### 4.3 变化调查的小结

在以调查量为基准决定设计出沙量的情况下，其基础部分是通过变化调查得到的调查量。

变化调查的调查量是利用调查地点的出沙量、或调查区间的泥沙移动收支得到的，因此要考察与其支配条件的关系，推断计划基准点的出沙量。

#### 说 明

按着这个方针进行操作的手法实际上并未完成，操作的第一步首先从这里开始，即先把区间得到的调查量沿着河道的纵贯距离绘制成图。

如果是 1 次洪水出沙量，就采用同一年测定的资料来绘图。

这时，要把调查地点（如果是从区间得到的就挑出代表地点）的流域面积、山谷宽、溪床坡度、溪床石子的平均直径加起来进行绘图。在表示这个出沙量在地点上进行变化的图表中，比如随着向溪流的下流方向延伸，出沙量没有变成逐渐增加的形状，乍一看变成零乱的折线图的情况很多。于是，就要考察为什么导入从基础调查和现状调查中得到的资料即支配出沙量的条件后，会出现这种情况。

作为条件，要把河床变动情况、各溪流区间的含沙量、输沙形态等加以考虑。

这样看来，要把调查量按各水系编出来，然后，推断出计划基准点中的出沙量，这时在其基础上产生的问题点变得明显，即使导入若干假定，也可以在某种程度上进行说明。

用计划基准点的调查量来决定设计出沙量时，其前提是出现与过去相同的洪水时，将来要发生的泥沙径流也要再出现同样的流出。在制定计划时，要通过基于设想的泥石流规模或



计划降雨规模的洪水流量来决定设计出沙量。这时有必要考虑一下通过调查现状求得各溪流区间的含沙量和溪床堆积地的移动减少的重复方式等。

计划量必须以调查量为基础来决定，从这个目的来看，当然调查量的积累是有必要的，而现状是多数情况下不得不通过调查 1 次洪水的变动量得到的只有一次的调查量，来做计划。这种情况下最好也要按着上述的想法，在所得的资料中加入现象的时间经过和地点的条件，再加以考察。

### 参考文献

- 1) 森林的水土保持功能及其利用 (社) 日本林业技术协会 1973 年
- 2) 有田川流域水土保持调查报告书 木津川防沙工程 1969 年 3 月
- 3) 溪床土石移动过程的调查方法 新谷 融 新防沙 83 1972 年 4 月
- 4) 拦砂坝的淤沙出沙量的研究 第 23 届建设省技术研究会报告 土木研究所 1969 年



## 第14章 输砂量调查

### 第1节 概述

#### 1.1 概述

本章规定了输砂调查时的标准方法。

#### 说明

一般说来,河道是由水流搬运且堆积的泥沙构成,只要涨水,这些泥沙就会再次被搬运,取而代之的是上游搬运下来的泥沙。

在排水渠规划、主槽整治规划等河道设计中,或在水库、蓄水池、堰堤、水闸等构筑物的设计中,必须对河流泥沙的移动特性以及与此相关的河床的堆积及冲刷等变化现象有足够的认识。

为实现上述目的,本章将介绍河床变化量调查、输砂量调查、河床质调查等基础性调查的调查方法。

#### 1.2 调查项目

在输砂调查中,根据情况要进行以下的调查。

1. 河床变化量调查
2. 输量调查
3. 河床质料调查

### 第2节 河床变化量调查

#### 2.1 调查的目的和项目

为了研究河床的变化对泄洪能力以及对护岸、丁坝、桥墩等河流构筑物的安全及其功能所造成的影响,研究河口至周围海岸的泥沙输送量,需要进行河床变化量调查。根据情况进行如下的调查。

1. 横纵断面测量调查
2. 水位调查
3. 河床变化计算
4. 人为因素引起的河床变化量调查
5. 汛期河床变化量调查

## 2.2 横纵断面测量调查

### 2.2.1 横纵断面测量调查的方法

对同一观测点相隔一定期间进行 2 次调查,比较 2 次调查的结果求得这一期间的变化量,这便是横纵断面测量调查。该调查要以设计洪水位或平均低水位作为基准水位。

横纵断面测量的一般方法请参照调查篇第 21 章之规定。

#### 说 明

本章中的横纵断面测量是为了掌握河床变化的实际情况而进行的。在滩地的情况下以设计高水位为基准水位,在主槽的情况下以接近平水位的水位为基准,重要的是基准水位不能每年变更。

### 2.2.2 横纵断面测量调查的范围和时期

横纵断面测量调查的范围、断面及时期,原则上如表 14-1 所示。

表 14-1 横纵断面测量调查的范围和时期

| 调查项目           | 调查范围   | 调查断面   | 调查时期                      |
|----------------|--|--|---------------------------|
| 河道的变化量         | 在被调查区间位于整治区域内时,横断面测量的范围应为整治计划的河岸地的范围和位于整治区域外但预计汛期将发生泥沙移动的范围。 | 截取与距离桩一致的横断面,以 200m 间隔为标准。                                     | 每年一次同一时期发生洪水的情况下,在汛后进行调查。 |
| 水库(含拦沙坝)引起的变化量 | 由水库引起的泥沙淤积所及的范围和下游发生河床下沉的范围。                                 | 如果是水库,间隔为 50~200m。如果是拦沙坝,要根据变化量的大小、纵断面变化的状况,在 20~50m 的范围内决定间隔。 | 洪水的前后。                    |

2.2.3 数据处理

河道的测量调查结果，如表 14-2 和表 14-3 所示，拦沙坝的测量调查结果如表 14-4 所示，水库蓄水池的测量调查结果如表 14-5 所示，要分别按要求进行整理。

表 14-2 平均河床高度表

| 水系名 |       | 河流名  |        | 区域    |        | 测量年月 |        |
|-----|-------|------|--------|-------|--------|------|--------|
| 千米桩 | 设计高水位 | 左岸滩地 |        |       | 主槽和全断面 | 右岸滩地 | 最低河床高度 |
|     |       | 水面宽度 | 平均河床高度 | 断面间距离 |        |      |        |
|     |       |      |        |       |        |      |        |
|     |       |      |        |       |        |      |        |

表14-3 河床变动值、变动量表

| 水系名 |      | 河流名  |        | 区域       |            | 测量年月 |       | 上次测量年月 |     |
|-----|------|------|--------|----------|------------|------|-------|--------|-----|
| 千米桩 | 基准水位 | 水面宽度 | 平均河床高度 | 上次测量水面宽度 | 上次测量平均河床高度 | 变化值  | 断面间距离 | 变化量    | 撈沙量 |
|     |      |      |        |          |            |      |       |        |     |
|     |      |      |        |          |            |      |       |        |     |

表14-4 拦沙坝淤沙量调查表

| 编号 | 河流名 | 水库名 | 调查年月 |    |    | 淤沙程度 |    | 现淤沙量 | 本次淤沙量 | 堆积物的最大直径 | 平均表观比重 |
|----|-----|-----|------|----|----|------|----|------|-------|----------|--------|
|    |     |     | 上次   | 本次 | 期间 | 上次   | 本次 |      |       |          |        |
|    |     |     |      |    |    |      |    |      |       |          |        |
|    |     |     |      |    |    |      |    |      |       |          |        |

表 14-5 蓄水池淤沙量调查表

| 水库名 | 河流名 | 上次调查 |    | 本次调查 |    | 上次-本次 |    | 一年淤沙量 | 每 km <sup>2</sup> 一年淤沙量 | 相对总蓄水量的淤积比 | 一年中流入（及流出）泥沙量 | 土沙捕获率 | 堆积差表观比重 |
|-----|-----|------|----|------|----|-------|----|-------|-------------------------|------------|---------------|-------|---------|
|     |     | 总淤沙量 | 年月 | 总淤沙量 | 年月 | 淤沙量   | 期间 |       |                         |            |               |       |         |
|     |     |      |    |      |    |       |    |       |                         |            |               |       |         |
|     |     |      |    |      |    |       |    |       |                         |            |               |       |         |

说 明

1. 对河道的变化量调查资料进行整理

利用河道变化量调查结果，求出平均河床高、变化值、变化量整理成表 14-2 和表 14-3。

表 14-2 用于复式断面和双复式断面的河流，表 14-3 用于和上次测量结果进行比较显示变化值和变化量。复式断面水渠要对主槽和滩地分别进行记录整理。

平均河床高度可以用以下公式求得，

$$\left( \frac{\text{设计洪水水位或}}{\text{基准水位}} \right) - \left( \frac{\text{河道面积}}{\text{水面宽度}} \right)$$

用绝对海拔高度记录（河流过水断面为计划高水位或基准水位以下的河道面积）。

注意利用断面间的距离可分别求出滩地和主槽的代表长度。

另外，在河床变化量调查区域内的纵断面图上需要附加记录如下的事项。

最低河床高度、滩地和主槽平均河床高度、引水堰堤、河床加固、壅水坝等对河床变化产生影响的构筑物名称、位置、地高、建造年月、挖掘年月、设计筑堤高度、设计高水位、设计河床高度、管理河床高度、支叉流的分合流点、水位标志位置。

## 2. 整理由水库（含拦砂坝）引起变化量的调查资料

拦砂坝按表 14-4，水库蓄水池按表 14-5 对横纵断面测量的结果进行整理。表 14-4 的现淤沙量为本次测量的所有淤沙量，本期淤沙量为本次测量与上次测量的所有淤沙量的差。

在上游有蓄水设施时，表 14-5 中的每  $\text{km}^2$  每年的淤沙量为区间流域的淤沙量。

可以用泥砂量的计算求得流入蓄水池的年流入泥砂量和流出泥砂量，利用它和年间淤沙量可以求得泥砂截淤率，即  $\frac{\text{淤沙量}}{\text{入沙量}} \times 100 (\%)$ 。

最好可以附上拦砂坝或蓄水池的平均泥沙面的纵断面。

## 2.3 水位资料的调查

横断面测量资料不充分时可以查找一些水位资料，根据平均低水位的变化或水位、流量观测地点的水位-流量曲线的年际变化情况来推断河床变化状况。

### 说 明

在没有充分的横断面资料时，通过比较多年的年平均低水位或年平均水位，可以推断水位观测点附近下游部分的河床变化。但是，由于这一方法受年降雨量的影响，所以必须注意枯水年等低水位流量的大小。

另外，由流量观测站常年水位流量曲线的变化可以推断河床高度。即求得某一固定流量的水位，通过把这些常年的数值每年进行比较，可以求得河床高度的变化。

## 2.4 河床变化计算

### 2.4.1 河床变化计算的目的和方法

河床变化计算是为了推断河床变化发生的原因和把握新建河流构筑物所造成的影响，及预测将来河道稳定性，它一般是用包括非均匀流计算和输沙量计算在内的数值运算来进行。

#### 说 明

要计算基于输沙量的纵断性不均衡的河床变化时，采用以下计算式。

$$\Delta Z = Z_{t+\Delta t} - Z_t = \frac{Q_{B1} - Q_{B2}}{B\Delta\chi(1-\lambda)} \Delta t \quad (14-1)$$

这里， $\Delta Z$ ： $\Delta t$  时间内的河床变化量， $Z$ ：河床高度， $Q_{B1}, Q_{B2}$ ：上、下游断面的通过输沙量， $B$ ：产生河床变化的河面宽度， $\lambda$ ：河床沙的空隙率， $\Delta\chi$ ：区间距离

公式 (14-1) 表示的是输沙量的连续的条件，如果以较高精度估计各地点各时刻的流沙量，就可提高河床变化的推算精度。

通常计算的顺序如下。首先，在初期河床中，用  $t_0$  时刻的流量来计算非均匀，求各断面的摩擦速度  $U_*$ 。利用输沙量公式根据这个值和河床材料的粒度分布求出各断面的输沙量，利用公式 (14-1)，计算  $\Delta t$  时间后的河床高  $Z_{t+\Delta t}$ 。以下重复逐次到  $n$  时间的计算，就能得到  $t_n$  时间的河床高。

在河床变化计算中，由于河床材料的粒度分布的变化、效果的处理及境界条件的设定合适与否，会在计算结果中产生差异，因此必须对这些问题进行研究。

#### [参考 14.1] 输沙量计算法

在河床变化中必须考虑的输沙量通常是悬移质沙和推移性输沙。如蓄水池变化那样流速变化较大的情况下，也必须对 wash load 进行研究。而且，在推移性输沙力和河床粒度分布的关系中，推移性输沙量或悬移质沙量中任何一方比较突出时，就可以只采用它的输沙量公式。在推断流沙量时，反映小规模河床形态特性的同时，要用与河床形态相适应的摩擦速度有效摩擦速度比来计算每个 Lower regime, Upper regime 的输沙量。

常用的流沙量公式如下。

#### · 推移性输沙量

1. 佐藤·吉川·芦田的公式

$$q_B = \frac{u_*^3}{\left(\frac{\sigma}{\rho} - 1\right)^{\frac{2}{3}}} \cdot \phi \cdot F(\tau_0 / \tau_c)$$

式中， $q_B$ ：单位宽单位时间的推移性输沙量， $u_*$ ：摩擦速度 $=\sqrt{gHI_c}$ ， $H$ ：水深， $I_c$ ：能量坡度， $\sigma$ ：沙的密度， $\rho$ ：水的密度， $g$ ：重力的加速度

$\phi$  是  $n > 0.025$  时  $\phi = 0.632$        $n < 0.025$  时  $\phi = 0.623 (40n)^{-3.5}$       ( $n$ ：的粗度系数)

而且  $F$  是图 14-1 中所示的  $\tau_0 / \tau_c$  的函数。

这里， $\tau_0$  是作用于底面的推移性输沙力， $\rho g H I_c, \tau_c$  是 (Shields) 图表，它是利用岩恒

公式等从河床材料中求出的无次方移动界限推移性输沙力。

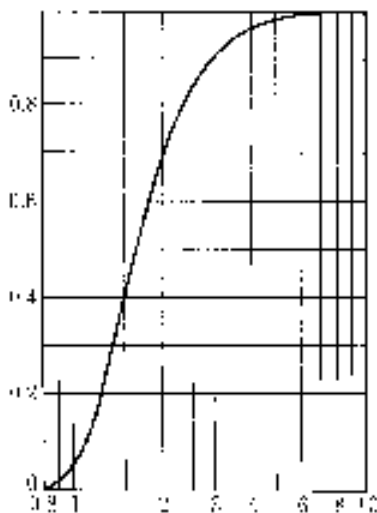


图 14-1 佐藤、吉川、芦田式中F 和  $\tau_0/\tau_c$  的关系

2. Einstein(恩斯坦)式

(1) 同等粒子直径 
$$\frac{q_B}{\sqrt{\{(\sigma/\rho)-1\}gd^3}} = \frac{f(\psi_e)}{43.5[1-f(\psi_e)]} \quad (14-4)$$

这里,  $q_B$  : 单位宽度、单位时间内推移性输沙量的容积,  $d$  : 粒子直径

$$f(\psi_e) = 1 - \frac{1}{\sqrt{\pi}} \int_{-0.143(1/\psi_e)^{-2}}^{0.143(1/\psi_e)^{-2}} e^{-t^2} dt \quad (14-5)$$

$$\psi_e = u_{*e}^2 / \{(\sigma/\rho)-1\}gd$$

$u_{*e}$  : 使用与有效推移性输沙力相对的摩擦速度通过以下公式求得。

$$u_{*e} = \sqrt{gR_b \cdot I_e} \quad (14-7)$$

$R_d$  可以通过以下方程式求得。

$$\frac{v}{\sqrt{gR_b \cdot I_e}} = 5.75 \log_{10}(12.27R_b \cdot x/d)$$

(14-8)

这里,  $v$  : 平均流速,  $x$  : 为图 14-2 所示函数, 当  $du_{*e}/11.6 > 10$  时  $x=1$ 。

(2) 混合粒子直径

如果将前面算式中的  $q_B, \psi_e$  替换为

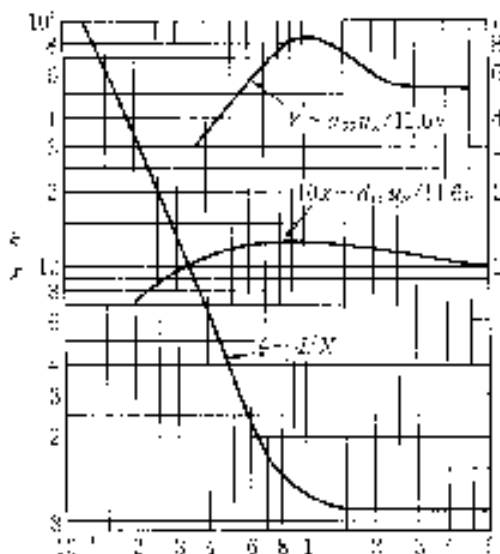


图 14-2  $\xi$  : 求 x 和 y 的图表



$$q_B^* = q_B \cdot i_B / i_b, \quad \Psi_e^* = \frac{1}{\xi Y (\beta^2 / \beta_x^2)} \Psi_e \quad (14-9)$$

就可以直接适用。

这里,  $i_b, i_B$ : 指定粒子直径范围的河沙在河床和推移性输沙中分别所占比例,  $\xi$ : 为遮蔽系数, 它是砂砾在流层底层被遮蔽或细沙被粗沙遮蔽的修正系数 (图 14-2 为  $d/X$  的函数),

$$d_{65} u_{*e} / (11.6 v_x) > 1.80 \quad : X = 0.77 d_{65} / x \quad (14-10)$$

$$d_{65} u_{*e} / (11.6 v_x) < 1.80 \quad : X = 1.39 (11.6 v / u_*) \quad (14-11)$$

$Y$ : 为扬压力的修正系数, 如图 14-2 所示, 它是  $d_{65} u_* / 11.6 v$  的函数。

$$\beta^2 / \beta_x^2 = \{ \log_{10} 10.6 / \log_{10} 10.6 (X \cdot x / d_{65}) \}^2 \quad (14-13)$$

### 3. 芦田·道上式

#### (1) 同样粒子直径

$$\frac{q_s}{u_{*e}} = \frac{q_s}{\sqrt{sgd^3}} \cdot \tau_*^{-1/2} = 17 \tau_{*e}^{3/2} \left( 1 - \frac{\tau_{*c}}{\tau_*} \right) \left( 1 - \frac{u_{*c}}{u_*} \right) \quad (14-13)$$

这里,  $\tau_* = u_*^2 / sgd$ ,  $\tau_{*e} = u_{*e}^2 / sgd$ ,  $\tau_{*c} = u_{*c}^2 / sgd$

$s = \rho g$ ,  $u_{*e}$ : 有效摩擦速度

另外, 式 (14-13) 中的  $\tau_*$ ,  $u_*$  是分别将理论式中的  $\tau_{*e}$  和  $u_{*e}$  修正后所得的值, 这个值与实验值有着更好的适合性。

这里  $q_B$ : 单位宽度、单位时间内推移性输沙量的容积,  $d$ : 粒子直径,  $u_*$  摩擦速度。

有效摩擦速度可以通过以下方程式求得

$$u / u_{*e} = 6.0 + 5.75 \log_{10} \frac{R}{d(1 + 2\tau_*)} \quad (14-14)$$

#### (2) 混合粒子直径

混合颗粒的输沙量可以作为式 (14-13) 中的  $\tau_*$ ,  $u_*$  利用各粒子直径的值求得。

$$\frac{q_{Bi}}{f_0(d_i) u_{*e} d_i} = 17 \tau_{*ei} \left( 1 - \frac{\tau_{*ci}}{\tau_{*i}} \right) \left( 1 - \frac{u_{*ci}}{u_*} \right) \quad (14-15)$$

但是混合沙的各粒子直径的临界推移性输沙力如下,

$$\frac{d_i}{d_m} \geq 0.4 : \frac{\tau_{ci}}{\tau_{cm}} = \left\{ \frac{\log_{10} 19}{\log_{10} (19d_i / d_m)} \right\}^2 \frac{d_i}{d_m} \quad (14-16)$$

$$\frac{d_i}{d_m} < 0.4 : \frac{\tau_{ci}}{\tau_{cm}} = 0.85 \quad (14-17)$$

这里,  $q_{Bi}$ : 粒子直径  $d_i$  的砂砾的输沙量

$f_0(d_i)$  : 粒子直径  $d_i$  的砂砾在河床中所占的比例

$$\tau_{*ei} = u_{*e}^2 / (\sigma / \rho_0 - 1)gd_i$$

$$\tau_{*i} = u_*^2 / (\sigma / \rho - 1)gd_i$$

$$\tau_{*ci} = u_{*ci}^2 / (\sigma / \rho - 1)gd_i$$

$$\tau_{ci} = \rho u_{*ei}^2$$

$$\tau_{cm} = \rho u_{*cm}^2$$

$$\tau_{cm} = 0.05(\sigma - \rho)gd_m$$

另外，有效摩擦速度  $u_{*e}$  可以通过以下算式求得。

$$\frac{U}{u_{*e}} = 6.0 + 5.75 \log_{10} \frac{R}{d_m(1 + 2\tau_*)} \quad (14-18)$$

这里， $U$  为平均流速。

· 悬移质沙量

1. Lane · Kalinske(莱恩 · 凯林斯基)式

$$q_s = qC_a P \exp\left(\frac{6a_0 w_0}{khu_*}\right), \quad P = \int_0^1 \left[1 + \frac{1}{k\psi}(1 + 1m\eta)\right] \exp\left(-\frac{6w_0}{ku_*}\eta\right) d\eta \quad (14-19)$$

$$q_s = qC_0 P, \quad C_0 = a\Delta F(w_0) \left[ \frac{1}{2} \left(\frac{u_*}{w_0}\right) \exp\left\{-\left(\frac{w_0}{u_*}\right)^2\right\} \right]^n \quad (14-20)$$

这里， $q_s$  : 单位宽度、单位时间内的悬移质沙量， $q$  : 单位宽度流量， $P$  : 如图 14-3 所示为  $w_0/u_*$ 、卡尔曼常数  $k$  及  $\psi = v/u_*$  的函数， $C_a$  : 在基准点  $x=a_0$  处的浓度， $C_0$  : 河床浓度(ppm)， $\Delta F(w_0)$  : 沉降速度为  $w_0$  的沙粒在河床砂砾中所占的比例， $a, n$  为常数， $a=5.55$ ， $n=1.61$ ， $\eta=z/h$ 。

2. instein (恩斯坦) 式

$$i_s q_s = i_B q_B \frac{0.4}{k} (P_1 I_1 + I_2) \quad (14-21)$$

这里

$$P_1 = 8.5k + 2.3 \log_{10} \frac{h}{k_s}$$

$$I_1 = 0.216 \frac{A^{z-1}}{(1-A^z)} \int_A^1 \left\{ \frac{1-\eta}{\eta} \right\}^z d\eta$$

$$I_2 = 0.216 \frac{A^{z-1}}{(1-A^z)} \int_A^1 \left\{ \frac{1-\eta}{\eta} \right\}^z I_n \eta d\eta$$

$$A = a_*/h, z = w_0 \beta \cdot k \cdot u_*$$

$$(14-22)$$

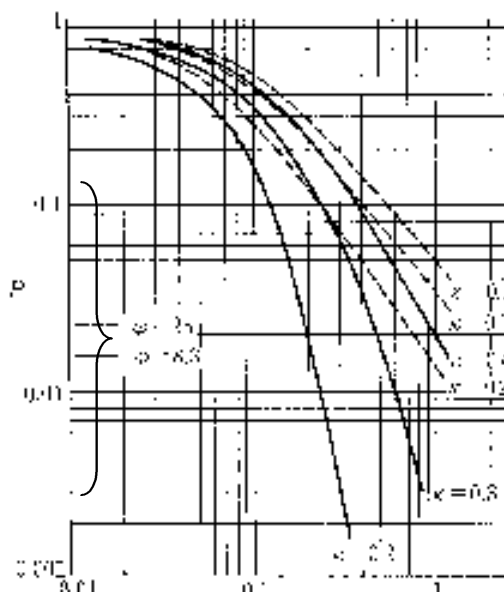


图 14-3 在 Lane Kalinske 中的 P 值 (芦田)

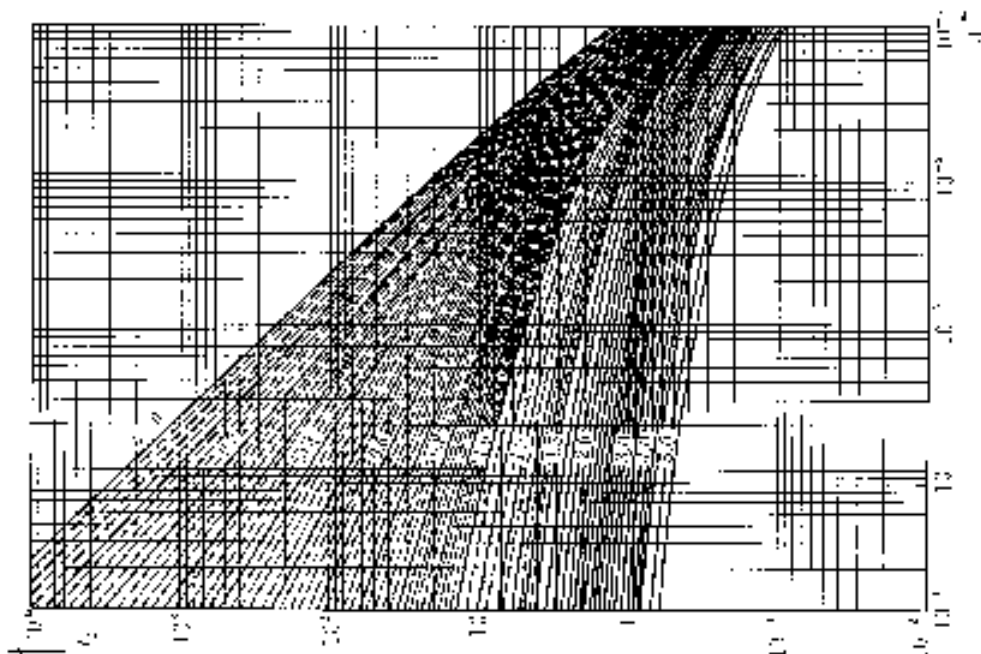


图14-4 Einstein 式中  $I_1$  和  $I_2$  以及  $a_*/h$  的关系

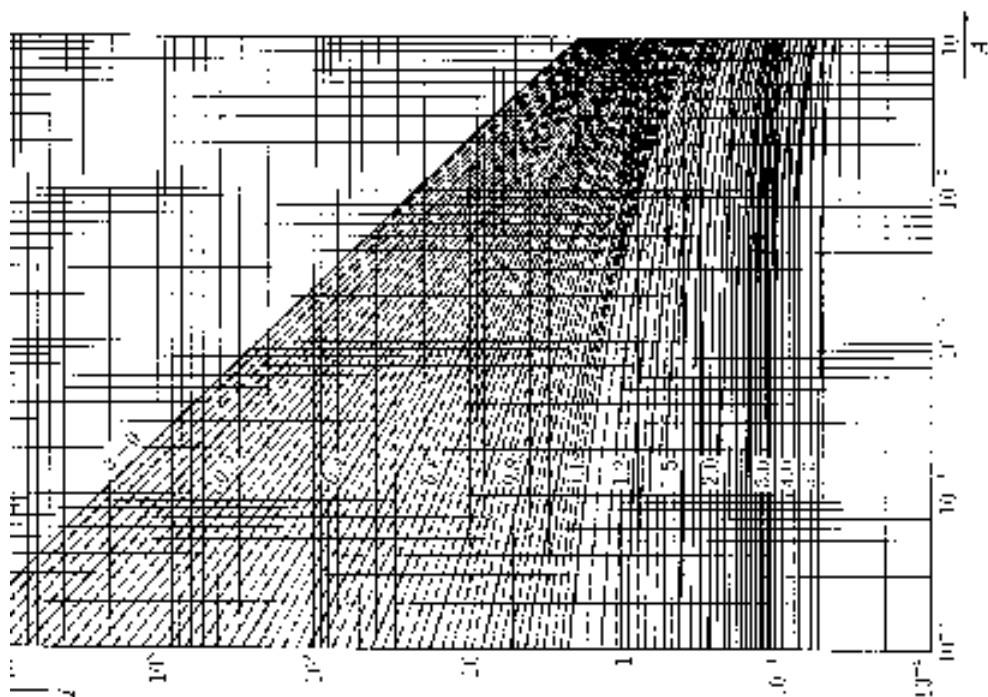


图14-5 Einstein 式中  $I_1$  和  $I_2$  以及  $a_*/h$  的关系

$a_*$  : 悬移质临界点,  $k_s$  : 为粗细度,  $I_1$  及  $I_2$  : 如图 14-4 及 14-5 所示, 是以  $z$  为参数的  $A=a_*/h$  的函数,  $I_s$  及  $I_B$  分别为在悬移质沙量、推移性输沙量中指定粒子直径范围的沙粒所占的比例。

在 Einstein 式中, 采用  $u_{*c} = \sqrt{gR'I_e}$  代替  $z$  中的  $u_*$ 。另外,  $k=0.4$ ,  $\alpha=1.0$ ,  $k_s = d_{65}/x$ ,  $P_1 = 2.303 \log_{10} 30.2xh/d_{65}$ , 取  $a_*=2d$  为悬移质界限点。

· 总输沙量

1. Laursen (劳森) 式

$$\frac{\bar{C}}{\left(\frac{d}{h}\right)^{7/6} \left(\frac{\tau'_o}{\tau_c} - 1\right)} = f\left(\frac{u_*}{w_o}\right), \frac{\tau'_o}{\rho} = \frac{v^2}{(7.66)^2} \left(\frac{d}{h}\right)^{1/3}, \tau_c / \rho = \phi_c \bullet (\sigma / \rho - 1)gd \quad (14 - 23)$$

式中,  $\bar{C}$  : 用重量表示的平均浓度 (%), 即  $C = 265q_r / q, f\left(\frac{u_*}{w_o}\right)$  : 它是图 14-6 中的  $u_* / w_o$  的函数,  $\tau'_o$  : 有效推移性输沙力,  $\tau_c$  : 临界推移性输沙力,  $\phi_c$  : 临界推移性输沙力的无次方表示 ( $\phi_c = 0.03 \sim 0.05$ )。  $q_r$  : 单位宽度的全流域沙量,  $q$  : 单位宽流量。

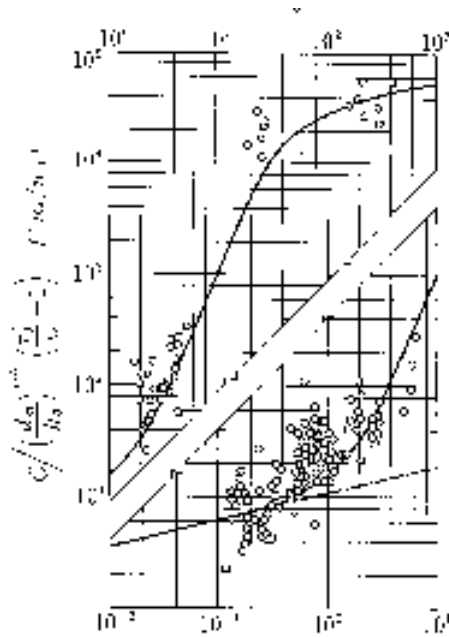


图 14-6 Laursen 的图表

2. Kalinske Brown (卡林斯基·布拉乌恩) 的公式

$$q_B / u_* d = f \left\{ u_*^2 / (\sigma / \rho - 1)gd \right\}^2 \quad (14-24)$$

$$\text{或 } q_B / u_* d = 10 \left\{ u_*^2 / (\sigma / \rho - 1)gd \right\}^2 \quad (14-25)$$

- 式中,  $q_B$  : 总输沙量  
 $u_*$  : 摩擦速度  
 $d$  : 沙粒直径  
 $\sigma$  : 沙的密度  
 $\rho$  : 水的密度  
 $g$  : 动力加速度

表 14-6 Lower regime 输沙量的预测法

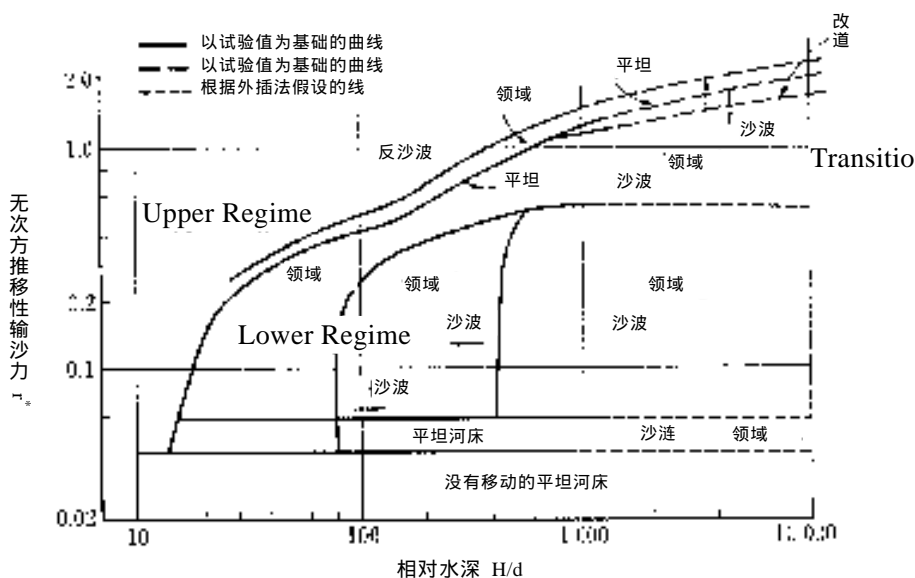
| 领域 | 河床形态               | 推移性输沙量公式  | 悬移质沙量公式  | 备考   |
|----|--------------------|---|--|--|
| 领域 | 沙堆                 | Lower regime<br>芦田·道上公式<br>佐藤·吉川·芦田公式   | 在河底面浓度公式中,把芦田·道上公式的有效摩擦速度考虑进去的 Lane-Kalinske 公式(要考虑河床形状引起的水流的阻力) | 芦田·道上公式适合于堆沙领域                                   |
| 领域 | 沙堆,沙波<br>(H/d<450) | 芦田·道上公式   |  | $\tau_*$ 在 0.1~0.3 之间时有时会发生沙涟                    |
| 领域 | 沙波 (H/d 450)       | d=0.02cm 时<br>$q_s / u_* d = 11.4 \tau_*^{5.4}$<br>d=0.03cm 时<br>$q_s / u_* d = 14.6 \tau_*^{4.6}$<br>d=0.05cm 时<br>$q_s / u_* d = 7.99 \tau_*^{4.2}$ | 不使用  | · 这个领域没有 H/d 引起的输沙量的差异<br>· 验证 Ripple 领域流沙量的数据很少 |

表 14-7 Upper regime 流沙量的预测法

| 领域 | 河床形态 | 推移性输沙量公式                | 悬移质沙量公式                     | 备考                            |
|----|------|-------------------------|-----------------------------|-------------------------------|
| 领域 | 平坦   | Upper regime<br>芦田·道上公式 | Lane-Kalinske 公式            | 与无次方推移性输沙力相对的输沙量的倾斜度实际上有时相对较缓 |
|    |      | Brown 公式                |                             | 在推移性输沙量公式中含悬移质沙量              |
|    |      | Upper regime            | Upper regime<br>Einstein 公式 | 输沙量的倾斜度与实际非常一致                |

\* ) Upper regime —  $u_* = u_{*\tau}$

Lower regime  $u_* > u_{*\tau}$  在流沙量计算中采用有效推移性输沙力。



· Wash load

$$Q_s = (4 \times 10^{-8} \sim 6 \times 10^{-6}) Q^2 \quad (14-26)$$

式中,  $Q_s$ : Wash load ( $m^3/s$ ),  $Q$ : 河流流量 ( $m^3/s$ )

输沙量计算的精度会对河床变化计算的精度产生极大的影响, 因此在选择计算公式及其应用

法时必须进行充分的研究。

流沙是流水（流水阻力）、河床形态、输沙量3者在同一水系中互相影响的现象，因此，预测输沙量时也要把河水阻力和河床形态考虑进去。如上所述关于输沙量提出了很多推断公式，目前各公式都对河水阻力特性和河床形态的被限定的局面进行了估计，而这些局面未必相同，因此在各输沙量公式间有相当大的偏差。而且，当河床形态和河水阻力应用于宽度较广的实际河流时，并不是用1个输沙量预测公式可以解决问题。

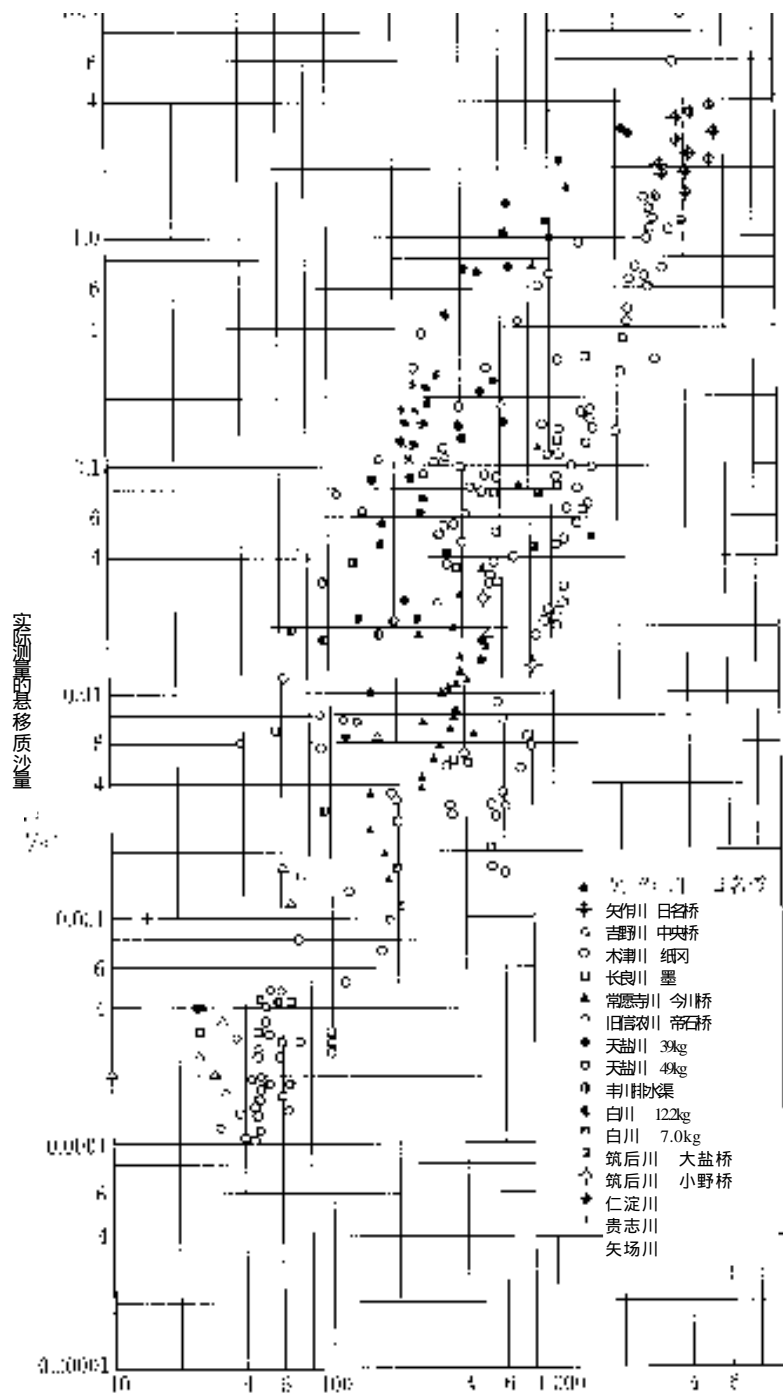


图 14-7 实测悬移质沙量和流量的关系

图 14-7 实测悬移质沙量和流量的关系

在较宽的水脉条件下，通过比较实测的流沙量和各种预测公式的计算值[土木研究所资料，3099号]，据此反映出小规模河床形态特性的同时，通过利用与河床形态相适应的摩擦速度、有效摩擦速度比，就可以计算推断出输沙量。在进行以上研究的基础上，关于 Lower regime, Upper regime 输沙量建议用表 14-6, 14-7 中的预测方式。

在实际计算中，在计算区间的整个领域里，要改变流量，进行数种的非均匀流计算，算出推移性输沙量、悬移质输沙量后进行比较，搞清支配河床变化的流沙形态。而且，此时也要考虑流量时间系列，并在此基础上对应该使用的最小流量和部分流量、选定反复进行不等流计算的单位时间等进行研究。

选定输沙量计算公式时，最好在本地河流输沙量观测结果和河床变化的分析结果等实测量的基础上，根据资料进行研究。但是，当无法得到这些资料时，要从这里列举的计算公式中选定。关于这些计算公式的应用方法和特征，有很多文献可供大家参考。

推移性输沙量的计算公式中，芦田·道上公式经常使用。它和 Einstein 公式经常被应用于均一直径粒子的情况和混合粒子直径的情况，但有人指出在混合粒子直径中，当粒度分布较大时，用 Einstein 公式的话，遮蔽效果的修正系数会变得过大，从而使细微粒子直径的流沙量估计过小。

在悬移质输沙量的计算公式中，用 Einstein 算法计算出的推移性输沙量可求出悬移质沙量，因此在混合粒子直径的情况下，由于上述理由计算精度会很低。基于实测资料的悬移质沙量公式是 Lane Kalinske 公式。但是，这个公式是采用美国的密西西比河和密芝恩河等数个河流的资料来规定出其系数值的。

关于 Wash load, 图 14-7 表示的是在很多直辖河中发大水时观测的结果。这个资料是作为悬移质沙的观测被进行水样采集的。但是从采集的资料的粒度构成来判断，应该视其为 Wash load 而不是悬移质沙。日本全国的平均值有着  $Q_s = 10^{-7} Q^2$  的关系。

#### 2.4.2 平面河床变化计算

平面河床变化计算的目的是，搞清河床正在变化的原因，不仅在预测河道将来情况时要进行计算，而且在预测河道线形变更和构筑物设置等引起的河床形状变化及伴随其产生的流动河道变化时也要计算。这种计算主要通过平面流分析求得流动河道和二元平面输沙量公式和流沙的连续公式，根据这些公式分析洪水中的河床纵向和横向形状随时间的变化。

#### 说 明

在汛期，河床伴随着河道的平面形状和构筑物引起的水流集中和分流等，发生变化。

平面河床变化是通过利用第 6 章 7 节的平面流算法得到的三元水流来计算作用于河床面的剪切力向量、输沙量向量、悬移质沙量等，利用流沙量的出入求出平面二元的河床变化的。它主要用于预测在河宽规模下产生的中规模的河床变化。

通过计算平面河床变化，可以预测河床冲刷等河床变化发生的原因及将来冲刷深度和堆积高等。计算河床变化时，需要充分研究相对于河床材料和河流的输沙量。

此外，制定河道计划时，通过计算进行平面流和平面河床变化预测将来的河床情况，这

样也可能帮助我们求得合适的河道平面形状和构筑物配置。在分析河床变化分析中的流动河道时，要采用三元分析法。

平面河床变化计算除了应用平面流计算的第 6 章 7.2 解释中的 1.2 的情况外，还用来预测和评价以下情况。即河道形状、构筑物和树木等引起的以下变化情况。

1. 河宽中的河床冲刷和游沙的位置与量
2. 沙洲的形成和移动·停止
3. 作用于河岸和河床的力
4. 死水区中的入沙的流动

复杂的压力变化影响到河床形状的变化时，构筑物近旁的河床变化和河口沙洲的形成等、与河床变化相关的水流在部分地区发生作用，处理水流三次元性较高的现象时，最好进行模型试验。而且，在基础情况不十分明确的情况下，有必要进行大型试验或模型试验等。

#### [参考 14.2] 输沙量公式的选定

根据输沙量调查及河床变化分析等的结果，选定适合对象河道区间的输沙量公式和修正系数（时间应变）。

#### 说 明

选定平面二元河床变化的输沙量计算公式时要参考河床材料和洪水时的水脉量。

用于验证输沙量公式的河床变化分析一般为一元或二元分析。

如果用各种流沙量公式来求实际洪水时的河床变化，计算值和实际测量值有时会有很大差异。这时，为了使分析时产生的河床变化与当地的河床变化相一致，要在对象水脉量的范围内修正（时间应变）输沙量公式后再使用。

另外，分析有石子河流中的河床变化时，对作为分析对象的粒度和粗化现象的发生及石河床的粒度也要进行调查，要研究河床变化的控制机制。进行这些验证时，事先需要进行充分细致的河床材料调查和河床横断面测量。而且，要利用钻孔调查等对河床中河床材料的堆积厚度进行调查。进行钻孔调查时，可以使用调查区间附近桥墩工程中已有的调查结果。

#### [参考 14.3] 输沙量向量的计算

输沙量向量是考虑底面流速的方向和底面剪切力、河床的纵横断面坡度等之后定的。

#### 说 明

进行平面河床变化计算时，有必要决定与河流和河床形状相对应的输沙量向量。

为了简化计算，通常要根据输沙量公式求主泓方向的输沙量，在考虑作用于河床面的剪切力和重力的斜面方向成分的基础上，求横断方向的输沙量成分。

#### [参考 14.4] 流沙的连续公式和分析方法

河床高的变化是用流沙的连续公式求出的，这个流沙的连续公式是把推移性输沙土沙浮游土沙量的出入差当作变化的。

把流向设为  $s$ ，与其成直角的横断方向设为  $n$ ，与  $s-n$  平面垂直的水深方向设为  $z$ ，这时流沙的连续方式表示如下。



$$(1-\lambda) \frac{\Delta Z}{\Delta t} + \frac{\Delta q_{Bs}}{\Delta s} + \frac{\Delta q_{Bn}}{\Delta n} + (q_{su} - \omega C_o) = 0$$

Owen 模型、Shen 模型

式中， $\lambda$ ：空隙率

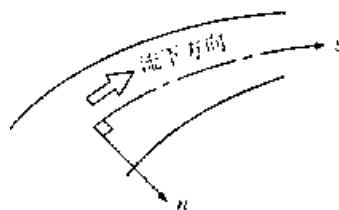
$Z$ ：河床高

$q_B$ ：推移性输沙量（ $s, n$  方向的推移性输沙量）

$q_{su}$ ：卷起的量

$\omega$ ：悬移质沙的沉降速度

$C_o$ ：悬移质沙的底面浓度



和流动河流一样把空间离散化，把河床变化量对时间进行积分，据此进行分析。在时间积分中，可以改变与河床相关的时间和与流动场所相关的时间，但是，这时河床变化的时间积分基本上采用阴解法。

式中，悬移质土沙要通过求解悬移质土沙的漂移流动扩散方程式来求得。要依据“流沙的水脉学”（吉川秀夫编：丸善）来计算悬移质土沙卷起量。要注意对冲刷泥沙的处理。特别是在封闭性水域和能感到潮水的区域的河口部会产生冲刷泥砂的堆积。

#### [参考 14.5] 构筑物的影响

通常是指求出构筑物配置引起的流动河道整体的变化以及伴随它的河床形状的变化。对构筑物周围的河流及河床的详细情况另外再进行研究。

#### 说 明

丁坝和河床加固等构筑物周围的河流是三元性。通过缩小管理领域，进行三元分析是可以求得构筑物周围的流况。但是，在构筑物周围，作用于底面的剪切力和压力变化的关系等与通常的流动河道不同，因此关于输沙量，滞后感应等会产生变化。于是，在处理流沙时，要和模型试验结果进行对比，这样的研究是十分必要的。

#### 2.5 人为因素引起河床变化量的调查

调查人为因素引起的河床变化量的目的是调查采集沙、碎石子对河床变化的影响。为此，要调查允许采集的沙、碎石子的数量等，算出往年各区间沙、碎石子的采集量及河床下降量。要根据本章 2.2 中规定的河道的纵横断测量，来掌握沙、碎石子的采集对河床变化的影响。

#### 说 明

有时沙、碎石子等的采集会成为河床变化的主要因素，因此需要根据情况掌握其影响。

#### 2.6 洪水时河床变化调查

当需要对洪水时局部地区冲刷和河床变化的实际情况进行调查时，要进行洪水时河床变化调查。

#### 说 明

在桥墩、丁坝、堤坝、水闸门等河流构筑物周围和弯曲部等水流集中的地方，发生第 2 次水流的地方，洪水的局部冲刷很显著。而且，即使在一般的河道里，洪水时的河床变化也

会很大。局部冲刷等在洪水后会被埋回去，在洪水过后的观测中，无法掌握洪水时的情况。因此，有必要在洪水发生时对这些变化进行连续地观测。

测定洪水河床变化时，要使用回声测深仪。回声测深仪通常在大范围内移动观察时使用，但是需要考虑到观测船的安全性和装载着信号收发器浮标的操作等。而且，测量最大冲刷深度的方法比较简单，其中有钻孔法和掩埋设置法等。

要根据调查的目的选择这些方法，在考虑河流情况的基础上进行计划是很重要的。

### 第3节 河流输沙量调查

#### 3.1 河流输沙量调查的目的和方法

为了对河床变化进行合理的推算，掌握流入河道的泥沙量、流入大海的泥沙量等，根据情况进行以下调查。

1. 通过对输沙量的观测所进行的调查
2. 利用河床挖掘所进行的调查
3. 通过测定水库蓄水池的淤沙量所进行的调查
4. 利用河口部水深测量数据所进行的调查

#### 说 明

河流泥沙量中的河床材料是受推移性输沙力支配的，目前已发表了许多规定这些关系的输沙量计算公式，但是就实际河流中的适用性而言，这些公式还存在着很多问题，必须在各个河流中进行观测和实际测量，确认它们的适用性，同时要提高精度。

输沙量的调查方法有以下几种。即利用输沙量观测的方法、对河床进行人为的挖掘，把洪水时埋回去的量和输沙量联系起来的方法、在拦沙坝和蓄水池等土沙未满的蓄水池中，根据洪水时的土沙堆积量求流沙量的方法、或利用洪水前后河口部水深测量数据求流沙量的方法。必须在考虑了河流特性和观测地点等情况等下选择可靠的方法。

#### 3.2 利用输沙量观测的方法

##### 3.2.1 推移性输沙土沙量调查

##### 3.2.1.1 推移性输沙土沙量调查的方法

推移性输沙土沙量调查的目的是，对推移性输沙土沙量进行观测，掌握推移性输沙量和推移性输沙力的关系。推移性输沙采沙器是一个满足推移性输沙量的观测目的的器材，而且，为了求推移性输沙量和推移性输沙力的关系，要对水深、水面坡度、流速、流量、横断面形状等进行测定，还要调查河床材料。

#### 说 明

最合适的采沙器是改良型土研式推移性输沙采沙器 A 型或 B 型。此外也可以制作适合当地情况使用的采沙器。

采沙器应具备的条件如下，可在不弄乱水流，不改变推移性输沙移动情况下进行采沙，为此，必须在流入口处尽量减小阻力，要使采集口很好地与河床吻合。

推移性输沙土沙量的变化与水深、水面坡度、河床材料、河床状态等有关，所以，需要

对这些情况进行调查。调查方法请参照调查篇第2章,第3章等。

### 3.2.1.2 推移性输沙土沙调查的观测次数、调查断面

平水时,原则上在同一流量同一地点测量10次以上,洪水时,在横断方向要设2个以上的观测点,尽量分别采集多次。

调查断面要选在本章3.2.1.1中记录的能很好地代表诸水力量的地点上。

#### 说 明

观测时期和观测地点要根据目的选择。在采集时还要测量记录采集地点的位置、测定时刻、采集时间、水深、水面坡度、采集器种类等。

正如本章3.2.1.1说明中所述的,推移性输沙土沙量的变化与水深、水面坡度、河床材料、河床状态等有关,因此如果在调查区间内选择可代表推移性输沙土沙量及上述各水力量的地点进行观测的话,就能掌握该河流的推移性输沙力和推移性输沙量的关系。因此,还要考虑调查断面是否满足上述条件,采沙器是否容易操作,它是否是可以同时观测的地点等。

### 3.2.1.3 数据整理

所谓数据处理就是根据观测记录对单位时间的推移性输沙量进行整理。而且,用干燥器把采集的试样干燥后称重,从中选择有代表性的试样进行粒度分析。

#### 说 明

观测记录的结果要按表14-8那样整理。

### 3.2.1.4 决定推移性输沙量的计算公式

用本章3.2.1.3中整理的的数据结果来决定适合河流或其地点的推移性输沙量的计算公式。

#### 说 明

为了比较各种计算公式的吻合性,最好采用观测所得的资料的平均粒子直径,以图表的方式表示输沙量和推移性输沙力的无次方关系。即求出

$$\frac{q_B}{u_* d} \sim \frac{u_*^2}{(\sigma/\rho - 1) \cdot g \cdot d} \quad (14-27) \text{ 的关系, 并同各种计算公式进行比较。}$$

式中,  $q_B$ : 单位宽单位时间的推移性输沙量的容积,  $u_*$ : 摩擦速度  $\sqrt{gHI_e}$ ,  $H$ : 水深,

$I_e$ : 能量的坡度,  $\sigma$ : 沙的密度,  $\rho$ : 水的密度,  $g$ : 重力的加速度。

系数修正时,使公式(14-2)中的 $\phi$ 值变化,比较计算结果是否与观测资料吻合。

表 14-8 推移性输沙土沙量计算表例

|      |       |              |             |       |       |              |                              |         |         |                  |
|------|-------|--------------|-------------|-------|-------|--------------|------------------------------|---------|---------|------------------|
| 水系名  |       |              | 河流名         |       | 观测地点  |              |                              |         |         | 地面建筑及工程办公室       |
| 水面坡度 | 1/    |              | 河床沙粒子平均直径   | Mm    | 粗度系数  |              | n=                           |         |         | 观测器材             |
| 年月日  | 测量线编号 | 测量线编号及自河床的距离 | 测量时间(时分~时分) | 水位(m) | 径深(m) | 平均流速 V (m/s) | 单位宽流量 q(m <sup>3</sup> /s/m) | 采集量(kg) | 采集时间(S) | 单位时间推移性输沙量(kg/g) |
|      |       |              |             |       |       |              |                              |         |         |                  |
|      |       |              |             |       |       |              |                              |         |         |                  |
|      |       |              |             |       |       |              |                              |         |         |                  |
|      |       |              |             |       |       |              |                              |         |         |                  |
|      |       |              |             |       |       |              |                              |         |         |                  |
|      |       |              |             |       |       |              |                              |         |         |                  |
|      |       |              |             |       |       |              |                              |         |         |                  |
|      |       |              |             |       |       |              |                              |         |         |                  |

|           |                                       |                   |                     |         |                |                   |      |     |  |
|-----------|---------------------------------------|-------------------|---------------------|---------|----------------|-------------------|------|-----|--|
| 地面建筑      |                                       | 工程工地办公室           |                     |         |                |                   |      |     |  |
| (土研式采集器)  |                                       |                   |                     |         |                |                   |      |     |  |
| 单位宽推移性输沙量 | 流沙浓度                                  | 测量线代表的推移性输沙宽      | 推移性输沙量              | 全断面平均流速 | 全段面积           | 流量                | 水面坡度 | 摘要  |  |
| Kg/s/m    | q <sub>s</sub><br>m <sup>3</sup> /s/m | q <sub>s</sub> /q | (m <sup>3</sup> /s) | m/s     | m <sup>2</sup> | m <sup>3</sup> /s |      |     |  |
|           |                                       |                   |                     |         |                |                   |      |     |  |
|           |                                       |                   |                     |         |                |                   |      |     |  |
|           |                                       |                   |                     |         |                |                   |      | 水温= |  |
|           |                                       |                   |                     |         |                |                   |      |     |  |
|           |                                       |                   |                     |         |                |                   |      |     |  |
|           |                                       |                   |                     |         |                |                   |      |     |  |

表 14-9 悬移质土沙量计算表例

| 水系名  |       |              | 河流名        |          |         | 观测场所      |               |                             | 地面建筑及工程办公室   |              |
|------|-------|--------------|------------|----------|---------|-----------|---------------|-----------------------------|--------------|--------------|
| 水面坡度 | 1/    |              | 河床沙粒子平均直径  | mm       |         | 粗度系数      | n=            |                             | 观测工具         |              |
| 年月日  | 测量线编号 | 测量线编号及自河床的距离 | 测量时间(开始终了) | 水位(开始终了) | 采集水深(m) | 水样采集量(cc) | 悬移质土沙干燥重量(mg) | 含沙量 mg/cc=kg/m <sup>3</sup> | 水样采集点的流速 m/s | 水样采集点的有效水深 m |
|      |       |              |            |          |         |           |               |                             |              |              |
|      |       |              |            |          |         |           |               |                             |              |              |
|      |       |              |            |          |         |           |               |                             |              |              |
|      |       |              |            |          |         |           |               |                             |              |              |
|      |       |              |            |          |         |           |               |                             |              |              |
|      |       |              |            |          |         |           |               |                             |              |              |
|      |       |              |            |          |         |           |               |                             |              |              |
|      |       |              |            |          |         |           |               |                             |              |              |
|      |       |              |            |          |         |           |               |                             |              |              |

| 地面建筑                           |                                 | 工程工地办公室                           |              |             |                     |                      |      |      |  |  |
|--------------------------------|---------------------------------|-----------------------------------|--------------|-------------|---------------------|----------------------|------|------|--|--|
| 流速计                            |                                 | 水样采集器                             |              |             |                     |                      |      |      |  |  |
| 测量线上的单位宽流量 m <sup>3</sup> /s/m | 水样采集点流沙量 (kg/s/m <sup>2</sup> ) | 测量线上单位宽流沙量 (kg/s/m <sup>2</sup> ) | 悬移质土沙量 t/sec | 全断面平均流速 m/s | 全段面积 m <sup>2</sup> | 流量 m <sup>3</sup> /s | 水面坡度 | 摘要   |  |  |
|                                |                                 |                                   |              |             |                     |                      |      | 水温 = |  |  |
|                                |                                 |                                   |              |             |                     |                      |      |      |  |  |
|                                |                                 |                                   |              |             |                     |                      |      |      |  |  |
|                                |                                 |                                   |              |             |                     |                      |      |      |  |  |
|                                |                                 |                                   |              |             |                     |                      |      |      |  |  |
|                                |                                 |                                   |              |             |                     |                      |      |      |  |  |
|                                |                                 |                                   |              |             |                     |                      |      |      |  |  |

### 3.2.2 悬移质泥沙量调查

#### 3.2.2.1 悬移质泥沙量调查的方法

悬移质泥沙量调查的目的是对悬移质沙量进行观测,掌握悬移质沙量同推移性输沙力和流量的关系,观测悬移质沙量时,要使用适当的水样采集器。而且,为了弄清悬移质沙量同推移性输沙力及流量的关系,要对水深、水面坡度、流速分布、流量、横断面形状等进行测定。

#### 说 明

水样采集器中有简易水样采集器 B 型等,此外,也可以使用针对目的制作的水样采集器。水样采集器应具备如下条件,能采集到未被弄乱的水样,要符合水流紊乱的状况,为了在能采集相应的平均流沙浓度可延长采水时间,采集口径至少是悬移质土沙最大粒子直径的 5 倍以上。而且,把水样放进水样瓶时,不要在采沙器内残留沙粒,从水样瓶中把水样取出时,同样要注意。

#### 3.2.2.2 对悬移质土沙的观测,调查断面

悬移质土沙的观测是根据水样采集器垂直方向的浓度分布测量,同时还要测定垂直方向的流速分布。横断面方向观测线数要根据河流的情况选择,原则上不少于 3 条。

调查断面要选在本章 3.2.2.1 中所述的能充分代表各水力量的地点上。

#### 说 明

进行观测时,因为流沙的浓度在河床附近最大,所以在河床附近测定时,要密切注意距河床的高度和流速测定。在测定中,要记录水样采集时刻、水样采集量、水样采集时间、水样采集点的流速、水深、水面坡度、水温等,把采集的水样换到总量水样采集瓶中。在调查地点,有必要实施河床材料调查。

#### 3.2.2.3 数据整理

根据观测记录对单位宽的流沙量进行整理。

#### 说 明

观测记录的结果要按表 14-9 那样整理。

首先,测定采集的水样中的含沙率。为了求出含沙率,测量水样重量,至少静放 24 小时,直到水清为止,其次,要排除清水,然后把剩下的沉淀物干燥后称重。

用含沙率和流速的积求悬移质土沙量。

在 1 条观测线上,将水深方向上各点的浮游土沙量加起来求单位宽的悬移质土沙量。

#### 3.2.2.4 悬移质土沙量计算公式的确定

根据本章 3.2.2.3 中数据整理结果,决定符合河流(或其地点)的悬移质沙量计算公式。

#### 说 明

为了了解已发表的悬移质沙量计算公式是否与调查地点吻合,要采用该地点的河床材料和水脉量计算悬移质沙量,把它和实际值进行比较。计算公式比较吻合,以及稍微改动就能求出计算公式的情况下,没有问题,但是求不出计算公式的情况下,要将实测资料整理公式(14-28)及(14-29),可以以它的平均值决定出常数。

$$q_s = kq^n \quad (14-28)$$

式中， $q_s$ ：单位宽的悬移质土沙量

$q$ ：单位宽的流量

$k$ ：因河流不同而异的常数

$n$ ：常数（2）

$$q_s = AH^m I$$

式中， $A$ ：因河流不同而异的常数

$H$ ：水深

$m$ ：常数（2~5）

$I$ ：水面坡度

### 3.3 河床挖掘的方法

河床挖掘的方法是对发生过 1 次洪水尚未完全埋回的大规模河床进行挖掘，通过洪水前后测量及对洪水水深、水面坡度、流速等观测，掌握河流泥沙量和推移性输沙力的关系。

#### 说 明

这个方法是在河流中人为地产生推移性输沙力，利用堆积在挖掘孔内的土沙和推移性输沙力的关系研究输沙量。因此，不能让在洪水中挖掘出的地方被完全埋回去。为此，在决定挖掘孔的规模时，重要的是要预先估计洪水规模，用[参考 14.1]的流沙量计算公式来研究此时的埋回量，决定挖掘孔的大小。

挖掘孔原则上要有 3m 深，但是也要考虑作业的难易和挖掘对周围的影响后再决定。

选择调查地点时，尽量选择直线区段，断面形状要整齐，纵贯方向上河床形状的变化也要小。而且，还要观测水脉量，因此，调查地点最好选在已有的水脉调查地近旁。

即使挖掘孔很深，挖掘处的输沙量一般也不会成为 0，流入的流沙中因为有流向下流的流沙，所以必须用挖掘场所及其上流和下流的推移性输沙力差来评价淤沙量。挖掘孔内的淤沙量多时，淤沙堆积量会对挖掘场所的推移性输沙力产生影响，所以需要假设一个流沙量计算公式进行河床变化计算，对照实测的变化情况研究计算公式。

### 3.4 测定水库蓄水池等的淤沙量的方法

测定水库蓄水池等的淤沙量的方法是利用泥沙未满的拦砂坝和水库蓄水池中的淤沙量的调查观测结果，求河流泥沙量。

#### 说 明

在这种方法中，河流泥沙往往包含推移性输沙和悬移质沙两种。

在水库蓄水池中，因为有很多地方在发大水前后要测量河床的纵横断面而调查淤沙量，所以可以知道 1 次洪水引起的淤沙量。这些泥沙是除去洪水中从水库地点流下的悬移质输沙后的所有流入泥沙，所以在水库下流若对悬移质沙观测的话，就能求出所有流入泥沙量。而

且，在流入蓄水池的河流中观测水力量，求出推移性输沙力，计算输沙量后，算出洪水通过输沙量，通过把这个量和流入泥沙量比较，从而求出输沙量的实用公式或研究输沙量计算公式是否吻合。

### 3.5 河口部水深测量数据的调查

河口部水深测量数据的调查就是比较洪水前后的河口部水深测量数据，推断流入河口部的土沙堆积量。如果据此减去沙洲部的侵蚀泥沙量就可能推断出河流泥沙量。

#### 说 明

测量洪水前后河口部水深，比较前后数据就可推断 1 次洪水引起的河流泥沙量。但是在测量间隔中，存在波浪引起的漂浮沙，河口部的土沙有可能被运走，所以水深测量间隔要尽量短，比如需要设定成 1~2 周。这个方法在评价河流流出土沙量对周围海岸产生的影响时是非常有效的方法。

## 第 4 节 河床质进行调查

### 4.1 河床质进行调查

河床材料的调查是为了获得河流泥沙量计算时所需的基础材料和其它河道计划及河流工程所需的基础材料，对粒度分布、比重、空隙率等所进行的调查。

#### 说 明

河床材料的调查是对河道沙砾，与流沙的移动量和河床变化及河道设计等有关的粒度分布、比重、沉降速度、空隙率等物理性质进行测定。其中沉降速度往往是根据粒子直径利用公式等进行推定的。而且，在石子河床河流中，也要进行表层河床材料的调查。

### 4.2 河床质调查的地点和次数

河床质调查的地点原则上在河流的纵贯方向上要间隔 1km，在断面上要取 3 个点以上。在水库淤沙、支流汇合点等局部河床材料变化剧烈的地方，要按实际情况决定采集地点的间隔。

调查次数原则上每 3 年 1 次，但是在蓄水池的淤沙地及水库下游的河床底下等能看到河床巨大变化的地点，要每年 1 次。

#### 说 明

粒度分布及其调查请参照调查篇第 9 章 2.6.2 及 2.6.3。

### 4.3 表层河床质的抽样调查法

表层河床质的调查中，有面积网格法、线网格法、平面采集法、照片测定法等，因此，要从中选择最合适的手法进行。

#### 说 明

#### 1. 面积网格法

如图 14-8 所示，使用适当大小的木框，以河床中最大石子直径为间隔拉线，选取线的交点下的石子。



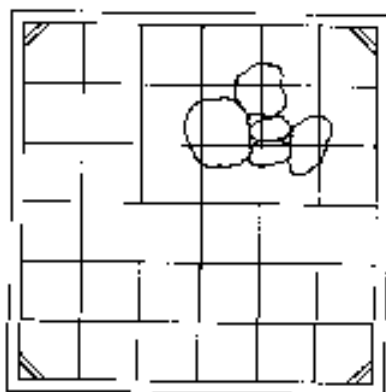


图 14-8 根据面积格子法进行的抽样调查

## 2. 线网格法

如图 14-9 所示，在河床上用卷尺拉直线，划分一定的间隔（河床材料的最大直径以上），选取其正下方的石子。

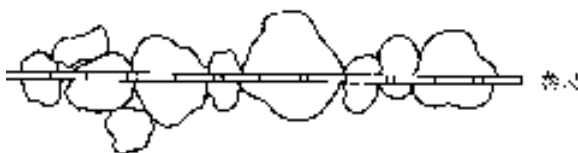


图 14-9 根据线网格法进行的抽样调查

## 3. 平面采集法

在一定的表面积中选取那些表面露出的所有石子。

对河床面拍照，从照片中读取有用的资料。

在这些方法中，2 的线网格法所需的道具最少，而且，它是随意抽取河床石子的标本，所以建议采用这个方法。粒子直径较小时，1 的方法最为正确，能掌握个别处表面粒度的变化。平面采集法因为要采集所有石子，所以看起来很完美，但是其缺点是不能识别必须采集的石子。特别是在小粒子直径的情况下，很难区别表层和表层以下的石子。在现场没有时间采集石子时，最好把河床照成照片，在照片上用 1 的方法进行测量。

## 4.4 数据整理

数据整理是根据调查篇第 9 章 2.6.3 进行的。

## 4.5 比重测定

为了测定粒度分布，要用采集的资料测定比重。沙子、石子、土颗粒的比重分别按照 JISA1109、JISA1110、JISA1202 的试验方法测定。

### 4.6 沉降速度的计算

除了特别的情况需要进行实际测量，沉降速度通常是根椐计算公式或计算图给出粒子的直径和水温来求得。

#### 说明

在沉降速度的实际测量中，要把水装入透明的圆筒状容器中，再式中让沙粒或石子落下，测定其沉降速度，但是，一般要把粒子看作一个球体，雷诺数  $U \cdot d/\nu$  ( $U$ ：沉降速度， $d$ ：粒子直径， $\nu$ ：水动粘滞性系数) 为 1 以下的细沙适用 Stokes 公式，雷诺数大于 1 时，采用抵押系数的鹤见公式等很适用。图 14-10 是这些计算的实例。

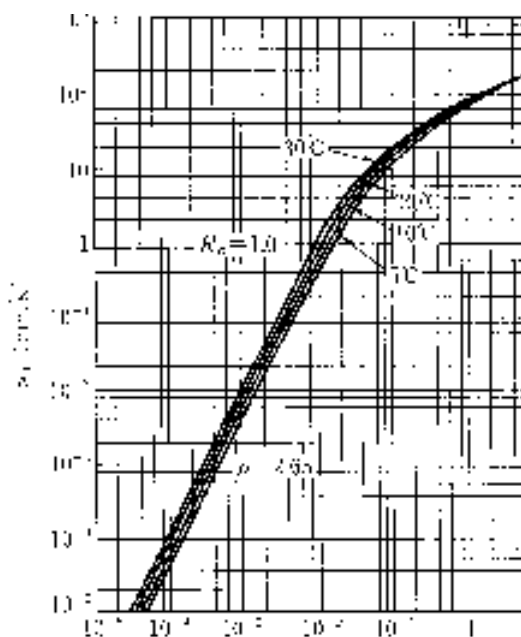


图 14-10 沉降速度和粒子直径

在 Stokes 公式中，
$$U = \frac{1}{18} \left( \frac{\sigma}{\rho} - 1 \right) \frac{g}{\nu} d^2 \quad (14-30)$$

式中， $U$ ：粒子的沉降速度， $\rho^1$  粒子的密度， $\rho$ ：水的密度， $g$ ：重力的加速度， $\nu$ ：水动粘滞性系数

在鹤见公式 ( $\sigma=2.65$ ，水温为  $25^\circ\text{C}$  的情况下求出的) 中，就变成以下的情况。

$d > 0.015\text{cm}$   $U = 11940d^2\text{cm/s}$  (14-31)

$0.015\text{cm} < d < 0.11\text{cm}$   $U = 171.5d$  (14-32)

$0.11\text{cm} < d < 0.58\text{cm}$   $U = 81.5d^{0.667}$  (14-33)

$0.58\text{cm} < d$   $U = 73.2d^{0.5}$  (14-34)

#### 参考文献

- 1) 河流工程学 吉川秀夫 p.109~111 朝仓书店

- 2) 水力公式汇编 p.247
- 3) 水力公式汇编 p.223~228
- 4) 关于动床流的阻力和推移性输沙量的基础性研究 芦田和男, 道上正规 土木学会论文报告集 No.206 1972 年 10 月
- 5) 关于河床变化的研究: 第 23 届建设省技术研究会河流分会报告 1969 年 11 月
- 6) 利用回声测深仪对洪水时的河床进行观测 星畑国松 第 19 届建设省技术研究报告会 1965 年 11 月
- 7) 利用  $\gamma$  射线密度仪调查河床冲刷 有泉, 近藤, 森 土木研究所报告 第 123 号 1965 年 1 月
- 8) “桥墩周围的冲刷” 桥墩计划和设计 全日本建设技术协会
- 9) 现场测量 (2) —河床变化的测量— 土屋昭彦 土木技术资料 Vo1.14 No.5 1972 年 5 月
- 10) 砾石河床的抽样调查和统计处理 山本晃一 土木技术资料 Vo1.15 No.7 1965 年 1 月
- 11) 应用水力学 中 1 石原藤次郎·本间仁编 丸善
- 12) 水力学演习 下 荒木正夫, 椿东一郎 森北出版
- 13) 实用的水力计算例 土木施工设计计算例委员会编 山海堂
- 14) 土木研究所资料 3099 号 1992 年 3 月
- 15) 冲积河流学 山本晃一



## 第16章 水质和底质调查

### 第1节 总论

本章对水质和底质调查的基本方法做了规定。

#### 说 明

1. 为了科学地管理包括分布于河流、湖泊、蓄水池和海域的表面河水和地下水在内的水质，为了弄清这些水中的化学的、生物化学的和细菌学的性状及其物理性质的状态，制定包括预测水质在内的对策，需要对水质进行调查。地表水和地下水的化学的、生物化学的和细菌学的性状，容易受气候、降雨量等自然条件的影响，但是，受人为条件的影响也非常大。因此，在进行水质调查的时候，需要预先查清流域的污染源，并确定相应的调查方法和调查项目。

按目的不同，水质调查可分为水质观测、地下水调查、污染源和污染负荷量调查、水质污染预测调查、水质事故时的水质调查、酸雨调查和个别调查。

水质观测，是为了掌握公用水区的水质污染是否达到和维持了环境标准，也是为了取得管理河流（包括其流域）所必需的资料而长期地进行水质调查。为了进行这项调查，需要在各个水域设置标准点和广义点，并在这些地点进行水质和流量的综合观测，根据需要经常监视水质的变化。

地下水调查，是为了保持清洁的地下水（包括潜河水），取得旨在于有效地利用所需要的资料特别是关于水质的资料，而持续进行的一种观测。如何掌握地下水水脉，请参照调查篇第7章关于地下水调查一节。

污染源和污染负荷量调查，是为了掌握与公用水区的水质污染密切相关的污染发生源，和调查因此而发生的污染负荷量、排出污染负荷量、流入污染负荷量和集流率。

水质污染预测调查，是在制定公用水区的水质污染防治计划（包括各流域的下水道综合建设计划）、管理河流（包括其水域）、设置供水工程所必需的建筑物、重新开发湖泊、建设交通体系、建造住宅和工业用地等情况时，为评估各项计划的水资源环境并制定其对策，而进行的一种基础性调查。另外，关于生态环境的评估，可参照调查篇第18章的环境调查一节。

发生水质事故时的水质调查，是在发生漏油或鱼类飘浮等水质事故时紧急采取的一项调查。酸雨调查，是对可能长期影响河流和地下水水质的雨水质量所进行的一种调查。

个别调查，是为了了解河流、湖泊、海岸等地的建筑物的设计和施工所需的资料而对水质等进行的一种调查。通常这些调查都是采取具体问题具体处理的办法。

河流的水质不仅受人为因素的影响，也受流量等自然条件的影响。这些影响使水质发生很大变化。从时间方面来看河流的水质和流量的关系，一般来说，流量小的持续时间长，水质就稳定；如果因降雨发大水，涨水初期的水质浓度就会增高，随着流量的递减，水质也会变清。洪水结束后流量减少到洪水前的程度以后，短期内水质的浓度就会比涨水前低。众所周知，洪水径流初期的水质会恶化呈“黑浊颜色”，生物化学的氧需求量（BOD）和混浊度等会达到平时的数十倍。这是因为，平时沉淀于河床的部分污染物质，由于洪水冲击而暂时飘浮在水中的缘故。因此，在涨水前流量小的时期越长，洪水初期的水质就越坏。有人说，在洪水后的水质变清以后，泄洪会

使河床再次出现坑坑洼洼的现象，这些坑坑洼洼在被沉淀物填平以前，对净化水质有很大作用。但是，其详细机制至今尚未弄清。

黑污染水水质的调查结果，每次都不同。因为是个别调查，除本章 5.6 节略微谈及到的降雨时的流入负荷量外，不准备特意讨论。但是为了把握河河水质的情况还是应该根据需要进行调查。

除了进行上述水质调查以外，本章第 7 节还谈到了发生水质事故时调查水质的问题。此外，关于酸雨的调查，本章第 8 节已经谈及。

2. 进行底质调查的目的，是为了对河流、湖泊、蓄水池和海域进行合理管理，弄清堆积在其底部的化学的和生物化学的性状、各种成分的含量以及有关的物理性质和底质对水质的影响。调查含有有害和有毒物质的底质以及含有的大量有机物，是为了取得研究疏浚的必要性、疏浚方式、疏浚处置方法等所需要的资料。因此，必须注意研究与这些有害物质、有机物及营养盐相关的人为因素，确定调查方法和调查项目等。

3. 在整理本章所说的调查结果时，可参照《水文观测业务规定及细则》。

## 第 2 节 水质调查

### 2.1 观测监测地点的设定

#### 2.1.1 观测监测地点的设定

观测监测时，可根据需要设定标准点和一般点。

#### 2.1.2 标准点的选定

标准点是保持河水正常和环境标准等管理公用水水域的重要地点，需要选在能代表该水域的水质和能持续调查水质的地点。

#### 说 明

标准点，可选在具备以下任何一项条件的地点。

1. 有水质污染的环境标准点。
2. 能全面掌握公用水水域情况的地点。
3. 是治水、供水计划上的标准点。
4. 是利用河水的重要地点。

#### 2.1.3 一般点的选定

一般点，除本章 2.1.2 规定的标准点以外，为了掌握公用水水域的水质状况，可选择需要继续调查水质的地点。

#### 说 明

一般点的选择应符合以下任何一个条件。

1. 目前对水质产生很大影响或者预料今后会产生影响的支流和排水渠等汇合处的上游或下游的地点以及支流或排水渠汇合前的地点。
2. 河流中流量大的支流汇合处的上游或下游地点以及支流汇合前的地点。
3. 河流从山谷进入平原时地形发生变化的地点。

4. 河流的流域地质发生变化的地点。
5. 在直接流入湖泊或蓄水池的河流或排水渠中,对湖泊和蓄水池的水质产生大的影响或预料今后会产生影响的河流和排水渠流入之前的地点。
6. 湖泊和蓄水池的出入口或者湖心以及其他认为必要的地点。
7. 在标准点以外利用河水的地点。
8. 在直接流入海域的河流和排水渠中,对该海域的水质已产生很大影响或预料今后会产生影响的河流等流入前的地点。
9. 在河流和排水渠等流入海域的地点。
10. 在封闭性海域的湾口、海峡等与外海海水交汇的地点。
11. 在其他有特别污染的地点。

## 2.2 设置在观测监测地点的机器设备

### 2.2.1 水位流量观测设备的设置

在河流及排水渠的标准点和一般点,原则上要设置水位和流量观测设备。但是,如果流量观测点在附近,而且认为两者之间的流量不会增减时,则不在此限。

#### 说 明

在河流的标准点和一般点,每次采集水样时要观测水位和流量,将其结果和水质观测结果作为资料加以保存。因此需要设置能够测定水位和流量的设备。

### 2.2.2 设置水质自动监视装置

水质自动监视装置,要设在标准点特别是需要连续监视水质的地点。

#### 说 明

水质自动监视装置是连续观测水质的仪器,应安装在标准点特别是需要连续观测的地点,以便长期收集水质资料和观测异常水质现象。

利用水质自动检测装置除测定水温、PH 值、导电率、溶解酸率(DO)、混浊率外,还可根据需要测定氟、化学需氧量(COD)、总氮、氨状氮、总磷等等。水质自动监视装置的数据,可以根据需要传送给管理者。

### 2.2.3 设置自动采集水样装置

自动采集水样装置,要设置在标准点和一般点以及流域的支流和排水渠中需要连续监视水质的地点。

#### 说 明

自动采集水样装置,不依靠人力便可长期定时地采集并保存试样。虽然不能自动地测定试样的性质(水质),但是,能在一定时间内保存流走的水,因此,在重金属类和毒性物质等流入水中危害鱼类时,或者净水后的供水出现异常时,可以利用保存的试样查明原因。自动采集水样装置的种类虽然很多,但这个设备能在一定时间保存试样后自动排水并采集新试样,使用起来很方便。

## 2.3 水样采集位置

### 2.3.1 河流（湖泊、水库等除外）的水样采集位置

河流的水样采集是在河中心进行的。但是，左岸或者右岸附近水质有明显不同的地点，在左岸或者右岸附近都可以选定具有代表性的地点采集水样。

#### 说 明

水样采集位置一般都选在河中间，但如果在上游有支流或排水渠流入的话，左岸或右岸附近的水质就会截然不同。特别是，潮汐河流的流速减缓时，其趋势尤为明显。在水质与河中心不同时，需要在左岸或右岸采集水样。需要在左岸或右岸采集水样时，要在河中心与左岸或右岸的河岸之间的横断面处，把与河水断面面积几乎相等的地点选为左岸或右岸的水样采集位置。水质自动监视装置和自动采集水样装置的取水位置也可以参照这种条件确定。

### 2.3.2 湖泊及海域的水样采集位置

湖泊及海域的水样采集，应该选在最能代表整个水域的湖心等位置进行。如果水域面积较大，就会存在受流入河水影响的水域，应在这些水域选择几个代表性的位置进行采样。

#### 说 明

在选定调查地点时，必须充分考虑湖泊和海域的水脉条件。最能代表整个水域特点的地点是湖心。湖的面积很小的话，整个湖可以选一个调查地点。也可以依湖盆形状和滞留时间而定，一般在湖泊等地容易因风吹出现循环流现象。因此可沿流下的方向在整个湖泊选择几个地点。根据循环流的大小，可在能够代表各处水情的地点分别选两三个地点。

其次，在湖面积较大、受流入河水影响大的水域，或者几乎都是同一水流的话，需要选择几个地点进行调查。

另外，湖泊和海域的观测监测地点，可根据本章 2.1.2 和 2.1.3 的条件确定其平面位置。

### 2.3.3 水库和蓄水池的采集水样位置

细长形水库或蓄水池，可在其横断面最深处采集水样。但是，左岸或者右岸附近水质与最深处水质明显不同的话，也可在左岸或者右岸附近选择其代表性的位置采集水样。

#### 说 明

与河流相似的那些细长水库和蓄水池，也可以按照河流的要求确定水样采集位置。

面积宽阔的水库和蓄水池的观测监测地点，可以按照本章 2.1.2 和 2.1.3 的要求确定平面位置。在确定位置时可以参考《水库蓄水池水质调查要领》和《闸坎水质调查要领》。



## 2.4 水样采集深度

### 2.4.1 河流的水样采集深度

河河水样的采集，原则上在水面下占水深 20% 的深度进行。如果水浅因水样采集可能搅动河床泥土的话，则应在不搅动河床泥土的深度采集水样。如果河水深而且水的上下部分未充分混合，则除了在水面下 20% 的深度处采集水样外。还可根据混合状态在水面下 50% 甚至 80% 的深度采集水样。

#### 说 明

在非潮汐河流，上下部分水混合得较充分，因此多在水面下 20% 深的地方采集水样。

在水浅的地方，采集水样会搅动河床的泥土或者剥离生长着的藻类。这些东西可能混入试样中，所以在这种情况下可以在水面附近采集水样。

在潮汐河流，往往上下部分的水混合得不充分。在这些河流中，原则上在 20% 水深处采集水样。但是潮汐河流的盐分会因月亮等情况而发生变化，需要根据河流的特性对水样采集的位置和方法进行充分研究。例如在混合不严重的时候，一般认为水深方向水质有区别。在潮汐河流需要在水面 20%、50% 甚至 80% 处采集水样。利用水质自动监视装置和自动采集水样装置采集水样的位置也可参照这些条件。

### 2.4.2 湖泊和海域的水样采集深度

在湖泊和海域采集水样，如果水深超过 3 米，而且水深方向水质有变化时，就要根据需要在表层（水面下 0.5 ~ 1.0 米的深度）、变水层或中层（占整个水深 1/2 的深度）、下层（河底表面 0.5 ~ 1.0 米）的深度采集水样。整个水深在 3 米以下时，可以不必在中层和下层采集水样。

#### 说 明

在一般湖泊等地采集水样，春天水表面变化不大，而水深方向水温会逐步升高。从春末到夏天，形成强温度突变层（水温突变层），在温度突变层上下的水几乎不产生混合现象。强温度突变层形成后变成层状的时期被称为停滞期或成层期。在停滞期，温度突变层开始使上层（表层或表水层）和下层（下层或底层）的水混合，所以水深方向的水质也会以温度突变层为界发生大的变化。因此，人们也把温度突变层称为变水层。

到了秋天，水表面开始变冷，水深方向的温度也接近一致，水深方向的水也变得容易混合了。这个时期被称作循环期。

湖泊水质就是这样变化的，至少在停滞期，是可能向水深方向发生大变化。因此，在停滞期需要从表层、变水层和下层采取试样，对各个试样进行分析。如果温度突变层没有明显形成，停滞期以外的时期就要在中层（整个水深的 1/2 深度处）采集水样。在循环期，如果证实各个水层的水质一样的话，只在表层采集样品也是可以的。另外，尽管本文有所规定，但如进行水温、DO、导电率等比较简单的现场测量的话，可以在表层、变水层、即 2 米左右处或者更深一点的 5 ~ 10 米左右处测定水深方向的分布情况，以便了解湖泊和蓄水池的成层状况及其水质特性。

如果整个水域的水深低于 3 米，可以不必进行中层和下层采集水样。这是因为水浅，无论春末或夏天都不会发生成层现象。

在海域，因河水流入和退潮等原因水深方向的水质变化频繁。因此原则上要在表层、中层和下层采集水样。在一些水域，若能证实季节变化后各水层水质都相同的话，也可只采集表层的水样。水质自动监视装置的水样采集位置，也可根据这些原则确定。但水深超过3米，而且一处只设有一台的话，可以将位置定在表层，如果设有两台则可以把水样采集位置定在表层和下层。

### 2.4.3 水库水样采集的深度

在水库，水深方向的水质会以温度突变层为界发生很大变化，因此要根据需要在表层、变水层、中层和下层的深度进行采集水样。

#### 说 明

水库也有同湖泊的温度突变层相同的特点。水库水样采集的深度，可遵照本章2.4.2和《水库水质调查要领》以及《堤堰水质调查要领》确定。

## 2.5 观测监测项目

### 2.5.1 在标准点和一般点应确定统一的测定项目

在标准点和一般点，根据需要要测定保护人类健康的环境标准项目、维护生活环境的环境标准项目、需要监测的项目以及其他项目。

#### 说 明

在整个公用水域，要确定保护所有人的健康的环境标准值和需要监视项目的指标值。原则上这些项目都要测定。不过，在一些没有水质污染的地方，可以省略其中一些项目。其他项目，是指污染自来水水源的三卤化甲烷生成能和排水限制等项目。根据需要还要把预料今后追加的环境标准值的项目中检测出来的物质和预料将来会检测出来的物质作为检测项目。另外，需要在一般点测定本文规定项目的情况通常是有支流等流入的情况，保护人类健康的环境标准项目要按照参考16.1~16.3)进行测定。

### 2.5.2 河流（湖泊、水库和蓄水池除外）的标准点和一般点的测定项目

在河流标准点和一般点，根据需要要测定水位、流量、气温、水温、关于生活环保的环境标准项目及其他项目。

#### 说 明

在设定了环境标准类型的C、D、E类的河流，如大肠杆菌数的测定认为没有必要时，这些项目也可以省略。其他项目的测定，可从色相、臭气、透视度、污染度、化学需氧量(COD)、可溶性BOD、可溶性COD、TOC、可溶性TOC、氯化离子（在潮汐河流需要测定）、n-己烷提取物质、酸度、碱度、硫酸离子、硫化物、总氮、可溶性总氮、铵状氮、亚硝酸状氮、硝酸状氮、总磷、可溶性总磷、原磷酸状磷、阴离子表面活性剂、色度、蒸发残留物、灼热减量、有机性浮游物(VSS)、叶绿素、重铬酸钾COD、(COD<sub>Cr</sub>)、三卤化甲烷生成能、农药、导电率、2MIB、洋茛菪苷、总硬度、钙、镁、二氧化硅、钠、钾、一般细菌、无机状碳(IC)、一次生产速度等项目中，选出认为需要的项目在该水域进行测定。

## [参考 16.1] 关于保护人类健康的环境标准

## 关于保护人类健康的环境标准

| 项 目   | 基 准 值        | 测 定 方 法   |
|---|--------------|---|
| 镉   | 0.01mg/l 以下  | 日本工业标准 k0102 (在本表、表 2、附表 1、附表 3、附表 6、附表 7 及附表 9 中简称为“标准”) 55.2、55.3 以及 55.4 中规定的方法和附表 1 举出的方法 |
| 全氟  | 不应检测出来       | 标准 38.1.2 和 38.2 规定的方法和标准 38.1.2 和 38.3 中规定的方法  |
| 铅   | 0.01mg/l 以下  | 标准 54.2、54.3 或 54.4 规定的方法以及表列举的方法   |
| 六价铬   | 0.05mg/l 以下  | 标准 65.2 规定的方法和附表 1 列举的方法  |
| 砷   | 0.01mg/l 以下  | 标准 61.2 规定的方法和附表 2 列举的方法  |
| 总汞量   | 0.0005mg/l   | 附表 3 列举的方法  |
| 烷基汞   | 不应检测出来       | 附表 4 列举的方法  |
| PCB   | 不应检测出来       | 附表 5 列举的方法  |
| 二氯甲烷  | 0.02mg/l 以下  | 日本工业标准 k0125 中 5.1、5.2、5.3.2 规定的方法  |
| 四氯化碳  | 0.02mg/l 以下  | 日本工业标准 k1025 中 5.1、5.2、5.3.1、5.4.1、5.5 规定的方法  |
| 1,2-二氯乙烷  | 0.04mg/l 以下  | 日本工业标准 k1025 中 5.1、5.2、5.3.1、5.3.2 规定的方法  |
| 1,1-二氯乙烯  | 0.02mg/l 以下  | 日本工业标准 k1025 中 5.1、5.2、5.3.2 规定的方法  |
| 顺式-1,2-二氯乙烯   | 0.04mg/l 以下  | 日本工业标准 k1025 中 5.1/5.2/5.3.2 规定的方法  |
| 1,1,1-三氯乙烷  | 1mg/l 以下     | 日本工业标准 k1025 中 5.1、5.2、5.3.1、5.4.1、5.5 规定的方法  |
| 1,1,2-三氯乙烷  | 0.006mg/l 以下 | 日本工业标准 k1025 中 5.1、5.2、5.3.1、5.4.1、5.5 规定的方法  |
| 三氯乙烯  | 0.03mg/l 以下  | 日本工业标准 k1025 中 5.1、5.2、5.3.1、5.4.1、5.5 规定的方法  |
| 四氯乙烯  | 0.01mg/l 以下  | 日本工业标准 k1025 中 5.1、5.2、5.3.1、5.4.1、5.5 规定的方法  |
| 1,3-二氯丙烯  | 0.002mg/l 以下 | 日本工业标准 k1025 中 5.1、5.2、5.3.1、规定的方法  |
| 二胺胺荒酰   | 0.006mg/l 以下 | 附表 6 列举的方法  |
| 西玛嗪   | 0.03mg/l 以下  | 附表 7 的第 1 和第 2 列举的方法  |
| 塞酚化合物   | 0.02mg/l 以下  | 附表 7 的第 1 和第 2 列举的方法  |
| 苯   | 0.01mg/l 以下  | 日本工业标准 k1025 中 5.1、5.2、5.3.2 规定的方法  |
| 硒   | 0.01mg/l 以下  | 标准 67.2 和附表 2 列举的方法   |
| <p>备考 1 标准值是年平均值。但是，全氟化物的标准值是最高值。</p> <p>2 所谓“不应检测出来”是指利用测定方法栏中的方法测定时，其结果低于该方法的定量限界。附表 2 与此相同。</p> <p>3 1,1,2-三卤化乙烷的测定方法，如采用日本工业标准 k1025 中 5 规定的方法的话，在 1,1,1-三卤乙烷的测定方法中，可使用日本工业标准 k1025 中的 5 规定的方法。在这种情况下，“氯化碳氢类混合标准液”的 1,1,2-三卤化乙烷的浓度，在使用溶媒提取 - 气体色谱法时，是 2ug/ml；使用赫德斯佩斯气体色谱法时，是 2mg/l。</p> |              |   |

[参考 16.2] 维护生活环境的环境标准

维护生活环境的环境标准

1 河流

(1) 河流 (湖泊除外)

| 项目类型 | 利用目的的适应性                             | 标准值   |                 |                |  |                      | 该水域   |
|------|--------------------------------------|---|-----------------|----------------|--|----------------------|---|
|      |                                      | 氢离子浓度 (pH)  | 生物化学的氧需要量 (BOD) | 浮游物质 (SS)      | 溶解氧量 (DO)  | 大肠菌数                 |   |
| AA   | 自来水 1 级<br>自然环境保护及 A 以下<br>栏中列举的     | 6.5 以上<br>8.5 以下  | 1mg/l 以下        | 25mg/l 以下      | 7.5mg/l 以上   | 50MPN/100<br>ML 以下   | 根据第 1<br>中 2 的<br>(2) 每<br>种水类<br>型指定<br>水域 |
| A    | 自来水 2 级、水产 1 级、<br>洗浴及 C 以下栏中列举<br>的 | 6.5 以上<br>8.5 以下  | 2mg/l 以下        | 25mg/l 以下      | 7.5mg/l 以上   | 1000MPN/1<br>00ML 以下 |   |
| B    | 自来水 3 级、水产 2 级<br>及 C 以下栏列举的         | 6.5 以上<br>8.5 以下  | 3mg/l 以下        | 25mg/l 以下      | 5mg/l 以上   | 5000MPN/1<br>00ML 以下 |   |
| C    | 水产 3 级、工业用水 1<br>级及 D 以下栏列举的         | 6.5 以上<br>8.5 以下  | 5mg/l 以下        | 50mg/l 以下      | 5mg/l 以上   |                      |   |
| D    | 工业用水 2 级、农业用<br>水及 E 栏列举的            | 6.0 以上<br>8.5 以下  | 8mg/l 以下        | 100mg/l 以下     | 2mg/l 以上   |                      |   |
| E    |                                      | 6.0 以上<br>8.5 以下  | 10mg/l 以下       |                | 2mg/l 以上   |                      |   |
| 监测方法 |                                      | 标准 12.1<br>规定的方法以及利用玻璃电<br>极的水质自动监视装置取得<br>与此相同的测定结果的方法 | 标准规定<br>的方法     | 附表 8 列<br>举的方法 | 标准 32 规<br>定的方法以<br>及用隔膜电<br>极的水质自<br>动监视测定<br>装置取得的<br>与此相同的<br>测定结果的<br>方法 | 利用可靠<br>数据的定<br>量法   |   |

备考 1 标准值是日平均值 (湖泊、海域与此相同)。

2 农业用水点, 氢离子浓度在 6.0 以上 7.5 以下, 溶解氧量是 5mg/l 以上 (湖泊也适应这一标准)。

3 所谓水质自动监测装置, 就是能够自动测量所需测定的项目的仪器 (具有能够把测定的结果自动记录的性能), 或与具备这种性能的仪器相连接的设备 (湖泊、海域也可适应)。

4 利用可靠数据的定量法适用于以下方面 (湖泊、海域也相同): 将试样分为 10ml、1ml、0.1ml 和 0.01ml 四个等级 (试样量在 0.1ml 以下时, 要稀释为 1ml 再用), 并分别移植到 5 个 BGLB 发酵管, 在 35 ~ 37 之间培养 48 ± 3 小时。把需要发生气体的装入大肠菌群阳性管, 以便从各个试样量得到阳性管数, 然后利用可靠数据表算出 100ml 中的最精确数。在这种情况下, 要适当地稀释, 以便使水样移植的最大量的水样的全部或大部变成大肠菌群阳性, 使水样移植的最小量的全部或大部变成大肠菌群阴性。另外, 在水样采集后, 如果不能立即进行试验, 必须进行冷冻, 并在数小时内进行试验。

(注) 1 自然环境保护: 保护自然景观等环境

2 自来水 1 级: 通过过滤等过程进行简易净化

自来水 2 级: 经过沉淀过滤等过程进行一般净化

自来水 3 级：经过上述各种处理后的高级净化

3 水产 1 级：用于养殖鱒鱼和嘉鱼等贫腐水性水域的水产生物或者养殖水产 2 级和水产 3 级的水产生物

水产 2 级：供养殖鲑鱼类鱼种和香鱼等贫腐水性水域的水产生物和水产 3 级的水产生物使用

水产 3 级：供养殖鲤鱼、鲫鱼以及 B-中腐水性水域的水产生物使用

4 工业用水 1 级：通过沉淀等过程进行一般净化

工业用水 2 级：注入药品等进行高级净化

工业用水 3 级：经过特殊净化

5 环境保护：以不对国民的日常生活（包括沿岸环境）产生不快为度

(2) 湖泊

(天然湖泊及蓄水量在 1000 万立方米以上的人工湖)

甲

| 项目类型 | 利用目的的适应性                             | 标准值  |              |            |  |                  | 该水域                            |
|------|--------------------------------------|--|--------------|------------|--|------------------|--------------------------------|
|      |                                      | 氢离子浓度(pH)                                    | 化学性氧需求量(COD) | 浮游物质量(SS)  | 溶解氧量(DO)                                 | 大肠菌群数            |                                |
| AA   | 自来水 1 级<br>水产 1 级<br>自然环保及 A 栏以下栏列举的 | 6.5 以上<br>8.5 以下                             | 1mg/L 以下     | 1mg/L 以下   | 7.5mg/L 以上                               | 50MPN/100mL 以下   | 根据第 1 中 2 的(2) 规定, 每种水域类型指定的水域 |
| A    | 自来水 2、3 级<br>水产 2 级<br>洗浴及 B 栏以下栏列举的 | 6.5 以上<br>8.5 以下                             | 3mg/L 以下     | 5mg/L 以下   | 7.5mg/L 以上                               | 1000MPN/100mL 以下 |                                |
| B    | 水产 3 级<br>工业用水 1 级<br>农业用水及 C 栏列举的   | 6.5 以上<br>8.5 以下                             | 5mg/L 以下     | 15mg/L 以下  | 5mg/L 以上                                 | -                |                                |
| C    | 工业用水 2 级<br>环境保护                     | 6.0 以上<br>8.5 以下                             | 8mg/L 以下     | 可以有垃圾等浮游物  | 2mg/L 以上                                 | -                |                                |
| 监测方法 |                                      | 标准 12.1 规定的方法以及水域玻璃电极的水质自动监视装置取得与此相同的测定结果的方法 | 标准 17 规定的方法  | 附表 8 列举的方法 | 标准 22 规定的方法或用隔膜电极的水质自动监视装置取得与此相同的测定结果的方法 | 使用可靠数据的定量法       |                                |

备考 对水产 1 级、水产 2 级及水产 3 级, 当前浮游物质量项目的标准值不适用。

- (注) 1 自然环境保护: 保护自然景观等环境  
 2 自来水 1 级: 通过过滤等过程进行简易净化  
 自来水 2、3 级: 经过沉淀过滤等过程进行一般净化或经过上述各种处理的高级净化  
 3. 水产 1 级: 供养殖红鲮鱼等贫营养湖性水域的水产生物或者供养殖水产 2 级和水产 3 级的水产生物使用  
 水产 2 级: 供养殖鲑鱼类鱼种和香鱼等贫营养性湖性水域的水产生物和水产 3 级的水产生物使用  
 水产 3 级: 供养殖鲤鱼、鲫鱼等富营养湖性水域的水产生物使用  
 4 工业用水 1 级: 通过沉淀等过程进行一般净化  
 工业用水 2 级: 注入药品等进行高级净化或进行特殊净化  
 5 环境保护: 以不对国民的日常生活(不快沿岸的环境)产生不快为度

乙

| 项目<br>类型  | 利用目的的适应性                                     | 标准值                       |               | 该水域                                   |
|---|--|---------------------------|---------------|---------------------------------------|
|   |  | 全 氮                       | 全 磷           |                                       |
| 1   | 自然环保及 2 以下栏列举的                               | 0.1mg/l 以下                | 0.005mg/l 以下  | 第 1 中 2 的<br>(2), 每种水<br>域类型指定的<br>水域 |
| 2   | 自来水 1.2.3 级 (特殊除外)<br>水产 1 种<br>洗浴及 3 以下栏列举的 | 0.2mg/l 以下                | 0.01mg/l 以下   |                                       |
| 3   | 自来水 3 级 (特殊的) 及 4 以下栏<br>列举的                 | 0.4mg/l 以下                | 0.03mg/l 以下   |                                       |
| 4   | 水产 2 种及 5 栏列举的                               | 0.6mg/l 以下                | 0.05mg/l 以下   |                                       |
| 5   | 水产 3 种<br>工业用水<br>农业用水<br>环境保护               | 1mg/l 以下                  | 0.1mg/l 以下    |                                       |
| 测 定 方 法   |  | 标准 45.2、45.3、45.4<br>规定方法 | 标准 46.3 规定的方法 | X                                     |
| 备考 1. 标准值是年平均值。<br>2. 在湖泊植物浮游生物大量繁殖的湖泊要指定水域类型；全氮项目的标准值，适用于全氮成为增殖湖泊植物浮游生物的原因的湖泊。<br>3. 全磷项目的标准值不适用于农业用水。 |  |                           |               |                                       |

- (注) 1. 自然环境保护：保护自然景观等环境
2. 自来水 1 级：通过过滤等过程进行简易净化  
 自来水 2 级：经过沉淀过滤等过程进行一般净化  
 自来水 3 级：经过上述各种处理的高级净化 (“特殊水”是指可以除去臭气物质的特殊净水)
3. 水产 1 种： 供养殖鲑鱼类鱼种和香鱼等贫营养性湖性水域的水产生物和水产 3 级的水产生物使用  
 水产 2 种：用于养殖公鱼等水产生物及用于养殖水产 3 种的水产生物  
 水产 3 种：供鲤鱼和鲫鱼等的水产生物使用
4. 自然环境保护：以不对国民的日常生活 (包括沿岸环境) 产生不快为度

2 海域

甲

| 项目<br>类型   | 利用目的的适<br>应性                       | 基 准 值  |  |  |                         |                   | 该水域   |
|--|------------------------------------|--|--|--|-------------------------|-------------------|---|
|  |                                    | 氢离子浓度<br>(pH)                                    | 化学性氧需<br>求量(COD)                           | 溶解氧量<br>(DO)                               | 大 肠 菌<br>群量             | n-乙烷提取物<br>质(油分等) |   |
| A  | 水产 1 级<br>洗浴<br>自然环保及 B 以<br>下栏列举的 | 7.8 以上<br>8.3 以下                                 | 2mg/L 以下                                   | 7.5mg/L 以上                                 | 1000mpn<br>/100L 以<br>下 | 不应检测出来            | 根据第 1<br>中 2 的<br>(2) 各<br>水域类<br>型所指<br>定的水<br>域 |
| B  | 水产 2 级<br>工业用水<br>C 栏列举的           | 7.8 以上<br>8.3 以下                                 | 3mg/L 以下                                   | 5mg/L 以上                                   |                         | 没有检测出来            |   |
| C  | 环境保护                               | 7.0 以上<br>8.3 以下                                 | 8mg/L 以下                                   | 2mg/L 以上                                   |                         |                   |   |
| 测定方法   |                                    | 标准 12.1 规定的方法、利用玻璃电极的水质最大监视测定专用方法以及取得与此相同测定结果的方法 | 标准 17 规定的方法(B 类型工业用水及水产 2 级中养殖海带的测定方法是碱性法) | 标准 32 规定的方法、利用隔膜电极的水质最大监视测定装置取得与此相同测定结果的方法 | 最佳数的定量法                 | 附表 9 列举的方法        |   |
| <p>备考 1 水产 1 级中, 养殖生食用牡蛎的水质的供水点大肠菌群数要控制在 70MPN/100mL 以下。</p> <p>2 所谓碱性法, 是指以下的内容。把 50mL 的检验水正确地放入三角烧瓶中, 加入 1 毫升的氢氧化钠溶液 (10W/V%), 然后再把 10 毫升的 N/100 高锰酸钾溶液放入, 在沸腾的水中放置 20 分钟。此后, 加入一滴氯化钾溶液 (10W/V%) 和碘化钠溶液 (4W/V%), 冷却后加入 0.5 毫升的硫酸 (2+1), 使碘分离出去, 用判明其效力的 N/100 硫酸钠溶液, 把淀粉溶液作为指示药滴入。与此同时, 利用蒸馏水代替试样, 求出同样处理的空白试验值, 并按下列公式计算 COD 值:</p> $\text{COD}(\text{O}_2\text{mg/l}) = 0.08 \times [(b) - (a) \times f\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \times 1000/50]$ <p>(a) : N/100 浓酸钠溶液的滴定值 (ml)</p> <p>(b) : 对蒸馏水进行空白试验值</p> <p>fNa<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub> : N/100 硫化浓酸钠溶液的力价</p> |                                    |  |  |  |                         |                   |   |

(注) 1 自然环境保护: 自然景观等环境的保护

2 水产 1 级: 用于养殖加级鱼、鲷鱼、裙带菜水产生物及水产 2 级的水产生物

水产 2 级: 用于养殖鲷鱼、海带等的水产生物

3 环境保护: 以不影响国民的日常生活 (包括沿岸环境等等) 为度。



乙

| 项目<br>类型                                      | 利用目的的适应性                                  | 标准值            |                | 该水域                      |
|---|---|----------------|----------------|--------------------------|
|   |   | 全氮素            | 全磷             |                          |
| 1   | 自然环境保护及 2 栏以下栏中列举的内容（水产 2 级及 3 种除外）       | 0.2mg/l 以下     | 0.002mg/l 以下   | 根据第 1 中 2 的（2）按水域类型指定的水域 |
| 2   | 水产 1 种<br>洗浴及 3 栏以下栏中列举的内容（水产 2 种及 3 种除外） | 0.3mg/l 以下     | 0.03mg/l 以下    |                          |
| 3   | 水产 2 种及 4 栏以下栏中列举的内容（水产 3 种除外）            | 0.6mg/l 以下     | 0.05mg/l 以下    |                          |
| 4   | 水产 3 种<br>工业用水<br>保护生物生息环境                | 1mg/l 以下       | 0.09mg/l 以下    |                          |
| 测定方法  |   | 标准 45.4 中规定的方法 | 标准 45.3 中规定的方法 |                          |
| 备考 1 以年平均值为标准值。<br>2 在海洋植物浮游生物明显增殖的扑鱼区划定水域类型。 |   |                |                |                          |

（注）1 自然环境保护：保护自然景观等的环境。

2 水产 1 种：包括水底生活鱼贝类在内的多种水产生物能保证均衡而稳定地扑获。

水产 2 种：除一部分水底生活鱼贝类，主要扑获以鱼类为中心的水产生物。

水产 3 种：主要扑获耐污染的特定水产生物。

3 保护生物生息环境：保证水底生活生物能够全年生息。

## [参考 16.3] 人体健康相关的需要监视的项目与指标值

|    | 项目名称           | 标准值         |
|----|----------------|-------------|
| 1  | 三氯甲烷           | 0.06mg/l 以下 |
| 2  | 转 - 1.2 - 二氯乙烯 | 0.04mg/l 以下 |
| 3  | 1.2 - 二氯丙烷     | 0.04mg/l 以下 |
| 4  | P - 二氯苯        | 0.04mg/l 以下 |
| 5  | 异恶唑磷           | 0.04mg/l 以下 |
| 6  | 二嗪农            | 0.04mg/l 以下 |
| 7  | MEP            | 0.04mg/l 以下 |
| 8  | 稻螟灵            | 0.04mg/l 以下 |
| 9  | 有机铜            | 0.04mg/l 以下 |
| 10 | TPN            | 0.04mg/l 以下 |
| 11 | 拿草特            | 0.04mg/l 以下 |
| 12 | EPN            | 0.04mg/l 以下 |
| 13 | DDVP           | 0.04mg/l 以下 |
| 14 | BPMC           | 0.04mg/l 以下 |
| 15 | IBP            | 0.04mg/l 以下 |
| 16 | CNP            | 0.04mg/l 以下 |
| 17 | 甲苯             | 0.04mg/l 以下 |
| 18 | 二甲苯            | 0.04mg/l 以下 |
| 19 | 对苯而甲酸          | 0.04mg/l 以下 |
| 20 | 硼              | 0.04mg/l 以下 |
| 21 | 氟              | 0.04mg/l 以下 |
| 22 | 镍              | 0.04mg/l 以下 |
| 23 | 钼              | 0.04mg/l 以下 |
| 24 | 铈              | 0.04mg/l 以下 |
| 25 | 硝酸性氮素及亚硝酸氮     | 0.04mg/l 以下 |

[关于水质污染的环境标准已部分地修改]

环水管第 21 号 (1993 年 3 月 8 日)

\* : 由于 1994 年 3 月废除 CNP 的 ADI, CNP 的指标数也被废除了。

## 2.5.3 湖泊标准点和一般点观测的项目

根据需要, 在湖泊标准点和一般点测定水位、气温、水温、透明度和保护生活环境的环境标准项目以及 COD 和其他项目。

## 说 明

在这些项目中, 在已设定环境标准类型的 B 和 C 类湖泊, 可以根据需要省略对大肠菌群数的测定。其他项目例如水色、以及本章 2.5.2 说明中列举的项目, 可以根据需要进行测定。在这种情况下, 要针对污染度、BOD、可溶性 COD、重铬酸钾 COD (COD<sub>Cr</sub>) /TOC、可溶性 TOC、无机碳、可溶性总氮、铵性氮、亚硝酸氮素、硝酸氮素、可溶性总磷、原磷酸态磷、有机性浮游物 (VSS)、叶绿素、1 次生产速度等就构成自来水水源或者将来成为自来水水源的情况及三卤化甲烷生成能、2MIB、洋茛菪苷等, 要尽可能地进行测定。

在富营养化水域或可能发生富营养化的水域, 需要对生物和生态进行调查。调查时可参照调查篇第 18 章河流环境调查一节。关于环境标准的项目, 可参考 16.1 和 16.2 的有关规定。

#### 2.5.4 海域的标准点和一般点的观测监测项目

根据需要要在海域的标准点和一般点测定水位、水温、透明度、保护生活环境的环境标准项目、氯化物离子及其他项目。

##### 说 明

在这些项目中，COD除了专门作为环境标准项目，利用碱性法COD(COD<sub>oh</sub>)观测以外，还可利用酸性法即利用COD<sub>cr</sub>测定。在环境标准类型B和C的海域需要测定大肠菌群数；在环境标准类型C的海域，可以不测定n-乙烷提取物。其他项目，除SS以外，还有本章2.5.2说明中列举的项目，这些都要根据需要进行测定。在这种情况下，在封闭性水域，要尽量对BOD、TOC、可溶性TOC、铵性氮、亚硝酸氮、硝酸氮、可溶性总磷、原磷酸态磷、叶绿素、1次生产速度等进行测定。

在富营养化水域和可能变成富营养化的水域，需要进行生物和生态关系的调查，但是，进行这些调查时，需要参照调查篇第18章关于河流环境调查的规定。

#### 2.5.5 水库等的标准点和一般点中需要测定的项目

在水库等的标准点和一般点，可根据需要对水位、气温、水温、透明度和保护生活环境标准项目及其他项目进行测定。

##### 说 明

所谓其他项目，是指水色以及本章2.5.2说明中所列举的项目，可根据需要进行测定。在这种情况下，要尽量测定混浊度、COD、可溶性COD、COD<sub>cr</sub>、TOC、无机碳、(IC)、可溶性总氮、铵性氮、亚硝酸氮、硝酸氮、可溶性总磷、原磷酸态磷、有机浮游物(VSS)、叶绿素、1次生产速度等。另外，如果是自来水水源或者将来会成为自来水水源，要尽量测定三卤化甲烷、2MIB、洋茛菪苷等。

在富营养化水域或者可能发生富营养化水域，需要调查生物和生态关系。此时可以参照调查篇第8章河流环境调查一节。另外需要调查的其它环境标准项目在参考16.1和16.2中都有规定。此外，需要观测的项目，可参照[水库和蓄水池水质调查要领][闸坝水质调查要领]。

### 2.6 观测次数

#### 2.6.1 河流(湖泊和水库除外)标准点和一般点观测的次数

对本章2.5.2列举的项目，原则上每月至少观测一天，在观测那天要每隔6小时共观测4次。在白天水质变化大的河流，要根据情况，一年观测两天，每天要每隔2小时共观测13次。但是，在这种情况下，白天变化小的地方，一天的观测次数可以适当减少。

##### 说 明

要按照本文规定的原则测量，但是，对本章2.5.2列举的“其他”项目，如果认为一天变化不大的话，一天测量一次也就足够了。

在有潮汐的河流，一天可以在满潮时和退潮时各测定一次。

### 2.6.2 湖泊标准点和一般点观测的次数

在湖泊的标准点和一般点观测本章 2.5.3 所列举的项目,原则上每月至少观测一天,每天观测二次,每隔 12 小时观测一次。此外,在白天变化少的地点,一天观测一次也就可以了。

#### 说明

在湖泊进行一般观测时,可按照关于河流那样的考虑并参照本文规定的次数进行。

### 2.6.3 海域的标准点和一般点观测的次数

在海域的标准点和一般点应该观测本章 2.5.4 所列举的项目,原则上是每月至少观测一次,每天在退潮和满潮时各观测一次。在白天,水质变化大的水域标准点和一般点,对于变化特别大的项目,可根据需要一天进行 13 次(每隔 2 小时进行一次)或 7 次(每隔 4 小时进行一次)观测。在白天变化小的地点,一天观测一次也就可以了。

#### 说明

原则上按本文的规定进行观测。不过,本章 2.5.4 的“其他”列举的项目中,认为一天变化不大的地点,一天观测一次也就足够了。

### 2.6.4 水库等标准点和一般点观测的次数

水库等标准点和一般点需要观测的如本章 2.5.3 所列举的项目,原则上每月至少观测一天以上,每天观测二次(每隔 12 小时)。变化小的地点,在白天一天可观测一次。

#### 说明

在水库等地,由于浊水等原因往往需要进行观测,以掌握洪水发生时和发生后的水质变化规律。在这种情况下,为了绘制水质的时间变化图,需要进行足够次数的观测,特别是在水质变化显著的洪水期,必须频繁地进行观测。届时,当然不需要对本章 2.5.3 所列举的所有项目进行观测。观测的次数可按照《水库水质调查要领》和《闸坝水质调查要领》决定。

## 2.7 水样采集时间

### 2.7.1 河流(湖泊和水库等除外)标准点和一般点的水样采集时间

在河流标准点和一般点采集水样,要避开下雨时和下雨后涨水时期,原则上要选比较稳定的低流量时间段里。另外在潮汐河流,水样采集的时间可选择白天退潮的时候。

#### 说明

在河流采集水样,原则上选择流量稳定的时候。

由于季节原因,有时不能在低流量时采集水样。在这种情况下,可根据本文所提出的原则确定水样采集时间。但是,需要调查负荷量(包括洪水时)时,却不受此限制。

水样采集最好避开星期日、节假日及其前后的日子。强风和强风过后,河床变得松软,测量容易出现误差,因此水样采集需要避开在这些时候。另外,在有潮汐河流采集水样时,白天涨潮的水质一般较不稳定,因此在制定水样采集计划时必须规定有一次要在白天退潮时进行。

### 2.7.2 湖泊标准点和一般点水样采集的时间

湖泊的标准点和一般点采集水样，需要避开降雨和降雨后的涨水期，原则上要选择在流入河流和流出河流的河水流量比较稳定的低流量时采集水样。另外，也要避开强风和强风过后采集水样。

#### 说 明

在水浅的湖泊采集水样，往往由于风吹引发河泥浮起，影响很大，所以要避开在强风和强风过后采集水样。

### 2.7.3 海域标准点和一般点采集水样的时间

在海域的标准点和一般点采集水样时，需要避开强风和强风过后的时段。如果其标准点和一般点的水质受流入河水的影响，需要避开降雨和降雨后涨水时段。另外，海域水样采集的时间，可考虑定在白天退潮的时候。

#### 说 明

在海域采集水样，也会碰到湖泊和蓄水池那样的在强风和强风过后遇到的许多问题，因此需要避开这些时间。另外，在海域采集水样会由于涨潮和退潮而导致水质发生变化，一般来说，白天退潮时水质最差。因此，水样采集时间可考虑定在白天退潮的时候。

### 2.7.4 水库等标准点和一般点采集水样的时间

在水库等地的标准点和一般点采集水样，要避开降雨和降雨后的涨水期，原则上要选择在流入河流和流出河流的流量比较稳定的低流量时段。另外要避开强风和强风过后的时段。

#### 说 明

水浅的水库其底泥很容易受风吹的影响，所以要避开在强风和强风过后采集水样。

另外，在水库采集水样时，由于有浊水等问题，要对降雨和降雨后涨水期的水质进行调查，重要的是了解涨水期的负荷量。

本文的规定并不妨碍进行这些调查。关于水样采集的时间，可参照《水库水质调查要领》和《闸坝水质调查要领》的各项规定确定。

## 2.8 水样采集方法

### 2.8.1 水样采集设备等

水样采集,原则上要使用取水设备。使用的取水设备、试样的数量以及试样瓶的种类依分析项目而有所不同,可采取适当的方法选取。

#### 说明

水样采集方法及试瓶等器皿的洗净问题,基本上是按《河河水质试验方法(草案)》操作。

水样采集除了因水浅不能使用水样采集器和进行水面采集水样以外,原则上都要使用水样采集器。水样采集器必须在规定的水深处正确地使用。采集D0用的水样,要尽量不暴露在大气中;采集杀菌试验用的水样,要利用事先杀过菌的细菌专用精密取水器。在湖泊等地进行深度不同的采集时,可以用携带式泵。但采集挥发性物质的水样不能使用泵。

### 2.8.2 混合水样的制作

制作混合水样并进行试验时,原则上按流量比例配制。若担心暴露于空气或者倒换容器而导致变质的话,不能采用混合水样。

#### 说明

分析水质的水样,原则上使用在标准点或一般点采集的水样。为了减少分析水质的检测数量,需要配制混合水样。在这种情况下,原则上按照流量比例配制试样。在配制混合试样时,可按照采集各水样时间的流量比配制;在河流等地配制横断面平均混合水样时,按照区分流量配制。但是,在停滞水域等地,如不采取流量比例时则不受此限制。

不用混合水样分析水质的项目有pH、D0、大肠菌群数、一般细菌数、IC、n-己烷提取物质、挥发性有机物、农药等。配制混合水样时,与其在现场进行,不如把各种水样带回实验室更好。

## 2.9 水样的预处理

如果不能立即分析采集的水样,就要根据需要在现场进行预处理。

#### 说明

分析水质,不论是哪个项目,采集后最好立刻分析。如果有困难,可在水样采集后立即根据《河河水质试验方法(草案)》进行保存处理,使其尽量不变质。

## 2.10 现场测定

在现场,除了水样采集和进行试样前处理以外,原则上要对下列项目进行观测和记录。

- |                     |            |
|---------------------|------------|
| 1. 气候               | 2. 气温      |
| 3. 水温               | 4. 水的外观和气味 |
| 5. 透视度和透明度          | 6. 整个水深    |
| 7. 水样采集深度           | 8. 水位和流量   |
| 9. 水流情况及潮汐河流的流向和潮位。 | 10. 水样采集时间 |

其他,要根据需要在现场对以下项目进行观测。

- |       |       |        |           |
|-------|-------|--------|-----------|
| 1. pH | 2. D0 | 3. 导电率 | 4. 简易生物调查 |
|-------|-------|--------|-----------|

另外,水样采集时如发现油膜和“黑色混浊物”等异常状态,需要记录。

## 说 明

原则上，对水位和流量都要观测，但是，在湖泊和潮汐河流等地，可只观测水位。

测定 pH、DO 和导电率，可利用现场的测定仪器，因此要利用这些仪器在现场进行观测。特别是由于 pH 水样吸收了空气中的碳酸气而可能使 pH 发生变化，最好在现场进行测定。但是，为了取得测定精度，pH、DO 和导电率最好都在实验室里进行。因此，要与进行现场测定一样，对同样的试样进行室内分析。

简易生物调查方法，可参照《河河水质试验法（草案）》（资料篇）。

### 2.11 现场测定方法

#### 2.11.1 水温

水温的测定可按照适当的方法进行。

## 说 明

水温测定的方法，可按照《河河水质试验法（草案）》进行。

测定水温时可使用棒形水银温度计、颠倒温度计、萨米斯塔温度计、白金抗体温度计中的任何一种。一般的测量，可多采取一些测点，将棒形温度计插入水中，量出平均温度。但是，在多个深度设点测定时以及测点少但又要测定深层处的水温时，最好使用投入式的热敏电阻温度计或者白金抗体温度计。

水温温度计和气温温度计都要分别准备，在万不得已时可以合用一个温度计，但是必须首先测定气温。

#### 2.11.2 pH

pH 的测定，要采取适当方法进行。

## 说 明

测定 pH 值，要使用具有《河河水质试验方法（草案）》规定的有上述性能的便携式 pH 计。

#### 2.11.3 溶解氧 (DO)

溶解氧 (DO) 的测定，可选择适当的方法。

## 说 明

溶解氧 (DO) 的测定，可在现场固定测定溶解氧，或者利用现场的溶解氧计进行。

溶解氧的测定法，可按照《河河水质试验方法（草案）》进行。

在湖泊和水库等几乎没有流速的水域，选取多个深度进行溶解氧测定时，使用安装着搅拌装置的电极会更方便，因为搅拌机的搅动可以使电极经常保持必要的流速。

另外，水温会对测定溶解氧产生很大影响，因此使用自动调温的溶解氧计是很方便的。

#### 2.11.4 导电率

导电率的测定，可采取适当方法进行。

##### 说 明

导电率的测定，可按照《河河水质试验方法（草案）》进行。

导电率会因温度的影响而发生很大变化，因此使水温保持在 25℃ 时测定最好。不过，在现场难以办到，所以如使用可调节温度的导电率计就方便多了。

#### 2.11.5 透明度

透明度的测定，可采取适当方法进行。

##### 说 明

透明度是指湖泊和海内的水的透明程度，也就是说是用透明度板看不见的深度（以米为单位）来显示。透明度的测定，可按照《河河水质试验方法（草案）》进行。

观测的方法是，把透明板系在电线上，在透明板的下面系上一块 5 千克的铅锤，用手或者手动卷扬机静静地沉入水中，直到看不见的深度为止，然后再慢慢将其提到看得见的深度，反复几次，求得平均数。透明度会由于水的混浊、表面波浪状况和太阳照射等原因发生变化，因此要设法在没有太阳和天空反射光的水面观看透明度板。透明度板的表面要涂上白色无光泽的天然漆。园板的反射会影响透明度的测定，因此表面脏了就要重新油漆。

#### 2.11.6 透视度

透视度的测定，可按照适当方法进行。

##### 说 明

透视度是指河流中的水的透明度，它是用透视度计可清楚地识别水底部双重十字线的深度（以 cm 为单位）来表示。透视度的测定可按照《河河水质试验反复（草案）》进行。

#### 2.12 水样的运输

试样不管是否进行过预处理，都必须在采集后立即送到实验室。运输水样要采取适当方法。

##### 说 明

试样要用《河河水质试验法（草案）》规定的方法运输。经过前处理的水样，有些分析项目可不必放到阴凉处。运输途中，原则上是要放在阴凉处。

运到实验室以后，需要保存在阴凉处的试样还是要放在阴凉处（是否需要放在阴凉处，可参照《河河水质试验方法（草案）》办理）。



## 2.13 水质分析方法（室内分析）

### 2.13.1 已确定水质污染环标准的水质项目和需监视项目的试验

分析已确定水质环标准的水质项目及需要监视的项目的时候，可采用适当方法进行。

#### 说明

分析已确定的水质环标准的水质项目及需要监视的项目的时候，原则上是按照《河河水水质试验方法（草案）》进行。

但是，按照参考方法分析，要达到与采取标准方法同样的结果，也不妨碍采取精度更好的方法。

### 2.13.2 脱氧系数的试验

脱氧系数的试验，原则上采取与标准的 BOD 试验法相同的方法测定。需要测定 1 天、2 天……6 天乃至 7 天的氧消耗量才能得出结果。

#### 说明

脱氧系数，是指利用 BOD 的氧消耗速度系数，如果脱氧系数大的话，就意味着水中含有的有机物容易进行生物分解，BOD 的减少加快；另一方面溶解氧的消耗也会加快。通过测定脱氧系数，可以求出 5 天的 BOD 乃至最后一天的 BOD 的情况。至于其计算方法，可参照本章 6.1.1 的说明（所谓最终 BOD，是指在水含的有机物中，生物氧化物质在最终实现稳定氧化时需要有足够的氧）。即使 5 天的 BOD 相同，如脱氧系数不同，最终的 BOD 也不会相同。脱氧系数越大最终的 BOD 就越小。如果考虑到流入河流的有机污染物质对其水域的溶解氧浓度的影响，光测定 BOD 还不够，只有同时测定了脱氧系数，才能作出正确的判断。

在标准 5 天的 BOD 试验中，要测定最初和 5 天后的溶解氧，求出 5 天的氧消耗量，脱氧系数试验，除测定每天的溶解氧以外，它同 BOD 试验的试验方法完全相同。如果水样需要稀释，与 BOD 试验一样，5 天后的氧消耗量需要稀释为最初值的 40~70%。另外，需要进行接种时，其方法也与 BOD 试验一样。测定第 7 天前的溶解氧，应该每隔 1 天测定一次。

另外，有利用第 2 天或者第 5 天的氧消耗量求脱氧系数的方法，不过，原则上都是利用 7 天的资料进行计算。计算的方法，有能率法和倾斜法等等。

在利用上述方法计算前，需要把氧消耗量和天数的关系绘成图表，检查氧消耗的迟缓以及第 2 阶段 BOD 是否已经开始。如果发现这些影响因素，就要采用能够消除这些影响的方法。另外，在求出脱氧系数（K）和最终 BOD（Lo）以后，需要利用公式（16-1）进行逆计算求出每天的氧消耗量，与实际测量值进行比较，并检查求出的值是否正确。

$$Ot = Lo(1 - 10^{-kt}) \quad (16-1)$$

式中，Ot：t 日后的氧消耗量

Lo：最终 BOD

K<sub>t</sub>：脱氧系数。

另外，关于河流自净作用的调查，要尽量调查接近实际水中的氧消耗量，因此将转子放入试瓶中利用磁石启动器边搅拌边测定脱氧系数。在这种时候，务必注意使水保持一定温度。氧消耗

速度的测定，可以利用电测量仪。

### 2.13.3 一次生产量的测定

一次生产量的测定，可采取适当方法。

#### 说 明

所谓1次生产，是指光合作用的植物性浮游生物的生产，它是与以植物性浮游生物为食物的动物性浮游生物和鱼类这种二次生产相对而言的。一次生产的速度，随水域的富营养化增加，因此作为表明富营养化程度的指标具有很大意义。

测定一次生产速度的方法，有直接测定法和间接测定法两种，不过一般都是采用直接测定法。直接测定法，除了采用明暗瓶法以外，还有 $C^{14}$ 法等等。我国对放射性同位素限制很严格，一般不使用 $C^{14}$ 法。原则上采用称为湖泊环境调查指针的现场法（明暗瓶法）即直接测定法（利用测定光合成的方法）。

### 2.13.4 其他项目的试验

其他项目的试验，可采取适当的方法。

#### 说 明

其他测定项目有铵性氮、亚硝酸氮、硝酸氮、有机氮、原磷酸态磷、叶绿素等等，对这些项目的测定可以按照《河河水质试验方法（草案）》进行。

### 2.13.5 分析前最大限度的保存时间

为了保存试样需要进行前处理，这时要合理地限制试样采集到分析所经过的时间。

#### 说 明

采集的试样放置时间长了会使许多水质成分发生变化。一般应该在采集试样后立即进行水质分析。不过，由于运输和分析人员等原因往往不能在短时间内进行分析。所以，要在采集现场按照本章2.9的规定进行预处理，尽量把试样的变质限制在最低限度。在这种情况下，随着季节和浓度等不同，变质的程度也不同，因此不能把这个限期定死，不过，原则上应该限制在《河河水质试验方法（草案）》规定的保存时间以内。

### 2.13.6 测定值的表示

水质分析的结果，是用分析法的分析精度来表示的。

#### 说 明

测定结果的单位、符号、各种测定方法的定量下限值、试验值的表示方法（最小单位和有效数字）以及计算式方法，原则上要遵照《河河水质试验方法（草案）》。

### 2.14 水质资料的整理

水质资料，要按照水质月表、水质年表等规定的格式进行整理。

#### 说 明

格式可按照《水文观测业务规程》及其细则。

### 第3节 底质的调查

#### 3.1 调查的顺序和项目

进行底质调查时，可根据需要按以下顺序进行

1. 污染状况调查
2. 概况调查
3. 详细调查

#### 说 明

底泥常常发生流域内排水成分浓缩堆积现象，因此要通过调查底泥了解过去流下的水中含有的成分。鉴于这种情况，需要定期（原则上一年进行一次）调查底泥的污染情况。通过这种调查，可以弄清人为污染底泥的情况，另外可能的话还可以进行概况调查，以便了解污染的概况。如果从流域的状况查不出污染源，就可以减少以后的调查次数。通过这种概况调查，可以为清除污染确定疏浚的大体范围。在认为需要疏浚的地方，还要进行更细致的调查，以便对确定疏浚范围、疏浚深度、疏浚土量、疏浚方法、疏浚泥土处理法、疏浚工程进度以及由于疏浚和疏浚泥土导致的二次污染的防止措施等等作出正确判断。

#### 3.2 污染状况的调查

##### 3.2.1 采泥点的选定

关于河流（湖泊、水库等除外），除河口外，还要考虑上游的排水口、污染的支流等的位置，确定几个采泥点。在湖泊和海域，要在一个水域至少确定三个以上的采泥点。

#### 说 明

河流（湖泊和水库等除外），有的地方难以堆积底泥，因此可以考虑在排水口等地方根据情况确定几个采泥点。但是在底泥容易堆积的河流，原则上是每5公里设一个调查点。近似长方形的湖泊和蓄水池等，可以在横断面的中间选一个采泥点就可以，不过在纵断面则至少要选三个点（上游点、中流点和下游点）进行调查。另外，在水库等地进行调查时要遵照《水库水质调查要领》和《堤坝水质调查要领》的规定。

##### 3.2.2 采泥深度

采泥时，只选择底泥的表层进行。

#### 说 明

在调查污染状况时，影响底层水的是底泥表层面以下10~20厘米厚的底泥，利用埃克曼平底船型挖泥船等采集表层泥就足够了。

##### 3.2.3 观测项目

调查时，根据需要选定堆积厚度、堆积物状况、底质状况和污染状况后进行测定。

#### 说 明

调查污染状况，需要考虑水和底泥的关系，根据需要选定对保护人的健康的环境标准项目进行调查。为了了解水质和底质的状况，在调查时最好尽量多选些项目。

例如，色相、气味、水分、固体、颗粒分布、灼热减量、BOD、COD、COD<sub>Cr</sub>、TOC、硫化物、铁、锰、氯化物离子、总汞量、烷基汞、PCB、镉、铅、铬、六价铬、砷、锌、镍、总氮、总磷、n-乙聚糖提取物等等，可根据需要选择其中的项目进行测定。

#### 3.2.4 调查结果的整理

底质调查的结果，按照规定的格式进行整理。

#### 说 明

格式可根据《水文观测业务规程》及其细则的规定。

### 3.3 概况调查

#### 3.3.1 采泥地点的选定

在概况调查中，对于那些非潮汐河流，原则上是从污染源往下游方向进行调查，对于潮汐河流，要考虑海水涨潮等情况，对污染源的上游也要根据需要在适当的间隔处设定测定点。对于湖泊、海域、水库等，可根据调查水域的规模和预计的污染程度，选择适当的采泥点。

#### 说 明

在进行概况调查时，对于那些非潮汐河流，原则上是在估计的污染源的最上游的排水渠，或者从排水口以下每隔 500 米 ~ 1000 米的地点设采泥点。另外，除在排水渠汇合点和排水口下方设点以外，还要在其下方 50 米和 100 米等地设采泥点。

但是，在没有明显堆积物沉淀的地方可不进行调查。在潮汐河流要考虑海水涨潮和淡水逆流的问题，当认为排水渠和排水口影响其上游时，就要在排水渠或排水口的上游处设采泥点。

在湖泊、水库及海域，要根据调查水域的规模、估计的污染程度，平均 1 公里 ~ 6 公里设一个调查点。另外，在主要的排水渠或排水口周边水域，原则上在排水渠的汇合处和排水口下方以及同心圆内每 50 米和 100 米的地方设立采泥点。

#### 3.3.2 采泥深度

采泥，只在表层进行就可以。

#### 说 明

进行概况调查，如果为了简单，也可以只在表层采泥。

#### 3.3.3 观测项目

在调查时，可以从堆积的厚度、底质状况、认定的污染项目中选出测定项目，也可根据需要选择其他项目进行测定。

#### 说 明

测定的项目包括色相、气味、水分、固体、灼热减量、总汞量、烷基汞、镉、铅、铬、六价铬、砷、HCH (BHC) 等，可选出与该水域底泥污染相关的成分进行测定。另外，还可根据需要从总氮、总磷、COD、BOD、硫化物、铁、锰、氯化物离子、锌、镍、n-乙聚糖提取物物质中，选出项

目进行测定。

根据现场状况也可省略那些不必要的项目。总氮、总磷、BOD、COD 是涉及有机污染和闭锁性水域的富营养化的项目。堆积物通过厌恶性分解和还原反应，溶解有机物（BOD、COD）、营养盐类（氮、磷）、铁、锰等金属，促进水域的有机污染和富营养化。在有机污染和富营养化的水域，当然要对这些项目进行测定。

### 3.4 详细调查

#### 3.4.1 采泥点的选择

详细调查，在非潮汐河流和潮汐河流，要根据概况调查的结果，对底泥污染和堆积物堆积范围进行详细调查。

#### 说 明

详细调查的采泥点，可每隔 50 米~100 米左右确定一个。在排水渠汇合处和排水口下方设立采泥点，在明显的污染源附近，要缩小采泥点的间隔。在湖泊、水库以及有影响的水域，要根据概况调查结果，在底泥受污染和堆积物堆积区域，按 200 米至 300 米的网眼设立采泥点。另外，在排水渠汇合处和排水口下方也要设立采泥点，然后在同心圆的广阔的受影响范围内，缩小间隔设立采泥点。

#### 3.4.2 采泥深度

在调查点采泥，要事先在几个点进行钻探并采集柱状试样，如认为堆积物分布均匀的话，可以只采集表层附近的泥土。但是，如果堆积物是多层或认为含有物有变化的话，可用钻机采集柱状泥样。

#### 说 明

堆积物堆积的时间久，堆积物会按年代分层堆积，每个层次含有的成分也大不相同。有些采泥点，由于受洪水冲击泥沙会形成夹层。在这种情况下多利用钻机予以确认。为了进行详细检查，需要利用钻机采集柱状试样。柱状试样如果是多层的堆积物，就要分层采集分析试样。另外，如果各层的试样几乎一样的话，便可每隔 1 米采集一个试样。

### 3.4.3 测定的项目

测定项目与本章 3.3.3 提到的概况调查项目相同。但是，对于从概况调查的结果可以充分了解其内容的那些项目，可以省略进一步的详细调查。

### 3.5 采泥方法

采集底泥，原则上使用埃克曼平底船采泥器、土样采泥机或类似的设备。

#### 说 明

在概况调查时，只采集表层试样就可以，因此一般最常用的是埃克曼平底船采泥器。如果在同一地点采泥三次以上，便可以将这些泥混合在一起作为试样。采集表层泥土有时会把表层附近的试样搅混在一起。如果要采集表层不混合的试样，就要采取使用土样采泥机等尽量不搅混试样的方法。

采集柱状试样，进行纵深方向的底质调查，要使用能够不搅混试样的柱状采泥机等设备，原则上在底泥表面以下每隔 1 米选定一个点，采集其上下左右各 10 厘米左右的泥土。采集土样试样，每个点只采集一次就可以。

采集表层的底泥，要在同一地点采集三次以上。采集底泥试样，是为了尽量取得具有代表性的试样。

### 3.6 采泥时的试样调整

采集的底泥，原则上要放入清洁的搪瓷器皿，沉淀 30 分钟后将上面的液体倒掉。然后清除木石、贝壳、动植物片等异物，再搅拌均匀，把适量的试样带回实验室。

#### 说 明

用埃克曼平底船采泥器等采集底泥表层的泥土时，会混进河水，因此需要沉淀 30 分钟，使河泥与河水分开。采泥时调整试样的方法，有以下几种：把采集的适量泥分为四份，取出 500~1000 克放入塑料瓶或聚乙烯袋，带回实验室。但是，如果采集不搅混的试样，或者从柱状试样采集分析试样时，需要的采集量不多，就可以不受这一限制。

另外，泥土见空气后会发生变化。当进行游离硫化物、氧化还原电位等分析时，要在尽量不搅混的情况下将试样带回实验室进行分析。

其次，在运往实验室的途中以及分析前的那段时间里，要使温度保持在 4℃ 左右。

### 3.7 底质分析方法

#### 3.7.1 关于含水量及有机物含量的试验

对含水量、灼热减量、COD 及 BOD 的分析，可采取适当的方法。

#### 说 明

表示底泥的有机性污染程度的最简便指标是灼热减量，不过堆积在水底的底泥引起的水中溶解氧的消耗、底泥溶解的有机性污染物质以及关系最密切的指标是泥土的 BOD。因此，底泥的 BOD 是有用的指标。

BOD 的分析方法，可参照[参考 16.4]所列举的内容。

### 3.7.2 有害物质等的试验

对总水银、烷基汞、镉、铅、总铬、六价铬、砷、HCH (BHC)、PCB、铜、锌、铁、锰、氰化合物、硫化物的重金属等有害物质以及镍、锑等有害物质的分析,可采取适当方法进行。

#### 说明

总汞量、烷基汞、镉、铅、总铬、六价铬、砷、HCH (BHC)、PCB、铜、锌、铁、锰、氰化合物、硫化物,几乎都是涉及水质环境中关系人类健康的环境标准试验项目。这些项目的试验要按照环境厅水质保护局制定的《底质调查法》进行。

《底质调查法》是把采集的试样用滤纸过滤,把留在滤纸上的固体物质作为试样进行分析。需要注意尽量不要使间隙水中的有害物质掺杂到分析结果中。

对镍和锰等有害物质的分析,同样要按照相当于《底质调查法》(环境厅制定)规定的镉测定法的前处理法或分析法进行。

### 3.7.3 总氮和总磷的试验

对总氮和总磷的分析,可采取适当的方法。

#### 说明

总氮和总磷的分析可按照《底质调查法》(环境厅)进行。

总氮的分析方法,是利用所谓凯尔达尔法进行的。因此,硝酸氮和亚硝酸氮不能检验出来。底泥在一般情况下处于不活跃状态,因此硝酸氮和亚硝酸氮不存在的话是可以的,但是试样长时间暴露在空气中的话,铵状氮的一部分就会氧化,变成亚硝酸氮,故需要注意。

### 3.7.4 其他项目的试验

对其他项目的试验,可采取适当的方法。

## 3.8 底泥溶解速度试验

### 3.8.1 底泥溶解污染物质速度的试验

#### 3.8.1.1 分析方法

估计底泥溶解 BOD、COD、氮、磷等的速度,利用 Streeter 和 Phelps 公式计算室内实验的结果。

#### 说明

利用试验室的反应设备重现河流实际发生的现象,试验底泥中 BOD、COD 等有机物以及氮、磷等营养盐类物质究竟能以多快的速度回归到河水中。

在有河床堆积物的密封反应槽(V)里,连续流入一定流量(Q)的水,反应槽中的 BOD 物质取得平衡后可用如下的公式表示:

$$VdL/dt = LaQ - LQ + La - K_1LV - K_3LV \quad (16-2)$$

(流入) (流出) (溶解)(分解) (沉淀)

$$dL/Dt = LA/T + La - (1/T + K_1 + K_3) \quad (16-3)$$

$T = V/Q$  : 反应槽的水力学性滞留时间

在反应槽内，如果 BOD 的浓度处于一定平衡状态， $dL/dt=0$ ，因此根据 (16-3) 公式，溶解速度  $La$  如下：

$$La=L(1/T+K_1+K_3)LA/T \quad (16-4)$$

一般来说，溶解的对象都是可溶性物质，因此可以忽略沉淀系数。

$$La=L(1/T+K_1)LA/T \quad (16-5)$$

对磷那样的元素，如把流入水的浓度设  $La=0$ ，物质不分解时  $K_1=0$ ，因此分解式可简化为：

$$La=L(1/T) \quad (16-6)$$

### 3.8.1.2 调查项目

研究河流等有机性水质污染时，要把 BOD、COD 等物质作为调查项目；在研究植物浮游生物增殖导致富营养化时，要把氮、磷作为调查项目。此外，影响溶解速度的 DO、氯化物离子浓度、温度、底泥表面的流速等也是需要测定的项目。

#### 说明

在室内实验时应该注意是否设定了重现选用水域发生的实际情况。因此，测定项目与研究水质污染有关。其次，底泥溶解污染物质的速度，尽管对包含在底泥中的污染物质的含有率有直接影响，然而接触底泥表面的水的流速、DO、氯化物离子浓度等对水温也有影响，因此试验时要测定这些项目。

### 3.8.1.3 调查方法

向河床堆有积物的密封反应槽 (V) 连续注入一定流量 (Q) 的水，使反应槽内的水完全混合。定期采集反应槽内流出的水，并测定流入的水和流出的水的污染物质浓度，计算底泥单位面积和单位时间的溶解量。

#### 说明

如果底泥中的污染物质含量少的话，底泥中溶解的污染物质就少，流入水和流出水的污染物质的浓度差就小，计算溶解速度时会产生很大误差。在这种情况下，减少供给数量，延长反应槽内的水的停留时间，便可以求出误差小的浓度差。此外，若底泥中的含泥率较高，则可加大流量，缩短停留时间。

根据来水量，反应槽内的污染物质达到均衡状态的时间，大约是水停留时间 T 的 2~3 倍。计算溶解速度时，要使用流出水浓度保持在一定量的期间的三个数据的平均值。

## 3.8.2 底泥溶解氧的消耗速度试验

### 3.8.2.1 分析方法

底泥溶解氧的消耗速度，是对密封反应槽取得的 DO 减少量进行修正后，运用 Streeter 和 Phelps 公式计算出的值。

#### 说明

利用实验室内的反应装置再现实际河水中发生的现象，掌握底泥有机物分解过程中水中溶解氧的消耗速度。向有河床堆积物的密封反应槽 (V) 连续注入含溶解氧的流量 (Q)，反应槽内的 DO 物质取得平衡后，可用下式表示：



$$VdC/Dt=CAQ - CQ - D_3V - K_1LV \quad (16-7)$$

(流入) (流出) (溶解) (BOD分解)

$$dC/dt=CA/T - C/T - D_3 - K_1L \quad (16-8)$$

$T=V/Q$  : 反应槽中水停留的时间

反应槽内底泥消耗 DO 的速度处于一定均衡状态时,  $dC/dt=0$ , 因此, 依据 (16-2) 的公式, DO 消耗速度  $D_3c$  如下:

$$D_3 = CA/T - C/T - K_1L = (CA - C) / T - K_1L \quad (16-9)$$

式中, CA : 流入水的 DO 浓度

C : 流出水的 DO 浓度

$R_1L$  : 反应槽内分解 BOD 而导致的 DO 消耗量

### 3.8.2.2 调查项目

消耗河流中的 DO 的是底泥中的有机物, DO 的消耗速度是与有机物的含有率成正比的。因此, 要把底泥的 BOD 和平衡状态下的流入水及流出水中的 DO 浓度作为测定项目。

底泥的 DO 消耗深度, 是直接受底泥含有的有机性污染物质的含有率直接影响的。干泥的有机物质量用  $BOD_{mud}(mgO_2/g - dry\ Mud)$  表示的话, 公式如下:

$$DO = 0.458 \times BOD_{mud} - 1.83(mg/m^2/d)$$

### 3.8.2.3 调查方法

向有河床堆积物的密封反应槽 (V) 连续注入一定流量 (Q) 的水, 使反应槽内的水完全混合。定期采集反应槽内流出的水, 并测定流入水和流出水的 DO 浓度, 计算出底泥单位面积和单位时间的 DO 消耗速度。

#### 说 明

底泥中的有机物含有量较少时, 底泥的 DO 消耗量就少, 流入水和流出水的浓度差就小, 计算消耗速度时就会产生大的误差。在这种情况下, 减少供给流量, 延长反应槽内的水的停留时间, 就会得到误差小的浓度差。此外, 底泥中的有机物含量多的话, 可以加大流量, 缩短停留时间。

通过 fillod 等实验, 可得出以下 DO 消耗速度和 DO 浓度之间的关系, 设定水的停留时间, 将流出水的 DO 浓度控制在 2mg/L 以下。

$$DO = K (1 - e^{-1.22 \times DO})$$

式中, K : 与底泥性状有关的常数

DO : 底泥上方水的 DO 浓度

此外, 还有水温的影响, 因此需要设定各个季节的水温, 分别求出其 DO 的消耗量。

### 3.9 底泥溶解试验

#### 3.9.1 溶解率的计算

底泥的溶解率通过以下公式计算。

$$\text{溶解率} = W_2/W_1$$

式中， $W_1$ ：溶解试验分析试样中所含的测定物质数量

$W_2$ ：溶解试验用的混合液体积中溶解水所含被测定物质的数量

此外，选择被测定物质严重污染的四个点的底泥计算溶解率，将其平均值作为该水域底泥的测定物质的溶解率。

#### 说 明

进行底泥的溶解试验，是为了取得底泥试样，以便确定能否疏浚该水域。由于采集底泥的位置和试样种类等原因，溶解试验结果往往不一致。因此，最好选择认为严重污染的四个以上的点求溶解率。其次，同一个底泥试样也要进行二次以上的溶解试验，将其平均值作为该底泥试样的溶解率。

#### 3.9.2 试验溶液

在溶解试验时，为使其中含的底泥干燥固体质量与试验溶液体积的比例（g/ml）达到 3/100，要把加入了湿泥的水溶液作为试验溶液使用。

#### 说 明

用来调整试验溶液的水，一般使用蒸馏水，不过根据需要也可以使用要试验的该水域的水进行试验。

将 500ml 以上的试验溶液连续搅拌 4 小时以上，或者摇动后让其慢慢沉淀，用过滤纸（5 种 C）过滤浮在上面的水，然后测定过滤液中的被测定物质的含量。

其次，另外取一定量的湿泥，测定其含有的被测定物质的数量。

把用这两种方法取得的测定物质含量，换算成干泥单位的质量。

#### 说 明

这种试验是为了测定可溶性成分。堆积的底泥如果再次浮游，离沉降性细微浮游物质就会溶于水中，如不进行长时间沉淀，就会残留在水中。因此，必须根据需要对这些浮游物质即混入水中的污染物质的质量进行测定。为此，需要在沉淀 30 分钟后再分析浮在上面的液体。

## 第4节 地下水水质调查

根据需要地下水水质要进行以下项目的调查：

1. 调查长期水质的变化
2. 地下水流动时的水质调查
3. 其个别项目的调查

### 说 明

地下水与地表河水不同，其流动和交换的情况很少，水质变化一般也很缓慢。因此，对其水质的调查也需要从长计议。

长期调查水质变化，相当于在标准点对地表水进行水质调查，也就是说该调查是为了了解标准线地下水水质的变化而进行。

从许多观测井的水位观测结果来看，地下水的流动是立体的，求出地下水水面与平面的倾斜度是调查的一般方法。不过，这种方法只是定性的，往往对观测井用地下水流向-流速仪进行直接观测，或者用示踪同位素查明流速和流向。另外测定地下水的成分还可以了解地下水的流动情况。

详细内容请参照调查篇第7章关于地下水调查一节。

个别调查，还包括特定污染源地下水污染情况的调查。

### 4.2 长期水质变化的水质调查

#### 4.2.1 调查点的设定

进行长期水质变化调查，可在以下地点设立调查点：能观测供给该地区的地下水的代表性水质的地点、主要取水地点及其附近地区内的人口密集地区和下游地点、其他地区的流出地下水的代表性水质的地点。

### 说 明

调查点不要光从地形方面来选定，还要根据一定的预备调查结果选定调查点。调查点的数量，可根据调查地区的规模、对地下水的依赖程度、地下水的储量、开发程度等情况决定。至少要设立两个能够观测供给该地区的地下水和流出地下水的代表性水质的地点。

其次，一般要按每300平方公里以上设立一个点的密度来设立调查点。

浅井（30米以内），是约25平方公里以内

深井（30米以上），是约300平方公里以内

这种目的的调查，若不能持续进行就没有意义，因此观测井的用地必须能够长久使用。

## 4.2.2 纵深调查的位置

水质观测，原则上在每个含水层进行。

## 说 明

地下水的水质会因潜河水或浅层地下水而大不相同，因此，每个含水层都要分别设立观测井进行观测。原则上是每个水层都要进行观测，但是考虑到地下水的取水情况和储量，也可以在主要水层设调查点。

## 4.2.3 水样采集方法

水样采集方法，根据情况可分别采用水泵式（真空式）、水中泵式、空气抽水泵、真空空气抽水泵等。此时应避免采集观测井内长期储存的水。

## 说 明

由于观测井构造的缘故，观测井内的水很可能是长期储存的水，而没有与要测定的地下水层的水进行充分的交换。因此，在水样采集前，要先用水泵抽出观测井内的水，等水位恢复以后再采集水样。利用空气抽水泵采集水样，或因 DO 及低沸点出现挥发性物质时采集水样，利用水泵采集水样可能使物质挥发，因此要使用能够在观测井内操作的下摇式小型水样采集器。

表 16 - 1 水样采集方法

| 方 法        | 性 能                      |
|------------|--------------------------|
| 水泵式<br>真空式 | 扬程 10m 内                 |
| 水中泵式       | 观测井口 120mm 以上            |
| 空气抽水泵      | 观测井口 100mm 以内，水深 150m 左右 |
| 真空空气抽水泵混合式 | 观测井口径 50mm 、20m 左右的高扬程即可 |

## 4.2.4 调查测定项目

在调查时，要根据需要按照水位、水温、保健环境规定的项目、生活环保规定的环境标准项目以及其他项目进行测定。

## 说 明

在调查地下水的水质时，除测定表示污染程度的指标以外，测定地质化学成分也是很重要的。通过长期测定这些水质项目，可以探知地下水流动情况的变化。本文所说的“其他”项目中包括 TOC、IC、硫酸离子、钾、铜、锌、苯酚、总氯类浓度（还有蒸发残留物）、氯离子、铵性氮、铁（Fe）、锰（Mn）等等。水质试验方法可参照本章第 2 节。

## 4.2.5 调查测定的次数

原则上年调查 4 次，分别在春夏秋冬进行。

## 说 明

地下水水质因时间发生变化，但与地表水相比是缓慢的，因此调查频率可以少，原则上每年进行 4 次。但是，可根据情况也可增减。

## 第5节 污染源及污染负荷量调查

### 5.1 污染负荷量调查

#### 5.1.1 污染负荷量调查的目的和意义

河流、湖泊和水库等的水质管理，可对流域的土地利用、水质对策和防止措施的实施现状及将来计划、河流等的水文、水质特性等等进行综合管理。为此，必须对拟调查的河流等的水质污染负荷量及其原因即污染源进行调查。

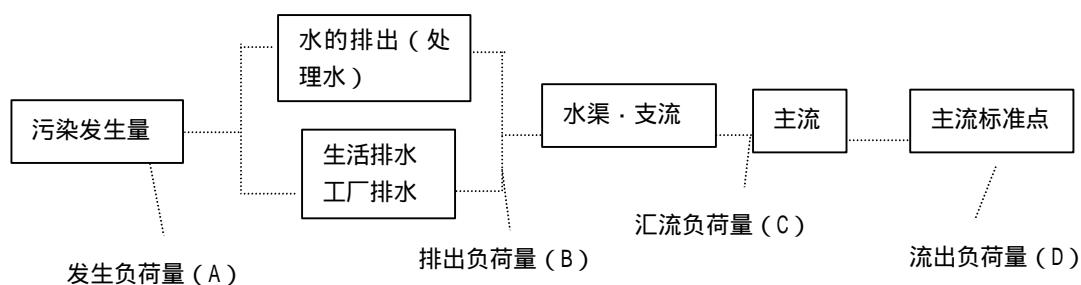
#### 5.1.2 污染负荷量调查的程序

对污染负荷量的调查，分为基础调查、发生污染负荷量调查、排出污染负荷量调查、汇流污染负荷量调查、流出污染负荷量调查。与此同时，根据需要测定排出率、汇流率、净化残留率、净化率、出流率。

### 说 明

污染负荷量的调查，按照《河流综合负荷量调查实施手册（草案）》进行。

下图是按照模式表示各污染负荷量及排出率的关系。



排出率 =  $(B)/(A)$ ：值接近 0% 时进行处理；接近 100% 意味着发生负荷量没有处理就放流。

汇流率 =  $(C)/(B)$ ：根据水渠和支流到干流的长度、流量和污染性质的种类会有很大变化。

净化残留率 =  $(D)/(C)$ ：与河流自净作用发生后，残存量与汇流负荷量的比例

净化率 =  $(C) - (D)/(C)$ ：河道内净化量与汇流负荷量的比例

出流率 =  $(D)/(B)$ ：出流率是指排出负荷量到达主流标准点的比例。因此可用下列公式求出。

出流率 = 汇流率 × 净化残率 =  $(C)/(B) \times (D)/(C) = (D)/(B)$

### 5.1.3 计算负荷量的种类

计算负荷量，原则上要测定 BOD、COD、总氮和总磷，但可根据需要追加测定项目。

## 5.2 基础调查

### 5.2.1 基础调查的基本设想

流域的基础调查，是为了了解流域的社会特性、河流特性以及自然地理特性中与河河水质污染有关的流域特性。

#### 说 明

调查主要是收集过去的历史资料并加以整理。基础调查的结果是各种污染负荷量调查的基础资料和污染负荷流出机构等分析污染的资料。因此需要根据可靠性高的最新资料进行调查。

### 5.2.2 基础调查资料的收集和区域分类

基础调查主要是通过实地勘查和查阅地方公共团体资料。对于污染源的资料，要按河流、湖泊、蓄水池、海域和流入这些地方的河流与支流流域以及流入这些地方的排水渠（包括下水道）等集水区进行分类和整理。

### 5.2.3 基础调查的项目

在基础调查时，要根据需要按年份收集、整理和保存下述资料：

1. 总面积、市区面积、人口密度
2. 人口、户数、房屋数
3. 下水道建设情况
4. 下水道利用人口及户数（包括有无冲水马桶）
5. 净水槽（包括单独使用和合用）利用人口及户数
6. 尿尿处理场利用人口及户数
7. 工厂、营业场所（包括卫生设施、商店、办公室等等）的种类和从业人数
8. 工厂和营业场所使用的水量及其构成（河水、地下水和潜河水等）
9. 工厂和营业场所使用的原料、产品名及其数量
10. 工厂和营业场所的产品上市量
11. 工厂和营业场所的排水量和排水质量
12. 工厂和营业场所拥有的排水处理设备和排水状况
13. 工厂和营业场所的尿尿处理状况和杂用水排出地方
14. 市区面积（淹没地区和非淹没地区）
15. 农地面积（水田和旱田）及使用肥料的种类和数量
16. 灌溉用水的取水地点和排出地点
17. 灌溉排水的水质
18. 家畜的种类和数量以及饲料的种类和数量
19. 家畜的排水的数量和水质
20. 家畜排水的处理状况和排出地方
21. 森林总面积及各种树木的面积
22. 养殖鱼的种类和数量以及饲料的种类和数量
23. 养殖鱼的销售地和销售情况
24. 养殖的取水量和排水量及其水质
25. 降雨、风向、风速、日照、气温等气象资料（特别是降雨资料，根据需要也要收集阵雨资料）
26. 其他所需的资料

## 说 明

社会特性调查结果是流域内污染发生源的基础资料，因此，要调查人口、产业结构和土地利用状况等等。调查河流特性，要调查流域的特性、流量状况、河道状况、水质状况、治水、供水设施状况等等。自然地理特性调查，要调查流域的地形、地表地质的状况、植被状况、气象状况等流域的自然环境。

如果收集的这些资料不充分，就需要补充调查。另外，预测河流等的未来水质时，许多情况处于假设之中，因此需要收集和整理关于水质污染的未来资料和过去的资料。

### 5.3 发生和排出污染负荷量的调查

#### 5.3.1 基本设想

发生和排出污染负荷量分为点源负荷和面源负荷。点源负荷无论晴天还是雨天，负荷都会发生或排出。另一方面，面源负荷，发生负荷与排出负荷是同等的。另外，面源负荷在晴天和雨天会以不同的形式发生（排出），因此必须调查晴天和雨天的情况。

## 说 明

但是，在城区敷设了合流式下水管道的地方，由于对面源负荷的一部分进行了处理，所以发生负荷和排出负荷未必一致。

#### 5.3.2 点源负荷

点源负荷，分为以下 5 种，按照实测法调查具有代表值的定额，推定发生负荷与排出污染负荷的数量。

1. 生活排水产生的污染负荷
2. 工厂排水产生的污染负荷
3. 排水产生的污染负荷
4. 畜产排水产生的污染负荷
5. 观光排水产生的污染负荷

## 说 明

各发生源的发生负荷量，是指流入污水处理设施前的负荷量；排出负荷量是指处理后的负荷量。原则上，这些负荷量是通过实测得出的。但是，如果由于种种原因不能进行实测的话，要根据基础调查中的污染发生源分类和整理结果对其他流域进行测定，通过计算定额算出结果。其次，排出负荷量可以参考处理设施的净化率、排水标准等资料。但应注意的是，由于处理方法和操作方法不同排出的负荷量也不同。在实测时，要充分考虑负荷发生和排出时间的变化和季节性变化，并调整调查频率。原则上每天进行 24 小时调查，每次 2 小时。若生活排水和工厂排水等生活节奏和作业情况经常变动，就要调整分析排水的调查次数。如果要进行年负荷量的调查，就要随着作业情况的变化进行调查，因为有些工厂的生产是季节性的。

#### 1. 来自生活排水的污染负荷

在人为原因引发的负荷量中，生活排水的污染负荷是指处理厕所的屎尿以及厨房、澡堂和洗衣间排出的杂水。这种排水不限于家庭的排放，也包括学校、公共设施、工厂和事业单位的排放。

各个家庭排放的负荷量，不是直接排放于下水道，就是利用净化槽进行处理后排放。在家内处理后排放的处理水，也归类为排出负荷。因此，流入处理设施的水算作发生负荷。其次，象单独净化槽那样只处理屎尿的话，杂排水就会未经处理就排出。因此，事前要调查污水处理方式，才能决定水样采集和测定流量的地点。家庭的排水，时间变动很大是一个特点。因此，要注意调查的时间和间隔时间。

## 2. 工厂排水的污染负荷

工厂发生的污染负荷量，是排水未经处理的污染负荷量，是流域内所有工厂发生的负荷量。调查的基本方法，是对全部工厂进行实测，如果不可能，就采取对代表性的工厂进行实测的定额法或者利用现有资料的定额法。过去计算污染负荷量，多采取定额法，大量调查各个业种的发生定额，并记录下来。但是，每个工厂的生产方式和生产规模不同，即使是同一行业也不尽相同，因此全工厂的发生负荷量，通过实测计算是最准确的。不过，如果因为费用、时间和不能进入工厂等原因不能对所有工厂进行调查的话，可采取每个行业选择其代表性的工厂，根据调查结果计算出定额，以类推其他工厂的负荷量。

在5天的流量变动少或者能经常了解流量的话，可以采取抽样调查的方法。由于企业保密等原因而不能进入厂内调查的话，要向事业所充分说明调查的目的和意义，并希望根据河流法的77条和78条的规定处理。

## 3. 营业场所（工厂除外）的污染负荷

在调查流域内，除工厂外，还有饭馆、餐厅、饮食中心、大规模配餐中心、饭店、旅馆、超级市场等与饮食相关的营业单位以及公民会馆、国营体育场。需要掌握这些部门的发生负荷量。

实际上这些营业场所和设施的排水，基本上是定时排水（季节、星期和定时），因此要事前进行调查摸底。

现在，在许多营业场所是利用大型联合处理净化槽处理污水。因此要了解净化槽的流入和流出情况并调查发生负荷量和排出负荷量。

如果调查排水量有困难的话，可了解自来水表的时间变化，在处理设施的流入处和流出处采集水样并计算负荷量。

## 4. 来自畜产排水的污染负荷

畜产排水的污染负荷，几乎都是屎尿，不过在有些饲养方式下肥料也会成为污染负荷的一部分。我国饲养的家畜和家禽几乎全是牛（肉牛、奶牛）、马、猪和鸡，本节谈的主要是关于牛、马、猪和鸡的污染负荷问题。

牛马的负荷发生地，分为畜舍内外，一部分负荷是在畜舍内，而另一部分则转移到舍外或附近的农田处理。在舍外或放牧发生的负荷算作自然负荷量。

因此，包括养猪场在内，畜舍内的处理设施产生的负荷量，被视作家畜负荷量的排出量。鸡的负荷量几乎可以全部还原于农地，因此，不需要考虑排出负荷量的问题。但是，大规模养鸡场由于清洗设施而产生的和排出的负荷量则是不能轻视的，应该进行调查。

## 5. 旅游排水造成的污染负荷



旅游排水造成的污染负荷受季节性影响很大，因节假日的变化也很大，需要进行调查。

旅游休养地的主要污染发生源是旅馆、饭店、休养所、纪念品商店、路旁餐馆等等。在温泉旅游地，要同时测定水质和用水量。

### 5.3.3 面源负荷

对面源负荷需要分以下 6 类进行调查。

- |              |              |
|--------------|--------------|
| 1. 耕地发生的污染负荷 | 2. 养殖造成的污染负荷 |
| 3. 市区发生的污染负荷 | 4. 降雨造成的污染负荷 |
| 5. 山林发生的污染负荷 | 6. 其他        |

原则上要把通过实测求出的负荷量作为基础推定定额，计算污染负荷量。

#### 说 明

调查面源负荷发生的负荷量，原则上要进行实测。面源负荷一般是发生在降雨的时候。由于降雨（降雨情况、无前期未降雨时间等）、农田、市区和山林维护管理状况，发生负荷量会受到各种情况的影响，加上对定额没有进行充分调查，所以要进行实测。另外，面源负荷需要以年为单位进行调查。

#### 1. 农田发生的污染负荷

关于农田发生的污染负荷，需要对主要的水田和旱田进行调查。

采取面排出方式的水田的污染负荷，可以认为其发生污染负荷量与排出负荷量是相等的。关于水田发生的负荷量，由于在从播种或插秧到收获期间需要随水稻的生长施肥和浇水，灌水期或非灌水期会发生变化，所以在计算发生负荷量时需要注意计算年平均值和月平均值。

旱田发生的负荷，分为地下渗出部分和降雨时出现的那种表面流出部分两种。在晴天和下小雨时，表面流出造成的负荷量是不可忽视的。因此，要通过暗渠计算地下渗水情况。

#### 2. 市区发生的污染负荷

市区发生的污染负荷量，一般都可以通过降雨时的雨水冲刷掉，因此主要是调查降雨时的情况。

#### 3. 山林发生的污染负荷

关于山林发生（排出）的污染流出负荷量，由于资料很少，需要进行必要的调查和评估。

山地和原野发生的污染负荷，主要是降雨时地表河水造成土壤流失和地下渗水在流出地表时把地下的物质溶解了出来。

#### 4. 养殖造成的污染负荷

养殖造成的污染负荷量，是在给饵时以饲料的形式从外部直接提供的负荷量。

养殖造成的负荷量，可以通过给饵饲料含有的污染物质量和扑获的鱼体总量与含有的成分差求出。给饵的季节变化很大，因此需要进行调查。

#### 5. 降雨造成的污染负荷

降雨造成的污染负荷量，可以通过计算降雨水质和降雨量的和求出。各地区降雨的水质是不同的，雨水中的浓度和雨量在降雨初期和雨停时是不同的，一般来说，在降雨初期浓度高，雨

停时就低。因此，对每场雨都要测定雨量和浓度，以求出负荷量。

#### 6. 其他

其他负荷量，尽管起源是点源，但负荷的流出是相同的，例如雪融时，如果可以作为面源对待，或者由于地域及其他污染源的特性而需要求出其他负荷量时，便可针对发生源的特点用适当方法计算。

### 5.4 污染负荷汇流及出流量的调查

#### 5.4.1 基本设想

汇流负荷量，是指该流域到达调查水域的负荷量，对河流和湖泊而言是指所计算出来的负荷量。流出负荷量，从概念来讲，是不适用于湖泊的。汇流及流出的负荷量，必须在晴天时和降雨时进行调查。

#### 说 明

降雨时河水造成的污染负荷量，与平时大不一样。一般在降雨河水初期，会把堆积在河床等地的污染负荷洗净，因此这个时期的污染负荷量是很大的。所以光进行晴天时的调查是不够的，必须调查降雨引起河水时的负荷量。在观察流入负荷量与水质的关系时，会发现当时的流入负荷量和流量能决定水质，不过，对于那些流入湖泊和内湾的河流，需要进行调查。另外，尽管是晴天，流量也会加大负荷量，所以需要进行流量不同情况下的调查。

#### 5.4.2 观测点的选定

观测点应该选定在流出污染负荷流入该水域（河流、湖泊 包括蓄水池、海域）前能够进行观测的地方。观测点原则上要选在能够满足以下条件的位置。

1. 能够排出全流域排水的地点
2. 能够充分进行横断方向的混合，水质均匀的地方
3. 能够容易地观测流量和采集试料的地点

#### 说 明

流出污染负荷是该水域（以河流为例）流入河流的支流或排水渠造成的。为了测定这些污染负荷，必须在排出流域的排水全部被排出以后进行。当时，该水域如果是潮汐河流或海域时，测定点会受潮汐涨落的影响，因此在这种情况下选定测点，就要选定在不受潮汐涨落影响的地方。另外对下游的污染负荷，也需要采取另外的观测方法。在进行自动流量观测的地方，如果能够利用自动水样采集器一并观测水质，数据的收集就容易得多。按流量比率搅混采集的试料并测定水质，也是可能的。

### 5.4.3 水样采集位置和水样采集深度

水样采集时，确定横断方向的水样采集位置和数量以及纵深方向的水样采集深度及其数量，要根据横断方向及纵深方向的水的混合状态决定。

#### 说 明

流出污染负荷的测定点，要根据该水域的情况选定。因此，在各个测定点，要尽量选择精确的观测方法。如果是河流的支流或水渠等，一般是横断方向选在河心，纵深方向选在水深 20% 的地方进行观测。

### 5.4.4 观测次数

晴天时的流量观测及水样采集，是在 24 小时内定时进行。其间隔时间，原则上是 2 小时。要制定雨天观测计划，以便了解汇流和出流负荷量在各个时间的变化。

#### 说 明

降雨时的水质，如前面谈到的那样，随着流量的变化特别是在初始径流会发生急剧变化，因此需要每隔一定时间进行一次观测，以便掌握随时间变化的情况。时间间隔的长短因河流规模有所不同。在初始径流，可间隔几十分钟进行一次，随着时间的流失，间隔时间也可以加大。

洪水时期的出流负荷量，在短期内会流下，不过它在一年的总出流负荷量中所占的比例很大。因此，为了了解一年的总出流负荷量，需要对洪水时的河流污染负荷量进行调查。

关于洪水时的负荷量的流出，开始降雨时壕沟中堆积的污染物质会被冲走，因此可以预测流出高浓度的水。如果流域面积大的话，流量在雨停后恢复到平时情况会需要很长时间，调查一次降雨所需要的时间也会很长。所以要制定周密的调查计划。

## 5.5 排出率、汇流率、净化残留率、净化率、流出率

关于污染负荷系数，原则上是通过实测污染负荷量求出。  
特别是汇流率、净化残留率、净化率、出流率，要用调查晴天和雨天负荷量的方法求出。

#### 说 明

关于排出率，往往在处理设施的计划前言中决定流入水质和处理水质的问题，所以可以事先考虑设定问题。不过，处理设施并不一定会象计划的那样处理污水，因此应该通过实测决定。

## 第6节 水质污染的预测调查

### 6.1 非潮汐河流的水质污染预测调查

#### 6.1.1 分析方法

非涨退潮河流的有机性污染的预测,原则上按照 Streeter 和 Phelps 方式或者其修正式等方法进行。

#### 说 明

非潮汐河流的有机性污染,一般是用 BOD 和溶解氧不足来表示的。测定这些指标来评价污染,是利用 Streeter 和 Phelps 方式或这些方式的修正方法进行。关于这些方式的详细情况,可以参照《水质污染》、《各流域的下水道整修综合计划调查 指南和说明》等文件。

#### 6.1.2 调查项目

预测污染只能进行现状调查、将来发生和流入负荷量调查、流况调查。

#### 说 明

现状调查包括下面将谈到的自净作用调查、现时流入负荷量调查(参照第5节)、水平衡调查等等。另外可根据需要进行藻类产量调查、河床底泥溶解氧消耗量调查等等。

#### 6.1.3 调查区间的选定

调查区原则上选择在有如下条件的地方。

1. 流量观测地点条件良好,调查区的上下游已绘制出水位流量曲线图。
2. 调查区内水流、河床倾斜和流速大而无变化。
3. 在调查区的上下游的测点,横断方向的水质变化一样。
4. 河水的 BOD 至少在 3mg/l 以上, BOD 的测定不超出误差范围。
5. 调查区流入的污染源比较集中,所有的污染负荷量可以进行实测。
6. 调查区的长度,在调查时的流量没有变化的情况下,流下时间在 4 个小时以上。

#### 说 明

非潮汐河流的自净作用调查,是在河水由上游向下游流淌的期间,跟踪调查水中所含的 BOD 和 DO 发生的变化。通过实际调查可以对调查区的上游某时间的水质和经过流淌后某时的下游水质进行对比得出结果。但是,一般来说,如果中途流入新的污染负荷,或者由于支流的流入而稀释了水质,还有因为来自河床的 BOD、地下水的流入和流出引起的负荷增减的影响,因此要对这些进行充分观测和考虑。所以必须在进行区间追踪调查的同时,对流入负荷与流量平衡进行调查。所以不在本文所列举的条件地方进行观测是难以取得准确的数据的。

#### 6.1.4 调查时期

调查，需要在流量比较稳定的平水位、低水位及枯水季节进行。

##### 说 明

流量多的时期，水质会稀释，BOD 的测定容易出现误差，河床堆积物被冲刷，水质反而恶化，因此不适于进行调查。所以要按照本文规定的时期进行调查。降雨后流量不稳定的时期不能进行调查也是出于这样的理由。

#### 6.1.5 实地调查的内容

实地调查的目的是调查流下时间以及支流或排水渠的流入量和水质，在主流测定点测量流量、水样采集以及进行实地观测。

##### 说 明

测定时，泄流时间要在某一流量的情况下（中水时、低水时、枯水时）进行预调查，并根据其调查结果绘制流量 - 流速曲线。在正式调查时利用绘制的流量 - 流速曲线，可以求出在当时流量的情况下的流下时间。这是因为由于人力和调查观测体制的关系不可能在正式调查时求出流下时间的缘故。正式调查时，要在调查区的所有支流、排水渠及主流测定点进行流量观测（已经设立流量观测站的地点除外）、水样采集和实地测量。

#### 6.1.6 各观测点的观测和水样采集时间

在各支流和排水渠及干流的各测定点，以调查时的流量为基础，根据预调查结果进行推算，求出到达各支流和排水渠汇合点的流下时间和到达主流各测定点的流下时间，然后以这一时间为标准，每隔 30 分钟观测 2 次流量，合计共进行 5 次流量观测、水样采集和实地观测。

##### 说 明

在各支流、排水渠和干流的各个测定点进行流量观测、水样采集和实地测定，在泄流开始时只测定一次是不够的，考虑到流入负荷量的时间变化、流下时间的误差等因素，前前后后合起来要进行 2 次流量观测、水样采集和现地测定。

#### 6.1.7 水样采集位置及深度

水样采集位置和深度，可按本章 2.3 及本章 2.4 规定的水样采集深度进行。

#### 6.1.8 调查测定项目

在调查时，根据需要可对流量、水温、BOD、COD、DO、溶解性 BOD、脱氧系数、搅拌脱氧系数、SS、总氮、铵氮、亚硝酸氮、硝酸氮、总磷、溶解性总磷、原磷酸磷、叶绿素等进行测定。

##### 说 明

调查项目包括水温、DO、BOD、COD 等四项。特别是对 DO 观测精度要高，所以原则上要采集 2, 3 份水料进行分析。测定脱氧系数的目的是把 5 天的 BOD 换算成最终 BOD。无须测定全部试料，但是，在调查区的上游和下游的测点、主要支流、排水渠，至少要采集一份试料进行测定。

最终 BOD 由于脱氧系数而大不相同，因此必须仔细地测定。搅拌脱氧系数，因为需要对比河水中的 BOD 和实验室内的 BOD 的减少情况，所以要在主流的测定点进行测定。

为了了解 BOD，需要测定 COD。为了掌握因沉淀而减少的 BOD，需要对 SS 和溶解性物质形成的 BOD 进行测定。测定总氮、铵氮、亚硝酸氮、硝酸氮、总磷、溶性总磷、原磷酸磷，是为了了解氮化合物和磷化合物的自净作用和富营养化的影响。从主要支流、排水渠和主流的观测点取得的水样，每处至少要采集一份进行测定。测定叶绿素，是为了了解水中藻类的光合作用和呼吸量。要在干流的主要测定点测定各种水样。

### 6.1.9 BOD 减少系数等的决定

测定河水的 BOD 减少系数，原则上是了解自净能力。它主要是利用 Streeter 和 Phelos 方式可以求出。

#### 说 明

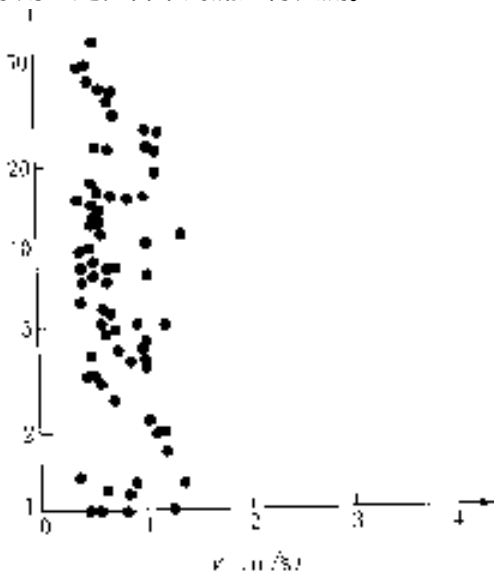
BOD 减少系数，全国河流情况和污染源情况而发生很大变化，因此原则上是在调查自净能力后决定。但是，污染源的状况发生变化的话，BOD 减少系数也会发生变化，因此在当时的实测值在将来也未必能适用。

如果用下述一次减少反应公式计算的值与污染负荷的减少量近似的话，其减少速度系数便可称为自净系数，也可以用自净系数来进行分析。

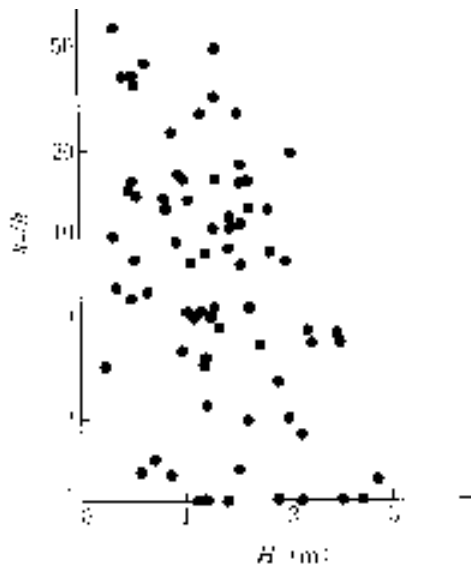
$$dC/dt = -KC \quad \text{或者利用积分方式,} \quad C = C_0 e^{-kt}$$

式中 C 表示浓度， $C_0$  表示初始浓度，t 表示时间，K 表示减少速度系数（自净系数）。

关于河流，由于污染指标采用 BOD 来表示，所以减少速度系数便采用 BOD 减少系数（ $K_r$ ）来表示。河水中的 BOD 会随着生物分解的 BOD 减少而减少，并分为消耗水中 DO（溶解氧）和不消耗 DO 的两种物质。一般前者的减少系数是用  $K_1$ （脱氧系数）来表示，后者是用  $K_3$  来表示。就是说， $K_r = K_1 + K_3$ 。脱氧系数  $K_1$  能够在实验室内测定，而  $K_r$ （还有  $K_3$ ）除了在实际河流进行调查以外是难以测定的。 $K_r$  因河流而异，即使在同一河流，也会因为流量、水温、污染源不同而有很大变化。因此，原则上是在各个河流进行实测。



(图 16 - 1)  $K_r/K_1$  和平均流速 (v) 关系



(图 16 - 2)  $K_r/K_1$  和平均水深 (h) 的关系

另据建设省技术研究报告,  $K_r/K_1$  与各种因子的关系, 如图 16-1 和 16-2 所示。从图中看不出  $K_r$ 、 $K_1$  与各种因子之间的明显关系,  $K_r/K_1$  与水深之间有若干关联, 但是, 不论哪一点, 与  $K_1$  相比都可以看出  $K_1$  大得多。一般来说, 在试验室中测定的脱氧系数  $K_1$  是 0.05~0.3(1/日) 左右 (在清静河流一般都小), 而  $K_r$  根据  $K_1$  的数量级测出了 10 的近似值。

调查自净能力时的 BOD 减少系数  $K_r$  的计算方法, 可参考“水质污染”等规定。

## 6.2 潮汐河流的水质污染预测调查

### 6.2.1 分析方法

在分析潮汐河流的污染程度时, 根据需要预测污染的精确程度和能够利用的数据, 可从进潮量法、利用混合系数法、正常扩散方程式分析法、非正常扩散方程式的数值计算法等方法中选择适当的方法。

#### 说 明

在潮汐河流, 潮汐引起的混合情况和扩散有很大影响, 必须运用包括这些项目的计算公式。另外, 水文和水质由于潮汐周期而变化的非正常现象与非潮汐河流相比, 要复杂得多。但是, 关于非正常问题, 潮汐作用几乎都是周期性的, 因此如果考虑周期的同一位相和二潮时的平均水质, 就可以作为虚拟的正常问题来处理。在本文规定的分析方法中, 最初的三种方法就是作为虚拟的正常问题解析的。如果进行初步计算, 可使用虚拟的正常计算方法; 如果需要精确的计算, 就要采取非正常扩散方程式计算数值方法。

关于这些计算方法, 可参考“水质污染”等规定。

### 6.2.2 调查项目

在潮汐河流预测污染情况, 要根据需要确定计算所需要的各种系数, 而且必须对现时以及将来的发生负荷量、流入负荷量、河水情况进行调查, 以便保证计算的精确性。

#### 说 明

潮汐河流的混合情况 (即强混合型、缓混合型或弱混合型) 不同潮汐河流的调查和计算也不同, 因此必须充分掌握混合状态。不论属于哪一种混合型, 一般都是由固有流量和塔伊达尔普利斯现象 (满潮时潮区内的水量和退潮时的水量差) 的对比决定。这个比例如果在 0.7 以上就称为弱混合, 如果是 0.2~0.5 就称为缓混合, 如果在 0.1 以下就称为强混合。

潮汐河流与非潮汐河流的情况大不一样, 水质由于潮汐而有很大变化, 因此在情况调查时, 要在两个潮时之间每隔 1~2 个小时连续进行测定。但是, 如果以虚拟的正常法进行初步计算, 就可以利用定期水质调查的结果。

在潮汐河流进行污染计算, 重要的是如何确定扩散系数。是试着确定扩散系数, 以再现纵断方向的氯化物离子分布情况呢, 还是为了利用实测的氯化物离子分布来验证公式或实测得出扩散系数的方式, 而进行氯化物离子分布调查, 这是非常重要的。

为了预测计算 BOD 和溶解氧, 与非潮汐河流一样, 必须确定  $K_r$ 、 $K_1$ 、 $K_2$  等 (参照本章 6.1.1 的说明)。这些 (主要是  $K_r$ ) 原则上是根据两次潮之间连续观测 BOD 和 DO 的结果确定的。在这种情况下, 同样也要通过对两次潮之间的观测完全掌握流入潮汐河流的负荷量。对于底质对水质和

藻类溶解氧平衡的影响等也需要进行调查。

另外，利用非正常扩散方程式计算数值时，需要输入不定流计算结果，因此进行水质调查的当天，必须收集进行不稳定流计算的资料。

### 6.2.3 测定点的设定

测定点原则上选在河口附近到涨潮终点的调查区内，根据流入支流和排水渠等的数量设立数个调查点。另外在受河水影响的海域，原则上设立3个以上调查点。在调查区内河流的支流、排水渠和运河等的时候，可根据需要在汇合处设立测定点。

#### 说 明

在涨潮处如果流入支流和排水渠的数量少的话，涨潮处的观测点的数量少一些也可以（需要设立最小的测定点）。但是，象大城市的潮汐河流那样，在支流、排水渠、运河等汇合处多的调查区，需要增加一些观测点。

如果这些支流、排水渠和运河等与主流一样受潮汐影响的话，在支流、排水渠、运河等地也应该在汇合处附近设立观测点，以便准确地了解调查区内的水的流入流出情况和物资的进出情况。潮汐河流有海水流入，为掌握调查点的流入海水的品质，可在每隔2~3公里的距离设立3个以上的观测点，向大海方向延伸下去。

### 6.2.4 实地调查的内容

要进行淡水与海水混合状况的调查、各个观测时间的流域流入量及污染负荷量的调查、各观测点（海域部分除外）测定时间的水位、流量（顺流、逆流都要测）调查、水样采集及实地观测。海域的观测点，要进行水样采集、实地观测和采泥。

#### 说 明

对淡水和海水混合状态的观测，要进行预调查。这种调查是为了解调查区内的淡水和海水的混合情况（强混合、缓混合、弱混合）以及含盐分潮水抵达上游的情况而进行的。这种预调查，要在与正式调查几乎相似的潮汐状况下进行。如果根据过去的许多调查和观测已经知道淡水与海水的混合状况，而且不会影响正式调查的话，也可以省略这种调查。对流域污染负荷量的调查，可按照本章第5节规定的方法进行。对污染负荷量的调查，可以在正式调查时进行。如果有困难的话，调查流域的生产情况可改在与正式调查相同的天气（晴天）进行。正式调查，可在预调查潮汐混合状态的基础上确定调查方法，进行水位、流速、水样采集和实地调查。采泥，可以选择在与调查潮汐河流不同的日子进行。不过，采泥日要尽量选在与水质调查日相近的日子。

### 6.2.5 各观测点的观测和水样采集时间

各观测点，要在两个潮之间每隔1~2小时进行水样采集、水位、流速等实地观测。但是，夜间在海域观测有危险时，可在白天涨潮时进行数次水样采集和实地观测。

#### 说 明

一天的潮汐，白天和夜间是不同的，流域的污染负荷量等也因时间而异，因此两个潮汐或25小时内，要在各个观测点每隔1~2小时进行一次水样采集、水位、流速等的实地观测。流域的污染负荷量也是同样。在海域的观测点观测有危险的话，只在白天涨潮时进行观测也可以。



可以采取用一艘或两艘大型船只在观测点之间进行巡回水样采集的方法。但是，在这种情况下要在一个观测点进行5次以上的水样采集。

#### 6.2.6 水样采集位置和深度

水样采集除在横断面的中央处进行外，还要在左岸和（或）右岸的水质明显不同的观测点进行。即使在左岸和（或）右岸采集水样，也要根据情况在横断方向的几个地方采集水样。在水深方向，考虑到淡水和海水的混合情况，要确定水样采集深度，至少要选择三个深度采集水样。在强混合的潮汐河流，对整个水深要等间隔地确定水样采集深度。在缓混合和弱混合的潮汐河流，要对淡水域及淡水和海水混合层，加大水样采集密度，对海水层要降低水样采集密度。

#### 说 明

在潮汐河流，横断面方向扩散是十分困难的，因此在横断方向，河心与左右岸合计至少要选择3个或者3个以上的采集点。水深方向的水质变化很大，因此要在预调查的基础上确定采集深度。采集位置需要定在各个采集断面上，以便能够顺利地绘制水质等浓度曲线图。

#### 6.2.7 底泥试样的采集

要从各水样采集点特别是选择堆积物明显、且能够代表涨潮情况的地点采集表层的底泥。

#### 说 明

底泥调查，是为了解底泥的氧消耗量及底泥发生的有机物和营养盐的溶解量而采集试料的。

#### 6.2.8 调查测定项目

在调查时，要根据需要对气温、水温、氯化物离子、DO、BOD、溶解性BOD、COD、溶解性COD、脱氧系数、总氮、溶解性总氮、铵态氮、亚硝酸氮、硝酸氮、总磷、溶性总磷、原磷酸磷、叶绿素等进行观测。对于底泥，根据需要可观测水分、灼热原量、BOD、COD、总氮、总磷等。

#### 说 明

调查项目包括水文、氯化物离子、DO、BOD、COD等5个项目。可能的话，可测定溶解性BOD和溶解性COD。为了把5天的BOD换算成最终BOD也要测定脱氧系数。在各个观测点，至少要对2个试样进行测定。最终BOD因脱氧系数不同而大不相同，必须仔细地进行测定。

COD和溶解性COD是用于了解与海域的关系和掌握BOD的测定值。在潮汐河流，SS会沉淀，而沉淀很可能减少BOD和COD值，因此对溶解性BOD和溶解性COD也要进行测定。总氮、铵氮、亚硝酸氮、硝酸氮的测定目的是为了测定氮化合物的硝化影响。叶绿素和营养盐是为了解富营养化而测定的。底泥的调查是为了解底泥的氧消耗和底泥的有机物。希望通过在试验室测量底泥试样测定营养盐溶解量。但若了解底泥各种成分的话，便可从土木研究所查询粗略值就可以了。

### 6.3 湖泊、蓄水池的水质预测调查

#### 6.3.1 分析方法

湖泊和蓄水池的污染分析，根据以水质预测模式为对象的水质数据资料、利用模式所得到的该水域地形、地质、流况、污染状况的结果的程度等因素，选择适当的方法。

#### 说 明

湖泊、蓄水池的水质问题包括以下内容

1. 冷水现象
2. 混水的长期现象
3. 富营养化现象

因此，在明确该水域的水质问题以后，要选择分析水质现象的水质模式。

关于水质模式，可参考“蓄水池的冷浊水及富营养化现象数值分析模式（其一）（其二）”、“各流域的下水道建设综合计划调查、指南和说明”等。

#### 6.3.2 调查项目

进行污染预测，就是根据需要对湖泊和蓄水池的污染物质和平衡进行现状调查，对将来发生、流入负荷量及水的流入和流出进行调查。在湖泊和蓄水池富营养化特别严重时，要在调查现状的同时进行生物调查。

#### 说 明

调查预测湖泊和蓄水池的水质污染情况，是为了预测流域发生的污染物质通过河流、排水渠流入并滞留于湖泊和蓄水池的情况，是为了了解在从河流流出期间，湖泊和蓄水池的水质会受到什么影响以及流入河内的是什么样水质的水。

#### 6.3.3 观测点的设定

观测点，根据需要应该设在能够观测河流、排水渠等流入湖泊和蓄水池的流入负荷量的位置，能够观测湖泊和蓄水池流往河流的流出负荷量的位置，以及湖泊和蓄水池的水质改变的地点和代表湖泊和蓄水池的水质的地点。

#### 说 明

进行这种调查，需要尽量准确地计算流入湖泊和蓄水池的水的平衡问题及污染负荷量。因此需要制定调查计划。此外，在湖泊和蓄水池的观测点，若流域流入量及流入污染负荷量较小的话，会因湖泊和蓄水池的形状和水深而有所不同，但是，湖泊和蓄水池内的观测点可少一些。不过，流域流入量及流入负荷量较大的话，在湖泊和蓄水池内，水质浓度容易出现差异，因此需要增加观测点。在这种情况下，需要确定多少观测点，要以容易绘制水质等浓度曲线为前提。

#### 6.3.4 观测时期

为了把握全年流入负荷量及水域水质的变动特性，平时和发生洪水时都要进行观测。

##### 说明

分析封闭性水域的污染情况时，不仅要在水域内进行，另外还要掌握全年的流入负荷量。因此，不仅要平时进行观测，在发生洪水时也要进行观测。

#### 6.3.5 实地调查的内容

关于实地调查，除了在湖泊和蓄水池内适当设立观测点对来自水质调查流域的流入流量和污染负荷流入量进行调查外，还要对该水域的流出流量及流出污染负荷量以及风向、风速、水位、扩散状况、降雨量、降雨试料的水质和底质等进行调查。

##### 说明

调查流域的来水量和污染负荷量时，最好与蓄水池的调查同步进行。如果有困难，可以选择在与调查蓄水池的天气几乎同样的天气进行。关于调查方法，可参照本章 5.5 “关于流入污染负荷量调查”的规定进行。关于湖泊和蓄水池的流出流量和流出污染负荷量的调查，需要与湖泊和蓄水池的调查同步进行。但是，观测湖泊和蓄水池的流出流量，应该收集调查日以前至少 1 周（可能的话收集 4 周左右）的资料。

湖泊、蓄水池内的风向、风速、水位，也需要在代表地点收集调查日以前至少 1 周（可能的话收集 4 周左右）的资料。如果在湖泊和蓄水池内观测有困难的话，利用流域内的观测资料也可以，只要这些资料与湖泊和蓄水池内的资料相似就可以。

降雨量和降雨资料的收集也是相同。湖泊和蓄水池内的采泥，可选择在与湖泊和蓄水池内水质调查日不同的日子进行。但采泥日需要尽量选择在接近水质调查日的日子。

关于扩散状况的调查，也需要尽量选择在水流、风向、风速与水质调查日的情况接近的日子进行。通过这样调查得出的扩散系数，只是平面的扩散情况，可认为是一个初略值。

#### 6.3.6 各观测点的观测及水样采集频度

各观测点的观测，平时是一天一次，洪水时从流量增大时开始到恢复到洪水前的期间，按照能够把握负荷变动状况的间隔进行水样采集和实地观测。

##### 说明

封闭性水域污染状态持续时间较长，因此与其每次调查增加观测次数，不如进行全年调查。

观测和水样采集频度的详细规定可参照《水库水质调查要领》和《闸坝水质调查要领》。

湖泊和蓄水池的水滞留时间长，在进行洪水期调查时，若洪水影响小，可以减少观测频率。

#### 6.3.7 水样采集深度

湖泊和蓄水池水样采集的深度，可根据水质情况确定。

##### 说明

湖泊和蓄水池的水样采集深度，要根据水质情况，按照《水库水质调查要领》和《闸坝水质调查要领》确定。流入河流的水样采集，可按照本章 2.3 规定的水样采集位置和本章 2.4 规定的水样采集深度确定。

湖泊和蓄水池内的水样采集深度，要在同样平面上取齐。因此，0 从表面算起，可定为 0.5 米、2.5 米和 5 米，这样确定水样采集深度便于绘制平面浓度曲线图。在这种情况下，一个观测点的水样数，除特别的地点（例如水深特别浅的地点等等）外，至少需要选三个深度采样。

在代表性地点要沿深度方向每隔 1 米测定一次，这样有利于详细了解各深度水文和 DO 变化。

#### 6.3.8 降雨时的水料采集

降雨时，将每次降雨的雨水收集到清洁塑料袋中作为降雨时的试样，雨后立即测定成分。

#### 说 明

在水面面积大的湖泊和蓄水池，降雨的负荷影响不可忽视，要根据需要进行观测。

#### 6.3.9 底泥试料的采集

底泥试样，需要在各个水样采集点，特别是堆积物明显的地点采集表层底泥。

#### 说 明

为了了解底泥的氧消耗、底泥的有机物和营养盐的溶解量需要采集底泥试料。

#### 6.3.10 调查测定项目

观测水质和底质，要根据湖泊和蓄水池的水质现象选择适当的项目。

对降雨试样中的总磷、原磷氧磷、总氮、铵氮、亚硝酸氮、硝酸氮、COD 等项目进行测定。

#### 说 明

在湖泊和蓄水池进行水质调查时，要根据水质现象从《水库水质调查要领》和《闸坝水质调查要领》规定的项目中选出适当项目进行测定。水质项目，大致区分为有机物、营养盐（磷、氮）及湖内生物生产量和生物呼吸量等项目。必须利用与水生生物环境的关系分析水质成分。因此，分析的检测物增加，在水样采集到分析之间所容许的时间范围内可能完不成分析，所以考虑到分析能力也可以省略一部分分析。如果要求精度不高的话，考虑到调查目的等情况，也可以减少测定项目和测定检测物的数量。

分析雨水水质是为观测营养盐类。雨水含的营养盐类，因季节、场所而有所不同。由于最近大气污染，雨水含有的物质也有增无减。进行底质分析，是为了了解底泥的氧消耗、底泥的有机物和营养盐类的溶解量。底泥的氧消耗、底泥的有机物和营养盐类的溶解量，要在试验室内观测。如果了解各种底泥的成分量，便可以知道基本情况。底泥中含有的有机物、营养盐类的含量，因季节不同而不同，至少一年要观测二次。

### 6.3.11 藻类增殖、下沉、分解和底泥溶解调查

为了测定水质预测模式的常数，需要进行藻类增殖速度试验，测定悬浮物质的沉降速度、有机物的分解速度及底泥的溶解量。

#### 说明

水质预测模式中的试验系数和常数较多，特别是藻类增殖速度、悬浮物质的沉降、分解速度、底泥的溶解速度是重要的测定项目。根据实地状况选定适当方法是必要的。关于这一点，可以参考《湖泊环境调查指南》。

## 6.4 海域水质污染预测调查

### 6.4.1 分析方法

预测海域污染情况时，在内湾等闭锁性水域，可按照水质模式进行。在进行局部分析时，可利用扩散方程式分析或者数值计算。

#### 说明

由于富营养化引起了内湾的污染，所以这项调查适用本章 6.3 规定的湖泊和蓄水池的水质污染预测调查的预测模式。在调查污染物质流放对海域的影响和河口处的流入污染物质的流动情况时，需要对扩散引起污染物质情况进行考虑后加以局部解析。即使海流方向一定或者潮流好，如果可以进行概算，也可以采用扩散方程式来分析。代表性的分析方法有约瑟夫·申德拉方法和布鲁库斯方法。分析的方法，就是设定种种假设条件，用解析的步骤去求解扩散方程式，因此要选择其假设情况最接近该海域情况的方案。

周期性潮流盛行时，可以利用扩散方程式的数值计算。采用海域污染解析法可参考“水质污染”等规定。

### 6.4.2 调查项目

调查项目可参照本章 6.2.2 的规定。

### 6.4.3 观测点的设定

观测点，根据需要选在能够观测河流、排水渠、运河等流入海域的流入负荷量的位置；观测海域如果是海湾的话，要选在从湾口到外海能够观测流出负荷的位置、以及受其影响的外海海域、观测海域中容易引起水质变化的地点以及能代表观测海域中水质的地点。

#### 说明

在这种调查中，需要尽量准确地求出污染负荷量的均衡量。有必要充分考虑到这一点制定调查计划。在海域内的观测点，由于流域的流入流量、流入负荷量、潮汐流、恒流、风海流的不同，水质会因位置和时间不同发生大的变化，因此要充分考虑这些因素选定地点，这样才能够顺利地绘制水质等的浓度曲线图。在海湾等封闭性海域，与对待潮汐河流一样，需要准确地掌握外海经由湾口流入封闭性海域的水质，因此，除了需要在湾口处设立观测点之外，还要在湾口向外海延伸的海域，每隔 3~5 公里，至少设立 3 个观测点。

#### 6.4.4 实地调查的内容

实地调查就是要根据需要观测淡水与海水的混合状态以及各观测时间的各条河流、排水渠、运河等的流入量和流入污染负荷量,另外还要观测海域的各个点的每个时间的流向、流速、水位、风向、风速等,并进行采泥。

#### 说明

观测淡水与海水的混合状态,要采用预测的方式。观测是为了了解调查区的淡水与海水的混合以及成层状态。观测时要把氯化物离子作为主要指标。这种预调查要在与正式调查一样或相似的潮汐状态下进行。如果过去的许多调查和观测已经掌握了淡水与海水的混合状况,而且不妨碍正式调查的话,可以省略这种预调查。调查各条河流、排水渠和运河的流入流量及污染负荷量,要在调查海域的当天进行。如果感到困难的话,可选择在与海域调查日大体相同的天气进行。可采取本章第5节关于调查流入污染负荷量的方法进行观测。如果是封闭性海域(湾),要调查湾口和海域是,可与湾内调查同时进行。调查海域内的流向和流速,不要在水质调查日进行,还要在调查日之前至少进行一周的调查。

调查风向和风速也是一样的。采泥也可以选择与海域调查日不同的日子进行,但是,采泥日要选择在尽量靠近水质调查日的日子。

#### 6.4.5 各观测点的测定和水样采集时间

各观测点的测定和水样采集时间,可根据潮汐状况确定能够掌握情况的时间和次数。

#### 说明

各观测点的测定和水样采集时间,海域可参考本章6.2.5的规定;在内湾那样的封闭性水域,可参考6.3.6的规定。

#### 6.4.6 海域的水样采集深度

在海域采集水样时,除了水面下50厘米的深度以外,还要考虑淡水和海水的混合状态,水样采集的深度要选在至少能进行3个深度的水样采集的位置。在没有形成水层的海域,对整个水深要等距离地确定水样采集深度。在分层的海域,要对淡水层及淡水和海水的混合层增加水样采集密度,对海水层要降低水样采集密度。

#### 说明

在流入河流采集水样时,可按照本章2.3规定的水样采集位置和本章2.4规定的水样采集深度进行。

淡水与海水的混合状况与水质有很大的关系,所以在海域调查水质时,要通过预调查正确地掌握淡水与海水的混合状态,并在其调查的基础上确定水样采集深度。确定水样采集深度时,除了水面下50厘米这个条件外,还要考虑能够顺利地绘制各种水层的水质等的浓度曲线图。在一个代表地点,尽量每隔1米观测一次水温和DO。

#### 6.4.7 底泥试样的采集

底泥试样的采集,要选择在各个水样采集点特别是堆积物明显的地点。

#### 说明

为了测定底泥的氧消耗、底泥的有机物和营养盐的溶解量，需要采集底泥试样。

#### 6.4.8 调查测定项目

调查时要根据需要对水试样测定气温、水温、透明度、氯化物离子、pH、COD、溶解性COD、总磷、溶解性总磷、原磷酸磷、总氮、溶解性总氮、亚硝酸氮、硝酸氮、SS、污染度等指标；对底质试样，要测定灼热减量、BOD、COD、总磷、总氮等项目。

#### 说 明

在海域特别是有富营养化问题的封闭性海域调查水质时，需要观测有机物、营养盐类（磷、氮），并根据需要调查生物生产量和呼吸量。但在分析水质时，要增加分析检测物数量，在水样变质前允许的时间范围内可能完不成分析，所以考虑到分析能力的限制，可省略部分分析项目。

如果精度要求不高，考虑测定目的之后，可减少观测项目和检测物数量。底泥调查是为了了解氧消耗、底泥的有机物和营养盐类的溶解量，氧消耗、底泥的有机物和营养盐类的溶解量，是在试验室内按照各种底泥进行试验和测定的。

底泥中含有的有机物和营养盐类的数量，因季节不同而不同，因此一年最少要监测两次。

## 第7节 水质事故时的水质调查

### 7.1 水质事故时的调查内容

发生水质事故时，需要对水质进行紧急调查和事后调查。

#### 说 明

所谓紧急调查，是指发生水质事故时进行的调查，需要在现场迅速采取有效措施。这种情况下，不需要进行高精度的调查，而需要在现场利用简易的器材进行测定，迅速查明原因。

所谓事后调查，是指为了准确地查明事故的原因和受害规模等，而利用精密的分析仪器对经过必要处理的试样进行测定调查。除了分析水质以外，还要查明鱼鳖等死亡的数量、种类以及原因。

在发生水质事故时，除了调查水质以外，还要检查防止水质事故的措施。进行这些调查，可参考《水质事故防止措施》的规定。

### 7.2 调查地点

调查地点，可选择在油膜和鱼飘浮的地点周围及其上下游、酿成事故物质流入的支流和排水渠。

#### 说 明

水质事故的地点，可以考虑是飘浮鱼、油膜厚而分布广的地方及其上游。酿成事故的物质（譬如油）如果能用眼确定的话，应确定油膜存在与否，并确定上游的调查范围。如果是氰化物那样的溶解性物质，不能通过观色闻味判断的话，可通过确认鱼鳖的死亡扩大上游的调查范围。如果通过简易测定能够确定是特定的毒品，就可以根据为防止水质事故而绘制的危险物地图缩小调查范围。

### 7.3 水质分析项目

水质分析项目，包括氟、六价铬、重金属、农药等有害物质和危险物以及 DO、pH 等其他一般项目。

#### 说 明

水质事故发生时的水质分析项目，上面已经谈过。不过，可以参考过去发生水质事故时的资料，从中优先选出频度高的物质进行分析。

除了选出水质分析项目以外，还要选出造成水质事故的物质进行分析。可根据需要对酸碱类进行调查；对于油膜要举行意见听证会、并追踪油迹判明其种类。在发生水质事故时，需要清理和处理潜在的危险物。

### 7.4 监测方法

关于监测方法，在紧急调查时原则上采取简易分析方法，在事后调查时应采取利用精密仪器分析的方法。

## 第 8 节 酸雨调查

### 8.1 酸雨调查

酸雨调查，要按以下项目进行。

1. 酸雨（雪）调查
2. 河水水质调查
3. 土壤 pH 调查

#### 说 明

酸雨在欧洲和北美对森林和湖泊造成了严重影响，现在已经成为全球性的环境问题。在欧洲和北美地区，酸雨和酸雾造成森林死亡、湖泊酸化、鱼虾死亡、金属腐蚀、大理石建筑物和雕刻崩溃等等，问题严重，受害程度在年年加重。

在我国，酸雨对生态等的危害虽然还没有欧美那样严重，但是在全国许多地区，已经观测到有年均 pH4 左右的降雨和欧美那样的酸性物质降下。

对酸雨可进行本文提到的调查，而且根据需要还可观测河流流域的土壤缓冲机能、河流流域的生态和河流混凝土建筑物的变化等。

另外，详细调查，可参考《酸雨等调查手册（草案）》。



## 8.2 调查地点和调查方法

### 8.2.1 调查地点

调查地点，原则上要选择进行降雨量调查的地点。

#### 说明

为调查酸雨（雪）而设立采雨装置的场所，原则上是能够连续取得气象资料的地方。因为在分析酸雨时要参考雨量、日照量、风向、风速等气象观测结果。其次，采集的雨水试样会随时间而变质，因此原则上每次下雨回收一次。由于这样的原因，地点应该选择在容易检查和维修采雨装置以及容易回收雨水的地方。

### 8.2.2 采集方法

调查仪器有以下几种，可根据调查目的适当选用。

1. 雨水自动采集装置
2. 简易采集装置（过滤式采集装置）
3. 简易采集装置（加温式采集装置）

#### 说明

采集方法，根据不同目的选用本文列举的装置进行采集。雨水自动采集装置在开始下雨时便把盖打开，开始采集雨水，雨下完后盖便自动盖严。这种仪器使用了能感应雨滴的传感器。简易采集装置（过滤式采集装置）是考虑到不能采集每次下雨的雨水而为长期观测设的装置。

在山岳地带，如果安装自动采集装置有困难的话，就设置简易采集装置（滤式采集装置）。在这种情况下，在设置过滤式采集装置的同时，设置加温式采集装置会更有效。

### 8.2.3 酸雨（雪）的调查和分析项目

调查及分析项目，除了降雨量、水温、pH/导电率、pH4.3 碱度（4.3Bx）以外，根据需要还可以调查和分析个别的事例。

#### 说明

观测酸雨，按本文列举的5个项目进行。目的和需要不同，分析的项目也不同。例如，单纯观测雨水酸度的话，只测定pH就足够了。为了搞清酸雨对森林和湖泊的影响，就需要分析造成酸化的物质和营养盐类等。在这种情况下，要根据需要对硫酸离子（ $\text{SO}_4^{2-}$ ）、硝酸离子（ $\text{NO}_3^-$ ）、氯化物离子（ $\text{Cl}^-$ ）、铵离子（ $\text{NH}_4^+$ ）、钙离子（ $\text{Ca}^{2+}$ ）、钠离子（ $\text{Na}^+$ ）、钾离子（ $\text{K}^+$ ）、镁离子（ $\text{Mg}^{2+}$ ）等进行适当分析。

## 8.3 河河水质调查

### 8.3.1 调查点的设定

在观测酸雨的流域，从酸雨调查点中选出主要点，对其附近的河流和水库的水质进行观测。

#### 说明

水质调查点，要尽可能选在没有人为污染源和温泉等污染源的地方。

在设立调查点时，原则上要考虑流域的集水特性，选在河流下游、水库闸坝旁边、湖心附近、主要水位和流量观测站。

### 8.3.2 调查分析项目

调查分析项目，包括河流流量、水温、pH、导电率，根据需要也可包括个别物质的离子。

#### 说 明

关于水质调查和分析项目，本文已经在研究水域的酸化项目中谈到。根据需要可以对其他 pH4.3 碱度 (4.3Bx)、硫酸离子 ( $\text{SO}_4^{2-}$ )、硝酸离子 ( $\text{NO}_3^-$ )、氯化离子 ( $\text{Cl}^-$ )、钙离子 ( $\text{Ca}^{2+}$ )、钠离子 ( $\text{Na}^+$ )、钾离子 ( $\text{K}^+$ )、镁离子 ( $\text{Mg}^{2+}$ )、铝离子 ( $\text{Al}^{3+}$ ) 等进行分析。

另外，在 8.3.3 列举的酸雨分析项目中，铵离子 ( $\text{NH}_4^+$ ) 在河水中能够较迅速地被硝酸离子酸化，因此可以将它排除在河河水水质分析项目之外，并且它能确定铝离子 (它作为土壤酸缓冲能消失和植物受害的指标) 与碱度 (河水的酸中和能指标)。

### 8.4 对河流流域的土壤 pH 的观测

对于河流流域土壤 pH 值，需要在同一调查地点进行长期观测。

#### 说 明

测定河流流域土壤 pH 值时，原则上是在河河水水质调查点上游选择 2~3 个点进行；调查时期和频度是每年进行一次 (梅雨季节结束后立即进行)；采集深度，是在地表下 10~20 厘米处。

如果土壤的 pH 值降低被酸化的话，河流流域的土壤的抗酸雨能力就会减弱。为了了解其抗性，要根据需要测定土壤的缓冲性能。

如果认为酸雨可能毁坏流域的树木和河流的混凝土建筑物的话，对于流域内的生态和建筑物，就要认真而持续地进行观测，调查其变化与酸雨的因果关系。

#### [参考 16.4] 泥土的 BOD 试验

##### 1. 仪器和装置

(1) 磁性搅拌器：包括搅拌稀释量杯的搅拌器和搅拌试瓶的搅拌器。用于搅拌试瓶的搅拌器在搅拌过程中，要使用散热性好的，以免马达的热量传到试瓶，试瓶与搅拌器之间要放置隔热材料。

(2) 20 的恒温室

##### 2. 试药

与水 BOD 试验的试药相同

##### 3. 试验操作

(1) 均匀地搅拌后，用天平量取适量湿泥 (注 1，最多 1 克)，操作要快，以免试量干燥，水分发生变化。

(2) 要把秤过的试料用蒸馏水冲洗到瓷盘内，用玻璃棒尽量搅拌成微粒子。

(3) 将试样转移到 1 升的量杯，用稀释水 (注 2) 稀释为大约 200 毫升，用搅拌器搅拌约 10 分钟。

(4) 用稀释水稀释成 1 升, 搅拌 5 分钟后, 边搅拌边用虹吸管吸到 2 支试瓶 (其中 1 支中预先放入搅拌用的转子) 中, 进行检验。在这种情况下, 必须加紧搅拌, 以便使土粒子均匀地飘浮着。此外, 要将虹吸管头对准量杯内水深的大约 1/2 处, 随着水位的下降虹吸管也要相应地下降, 这样才便于水样采集。

(5) 对留在量杯的水要继续搅拌, 留下 500 毫升后, 将多余的倒掉。然后再加上 1 倍的水, 稀释到 1 升的量。以下, 按同样方法反复操作, 制成数种水试样, 然后进行测定。

(6) 在装有检测水的两组试瓶中, 不插入转子的那个瓶要立即测定溶解氧。放入转子的那个瓶, 要在 20 的恒温室内边搅拌边试验, 待日后测定溶解氧。

(7) 与 BOD 试验相同的其他试样, 要进行水含量率试验, 求出干燥试样与湿试样的重量百分比。

#### 4. 计算

(1) 5 天的氧消耗量, 采用当初溶解氧的 40~70% 的范围内的试样, 按下列公式计算。

$$\text{泥的 BOD (mgO}_2\text{/lg 干泥)} = F \times O/D \times W$$

F: 稀释倍数

O: 稀释检验水的 5 天氧消耗量 (注 3) (O<sub>2</sub>mg)

D: 试样的水分含量率 (%)

W: 试样的湿重量 (g)

注: 1. 所谓试样适量, 是指试样稀释成检验水时, 其 5 天的氧消耗量等于最初溶解氧的 40~70% 的数量。预测泥土 BOD 很困难, 因此只取实验时至于有问题的数量, 最好对范围较广的稀释系列调查后再进行测定。但是, 由于浓度特别高, 不能用搅拌器搅拌均匀, 所以最大限度应定为 1 克左右。

2. 稀释水, 最好用接种稀释水。

3. 如果用接种稀释水, 就要用接种水的氧消耗量的修正值。

4. 要用不引起固体物沉淀的最小流速搅拌。

#### 参考文献

- 1) 《水文观测业务规程》
- 2) 《修订版 水库调查纲要》 建设省河川局开发科 (监修), (财) 水库源地环境整備中心 (1996 年 1 月)
- 3) 《多功能水库水质调查纲要》 (财) 国土开发技术研究中心
- 4) 《河河水质试验方法 (草案)》 建设省建设技术协议会技术管理分会水质联络会编
- 5) 《湖泊环境调查指南》 (社) 日本水质污染研究协会编, 公害对策技术同友会
- 6) 《底质调查法》 环境厅水质保护局编制
- 7) 《地下水调查及观测指针 (草案)》 建设省河川局 (主编), 山海堂

- 8)《河流综合负荷量调查实施手册(草案)》,建设省土木研究所,1989年
- 9)《水质污染:现象和防止措施》 杉本,技报堂
- 10)《各流域下水道建设综合计划指南和说明》,(社)日本下水道协会
- 11)《1973年度河流工程调查报告书》 建设省土木研究所等
- 12)《蓄水池的冷浊水及富营养化现象的数值分析模式(之一)(之二)》 建设省土木研究所,1987年3月
- 13)《水质事故对策技术》 建设省建设技术协议会技术管理分会(编), 技报堂,1995年

## 第18章 河流环境调查

### 第1节 概论

本章介绍了通过生态系统调查了解河流环境的标准方法。

#### 说明

河流环境由非生物因素（基体、水质、水力学各因素）和生物因素构成，构成生物因素的生物群包括从细菌类到哺乳类的各级生物群。

而河流空间可大致分为陆域和水域。

陆地和水域生物群都具有各自的生态特性，并根据非生物要素形成复杂的生物群生。

本调查的目的在于了解栖息在河流区域的这些生物群的种类构成（生活在某个地区、相互之间保持着有机联系的生物种类的构成）、分布、现存量（指某地区目前生存的生物的量，一般以每单位空间表示）等的实际情况，获取管理与保护河流环境所需的信息。

调查对象为水域及其周边的下述生物群。

生物调查包括制定能够了解不同生物群的实际情况的调查计划和调查方法、采集样本、制作及固定（保存）样本、对种类进行鉴定整理及归纳等几项工作。

详细内容应根据河流区域的特性，按照各生物群的调查目的，参照第2节列举的调查方法等研究制定。

| 调查项目          | 水生生物   | 陆地生物            |
|---------------|--|-----------------|
| 植物调查          | 水生植物（大型）   | 陆地植物（羊齿植物以上的植物） |
| 动植物浮游生物调查     | 植物浮游生物（藻类）<br>动物浮游生物<br>原生动物<br>微小后生动物（鳞甲类、甲壳类等） |                 |
| 水底生物调查        | 大水底生物<br>小水底生物                                   |                 |
| 鱼类调查          | 流动生物   |                 |
| 陆地昆虫调查        | 鱼类   | 陆地昆虫类           |
| 两栖类、爬行类、哺乳类调查 | 两栖类  | 爬行类、两栖类、哺乳类     |
| 鸟类调查          |  | 鸟类              |

## 第2节 生物调查

### 2.1 植物调查

#### 2.1.1 调查概要

植物调查应以陆域及水域中的维管植物为对象。

调查范围为对象水域及其周边区域。

#### 说明

作为植物调查对象的维管植物是指羊齿类以上的高等植物。

植物调查的目的在于通过调查对象区域的植被分布、植物的种类构成、分布、现有量，了解对象区域的环境情况。

覆盖着某一地区的植物种群称为植被，而植物群生的叫法则用在更为具体的场合，如对植被进行分类时使用木本群生、草本群生等。

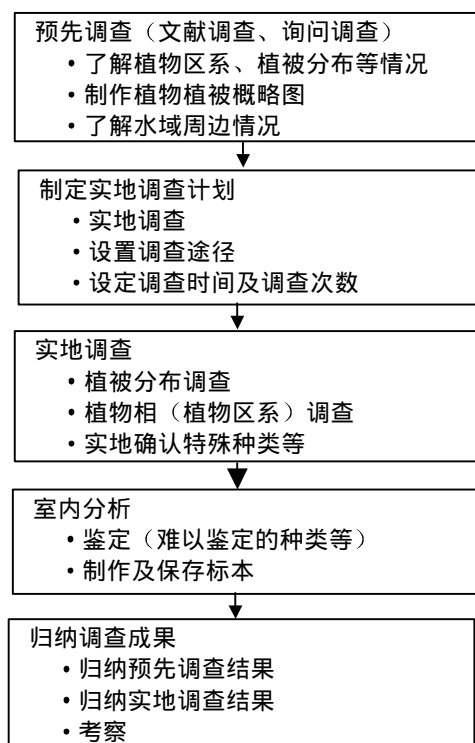
生存地的土地、基质、水质等不同，构成植被的植物种类也不同。不仅如此，同种植物构成的种群，其形态及生存方式也有很大不同，有的看起来一样，但仔细观察便能发现某一部分存在明显差异。各环境不同以及植被的成长过程不同是造成这种部分性差异的原因。

#### 2.1.2 调查的构成

应先制定计划再实施调查，其内容以预先调查、实地调查为主，室内分析为辅，同时进行整理和归纳。

#### 说明

本调查的步骤如下图所示。



### 2.1.3 预先调查

预先调查包括下述两种调查。

1. 文献调查
2. 询问调查

#### 说明

开展实地调查前，应预先通过文献调查及询问调查，了解以往的植被调查结果、水域及其周边植物区系的概要、水域及其周边内有无特殊种类和水域及其周边的情况等。

### 2.1.4 实地调查计划

开展调查应制订实地调查计划。

#### 说明

1. 根据文献调查、询问调查的结果，对调查范围进行实地勘察后，设定勘察路径、调查时间等，制定实地调查计划，以获得更大的成果。

2. 实施植被分布调查、植物相（植物区系）调查、群生组成调查，以了解水域及其周围的植物区系、植被分布等情况。

3. 应根据预先调查的结果，即水域周围地形、植被分区略图、特殊种类的分布情况以及其他以往的调查结果等，设定植被分布调查及植物区系调查的勘察路径。

4. 在春季至秋季易于辨认植物的季节实施植物调查。

### 2.1.5 实地调查

实地调查应按照实地调查计划进行，同时应根据河流环境的特性及调查目的，选择能够确切了解实际情况的调查方法。

#### 说明

#### 1. 调查方法概要

实地调查包括植被分布调查、植物区系调查以及群生组成调查。

植被分布调查以及植物区系调查的实施方法为勘察。

用限定区域法调查群生组成，将群生组成调查所确认的种类反映到植物区系调查结果中。

#### 2. 各调查的特点

植被分布调查：了解植被的平面分布，制作植被分区图。

植物区系调查：制作生长在对象区域内的植物的清单。

群生组成调查：了解群生中植物的生存情况。

#### 3. 植被图制作调查

带着事先制作的植被分区略图到当地，从可视线良好的地方眺望水域周围，并随时对调查范围进行勘察，参照目前的植被分布制作植被分区图，根据概观和优势种类进行群生的划分。

植物社会学上的群生划分请参照其他调查方法。

此外，还要制作包括代表性群生在内的水边（有水生植物时含水域）植被分布模式图。

#### 4. 植物相（植物区系）调查

勘察调查范围，通过目视（对木本必要时使用望远镜）确认出现的品种，将品种名称和出现情况记录在调查表上。调查对象种类为野生品种、驯化品种、特殊品种、造林树品种，根据调查目的也可将种植在公园及耕地等处的种类作为对象。对在实地难以鉴定的植物，应采集下来，待日后详细调查。对在该地区首次发现的植物也应采集。但特殊品种则不采集，可拍摄照片等并记录确认位置，以便日后由专家确认。

#### 5. 群生组成调查

设置调查点，采用勃纶拉凯面积法记录调查点内各植物的覆盖程度、群生程度、层次等，进行群生组成调查。

对植被分布调查所划分的群生，要在一个以上的调查点实施群生组成调查。

仔细观察所调查的群生，从该群生生长的典型区域中尽量选择均匀的地方设置调查点。

为了解群生的经年变化，应在图上记录调查点的范围，以便持续在同一地点进行调查。

实施群生组成调查时应注意以下几点：

##### (1) 调查对象的选择

概观调查对象区域，按有特点的植物品种组合将植被划分为几个均匀的区域，在各区域内群生生长最为茂盛的地方采样。

所谓概观是指捕捉以植物的生长形态为主的外观和在某处生长的植物的整体形态。

调查对象区域内并非只生长着一个群生，多数情况下会有数个不同的群生。因此，一般采用的方法为从对象植被和地区中选取几个调查点作为对象区域的典型代表。

但问题在于在什么地方、选取几个多大的调查区，才能正确代表该地区和群生。因此需要尽量勘察调查区域，并利用航拍照片等了解植被整体的大致情况。通过这种最初的全区域勘察，根据多次反复见到的有特点的植物品种组合及概观，了解群生的数量和各种群生的规模。调查点应选在各群生长最茂盛的地方，以避免不同群生的过渡带为宜。



图 18-1 调查点的选取方法  
(○：好、×：不好)

##### (2) 调查点的面积

所调查群生不同，所设调查点的面积也应不同。调查面积越大则出现的种类数越多，但最终将接近于某个定值。用于表示出现种类数随面积增大而增加的曲线称为种类数-面积曲线。调查点的最小面积，最好根据种类数-面积曲线的拐点求得，但经验上可参照下述大致标准。

|                      |                       |              |                      |
|----------------------|-----------------------|--------------|----------------------|
| • 乔木林（包括亚乔木林）        | 150~500m <sup>2</sup> | • 矮草草原（低茎草原） | 10~25m <sup>2</sup>  |
| • 灌木林（4m 以下下层只有草本区系） | 50~200m <sup>2</sup>  | • 其他草原（低茎草原） | 1~10m <sup>2</sup>   |
| • 芒草原（高秆草原）          | 25~100m <sup>2</sup>  | • 耕地杂草群生     | 25~100m <sup>2</sup> |

此外，作为一种初步的确定方法，还可取以群生的优势品种的高度为边长的正方形



的面积，只要不是种类数繁多的复杂群生，都可适用这种方法。

(3) 生长种类的调查

记录调查点内生长的植物的所有种类。

对在实地难以鉴定的植物、首次在该地区确认的植物、特殊种类等的处理，与植物区系调查相同。

(4) 覆盖程度、群生程度的调查

根据勃伦拉凯面积法，记录调查点内生长的各植物种类的覆盖程度和群生程度。

〈覆盖〉

- 5: 覆盖程度占调查点面积的 3/4 以上者;
- 4: 覆盖程度占调查点面积的 1/2~3/4 者;
- 3: 覆盖程度占调查点面积的 1/4~1/2 者;
- 2: 个体数极多，或至少覆盖程度占 1/10~1/4 者;
- 1: 个体数较多，但覆盖程度在 1/20 以下，或覆盖程度在 1/10 以下且个体数少者;
- +: 个体数少，覆盖程度也小者;
- r: 极为稀少，以最低覆盖程度出现者（不少情况下也归为+符号）。



覆盖程度 5 (3/4 以上)    4 (1/2~3/4)    3 (1/4~1/2)    2 (1/10~1/4)    1 (1/10 以下)

〈群生程度〉

- 5: 调查区内呈地毯状大片生长;
- 4: 大班状，或地毯状中有不少孔的状态;
- 3: 小片的斑状;
- 2: 小片状;
- 1: 单独生长。



群度 5 地毯状    4 地毯带孔的状态    3 斑状    2 小片状    1 单独生长

对森林等多层次植被，可先按层次调查群生，以提高调查精度。

基本层次如下所示：

乔木层（包括亚乔木层）

灌木层      草本层

植物群生也有结构单纯的，但一般为各种植物共存的多层结构。

划分层次时，有时是预先确定几米以上为乔木层，但森林内各层植物的高度通常不是固定的，这反映了其所在地条件的多样性。有人认为在调查时对具体的植物群生分层，能更有效地了解该群生的实际情况。分层的普通标准若以朗肯的生物形态为基准，则乔木层为8米以上、亚乔木层为2米到8米、灌木层为2米以下、草本层为1~0.5米以下。对爬藤植物和附着植物，有时根据其高度划入相应的层次，有时则作为爬藤植物和附着植物分别处理。

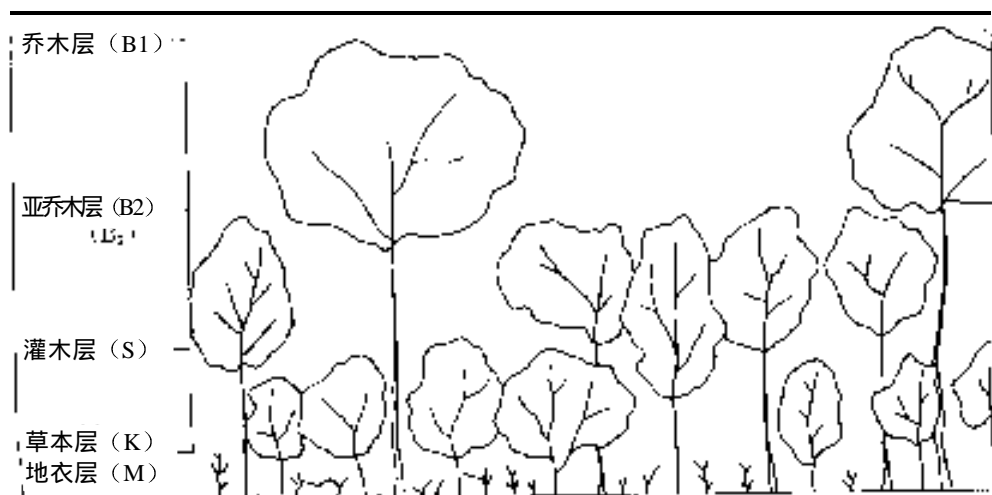


图 18-2 森林的层次模式

#### 6. 存活能力（活力度）

表示调查区内某个品种的存活能力，分为4个级别。

有时很难判断活力度，因此实际野外调查中只对存活能力特别弱的品种进行此调查。

存活能力用下列符号或数字（1~4）表示，标注在覆盖程度、群生程度右上角，如（ $\times^{\circ}$ ）。

- 1: 生长茂盛，完全重复生存循环（从出生到死亡的循环）的植物；
- 2: 不太茂盛但可繁殖的植物，或生长的植物不能有规律地重复完整生存循环；
- 3: 条件好时才能生长，不能重复完整生存循环的植物；
- 4: 偶然生长但无法繁殖的植物。

#### 7. 现存量调查

木本、草本的现存量调查请参考其他调查法。

#### 8. 特殊品种等的实地确认

在实地调查中应随时确认特殊品种（植被分布调查、植物相调查、群生组成调查）。

这里所说的特殊品种指如下品种。

- 国家、都道府县、市镇村指定的自然保护物；
- “有关保护濒临灭绝野生动物品种的法律”中指定的国内稀有野生动植物品种；
- 《自然公园法》中指定的植物；
- 环境厅编（1976）《绿色人中普查报告》中《优越的自然条件调查》所规定的对象品种；
- 环境厅编（1980）第2次自然环境保护基础调查（绿色国情调查）特殊植物群生调查报告《日本的重要植物群生》中规定的特殊植物群生；
- 日本重点保护植物品种及植物群生研究委员会植物品种分科会（1989）

《日本重点保护植物品种的现状》中列举的品种；

- 环境厅编（1988）第3次自然环境保护调查（绿色国情调查）特殊植物群生调查报告（追加调查、跟踪调查）《日本的重要植物群生II》中规定的特殊植物群生；
- 其他地方上应特别提及的文献中列举的品种。

确认特殊品种等时，应在地图上标注其位置，进行拍照，记录确认时的状况。

### 9. 实地调查时的记录

在调查区内还应对其他如调查地点编号、海拔高度、方位与倾斜角、调查面积的大小、全植被率、树龄与树高、人为影响的种类与频度、与调查地点相邻的植物群生、土壤类型与土壤种类、生物形态、发育类型、生长状态等进行调查并作记录。

其他调查中首先需要将下述(1)~(8)中的项目记录在野外记录簿中，同时应根据需要对(9)~(11)中的项目进行调查。

#### (1) 调查日期

#### (2) 调查地点

为了做到随时都可以找到调查地点，应详细记录县、郡、市、镇、村、字，以及山、耕地等的名称，还应描绘附近的略图。

#### (3) 海拔高度                      用高度计或根据地图测定

#### (4) 方位与倾斜角              坡面时测定

#### (5) 调查面积的大小          (m×m)

#### (6) 总植被度

判断整个调查区所有植被的覆盖程度(%)。对多层群生应分别判定各层次的植被度。

#### (7) 进行森林调查时

在可能的范围内判定树龄和树高。

#### (8) 与调查地点相邻的植物群生

画出调查地点的模式图。必要时还应包括相邻区域的结构。

#### (9) 环境调查

用照度计测定各层次的相对照度，并测量林内的垂直气温、地层温度，或定量调查风的影响、含气盐分、二氧化硫等。

#### (10) 土壤类型和土壤的种类

除记录土壤的种类（沙、粘土、含沙砾等）外，还应根据需要进行含水量、通风、土壤的理化试验等。

#### (11) 生物类型的分类

根据某种标准用具体的方法对植物的形态进行分类时，我们称之为生物形态。就象把分类学上的单位按种类分类那样，生物形态是生态学上很受重视的一项基本内容。

很多学者都对生物形态进行过分类，其中朗肯分类的生物形态确立了分类标准，具有相当大的实用价值，被广为采用。分类的标准为植物在冬季的寒冷时节或热带的旱季等对植物来说生活条件十分恶劣的时期的萌芽位置。

## [参考 18.1] 植被划分举例

## 1. 植被划分举例 1-1

## I 自然植被

## A. 木本群生

- |                |                |
|----------------|----------------|
| 1 赤栎-青冈栎群生     | 40 杉群生         |
| 2 红松群生         | 41 柯树群生        |
| 3 秋茱萸群生        | 42 丘桦群生        |
| 4 椴木群生         | 43 日本毛柳群生      |
| 5 青冈栎群生        | 44 红楠群生        |
| 6 石櫟栎群生        | 45 丁香米杜鹃群生     |
| 7 杞柳群生         | 46 铁杉群生        |
| 8 仙毛榉群生        | 47 日本梅樱群生      |
| 9 仙毛榉-山毛榉群生    | 48 九州吊钟花群生     |
| 10 鸡爪槭-榉群生     | 49 柔毛栎-白栎木群生   |
| 11 郁金水晶花树群生    | 50 本州云杉群生      |
| 12 里白櫟群生       | 51 日本黄杉群生      |
| 13 里白冷杉群生      | 52 冷杉群生        |
| 14 日本鱼鳞杉群生     | 53 白杨群生        |
| 15 马利斯冷杉群生     | 54 水柳群生        |
| 16 日本大叶柳-白杨群生  | 55 灰木山矾群生      |
| 17 龙江柳群生       | 56 偃松群生        |
| 18 青榆群生        | 57 箱根米杜鹃群生     |
| 19 绣球花群生       | 58 网脉丁香花群生     |
| 20 鹿子树群生       | 59 网脉丁香花-水曲柳群生 |
| 21 岸杜鹃花群生      | 60 春榆群生        |
| 22 日本侧柏群生      | 61 赤杨群生        |
| 23 晚叶柳群生       | 62 丝柏群生        |
| 24 五辛草群生       | 63 日本宽叶连香树群生   |
| 25 米杜鹃花群生      | 64 总樱群生        |
| 26 水胡桃群生       | 65 山毛榉群生       |
| 27 扁柏群生        | 66 日本红楠群生      |
| 28 栲群生         | 67 杜樱群生        |
| 29 莽草-赤栎群生     | 68 纯头金缕梅-山毛榉群生 |
| 30 莽草-日本冷杉群生   | 69 粗齿栎群生       |
| 31 蛇柳-赤芽柳群生    | 70 香茵芋-赤栎群生    |
| 32 白栎木群生       | 71 乌苏里赤杨群生     |
| 33 群生          | 72 日本冷杉群生      |
| 34 冷杉属群生       | 73 沼泽柳群生       |
| 35 冷杉属-本州云杉群生  | 74 松村桤木群生      |
| 36 冷杉属-马利斯冷杉群生 | 75 昆栏树群生       |
| 37 檉木群生        | 76 四照花群生       |
| 38 弘前柳群生       | 77 虎皮楠-昆栏树群生   |
| 39 弘前柳-晚叶柳群生   | 78 山柳群生        |

## B. 草本群生

- |                      |                     |
|----------------------|---------------------|
| 79 青萍群生              | 123 柳叶箬-畦衣草群生       |
| 80 红萍群生              | 124 千岛刺儿草-大虎杖群生     |
| 81 三尖叶赤麻-大艾群生        | 125 茶水苔群生           |
| 82 兰花群生              | 126 丁子菊-狸兰群生        |
| 83 野稗群生              | 127 大果叶菊群生          |
| 84 岩公孙树群生            | 128 蔓天苔-岩雪舌群生       |
| 85 岩公孙树-猩猩贯蓑衣草群生     | 129 日本芦苇群生          |
| 86 岩公孙树-沼茅群生         | 130 苗荻紫花地丁群生        |
| 87 岩黄耆群生             | 131 日本沼原草群生         |
| 88 苦苣苔群生             | 132 水生小鸡草-弯曲碎米荠群生   |
| 89 海荆三棱群生            | 133 野菖蒲-日本沼原草群生     |
| 90 扇状大字草-苦苣苔群生       | 134 猪殃殃花-荻群生        |
| 91 大野稗群生             | 135 长刺毛拂子茅-深山蛇之寝御群生 |
| 92 大野稗-沼泽生苔群生        | 136 姬浮草群生           |
| 93 大笠菅群生             | 137 姬莲花-绿苔群生        |
| 94 大马前球-鬼鸣子菅群生       | 138 飞来草-鸭嘴草群生       |
| 95 大马前球-弯曲碎米荠群生      | 139 眼子菜群生           |
| 96 大叶种渍花群生           | 140 日本虎耳草群生         |
| 97 大艾-大虎杖群生          | 141 谷精草-小狗花群生       |
| 98 荻群生               | 142 细叶尾瀨沼水苔-黑花老须群生  |
| 99 荻-芦苇群生            | 143 细四叶葎群生          |
| 100 鬼下野-大艾群生         | 144 云莓群生            |
| 101 金银莲花群生           | 145 幌向水苔-日本沼原草群生    |
| 102 弯嘴苔草群生           | 146 芝菜群生            |
| 103 木立水苔群生           | 147 真蓊-柳叶箬群生        |
| 104 黑橙皮-深山猪独活群生      | 148 水菊-日本沼原草群生      |
| 105 黑花引起-大虎杖群生       | 149 三手里星-苦苣苔群生      |
| 106 黑花引起-大艾群生        | 150 深山衣群生           |
| 107 黑百合-山金车属群生       | 151 深山野稗群生          |
| 108 鸡尾兰群生            | 152 深山北蓊-霍氏橐吾群生     |
| 109 浮萍群生             | 153 深山猪独活-大虎杖群生     |
| 110 三角兰-香莆群生         | 154 深山白菅茅-合叶草群生     |
| 111 槐叶萍群生            | 155 深山土壤津名树-深山蕨群生   |
| 112 四国紫萼-猩猩贯蓑衣草群生    | 156 深山平江带-深山猪独活群生   |
| 113 四国芹叶太阳花-猩猩贯蓑衣草群生 | 157 深山萤兰群生          |
| 114 信浓金梅-深山金凤花群生     | 158 深山冷水花苔群生        |
| 115 白玉星草群生           | 159 紫挖耳勺草-白野稗群生     |
| 116 石菖蒲群生            | 160 山谷蛙菅茅群生         |
| 117 苦草-杉叶藻群生         | 161 雪犬须群生           |
| 118 水芹菜-丝带草群生        | 162 芦苇群生            |
| 119 高千穗芥末-蔓猫眼草群生     | 163 芦苇-异穗莎草群生       |
| 120 丈贯蓑衣草群生          | 164 双木槿-观音莲群生       |
| 121 狸藻群生             | 165 白羊毛胡子草群生        |
| 122 狸兰群生             |                     |

## 2. 植被划分举例 1-2

## II 代表性植被

## A. 木本群生

- 166 红松群生  
 167 野梧桐群生  
 168 昌化鹅耳枥-白栎群生  
 169 岩扬枝群生  
 170 白芯瓔珞群生  
 171 日本櫟群生  
 172 大叶杜鹃群生  
 173 大叶夜叉五倍子群生  
 174 赤栎-白栎群生  
 175 日本千金榆群生  
 176 栗树-百栎群生  
 177 栗树-粗齿栎群生  
 178 榉群生  
 179 白栎群生  
 180 白栎-粗齿栎群生  
 181 日本白桦群生  
 182 三叶海棠群生  
 183 楝树群生  
 184 杨栎群生  
 185 櫟木群生  
 186 千岛矮竹群生  
 187 筑紫灌木水晶花树群生  
 188 美丽锦带花群生  
 189 野蔷薇群生  
 190 化香树-白栎群生  
 191 群生  
 192 赤杨群生  
 193 粗齿栎群生  
 194 高山河滩赤杨群生  
 195 深山小橡子群生  
 196 深山木天蓼群生  
 197 深山夜叉五倍子群生  
 198 糙叶树-日本櫟群生  
 199 日本栲木群生  
 200 山赤杨群生  
 201 山葡萄群生  
 202 山柳群生

## B. 草本群生

- 203 青天月群生  
 204 秋鳗藤-辣蓼群生  
 205 秋季狗尾草-三叶鬼针草群生  
 206 秋罌粟-葎草群生  
 207 东菊-结缕草群生  
 208 东根矮竹-芒群生  
 209 千金子树-河岸平原生菅茅菜群生

- 210 畦塘芥末群生  
 211 陌上菜群生  
 212 稗群生  
 213 瓜皮草-鸭舌草群生  
 214 大草黍子-美国苦楝草群生  
 215 大草黍子-辣蓼群生  
 216 车前草群生  
 217 黄莓群生  
 218 蔺草-空茎瓜兰群生  
 219 风草-群生  
 220 葎草-乌菽莓群生  
 221 下垂冰草-羊蹄群生  
 222 沙草-粟米草群生  
 223 半夏-地锦群生  
 224 尖叶铁扫帚-空茎瓜兰群生  
 225 河岸平原生菅茅菜-车前草群生  
 226 河岸平原生佛耳草-艾蒿群生  
 227 茵陈蒿-河岸平原紫胡群生  
 228 青草兰-河岸柳群生  
 229 青草兰-蓼母衣草群生  
 230 野葛群生  
 231 野葛-葎草群生  
 232 黑犬须群生  
 233 牛扁-结缕草群生  
 234 核心风-加拿大苍耳群生  
 235 晚季箭杆群生  
 236 栅栏墙-河岸柳群生  
 237 鸭舌草群生  
 238 小叶锦草-尾鼠粟群生  
 239 叶下珠-瓜皮草群生  
 240 泽泻群生  
 241 结缕草群生  
 242 小杂树菅茅群生  
 243 藜群生  
 244 金银花-屁尿葛群生  
 245 芒群生  
 246 看麦娘群生  
 247 看麦娘-石龙芮群生  
 248 铃兰-芒群生  
 249 药用蒲公英-车前草群生  
 250 鬼叶草群生  
 251 异型莎草-稗群生  
 252 狼尾草属-艾蒿群生  
 253 豨莶群生  
 254 积雪草-结缕草群生

- 255 鸭趾草群生  
256 竹节蓼-母草群生  
257 野古草-结缕草群生  
258 野古草-芒群生  
259 皱叶酸模-羊蹄群生  
260 香薷-苦苣菜群生  
261 桂竹香-结缕草群生  
262 矮竹-芒群生  
263 野山白菊群生  
264 野菖蒲-芒群生  
265 天蓬草-牡丹群生  
266 爬锦草-双花芯鼠尾草群生  
267 白芷群生  
268 黄杨-芒群生  
269 紫藤亚目-绣线菊草群生  
270 狭叶泽泻群生  
271 北方蓟-芒群生  
272 长萼鸡眼草-河岸平原菊群生  
273 圆酸叶-鸭舌草群生  
274 柴胡-芒群生  
275 半边莲-日本苦苣菜群生  
276 戟叶蓼群生  
277 篇蓄群生  
278 深山星草群生  
279 日本须芒草-芒群生  
280 山萝卜群生  
281 羽状叶紫菀-艾蒿群生  
282 艾蒿群生
- III. 种植林  
283 红松群生  
284 黑松群生  
285 落叶松群生  
286 赤栎群生  
287 白栎群生  
288 扁柏群生  
289 杉群生  
290 杉-丝柏群生  
291 冷杉群生  
292 丝柏群生  
293 孟宗竹群生  
294 淡竹群生  
295 观音竹群生
- IV. 其他  
296 果树园  
297 苗圃  
298 种植树群  
299 樱群生  
300 人工草地（结缕草、细叶结缕草）  
301 人工草地（牧草地）  
302 人工草地（其他）  
303 水田  
304 旱地  
305 住宅地  
306 人工建筑物、混凝土地面  
307 人工造地、人工裸地  
308 自然裸地  
309 开放水域

3. 植被划分举例 2

群生的划分

| 分类     | 基本分类                         | 基本分类的内容                                     | 群生的划分(例)                                   |                       |
|--------|------------------------------|---|--|-----------------------|
| 水生植被区  | 沉水植物群生                       | 沉水植物生长占优势的区域                                | 狐尾藻群生、加拿大藻类群生、黑藻群生、札草群生等                   |                       |
|        | 浮叶植物群生                       | 浮叶植物生长占优势的区域                                | 菱角群生、睡莲群生、金莲儿群生等                           |                       |
|        | 盐沼植物群生                       | 盐沼地的特有植物生长占优势的区域                            | 盐莎草群生、覆土群生                                 |                       |
|        | 沙丘植物群生                       | 沙丘地的特有植物生长占优势的区域                            | 花昼颜群生、苔草属群生、小杂树群生、毛鸭嘴群生                    |                       |
|        | 一年生草本群生                      | 阔叶(双子叶植物)的一年生草本(或两年生草本)生长占优势(基本上没有多年生草本)的区域 | 辣蓼群生、月见草群生、葎草群生、藜群生、野瓜群生、大猪菜群生、美国鬼针草群生     |                       |
|        | 多年生阔叶草原                      | 双子叶植物的多年生草本生长占优势的区域                         | 艾蒿群生、背高泡立草群生、茵陈蒿群生、河岸生艾群生、河岸生母子草群生、白三叶草群生等 |                       |
|        | 水稻科草原                        | 芦苇群生  | 芦苇生长占优势的区域                                 | 芦苇群生                  |
|        |                              | 日本芦苇群生                                      | 日本芦苇生长占优势的区域                               | 日本芦苇群生                |
|        |                              | 荻群生   | 荻生长占优势的区域                                  | 荻群生                   |
|        |                              | 其他水稻科草原(*)                                  | 水稻科草木(芦苇、荻、日本芦苇外)生长占优势的区域                  | 芒群生、白茅群生、丝带草群生、拂子茅群生等 |
|        | 柳灌木林                         | 调查时的树高约为 4m 以下的柳树类生长占优势的区域                  | 水杨群生、日本毛柳群生、晚叶柳群生、杞柳群生、红芽水杨柳群生、弘前柳群生等      |                       |
|        | 柳乔木林                         | 调查时的树高约为 4m 以上的柳树类生长占优势的区域                  |  |                       |
|        | 其他灌木林                        | 柳树类以外的灌木(调查时的树高为 4m 以下)生长占优势的区域             | 瓜哇漆树群生、秋茱萸群生、东根矮竹群生、细齿赤杨群生、岸杜鹃群生、杜鹃花群生等    |                       |
|        | 落叶阔叶树林                       | 落叶阔叶树(调查时的树高为 4m 以上)生长占优势的区域                | 赤杨群生、刺槐群生、榉群生、日本山核桃群生、赤栎群生等                |                       |
| 落叶针叶树林 | 落叶针叶树(调查时的树高为 4m 以上)生长占优势的区域 | 落叶松群生等                                      |  |                       |
| 常绿阔叶树林 | 常绿阔叶树(调查时的树高为 4m 以上)生长占优势的区域 | 青冈栎群生、白栎木群生、柯树群生、红楠群生、鹿子树群生、五辛草群生           |  |                       |
| 常绿针叶树林 | 常绿针叶树(调查时的树高为 4m 以上)生长占优势的区域 | 日本冷杉群生、铁杉群生、芒群生、扁柏群生等                       |  |                       |
| 种植林    | 种植林(竹林)                      | 种植竹类的区域                                     | 竹林(孟宗竹、刚竹、淡竹)等                             |                       |
|        | 种植林(杉、丝柏)                    | 种植杉、丝柏的区域                                   | 杉树林、丝柏林等                                   |                       |
|        | 种植林(其他)                      | 种植其他树木(红松、黑松等)的区域                           | 红松林、黑松林、樱花树林等                              |                       |
| 耕地     | 果树园                          | 作为果树园利用的区域(包括桑树地)                           | 果树园、桑树地等                                   |                       |
|        | 旱地                           | 不包括在“水田”、“果树园”内的耕地区域                        | 旱地、茶园等                                     |                       |
|        | 水田                           | 作为水田耕作的区域                                   | 水田   |                       |
| 人工草地   | 人工草地                         | 进行采集牧草、烧荒、割草等的草地区域(广场、公园、高尔夫球场等的草坪除外)       | 牧草地、人工草地、草坪等                               |                       |
| 设施占地等  | 广场等                          | 广场、公园、高尔夫球场等的设施所占有的区域(包括建造中的裸地)             | 人工荒地、高尔夫球场、广场、公园等                          |                       |
|        | 人工建筑物                        | 人工建筑物所占有的区域                                 | 混凝土建筑物、建筑物                                 |                       |
| 自然裸地   | 自然裸地                         | 没有植被覆盖的区域(为了使用而有目的地裸露的区域除外)                 | 自然荒地(干沼泽地、沙砾地等)                            |                       |
| 水面     | 开放水面                         | 除沉水植物群生、浮叶植物群生外的水面                          | 开放水面                                       |                       |

“\*”为方便起见,“其他水稻科草原”中也包含莎草科植物占优势的群生



### 2.1.6 室内分析

对在实地不知道种名（难以率定）的植物进行采集，制成标本后供室内分析使用，难以率定时，应委托有关专家率定，制作出完整的品种清单。

### 2.1.7 归纳整理

进行归纳整理以掌握对象区域的植被及生存品种的实际情况。

## 说 明

#### 1. 实地调查概要

对以下调查的植物内容进行整理：植被分布调查实施日；植物区系调查的调查地点的位置（距离标记、左右岸的区别）和实施日；组成调查的调查地点的位置（距离标记、左右岸的区别）、调查区面积、群生名称、调查实施日、调查负责人、用于率定的参考文献、提供建议和指导的学者等。

#### 2. 实地调查范围和位置

在标有主要水坝、桥梁标志的流域概要图上，整理植被分布调查区域的范围、在调查区内进行组成调查、植物区系调查的地点等各项调查的位置，以了解其在整个水系中的位置。

#### 3. 植被图及植被构成模式图

整理调查对象河段整体的群生分布，制作现存植被图及植被分布模式图。

#### 4. 植物品种清单

对每次调查所确认的植物品种，按分类体系顺序进行整理。

#### 5. 年际情况

对文献调查和本次实地调查中出现并确认的植物品种进行整理。

#### 6. 特殊品种等

对文献调查及实地调查中确认的特殊植物品种，整理其确认情况等。

#### 7. 植被截面图

对代表性植物群生制作植被断面图，记录各群生中出现的品种。

#### 8. 对植物与河流环境间的关系进行考察

根据整个调查所得到的成果，必要时对如下内容进行整理和考察。

(1) 对通过实地调查所确认的品种、群生与调查地点的环境进行恰当的分类和分组等，整理两者之间的关系。

(2) 将整个调查对象河段适当地划分成各个区域，对每个区域内河流环境与植物品种、群生的关系进行考察。

## 2.2 动植物浮游生物调查

### 2.2.1 调查概要

动植物浮游生物调查的对象为原生动物、微小后生动物、微小藻类等在水中浮游的生物。调查范围为调查对象水域。

## 说 明

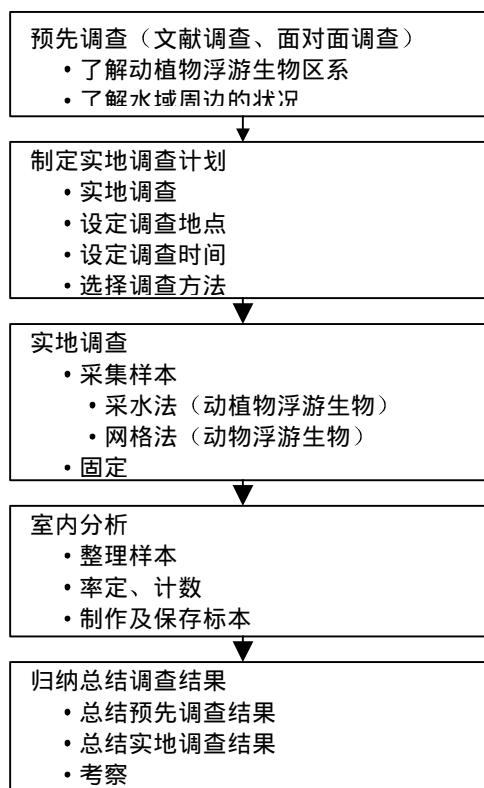
本调查中作为调查对象的动植物浮游生物包括原生动物、微小后生动物和微小藻类等极为广泛的分类群。通过了解调查对象水域的栖息状态（群生构成、现存量、时间变化等），可以获得用于判明水域内营养盐类量的状态（富营养化状态）及水域内的生物生产能力等的基础性资料。在时间上跟踪生物群生、现存量等，还可以判明其发生机理，获得制作有关水环境指标的资料。

### 2.2.2 调查构成

调查时应制定调查计划，其内容以预先调查、实地调查为主、并对调查的结果进行分析、整理归纳。

#### 说 明

本调查的步骤如下图所示。



### 2.2.3 预先调查

预先调查包括下述两种调查。

- 1.文献调查；
- 2.面对面调查。

#### 说 明

在进行实地调查前通过文献调查及面对面调查，了解调查对象水域的动植物浮游生物区系及各品种的出现时期等，并收集有关调查对象水域的形状、水质等信息。

### 2.2.4 实地调查计划

进行调查时，应制定实地调查计划。

#### 说明

1. 根据文献调查和面对面调查的成果对调查对象水域进行实地勘察之后，应根据水域特性选择调查地点、调查时间、调查方法，制定实地调查计划，以获得较大的成果。

2. 在设定调查地点之前，预先利用调查对象水域的蓄水量、水深、水质流入河流的位置、流量、水质等资料，以及平面图、航拍照片、过去的调查结果资料等，制作标注了水域环境特性的平面图等作为参考。在设定调查地点时，最好考虑水域的形态，将调查地点设定在湖域的分岔部分、湾进部分和湖心部分，以及可能有污水流入的沿岸部分。调查地点一旦设定，在调查结束前一般不得改变。

3. 调查的时间和次数：原则上说次数越多越好，但对湖泊和水库等，确定次数时必须充分考虑水文状态。调查次数最好每年两次（夏、冬季），一般大约两个月一次或三个月一次。

### 2.2.5 实地调查

实地调查应按照实地调查计划进行，应根据河流环境的特性及调查目的选择调查方法，以准确地了解实际情况。

#### 说明

#### 1. 调查方法概要

实地调查中采用采水法和网篮法进行样本的采集和固定。

采用采水法采集样本时使用邦顿式采水器等，用网格法采集样本时使用定性、定量用浮游生物网等。

#### 2. 样本和采集方法

一般采用定量采集的方法，其目的是了解现存量和群生构成。

定性采集的目的只在于了解群生构成，用于简单地了解情况。

##### (1) 定量采集法（用于调查现存量）

##### ① 不使用浮游生物网的方法（采水法）

使用北原式采水器、埃库曼式采水器、邦顿式采水器等或叶轮泵等，从所定的深度采集。在富营养化水域，采集 50~100ml 的样本即可，但一般需要 500~1000ml，在贫营养状态的水域有时需要采集 10l 以上的样本。此时可采用邦顿式采水器或叶轮泵。

定量采集时，如果可漏过浮游生物网网孔的微小浮游生物（称为毫微浮游生物）可能较多，最好不要使用网格，而使用采水器采集。

##### ② 使用浮游生物网的方法（主要适用于动物浮游生物）

使用定量用网格（NXX13：网孔长径为 94 微米）。使用网篮时必须能够明确得到过滤水量（开口面积×拉网距离，用滤水计计算）。拉网速度以 0.5m/s 左右为宜，并应尽量保持不变。想要调查某特定层的浮游生物，特别是动物浮游生物的垂直分布状态时，应使用网孔符合规定的定量用开闭式浮游生物网。分层采集时应注意如下事项：

A. 拉网速度应尽量保持不变（0.5m/s）；

B. 确认网格已充分张开到最大口径后再沉入水中；

C.将样本转移到容器中之前，应特别仔细地清洗网篮，注意不要让生物残留在网篮中。为此在进行下一层的采集之前，应将网篮沉入水中，在水没至网口附近后再次提起，确认在网篮中已没有残留的浮游生物。

D.调查垂直状态的现存量时，采集的样本其透明度至少是以上标准的1~2倍。

根据对象水域的特性，需要分层详细采集时，各层采集的顺序为5m→0m、10m→5m、15m→10m、20m→15m、25m→20m、30m→25m。

## (2) 定性采集方法（用于群生构成、出现频度和分布的调查）

### ① 不使用浮游生物网的方法（采水法）

对富营养化的湖泊和水库等，可将1l~500ml的湖泊水、水库水取入容器中作为样本。在采水中应注意如下事项：

A.使用浮游生物网时，每次采集结束后都应马上在原地将网篮沉入水中没至网口附近，上下左右晃动，充分清洗，再提到水面上将水甩净，并3次重复此项操作。如没有彻底清洗，则在下一地点采集的样本中可能会混入前一地点的样本。

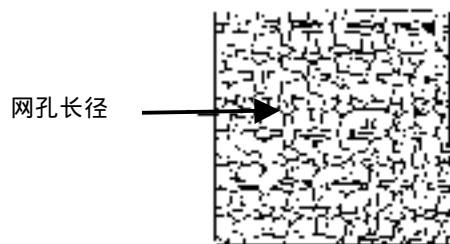
B.在浅水域可采用口径20cm、长度40cm左右的浮游生物网，在大型湖泊、水库等地可采用口径30cm、长度100cm左右的浮游生物网。

C.在大型湖泊和水库，沿岸部分和中心部分的物种组成及现存量存在差异。此外，白天和夜晚有时深度也会发生变化，因此最好在各采集地点同时在水平方向和垂直方向（从底部向表面）拉动浮游生物网进行采集。

### ② 使用浮游生物网的方法

使用浮游生物网。采集微小植物浮游生物时，使用按日本标准NXXX25（网孔长径40微米）制作的浮游生物网；采集动物浮游生物时，使用按日本标准NXX13制作的浮游生物网。在水草群生中拉网时，可将网孔较大的网安装到带把的网口上，水平拉动，以免水草的碎片进入网中。此时一些附着物可能会混入样本中，因此在分析时必须充分注意。垂直采集时，将浮游生物网沉到所需的深度，以0.5m/s左右的速度提起，但水深较浅或只提一次无法采集到足够的样本时，可每次将浮游生物网提到水面上，甩净网内的存水后再次沉入水中，并数次重复此项操作。此外，还应记录网篮口径以及采集次数，以供参考。

浮游生物网的网孔以日本标准（尼龙）表示，但也可使用其他网孔和织法相同的网。



浮游生物网网孔放大图（NXX13）

## 3. 样本的保存（固定）

动植物浮游生物样本的固定一般使用福尔马林。动物浮游生物也可使用酒精，但植物浮游生物却不能使用，因为酒精具有脱色效果。此外，对可能是在发生淡水赤潮时采集的植物浮游生物的样本，最好使用戊二醛。

### (1) 福尔马林

用福尔马林固定时，应按照使样本的浓度达到 5% 左右这一标准掌握添加量（市场上出售的福尔马林为浓度约 35% 的甲醛溶液）。此外也可使用以高浓度碳酸氢钠溶液中性的中性溶液（在这种情况下，不使用沉淀到底部的物质）。

### (2) 戊二醛

戊二醛本来是用于固定电子显微镜观察用样本的，其固定力不如福尔马林强，但具有渗透性，可以很好地固定鞭毛藻等。市售的戊二醛为从 25% 到 75% 的各种浓度的水溶液，可使用 25% 的 1 级戊二醛。

### (3) 酒精

酒精很少单独使用。单独使用时 90% 的酒精与水的比例应为 1: 2。酒精有时会提取植物性检测物质的色素，使其成为无色，而且对苯乙烯有害，会使其破损，因此最好不要使用。

## 2.2.6 室内分析

通过放置沉淀、离心沉淀等调整采集的样本，用显微镜进行品种鉴定。应分别对植物浮游生物和动物浮游生物进行品种鉴定和计数。并应分别按调查地点和调查日期、采集样本和调查者制作标本。

## 说 明

### 1. 样本的整理

对采集的样本通常要进行浓缩处理，但当水库蓄水池等发生富营养化，动植物浮游生物的现存量较大时，可直接使用采水收集的样本进行鉴定。

样本的浓缩方法有搁置沉淀法和离心沉淀法。对蓝粉等不容易沉淀的浮游生物，必须直接用显微镜观察采水收集的样本。

#### (1) 搁置沉淀法

把采集的样本放入量筒或圆锥形容器中，以每 100ml 样本 1ml 福尔马林的比例添加市售福尔马林（或每 100ml 样本加 5 滴鲁科尔液），放置一昼夜后，除去上面的清澄液体，以最下面的 5~10ml 作为研究样本。

#### (2) 离心沉淀法

使用离心分离器不会破坏细胞时可采用离心分离法。与放置沉淀法相比，其优点是浓缩所需时间较短。

使用沉淀管容量为 50~250ml 的电动式离心分离器，以 3 000rpm 的转速离心 15 分钟后，用吸液管除去上面的清澄液体。并数次反复此项操作，逐步浓缩母样本。

使用的沉淀管超过 100ml 时，停机后沉淀的物质有可能翻卷上来，因此需要小心注意保持沉淀管相互间的平衡。

### 2. 品种的率定

率定样本中出现的各种各样的品种时，生物群不同，率定的标准也有所不同。因此，不

能只根据整体的形状和大小，简单地与图鉴类所记载的图片和照片等相对照进行鉴定。

此外，对各生物群进行率定操作时，应通读标准的图书或图鉴等中有关该品种的记载，了解品种特征后再进行操作。鉴定有困难时，可将标本（试样标本）连同个体的整体照片和局部照片一起送交专家鉴定。

### 3. 样本的定量、定性方法

**定量：**生物群不同，定量的方法和表示方法也不同，但一般多用单位面积或单位容积内的个体数或细胞数表示。此外，有时也根据目的，用该生物的各部分面积或整体的容积表示。

**定性：**对样本中各种生物种类的鉴定，会影响微小生物调查结果的可靠性，是对最终评价具有决定作用的重要工作。从事这项工作的人除要接受专业教育外，还必须具有相当丰富的经验。一般使用表格形式的分类特征检索表和各种原始记载文献进行鉴定，但肉眼不可见的生物，其鉴定工作较为困难，可交给专家进行。此外，对特殊的生物群，还需要进一步调整样本，需要花费相当多的时间。在进行生物学的水质判定时，此项操作最为重要。

#### (1) 定量

##### ① 浮游生物的个体数和细胞数

使用采集的样本或经离心沉淀、放置沉淀浓缩的样本。此时充分振荡浓缩的样本，取一定的量，在显微镜下测量每个品种的个体数或细胞数。计数用显微镜的倍率在 200~400 倍比较合适（测量动物性浮游生物时为 50~100 倍）。此外，进行计数时，为了方便，可加目镜网孔测微器，或使用带边界线的载片玻璃，对一定面积中的浮游生物数进行计数。根据个体数或细胞数与样本浓缩的程度，可采用下述任意一种方法进行计算。

##### i) 母样本中生物较多时

生物明显较多，可直接用样本计数时，取 0.05ml 样本放到载片玻璃上，用压片玻璃覆盖，在显微镜下观察，对所有生物按不同类别计数。重复同样的操作 4~5 次，按式（18-1）计算 1ml 样本中的生物数（N/ml）。

$$N/ml = (a_1 + a_2 + \dots + a_n) \times 20000/n \quad (18-1)$$

n: 次数;

$a_1, a_2, \dots, a_n$ : 每次观察的 0.05ml 中的数量。

##### ii) 母样本中生物较少时

充分振荡将母样本浓缩到一定程度后获得的样本，取 0.05ml 放到载片玻璃上，用压片玻璃覆盖，在显微镜下观察，对所有生物按不同类别计数。重复同样的操作，按式（18-2）计算 1l 样本中的生物数（N/l）。

$$N/l = (a_1 + a_2 + \dots + a_n) \times 20000/nC \quad (18-2)$$

n: 次数;

$a_1, a_2, \dots, a_n$ : 每次观察的 0.05 中的数量;

C: 样本 ml/浓缩样本 ml。

##### ② 浮游生物的总容积测定法（必要时采用）

将用福尔马林固定的样本移到带刻度的离心沉淀管中，静置 24 小时后读取沉淀量。此种方法可了解大致容积，一直以来使用最为广泛，但对量少或生物体积大、个体间隙较大的样本，则很难得到准确的数值。下面介绍几种可以得到较为准确数值的方法。

i) 容积测定法

取浓缩到一定程度的样本 25ml 放入有细刻度的沉淀管中，静置 24 小时后读取沉淀量 (ml)。

对数根 (n) 沉淀管作同样的操作，按式 (18-3) 计算 10l 样本中的生物量 (ml)。

$$\text{生物量} \quad (\text{mL}/10\text{L}) = (a_1+a_2+\dots+a_n) \times 400/nC \quad (18-3)$$

$a_1, a_2, \dots, a_n$ : 每次读取的 25ml 试样中的沉淀量 (ml);

C: 浓缩倍数;

n: 次数。

ii) 排水量测定法

按其排水量计算全生物量的方法。用 50ml 的量筒取 50ml 样本，全部倒在装在一个 50ml 托盘上部的精制的绢筛上 (XX13 或 WX13) 过滤。经过约 1 分钟后，读取过滤水量 (ml)。重复数次 (n) 同样的操作后读取各次的过滤水量 (ml)，按式 (18-4) 计算 10l 样本中的排水量 (ml)。本实验必须预先进行空白实验。

$$\text{排水量} \quad (\text{mL}/10\text{L}) = [A - (a_1+a_2+\dots+a_n) / n] \times 200/nC \quad (18-4)$$

$a_1, a_2, \dots, a_n$ : 每次读取的 50ml 试样中的测定过滤水量 (ml);

A: 空白试验中的测定过滤水量 (ml)。

此外，还要注意不要让托盘下部留有空气，预先应注入蒸馏水至下部的刻度。

(2) 定性

定性时，列出对象样本中出现的品种名称就已达到目的了，但有时为了大致了解群生的构成状态，需要记录某种程度的量化标记。此时可以下述几点中的任意一点为标准。

- ① 用 100 倍左右的显微镜，观察 10~20 个可见区后判定。
- ② 分为如下几个级别：
  - ( + ) 或 (rr): 极少: 2% 以下
  - ( ++ ) 或 (r): 少: 8%
  - ( +++ ) 或 (+): 中等: 15%
  - ( ++++ ) 或 (c): 多: 30%
  - ( +++++ ) 或 (cc): 非常多: 45%
- ③ 除上述标准外还有 Sramek-Husek 标准。此时以使用载片玻璃为 18×18mm 的 100 倍显微镜观察的可见区内的平均个体数为标准。

| 表现            | 生物 | 绒毛虫类    | 鞭毛虫类  |
|---------------|----|---------|-------|
| 极少 1 (+)      |    | 0.1 以下  | 1 以上  |
| 少 2 (++)      |    | 0.1~0.2 | 1~2   |
| 中等 3 (+++)    |    | 0.3~1   | 3~10  |
| 多 4 (++++)    |    | 1~5     | 10~15 |
| 非常多 5 (+++++) |    | 5 以下    | 50 以上 |

4. 浮游生物的容积测定

浮游生物的种类不同，细胞的大小也明显不同。因此，即使计算细胞数和个体数，其数值也未必能代表实际现存量。例如直径 20 微米 (1 微米=1/1000 毫米) 的鼓藻属的体积相当于 2 微米的小球藻体积的 2 000 倍，即 1 个鼓藻属相当于 2 000 个小球藻。测定浮游生物的体积时，可利用体积 (y) 与体长 (x) 间的关系式  $y=Kx^3$ ，分别确定各个生物品种的 K 值，根据体长测算体积。确定 K 值时，可对每一品种的个体制作背面及侧面图，并以此为基础用划分求积法求出相对的体积，再除以图中所示体长的 3 次方，即可得到 K 的值。

### 2.2.7 整理归纳

应对调查结果进行整理，以便于按照目的进行分析。其内容以群生构成、现存量、优势品种为主。

#### 说明

##### 1. 实地调查概要

整理实地调查地点的概要（地点名称、距河口的距离、标高、地点的特征）和调查实施日期时间以及调查水深、采水量、调查负责人、参考文献和给予指导建议的学者等。

##### 2. 实地调查位置

为了解实地调查地点在整个水系中的位置关系，在标有作为标记的主要拦河坝、桥梁等的流域概要图上整理各调查地点的位置。

##### 3. 群生构成

按各分类群列出各样本中出现的生物的属种。此时可利用使用定性定量法得到的结果。此外，生物名最好采用学名，并尽量记载到种名。

##### 4. 现存量

列表记录各样本中出现的生物属种在每单位容积里的个体数或细胞数。特殊情况下还可使用细胞容积来表示。

##### 5. 优势品种

概括群生构成状态和定量结果，以现存量（一般为个体数或细胞数）最大的属种为优势品种。现存量相同或大致相同时，可以有多个优势物种。

##### 6. 群生构成、现存量、优势物种的经年变化

按各调查日期整理一年或数年间的调查结果，了解群生构成、现存量和优势物种的变化情况，并可用作了解水环境和水质变化情况的资料。

##### 7. 群生构成、现存量、优势物种的垂直分布与经年变化

整理一年或数年间的调查结果，以明确垂直分布的多年变化，作为验证湖内水文情况变化的资料。

##### 8. 对动植物浮游生物与水域间关系的考察

以整个调查所得到的结果为基础，对如下内容进行整理和考察。

(1) 对通过实地调查所确认的动植物浮游生物和实地调查地点的环境进行适当的分类和分组，整理两者间的关系。

(2) 富营养化程度的判定和富营养化现象

可采用浮游生物群生或优势品种作为判定该水域富营养化程度的指标。此外，跟踪群生和优势品种的多年变化，可了解该水域是经过多长时间达到富营养化的；跟踪垂直分布状态，可了解该水域垂直方向的水文特性和经年变化。

(3) 保护和创造水环境的参考事项

在富营养化水域，动植物浮游生物受水文条件、水温等的影响，可发生异常增殖现象，



造成透明度下降、引起水系的各种功能发生变化。特别是在休闲价值方面、用水方面、淡水渔业方面等，会对现实社会产生很大影响。

因此，必须对动植物浮游生物的变化进行充分的调查。

此外，为保护和创造美观丰润的水域，关注群生构成状态和优势品种的变化也很重要。

### 2.3 水底生物调查

#### 2.3.1 调查概要

水底生物调查的对象为栖息在水底泥砂表面、泥砂中、底部沙石的表面或下面的各种各样的生物群，以及附着在水域内的桩、木片和水草等上的生物群，可分为肉眼可见的水底生物（宏观水底生物）和非肉眼可见的水底生物（微观水底生物）。

调查范围为调查对象水域。

#### 说 明

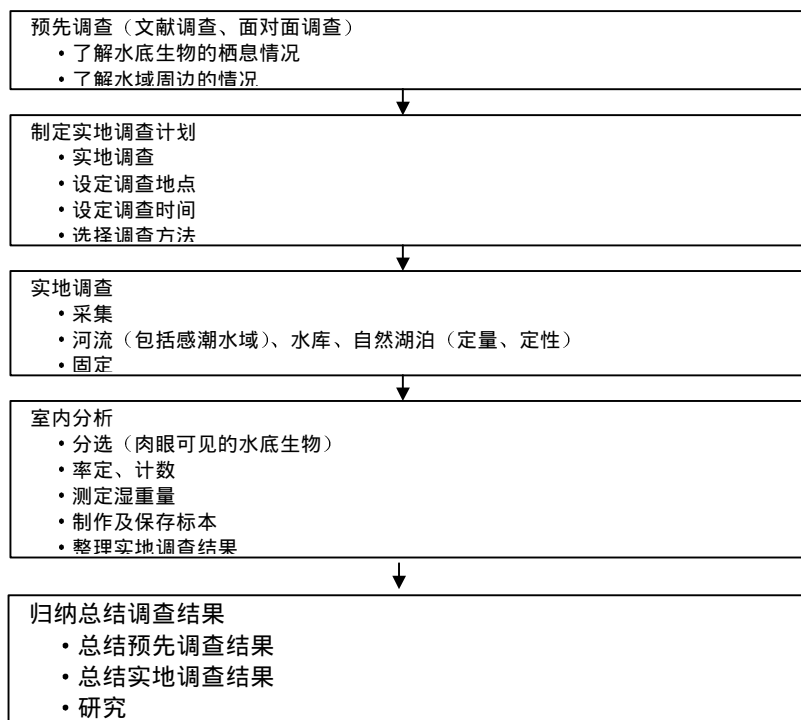
原则上应分别对肉眼可见的水底生物（宏观水底生物）和非肉眼可见的水底生物（微观水底生物）进行调查，调查对象还包括河流下游水域（包括感潮水域）、水库蓄水池、自然湖泊等水域中附着在水草、桩和木片等物上的生物群，或附着在人工附着装置上的生物群。通过调查的结果可以了解该水域的水质污染情况和河流净化状态等。

#### 2.3.2 调查构成

调查应制定调查计划，其内容以预先调查、实地调查为主，并对调查的结果进行分析、整理归纳。

#### 说 明

本调查的步骤如下图所示。



### 2.3.3 预先调查

预先调查包括以下两种调查。

1. 文献调查；
2. 面对面调查。

#### 说明

在进行实地调查前通过文献调查及面对面调查，了解对象水域或河段的水底生物区系及各品种的出现时期、分布情况和特殊品种的分布情况，掌握有关调查对象水域或河段及其周边的情况等。

### 2.3.4 实地调查计划

进行调查时，应制定实地调查计划。

#### 说明

根据预先调查的结果对调查对象水域或河段进行实地勘察之后，选择有利于获得较大成果的调查地点、调查时期和调查方法，制定实地调查计划。

### 2.3.5 实地调查

实地调查应按照实地调查计划进行，并应根据河流环境的特性及调查目的选择调查方法，以准确地了解实际情况。

#### 说明

#### 1. 调查方法概要

为了解水底生物区系，必须根据水域（河流、湖泊、水库蓄水池、感潮水域）特性以及对象生物群的生活方式确定样本的采集方法。不仅要进行定量采集，而且应在各种各样的地点进行补充性的定性采集。

#### 2. 河流（淡水域）中的调查法

在各调查地点对肉眼可见的水底生物（宏观水底生物）及非肉眼可见的水底生物（微观水底生物）进行定量采集和定性采集。

##### （1）宏观水底生物

在河流中深度达 0.5m 以上的地方，可使用与湖泊、水库蓄水池、感潮水域相同的采集方法，除此以外的地方要采用下述方法。选择水深为 0.3~0.5m 左右、底部为石砾的地方，将 25×25cm 的样方沉入水底，采集其面积内的水底生物。采集肉眼可见的水底生物时，可将样方内的石砾轻轻地移到辅助网中，用镊子采集其表面的肉眼可见生物。对拿起石砾时被剥离冲走的生物，可在下流设置辅助网收集。

此外，不同类型的水底动物栖息在各种不同的地方，在进行定量调查时有一些不容易采集，因此可用 0.5mm 左右的手提网、漏斗等，在底部为泥砂和石块的地方、落叶堆积的地方和水生植物群生内等各种地方，同时实施定性采集。

##### （2）微观水底生物及附着生物

采集非肉眼可见的水底生物（微观水底生物）样本，应在采集肉眼可见的水底生物

(宏观水底生物)的同一地点,取4~5块水下的石块,使用5×5cm的软质方形框对表面进行划分后,预先用刷子将框外的附着物剥离掉,然后用铜制或尼龙制刷子将作为调查对象的一定面积内的所有附着物剥离下来作为样本。此外,应尽量选择环境要素相同的地点,最好是流速为40cm/s左右的浅滩。而且应选择与水流方向近乎平行的石块。

### 3. 进行水质判定时的采集方法

利用肉眼可见的水底生物进行水质判定时(Beck-Tsuda法),采集样本需注意如下事项。还需注意 Beck-Tsuda 法包括  $\alpha$  法和  $\beta$  法,两者在样本的采集上有些差异。

#### (1) $\alpha$ 法

- ① 在河流浅滩的石砾河床上取样;
- ② 选择西瓜大小或橙子大小的石块较多、流速为100—150cm/s左右的地方;
- ③ 选择水深在膝盖左右的地方;
- ④ 采集面积不变。将50×50cm的金属制样方放在水底,采集其范围内的所有肉眼可见动物。

#### (2) $\beta$ 法

- ① 有浅滩时最好在浅滩的石砾河床上采集,但不一定非要限定在浅滩上;
- ② 采用几乎可以网罗所有栖息在河流某一地点的生物种类的采集方法;
- ③ 将赛纶网安装到三角形抬网上,由一人在采集地点的下游持网等待;
- ④ 其他数人在其上游用耙子等工具将石块翻起、滚动,使石块上的虫子剥离,流向下流;
- ⑤ 采集所有进入赛纶网中的水底生物。还要在同一地点附近的泥砂河床、水深处和岸上采集。4—5人采集30分钟左右即可。

### 4. 湖泊、水库、感潮水域中的调查法

#### (1) 宏观水底生物

一般使用埃克曼运土船式采泥器采集。埃克曼运土船式采泥器有各种尺寸,主要使用采集面积为15×15cm的采泥器。此外,河底为沙质时,可使用其他采泥面积明确的皮特松式采泥器、史密斯马金轮胎式采泥器等。

将这些采泥器采集的底泥提到水面上后,倒入筛孔为0.8~1.0mm的筛中,取几处表层(1~5mm)有一定面积(5~10cm<sup>2</sup>左右)的底泥,用水轻轻冲洗,然后将留在筛上的所有生物或残滓等一起作为宏观水底生物样本。此外,采集时最好在同一地点重复2~3次相同的操作。

感潮水域应在退潮时(最好是大潮时)采集。

#### (2) 微观水底生物及附着物

非肉眼可见的水底生物(微观水底生物)样本的采集方法为,用埃克曼运土船式采泥器在每个调查地点采集最表层的泥作为泥样,然后在5cm×5cm的范围内数次采集薄薄的一层泥样作为样本。还可使用钻芯取样器。

此外,还要采集附着在桩、石块、木片和水草等物上的生物,必要时设置人工附着板,采集附着板上的附着生物。

附着在水草表面的生物,有容易剥离的也有附着比较牢固的。前者只要水草在水中移

动就会轻易地剥离四散。此时，可在厚塑料袋底部一端开一小孔，轻轻地套在水草群生上，再用橡皮带栓紧小孔，稍后关起袋口，割下水草。这样，水草和附着生物与水一起进入袋中。将其原样放入其他的塑料袋中带回。

对附着在桩、木片、石块、附着板上的生物，可参照非肉眼可见的水底生物的采集方法，将附着体上一定面积内的附着物用刷子等剥离下来定量采集。

对感潮水域在退潮时（最好是大潮时）进行非肉眼可见的水底生物（微观水底生物）的定量采集和定性采集，同时为掌握盐分浓度在横向和纵向上的变化情况，还要对附着生物群进行定量、定性采集。

#### 5. 低盐水域中的调查方法

比重高的盐水形成“盐水楔”，向上游方向侵入底层。因此，调查地点距河口的距离、流速、潮水涨落，或季节和时刻不同，盐分浓度也不同。所以，出现的生物群生可以反映出盐分浓度的变化，显示出特有环境下的综合性结果。

在感潮水域，离河口近的地方水位随着潮水的涨落发生变化，涨潮时没入水中的地方退潮后又露出水面。而且，退潮后仍在水下的地方退潮时的盐分浓度较低、涨潮时的盐分浓度较高。从河口向上游方向走，距河口越远，这种盐分浓度的差距越小。

因此，在这种水域，可以水底生物和附着生物为主要目标进行调查，而将浮游生物作为一个时间指标和浓度指标。

制定调查计划时，根据调查目的可采用以下两种调查方法。

##### (1) 调查因附着物表面的水的盐分浓度不同而造成附着生物群生不同的情况

如图 18-3 所示，在地点 A~D 放置浮标，在浮标正下方悬挂人工附着板，或安放竹竿等，采集附着在上面的生物进行调查。同时还要对调查地点河底的水底生物进行调查。

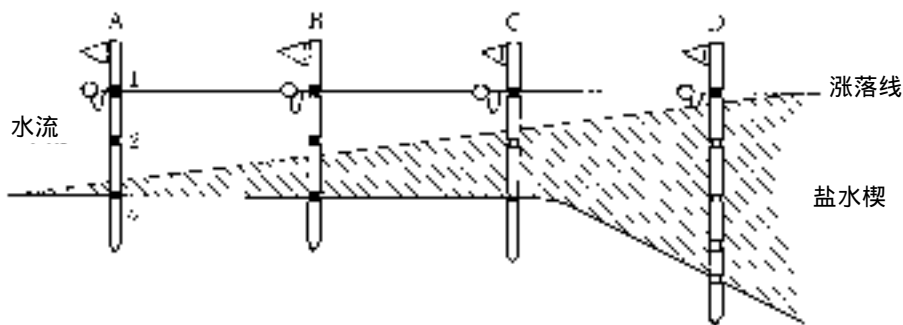


图 18-3

##### (2) 调查由于垂直方向的盐分浓度不同而造成附着生物群生不同的情况

如图 18-3 所示，在各地点安放的杆（竹竿或其他）上，从水面（低潮线）到水底以一定的间隔逐一标上标记，在各个地点分别采集不同深度的附着生物。

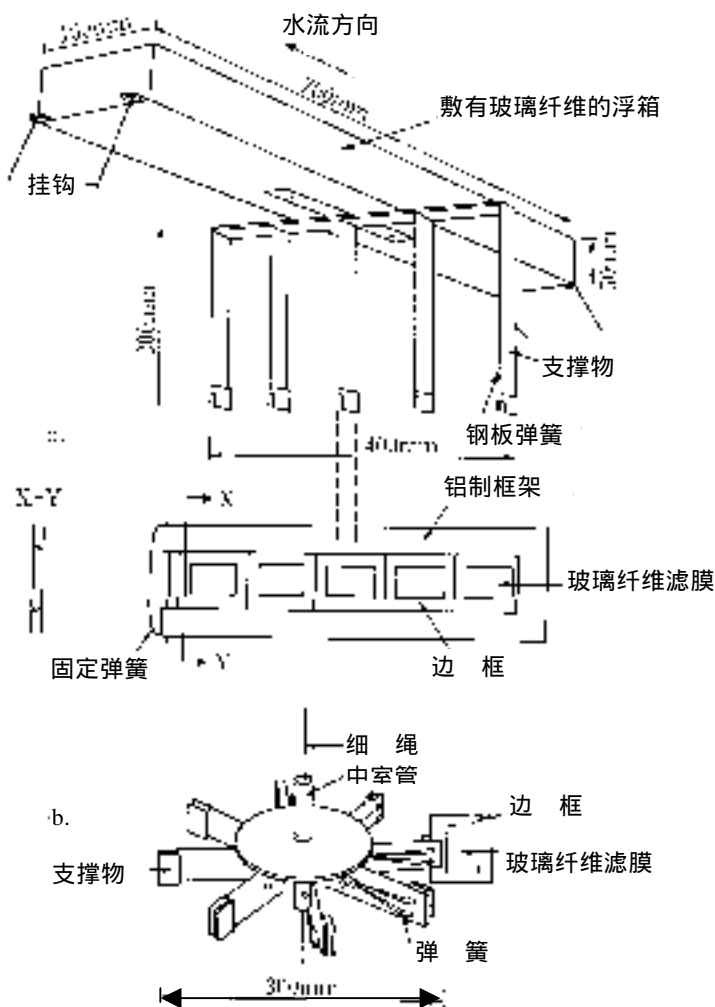
这些杆都需要放置两个月的时间。

无法预先设置浮标和杆的时候，特别是从河岸调查河口附近时，必须估计好潮涨潮落的时间（涨潮时附有生物物体淹没于水中，难以采集，此时可利用小船找到浮标和竹竿，

参照上述方法进行调查)。

### 6. 样本的保存

应尽可能在生鲜状态下对采集的样本进行属种鉴定和测量。夏季高温下生物在采集数小时后便会腐烂，而有的生物在夏季以外的季节里也容易腐烂，因此在一般的调查中，采集样本后必须立即使用 75% 的酒精对水生昆虫进行固定保存处理。此外，有些水底生物经过固定保存处理后变得难以鉴定，可将采集的一部分样本作低温保存后带回。



悬挂式监视装置 a: 河流用 b: 湖泊用  
P.Heinonen & S.Herve (1984)

图 18-4 人工附着板实例

#### (1) 肉眼可见的水底生物 (宏观水底生物)

一般使用 5~10% 的福尔马林对采集的试样进行固定保存。

小型甲壳类等若长时间存放在福尔马林中身体会过于硬化，应尽早进行分选，然后转移到 75% 的酒精中。

此外，作为标本长期保存时，可将样本放进装满了 75% 的酒精的小型样本管中保存。

#### (2) 非肉眼可见的水底生物 (微观水底生物)、附着生物

用福尔马林固定时，应按样本浓度达到约 5% 左右的标准掌握其添加量（市场上出售的福尔马林为约 35% 的甲醛溶液）。此外也可使用用碳酸氢钠中和的中性溶液（不使用底部的白色沉淀）。酒精有时会提取植物性检测物质的色素，使其变成无色，并对苯乙烯有害，会使其破损，应避免使用。

### 2.3.6 室内分析

对样本中肉眼可见的水底生物（宏观水底生物）大致进行分选分类，然后再进行鉴定和计数（定量）。对非肉眼可见的水底生物（微观水底生物），在调整样本后，用显微镜进行鉴定和计数（定量）。此外，还应按调查地点和调查日期及样本采集调查人分别制作标本。

#### 说明

##### 1. 样本的调整

###### (1) 分选

在调查现场装入 250ml 聚氯乙烯瓶等中的已固定的样本中混有沙砾和污物等，需要进行分选，只保留水底生物作为样本。

首先分多次从聚氯乙烯瓶中取少量样本放在滤茶网等中，冲洗掉福尔马林和泥砂后放进瓷盘中，然后去除已没有附着生物的大的污物和石块，仔细观察，用镊子将水底生物挑选出来直接移到皿中。有些水底生物以沙砾和植物片作巢，在污物和贝壳的碎片中有时也有生物存在，因此挑选时应加以注意。有粒径较大的沙和沙砾时，将其放入水中，用力搅拌，使生物浮游，再用网过滤，进行浮游挑选。尽管分选时十分小心，样本中也一定会有遗漏的生物。应将已分选过一次的污物等放进大的瓷盘中，再一次寻找生物，然后再扔掉。

(2) 非肉眼可见的水底生物应稀释到可用显微镜进行鉴定和计数（定量）的程度后再作为样本使用。

##### 2. 品种的鉴定和计数（定量）

###### (1) 肉眼可见的水底生物

用 40 倍左右的显微镜观察后进行目、科、属、种的分类。

对节肢动物（主要是水生昆虫类）和软体动物（贝壳类）等低等后生动物进行鉴定时，应根据最新的分类学知识，尽量鉴定到种或属。如果无法明确到种名，举例来说，可标为 *Orthocladius* sp.（猪石鲈属）；属名也不清楚时，可标为 *Orthocladiinaegen.* sp.（猪石鲈亚目）等。此外，应尽量避免使用类似 spp. 这样的标法，应记为 sp. A 或 sp. B，对其加以区别，以了解有多少无法鉴定的品种。标注这种整理符号时应避免使用文献等中已使用的符号。不容易鉴定的应带上标本请专家鉴定，以提高鉴定的精度。

此外，计数（定量）时，应计算每单位体积的个体数。只对缺少头部的进行计数，对被切断的游丝蚓类可全部集中，再将其总数除以 2。求生物体质量时，可将水生昆虫放在滤纸上，再用另一张滤纸覆盖在上面，轻轻下压，尽量吸收水分。对有壳和巢的生物，原则上应先除去壳和巢，然后按不同种类分别称量湿润质量（Wet weight: 单位 mg）。再以 80℃ 左右

的温度加热，干燥后称量，并应标注干燥质量（Dry weight）（必要时进行）。

$$\text{个体数} \quad (N/m^2) = [(a_1 + a_2 + \dots + a_n) / n] \times 4 \quad (18-5)$$

$a_1, a_2, \dots, a_n$ : 每次观察的  $50 \times 50\text{cm}$  样方中的个体数;

$n$ : 次数。

## (2) 非肉眼可见的水底生物（微观水底生物）、附着生物

将带回的样本充分混合后，测定整个容量，然后取一定量在显微镜下观察。生物较多时，在测定整个容量后将其中一部分进一步稀释，然后再取一定量在显微镜下观察。品种鉴定应参照动植物浮游生物的调查方法进行。各属种的个体数和细胞数的计数（定量）也参照动植物浮游生物调查方法进行。有时可用每单位面积内的数值表示。根据调查的目的，有时还另行测定全部样本的干燥质量（Dry weight），用每单位干燥质量的数值表示。

### 2.3.7 整理归纳

应对调查结果进行整理，以便于按调查目的进行分析。其内容主要为群生构成、现存量、优势品种等。

#### 说明

##### 1. 实地调查概要

整理实地调查地点的概要（地点名、离河口的距离、标高、地点的特征）和调查实施日期以及水深、采集面积、采集方法、调查负责人、参考文献和给予指导建议的学者等。

##### 2. 实地调查位置

为能够掌握实地调查地点在整个水系中的位置关系，在标有作为标记的主要拦河坝、桥梁等的流域概要图上整理各调查地点的位置。

##### 3. 群生构成

按各分类群列出各样本中出现的生物的属种。此时可利用定性定量计数所得到的结果。此外，生物名最好采用学名，并尽量记载到种名。

##### 4. 现存量

对各样本中的生物属种，整理其单位面积或单位容积里的个体数或细胞数及湿润质量等。

##### 5. 优势品种

概括群生构成状态和定量结果，以现存量（一般为个体数或细胞数）最大的属种为优势品种。现存量相同或大致相同时，可以有多个优势物种。

##### 6. 特殊品种等

整理采集的水底生物中被认定是特殊品种的属种。这里所说的特殊品种指以下生物品种：

- 国家、都道府县、市镇村指定的自然保护物；
- “有关保护濒临灭绝野生动物品种的法律”中指定的国内稀有野生动植物品种；
- 环境厅编（1976）《绿色国情调查报告》中《优异自然的调查》所规定的对象品种；
- 环境厅编（1980）《日本的重要昆虫类》中规定的指标昆虫及特殊昆虫；
- 环境厅编（1991）《日本的濒危野生动物-红色数据书》中登载的品种。

其他地方上应特别提及的文献中列举的品种。

### 7. 对水底生物与水域间关系的考察

以整个调查所得到的结果为基础，就以下内容进行整理和考察。

(1) 对通过实地调查确认的水底生物和实地调查地点的环境进行适当的分类和分组，整理两者间的关系。

(2) 水质判定、富营养化程度和水底情况等判定

肉眼可见的水底生物和非肉眼可见的水底生物受水质影响的方式有所不同。可应用污水生物体系判定水域的水质等级，利用富营养化等级指标生物判定水域的富营养化水平。

还可根据水底生物调查结果判定水底物质的材质及其需氧厌氧状态。

此外，还可通过分析河流纵断方向群生构成状态的变化，确定污水流入地点，或判定河流净化情况的变化。

(3) 保护和创造水环境的参考事项

可将水底生物群生构成的多样性及现存量等信息作为一种指标，用来评价或监视为保护、创造水环境而实施的各种措施的亲水性度或环境质量等。

## 2.4 鱼类调查

### 2.4.1 调查概要

鱼类调查就是针对对象水域或区域内的鱼类的品种分布情况和现存量等开展的调查。

#### 说 明

在包括河流在内的各种水域中，如果构成该水域环境的条件发生变化，则该水域生态系统本身的结构也会发生变化。我们应该认识到，鱼类的生存并不受单一条件变化的限制，它反映的是各种综合性条件的总和。

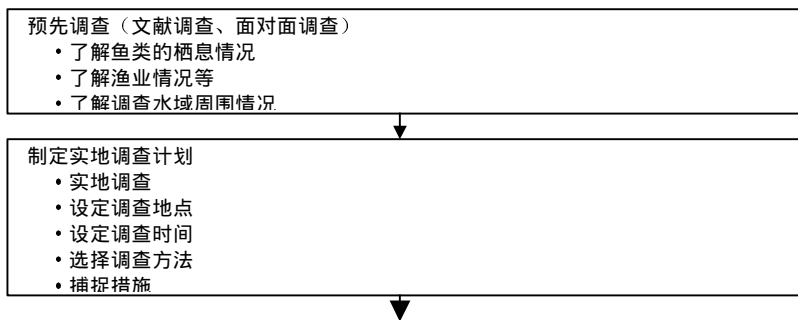
鱼类在水下生态系统中属于最高一级，其生存可以看作是水域维持正常生态系统的一项指标。因此，掌握对象水域内鱼类的品种分布、各品种的现存量、产卵地点和鱼的洄游情况等是非常重要的。

### 2.4.2 调查构成

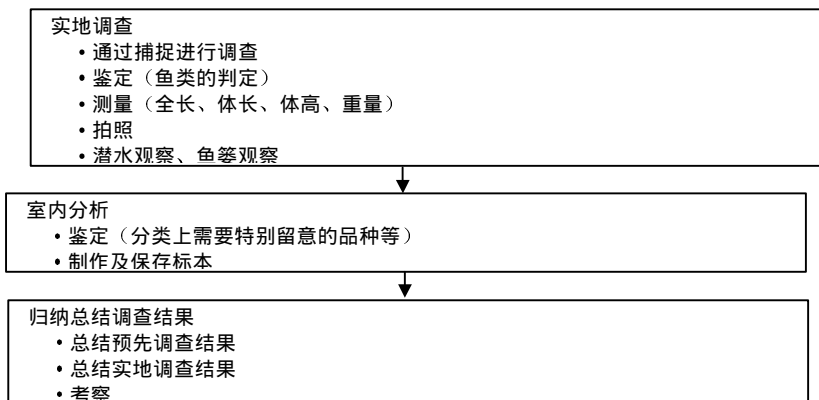
调查应制定调查计划，其内容以预先调查、实地调查为主，并对调查的结果进行分析、整理归纳。

#### 说 明

本调查的步骤如下图所示。







### 2.4.3 预先调查

预先调查包括以下两种调查。

1. 文献调查；
2. 面对面调查。

#### 说 明

在进行实地调查前通过文献调查及面对面调查，了解对象水域的鱼类区系及洄游鱼逆流而上、顺流而下的时期、鱼类繁殖情况、禁渔水域（湖段）和期间、法定特殊品种的分布情况、产卵地点、放流地点、渔获情况、过去发生的鱼类死亡漂浮事例等。

### 2.4.4 实地调查计划

进行调查时，应制定实地调查计划。

#### 说 明

1. 根据预先调查的结果对对象水域或河段进行实地勘察之后，选择有利于获得较大成果的调查地点、调查时期和调查方法，制定实地调查计划。

2. 应根据浅滩、深水等地形条件，以及流速和水深的分布、水质、水底物质、河岸的坡度及植被情况、护岸、护基等鱼类的栖息场所和移动条件，设定调查地点。

3. 应根据预先调查的结果，即根据栖息在该水域的鱼类的生活史（产卵期、幼鱼期、成长、分散期、回游、过冬等）确定调查时期，避免错过适当的时期。此外，还应根据鱼类的活动模式（夜行性等）确定调查时间。

4. 根据调查时期、捕获方法等，有时需要办理捕获许可，因此应事先向渔业合作社、都道府县确认，采取必要措施，获取特别捕获许可等。

### 2.4.5 实地调查

实地调查应按照实地调查计划进行，并应根据河流环境的特性及调查目的选择调查方法，以准确地了解实际情况。

#### 说 明

#### 1. 调查方法概要

河流及河流的感潮区域、水库、自然湖泊等该水域的形态水文状态等不同，调查方法也相应地有所不同，因此必须根据调查对象水域的特性（河流形态、流量、河床材料、流速、

水深等), 事先确定能够准确了解实际情况的各水域区间的调查方法, 进行捕捉以及样本的固定保存。此外根据调查目的有时还需要实施特殊调查。

## 2. 捕捉方法

根据调查水域和目的, 有时要组合使用多种捕捉方法。捕捉时可使用刺网、投网、小捞网、固定网、拖网、球网、绳钩、筒、捕鱼瓶等。

### (1) 刺网

静止型刺网的使用方法为根据鱼类的行动在适当的地方张网, 在水深较深的大范围水域中使用较为有效。若根据对象鱼群确定好网孔大小、水深和时间等, 能用于捕捞游水鱼、夜行性鱼类、水底鱼类等范围很广的鱼种。

刺网又分浮刺网和底刺网, 浮刺网用于游水鱼, 底刺网用于水底鱼。此外根据超声波鱼群探测器探测的结果和水温垂直分布等调查结果, 也可在适当的中间层设置刺网。底刺网应在湖底平坦的地方使用。

考虑鱼的大小, 可使用两种网孔不同(15mm 和 50mm 左右)的刺网。同时使用两张网或三张网能更为有效地捕捞鱼类, 可视情况使用, 并需要记录使用的鱼具标准和使用情况等。

### (2) 投网

在水深较浅的地方和浅滩捕鱼时, 使用投网较为有效。

一般使用网孔为 12mm 或 18mm 的投网, 根据捕捉鱼类的大小、水深等, 还可适当增加使用不同网孔的投网。此时, 注意不要只以大型鱼类为目标而只使用网孔大的投网。

拉网基本上采用在湖岸、河岸或水中边走边拉网的“徒步拉网”。

注意不要因为只捕捉到了不少特殊鱼种, 就减少拉网次数。同时需要记录使用的鱼具标准和使用情况等。

### (3) 小捞网

小捞网对捕捉八目鳗科、鲤鱼科、泥鳅科、刺鳍鱼科等潜藏在河岸植物带、水下植物带、河床的石块下和泥砂中的较小的鱼类十分有效。要了解鱼类区系就必须使用小捞网。

可使用前端为直线状的小捞网, 固定时要保持与河床及河岸垂直, 用脚将鱼赶进去。

使用小捞网进行调查, 原则上操作人员应为两名熟悉鱼类调查工作的人员, 而且时间至少 30 分钟(一人调查的时间应持续 1 小时以上)。使用小捞网所获得的成果与工作人员的努力是成正比的, 因此这种调查需要足够的时间。同时需要记录使用的鱼具标准和使用情况等。

### (4) 其他捕捉方法

以下介绍的是几种其他的捕捉方法。还可根据水域的特性使用除此以外的其他方法。使用刺网、投网、小捞网以外的方法开展调查时, 应记录所使用的渔具标准及使用情况等。

- ① 固定网 固定网适于捕捞从幼鱼到成鱼的所有鱼类。也可捕捉夜行性鱼类。
- ② 拖网 拖网在水深 0.3~1.0 左右、水深较浅的地方使用较为有效。
- ③ 球网 球网适用于捕获真吻鰕虎鱼类等小型水底鱼类。使用方法为在直径 5—10cm 左右的捕虾用球网上安上把, 用其从上方将鱼盖住。
- ④ 绳钩、筒 绳钩和筒适合于捕获鳗鱼、鲇鱼等夜行性肉食鱼类。通常日落后布置、黎明时回收。

- ⑤ 捕鱼瓶 捕鱼瓶可在水流较缓的地方用来捕获小型鱼类。将蛹粉等作为鱼饵放入瓶中，沉入水中 30 分钟后，回收进到瓶中的鱼。在河流中使用，可将入口面朝向下游方向固定在河底。

### 3. 测量

对捕获的鱼要测量“全长、体长、体高、总质量”。“全长、体长、体高”以 mm 为单位。对捕获的每种鱼类都要测量总质量，并记录个体数。无法在实地进行测量时，可放入冷藏箱内保存，用福尔马林固定后对样本进行测量。

### 4. 拍照

对每种捕获的鱼类用彩色胶片拍照。

### 5. 样本的固定保存

捕获的鱼类最好在实地进行鉴定，无法鉴定时可用 10% 的福尔马林固定。用福尔马林固定后可能会因脱色而难以鉴定的鱼类可冷冻保存。

保存时先将鱼体放入容器中，再加入福尔马林，使福尔马林原液达到十分之一。

### 6. 特殊调查法

捕捉方法以外的调查法为特殊调查法，包括潜水观察、鱼篓观察、使用超声波探测器观察等，但这些调查方法均需要经验，只能由专家和有经验者进行。

### 7. 现存量调查

现存量调查另行参考调查法进行。

此外，人们还多简单地使用每单位工作量（用同一鱼具采集相同次数的结果）的个体数或重量代表现存量。

### 8. 食性调查

对鱼类进行食性调查可以明确该水域的“食物链”，并可了解该水域的鱼类生产情况及水域的生态系统。

调查是利用样本鱼消化道内的物质进行的，但如果鱼类将食物消化了或鱼类腐烂了，将难以进行判定，因此采集后需要立即固定样本鱼。如果使用的福尔马林浓度较低，鱼可能会在死前将一部分食物吐出，因此要用加有 15%~20% 原液（约 35%）的福尔马林固定。调查按如下方法进行。

测定完长度、高度和体重后，将腹部切开，取出消化道。消化道后半段中的食物已经被消化，难以判定，所以胃肠分开的鱼可只取胃，不分离的则可取到食道后端第一弯曲部。

然后将消化道切开，将里面的物质冲洗到装有水的玻璃器皿中，再利用肉眼观察、实体显微镜、显微镜等判定其种类组成。如果需要定量了解，则还要测量固体数、重量、容积等。详细食性调查应根据需要请专家按适当的方法进行。

#### 2.4.6 室内分析

对实地调查中采集的样本（生鲜、固定），应实施品种鉴定、测量（全长、体长、体高、重量、个体数）、拍照等，作为整理归纳时使用的资料。

说 明

1. 品种的鉴定

品种的鉴定应以中坊徹次 1993 年编著的《日本产鱼类检索全种鉴定》(东海大学出版会)为基础,参考专业图书文献进行,但鉴定前必须充分研究品种特征。有困难时需要将标本存活时的照片、测量结果等送交专家进行鉴定。

2.4.7 整理归纳

制作各种图表,以便于了解对象水域、区间内鱼类出现的品种、分布、鱼类形状等的实际情况。

说明

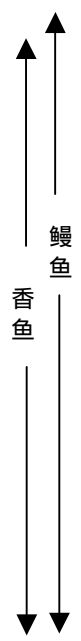
1. 实地调查概要

整理实地调查地点的概要(地点名、距河口的距离、标高、地点的河流特性等)和调查实施日期以及水深、捕获方法、调查负责人、参考文献和给予指导建议的学者等。

表 18-1 水域的性质和栖息鱼类

津田编(1962)水生昆虫学、北隆馆

|       | 水域性质        |        |                    |           | 底质     | 移动鱼   |
|-------|-------------|--------|--------------------|-----------|--------|---|
|       | 夏季水温(°C)    | 透明度    | 深度                 | 流速        |        |   |
| 天鱼区域  | 凉<br>10~20  | 透明     | 浅,个别地方较深           | 快         | 岩石砾    | 天鱼、谈氏鱮鱼<br>史氏鳅、石斑鱼<br>真吻鰕虎鱼、藜鱼<br>杜父鱼、条纹泥鳅  |
| 丁斑鱼区域 | 稍凉<br>18~25 | 大致透明   | 较深的地方有所增多,但还是浅的地方多 | 快,或中等     | 石砾     | 七鳃鳗属、真吻鰕虎鱼<br>天鱼、藜鱼、真拟鲇<br>史氏鳅、谈氏鱮鱼<br>丁斑鱼、石斑鱼<br>麦突鱼、条纹泥鳅<br>深条纹泥鳅<br>杜父鱼  |
| 鲤鱼区域  | 中<br>23~30  | 不同程度浑浊 | 稍深,个别地方较浅          | 中等或缓慢     | 沙砾     | 七鳃鳗属、麦突鱼<br>鲇鱼、石斑鱼<br>义颡鱼、丁斑鱼<br>藜鱼、鲫鱼、鲤鱼<br>一字纹花鲢、秃鰕虎鱼<br>雅罗鱼、泥鳅<br>枪鱗鱼、条纹泥鳅<br>鲃鱗、深条纹泥鳅<br>长吻鲃、螳螂鱼<br>长颌须鱼、土附鱼<br>长颌须鱼、真吻鰕虎鱼<br>石诸子鱼、内杜父鱼<br>真拟鲇、縞鰕虎鱼 |
| 淡盐水域  | 温<br>25~30  | 浑浊含盐分  | 深                  | 缓慢,受潮汐的影响 | 软底沙粘土泥 | 鲤鱼区域中有的鱼类基本上都有(螳螂鱼、浮鲈除外),还有鳊鰕虎鱼、刺鰕虎鱼。   |



2. 实地调查位置

为能够了解实地调查地点在整个水系中的位置关系,在标有作为标记的主要拦河坝、桥梁等的流域概要图上整理各调查地点的位置。

3. 全长、体长、体高、重量的测量结果

对所捕获鱼类的全长、体长、体高、重量的测量结果进行整理,并明确标注。

4. 年际出现情况一览表

对各次调查所捕获鱼类的属种，按各调查时间进行整理。

#### 5. 各水域、区间出现情况一览表

对所捕获鱼类的属种，按各水域、区间整理其出现情况。

#### 6. 特殊品种等

整理捕获的鱼类中被认定是“特殊品种等”的属种。

这里所说的特殊品种等是指如下鱼类品种：

- 国家、都道府县、市镇村指定的自然保护物；
- “有关保护濒临灭绝野生动物品种的法律”中指定的国内稀有野生动植物品种；
- 环境厅编（1976）《绿色国情调查报告》中《优越的自然条件调查》所规定的对象品种；
- 环境厅编（1982）《日本的重要淡水鱼类》中规定的对象品种；
- 环境厅编（1991）《日本的濒危野生动物-红色数据书》中登载的品种；
- 其他地方上应特别提及的文献中列举的品种。

#### 7. 对鱼类与水域间关系的考察

以整个调查所得到的结果为基础，就以下内容进行整理和考察。

- (1) 对通过实地调查所确认的鱼类和实地调查地点的环境进行适当的分类和分组，整理两者间的关系。
- (2) 划分适当的水域，对水域与鱼类栖息间的关系进行考察。
- (3) 与环境保护、环境创建间的关系

鱼类在水下生态系统中属于最高一级，其生存可以看作是该水域维持正常生态系统的一项指标。因此必须充分注意保护非生物要素，不要让鱼类消失。仅仅是改善水质和改善河流形状、水文状况，还无法为鱼类创造栖息环境。必须根据鱼类区系随综合性非生物环境因素的变化而变化的特点，研究创造环境的具体计划。

## 2.5 陆地昆虫类调查

### 2.5.1 调查概要

陆地昆虫类调查的对象为在陆地上栖息的昆虫类。

调查范围为调查对象水域周边的陆地区域。

#### 说 明

本调查的对象生物为昆虫类。以其他生物群（蜘蛛类等）为对象时，应另行参照调查法进行。

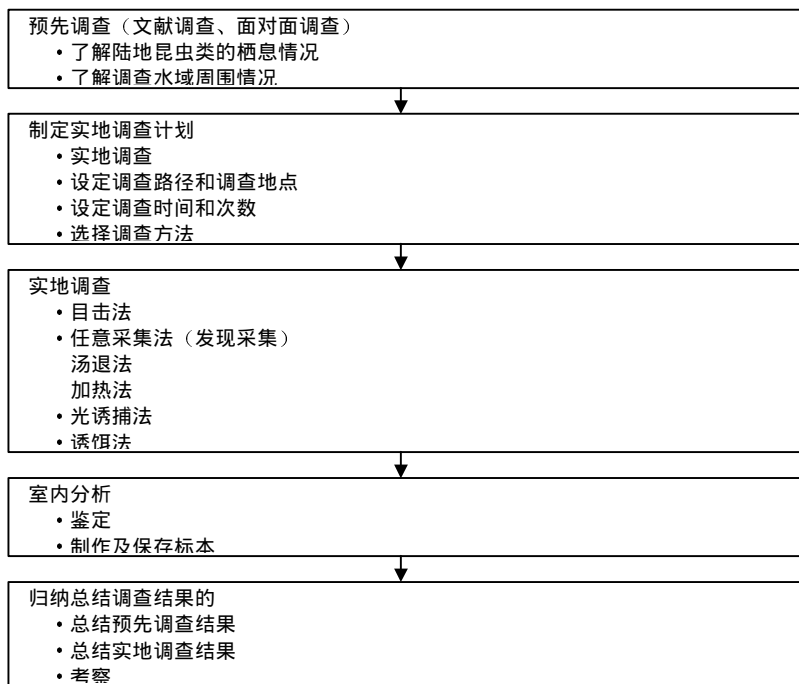
对象区域为河流、水库的陆地区域，通过了解昆虫在这些区域内的栖息状态，可以获得用于管理和保护河流环境的基础资料。

### 2.5.2 调查构成

调查应制定调查计划，其内容以预先调查、实地调查为主、并对调查的结果进行分析、整理归纳。

#### 说 明

本调查的步骤如下图所示。



### 2.5.3 预先调查

预先调查包括下述两种调查。

1. 文献调查；
2. 面对面调查。

#### 说 明

在进行实地调查前通过文献调查及面对面调查，了解对象区域的昆虫区系、各种成虫的出现时期及分布情况，以及有无特殊品种等。

### 2.5.4 实地调查计划

进行调查时，应制定实地调查计划。

#### 说 明

1. 根据文献调查和面对面调查的结果，对调查范围进行实地勘察之后，选择有利于获得较大成果的实地调查路径、调查地点、调查时期和调查方法等，制定实地调查计划。

2. 设定调查地点时，应充分研究通过文献和面对面调查所获得的信息等，选择能够了解调查对象区域的陆地昆虫区系的代表性地点。

3. 成虫的羽化时期适于开展陆地昆虫类调查。原则上至少应在春秋夏进行 3 次\*调查，但所有种类的成虫并不是在同一时期出现，同类昆虫在各个地方的羽化时期也有差异，因此

必须根据不同的调查对象水域确定调查时间。此外，陆地昆虫类种类繁多，有很多种类出现期很短，因而即使调查次数较多，确认的种类数也不会达到顶点。因此原则上应至少进行3次，可能的话最好是频繁地进行调查。

实地调查应按照实地调查计划进行，应根据河流环境的特性及调查目的选择调查方法，以准确地了解实际情况。

#### 2.5.5 实地调查

##### 说 明

##### 1. 调查方法概要

实地调查基本上采用任意采集法，对仅用该法还无法采集的品种，可采用清扫网法、敲击法、灯光诱捕法和诱饵法等进行采集。即使采集不到，但通过目击或其叫声可以识别出是蜻蜓类、蝴蝶类、蟋蟀类、蝉类等时，也应记录下来作为参考。

##### 2. 任意采集法

典型的任意采集法就是随见随捕。采集不到，但通过目击等可以识别出种类时，也应记录下来作为参考。

##### (1) 随见随捕

随见随捕是指用捕虫网或手随时捕捉在勘察中所见到的昆虫类。用这种方法可在各种各样的环境下捕捉各种种类的昆虫。

对蜻蜓类、大型蝶类、蝗虫类等飞行能力强的昆虫，可跟踪或埋伏采集，豆娘类可在水边草地采集。昆虫喜欢聚集在树叶、朽木、动物残骸或粪便等处，也可在这些地方采集。

##### (2) 目击

对蜻蜓类、蝴蝶类、蜜蜂类、蝉类、蝗虫类、蟋蟀类等大型而醒目的昆虫及发出鸣叫声的昆虫，有时虽然采集不到，但可通过目击或其鸣叫声识别。

对在高处飞的蝴蝶类，或爬在高树干上的蝉类，捕虫网够不着时，可用望远镜等确认。

对通过目击确认的品种，应记录下来作为参考。

##### 3. 清扫法

这种方法主要在树林、灌木林和草地上使用，具体如下：

水平挥动捕虫网，横着扫过草和树枝，提起网查看其中的捕获物。将采集到的昆虫类中翅膀较软的用三角纸包好，大型的用毒针等杀死，小型的用吸虫管吸起移到杀虫管内，并扔掉植物的叶和茎等。或将网中的捕获物放到装有沾了乙醚或氯仿的棉球的塑料袋内密封。

然后，根据捕获内容改变挥网的地点，接着进行清扫。

##### 4. 敲击法

这种采集方法是用敲击棒敲击树枝和草等，用网接住落下来的昆虫。这样不必花时间去寻找树枝或草上的昆虫，便可有效地采集到落在白网上的昆虫。拾起落到网中的昆虫，放进杀虫管中。尽量改变敲击的树的种类，重复同样的操作。

## 5. 诱捕法

### (1) 灯光诱捕法（灯火采集法）

这是利用昆虫类夜晚向灯火聚集的习性进行采集的方法，包括幕布法和箱法。采用何种方法可根据实地情况确定，并要参考有经验者的建议。

实施时应避开月圆夜或风大的时候，还应尽量选择附近没有照明的地方。

灯光诱捕法可采集到的昆虫种类极广，但应考虑光源的强度和设置方向等，以确切地了解调查区域内的昆虫类相。

#### ① 幕布法

在视线良好的地方撑开一块 1m×2m 或 1.5m×1.5m 左右的白色屏幕（幕布），在其前面吊起日光色荧光灯或紫外线灯（黑灯）等。在日落后 3 个小时左右的时间里，用吸虫管、杀虫罐和捕虫网等采集聚集到屏幕处的昆虫。

#### ② 箱法

在日光色荧光灯和紫外灯等下面，设置带有大型漏斗及昆虫收集箱的捕虫器。冲着光源而来的昆虫落在大型漏斗中，被收集到捕虫器里。箱中放好沾有杀虫剂的脱脂棉或布块。

傍晚放置，清晨回收。

### (2) 诱饵法

诱饵法也包括各种各样的方法，但这里主要指在陷阱中放入诱饵，采集在地上爬行的昆虫类的陷阱诱饵法（以下简称为诱饵法）。即用冰镐等在地下挖一小坑，其深度应使放进去的纸杯、罐、瓶等的口恰好与地面同高，并在里面放进诱饵。以前一直使用腐肉类（鱼肉、牛肉）和发酵饮料类（啤酒、烧酒或这些酒与黑糖或乳酸饮料的混合物等）作为诱饵，近年来有些地方也使用乙基乙二醇（容器的 1/3）或冰醋酸作为诱饵。采用陷阱诱饵法时，应在各个地点尽量选择多样的环境设置诱饵，放 1~2 昼夜，然后采集落到陷阱中的昆虫。

## 6. 现存量调查

现存量调查可另行参考调查法进行。

### 2.5.6 室内分析

应将采集到的陆地昆虫类带回室内进行鉴定。

应根据需要，将在各调查水域及其周边采集到的陆地昆虫类制作成标本并加以保存。

鉴定时应征求专家的意见。

## 说 明

### 1. 标本的制作

应妥善地将在各对象河流首次采集到的和重要的昆虫类制作成标本，尤其鉴定方面有问题的，更要妥善地制作成标本。

原则上应按下述各分类群制作标本：

#### (1) 液浸标本

蜉蝣目、河蛾目、石蛾目、网纹蜉蝣目等



## (2) 干燥标本

蜻蜓目、昆虫目、蝴蝶目、椿象目等

### 2. 鉴定

将采集到的陆地昆虫类带到室内，利用实体显微镜等进行鉴定。

鉴定时应根据最新的分类学知识，尽量鉴定到种，并记录标准日本名及学名。

鉴定原则上以成虫及亚成虫为对象，但也应加上已判明种名的幼虫。

难以鉴定的样本，应请专家鉴定。

### 3. 标本的保存

保存制作的标本时最好贴上标有品种名、采集地点、采集日期、采集者姓名等的标签。

## 2.5.7 整理归纳

应对调查结果进行整理归纳，以便于掌握对象水域及周边区域内陆地昆虫类出现的品种、现存量、优势品种、分布状况等。

## 说 明

### 1. 实地调查概要

整理任意采集法调查的实施日期、天气情况、气温、总勘察距离、调查人次，以及灯光诱捕法、诱饵法调查的实地调查地点概要（调查地点的划分、标高、调查地点的特征）、实施日期、捕获方法、调查负责人、鉴定参考文献等。

### 2. 实地调查位置

为了能够了解勘察路径及调查地点（灯光诱捕法、诱饵法）在整个水系中的位置关系，在标有作为标记的主要拦河坝、桥梁等的流域概要图上整理各调查地点的位置。

### 3. 地调查结果

按各次调查和各种调查方法分别整理，按分类体系顺序列表整理采集确认的昆虫类。

### 4. 多年出现情况

整理预先调查结果时，还要整理实地调查中陆地昆虫类出现的情况。

### 5. 特殊品种等

整理预先调查结果时，还要整理实地调查中确认的陆地昆虫类的特殊品种。这里所说的特殊品种是指以下资料中列举的品种：

- 国家、都道府县、市镇村指定的自然保护物；
- “有关保护濒临灭绝野生动物品种的法律”中指定的国内稀有野生动植物品种；
- 环境厅编（1976）《绿色国情调查报告》中《优越的自然条件调查》所指定的对象品种；
- 环境厅编（1980）《日本的重要昆虫类》中规定的指标昆虫及特殊昆虫；
- 环境厅编（1991）《日本的濒危野生动物-红色数据书》中登载的品种。
- 其他地方上应特别提及的文献中列举的品种。

### 6. 实地调查出现品种清单

按分类体系顺序整理实地调查中确认的陆地昆虫，并记录其学名，制作出现品种清单。

### 7. 对生物与对象区域间关系的考察

根据调查结果，听取有关专家的建议，就以下内容进行整理和考察。

- (1) 对通过实地调查所确认的陆地昆虫类和实地调查地点的环境进行适当的分类和分组，整理两者间的关系。
- (2) 考察对象区域、水库及其周边与陆地昆虫类的栖息间的关系。
- (3) 编制参考事项以保护和创造对象区域及其周边环境

## 2.6 两栖类、爬行类、哺乳类调查

### 2.6.1 调查概要

两栖类、爬行类、哺乳类调查的对象为生活在水域及其周边的两栖类、爬行类、哺乳类动物。调查范围为调查对象水域及其周边。

#### 说明

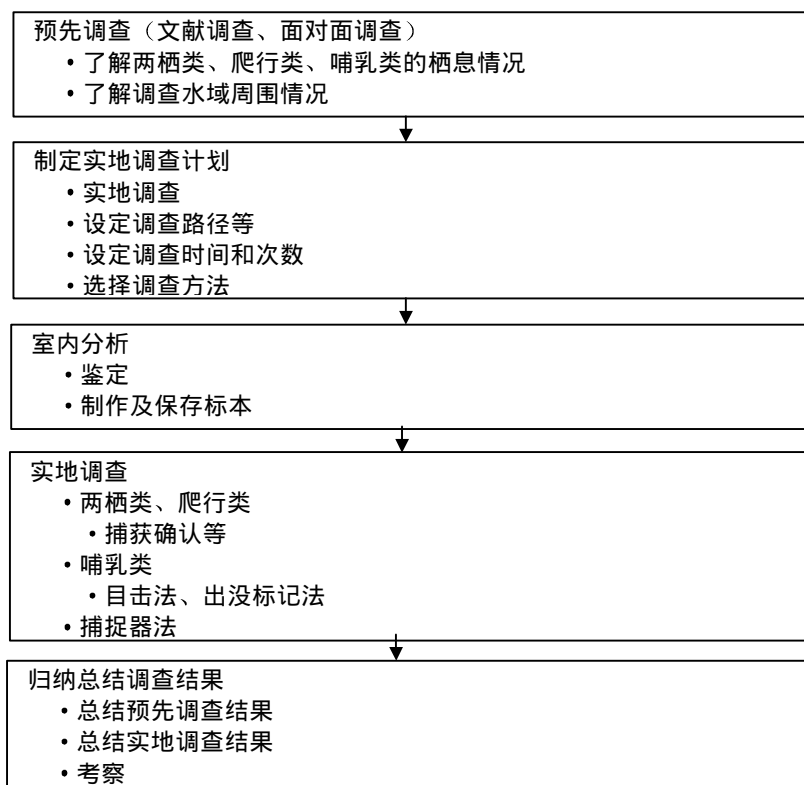
本调查的对象生物为两栖类、爬行类、哺乳类动物，通过了解它们在对象区域的栖息情况，可以获得如何对其进行保护的基础资料。

### 2.6.2 调查构成

本调查的目的在于了解两栖类、爬行类、哺乳类动物在水域及其周边地区的栖息情况，可按照下述步骤进行调查，并进行分析、整理归纳。

#### 说明

本调查的步骤如下图所示。



### 2.6.3 预先调查

预先调查包括以下两种调查。

1. 文献调查；
2. 面对面调查。

#### 说明

在进行实地调查前通过文献调查及面对面调查，了解两栖类、爬行类、哺乳类动物在调查对象水域及其周边地区的栖息情况、有无特殊品种，以及水域及其周边的情况等。

### 2.6.4 实地调查计划

进行调查时，应制定实地调查计划。

#### 说明

1. 根据文献调查和面对面调查的结果对调查范围进行实地勘察之后，选择调查时期和调查方法，制定实地调查计划。

2. 设定实地调查地点时，应考虑保持调查的连续性，根据已有的调查实例、调查对象区域内河滩的规模、地形（池塘、细流的分布等）、植被、周围土地利用情况等文献调查和面对面调查的结果，选择有利于充分了解对象区域内两栖类、爬行类、哺乳类动物区系的地点。

3. 应听取有关专家的建议，并参考过去的调查结果，确定适合于确认各种调查对象动物栖息情况的时期为各调查的调查时期。

对两栖类和爬行类动物的调查，除去冬眠时期，从春季到秋季期间一般应进行3次；对哺乳类动物采用目击法、出没标记法调查时，四季各进行1次，采用陷阱法调查时，从春季到秋季期间进行2次。

### 2.6.5 实地调查

实地调查应按照实地调查计划进行，应根据河流环境的特性及调查目的选择调查方法，以准确地了解实际情况。

#### 说明

#### 1. 调查方法概要

对两栖类和爬行类动物进行实地调查，原则上使用捕获确认的方法，也可结合目击法等；对哺乳类动物进行实地调查，使用目击法、出没标记法、捕捉器法等。

对捕获的两栖类、爬行类动物中的特殊品种，应在拍摄照片后放生。

此外，在预先调查中了解到该地栖息着能用捕捉器捕获的属于特殊品种的哺乳类动物时，应采用生擒捕捉器。捕获到的动物属于特殊品种时，应在拍摄照片及进行各种测量后放生。

#### 2. 两栖类

两栖类动物的调查使用捕获确认等方法。捕获的两栖类中的特殊品种，应在拍摄照片后放生。以下是调查中的注意事项。

此外，对无法鉴定品种的两栖类动物的卵块、幼体，有时可经过饲养后进行鉴定。

##### (1) 蛙类

蛙类从初春到初夏繁殖。繁殖期内集中在池塘中，因此容易确认品种。各种不同的品种均有一定的繁殖期，有些品种可通过卵块和幼仔确认。梅雨季节和进入冬眠前的秋季也适于确认。特别是雨天时，夜间蛙类的活动十分活跃，可勘察调查范围内实施夜间调查的池塘、细流、水边、草丛、树林内落叶堆积的地方等蛙类可能栖息的场所，确认卵块、幼仔、幼体、成体及尸体。品种的鉴定原则上通过捕获进行，捕获不到时可目视确认并作记录。此外，对蛙类也可通过叫声进行品种鉴定，听到鸣叫声时，可记录种类、大概位置及个体数。

在雨天时，夜间可手持照明器具，边走边用网捕获或通过目视确认。发现鸣叫的蛙类时，不要立刻用灯光照射，先照到它附近，再慢慢将光的中心移过去，这样不容易惊动它。此外，夜间还可以确认出现在道路上的蛙类。

#### (2) 小型鲵鱼类

小型鲵鱼类一般从早春到春季繁殖。繁殖期集中到水边，因此容易确认。各种不同的品种均有一定的繁殖期，但有些品种可通过卵块、卵囊、幼仔和幼体进行确认（不能确认时可饲养为成体后再确认）。

幼鲵鱼大多生活在岸边的石块下，应重点寻找这些地方。有些种类的幼仔生活在池塘中，这些地方也要寻找。有时其成体和幼体也生活在沼泽流入处的石块缝隙间，可翻开石块确认。

有时成体还出现在林间潮湿的地面上，可扒开落叶等寻找。

#### (3) 鲵

鲵的繁殖期为夏季，可在夏季的夜间到其可能出现的山谷中通过目视确认。鲵是国家指定的自然保护物，要获得文化厅的许可后方能捕获。因此即使看到也不能捕捉，只需记录大致的大小和行动等即可。

#### (4) 蝾螈类

蝾螈类可重点在水流平稳的地方及池塘处寻找。

### 3. 爬行类

爬行类动物的调查方法为捕获确认法。捕获到爬行类动物中的特殊品种时，应在拍摄照片后将其放生。以下是调查中的注意事项。

#### (1) 蛇、蜥蜴类

蛇、蜥蜴类为冷血动物，因此春秋两季可到暖和地，夏季可到凉快地寻找。早春时节草本类生长尚不旺盛时，或者前一天降雨、次日天气转晴时的上午，它们多会在日光下让体温上升，此时适于开展调查。通常，它们多会在草丛中的小路上晒太阳，这些地方可以重点寻找。此外，它们也会藏在碎石场或废弃的白铁板下，可在这些地方将石块或白铁板掀开寻找。

蛇类中有些品种属夜行性，可在夜间进行调查，同时还需注意道路上被轧死的尸体。实施夜间调查时，白天要进行充分的踩点。青蛙是蛇的食物，白天可到草丛及灌木等植物生长茂密的地方以及水边，通过鸣叫声确认大量青蛙聚集的地方，夜间再重点寻找这些地方。此外，夜间还可确认出现在道路上的蛇类。

原则上通过捕获进行品种的鉴定，捕捉不到时可通过目视确认并进行记录。有时也可通

过蛇蜕来判定种类。

蝮蛇、赤练蛇、饭匙倩类、黑蛇等都有毒，调查时应注意安全，要穿长筒靴和肥的裤子，准备好手套等，如果可通过目视确认就不一定要捕获。

#### (2) 壁虎类

壁虎类生活在潮湿的建筑物缝隙中。在春季到秋季期间，它们会在夜间聚集到桥梁等有照明的地方，为捕食小虫等而趴在桥脚等处，较容易寻找。

#### (3) 龟类

龟属冷血动物，因此春秋季可到暖和的地方，夏季可到凉快的地方寻找。若前一天降雨、次日天气转晴时，它们多会在上午到岩石上或倒下的树木上晒太阳，此时也适合于调查。

龟类很少离开水，可重点寻找其能够藏身的岩石或水边的湿润草地，以及硬度适中、适于做其产卵场的堤坝等。

龟类一般在春季到夏季繁殖，此时，有可能在陆地上见到它们的身影。此外，还可在水边等通过足迹确认。

可通过捕获或用望远镜确认进行品种鉴定。龟类嗅觉很敏锐，在筐网内放入鱼肉等诱饵便常可以捕获到龟。

放置筐网可半沉半浮，以使捕到的乌龟可以呼吸。筐网应放置一夜左右。捕获需要获得批准时，应事先采取相应的措施。

### 4. 哺乳类

对哺乳类动物的调查主要采用目击法、出没标记法和捕捉器法等。

进行预先调查时，如果有信息表明对象区域内有属于特殊品种的哺乳类动物，并且此种动物能够用捕捉器法捕获时，应采用生擒捕捉器。捕获到的动物属于特殊品种时，应在拍摄照片及进行各种测量后放生。以下是调查中的注意事项。

#### (1) 目击法

轻轻地在水边、草丛、树林等哺乳类动物有可能出现的地方行走，目击其身影。发现目标后应立即停下，注意不要使其警觉，用望远镜等识别种类，并记录目击地点的情况。蝙蝠类有时栖息在桥梁处，并在傍晚时飞出，所以此时可以目击到。蝙蝠类出现时，即使无法确认到品种，也应将其作为蝙蝠类记录下来。此外，对象区域内分布着整片树林时，可能会有在树上生活的哺乳类动物出现，应注意调查。涨水时它们大多逃到堤坝上，此时可以目击到其身影。在夜间还可通过夜视镜确认。此外，发现尸体时，即使是已腐败、被压坏等状态不佳的，也大都可以鉴定，在现场无法鉴定品种的，可用福尔马林浸泡带回。

#### (2) 出没标记法

出没标记在草本类茂密生长之前的春季和干枯之后的秋季较易确认，而积雪地区在积雪时容易确认。

可勘察水边（沙地、泥地、湿地等）、小路、土壤柔软的地方、草丛、树林等动物可能栖息、出没的地方，观察其足迹、粪便、食痕、巢、爪痕、掉的毛、刨的土堆（鼯鼠洞、

鼯鼠土堆)等。

混凝土或石头上的粪便可长期保留,见到的机会较多。动物在水边堆积着细沙和泥土的地方遗留下来的足迹也容易识别。还可在其可能经常出没的“兽道”上撒上沙子,以便于观察其足迹。

一经发现出没标记应拍摄照片,必要时还要测定尺寸。对于巢穴,还应测量其大小。

对粪便、掉下的毛等要尽量采集,制成标本。

### (3) 捕捉器法

难以利用目击法和出没标记法确认的食虫类(鼯鼠、山鼯等)、鼠类等可用捕捉器法。

捕捉器类型多样,适用于各种不同的捕捉对象。

捕捉器的安放时间应超过一个晚上,每天早上回收。

## 5. 现存量调查

现存量调查另行参考调查法进行。

### 2.6.6 室内分析

对实地调查中拍摄的照片和采集到的样本,应实施鉴定和拍照等,作为整理总结时的资料使用。

#### 说 明

品种鉴定时必须研究该品种的特征。有困难时,应将标本、照片提供给专家进行鉴定。

### 2.6.7 整理归纳

应对调查结果进行整理归纳,以便于掌握对象水域、区间内两栖类、爬行类、哺乳类动物的实际情况。

#### 说 明

#### 1. 实地调查概要

整理目击法、出没标记法调查的概要(调查实施日期、天气情况、气温、调查对象生物、调查人次),以及哺乳类捕捉器法的概要(调查地点的划分、标高、调查地点的特征)、调查实施日期、捕获方法(捕捉器的种类、数量和诱饵)、调查负责人、鉴定参考文献等。

#### 2. 实地调查位置

为掌握勘察路径及哺乳类动物捕获地点在整个水系中的位置关系,在标有作为标记的主要拦河坝、桥梁等的流域概要图上整理各调查地点的位置。

#### 3. 实地调查结果

按各次调查分别整理通过实地调查确认的两栖类、爬行类、哺乳类动物。

#### 4. 多年出现情况

在整理预先调查结果时,还要整理实地调查中两栖类、爬行类、哺乳类动物出现的情况。

#### 5. 特殊品种等

在整理预调查结果时,要整理实地调查已确认的两栖、爬行、哺乳类动物的特殊品种等。

这里所说的特殊品种是指下述资料中列举的品种:

- 国家、都道府县、市镇村指定的自然保护物;

- “有关保护濒临灭绝野生动物品种的法律”中指定的国内稀有野生动植物品种；
- 环境厅编（1976）《绿色国情调查—自然环境保护基础调查报告》中《优越的自然条件调查》所规定的对象品种；
- 环境厅编（1982）《日本的重要两栖类、爬行类》中登载的品种；
- 环境厅编（1991）《日本的濒危野生动物-红色数据书》中登载的品种。
- 其他地方上应特别提及的文献中列举的品种。

### 6. 实地调查出现品种清单

按分类体系顺序整理实地调查中确认的两栖类、爬行类、哺乳类动物，制作品种清单。

### 7. 对生物与对象区域间关系的考察

根据整个调查的成果，听取有关专家的建议，就以下几个内容进行整理和考察。

- (1) 对通过实地调查确认的两栖类、爬行类、哺乳类动物和实地调查地点的环境进行适当的分类和分组，整理两者间的关系。
- (2) 划分适当的区域，考察对象区域与两栖类、爬行类、哺乳类动物栖息间的关系。
- (3) 编制参考事项以保护和创造对象区域及其周边环境

## 2.7 鸟类调查

### 2.7.1 调查概要

鸟类调查的对象为生活在水域及其周边的所有的鸟类（包括家禽类、归化类）。  
调查范围为调查对象水域及其周边地区。

#### 说 明

在水域周边各种各样的环境中，栖息着以该环境为生活场所（觅食及筑巢）的鸟类。因此，必要时进行调查，以了解栖息在对象区域的鸟类的实际情况（种类数及分布）。

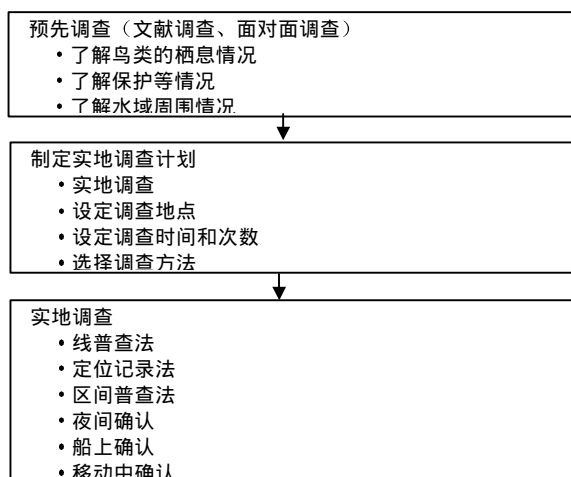
河流、湖泊及其相连处栖息着众多不同的生物，它们相互联系，形成了生态系统。

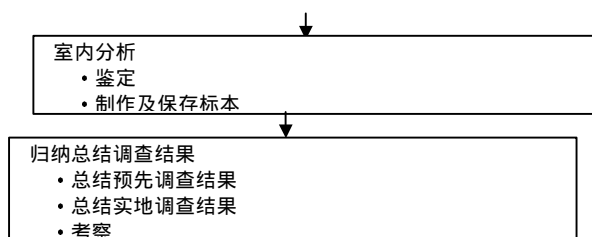
### 2.7.2 调查构成

调查应按照调查流程实施，其内容以预先调查、实地调查为主、并对调查的结果进行分析、整理归纳。

#### 说 明

本调查的步骤如下图所示。





### 2.7.3 预先调查

预先调查包括以下两种调查。

1. 文献调查；
2. 面对面调查。

#### 说 明

在进行实地调查前通过文献调查及面对面调查，了解调查水域及其周边的鸟类区系、迁移及繁殖等的时期、有无特殊品种、集团分布地的位置及状况、狩猎和鸟类保护区等水域及其周边的情况等。

### 2.7.4 实地调查计划

进行调查时，应制定实地调查计划。

#### 说 明

1. 根据文献调查和面对面调查的结果对调查范围进行实地勘察之后，选择有利于获得较多调查结果的调查地点、调查时期和调查方法，制定实地调查计划。

2. 设定调查地点时，应对连续实施调查的可能性以及在文献调查和面对面调查中获得的信息等进行充分的研究，根据水域的特性选择适于了解鸟类区系的调查范围及调查地点（定线、定点、划分区域）。

在设定调查地点之前，先通过 1:2 500 平面图、1:25 000~50 000 地形图和航拍照片等，了解调查范围的地形、植被、土地利用情况、河流形态等，掌握调查范围的环境。

3. 在每年的春夏秋冬四个季节均要开展实地调查，一年间的调查时间约为 5 天左右。原则上应在春季的迁移时期、繁殖期前期、繁殖期后期、秋季的迁移时期、越冬期实施调查。

此外，设定调查时期时还应考虑以下几点：

- 不在 7 月~8 月中旬进行调查，因为那时基本上看不到鸟类的活动；
- 在春秋季节的迁移时期，鹬类、鸻类等鸟类较多的地区会出现鸟的种类频繁变化等情况，最好设置较长的调查时间。
- 冬季有大量积雪的地区和结冰的地区，应避开积雪期和结冰期。

### 2.7.5 实地调查

实地调查应按照实地调查计划进行，应根据河流环境的特性及调查目的选择调查方法，以准确地了解实际情况。

#### 说 明

1. 调查方法概要



实地调查中,应根据参照河流环境状况所确定的调查目的,适当地选择线普查法、定点记录法、地区普查法等方法。

记录鸟类生活的各种环境,同时尽力发现鸟类的繁殖行动和离巢的小鸟及鸟窝等,还要了解鸟类的集体筑巢地、大规模的休眠地、越冬地、中途停留地等。

此外,在繁殖、过冬、中途停留等的不同季节中,鸟类的种类及个体数会有明显差异,因此需要注意选择调查时期。

## 2. 线普查法

线普查法指在调查定线上步行调查,记录在该定线的一定范围内出现的鸟类的种类、个体数及繁殖行动等。

应根据调查目的设定调查定线。定线长度一般为1~数公里左右,在调查范围内设定1~数条线,设置时要考虑到各种地形、植被等情况,以掌握调查范围内的鸟类区系。

在设定的线上以每小时1.5~2.5km左右的速度行走,按各个环境分别记录目击到的鸟或通过叫声识别的鸟的种类、出现环境、个体数和繁殖行动等。此时预先规定距调查定线一定距离的范围为观察区域,记录观察区域内出现的鸟类。观察宽度在树林中以单侧25m、共50m为标准,在湖岸等视线良好的地方可适当扩大。此外,如果观察区域外出现应记录的品种时也应记录。

## 3. 定点记录法

定位记录法就是在房顶、陡坡、湖岸等视线良好的地方设定调查定点,记录出现的鸟类的种类、个体数及繁殖行动等。

观察的范围为可确认品种的范围,记录该范围内出现的鸟类的种类、出现环境、个体数及繁殖行动等。

调查时间以30分钟~1小时左右为标准。

鹭鹰类等多可在气温升高、有上升气流产生的白天观察到,可在白天实施定位记录法。

## 4. 地区普查法

当调查范围内有环境一致的大片芦苇或草原时,根据需要可采用地区普查法。

地区普查法就是在大片芦苇或草原等环境一致的地方划分调查区域,记录该区域内出现的鸟类的位置、种类、个体数及繁殖行动等。

在大片芦苇或草原等地划分一定面积的区域,将该区域再分割为方块,根据地形情况,或沿其四周巡视,或进入方块中间,逐一进行调查。进入中间的方法可能会妨碍鸟类的繁殖,在繁殖期应避免采用。

按每个再分割的方块记录种类、个体数及繁殖行动等。

## 5. 夜间确认品种的记录

对猫头鹰类等夜行性鸟类,一般在白天的调查中无法确认,因此可于夜间开车在水域周边巡视,通过确认叫声等进行记录。

## 6. 船上确认品种的记录

地形上有在陆地上看不到的大片水面时,可驾船在水域的湖面上巡视,确认在湖岔等处休息、觅食的水鸟类,记录种类、个体数、繁殖行动和出现的环境等。

## 7. 现存量调查

现存量调查另行参考调查法进行。

### 2.7.6 整理归纳

应对调查结果进行整理归纳,以掌握对象水域区间鸟类的出现品种、分布、集团分布地、特殊品种确认等的实际情况。

说 明

### 1. 实地调查概要

整理实地调查地点的概要（地点名、距河口的距离、标高、地点的特征），以及调查实施日期、观察面积、调查负责人、参考文献和给予指导建议的学者等。

### 2. 实地调查位置

为了解实地调查地点在整个水系中的位置关系，在标有作为标记的主要拦河坝、桥梁等的流域概要图上整理各调查地点的位置。

### 3. 实地调查结果

按各次调查分别整理通过实地调查确认的鸟类。

### 4. 按季节分别统计实地调查结果

按不同季节分别合计调查结果，并按个季节整理出现的种类。

### 5. 特殊品种等

对预先调查及实地调查中确认的鸟类的特殊品种等，整理确认时的情况。

这里所说的特殊品种是指如下品种：

- 国家、都道府县、市镇村指定的自然保护物；
- “有关保护濒临灭绝野生动物品种的法律”中指定的国内稀有野生动植物品种；
- 环境厅编（1976）《绿色国情调查—自然环境保护基础调查报告》中《优异自然调查》所规定的对象品种；
- 环境厅编（1983）《第2次绿色国情调查—第2次自然环境保护基础调查报告》中登载的品种；
- 环境厅编（1991）《日本的濒危野生动物-红色数据书》中登载的品种。
- 其他地方上应特别提及的文献中列举的品种。

### 6. 集团分布地一览

将实地调查中确认的集团分布地位置、分布情况等整理成一览表及 1/2 500 的平面图。

### 7. 实地调查地点一览表

整理各调查地点的环境特性。

### 8. 对鸟类的栖息与河流环境间关系的考察

以整个调查所获得的成果为基础，针对如下内容进行整理和考察。

- (1) 对通过实地调查确认的品种和实地调查地点的环境进行适当的分类和分组，整理两者间的关系。
- (2) 对整个调查范围划分适当的区域，考察环境与鸟类栖息间的关系。
- (3) 考察鸟类休眠地等集团分布地在地区水平上所占据的地位。
- (4) 保护、创造和管理对象区域及其周边环境的参考事项

## 2.8 生存环境调查

### 2.8.1 生存环境调查的目的

生存环境是指生物的栖息空间。生存环境调查的目的是调查对象生物的生存环境，掌握其分布和特征。

说 明

生存环境是指“生物实际栖息的空间；实际寻找生物的空间；可发现生物的空间等”，并以浅滩或深潭等形态上具有一定程度的同一性的场所、空间为生存环境的单位。例如，位于中游区域的急流浅滩，食物较多，是适于觅食的空间，栖息着香鱼、石斑鱼等游水能力强的鱼类。河岸植物地带是长颌须鱼、鲤鱼、鲫鱼等的重要产卵地，以及游水能力不强的鱼类及幼鱼的休息场所和躲避捕食者的场所。再看陆地区域，河滩上的乔木是鹭鸶和鱼鹰筑巢的场所，河道内形成的沙洲是金框鹤和白额燕鸥筑巢的场所。如此，生物在其生活史的各个阶段中进行觅食、休息、产卵、筑巢、避难等时，一般都利用上述特定的生存环境。因此，掌握河道内及其周边生存环境的分布及特征，有利于预测该河流中栖息的生物种类，也有利于从保护自然环境的角度出发，设置应优先保护的地方等，为河流环境管理提供有益的信息。

应根据需要对如下项目进行具体的研究后，再开展生存环境调查。

1. 选择对象生物种类
2. 设定调查对象区域
3. 设定调查时间及频度
4. 设定调查方法
5. 总结

此外，将河流化分为水域、变迁区域、陆地区域等将便于调查生存环境的种类和分布。从水域到变迁区域是以鱼类为主的水生生物的生存环境，从变迁区域到陆地区域主要是鸟类和陆地生物的生存环境。生存环境的分类方法并不止这一种，不同的对象生物种类有不同的分类方法，有时分类更加详细。表 18-2 为典型的生存环境的分类，在实际工作中可加以参考，同时还需查找各种文献。

表 18-2 生存环境的分类

| Thomas A. Wesche   | 俄亥俄州 EPA  | 土木研究所                                       |
|--|---|---|
| Food Producing Area<br>(产生食物的区域)   | riffle (急流浅滩)<br>流速大、水深小的水流区域。水面有明显的波浪。   | 水域<br>水流 险滩<br>浅滩<br>深潭<br>潭                |
| riffle 最重要   | run (浅滩)<br>水深大、位于急流浅滩的下游，河床大都较平坦，水面上基本没有波浪。  | 河床 河畔<br>沉石<br>浮石<br>水下植物<br>泥砂             |
| Spawning-Egg<br>Incubation Area<br>(产卵、孵化场所)<br>流速 0.15~0.9m/s<br>水深~0.15m<br>河床材料的粒径 0.6~7.36cm | pool (深潭)<br>流速小、水深大，水面基本没有坡度。<br>glide (下滑)<br>称不上是深潭或急流浅滩、在改造后的直线区间内最常见的水流。水面坡度小。 |   |
| cover (覆盖)   |   | 变迁区域  |
| overhang cover<br>(突出悬崖型覆盖)<br>有突出悬崖的河岸<br>河岸树林  | Instream cover<br>突出悬崖型河岸<br>有突出悬崖的河岸植物带<br>潭                                       | 河岸 河岸植物<br>河岸树林<br>刷河岸、堆积河岸<br>悬崖地带         |
| submerged cover<br>(水下型覆盖)<br>水下食物带<br>有空隙的河床材料  | 抽水植物带、水下植物带<br>流木的堆积<br>根茎群<br>大潭 (水深 70cm 以上)<br>大石块                               | 陆地<br>草地 (矮)<br>树林地 (乔木、灌木)<br>空地 (潮湿、沙、沙砾) |

生存环境的特征包括以下几个项目。

1. 利用生物种类

这一项目表明都有哪些生物种类在利用河流及其周围的生存环境，一般情况下多为多种生物共同利用一个环境。了解各生物种类何时利用该生存环境，将有助于开展河流环境调查及确定工程的工期等。

## 2. 生存环境的构成要素

生存环境由各种各样的要素构成，以水域为例，水质和水量、上下游间的连续性等都关系到水生生物的栖息。论及生存环境保护时，这些都是要研究的对象，但河流工程等大多以空间形状及素材为操作对象，结果多数情况下，生存环境的保护就等同于空间的保护。

### 3. 生存环境的消长

通常从长期上看，生存环境在不断重复着消长的过程。超越其消长的时间，进行人为保护，则需要大量劳动力，因此需要事先研究该生存环境是由哪些要素形成的，在泥砂堆积及涨水时的外力等的作用下又是经过多长时间来重复消长过程的。

### 4. 生存环境的复原性

复原性是指该生存环境消失时，要经过多少岁月或花费多少人工劳动才能再生的特性。因此，复原性高的生存环境，例如，河岸植物带和水潭等即使消失，也能够通过人为或自然的作用复原。但缺乏复原性的生存环境，如悬崖地和树林地等再生就较为困难或要花费很长时间。进行改造时，要研究生存环境的复原性，对可复原的进行复原，无法复原的努力进行保护，这一点十分重要。

#### 2.8.2 生存环境的表述方法

生存环境的表述方法为描述其形态特征。

##### 说 明

生存环境大多无法用流速、水深等简单的物理量来表述。因此主要的表述方法为描述其形态特征。一般来说，测得的物理量被用于进一步限定生存环境，而且大多用于限定较为重要和稀少的生存环境，如“水深 3m 以上的潭”、“树高 8m 以上的乔木”等。

#### 2.8.3 生存环境调查的对象生物种类

生存环境调查的对象生物种类基本上为较高一级的捕食者。但该河流中生活着受保护的特殊生物时，不受此限。

##### 说 明

调查对象基本上为鱼类、鸟类等较高一级的捕食者。这不仅是因为这些生物的生存环境大小相对固定，更重要的是可明确掌握其形态特征，易于进行调查，从而可以在大范围内掌握生存环境的分布。

在该河流开展濒危物种和稀有物种等特殊生物的保护工作时，应另行对这些生物进行生存环境调查，以利于保护特殊生物。

#### 2.8.4 生存环境调查的对象区域

生存环境调查的对象区域基本上为河流的陆地区域、变迁区域和水域，但当其与河流周边的绿地等形成的网络较为重要时，也将周边地区视为调查区域。

##### 说 明

生存环境调查在平时进行。调查针对河滩和沙洲等陆地区域、平时在水位变化范围内的变迁区域，以及除枯水时外经常有水存在的水域进行。从陆地区域到变迁区域主要以鸟类为

对象，从变迁区域到水域以鱼类为对象。

河流与周边的绿地如山林或水田等形成网络时，最好对这些区域也进行调查。当调查范围较广时，可限定河流网络对其生存来说较为重要的生物种类，在周边地区进行调查。

#### 2.8.5 生存环境调查的时期

确定生存环境的调查时期，应综合考虑调查易行性以及对象生物种类及利用情况等。

##### 说明

生存环境调查最好全年进行，以了解生存环境的形态以及利用生物种类的时期性变化。但如果四季开展调查需要大量的人力时，可限定调查对象生物种类和调查时期。

确定调查时期时，应从有关调查的观点即是否容易进行调查、能否明确了解生存环境，以及生物利用的观点即对象生物种类是否在该时期利用该生存环境这两个方面综合考虑。

初次在该调查对象区域进行生存环境调查时，最好在全年进行生存环境调查，大致掌握生存环境的形态及利用生物种类的时期性变化。

#### 2.8.6 生存环境调查频度的标准

生存环境调查基本上应5年进行一次。预计生存环境会因自然的和人为的影响发生较大变化，或今后可能会有较大变化时，应根据需要进行调查。

##### 说明

生存环境因植物的生长及植物群生的变迁，以及自然和人为的影响而发生变化。植物的生长及植物群生的变迁需要数年至数十年的时间才能造成生存环境的变化。而另一方面，洪水和枯水等自然的影响，河流改造等人为的影响只需很短的时间便能使生存环境发生变化。

因此，生存环境调查需要约每5年进行一次，以了解生存环境缓慢地发生变化的情况。此外，预计生存环境可能因洪水及河流工程等发生变化，或今后可能发生变化时，应根据需要随时进行调查。

#### 2.8.7 生存环境调查的方法

开展生存环境调查可综合利用实地勘察、辨认航拍照片、利用现有植被图等各种方法，力求提高工作效率。

##### 说明

河流规模越大越难掌握生存环境的广泛分布。特别是河道内草本或木本类植物生长茂密，能见度不佳时，仅靠实地勘察的信息来明确生存环境的分布需要大量的人力。因此，如果有该地区的航拍照片及现有植被图时，可有效利用这些方面的信息，以提高调查的效率。

实地勘察中应请对象生物方面的专家同行，进行生存环境调查。特别是调查对象为洄游鱼和候鸟等生活史各个阶段的生存环境不同的生物时，生存环境调查较难进行，需要有专家同行。

由于拍摄的时间和季节不同，航拍照片会有一些的差异，但利用航拍照片可大致了解陆地区域植被的茂盛情况及水域中的浅滩和深潭的情况。此外，观看立体航拍照片，可了解植被的高矮，也可在一定程度上推测是灌木还是乔木。工作中可按构造和颜色将照片划分为多

个领域，并将此结果与实地勘察的结果相比较，判明各领域内生存环境的种类。此外，有现存植被图时，可从生存环境的角度（裸露地面、乔木、灌木等）对以群生、群集为单位整理的领域重新进行分类，明确生存环境的分布情况。

### 第3节 景致调查

#### 3.1 景致调查

景致调查的目的在于了解河流及其周边景致的现状。

#### 说明

河流的形状是由洪水及地形形成、生物的生活等自然作用，及水利工程及历史、文化等人文作用共同形成的。因此，每条河流都各具特性，应充分了解调查对象区域的景致，并据此按各条河流的具体情况开展河流景观建设工作。

为掌握河流及其周边景致的现状而开展的调查，包括以了解该河流整体的景致特征及纵向变化的景致为目的的粗略调查，和以了解反映该河流景致特征的景致对象、视点、空间构成为目的的要害调查。详细的要素调查还包括素材调查和色彩调查。调查领域应根据调查目的确定。

对景致状况的调查可采用实地勘察及文献调查等方法。实地勘察应仔细观察景致，将了解到的情况通过拍照或描述记录保存。还可向沿岸居民询问，了解实地调查中无法获得的信息（其他季节的风景，如开花时节、红叶时节等）。文献调查可了解历史背景等，找到现在已消失的河流与地区的关系等，获得无法从现状中得到的信息，为制定规化和设计提供方向。

#### 3.2 初步调查

初步调查是对对象河流及其周边地区的整个河流的景致进行的调查，其目的是了解整体的景致特征及纵向的景致变化。

初步调查的结果应反映到河流景致建设基本方针的确定和城市分区规划等方面。

#### 说明

由于河道特性的变化、周边街道排列的变化等，河流景致也会发生纵向的变化。初步调查中应了解整体的风景特征及纵向变化的风景特征等。

为了高效地实施整个河流范围的实地调查，应预先参阅文献资料等，研究确定实地调查时的主要调查地点。

用于参考的文献资料有以下几种：

1. 管内图
2. 地形图
3. 航拍照片
4. 河流纵、横断面图
5. 旅游手册
6. 亲水活动实际情况调查结果
7. 地方史（志）

事先研究中应研究的事项如下：

## 1. 河流状况

- ① 纵断坡度的变化地点→河道特性的变化地点
- ② 弯曲部
- ③ 支流等的分流、汇流
- ④ 沙洲的产生情况
- ⑤ 主要河流建筑物（堤坝、固床、丁坝、闸门等）的位置
- ⑥ 桥梁的位置
- ⑦ 河滩的治理情况

## 2. 堤内地的情况

- ① 沿河土地利用
- ② 沿河公共设施（政府机关、文化中心、学校、神社、公园等）
- ③ 沿河可能看到的山脉、丘陵等
- ④ 选择可能看到河对岸的高坡等眺望点

## 3. 行进路径情况

- ① 沿河道路的可通行性
- ② 接近河滩及水边的可能性
- ③ 桥梁等横跨河流道路的位置

### 3.3 重点调查

重点调查的目的是抽取并了解反映该河流景致特征的景致对象、视点、空间构成等。  
重点调查的结果应反映到具体的建设方案中。

## 说 明

河流景致由河流（河道、沙洲及河床材料等河道内的微地形、水面、堤坝·护岸·闸门等河流建筑物、河道植被等）、沿河道路及建筑物、远处的山脉和森林、建筑物等各要素组成。重点调查的目的在于了解河流景致的各种构成要素，并抽取反映风景特征的景致对象、视点、空间构成，以及应保护完善的景致要素等。

### 1. 视点

#### [成为视点的场所]

- ① 眺望点
- ② 堤坝
- ③ 桥梁
- ④ 人群聚集的场所
- ⑤ 景致良好的地点
  - 汇流分流点周围
  - 闸坝、落差工程周围
  - 山脚周围
  - 常有滩、渊等有关河流地形字样的地名地点
  - 水面风景优美的水际空间
  - 历史建筑物周围
- ⑥ 野外休闲设施
  - 公园设施

堤坝上自行车道和人行道

⑦ 水面利用场所

观光船

水上巴士

[对视点的评价]

- ① 观赏性：对象看上去如何等；
- ② 利用性：该视点聚集的人群数量及特征等。

2. 对象

构成景致的要素

- ① 自然物（山、丘陵、树木等）
- ② 人工物（河流建筑物、楼房等）

3. 空间构成

- ① 开放空间
- ② 封闭空间
- ③ 某一方向开放的空间

3.4 拍照

拍照的基本要求是使视野或视角一致。

应考虑人的视点设定拍照地点，在决定拍照时间时应考虑阳光方向，注意不要逆光。

说 明

为了了解河流景致的现状，在实地调查之际进行充分观察固然重要，但还应进行拍照，以记录保存当时的情景。

所谓视野是指人所能看到的范围，一般为左右各  $60^\circ$ ，上下分别为  $70^\circ$  和  $80^\circ$ 。视角是指对象物体在视网膜上所成的角。因此，记录风景时的基本要求是保持视野或视角一致。

拍照的详细要求如下：

1. 使用镜头

35mm、135mm 镜头（35mm 镜头与视野相对应，当使用普通型的 135mm 镜头，则拍摄的照片与现场大小相同）。

2. 摄影方法

各调查地点（视点区域）的拍摄标准如下所示，基本上使用 35mm 镜头拍照。

堤坝、河岸上：遮幅

河漫滩·河滩上：上游、下游、对岸

桥梁上：上游、下游

眺望点：主要的主对象方向（遮幅）

要使用 35mm 镜头及 135mm 镜头，将拍摄到的胶片洗印成大号尺寸的照片，作为数据使用。下面结合视觉特性简述一下该拍照方法的原理。

一般将人们注视某一个点时所能看到的空间范围称为视野，此时双眼同时看到的范围为左右约  $60^\circ$ ，上下约  $50^\circ$ 。所能看到的大小可用视角来表示（图 18-5）

如何取景以及是否谐调、是否具有统一感等取决于景致在视野中所占的大小和位置，能看到哪些细节部分则取决于视角。



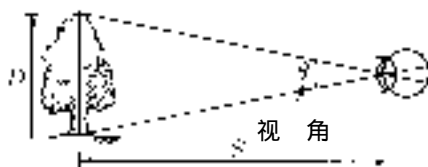


图 18-5 视角的示意图

如图 18-6 所示，用 35mm 镜头拍照时胶片感光部分的范围为纵约 24mm 的长方形，聚焦（一般是经过数种镜头组合后形成的，是一个假想距离）后的光线通过焦点距离（35mm 镜头则为 35mm）后照射到这上面。因此，设焦点距离为  $L$  (mm)，则胶片感光的范围是：

水平方向的角度和垂直方向的角度（见图 18-6）。

其关系如表 18-3 所示。

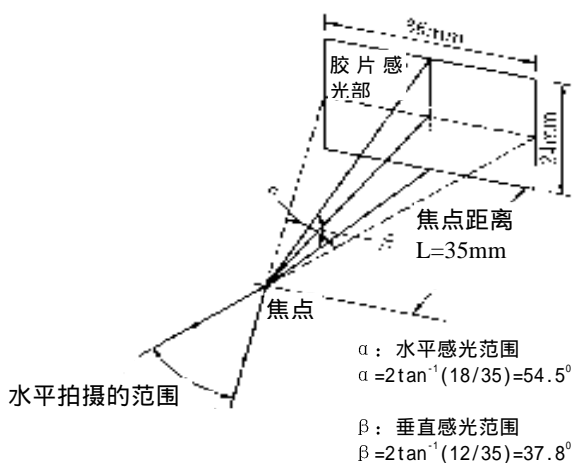
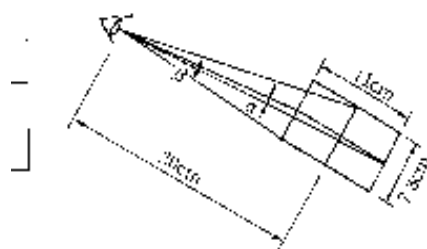


图 18-6 相机的拍摄范围

表 18-3 不同焦点距离的  $\alpha$ 、 $\beta$  值

| 镜头       | 28           | 35           | 50           | 80           | 105          | 135          | 150          |
|----------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| $\alpha$ | $65.5^\circ$ | $54.4^\circ$ | $40.0^\circ$ | $25.4^\circ$ | $19.5^\circ$ | $15.2^\circ$ | $13.7^\circ$ |
| $\beta$  | $46.4^\circ$ | $37.8^\circ$ | $27.0^\circ$ | $17.1^\circ$ | $12.7^\circ$ | $10.2^\circ$ | $9.2^\circ$  |



$$\alpha = 2\arctan(11/2 \times 30) = 20.8^\circ$$

$$\beta = 2\arctan(7.3/2 \times 30) = 13.9^\circ$$

图 18-7 大号照片和视角

此表说明水平方向的视野接近  $60^\circ$  的有 28mm 和 35mm 两种镜头。

下面考虑一下多大的视角才能使照片上的风景与人们实际观赏时看到的风景大小相同。图 18-7 表示的是距眼睛 30cm 的大号照片的水平视角和垂直视角。从理论上说，当该视角与表中所示照片的角度一致时，实际看到的风景与从照片上看到的风景大小是一致的。

因此，从理论上说，使用 105mm 镜头便能达到这一效果。但考虑到镜头的普及程度，可用标准望远镜头 135mm 镜头代替。观赏使用 135mm 镜头拍摄的照片时，如果保持眼睛与照片相距 40cm，则理论上可达到相同的效果。

此外，洗印成大号照片时，135mm 镜头拍摄的物体每 1cm 相当于  $1.4^\circ$  视角，35mm 镜头约相当于  $4.8^\circ$  视角。

### 3.5 素材、设计的调查

素材、设计调查的目的是为了获取河流景致设计中素材和图案设计等的基础资料。

这里所说的素材是指护岸等建筑物的表面材料，设计是指与闸门、桥梁等建筑物的形态、创意有关的内容，在对象地区周围应就如下项目等进行调查。

1. 良好的河流建筑物（护岸、桥梁、闸门）等的材料和设计。
2. 历史性河流建筑物（护岸、桥梁、闸门等）以及沿河的历史建筑物等的材料和设计。
3. 对象地区附近出产的石材的种类。
4. 对象地区的当地工业产品、当地工艺品。

### 说 明

素材和设计调查的目的在于建设与地区景观相协调、符合该地区的特性又富有个性的河流景观。通过调查，了解对象河流已有的土木建筑物及流域的建筑物的素材和设计、以及该地区采用较多的或当地生产的石材及工业产品、工艺品的素材和设计。

要保持河流景观与地区景观相协调，一个有效的方法是了解已有的素材和设计，并据此决定河流景观的素材、设计。而为了表现地区特性，使用对象河流周围出产的石材，或使用当地工业产品、当地工艺品也不失为一个有效的方法。即使不能直接将这些素材和设计作为建筑物的材料和设计，也可以借鉴其创意和主题。

### 3.6 色彩调查

色彩调查可采用视觉观测法或仪器测定法。

#### 说明

选择河流建筑物等的色彩和素材时，需要掌握该建筑物的背景色彩。色彩调查的目的在于测定、掌握河流景致的构成要素的色彩。

色彩的测定方法有两种，一种是视觉观测法，即将被测物体与样本相对照，用观测者的眼睛直接比较、确定色彩；另一种是仪器测定法，即用色彩计等仪器进行测定。仪器测定法的精度较高，而视觉观测法简单易行，也常被采用。

一般采用 JIS Z 8721 三属性色彩表示法。这是以芒塞尔标色体系为基础的表达方法，其中的色相是指 R（红）、Y（黄）、B（蓝）、G（绿）、P（紫）这几种色调，5 个色相还可以分为 10 个层次，亮度表示明暗程度，理想状态下的全黑亮度为 0，理想状态下的全白亮度为 10，彩度表示鲜艳程度，颜色越强则彩度越高。

### 3.7 景观预测

景致预测的目的在于预测河流建筑物竣工后的形象。

景致预测有多种方法，应根据对象物体的特性，选择适当的方法。

#### 说明

建造河流建筑物等时，事先把握该建筑物竣工后将以何种姿态出现在人们的眼前是十分重要的。

景观预测、评价的基本步骤如下：

#### 1. 研究景观预测的视点

预测河流景观时，从何处眺望河流建筑物等是一个很重要的课题，应选择可以清楚地显现该建筑物形象的地点作为视点。而且该地点最好还聚集着众多人群，能反映地区的个性。

#### 2. 制作效果图

根据在河流空间修建建筑物的计划，制作效果图。使用的预测方法不同，效果图的精度也不同，应根据目的选择精度符合要求的预测方法。

#### 3. 景观的评价

在制作效果图之前，一般以河流管理机构为主体对景观进行评价，同时还应广泛听取经验学识丰富的人及普通居民的意见。

通过评价，选择出最佳的设计施工方法，并反馈到计划中，建设优美的景观。

景观的预测方法有以下几种：

#### 1. 草图

利用人的视觉能力，以图画形式表现设计对象或景观信息，这种图称为草图或概念图。草图可简单地将设计构想和景观信息视觉化，并可作为设计对象的草图或效果图。

其优点是任何人都可以简单地制作，缺点是因制图能力不同，不同的人绘制的草图在质量上存在差异，而且缺乏现实性。

#### 2. 透视图

采用中心投影变换，在二维平面上用线条表现建筑物及地形的透视形态。

其目的是从美观、舒适程度、功能性等方面探讨建筑物的三维形象，可制成地形透视图、结构透视图、连续透视图和立体透视图等。

其优点是可通过知觉判断形体，具有直观性，易于根据视点的移动制图。但另一方面，细节表现和阴影处理较为复杂，难以根据反馈的信息修改设计方案，难以表现出自然条件和色彩等。此外，工作人员为表现河流空间形象，多制作鸟瞰图式的透视图，而从人们实际眺望的视点出发绘制透视图，探讨人们会看到何种景象是十分重要的。

### 3. 照片蒙太奇

将施工建筑物的透视图与实地照片组合在一起，印制施工后景观的蒙太奇照片。

这种方法被频繁地用于表现建筑物施工后的景观及评价工程对环境的影响。蒙太奇照片有很多优点，如能在事先真切地表现施工后的状态，供人们进行直观判断；便于对建筑物进行变更和比较；使用照片反映周边风景，信息精度较高。但需要使用摄影方面的特殊技术。

### 4. 色彩演示

通过色彩演示变换照片中要素（建筑物等）的色彩、材质。用于研究如何保持施工建筑物的色彩和材质与自然相协调。可任意更改色彩和材质，能够最真切地体现施工后的状态。但需要使用特殊机械和特殊技术，而且必须保证精度，要避免出现拍摄的照片颜色较淡、照片叠合产生位置偏移等情况。

### 5. 模型

使用各种模型材料制作建筑物、地形的三维模型。如结构模型、地形模型、景观模型。

模型可使人们立体地掌握情况、研究问题，做出直观判断。但模型很难表现细节情况。

### 6. 录象

用摄影机拍摄背景景观及预测对象建筑物、地形等。是录象和照片、模型、计算机制图等的集大成。

能够把握景观随视点的变化而产生的连续性变化等，但录象显示器的再现性较照片差，而且还需要很高的拍摄技术。

### 7. 计算机制图

利用地形模型数据和植被信息，用计算机描绘建筑物及其周围的地形和植被，文件的输出方法主要有用打印机打印、用显示器显示、制成胶片等。

视点数量较多或有多种建设方案时使用这种方法效果较好，既能进行战略性预测，又能进行蒙太奇预测，还可根据预测精度选择处理方法。但是，制作数据很费时费力，精度和操作性还有待提高，目前技术人员正在不断开发新的系统。

## 3.8 景观评价方法

景致评价可采用以下几种方法。应根据该对象物的重要程度、社会情况，选择适当的方法。

1. 由学者等组成的委员会评价的方法
2. 有多人参与的统计学方法（计量心理学评价测定方法）
3. 根据经验法则等评价的方法
4. 其他

### 说 明

作为公共建筑物的土木建筑具有很强的公共性，因此得到的客观评价必须是大多数人都喜欢。

除上述方法外，其他还有根据个人的主观和直观评价的方法。用这种方法获得的评价结果有时也是十分有效的信息，但缺点是缺乏客观性。可采用以下方法增加评价结果的客观性：

1. 由学者等组成的委员会评价的方法；2. 使用计量心理学方法进行评价，即统计性处理多个人的主观评价，得到平均评价；3. 从古典的景观论和已定论的景观等中推导出法则，根据法则进行评价。

计量心理学评价方法有以下几种：

- 使用鉴定尺度，让受试者评价的方法（评价法：提问法、面谈法）
- 不使用鉴定尺度，让受试者用语言或图来表现或认知的方法（示意图调查法等）
- 观察医学或生理性反应及行动的方法（观察法、使用记号编码的视线·注视点调查等）

### 3.9 调查结果的总结方法

为了将河流景致的特征等传达给他人并反映到建设计划中，必须确切地总结调查结果。对调查所获得的笔记、照片、地图等，必须根据调查目的进行简明扼要的归纳总结。

应根据调查目的，以下述几种形式进行归纳总结。

#### 1. 拍照

照片可以再现现场。拍照方法可参照4.。还可进行连续拍照使场景相连等，使现场情况一目了然。此外，最好不要只将照片放进影集中，还应进行整理，在相应的地方写下对景观的描述。

#### 2. 景观的描述

在拍摄照片的同时，描述观察到的内容。

- 描述整个景观的形态、气氛等。
- 描述河流景色（水面景色、水边景色、河滩景色）、周围景色（远景、中景、近景）、空间构成、特别是视力可见的景观特征。

#### 3. 地图、平面图等

掌握河流的纵断情况及其与周边的关系。

## 第4节 亲水利用调查

### 4.1 亲水利用调查的目的

亲水利用调查的目的是了解现在及过去亲水利用的实际情况。

#### 说 明

人类自古以来就与以河流为主的水源有着深厚的交往，了解亲水利用的实际情况就是了解古往今来人与水的关系，从中我们可以评价一条河流作为亲水空间具备何种潜质。了解实际情况需从以下几个方面着手。

1. 利用的种类；
2. 利用场所；
3. 利用时期及时间带
4. 利用者数及其属性
5. 利用时使用的设施

亲水利用按人积极与水接触的方式（活动）可分为7类，现举例如下。

### 1. 信仰活动

自古以来，河流就被人们认为是纯洁、无常和永恒的象征。这些感觉可以从崇拜自然的原始宗教，以及与佛教的无常感相结合把河流作为信仰的对象和场所的行为中看到。而日本是弥生时代后以种植水稻为主发展起来的，尤其注重确保水源，各地都可见到求雨神坛等与用水有关的信仰。这种与河流有关的伴随信仰的活动就称为信仰活动。

与河流或水有关的信仰，大致可分为佛教系和神道系两个系列。神道最普通的是信仰水神。按其目的可分为供水之神、治水之神、防止水难之神、船运之神4种。而佛教系统有天王信仰、辩天信仰等，特别供奉着是天王行进像的京都八坂神社（祇园祭祀）、爱知县津岛神社（天王祭祀）十分著名。

表 18-4 生业活动与河流的关系

|     | 与河流的关系      | 利用方法  | 现状  |
|-----|-------------|---|---|
| 农业  | 河滩和堤坝等的土地利用 | <ul style="list-style-type: none"> <li>耕地（水田、旱地、果树园、桑田等）</li> <li>放牧地</li> </ul>      | 随着河流管理的加强和产业结构的变化逐渐衰退                     |
|     | 利用河水清洗      | <ul style="list-style-type: none"> <li>清洗蔬菜</li> <li>清洗农机具</li> </ul>                 | 逐渐衰退                                      |
| 渔业  | 捕鱼的场所       | <ul style="list-style-type: none"> <li>捕获鱼、蟹、虾等</li> </ul>                            | 旅游化、休闲化趋势                                 |
|     | 养鱼的场所       | <ul style="list-style-type: none"> <li>繁殖鱼类</li> </ul>                                | 旅游化、休闲化趋势                                 |
| 林业  | 放流          | <ul style="list-style-type: none"> <li>放木排</li> </ul>                                 | 旅游化                                       |
|     | 存储          | <ul style="list-style-type: none"> <li>贮木场</li> </ul>                                 |   |
| 工业  | 水的利用        | <ul style="list-style-type: none"> <li>各种工业</li> </ul>                                |   |
|     | 清洗          | <ul style="list-style-type: none"> <li>染色（和服布料染色）</li> <li>造纸</li> </ul>              | 衰退  |
|     | 作为产地        | <ul style="list-style-type: none"> <li>采沙</li> <li>采石</li> </ul>                      | 为了维持河床高度逐渐限制                              |
| 矿业  | 作为产地        | <ul style="list-style-type: none"> <li>采金沙、铁沙</li> </ul>                              | 衰退  |
| 运输业 | 作为停泊地点      | <ul style="list-style-type: none"> <li>河口港</li> <li>河岸</li> <li>飞机场</li> </ul>        | 河岸随着船运的衰退而逐渐减少，但河口港依然存在                   |
|     | 作为交通道路      | <ul style="list-style-type: none"> <li>船运</li> <li>渡船</li> </ul>                      | 一时衰退，但在荒川等地有重新兴起的迹象<br>观光化<br>作为运输工具有衰退迹象 |
| 观光业 | 作为风景胜地      | <ul style="list-style-type: none"> <li>峡谷</li> <li>水乡</li> <li>历史古城（仓敷、佐原）</li> </ul> | 与历史古城相结合的河流建设有增加的趋势（栃木市、佐原市）              |
|     | 作为温泉地       | <ul style="list-style-type: none"> <li>河流温泉</li> </ul>                                | 各地  |
|     | 从生活活动的转化    | <ul style="list-style-type: none"> <li>河流洗涤</li> </ul>                                | 奥津温泉可见                                    |
|     | 从渔业的转化      | <ul style="list-style-type: none"> <li>钓鱼场所</li> <li>观光鱼梁</li> <li>观赏鱼喂养</li> </ul>   | 增加趋势                                      |
|     | 从林业的转化      | <ul style="list-style-type: none"> <li>放木筏</li> </ul>                                 | 新宫川                                       |
|     | 从运输业的转化     | <ul style="list-style-type: none"> <li>房形船</li> <li>游览船</li> <li>渡河</li> </ul>        | 增加趋势                                      |

### 2. 生业活动

人们一直利用河流的各种功能，从事着与河流有关的生业（赖以谋生的职业）。表 18-4

中列举了生业活动与河流的关系。随着日本产业结构的变迁，与河流有关的生业的重点也发生了变化。近代以来，以农业和渔业为中心的第一产业和航运曾十分发达，明治以后伴随工业进步比重移向第二产业，近年来又移向第三产业。很多如观光鱼梁和游览船等过去的生业正在向观光化转变。

### 3. 生活活动

人们在日常生活中与河流发生着关系。这里，将生活活动定义为个人和家庭的日常生活中与河流有关的活动。

表 18-5 中列举的是生活活动中河流的利用方法及其变迁。近年来，由于自来水的普及，城市中基本上没有了在生活方面与河流接触的机会，象下面将要讲到的那样，现在与河流的接触主要是休闲性利用。

表 18-5 日常生活与河流关系的变迁

| 河流利用方法 | 生活活动   | 变迁原因     | 目前的情况                      |
|--------|--------|----------|----------------------------|
| 水源     | 提水     | 自来水的普及   | 基本上看不到                     |
|        | 农业用水   | 组织化、大规模化 | 逐渐离开个人之手                   |
| 清洗     | 蔬菜、洗衣等 | 自来水的普及   | 城市地区基本上看不到→有些已观光化          |
| 放流     | 流雪沟    | —        | 重要                         |
| 保护     | 防洪活动   | 组织化      | 还在进行有组织的防洪训练，但城市地区有逐渐衰退的趋势 |
| 食物生产场所 | 捕鱼、藻   | 生业化      | 向商业化或娱乐休闲化发展               |

### 4. 社会活动

社会活动的定义为带来社会利益的除生业活动以外的活动。包括确保用水和防洪等公共性较强的活动。清洁河流等居民自发的活动也属于社会活动之一。

### 5. 创作活动

人们一直在以河流为题、以河流为场所进行创作活动。因河流具有“净化”功能、“流动”功能，或总是有水存在，在以河流为对象的作品中，河流是纯洁、无常和永恒的象征。此外，因具有隔离功能，河流在文学作品中还是心理界线、社会界线的象征。这种创作活动从古代的万叶集绵绵不断延续到现代，以河流为题材的文学作品、绘画等不胜枚举。

### 6. 教育活动

自古以来人类就与河流共同生活，互相影响。洪水和水资源以及过去的统治者们对河流的看法，都是学习该地区风土的上好教材。此外，人们还改变了对丰富的河流环境的看法，并以栖息在河流的生物和生态系统的结构为教材，在全国各地开展环境教育。

### 7. 休闲活动

河流既有水域、变迁区域、陆地区域等横向的空间变化，也有上游、中游、下游等纵向的变化，形成了极富多样性的空间。人们利用这种空间变化的特性，开展散步、体育运动、垂钓等多种休闲活动。

## 4.2 亲水利用调查的方法

亲水利用调查包括实地调查、面对面调查和文献调查。

## 说明

早晚不同、季节不同，亲水利用的种类和场所等也不同。此外，亲水利用还包括一些利用时间非常短暂的节日和活动，因此了解包括时间变化在内的亲水利用的实际情况较为困难。从这一观点出发，进行亲水利用调查时，需要通过面对面调查和文献调查进行概括性的了解，并制作标有调查区域内亲水利用的种类和利用者群体等季节变化情况的亲水利用年历。在实地进行更加详细的调查时，应以上述结果为基础，明确定位，开展调查。

此外，可通过向周围居民和老年人询问，调查市镇村史和治水史等相关文献，了解过去亲水利用的情况。

## 参考文献

## 1. 各生物群·种鉴定用参考图书、文献清单

目前日本鉴定“种”时使用的图书类（普遍使用的图书）

## (1) 植物

牧野（1961），新日本植物图鉴，北隆馆

北村四郎、村田 源（1957、1961、1964、1971、1979），原色日本植物图鉴

木本编[ I ][ II ]，草本编[ I ][ II ][ III ]，保育社

长田武正（1976），原色日本归化植物图鉴，保育社

## (2) 动植物浮游生物

川村多实二（上野益三编）（1973），日本淡水生物学，北隆馆

日本水道协会（1985），上水试验法

铃木实译（1991），淡水指标生物图鉴，北隆馆

小岛、小林（1976、1977），水处理微生物，总汇编版 I、II，月刊《水》发行所

广濑弘幸、山岸高旺（1977），纯粹的日本淡水藻图鉴，内田老鹤圃

山岸高旺、秋山优编（1984~1993），淡水藻类写真集 1~11 卷，内田老鹤圃

日本水产资源保护协会（1987），赤潮生物研究指针，秀和

福代康夫等编（1990），日本的赤潮生物—写真和解说—，内田老鹤圃

川北四郎（1993），水道藻类分类解说，日本水道协会

G.M.Prescott（1951）Algae of the Water Great Lake Area. Cranbrook Institute of science.

P.Patrick, C.W.Rheimer（1966、1975）The Diatom of the United States Part 1. Vol. 1, 2 The Academy of Natural Science of Philadelphia

P.Bourrelly（1981~1990）Los Algues D' esu Douce. Tome I ~III Societe Nouvelle des Editions Boubee.

K.Krammer, H.Lange-Bertalota（1986、1988、1991）Sussursserflora von Mdtteleuropa Band 2/1~2/4. Gustv. Fischer. Verlag. Stuttgart.

猪木正三主编（1981），原生动植物图鉴，讲谈社

水野寿彦译著（1982），中国/日本，淡水产枝角类概论，たゝら书房

水野寿彦译著（1982），中国/日本，淡水产桡脚类概论，たゝら书房

水野寿彦、高桥永治编（1991），日本动物浮游生物索引图解，东海大学出版会

## (3) 水底动物



① 水生昆虫类

- 川合祯次编 (1985), 日本产水生昆虫索引图解, 东海大学出版会  
 滋贺县小中学校教育研究会理科部会编 (1991), 《滋贺的水生昆虫》, 新学社  
 谷田一三编 (1989), 日本的水生昆虫, 东海大学出版社  
 琵琶湖研究所编 (1992), 琵琶湖的水底动物 II  
 R.W.Meritt. K.W.Cummins 编 (1978): An Introduction to the Aquatic Insects of North America, Kerdall/Hunt Publishing Co.  
 Agriculture Canada: A manual of Nearctic Diptera  
 Torgny Wiederholm (1983) Chironomidae of the Holarctic region keys and diagnosis part. I Larvae.  
 北川礼澄 (1986), 摇蚊, 山海堂

② 其他生物群

- 上野益三编 (1973), 日本淡水生物等, 北隆馆  
 冈田、内田、内田 (1965), 新日本动物图鉴, 北隆馆  
 琵琶湖研究所编 (1993), 琵琶湖的水底动物, III  
 吉良哲朗 (1959), 原色日本贝类图鉴, 保育社  
 波部忠重 (1961), 原色日本贝类图鉴续, 保育社  
 波部忠重、奥谷乔司 (1990), 生物图鉴、贝, I . II . 学习研究社  
 琵琶湖研究所编 (1991), 琵琶湖的水底动物, I  
 三宅贞祥 (1982、1983), 原色日本大型甲壳类图鉴, I . II . 保育社  
 武田正伦 (1982), 原色甲壳类检索图鉴, 北隆馆  
 上田常一 (1970), 日本淡水虾类的研究, 园田书店  
 R.D.Brinkhurst, B.G.M. Jamieson (1971) Aquatic Oligochaeta of the World Oliver Boyd.

(4) 鱼类

- 中村守纯 (1963), 原色淡水鱼类检索图鉴, 北隆馆  
 宫地、川那部、水野 (1976), 原色日本淡水鱼类图鉴, 保育社  
 益田一等 (1988), 日本产鱼类大图鉴, 东海大学出版会  
 川那部、水野 (1989), 日本的淡水鱼, 山和溪谷社  
 中坊彻次编 (1993), 日本产鱼类检索全种的鉴定, 东海大学出版会

(5) 陆地昆虫类

- 日本甲虫学会编 (1979), 原色日本昆虫图鉴 (上), 甲虫编, 保育社  
 伊藤修四郎、奥谷祯一、日浦 勇 (1980), 原色日本昆虫图鉴 (下), 保育社  
 江崎悌三等 (1979), 原色日本蛾类图鉴 (上)、(下), 保育社  
 川副昭人、若林守男 (1980), 原色日本蝶类图鉴, 保育社  
 八木沼健夫 (1986), 原色日本蜘蛛类图鉴, 保育社  
 冈田、内田 (1965), 新日本动物图鉴, 北隆馆

(6) 两栖类、爬行类

- 千石正一 (1982), 原色两栖、爬行类, 家之光协会  
 前田、松井 (1990), 日本青蛙图鉴, 文一综合出版  
 市川 卫 (1951), 蛙学, 裳华房  
 中村健儿、上野俊一 (1978), 原色日本两栖爬行类图鉴, 保育社  
 松井孝尔 (1985), 自然观察系列, 日本的两栖类、爬虫类, 小学馆  
 冈田、内田 (1965), 新日本动物图鉴, 北隆馆

(7) 哺乳类

- 冈田、内田 (1965), 新日本动物图鉴, 北隆馆  
 今泉吉典 (1981), 原色日本哺乳类图鉴, 保育社

## (8) 鸟类

高野伸二 (1982), 野外指导, 日本的野鸟, (财)日本野鸟会

高野伸二编 (1985), 山溪彩色名鉴, 日本的野鸟, 山和溪谷社

中村登流 (1986), 检索入门, 野鸟图鉴①—④, 保育社

小林桂助 (1980), 原色日本鸟类图鉴, 保育社

冈田、内田 (1965), 新日本动物图鉴, 北隆馆

与上述图鉴类相比, 专业领域的研究人员更多的是根据生物群的基础文献进行种的鉴定。

## 2. 生物调查法相关清单

以下列举进行更为详细的调查时参考的有关图书文献。

## (1) 植物

生态学实习书 (1967), 生态学实习恳谈会: 株式会社, 朝仓书店

生态学研究法讲座 8, 陆地植物群生的生产量测定法 (1976), 木村 允: 共立出版株式会社

湖泊环境调查指针 (1982), (株)日本水质污浊研究协会: 公害对策技术同友会

土木技术人员的陆水环境调查法 (1983), 中岛重旗: 森北出版株式会社

自然观察手册 (1984), 财团法人, 日本自然保护协会编: (株)思索社

水际环境调查 (1994), 财团法人水库水源地环境建设中心编: 技报堂出版株式会社

1997 年度版, 河流水边的国情调查手册河流版 (生物调查编), 建设省河流局河流环境课主编: 财团法人河前内河河堤建设中心

1994 年度版, 河流水边的人口调查手册 (案), 水库湖泊版 (生物调查编), 建设省河流局开发课主编: 财团法人, 水库水源地环境建设中心

## (2) 动植物浮游生物

陆水生物生产研究法 (1969), 陆水生物生产测定方法论研究会编: 株式会社讲谈社

生态学研究法讲座 5, 动物浮游生物生态研究法 (1976), 大森 信: 共立出版株式会社

湖泊环境调查指针 (1982), (株)日本水质污浊研究协会: 公害对策技术同友会

土木技术人员用陆水环境调查法 (1983), 中岛重旗: 森北出版株式会社

湖泊调查法 (1987), 半田畅彦、金成成一、井内美郎、冲野外辉夫: 株式会社, 古今书院

水际环境调查 (1994), 财团法人水库水源地环境建设中心编: 技报堂出版株式会社

1994 年度版, 河流水边的国情调查手册 (案), 水库湖泊版 (生物调查编), 建设省河流局开发课主编: 财团法人, 水库水源地环境建设中心

## (3) 水底生物

走向自然科学 1, 潮间地生物观察手册、潮间地生态学入门 (1974)

生物水质调查法 (1974), 津田松苗、森下郁子: 株式会社、山海堂

湖泊环境调查指针 (1982), (株)日本水质污浊研究协会: 公害对策技术同友会

土木技术人员用陆水环境调查法 (1983), 中岛重旗: 森北出版株式会社

自然观察手册 (1984), 财团法人, 日本自然保护协会编: (株)思索社

湖泊调查法 (1987), 半田畅彦、金成成一、井内美郎、冲野外辉夫: 株式会社, 古今书院

河流生态学, 增补版 (1993), 水野信彦、御势久右卫门: 筑地书馆株式会社

水际环境调查 (1994), 财团法人水库水源地环境建设中心编: 技报堂出版株式会社

1997 年度版, 河流水边的国情调查手册河流版 (生物调查编), 建设省河流局河流环境课主编: 财团法人河前 (river front) 内河河堤建设中心

1994 年度版, 河流水边的国情调查手册 (案), 水库湖版 (生物调查编), 建设省河流局开发课主编: 财团法人, 水库水源地环境建设中心

## (4) 鱼类

土木技术人员用陆水环境调查法 (1983), 中岛重旗: 森北出版株式会社

- 自然观察手册（1984），财团法人，日本自然保护协会编：（株）思索社
- 湖泊调查法（1987），半田畅彦、金成成一、井内美郎、冲野外辉夫：株式会社，古今书院
- 河流生态学，增补版（1993），水野信彦、御势久右卫门：筑地书馆株式会社
- 水际环境调查（1994），财团法人水库水源地环境建设中心编：技报堂出版株式会社
- 1997年度版，流水边的国情调查手册河流版（生物调查编），建设省河流局河流环境课主编：财团法人河前内河河堤建设中心
- 1994年度版，流水边的国情调查手册（案），水库湖版（生物调查编），建设省河流局开发课主编：财团法人，水库水源地环境建设中心
- (5) 陆地昆虫类
- 昆虫采集学（1991），马场金太郎、平岛义宏编：财团法人，九州大学出版会
- 自然观察手册（1984），财团法人，日本自然保护协会编：（株）思索社
- 水际环境调查（1994），财团法人水库水源地环境建设中心编：技报堂出版株式会社
- 1997年度版，流水边的人口调查手册河流版（生物调查编），建设省河流局河流环境课主编：财团法人河前内河河堤建设中心
- 1994年度版，流水边的人口调查手册（案），水库湖泊版（生物调查编），建设省河流局开发课主编：财团法人，水库水源地环境建设中心
- (6) 两栖类、爬行类、哺乳类
- 自然观察手册（1984），财团法人，日本自然保护协会编：（株）思索社
- 动物观察（1985），安间繁树：株式会社，晶文社
- 水际环境调查（1994），财团法人水库水源地环境建设中心编：技报堂出版株式会社
- 1997年度版，流水边的国情调查手册河流版（生物调查编），建设省河流局河流环境课主编：财团法人河前内河河堤建设中心
- 1994年度版，流水边的人口调查手册（案），水库湖泊版（生物调查编），建设省河流局开发课主编：财团法人，水库水源地环境建设中心
- (7) 鸟类
- 野鸟调查手册—定量调查的思路和方法（1990），冈本久人、市田则孝：东洋馆出版社
- 水际环境调查（1994），财团法人水库水源地环境建设中心编：技报堂出版株式会社
- 1997年度版，流水边的人口调查手册河流版（生物调查编），建设省河流局河流环境课主编：财团法人河前内河河堤建设中心
- 1994年度版，流水边的人口调查手册（案），水库湖泊版（生物调查编），建设省河流局开发课主编：财团法人，水库水源地环境建设中心



## 第20章 河流经济调查

### 第1节 概 论

本章规定了有关河流经济调查的标准方法。

#### 说 明

1. 河流经济调查的目的是在因实施了河流对策而产生的诸多效果中,把握属于经济评价范畴的经济效果。

一般来说,在研究与行政手段有关的各项计划时,通常要以某种方法把握及评价该行政手段实施后所产生的效果,在各种效果之中,把握比较能进行经济评价的效果将是一种有效的研究方法。

在河流有关的对策中,从对策实施的效果来看,其中属于经济评价范畴的效果所占比重较大,对这类对策应进行河流经济调查。即应该进行以下的调查,如涉及河流改造工程、水库建设工程的防洪经济调查,涉及水土保持工程的治水经济调查,涉及水资源开发工程的水利经济调查及涉及水质保护工程的水质保护经济调查等。而其中除治水经济调查以外,其他经济调查由于未确定调查方法等原因,尚未得以普及。因此,本章所示的标准方法是仅限于治水经济调查的实施方法,但其方法是进行各种河流经济调查的基本。

2. 治水经济调查就是把握治水工程诸多效果中能进行经济评价的部分,并将其看作治水工程的收益(benefit),另外,将实施治水工程所需的费用以及设施的维持、管理等所需的费用看作治水工程的费用(cost),再以全国所有河流或个别河流为对象对以上两费用进行比较,从而对与整个治水工程有关的投资规模、与个别河流相关的投资规模或个别河流间的投资分配进行研究。治水经济调查的目的就是有助于对以上研究工作起到辅助作用。

3. 在防洪工程诸多功能中,可以将进行经济评价的效果大致分为保护收益和高度化收益两大类。

保护收益是指在治水工程效果达标的地域(受益地),当地社会经济活动因遭受水灾而造成的损失由于治水工程的实施而减少所产生的收益。高度化收益是指由于治水工程的实施而使受益地当地的社会经济活动增加所产生的收益。

由于有关高度化收益的调查方法尚未确立,本章所示的调查实施标准仅限于把握保护收益而进行的调查(以下的“治水经济调查”与此同义)。

### 第2节 防洪经济调查

#### 2.1 防洪经济调查的程序

防洪经济调查按以下顺序进行。

1. 设定调查对象流量规模
2. 调查地基高度
3. 调查泛滥水脉
4. 调查泛滥区域资产
5. 计算预估受灾额

6. 计算预估年平均受灾递减期望额
7. 计算各流量规模预估防洪工程费
8. 把握经济效果

## 说 明

治水经济调查的方法，分别按各项目进行设定，其概要如下：

对一定的治水设施在一定的维护状态下，按不同流量推断在多大范围区域内持续多长时间以何种水深程度会引起泛滥，再估算因此泛滥而导致何种程度的灾害，用这个数值乘以这种流量规模的年平均发生概率，计算出这种流量规模的洪水造成的年平均受灾额。如果我们对调查对象（从最小流量规模的洪水一直到最大流量规模的洪水）进行累积计算的话，可以估算出在一定防洪设备维护状态下的该泛滥区域的年平均受灾额。

这样，按现有的和计划目标的治水设备保养状态水准分别估计年平均预估额，二者之差即为治水工程的受灾递减效果。

治水经济调查，就是通过对治水工程的费用及治理后受灾递减效果（收益）的比较，来计算与防洪工程的保护收益相关的经济效果额度。

另外本基准将省略在估算受灾额时所必须的各种资产单价等。

### 2.2 设定调查对象流量规模

在设定调查对象的流量时将不引起灾害的流量设为最小，年费用与年收益的比率为1时的流量设为最大，在这2者之间原则上要对上述两者并包括目前计划修改中的对象流量以及长期计划的对象流量在内5~6个左右的流量规模内进行设定。

## 说 明

关于核定设计洪水位流量的问题，请参照计划篇第2章《防洪计划的基本》。

### 2.3 调查地面高程

地面高程调查，原则上是把调查对象区域划分为标高差1m的间隔进行。

## 说 明

调查依照所要求的精度，用统计方法插值微缩地图的等高线，或实地测量纵横断面进行。

### 2.4 调查泛滥水脉

在泛滥水力的调查中，首先对本章2.2所选定的与各调查对象流量规模相对应的泛滥区域进行推定，然后根据本章2.3所规定的地面高程调查的结果，对设定的泛滥区域测定各等高地区的淹没深度和淹没天数。

## 说 明

按照地形状态，可将洪水泛滥形态分为扩散型和贮存型之后进行水力计算，然后再结合泛滥的实际情况进行综合判断后推算泛滥区域。

当需要应用泛滥时各资产种类的受灾率时，就要推算淹没深度，淹没天数。

有关水力计算的方法，请参阅调查篇第5章《径流计算》，调查篇第6章《糙率数》以及《水位计算》的内容。

## 2.5 调查洪泛区的资产

洪泛区的资产调查就是对预估洪泛区内的主要资产进行调查。

调查对象资产是指：一般资产（房屋，家庭用品，企业单位，农、渔家庭的折合资产、在库资产），农作物，公共土木设施等（河流，道路桥梁，农业用设施，铁路，电信电话，各种电力设施）。

原则上，此项调查要按各等高地区进行。

### 说 明

此项调查，先按各资产种类调查数量，再分别乘以单价后计算出各资产种类的资产额。

各资产种类的调查方法，有以下几种：

#### 1. 房屋

充分利用城乡应具有《房屋相关概况调查书》、《房屋课税总帐》及其他税务相关资料以及图表等，然后推测各等高地区房屋栋数，再将它乘以每栋房屋的平均占地面积，就可估算出各等高地区的房屋占地面积。

房屋资产额的计算方法为，用上述房屋占地面积乘以单价。关于单价，可从《建筑动态统计》及其他的资料中查找各都道府县房屋的1平米的评估额用于计算。

#### 2. 家庭用品

各城乡家庭数量可根据《居民基本总帐》进行调查。各等高地区的家庭数量可根据城乡所有房屋栋数与各等高地区房屋栋数的比值来估算（此方法同样适用于企业单位数，农、渔家庭数量的估算）。

家庭用品资产额是用上述家庭数量乘以每家平均家庭用品所有额计算得出。

#### 3. 企业单位的折合资产、在库资产

根据企业单位统计调查、城乡集中统计卡等，按照各产业的大（中）型分类调查企业单位数和从业人员数。对于企业单位统计调查对象外的纯行政事业、司法事务等国家机关，需另行调查其企业单位数及从业人员数。

资产额是用根据工业统计、法人企业统计、商业统计等资料估算出各产业大（中）型分类从业人员中人均折合资产额和在库资产额，然后用它乘以从业人数后计算得出的。

#### 4. 农、渔家庭的折合资产、在库资产

农业家庭数量可根据农业委员会所保存的农家总帐进行调查，渔业家庭数量可根据城乡或渔业协作组织的资料进行调查。

资产额是用上述农、渔家庭数量乘以根据农家经济调查估算出的农、渔家庭户平均折合资产额和在库资产额计算得出。

#### 5. 农作物

各水/旱田耕地面积，可使用地图计测，并利用农林省的统计等进行修正后得出。各水/旱田的年平均产量（水田的情况是指水稻产量，旱田的情况主要指夏季作物的产量）可根据农林省统计进行调查，两者相乘可估算出各水/旱田（旱田的情况是各作物）产量。

农作物的产值，是用上述产量乘以根据农村物价调查而预估的农作物单价计算得出的。

6. 公共土木设施等。

按各设施管理者进行调查。

### 2.6 假定受灾额的计算

根据本章 2.5 规定的洪泛区资产调查结果计算各种类的资产额，再用它乘以与本章 2.4 所求得的一定流量规模下的假淹没深度等相对应的受灾额，所得合计即为各流量规模的预估受灾额。

用此计算结果制作成流量与预估受灾额的相关公式，并用图表加以表示。

#### 说 明

各资产种类的预估受灾额的计算方法有以下几种：

1. 一般资产（房屋，家庭用品，企业单位的折合资产、在库资产，农、渔家的折合资产、在库资产）的预估受灾额

这些受灾额是用各等高地区、各种类资产额乘以与预估浸水等相对应的受灾率进行计算。

表 20-1

| 资产种类等 |      | 淹没深等 | 地下浸水 | 地板淹没       |             |               |               |       | 淤砂<br>(地板上面) |            |
|-------|------|------|------|------------|-------------|---------------|---------------|-------|--------------|------------|
|       |      |      |      | 50cm<br>未满 | 50~<br>99cm | 100~<br>199cm | 200~<br>299cm | 300以上 | 50cm<br>未满   | 50cm<br>以上 |
| 房 屋   | A 组  | }    | 0.03 | 0.053      | 0.072       | 0.109         | 0.152         | 0.220 | }            | }          |
|       | B 组  |      |      | 0.083      | 0.126       | 0.177         | 0.266         | 0.344 |              |            |
|       | C 组  |      |      | 0.124      | 0.210       | 0.308         | 0.439         | 0.572 |              |            |
| 家庭用品  |      |      |      | 0.086      | 0.191       | 0.331         | 0.499         | 0.690 | 0.59         | 0.69       |
| 企业单位  | 折合资产 |      |      | 0.180      | 0.314       | 0.419         | 0.539         | 0.632 | 0.54         | 0.63       |
|       | 在库资产 |      |      | 0.127      | 0.276       | 0.379         | 0.479         | 0.562 | 0.48         | 0.56       |
| 农、渔家  | 折合资产 |      |      | 0.156      | 0.237       | 0.297         | 0.366         | 0.450 | 0.37         | 0.45       |
|       | 在库资产 |      |      | 0.199      | 0.370       | 0.491         | 0.576         | 0.692 | 0.58         | 0.69       |

注) 1. 地面淹没 200cm 以上房屋栋数的 45%，泥土堆积 50cm 以上房屋栋数的 50%，被看作全部损失，其受灾率定为 1，它需另行计算后再相加。

2. 房屋 A、B、C 三组是按地表构成进行的区分。A 组为 1/1000 以下，B 组为 1/500 ~ 1/1000，C 组为 1/500 以上。

3. 表 20-1 是根据 1961 ~ 67 年的水灾统计调查结果制作的。

#### 2. 农作物的可能受灾额

该受灾额是用各等高地区、各水 / 旱田（旱田的情况为各作物）的农作物产值乘以与预估最高浸水深度、预估浸水天数相应的次受灾率计算得出。

#### 3. 营业停止的预估受灾额

企业停业的预估受灾额，是用一般资产的预估受灾额乘以 0.06 计算得出。营业停止损失率（0.06）是指 1961 ~ 67 年水灾统计调查所得营业损失额与一般资产受灾额之比的平均值。

#### 4. 公共土木设施等的预估受灾额



可按以下任意方法计算

(1) 以过去的实际受灾额为基础进行计算。并且此时应考虑到物价的上涨及受灾至调查这段时间内的设施实质增加等因素。

表 20-2 ( % )

| 事项   |        | 涝 水 浸 水 |    |    |    |             |    |     |     |         |    |     |     | 泥土埋没              |     |     |
|------|--------|---------|----|----|----|-------------|----|-----|-----|---------|----|-----|-----|-------------------|-----|-----|
|      |        | 不足0.5m  |    |    |    | 0.5 - 0.99m |    |     |     | 1.0m 以上 |    |     |     | 地表以上<br>泥土堆积深度    |     |     |
|      |        | 1       | 3  | 5  | 7  | 1           | 3  | 5   | 7   | 1       | 3  | 5   | 7   | 0.5               | 0.5 | 1   |
| 作物种类 | 最高浸水深度 | , , , 以 |    |    |    | , , , 以     |    |     |     | , , , 以 |    |     |     | ≡ , ≡             |     |     |
|      | 淹没天数   | 2 4 6 上 |    |    |    | 2 4 6 上     |    |     |     | 2 4 6 上 |    |     |     | 未 0.99 以<br>满 m 上 |     |     |
| 水田   | 水稻     | 21      | 30 | 36 | 50 | 24          | 44 | 50  | 71  | 37      | 54 | 64  | 74  | 68                | 81  | 100 |
| 旱田   | 旱稻     | 20      | 34 | 47 | 60 | 31          | 40 | 50  | 60  | 44      | 60 | 72  | 81  |                   |     |     |
|      | 甘薯     | 11      | 30 | 50 | 50 | 27          | 40 | 75  | 88  | 38      | 63 | 95  | 100 |                   |     |     |
|      | 白菜     | 42      | 50 | 70 | 83 | 58          | 70 | 83  | 97  | 47      | 75 | 100 | 100 |                   |     |     |
|      | 蔬菜     | 19      | 33 | 46 | 59 | 20          | 44 | 48  | 95  | 44      | 58 | 71  | 84  |                   |     |     |
|      | 根类     | 32      | 46 | 59 | 62 | 43          | 57 | 100 | 100 | 73      | 87 | 100 | 100 |                   |     |     |
|      | 瓜类     | 22      | 30 | 42 | 56 | 31          | 38 | 51  | 100 | 40      | 50 | 63  | 100 |                   |     |     |
|      | 豆类     | 23      | 41 | 54 | 67 | 30          | 44 | 60  | 73  | 40      | 50 | 68  | 81  |                   |     |     |
|      | 旱田平均   | 27      | 42 | 54 | 67 | 35          | 48 | 67  | 74  | 51      | 67 | 81  | 91  | 68                | 81  | 100 |

注) 1. “蔬菜”指葱、菠菜及其他,“根菜”指萝卜、牛蒡、人参,“瓜类”指黄瓜、瓜、西瓜,“豆类”指小豆、大豆、花生、洋葱等。  
2. 泥土埋没受灾率,是针对河流泛滥泥沙而讲的,对泥石流的情况要按实际情况进行修正。

(2) 参考类似的其他河流的流量、公共土木设施等受灾额曲线进行计算。

(3) 用根据水灾统计结果计算出的全国一般资产受灾额与公共土木设施等受灾额进行对比,参考这个比值进行计算。

(4) 用公共土木设施等资产乘以对象河流的一般资产预估受灾额与一般资产额的比值,参考这个乘积后进行计算。

在处理以上 1、2、3、4 项目中所列受灾额以外的受灾情况,如:人员伤亡、政府、地方公共团体采取应急措施的费用、支付融资的利息以及由于运输、通信、电力、上下水道、煤气等公共服务性供给机制的终止而导致的受灾,也应在计算时作为参考项目考虑进去。

然后,可计算出包含上述诸多受灾额的情况下的经济效果。

### 2.7 假定年平均受灾递减期望额 (benefit) 的计算

在某项计划规模下实施治水工程而产生的预估年平均受灾递减期望额(收益),可以用以下方法计算。

即,先设定一定的流量规模,用某流量规模及其后的流量规模间的流量年平均发生概率,乘以在本文 2.6 得出的与该流量相应的预估受灾额,作为该流量规模下的因发生洪水而产生的年平均预估受灾额,之后,从流量规模的最小阶段至最大流量规模阶段依次累积计算。

以下,用图示说明流量与预估年平均受灾递减期望额的相关公式。

说 明

某流量规模和其后的流量规模间的流量的洪水年平均发生概率的计算方法为：先作出调查对象河流的流量和超过概率曲线，而后求出调查对象流量的各规模下的超过概率，最后计算各超过概率间的差额。有关年平均受灾递减期望额的计算方法，可用图表作如下说明：

表 20-3 年平均受灾递减期望额的计算

| 洪水流量规模 | 年平均超过概率 | $Q_{n+1} \sim Q_n$ 的年平均发生概率 | 与流量规模相对应的预估受灾额 | $Q_{n+1} \sim Q_n$ 区间的平均预估受灾额 | 发生概率 $\times$ $\frac{\text{区间平均}}{\text{预估受灾额}}$<br>(=年平均受灾额) | 年平均受灾额的累计<br>(至该流量规模的年平均受灾递减额)   |
|--------|---------|-----------------------------|----------------|-------------------------------|---|--|
| $Q_0$  | $N_0$   | —                           | $L_0 (=0)$     | —                             | —   | —  |
| $Q_1$  | $N_1$   | $N_0 - N_1$                 | $L_1$          | $\frac{L_0 + L_1}{2}$         | $(N_0 - N_1) \times \frac{L_0 + L_1}{2}$                      | $(N_0 - N_1) \times \frac{L_0 + L_1}{2}$   |
| $Q_2$  | $N_2$   | $N_1 - N_2$                 | $L_2$          | $\frac{L_1 + L_2}{2}$         | $(N_1 - N_2) \times \frac{L_1 + L_2}{2}$                      | $(N_0 - N_1) \times \frac{L_0 + L_1}{2}$<br>$+ (N_1 - N_2) \times \frac{L_1 + L_2}{2}$                 |
| $Q_m$  | $N_m$   | $N_{m-1} - N_m$             | $L_m$          | $\frac{L_{m-1} + L_m}{2}$     | $(N_{m-1} - N_m) \times \frac{L_{m-1} + L_m}{2}$              | $(N_0 - N_1) \times \frac{L_0 + L_1}{2}$<br>$+ \dots + (N_{m-1} - N_m) \times \frac{L_{m-1} + L_m}{2}$ |

计算不同筑堤方式下的治水工程经济效果时，不能将河流设施预估受灾额算入公共土木设施等预估受灾递减期望额之内。

2.8 各流量规模的预估治水工程费用 (cost) 的计算

计算各流量规模的预估治水工程费用时，为了能与一定流量规模形成对应关系，需计算必要的治水工程费用（包括占地费用）。  
以下，将流量与治水工程费用的相关公式用图示加以说明。

2.9 对治水工程经济效果的把握

治水工程的经济效果，按如下方法计算：  
这种情况下，需酌情考虑伴随着物价上涨及泛滥区域内资产的增加而造成的受灾递减额增大等问题。

1. 根据本章 2.7 和 2.8 的内容，分别计算出预估年平均受灾递减期望额  $B$  和各流量规模的预估治水工程费  $I$ 。
2. 计算各流量规模的年费用与年收益的比值 ( $b/c$ )，用图表示。

年费用= $c$ ，年收益= $b$ 的计算方法如下所示

$$C = \text{年利} + \text{年折合费} = I \times \left( i \frac{i}{(1+i)^2 - 1} \right)$$

$$b = B - M$$

$I$ ：各流量规模的工程费

$i$ ：利率

$n$ ：设施的耐用年限（筑堤方式为 50 年，水坝方式为 80 年）

$M$ ：设施的年维护管理费（是  $I$  值的 0.5%）

$B$ ：预估年平均受灾递减期望额

以下为根据上述公式得出的计算结果：

筑堤方式的情况： $c = I \times 0.0506$

水坝方式的情况： $c = I \times 0.0406$

当上述公式  $b$  与  $c$  的比值为  $1(b/c=1)$  时，我们设定此时的治水投资达到最为经济而妥善的状态，所以在把握住  $b/c=1$  时的工程费的同时，也要把握与该工程费相对应的计划规模、计划高水位流量、设施计划等问题。

## 说 明

根据本文所述内容，在把握开展调查后由于治水投资产生的各流量规模经济效果的同时，也有助于在开展调查后实际发生水灾的情况下，利用已做成的流量、预估受灾额曲线等迅速把握水灾受灾额，同时，在开展调查后重要构筑物均已完成的情况下，可对与治水工程的进展相应的流量及预估受灾曲线等做新的设定，并需要根据此设定，努力把握住针对水灾发生而开展的治水工程所产生的受灾递减效果。