

工矿业污水公害防治技术

中南矿冶学院矿山系

一九八二年十二月

引 言

近二十年来，日本工业迅速发展。但是，随着工业的发展，日本的空气和水质也受到严重的污染。这里将重点介绍水质污染问题和防治技术，也要提到有关空气的污染情况。

日本工业城市很多，由烟囱排出的 SO_2 进入大气，使得附近许多人尤其是儿童因吸入含 SO_2 的空气而得病。另一方面，日本汽车多，汽车排出的废气主要是 CO 、 NO_x 和未燃烧的碳氢化合物。 NO_x 和碳化氢在太阳紫外线照射下，发生一系列复杂的化学反应，生成一种毒性很大的浅兰色烟雾。因此，日本防治污染法规定，汽车排气系统一定要装设净化器，工厂烟囱不准排黑烟，否则要予罚款。现在日本工厂排放的气体主要为白烟（水蒸气），空气污染问题的大致情况介绍到这里。

关于水质的污染问题，中国人大概听说过，日本由于水质污染造成了许多人死亡事故。下面介绍关于工矿业污水公害的防治技术。

X 52

Z 65

C.1

工矿业污水公害防治技术

说 明

这份资料是根据日本秋田大学矿山学部真宫三男教授于一九八一年十月在中南矿冶学院讲学的内容,由矿山系选矿教研室整理编译的。整理后未经本人审查,如有错误和不当之处,衷心希望批评指正。

目 录

引 言

| | |
|------------------|--------|
| 第一章 公害概论 | (1) |
| 第一节 日本水质污染现状及其危害 | (1) |
| 1. 日本水质污染现状 | (1) |
| 1) 水质公害防治简史 | (1) |
| 2) 城市废水的污染 | (1) |
| 3) 农村废水的污染 | (4) |
| 4) 内湾近海油类赤潮的污染 | (5) |
| 5) 湖泊的污染 | (5) |
| 6) 工厂温水的污染 | (5) |
| 7) 化学物质的污染 | (7) |
| 8) 放射性物质的污染 | (8) |
| 2. 日本水质污染的危害性 | (8) |
| 1) 对人体健康的影响 | (8) |
| ① 有机汞中毒——水俣病 | (8) |
| ② 镉中毒——痛痛病 | (9) |
| 2) 对农业的影响 | (9) |
| 3) 对水产业的影响 | (10) |
| 4) 对其它方面的影响 | (10) |
| 第二节 工矿业废水的生成及性质 | (10) |
| 1. 日本用水情况 | (10) |
| 2. 轻化工厂的有机废水 | (11) |
| 3. 金属矿山的有机废水 | (11) |
| 4. 煤矿废水 | (13) |
| 5. 造纸厂废水 | (14) |

| | |
|----------------------------|---------------|
| 6. 钢铁厂废水..... | (14) |
| 第三节 水质管理的技术术语..... | (16) |
| 1. PPM | (16) |
| 2. DO | (16) |
| 3. BOD | (17) |
| 4. COD | (17) |
| 5. pH | (17) |
| 6. pCu (或 pZn)..... | (17) |
| 7. SS | (17) |
| 第二章 防治水质污浊的法规..... | (18) |
| 第一节 公害对策基本法、环境标准和排水标准..... | (18) |
| 1. 公害对策基本法..... | (18) |
| 2. 环境标准..... | (18) |
| 1) 自然环境保护..... | (20) |
| 2) 自来水..... | (20) |
| 3) 水产业用水..... | (20) |
| 4) 工业用水..... | (20) |
| 5) 生活环境保护..... | (20) |
| 3. 排水标准..... | (22) |
| 第二节 公害防治的组织机构..... | (23) |
| 第三章 废水处理技术..... | (24) |
| 第一节 废水处理方法分类..... | (24) |
| 第二节 悬浮物质的处理..... | (24) |
| 1. 过滤..... | (24) |
| 2. 沉降..... | (26) |
| 3. 上浮法..... | (27) |
| 第三节 胶质状物质的处理..... | (29) |
| 1. 无机凝聚剂的凝聚机理——静电作用..... | (29) |
| 2. 有机絮凝剂的絮凝机理——架桥作用..... | (31) |
| 3. 无机凝聚剂和有机絮凝剂..... | (32) |
| 4. 絮凝沉淀装置..... | (34) |
| 第四节 酸碱废水的处理..... | (35) |
| 1. 用于废水处理的酸和碱..... | (35) |
| 2. 用碳酸钙中和的特征..... | (36) |
| 3. 重金属离子的中和沉淀..... | (38) |
| 4. 重金属离子的分别沉淀..... | (41) |
| 5. 地下注入法..... | (43) |

| | |
|---|---------------|
| 第五节 含重金属离子废水的处理 | (44) |
| 1. 中和沉淀时的注意事项 | (44) |
| 2. 氧化还原 | (47) |
| 3. 铁屑收铜法及装置 | (49) |
| 4. 沉淀、吸附 | (52) |
| 1) 中和沉淀法 | (52) |
| 2) 硫化沉淀法 | (52) |
| 3) 共沉法 | (53) |
| 4) 吸附法 | (54) |
| 5. 离子交换、离子浮选 | (55) |
| 1) 离子交换 | (55) |
| 2) 离子浮选 | (56) |
| ① (金属) 离子浮选 | (56) |
| ② 沉淀浮选 | (58) |
| ③ 吸附浮选 | (61) |
| 6. 处理含重金属离子废水的生产实践 | (61) |
| 第六节 有机废水的处理 | (63) |
| 1. 生物化学处理 | (63) |
| 1) 亲气性处理法 | (63) |
| 2) 疏气性处理法 | (65) |
| 2. 有机废水处理实践 | (65) |
| 附录 用浮选法分离矿山废水中的中和沉淀物——石膏和氢氧化铁的研究 | (66) |

第一章 公害概论

第一节 日本水质污染现状及其危害

1. 日本水质污染现状

1) 日本水质公害防治简史

日本最早发生水质污染是矿山废水，以足尾铜矿为例，从明治十一年（公元一八七八年）秋以来，该矿排出混浊含铜酸性水，未经处理就让其流入渡良濑川致使下游四万公顷农田受到危害。一八九七年别子铜矿烟害事件等不断发生，当时为了对付日趋严重的矿害，曾制定了“矿业法”和矿山“保安法”，但由于当时社会现状所迫，因而环境污染并没有作为社会问题认真对待以至不断发生。

一九四五年以后，日本开始了对矿山废水中重金属离子对水稻影响的研究。由于战后日本把发展生产放在第一位，因而公害不但没有防治，反而更加严重起来。

一九五八年，由于江户川造纸厂排出含有大量木质素等物质的白色浑浊污水进入河中，使得渔业生产遭受很大打击。

为了控制废水危害，这一时期日本政府制订了水质保全法和工厂排水规则。但是，当时制订水质保全法的出发点仍然是以不影响工业发展为原则，因而法律约束力不大，威信不高，公害仍然发展。水俣病便是由于有机汞中毒而产生的一种疾病。镉中毒也在严重发生。这样，国家于一九七〇年又制订了公害对策基本法。一九七一年成立环境厅，具体掌管日本公害的防治工作。

2) 城市废水的污染

随着工业发展，人口高度集中，城市生活排出的污水和工业排出的污水日益增多。其中生活排出的污水比工业污水还多。以东京都为例，其污水排放量的统计比例为：

工厂排放的污水占27%

家庭排放的污水占54%

下水道排放的污水占13%

其它排放的污水占6%

从以上污水统计看，主要污染源是家庭排放的污水，主要污染物是有机物。

图1—1是一九七〇年统计的日本主要河流以有机物含量来评定的污染状况。

由图1—1可知：污染最严重的是东京都附近的河流。

图1—2是一九七七年统计的日本主要河流的污染状况。虽然污染情况较一九七〇年显著下降，但东京附近的污染仍然很严重。现在初步的结论是：尽管工厂废水排放量大，是污染的主要原因之一，但生活废水的污染仍是相当严重的。

下面介绍日本城市下水道建设情况，为了减少生活废水的污染，主要措施是建设下水道，对下水道的污水要经过集中处理后才能排放。表1—1是日本公共下水道的普及状况。

表 1-1 日本公共下水道的普及状况

| 都 市 | 普及率 (%) | 都 市 | 普及率 (%) |
|------|---------|------|---------|
| 东京都 | 41 (43) | 北九州市 | 13 (18) |
| 横浜市 | 15 (42) | 仙台市 | 60 (75) |
| 名古屋市 | 65 (66) | 札幌市 | 29 (53) |
| 京都市 | 43 (47) | 广岛市 | 9 (27) |
| 大阪市 | 55 (68) | 高松市 | 53 (54) |
| 神戸市 | 41 (51) | 福冈市 | 23 (40) |
| 全国平均 | | | (22.8) |

[注] 按照一九七一年公害白皮书。普及率为处理面积/要整備面积。括号内为整備面积/要整備面积。

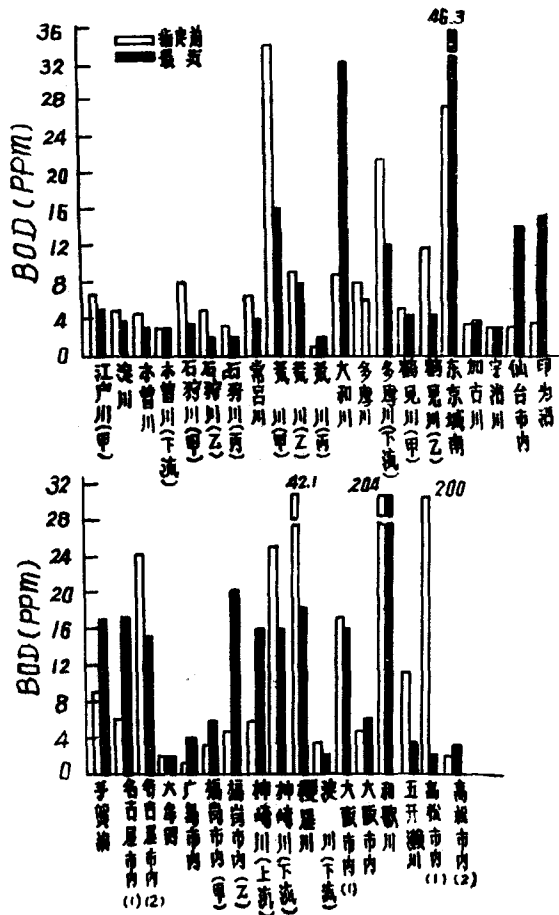


图 1-1 日本主要指定水域的水质 (指定前和最近的比较)

* BOD: 请参阅第一章第三节。

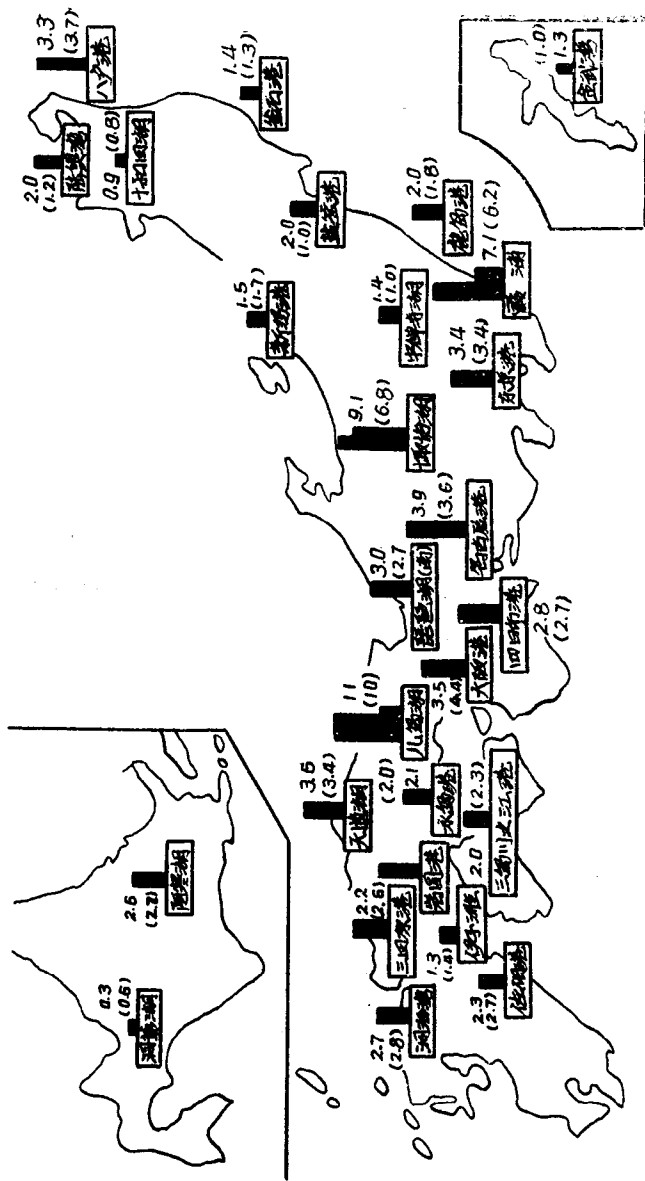


图 1-2 日本主要河流的水质油污状况

* 1. 图中数据为 BOD 值，单位为 p.p.m，是环境厅一九七七年调查的。
 2. 括号内为一九七六年调查的结果。

由表1—1看出，东京下水道的普及率为41%，尚有一大半未普及，至于秋田市下水道普及率则更低，仅为21%左右（表中未列）。必须说明，这里所指的是城市下水道普及率，如果把农村算进去，普及率就会更低。以秋田市为例，如果把农村算进去，下水道的普及率只有5%左右。

日本原规定一九八〇年下水下水道普及率要达到50%，实际上没有达到。现在美国下水道普及率为60%，计划十年后为90%，日本想在十年内达到60%，但由于经济处于停滞状况，铺设一米下水道的费用需要一百万日元。因此，虽然制订了目标，可能还难如期达到。

3) 农村废水的污染

日本原来的污染主要集中在工业大城市，而现在也扩展到了边远地区。日本每年十一月到次年四月为农闲季节，在这段时间内，农民离开家庭到城市去作临时工。为了把农业劳动

表1—2 日本海域主要污浊源及其受害者

| 海 域 | 年、月、日 | 主要污浊源 | 受 害 者 |
|----------|-------------|----------|----------|
| 四日市、铃鹿 | 1966.3.10. | 化工厂 | 上水道、水产业 |
| 大竹、岩国 | 1970.2.2. | 造纸厂 | 水产业 |
| 三田尻湾 | 1970.8.10. | 酿造厂 | 水产业 |
| 水 岛 | 1970.8.10. | 钢铁、化工厂 | 水产业 |
| 田子之浦港 | 1970.10.1. | 造纸厂 | 水产业 |
| 釜石湾 | 1970.11.20. | 钢铁、水产加工厂 | 水产业 |
| 洞海湾 | 1970.11.20. | 化工、钢铁厂 | 生活环境、水产业 |
| 播磨地先 | 1970.12.3. | 化工厂 | 水产业 |
| 佐伯湾 | 1970.12.16. | 造纸厂 | 水产业 |
| 鹿岛滩 | 1970.12.16. | 钢铁、化学工厂 | 水产业 |
| 伊予三岛、川之江 | 1971.1.20. | 造纸厂 | 水产业 |
| 儿岛湾 | 1971.2.9. | 造纸厂 | 水产业 |
| 八代地先 | 1971.4.16. | 造纸厂、酿造厂 | 水产业 |
| 松岛湾 | 1971.4.17. | 水产加工厂 | 水产业、生活环境 |
| 名古屋港 | 1971.4.19. | 化工厂 | 水产业、生活环境 |
| 渥美湾 | 1971.4.20. | 食品厂 | 水产业、生活环境 |

〔注〕本表是按照一九七一年公害白皮书，由经济企画厅调查的。

力限制在本地区内，不让流散到城市，因此，便在农村建设工厂。另一方面，由于农业机械化程度很高，农业劳动力过剩，为农村建设工厂提供了有利条件。这样，农村污染也随之出

现，农村污水成分也变得复杂化了。

4) 内湾、近海油类赤潮的污染

由于未处理的生活污水和工业污水排入海中，使内湾、近海也产生了污染，更因日本原料缺乏，需要从国外进口，以满足工业需要，例如石油需要量 99% 依赖进口；日本沿海港口的轮船以油轮最多，因而在海湾地区石油污染严重。

另一方面，日本赤潮增多，影响了渔业生产，。经过检验，认为赤潮是由于微生物过渡繁殖所致。近来为了防止赤潮危害，曾研究采用硅藻土进行吸附，但仍不能根本解决问题。

表 1—2 列出了日本沿海区域的污染情况。由表可知，主要受害者是水产业。

表 1—3 列出了一九七一年日本主要港口发生污染的次数。

表 1—3 日本海洋污染发生次数

| 种 别 | | 海 域 | | | | | | | | | | | | | 合 计 |
|-------|---------|-------|------|-----|-----|-----|-----|------|------|------|------|------|------|----|-----|
| | | 北海道沿岸 | 本州东岸 | 东京湾 | 骏河湾 | 伊势湾 | 大阪湾 | 纪伊水道 | 濑户内海 | 四国南岸 | 关门附近 | 九州沿岸 | 日本沿岸 | 其它 | |
| 1969年 | 油类引起的 | 12 | 11 | 51 | 3 | 25 | 38 | 12 | 48 | 6 | 3 | 32 | 17 | 15 | 273 |
| | 其它原因引起的 | — | 10 | — | — | 1 | — | — | 1 | — | — | 2 | 21 | — | 35 |
| | 合 计 | 12 | 21 | 51 | 3 | 26 | 38 | 12 | 49 | 6 | 3 | 34 | 38 | 15 | 303 |
| 1970年 | 油类引起的 | 24 | 52 | 49 | — | 19 | 41 | 14 | 77 | 2 | 23 | 32 | 16 | — | 349 |
| | 其它原因引起的 | 6 | 6 | 7 | — | — | 2 | 1 | 60 | 2 | — | 3 | 4 | — | 91 |
| | 合 计 | 30 | 58 | 56 | — | 19 | 43 | 15 | 137 | 4 | 23 | 35 | 20 | — | 440 |

[注] 本表是根据一九七一年公害白皮书。由运输省调查的。

表 1—4 为一九七五年至一九七七年（昭和50—52年）的统计数据。从这些数据看出，海域的污染主要是油类引起的。

表 1—5 是一九六七至一九七七年由赤潮引起公害的统计。从统计数据看出，一九六七年只四十八次，而一九七四年却达到二百九十八次，说明赤潮的发生在逐年增加中。

5) 湖泊的污染

图1—3为日本一九七六年和一九七七年湖泊污染状况。

琵琶湖旁有许多工业城市，工业以生产农药为主，污水流入该湖，使琵琶湖的污染逐年严重。琵琶湖污水中的固体物质沉淀为污泥，污泥的成分为无机物（沙、粘土）和有机物（纤维素等），其中有机物分解为 NH_4 、 H_2S 和 CH_4 ，这些物质对渔业危害很大。

6) 工厂温水的污染

火力发电排出的温水为 $30^{\circ}C$ 以上，温水能造成水中生物和鱼类死亡。因此，应该使温水降到 $28^{\circ}C$ 以下才允许排出。温水的影响有两个方面，一是使鱼类死亡和变形，二是使微生物大量繁殖。温水带来的好处也有，有的鱼类本来一年才能长大，由于温水养殖只要2—3个

表 1—4 日本各海域发生污染事故次数

| 年 | 种 类 | 海 域 | | | | | | | | | | 共 计 |
|-------|---------|-------|------|-----|-----|-----|------|------|------|-------|------|------|
| | | 北海道沿岸 | 本州东岸 | 东京湾 | 伊势河 | 大阪湾 | 濑户内海 | 本州南岸 | 九州沿岸 | 日本海沿岸 | 南西海域 | |
| 1975年 | 油类引起的 | 104 | 174 | 194 | 159 | 154 | 416 | 100 | 107 | 70 | 106 | 1584 |
| | 赤潮引起的 | 2 | 3 | 3 | 22 | 62 | 162 | 14 | 13 | 7 | 3 | 291 |
| | 其它原因引起的 | 5 | 12 | 13 | 7 | 9 | 30 | 3 | 14 | 49 | 11 | 153 |
| | 合 计 | 111 | 189 | 210 | 188 | 225 | 608 | 117 | 134 | 126 | 120 | 2028 |
| 1976年 | 油类引起的 | 126 | 126 | 171 | 144 | 120 | 394 | 100 | 118 | 119 | 83 | 1501 |
| | 赤潮引起的 | | 25 | 7 | 33 | 51 | 97 | 10 | 11 | 23 | 2 | 259 |
| | 其它原因引起的 | 7 | 8 | 2 | 5 | 4 | 38 | 2 | 8 | 25 | 9 | 108 |
| | 合 计 | 133 | 159 | 180 | 182 | 175 | 529 | 112 | 137 | 167 | 94 | 1868 |
| 1977年 | 油类引起的 | 74 | 96 | 164 | 104 | 111 | 356 | 99 | 143 | 111 | 81 | 1339 |
| | 赤潮引起的 | 1 | 2 | 13 | 35 | 20 | 105 | 27 | 17 | 25 | 3 | 248 |
| | 其它原因引起的 | 1 | 4 | 3 | 6 | 3 | 49 | 7 | 23 | 53 | 14 | 163 |
| | 合 计 | 76 | 102 | 180 | 145 | 134 | 510 | 133 | 183 | 189 | 98 | 1750 |

[注] 表中数据为海上保安厅调查的结果。

表 1—5 日本发生赤潮事件次数的变化

| 区 分 | 年 分 | | | | | | | | | | |
|----------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | 1967 | 1968 | 1969 | 1970 | 1971 | 1972 | 1973 | 1974 | 1975 | 1976 | 1977 |
| (A) 赤潮发次数 | 48 | 62 | 67 | 79 | 136 | 164 | 210 | 298 | 300 | 326 | 236 |
| (B) 伴有渔业受害次数 | 8 | 12 | 18 | 35 | 39 | 23 | 18 | 17 | 29 | 18 | 27 |
| $\frac{(B)}{(A)} \times 100(\%)$ | 17 | 20 | 27 | 44 | 29 | 14 | 9 | 6 | 10 | 6 | 11 |

月就可长大。这对鱼类生长速度虽然有利，但毕竟弊多益少，仍应禁止 30℃ 以上的温水排放。

7) 化学物质的污染

近年来洗涤剂受到广泛欢迎,生产不断增加,但洗涤剂在水中分解困难,易使水源受污染。

另一方面,由于农业使用除草剂,这些化学物质含有有机磷,有机汞,有机氯化物等。尽管日本禁止有机汞,但过去十年所积聚起来的有机汞的危害仍然存在。PCB 是一种有机氯化物,非常稳定,它的危害性很大。如食品工业使用了含 PCB 的污水,使 PCB 进入食品,曾引起有名的米糠油事件。现在随着化学工业的发展,石油制品品种增加,这些物质更有可能引起癌症等病害。

8) 放射性物质的污染

近年来,随着原子能发电和原子船的增加,放射性物质能引起人们白血球下降。故在和平利用原子能的时代,应当首先关注消除放射性污水的影响。

2. 日本水质污染的危害性

1) 对人体健康的影响

① 有机汞中毒—水俣病

氮肥生产过程中常使用有机汞(甲基汞),虽然它在污水中的含量不高,但能在鱼体内富集(参见表 1—6),食用鱼后能使有机汞进入人体,引起神经失调、手足麻痹、眼睛发直、语言障碍、终至死亡。这种病最初发生在水俣市,有一百一十一名患者,其中有四十二人死亡,故称水俣病。以后新泻县也发生了这种病,人们便称为第二水俣病。

表 1—6 日本各地河流海域中鱼类的汞含量

| 采样地 | 鱼种 | 取样数 | 总汞量的最小值 | 总汞量的最大值 | 总汞量的平均值 | 标准偏差 | 标准偏差率 |
|---------|-----|-----|---------|---------|---------|-------|-------|
| | | 件 | ppm | ppm | ppm | ppm | |
| 渚滑川 | 石斑鱼 | 27 | 0.12 | 1.32 | 0.622 | 0.361 | 58 |
| 芳野川 | 鲫鱼 | 11 | 0.62 | 1.98 | 1.278 | 0.349 | 27 |
| 諏访湖 | 鲫鱼 | 12 | 0.09 | 0.29 | 0.189 | 0.054 | 29 |
| 千业五井海域 | 鰕鱼 | 25 | 0.048 | 0.22 | 0.138 | 0.031 | 22 |
| 阿贺野川 | 各种鱼 | 18 | 0.04 | 23.6 | 3.813 | 6.26 | 164 |
| 水俣湾 | 各种鱼 | 42 | 0 | 26.8 | 4.094 | 4.844 | 118 |
| 神通川(添岛) | 石斑鱼 | 10 | 0.14 | 1.04 | 0.44 | 0.356 | 81 |

表 1—7 人类毛发中的汞含量

| 人种 | 毛发中汞含量 (ppm) |
|-------|--------------|
| 外国人 | 1.89 |
| 日本人 | 6.02 |
| 水俣病患者 | 615 |

表1—7列出了从人发中检验出的汞含量。日本人头发中含汞已高达6.02 ppm，但水俣病患者头发中含汞竟高达615 ppm。日本人头发中含汞高的原因主要是吃大米引起的。因为施放于稻田的农药中含有有机汞。前几年在南太平洋加马岛发现了一个在战争年代留下的还活着的日本士兵，环境保护专家分析了此人当时的头发，含汞量极少；但回日本生活三个月后，再分析他的头发时，发现汞含量已明显增加。

② 镉中毒——痛痛病

这种病发生在日本富山县神通川附近的农村，症状是骨质软化，稍碰一下就会引起骨折，开始全身疼痛，严重时行走困难，即使大笑一声骨头也会折断，疼痛难忍，叫声惨绝，最后死亡。曾对一个痛痛病死者进行过检查，发现他全身有九十三处骨折。患这种病的主要对象是老年妇女。根据日本卫生部调查，患病的原因是饮用了含镉的水、大米和蔬菜等食物，其次是由于妇女妊娠、授乳、老化、营养不足等消耗了大量的钙分，加上老年对钙的吸收能力差所引起。图1—4是日本痛痛病的发生地域，神岗铅锌矿（含镉）在神通川的上游，痛痛病发生在下游。由于发生了镉中毒的痛痛病，因此，日本每年对大米要进行化验，如果大米中含镉大于1 ppm，则定为污染米，禁止食用。如果含镉为1—0.4 ppm的大米则定为准污染米。现在日本人吃的是含镉量小于0.4 ppm的大米。凡超过这一标准的一律禁止食用。

表1—8 铜、铅、锌、铁（硫酸盐）、砷酸盐对水稻产量的影响

| 金属离子浓度 (ppm) | Cu % | Pb % | Zn % | Fe % | As % |
|-----------------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 0.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 |
| 1.0 | 109.9 | 97.5 | 101.2 | 98.6 | 104.1 |
| 10.0 | 104.7 | 101.6 | 107.2 | 97.1 | *106.4 |
| 25.0 | *117.2 | 101.9 | *112.3 | *109.0 | 79.3 |
| 50.0 | 96.1 | 98.6 | 103.5 | 103.3 | 55.2 |
| 75.0 | 99.0 | *103.7 | 106.0 | 99.2 | 21.6 |
| 100.0 | 80.5 | 99.6 | 94.7 | 95.7 | 18.3 |
| 250.0 | 32.7 | 78.7 | 89.6 | 92.0 | 枯死 |
| 500.0 | 枯死 | 62.4 | 73.1 | 47.3 | 枯死 |
| 1000.0 | 枯死 | 55.2 | 58.9 | 36.2 | 枯死 |

* 1. 表中的金属离子是以硫酸盐形式，砷以砷酸钠形式存在于土壤中的试验结果。

2. 有*号者指对水稻生长最有利的金属离子在灌溉水中的含量。

2) 对农业的影响

表1—8列出了铜、铅、锌、铁（硫酸盐）、砷酸钠对水稻生产过程的影响。水稻适应

于弱酸性介质中生长。从表 1—8 可知，水稻产量是随着金属离子的增加而增加，当金属离子增加到一定数值时，稻米产量即下降。

中国湖南的土地是红色，含有 $Fe(OH)_3$ ，它以胶体形态存在于土壤中，使土壤透气性变差，导致氧的供给不足，给生产带来不良的影响。同时，稻谷生产是用氮、磷为肥料，当有铁存在时它与磷结合，使肥效减少。

3) 对水产业的影响

水质浑浊，水温异常变化，水中化学物质和金属离子的增加以及赤潮的发生等都可导致鱼类的死亡、迁移、异臭和畸形生长。有害元素如汞、镉等在鱼类水产中的积蓄浓缩，更直接影响着水产的产量和质量。由前面所提到的日本水质污染状况可知，水产业是水质污染的最直接最主要的受害者。

4) 对其它方面的影响

日本饮用水称为上水道水，表 1—9 是从河中抽取的饮用水引起的被害件数和污染原因的调查。从表 1—9 可知，对上水道饮用水的影响以工矿业排水为最大。

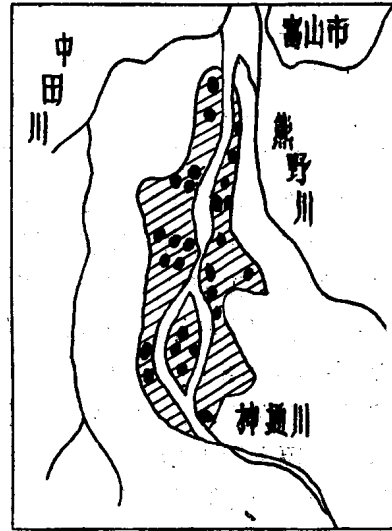


图 1—4 神通川流域痛痛病患者分布图

表 1—9 不同的污浊原因对饮用水引起的被害件数

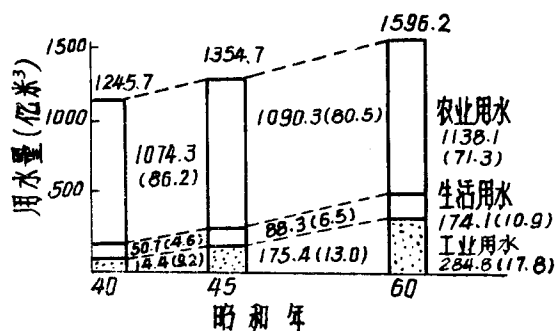
| 年 度 | 排 水 种 类 | | | | | |
|------|---------|-----|------|-----|-----|-----|
| | 工矿业 | 农 业 | 污物污水 | 土建业 | 采矿业 | 其 它 |
| 1964 | 31 | 2 | 5 | 4 | 12 | 20 |
| 1965 | 31 | 8 | 8 | 9 | 12 | 21 |
| 1966 | 44 | 5 | 8 | 4 | 14 | 28 |
| 1967 | 66 | 2 | 28 | 13 | 31 | 60 |
| 1968 | 69 | 8 | 42 | 27 | 20 | 37 |
| 1969 | 111 | 4 | 81 | 47 | 33 | 55 |

第二节 工矿业废水的生成及性质

1. 日本用水情况

图 1—5，为工业用水量与总用水量比较。

日本全国现在每天工业用水量为1、2亿吨，其中化学工业为4200万吨，钢铁工业为3000万吨，造纸工业1400万吨，这几项合计起来为工业总用水量的70%。由此可知，用水量集中在化学、钢铁和造纸工业。



1—5 日本工业用水量与总用水量比较
(括号内数字为百分比)

2. 轻化工厂的有机废水

表1—10列出了某些轻化工厂有机废水的污染状况，从表1—10可知，酒精厂污水量虽少，但其中有机成分多。总的污染负荷量为： $\text{废水量} \times \text{BOD} = 11100$ (公斤/日)，造纸厂废水排出量大，其中有机成分不高，但总的污染负荷量也很大。每人每天产生的污水，平均BOD为50克。因此可见，酒精厂每天的污水负荷量相当于22万人每天的污水负荷量。

表1—10 日本有机废水的污染度

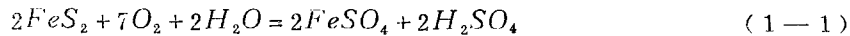
| | 废水量 (米 ³ /日) | BOD (ppm) | BOD负荷量 (公斤/日) | 人口当量* (万人) |
|------|----------------------------|--------------|------------------|---------------|
| 酒精厂 | 370 | 30000 | 11100 | 22 |
| 啤酒厂 | 2000 | 500 | 1000 | 2 |
| 酵母厂 | 100 | 7500 | 750 | 1.5 |
| 造纸厂 | 50000 | 700 | 35000 | 70 |
| 毛纺织厂 | 11000 | 2500 | 2500 | 5 |
| 皮革厂 | 250 | 2000 | 500 | 1 |

* 50克 BOD/人·日

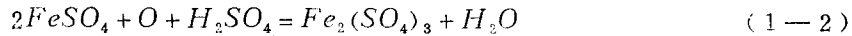
3. 金属矿山的废水

矿山废水包括坑内水、选矿废水、冶炼废水、尾矿坝废水。由于下雨等原因，有一部分地面水渗透到地下变为地下水，地下水通过矿体变成一种有害的污水。例如黄铁矿 (FeS_2)

氧化后产生含硫酸和硫酸亚铁 (Fe^{2+}) 溶液。



溶液中的 Fe^{2+} 能使酸的浓度降低。式 (1-2) 是由于水中溶解有 O_2 ，使 Fe^{2+} 氧化变为 Fe^{3+} 。



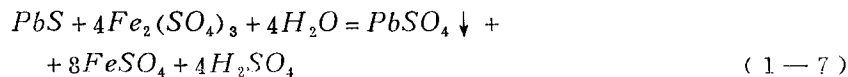
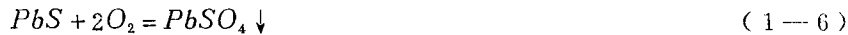
黄铜矿 ($CuFeS_2$) 能在含 Fe^{3+} 的水溶液中氧化生成硫酸铜和硫酸亚酸，溶液中将含有 Cu^{2+} 和 Fe^{2+} 。



闪锌矿 (ZnS) 也容易被氧化产生 Zn^{2+} ，特别是溶液中有 Fe^{3+} 时，促进了反应的进行。



方铅矿 (PbS) 比闪锌矿难氧化，氧化后生成难溶性的硫酸铅 ($PbSO_4$) 沉淀。



矿井水中的铁主要以 Fe^{2+} 形态存在，在水泵抽出过程中，由于继续与氧接触，约 20—30% 的 Fe^{2+} 转变为 Fe^{3+} 。

同样，黄铜矿 ($CuFeS_2$) 在水中氧化产生的离子有 Cu^{2+} 、 Fe^{2+} ，闪锌矿 (ZnS) 在水中氧化产生 Zn^{2+} ，方铅矿 (PbS) 产生沉淀 ($PbSO_4$)。水中 Pb^{2+} 并不高。

表 1-11 金属矿山坑内水的组成 (ppm)

| 矿 山 | 水 量 M^3/min | pH | Cu | Fe | Zn | SO ₄ | 浮游物 |
|------|------------------|-----|----|------|-----|-----------------|-------|
| 金 矿 | 2.5 | 7.0 | — | — | — | 1 | 4 |
| 铜 矿 | 10.7 | 3.1 | 24 | 52 | — | 919 | 28 |
| 铜 矿 | 2.5 | 2.3 | 15 | 3536 | 104 | 8306 | — |
| 铜 矿 | 2.3 | 3.3 | 32 | 95 | 168 | 1744 | 94 |
| 锌 矿 | 2.5 | 3.1 | — | 60 | 125 | 851 | 81 |
| 锌 矿 | 2.8 | 7.2 | — | — | 3 | — | 4 |
| 硫化铁矿 | 1.5 | 2.3 | 71 | 1985 | 39 | 4789 | 229 |
| 硫化铁矿 | 1.4 | 2.2 | 30 | 2150 | — | 7620 | — |
| 硫 矿 | 20.0 | 1.5 | — | 350 | — | 2040 | 710 |
| 锰 矿 | 6.0 | 7.0 | — | 40 | — | — | 10000 |

因此，硫化矿的矿水特点是：① pH低；② 含有多种重金属离子。对于不同矿床来