

No. 5

国際協力事業団(JICA)

マリボール市当局  
環境省  
スロヴェニア共和国

スロヴェニア国

マリボール市産業廃水予備処理及び水使用合理化調査

最終報告書(要約)

JICA LIBRARY



5 1134010161

平成9年3月

財団法人 造水促進センター

鉦調工

J R

97-112



国際協力事業団(JICA)

マリボール市当局  
環境省  
スロヴェニア共和国

## スロヴェニア国

# マリボール市産業廃水予備処理及び水使用合理化調査

## 最終報告書 (要約)

平成9年3月

財団法人 造水促進センター



1134010 (6)

## 目次

### 要約

I. 調査事業の目的	I-1
II. 調査区域の概要	II-1
1. 自然及び社会・経済状況	II-1
1.1 一般状況	II-1
1.2 スロヴェニアの社会・経済状況	II-2
1.3 マリボール市	II-3
2. ドラバ川地域における汚染状況	II-6
2.1 地下水と泉	II-6
2.2 表流水	II-7
3. 用水の供給及び使用状況	II-8
3.1 国レベル	II-8
3.2 マリボール市レベル	II-10
III. 環境行政	III-1
1. 行政組織とその役割	III-2
2. 環境保護に関する法律	III-5
3. 工業排水基準	III-6
4. 環境モニタリング	III-9
5. 財政措置	III-9
6. 環境行政上の課題	III-11
7. マリボール市の環境行政	III-13
IV. 総合調査結果	IV-1
1. 産業廃水処理および予備処理	IV-4
1.1 産業廃水量と汚濁負荷	IV-4
1.2 廃水処理と予備処理	IV-12
1.2.1 設計条件	IV-12
1.2.2 廃水処理のモデルシステム	IV-15
1.2.3 WWT P 放流基準を満足する予備処理	IV-16
1.2.4 汚濁負荷を削減する予備処理	IV-17
1.3 産業別予備処理	IV-19
1.3.1 繊維・染色産業	IV-19
1.3.2 食品産業	IV-22
1.3.3 化学産業	IV-27
1.3.4 機械金属加工業	IV-31
2. 水使用合理化	IV-36

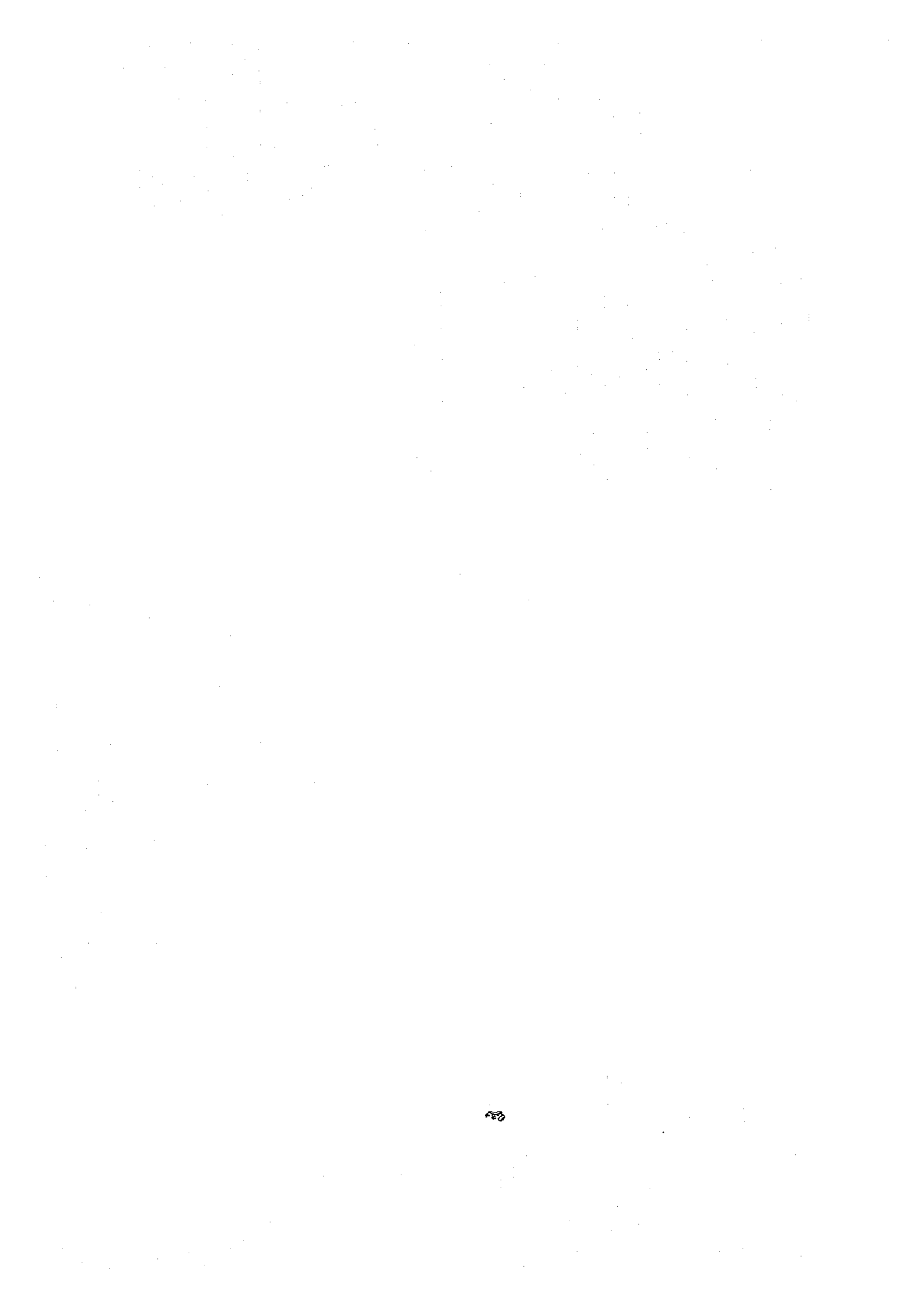
2.1	用排水に要する費用	IV-36
2.2	個別工場の合理化検討結果	IV-41
2.3	産業別の節水可能量	IV-45
2.4	産業用水全体の節水可能量	IV-46
3	WWTP計画	IV-47
3.1	計画概要	IV-47
3.2	料金体系の検討	IV-49
3.2.1	料金体系と汚濁負荷削減のための予備処理	IV-49
3.2.2	日本における下水道料金算定の基本的考え方	IV-60
3.3	窒素・リンの除去	IV-62
V	提言	V-1
1	産業廃水処理および予備処理	V-2
1.1	産業廃水の実態把握	V-2
1.2	継続的な技術検討	V-3
1.3	WWTPに対する有害物質および要注意物質	V-4
2	水使用合理化	V-5
2.1	水使用の合理化の効果	V-5
2.2	水使用合理化に関する提言	V-6
3	WWTP	V-9
3.1	料金設定	V-9
3.2	COD <sub>Cr</sub> の除去	V-12
4	政府の採るべき施策	V-15
4.1	基本方針	V-15
4.2	人材の育成	V-15
4.3	環境対策投資に対する優遇制度	V-16
4.4	エンジニアリング会社の育成	V-17
VI	各工場の現状、最適システム及び経済性評価	
1	総論	VI-1
1.1	概要	VI-1
1.2	水使用合理化	VI-11
1.3	予備処理及び廃水処理	VI-12
1.4	財務分析の前提条件	VI-12
1.5	経済性評価の前提条件	VI-19
2	モデル工場	VI-20
2.1	M-1 SVILA TEKSTILNA TOVARNA d. d.	VI-20
2.1.1	工場概要	VI-20
2.1.2	水使用合理化	VI-20
2.1.3	廃水処理および予備処理	VI-22

2.1.4	財務分析	VI-25
2.2	M-2 MARLES HOLDING d.d. MARLES PCHISTVO d.o.o.	VI-27
2.2.1	工場概要	VI-27
2.2.2	水使用合理化	VI-28
2.2.3	廃水処理および予備処理	VI-29
2.2.4	財務分析	VI-32
2.3	M-3 LIVARNA Mribor ARVAL	VI-34
2.3.1	工場概要	VI-34
2.3.2	水使用合理化	VI-35
2.3.3	廃水処理および予備処理	VI-37
2.3.4	モデルケース	VI-38
2.4	M-4 STAJERSKA PIVOVARNA d.d.	VI-40
2.4.1	工場概要	VI-40
2.4.2	水使用合理化	VI-40
2.4.3	廃水処理および予備処理	VI-42
2.5	M-5 VINAG VINARSTVO-SADJARSTOV	VI-45
2.5.1	工場概要	VI-45
2.5.2	水使用合理化	VI-45
2.5.3	廃水処理および予備処理	VI-47
2.6	M-6 KOSAKI TOVARNA MESNIH IZDELKOV	VI-50
2.6.1	工場概要	VI-50
2.6.2	水使用合理化	VI-50
2.6.3	廃水処理および予備処理	VI-52
2.6.4	財務分析	VI-56
2.7	M-7 MARI BCRSKA MLEKARNA d.o.o. MM MARI BCRSKA MLEKARNA d.o.o.	VI-57
2.7.1	工場概要	VI-57
2.7.2	水使用合理化	VI-58
2.7.3	廃水処理および予備処理	VI-59
3.	第二次工場群	VI-63
3.1	S-1 Tovarna volnenih tkanin MERI NKA, p.o.(TVF MERI NKA)	VI-63
3.1.1	工場概要	VI-63
3.1.2	水使用合理化	VI-63
3.1.3	廃水処理および予備処理	VI-65
3.2	S-2 Tekstilna tovarna TABOR, d.o.o.	VI-66
3.2.1	工場概要	VI-66
3.2.2	水使用合理化	VI-66
3.2.3	廃水処理および予備処理	VI-68
3.3	S-3 Mriborska tekstilna tovarna Melje, d.d.(MIT MELJE), d.d., Tovarna tkanin MELJE, d.o.o.	VI-71

3.3.1	工場概要	VI-7 1
3.3.2	水使用合理化	VI-7 1
3.3.3	廃水処理および予備処理	VI-7 3
3.4 S-4	Tovarna sukancev in trakov TSP.p.o.	VI-7 5
3.4.1	工場概要	VI-7 5
3.4.2	水使用合理化	VI-7 5
3.4.3	廃水処理および予備処理	VI-7 7
3.5 S-5	METALNA, STROJBE-CRADNJA, KONSTRUKCIJE MONTAZA IN STRIŽBE, d. d.	VI-7 9
3.5.1	工場概要	VI-7 9
3.5.2	水使用合理化	VI-8 0
3.5.3	予備処理	VI-8 1
3.6 S-6	MERKATOR-SLOŠAD, d. d.	VI-8 3
3.6.1	工場概要	VI-8 3
3.6.2	水使用合理化	VI-8 4
3.6.3	予備処理	VI-8 5
3.7 S-7	INTES MLIN TESTENINE	VI-8 7
3.7.1	工場概要	VI-8 7
3.7.2	水使用合理化	VI-8 8
3.7.3	予備処理	VI-8 9
4.	第三次工場群	VI-9 0
4.1 A-1	TVI-Tovarna Vozil in toplotne tehnike-Boris Kidric-TIRNA VOZILA	VI-9 0
4.1.1	工場概要	VI-9 0
4.1.2	水使用合理化	VI-9 1
4.1.3	予備処理	VI-9 2
4.2 A-2	ELEKTRIKOMNA-SVETILA	VI-9 3
4.2.1	工場概要	VI-9 3
4.2.2	水使用合理化	VI-9 3
4.2.3	予備処理及び廃水処理	VI-9 4
4.3 A-3	PRIMAT-Tovarna kovinske opreme	VI-9 5
4.3.1	工場概要	VI-9 5
4.3.2	水使用合理化	VI-9 6
4.3.3	予備処理	VI-9 7
4.4 A-4	ELEKTRIKOMNA Elektromotorji	VI-9 9
4.4.1	工場概要	VI-9 9
4.4.2	水使用合理化	VI-9 9
4.4.3	予備処理及び廃水処理	VI-1 0 0
4.5 A-5	HENKEL ZLATCROG	VI-1 0 1
4.5.1	工場概要	VI-1 0 1



4.5.2	水使用合理化	VI-101
4.5.3	予備処理	VI-102
4.6 A-6	SWIY Tovarna umetnih brusov	VI-105
4.6.1	工場概要	VI-105
4.6.2	水使用合理化	VI-105
4.6.3	予備処理	VI-106
VII.	結言	VII-1

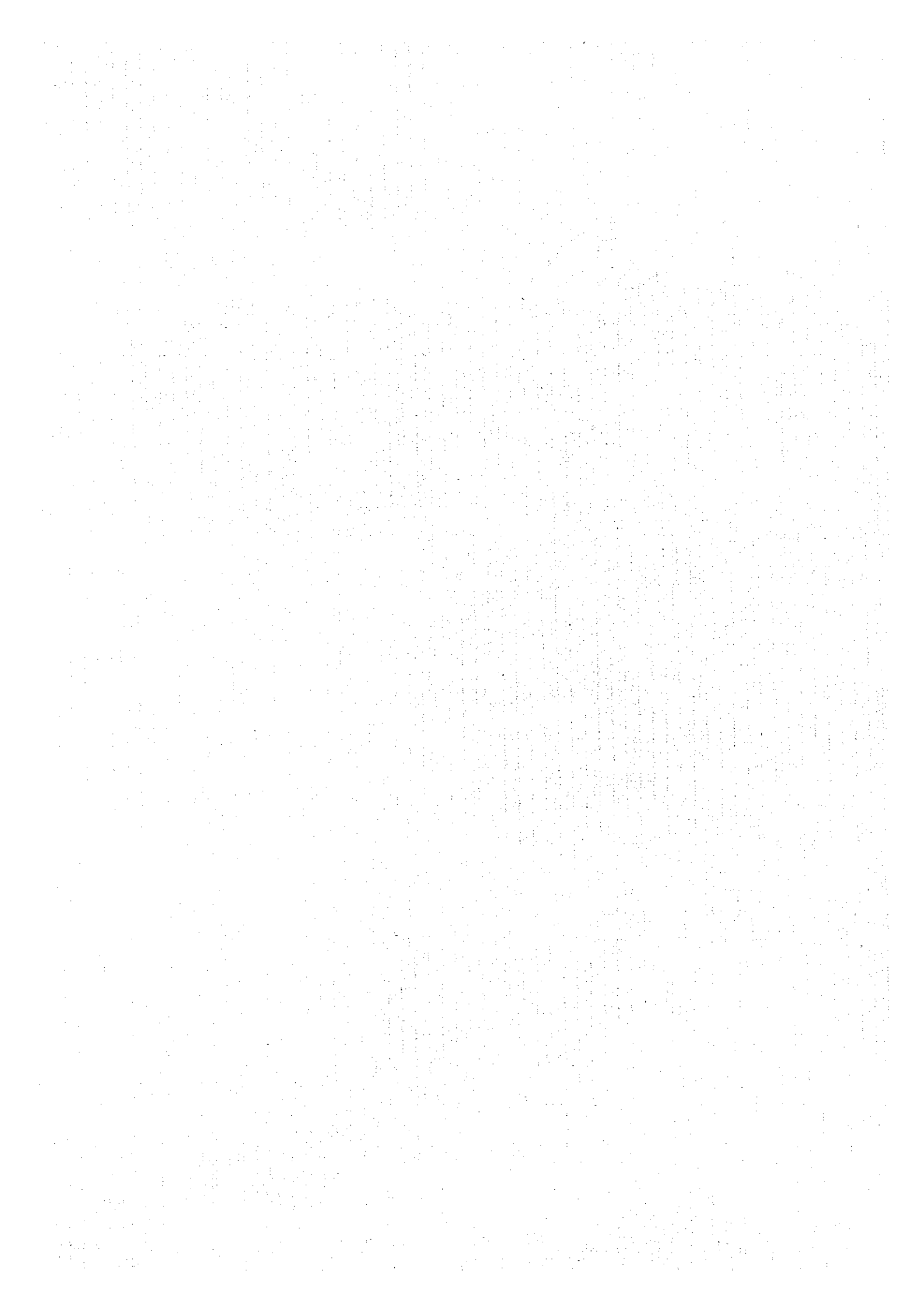


## 関連情報

1. 窒素・りん除去技術	1
2. 色度除去技術	19
3. 有害物質の処理技術	23
4. 有害物質および特に注意を要する化学物質	33
4.1 工場廃水の下水道に及ぼす影響	33
4.2 病院廃水および廃棄物	40
4.3 毒性試験	46
4.4 重金属	48
5. 日本の廃水処理システムの実施例	53
5.1 機械金属加工工業	53
5.2 繊維・染色工業	57
5.3 ビール製造業	60
5.4 食肉工場	64
6. 水使用合理化指針	67
7. 日本の環境行政の紹介	83
7.1 環境行政の推移	83
7.2 環境基準、工場排水基準などの規制	85
7.2.1 環境基準	85
7.2.2 排水基準	90
7.2.3 総量規制基準	91
7.3 地方自治体の役割と上乘せ基準等	92
7.4 地盤沈下の推移と対応策	93
7.5 各種の制度	98
7.5.1 公害防止管理者制度	98
7.5.2 公害防止設備設置に関する優遇措置	99
7.5.3 環境測定網に関する監視	101
7.5.4 環境影響評価制度	103
7.6 民間企業の環境管理体制	106
7.6.1 民間企業の環境管理体制	106
7.6.2 環境監査	107
8. 日本の下水処理場の紹介	109
8.1 和歌川下水処理場	109
8.2 鹿島臨海特定公共下水処理場	114
8.3 東京都府有明処理場	119



## I. 調査事業の目的



## 1. 調査事業の目的

マリポール市の主要産業分野における工場廃水処理の改善及び水使用合理化の促進のため標準的廃水処理及び水使用合理化システム計画を作成するとともに、それらシステムの普及の促進に向けて先方当局が取るべき施策について提言を行う。

## II. 調査区域の概要



## II. 調査区域の概要

本調査の目的を果たすため調査対象であるスロヴェニア国およびマリボル市の概要を知る必要がある。そこで国および市のレベルでの(1)自然および社会経済状況(2)ドラバ川流域における水の汚染状況および(3)水の需給状況を調査した。

自然条件はプラントの設計に必要であり、社会経済条件は本調査の背景を知り調査の途中で判断に誤りがないようにするためである。調査対象のマリボル市は、スロヴェニア国内でドラバ川に関係している都市の中で最大の工業都市であり、ドラバ川への大きな汚染源になっていると推察される。そこで次にドラバ川流域の汚染状況を調べ、マリボル市の環境問題に対する位置づけを明らかにする。最後に水、特に工業用水の需給を調査し、本調査の目的である工業廃水予備処理および工業用水合理化の必要性の理由(環境問題だけか、あるいは水不足を含むか)をはっきりさせ、調査の基本方針を立てるための参考資料とする。

### 1. 自然及び社会経済状況

#### 1.1 一般概要<sup>(1)</sup>

スロヴェニア共和国は1991年に独立を宣言した中部ヨーロッパの若い国である。同共和国は、アルプス山脈の南に位置し、イタリア、オーストリア及びクロアチアと接している。面積は20,256km<sup>2</sup>、人口は200万人弱である。

スロヴェニアの気候は、極めて多様である。狭い海岸地方は、准地中海気候で夏は著しく乾燥していて、冬は温暖である。東の方へ行くと気候は、徐々に大陸性のパノニア型に変わり、冬は寒く夏は暖かい(ムルスカ・ソボタの1月の平均気温は-2.7℃、7月は19.4℃で年間降雨量は800~1,200mm)。

スロヴェニアは、地理的にヨーロッパ市場に近いので、前ユーゴスラヴィアの崩壊以前から伝統的に先進国経済圏への輸出指向が強かった。現在、全輸出の約75%は西ヨーロッパ向けである。

スロヴェニアは、1991年の独立と同時に市場経済への移行及びヨーロッパ経済への統合へ乗り出した。ヨーロッパ連合のメンバーになる目的は、次の通りである。

- 1) 経済成長を加速させ、進んだ西ヨーロッパに追いつくこと。
- 2) スロヴェニア経済の競争力を高めること。
- 3) 環境及び民族的立場から見た経済成長の持続性を維持すること。

スロヴェニア銀行の資料によると、スロヴェニアの人口一人当たりのGDPは、1995年において9348米ドルに達しており、ヨーロッパでは、中進国といえる。

## 1.2 スロヴェニアの社会経済的状況<sup>(1)</sup>

経済発展のための重要な因子は人的資源、資本、技術及び企業家精神である。国家の役割は、この4つの要因の発展に好ましい影響を与えることにあるというのが、基本政策である。

### 1) 人的資源

1990年代の始め、スロヴェニアの出生率は、人口維持のレベルよりはるかに低いものであった。平均的家族は1～2人の子供を持つにすぎない。平均寿命は、男子69.5才、女子が77.4才であり、人口は長期的に減少傾向にある。出生率は減少し、すぐ改善される見込みも少ないので、21世紀の初頭に労働力の減少どころか不足が予想される。

### 2) 資本及び投資

スロヴェニア企業の固定資本は、旧式で価値が低下している。機構も不適當で、市場価値が低い。これは、過去10年間の投資が活発でなかった結果である。GDPに占める投資の割合は15～17%にすぎなかった。

今後、資本の再構成と技術の向上を目指して大幅に投資を増加すべきであると考えられている。

### 3) 技術開発

1980年代、スロヴェニアは、GDPの1.3%を研究開発に投資した。しかし、1990年代の始め、製造業の採算は悪化し、企業のわずか6%が研究開発部門を持ち、製造工程の改善に投資しているにすぎない。

1992年に特許庁を開設したが、1993年に登録された特許は倍増した(30件の国内特許と458件の国外からの特許)。

技術料の収支は技術貿易を示すが、スロヴェニアは赤字である。

### 4) 国内企業家精神の開発

企業家精神は、製造プロセスに革新をもたらすものであり、工業の発展には極めて重要である。企業家精神は、個人あるいはグループがビジネス・チャンスを見出すものとして定義される。国内の企業家を支えるには、シード及びベンチャー資本が必要であるが、スロヴェニアのように小さい国では、絶対量が限られる。そこで、次の2つの方法で企業の発展を促進している。

- (a) 急速に企業を育成するための好ましい環境の整備、良質の教育、通信手段及び住宅の供給
- (b) 企業家精神を開発し、ビジネス・チャンスの情報を供給するための計画の援助

### 1.3 マリボル市<sup>(2)</sup>

マリボル市は、スロヴェニアで二番目に大きい都市であり、1994年の人口は152,326人であった。市の面積は357km<sup>2</sup>で海拔265mである。ドラバ川が市を北部の旧市街と南部の新開発地域に二分している。

マリボル市の気候は比較的温和であるが、冬はいくらか寒い。そこで廃水処理プラントの建設に際し凍結防止を考える必要がある。すなわち、プラントの一部は屋内に入れなければならない。

人口の年齢分布は、40~49才の所に最大値がある。最近、人口は減少傾向にあり、1988年の最大人口、157,078人より1994年は152,326人に減っている。

Table 1. 1 は1984年及び1994年の雇用構造を示す。

全体として、この期間に公共分野が 14.9%から 25.8%に増加している。経済分野では、工業が減少傾向ではあるが最大の比率を占めており、一方サービス業は1984年から1994年の間に5.6%~6.5%に増加している。公共分野では、すべての部門で急激に増加している。

**Table 1-1 Structure of Employment**

Activity	Employees in 1984		Employees in 1994		Index
		%		% 1994/1984	
<b>TOTAL ECONOMIC SECTOR</b>	<b>72,512</b>	<b>85.1</b>	<b>41,116</b>	<b>74.2</b>	<b>56.7</b>
Industry	35,080	41.2	18,927	34.2	54.0
Agriculture, fish farming	740	0.9	418	0.8	56.5
Forestry	342	0.4	68	0.1	19.9
Water commercial	0	0.0	58	0.1	0.0
Construction	10,383	12.0	4,602	8.3	44.3
Transport, communications	4,609	5.4	2,982	5.4	64.7
Trade	8,865	10.4	6,035	10.9	68.1
Catering, tourism	2,181	2.6	1,153	2.1	52.9
Craft, services	4,080	4.8	2,185	3.9	53.6
Residential, public utility services	1,429	1.7	1,103	2.0	77.2
Financial, technical, business services	4,803	5.6	3,585	6.5	74.6
<b>TOTAL PUBLIC SECTOR</b>	<b>12,699</b>	<b>14.9</b>	<b>14,301</b>	<b>25.8</b>	<b>112.6</b>
Education, science and culture	4,553	5.3	5,085	9.2	111.7
Health care, social protection	5,818	6.8	6,076	11.0	104.4
Others	2,328	2.7	3,140	5.7	134.9
<b>TOTAL</b>	<b>85,211</b>	<b>100.0</b>	<b>55,417</b>	<b>100.0</b>	<b>65.0</b>

これらの事実は、将来とも製造業が雇用に関して重要ではあるが、長期的には雇用構造が第2次産業から第3次産業へ移行してゆくことを示している。

マリボール市は、鉄鋼及び非鉄金属を輸入し、金属製品、機械類、非鉄金属製品、輸送機械を輸出している。また、基礎化学製品を輸入して、紡績糸、織物、絹物、繊維製品を輸出している。木工製品も競争力のある分野である。化学製品の加工では、輸出の8.1%と輸入の10.1%がほぼバランスしている。要するにマリボール市は、現在原料を輸入し、加工して販売する工業都市である。

## 2. ドラバ川地域における汚染状況<sup>(3)</sup>

地下水及び泉水は、スロヴェニアの主な水源であり、汚染及び過度の使用から守らなければならない。この自然資源の過度あるいは不適切な使用を抑制するために、数多くの手段が取られている。これらの基礎となるのが水量及び質に関するデータである。環境計画省は、水質のモニタリング事業をスロヴェニア共和国水文気象研究所に委託している。モニタリングは、河川、地下水、泉、湖及び海に及んでいる。

### 2.1 地下水と泉

地下水及び泉について以前から言われていたことが、1994年にも当てはまる。ドラブスコ地区を含め全地区が硝酸塩及び殺虫剤で汚染されており、スロヴェニアの地下水が農業によって脅かされていると言える。1994年に分析した泉の水質は良好であった。しかし、1993年の7つの採取点での土砂沈殿物は、後背地からの汚染を示していたので、突然重金属、PCB、環状芳香族炭化水素などによる水質の劣化が起こるかもしれない。

## 2.2 表流水

表流水の水質を評価するスロヴェニアの規制は準備中であり、旧式で不十分なユーゴスラヴィアの規制が1994年現在有効である。その規制では、表流水を利用法により、次の4等級に分類している。

第1級 : 自然の状態あるいは消毒で飲料水、食品工業及び高級魚(Salmonidae)類を繁殖させることができる水

第2級 : 自然の状態で水浴、スポーツ、他の魚類(Ciprimidae)を繁殖させることができるか通常の処理(凝集、ろ過及び消毒)で飲料水あるいは食品工業に使用可能な水

第3級 : かんがいに使用可能か通常の処理で食品工業を除く工業に使用可能な水

第4級 : 適当な処理により任意の目的に使用可能な水

個々の試料の水質及び試料採取点の評価を1994年の分析結果に基づいてまとめ、ドラバ川の採取点の評価を行ったところ、ほとんどの地点で水質は第2～3級となった。

1989年以降の表流水の水質を比較すると、ドラバ川は、やや改善されている。ドラバ川の採取点の中で最も高い汚染値は、8月に観測された。1994年の最も高いCODは、ボール、プトイで見られた。上流のブレズノでは、BODがCODに比べて低い。マリボリスキ・オトクから下流のドラバ川の汚染は川の流れに沿って高くなり、マリボールの下流のボールで最高値に達する。ここではCOD, BODともに高いが、これは容易に分解されやすい有機物が大量に存在するからである。この有機物の多量の存在は、汚染の外に水力発電用運河に水を流すため、ドラバ川の古い河床に流れる水量が減少しているからでもある。酸素の過飽和がデュープレック・オルモズの試料採取点すべてで見られたが、これはマリボールの廃水中の栄養物の流入による過剰な藻類の繁殖が原因である。同様なことが窒素についても言える。窒素はマリボールの下流のボールで最も高い。

ドラバ川全体で、全フェノールと鉛油は相変わらず存在している。フェノールの濃度の最高値(0.011mg/L)は1994年2月マリボリスキ・オトクで観測された。鉛油の最高値(0.013mg/L)は、1994年2月マリボリスキ・オトク

およびドラボグラードで観測された。

ドラバ川はフェノール、芳香族化合物、PCBおよび殺虫剤でひどく汚染されているわけではない。1994年におけるドラバ川の環状芳香族炭化水素(PAH)の分析値は、採用した分析法の検出限界に近い値であった。過去3年間のPAHの濃度はオルモズでは最も急速に低下し、1994年には常に検出限界以下であった。1990年までオルモズで見られた毒性の高いPAHが低下したことは重要である。

ドラバ川の微生物汚染は、マリボールの下流の極度に汚染されたストラズンスキ運河の流入で急速に悪化する。ドラバ川全体で見ると、ドブレックスにおける微生物汚染が最高に観察される。ふん尿を源とする微生物がすべての採取点で存在した。

ストラズンスキ運河は、マリボールの廃水の大部分を運び、過度に汚染された水路、すなわち第4級に分類されている。

1994年の化学的、微生物学的分析結果は、ドラバ川の個々の試料採取点及び地域の水質を示している。一般にスロヴェニアにおける汚染の減少傾向は続いている。いくつかの川では金属及び有機物が徐々に減少していることが明確になった。この改善は、一部は工業生産の減少による廃水の減少、一部は汚染修復を実施したためであろう。しかし、まだ最悪の第4級に分類されている水路もいくつか存在する。また、ドラバーマリボルスキ・オトクを含め水道に使用され、地下に浸透している水路5ヶ所で不適当な水質が見出されている。

### 3. 用水の供給及び使用状況

#### 3.1 国レベル<sup>(4)</sup>

スロヴェニアは森の国である。国土の半分以上が森林でヨーロッパの平均値33%を上回っている。また、多くの放牧地、牧草地および畑地がある。

ドナウ川の支流がその間を流れている。年間降雨量は、800~1,600mmに達し、農業に淡水を供給している。スロヴェニアは、天然水が豊富である。

最近の公共水道の水源は、地下水と泉である。



**Table 3-1 Water Supplied from Public Water Supply**  
(Annual Values in 1,000 m<sup>3</sup> Unit)

Use	1980	1985	1990	1991	1992
Household	60,065	75,655	86,217	85,378	80,326
Activities	99,927	83,002	78,834	76,686	66,016
Other water supply systems		8,568	16,304	15,420	6,266
Loss within waterworks network	71,486	77,466	79,789	79,187	106,689
<b>Total</b>	<b>159,992</b>	<b>167,225</b>	<b>182,355</b>	<b>177,484</b>	<b>152,608</b>

Table 3.1には、公共水道の使用状況を示す。

スロヴェニアの製造業の主な水源は、地下水、表流水及び水道である。

しかし、時として泉もかなりの量を供給しており、スロヴェニアが水資源が豊かであることを示している。我々の調査した限りでは、水不足が製造業の障害になる兆候は見られなかった。問題は表流水の汚染であり、ほとんどの川の水質がすでに2～3級であり、時には4級である。

### 3.2 マリボール市レベル<sup>(5)</sup>

マリボール市の水道の水源は、すべて地下水である。

Table 3.2 は、1985～1994年の状況を示す。

**Table 3-2 Water Supply System of Maribor**  
(Annual Values in 1,000m<sup>3</sup> Unit)

Year	Pumping-up	Sale	Industry	Household	Loss
1985	18,426	13,768	7,291	6,576	4,190
1986	17,742	13,845	7,600	6,244	3,897
1987	18,907	14,675	6,282	8,393	4,231
1988	18,677	13,743	5,321	8,421	4,871
1989	18,632	14,491	5,894	8,597	3,736
1990	18,941	14,140	5,304	8,835	4,798
1991	18,339	13,070	4,422	8,648	5,267
1992	18,631	12,966	4,190	8,776	5,666
1993	19,473	13,394	4,257	9,137	6,080
1994	19,027	13,015	3,773	9,247	6,014

一方、1人1日当たりの生活用水の消費量は、1985～1994年の人口統計から得られ、Table 3.3 に示されている。

**Table 3-3 Water Consumption for Household Use**  
(liters/person, day)

Year	Population	Household Consumption
1985	155,634	116
1986	155,933	110
1987	156,703	147
1988	157,078	147
1989	156,200	151
1990	156,399	155
1991	156,438	151
1992	155,318	155
1993	152,506	164
1994	152,326	166

この表によると、消費量は経済状態のいかんにかかわらず着実に増加している。これは世界的傾向であり、生活用水のために水道設備を徐々に拡大する基礎となっている。マリポール市の1985年より1994年間の平均増加率は、4.84%となっている。

日本の場合、<sup>(6)</sup>高度成長期の1965年に1人1日当たりの生活用水の消費は、169L/日であり、増加率は4.7%であった。しかし、1975年以降、増加率は1.2%となり、1993年における消費量は335L/日であった。

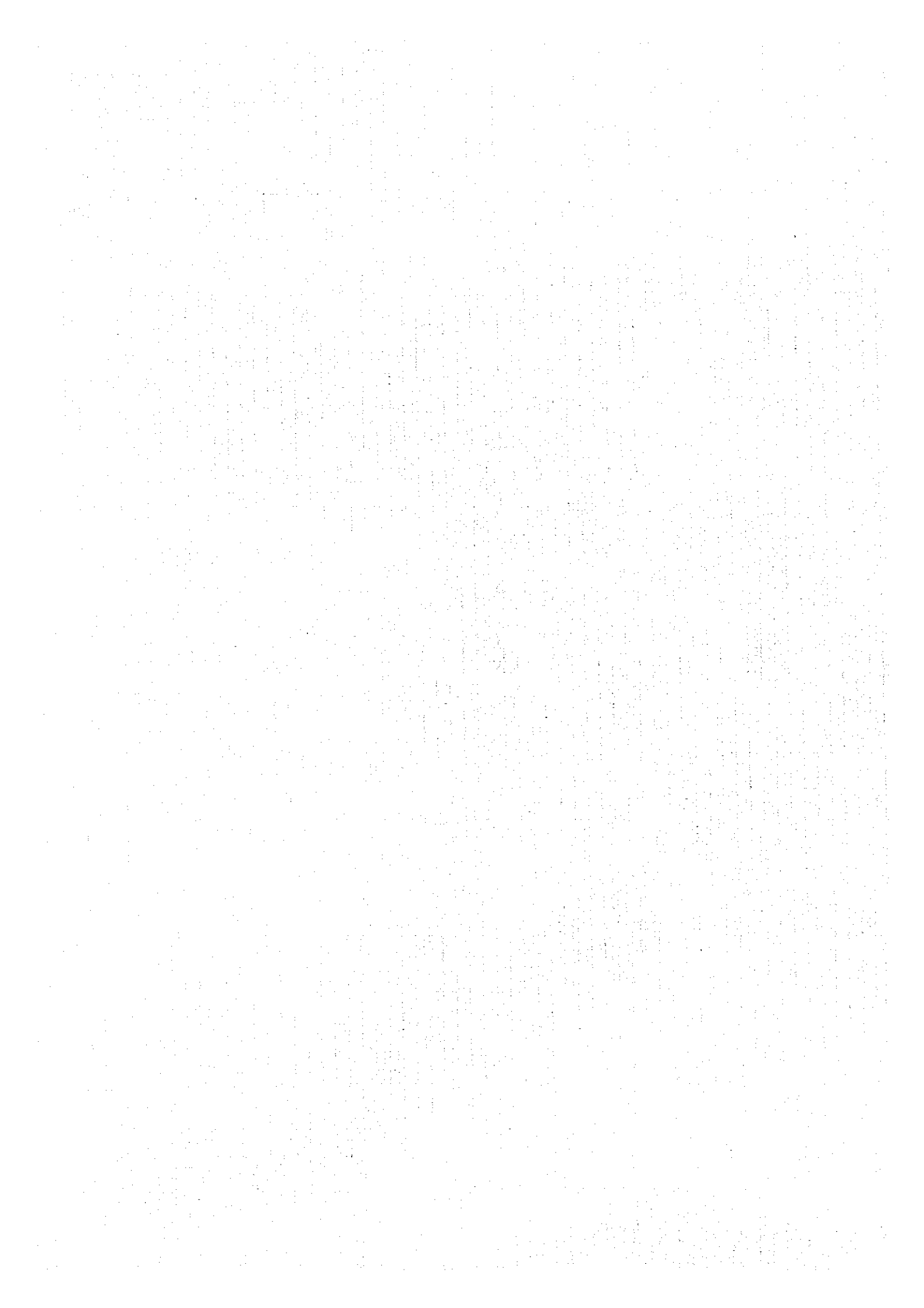
もしマリポール市の1995～2000年の増加率が、4.8、4.6、4.4、4.2、4.0及び3.8%とすると、2000年に水の消費量は1人1日当たり214Lになる。ある推定によると、2000年における生活用水の年内消費量は11,000,000m<sup>3</sup>になるという<sup>(5)</sup>。もし、これが本当とすれば、マリポール市の人口は140,827人ということになる。2000年の人口予測はできないが、これらの数字は、例え、人口の減少があっても水道設備は拡張する必要があることを示している。

マリポール市の水道に対する工業用水の需要は、1985年の7,291,000m<sup>3</sup>から1995年の3,213,000m<sup>3</sup>に減少している。

引用文献

- II-1. (1) J. Potecnik, M. Senjur, F. Stibler "Approaching Europe"  
Insitute of Macro-economic Analysis and Developement (1995)  
(2) "Maribor in Numbers" Municipality of Maribor (1995)
- II-2. (3) "Water Quality in Slovenia, Year 1994"  
Hydrometeorological Institute of Slovenia,  
Ministry of the Environmental and Physical Planning (1994)
- II-3. (4) "Statistical Yearbook 1994"  
Statistical Office of the Republic of Slovenia (1994)
- II-3. 2 (5) "Data from Maribor" Municipality of Maribor (1996)  
(6) "日本の水資源" 国土庁 (1996)

### III. 環境行政



### III. 環境行政

#### 概要

##### ・スロヴェニア共和国の環境行政組織

スロヴェニア共和国の環境行政をつかさどる環境計画省 (MEPP) には 3 人の次官がおり、1 人が環境担当である。また、環境に関する基本方針や政策を立案・決定する中心部門として、Environmental Legislation Department がある。

##### ・国家環境行動計画 (NEAP) の策定

政府は 1997 年初頭に国家環境行動計画 (NEAP) を策定する予定であるが、これによって、スロヴェニアは環境対策に優先順位をつけ、技術的支援と投資プログラムの大枠を定める。

##### ・環境監視体制

欧州連合加盟準備戦略の一環として、環境監視および実施体制を強化することが求められている。1996 年 1 月の政府再編成法により MEPP 内に環境総合監視機関と 9 つの地域センターが設立されたが、財政上の制約により、人材、設備、技術面において満足できる状態ではない。

##### ・環境保護に関する法律

スロヴェニアの環境関連法を欧州連合のレベルに近づけることが重要な課題である。スロヴェニアの環境保護の枠組みは 1991 年の憲法と 1993 年の環境保護法に示されている。法律の目的を達成するために多くの関連法が制定されている。

##### ・水質規制

1996 年 6 月 12 日に発布された排水の排出基準は、河川など公共水域と下水道に排出される水質の最大許容値を規定しており、前者は非常に厳しく、後者はかなり緩くなっている。

##### ・財政措置

環境保護投資に低利で資金を貸付けることを目的とした財政機関として 1993 年にエコファンドが設立された。この資金は国家予算より充てられるが、環境関連収入とは直接関連していない。

##### ・マリボル市の環境行政

マリボル市は、地下水を主要飲料水源として保護し、ドラバ川の環境保全のため、都市生活排水および産業廃水の管理改善を最優先環境課題に指定し取り組んでいる。

## 1. 行政組織とその役割

### 1.1 国家的背景

スロヴェニアは、1991年にユーゴスラビア連邦から独立した比較的若い国である。独立前は、65のコミューンと地方行政府がかなりの権限を持った強力な地方分権国家であった。この状況は当時の環境保護・管理行政にも当てはまり、環境規制の施行状況が地域毎に異なるという不都合な結果となった。さらに、スロヴェニアには中央政権が存在しなかったため、1991年に独立しても国全体を効果的に運営する公的機関の仕組みは、ほとんど存在しなかった。

このような状況下で、スロヴェニアは民主主義国家として登場し、環境行政を担う機関としてスロヴェニア環境計画省（MEPP）が設立された。

### 1.2 スロヴェニア共和国の環境行政組織

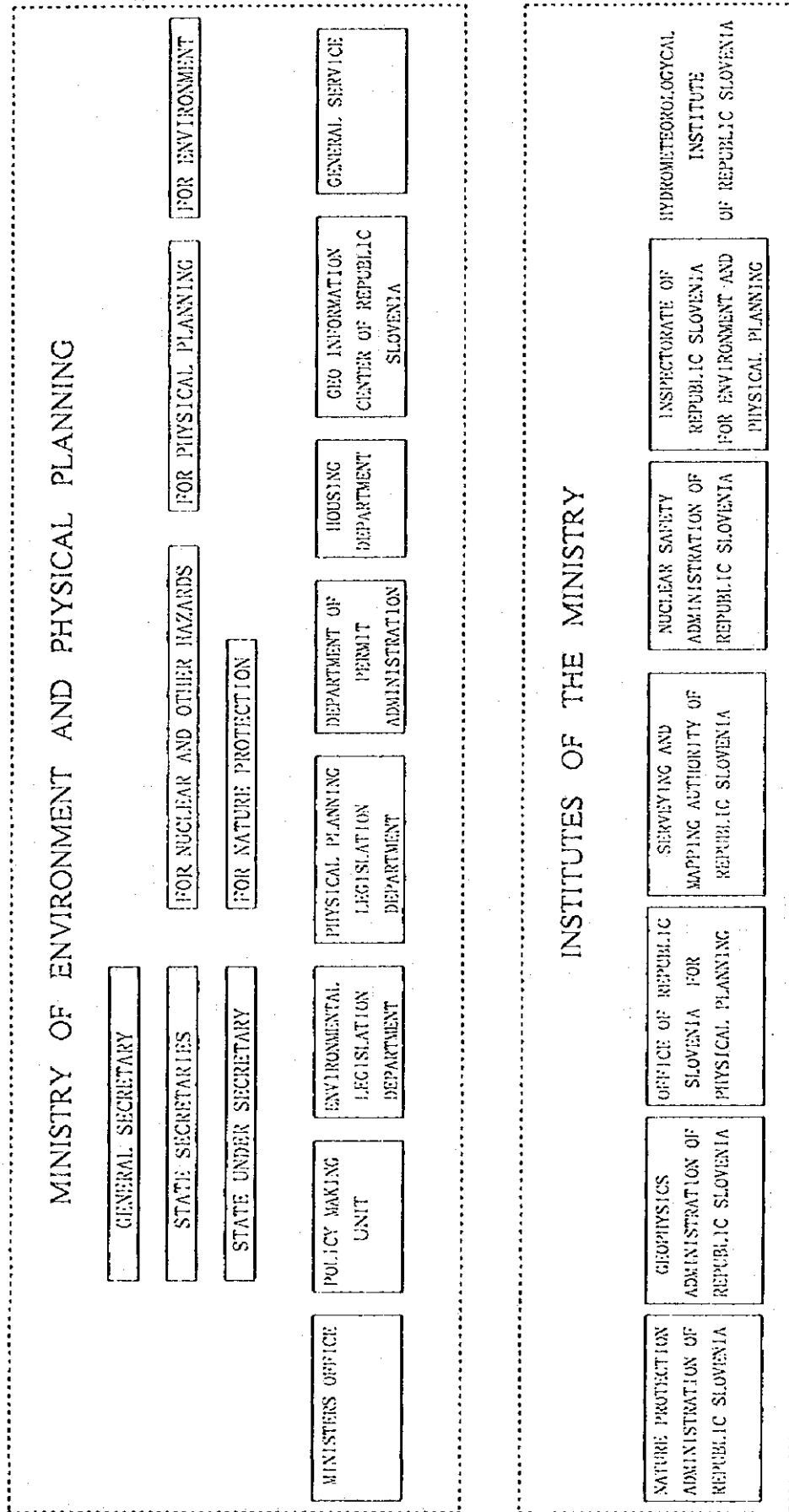
スロヴェニア共和国の環境行政をつかさどる環境計画省（MEPP）の組織を Fig. 1.1 に示す。この図に示されているように、3人の次官のうち1人が環境担当である。また環境に関する基本方針や政策を立案・決定する中心部門として、Environmental Legislation Department がある。

#### (1) 国家環境行動計画（NEAP）

1995年に政府によって改訂された環境状況レポートが、国家環境行動計画（NEAP）策定の基礎データとして使われている。政府は1997年初頭に NEAP を策定する予定であるが、これによって、スロヴェニアの環境問題が明らかになり、優先順位が付けられる。また、これは技術的支援と投資プログラムの大枠を明らかにする。



Fig. 1.1 スロヴェニア共和国の環境行政組織



## (2) 環境監視機関

環境監視および実施体制を強化することが、スロヴェニアの環境関連法を欧州連合のそれに近づけることと並行して行わなければならない。それによってスロヴェニアの環境関連法を実質、形式両面で欧州連合の法律と確実に一致させることができる。

又、欧州連合加盟準備戦略の一環として環境監視機関の機能の強化が必要とされている。1994年までは監視業務は分散され、MEPP(水)、保健省(大気と廃棄物)、農業省(森林)、文化省(自然保護)の4省の指導の下に自治体が監視業務を行っていた。1996年1月の政府再編成法によりMEPP内に環境総合監視機関と9つの地域センターが設立され、この状況は改善された。しかし、この監視機関は人材、設備、技術面において満足できる状態ではない。この状況は財政上の制約により、業務遂行に必要な監視員279人に対して1995年末で40%しか採用されていない事実からも明らかであり、また早い時期に劇的に改善される見込みもない。

NEAPは、環境監視の効率化と現在の監視員の能力向上のため、次のような組織強化プログラムを実施する見込みである。

- ・組織の合理化および監視員の決定権拡大を含む効率化のための運営手続きの簡素化
- ・国家および欧州連合の条件に合わせた総合監視プログラムの実施
- ・監視情報ネットワークの改善—データ収集・転送、ハードウェア、ソフトウェアの改善
- ・監視機関のスタッフに対する欧州連合の機能と実践方法の教育

## 2. 環境保護に関する法律

スロヴェニアの環境保護の枠組みは1991年の憲法と1993年の環境保護法（EPA）に示されている。EPAは環境保護原則とその実施に関する枠組みを定めた法律である。しかし、この法律に実効性を与えて、法律の目的を達成するためには、それを可能にする関連法の制定が必要である。この法律には、「汚染者による公害防止費用負担原則」に基づいて環境法を施行するための主要な経済措置が定められている。現在制定されている水質に関する法律、条例、命令および規則を以下に示す。

- ① 環境保護法（OG 1/96）
  - ② 環境影響評価が必要なプロジェクトに関する条例（OG 66/96）
  - ③ 行政法（OG 67/94）
  - ④ 省庁組織法（OG 71/93）
  - ⑤ 水質法（OG 38/81, 29/86, 15/91）
  - ⑥ 水汚染税に関する政令（OG 42/95, 44/95）
  - ⑦ 水戻し規制（OG 42/95）
  - ⑧ 1995年度の水質汚濁単位に対する価格決定命令（OG 45/95）
  - ⑨ 汚濁発生源から出る廃水に含まれる物質および熱の排出規制（OG 35/96）
  - ⑩ 金属工業の汚濁発生源から出る廃水に含まれる物質の排出規制（OG 35/96）
  - ⑪ 生活排水処理プラントから出る排水に含まれる物質の排出規制（OG 35/96）
  - ⑫ 織物産業の汚濁発生源から出る廃水に含まれる物質の排出規制（OG 35/95）
  - ⑬ 皮なめし業および毛皮産業の汚濁発生源から出る廃水に含まれる物質の排出規制（OG 35/96）
  - ⑭ 排水の測定および監視に対する規制（OG 35/96）
  - ⑮ 地方の水質管理サービス運営方式についての命令（OG 57/96）
- （OGとはスロヴェニア共和国の官報である。）

また、環境保護法の構成および主な項目は以下のとおりである。

- ① 第1章 基本事項：目的、定義など
- ② 第2章 自然保護

- ③ 第 3 章 環境保護分野規制：規制基準、規制対象とする活動の種類、  
          エコラベル
- ④ 第 4 章 環境保護対策
- ⑤ 第 5 章 環境保護研究、計画：国の実施する研究・開発、策定すべき環境計  
          画、計画に盛り込むべき項目、地方自治体の計画
- ⑥ 第 6 章 活動および環境回復：環境影響評価、環境影響評価項目、許可、住  
          民の関与、環境回復計画
- ⑦ 第 7 章 環境モニタリングおよび環境情報システム：国および地方自治体の  
          責務
- ⑧ 第 8 章 環境保護のための財政措置：補償、課徴金、国の行う財政措置、基  
          金、基金の組織、財源
- ⑨ 第 9 章 環境保護の協議会
- ⑩ 第10章 公共の団体の責務
- ⑪ 第11章 経済団体における協力組織
- ⑫ 第12章 罰則
- ⑬ 第13章 経過措置

MEPP は、新しい環境関連法の制定の準備を始めている。大気中への排出規制はすでに改正され、廃棄物管理に関する総合法は目下準備中である。廃棄物管理にかかわる戦略および政策は変更され、従来廃棄物を投棄すればよいという解決方法から廃棄物の排出規制に対する取り組みに力点が移ってきている。また、新規規制の対象分野の多くは自然保護に関するもので、種と生息地の保護に力点が置かれ、欧州生態学ネットワークに参加している。

### 3. 工業排水基準

排水の排出基準は 1996 年 6 月 12 日に正式に発布された。内容は、スロヴェニア国内で 1 年以上にわたって検討された。

この排出基準は、河川など公共水域と下水道に排出される水質の最大許容値を規定しており、前者は非常に厳しく、後者はかなり緩くなっている (Table 3.1 参照)。特に規定がない限り全部の項目が適用される。また、繊維産業、9 種類の金

属処理工業など特定の業種に対しては特別の基準値が定められている。これらの基準値は後述の産業別対策において示す。

なお、スロヴェニア環境保護章と JICA との合意により、今回の検討は、この排出基準に沿って実施する。

Table 3.1 工場排水基準値

項 目		単 位	河 川	下 水
1	温度	℃	30	40
2	pH	-	6.5~9.0	6.5~9.5
3	SS	mg/l	80	(a)
4	SV <sub>30</sub>	ml/l	0.5	1.0
5	SAK (色度)			
	436 nm	m <sup>-1</sup>	7.0	
	525 nm	m <sup>-1</sup>	5.0	(b)
	620 nm	m <sup>-1</sup>	3.0	
6	毒性試験 (SD)	mg/l	3	-
7	生分解性	%	-	(c)
8	B	mg/l	1.0	10.0
9	A <sub>l</sub>	mg/l	3.0	(d)
10	A <sub>s</sub>	mg/l	0.1	0.1
11	Cu	mg/l	0.5	0.5
12	Ba	mg/l	5.0	5.0
13	Zn	mg/l	2.0	2.0
14	Cd	mg/l	0.1	0.1
15	Co	mg/l	1.0	1.0
16	Sn	mg/l	2.0	2.0
17	T-Cr	mg/l	0.5	0.5
18	Cr <sub>6+</sub>	mg/l	0.1	0.1
19	Ni	mg/l	0.5	0.5
20	Ag	mg/l	0.1	0.1
21	Pb	mg/l	0.5	0.5
22	Fe	mg/l	2.0	(d)
23	Hg	mg/l	0.01	0.01
24	C <sub>l</sub> : (遊離塩素)	mg/l	0.2	0.5
25	C <sub>l</sub> : (全有効塩素)	mg/l	0.5	1.0
26	N-NH <sub>3</sub>	mg/l	1.0	(e)
27	N-NO <sub>2</sub>	mg/l	1.0	1.0
28	N-NO <sub>3</sub>	mg/l	(f)	-
29	T-CN	mg/l	0.5	1.0
30	遊離CN	mg/l	0.1	0.1
31	F	mg/l	1.0	2.0
32	C <sub>l</sub> <sup>-</sup>	mg/l	(g)	-
33	T-P	mg/l	2.0 (1.0 (h))	-
34	SO <sub>4</sub>	mg/l	(f)	300
35	S	mg/l	0.1	1.0
36	SO <sub>3</sub>	mg/l	1.0	1.0
37	TOC	mg/l	30	-
38	COD <sub>Cr</sub>	mg/l	120	-
39	BOD <sub>5</sub>	mg/l	25	-
40	全油分	mg/l	20	100
41	THC	mg/l	10	20
42	芳香族系有機塩素	mg/l	0.1	1.0
43	吸着性有機塩素	mg/l	0.5	0.5
44	揮発性有機塩素	mg/l	0.1	0.1
45	水溶性有機塩素	mg/l	(k)	(l)
46	フエノール	mg/l	0.1	1.0
47	界面活性剤	mg/l	1.0	-

注：(a)~(l)は運用する場合の注であり、ここでは省略した。

#### 4. 環境モニタリング

環境保護法 67 条の規定によると、スロヴェニア共和国の環境モニタリングは以下の 3 つに大別される。

①自然現象のモニタリング

②Imission (環境汚染) のモニタリング: 土壌、水質、大気、植物群、動物群

③Emission (排出状況) のモニタリング: 土壌、水質、大気に排出される物質

国の分担するモニタリングは上記①、②であり、地方自治体は上記③と必要に応じて②を行うこととなっている。発生源者は個々の発生源のモニタリングと必要に応じて排出によるイミッションレベルのモニタリングを行うことが環境保護法に規定されている。因みに、スロヴェニアの 1993 年版水質年報によれば、Hydrometeorological Institute が行った、河川水および地下水などの公共用水域について行ったモニタリング件数は、3,857 件に達している。また、水源における水質のモニタリングは EU のガイドラインに沿って従来から実施されている。表流水については 4 段階の水質等級が 1993 年の Hydrometeorological Institute のレポートで使用されている。

#### 5. 財政措置

##### (1) エコファンド

現在のエコファンドは、環境保護投資に低利で資金を貸付けることを目的とした財政機関として 1993 年に設立された。この機関は、1994 年末の開設以来、専門家スタッフの任命や多岐にわたる運営準備の開始など、資産的基盤の形成に主に力を注いできた。

1990 年の旧環境保護ファンドと比べて、現在のエコファンドには資金源や資金使用方法などに大きな違いがいくつかみられる。

スロヴェニアの環境部門における現在の経済措置は 1976 年に導入された廃水排出料と飲料水使用料の二種類のみである。これらの料金から上がる歳入の用途は環境目的に指定されている訳ではなく、国家予算に組み込まれる (1993 年の

MECU 6.4)。エコファンドは、国家予算から資金を受け取るが、この資金は環境関連収入とは直接関係しない。

またエコファンドとは別に、公共および産業部門に環境設備投資のための助成金（実際はほんの少額である）が国家予算から支給される。要するに、環境部門における現在の財務サイクルでは「汚染者による公害防止費用負担原則」が明確になっていない。しかし、ソフィア会議（1995年）でスロヴェニア政府代表は時間的制限はつけなかったものの、「汚染者による公害防止費用負担原則」は可能な限り実行すると積極的に述べた。

## （2）水資源管理に係る経済措置

現在水資源管理における経済措置は、以下に示す2種類がある。

- ・ 水負荷税（官報 RS No. 41/95）
- ・ 水使用料（官報 RS No. 41/95 および官報 RS No. 8/96の法令の変更）

環境保護の経済措置として水負荷税法が導入されたのは、環境保護と水質保全の分野で出来るだけ「汚染者による公害防止費用負担原則」を取り入れるためである。

水負荷税法では、廃水を産業、地域社会、大気のカテゴリーに分け、納税義務者を規定している。納税方法により、水質汚濁者は直接納税者と間接納税者の2グループに分けられる。直接納税者は、国が決定した産業廃水税を直接国庫に納める。間接納税者は廃水および下水浄化のため、地域社会廃水および大気汚染物質による水負荷税を公企業を通して納める。公企業は税額を計算、徴収し、国庫に納める。

水負荷税法は水質汚濁を発生源において防止するため、発生源者が環境対策に投資（廃水浄化施設、新技術開発）する場合に、水負荷税として徴収した税を資金として融資する奨励制度を設けている。

産業界が新しい水負荷税法に段階的に適応出来るよう、産業廃水税納付者は1995年9月1日からCOD（化学的酸素要求量）税を納付しており、1997年1月1日からは重金属による水負荷税の納付が始まる。2000年1月1日からは有機



塩素化合物による水負荷税、2003年1月1日からは磷と窒素による水負荷税を納付することになっている。

なお、廃水排出量が許容量を超えた場合には罰金が課せられる。環境監視員は水質汚濁者に排出量削減対策を講じるよう命じ、対策を講じない場合には罰金を課すことができる。水質汚濁者は排水の質には関係なく、量に応じて水負荷税を納付する。公害や排水による水質汚濁が進行するにつれ、税徴収額も増大している。

## 6. 環境行政上の課題

### (1) 制度の強化

環境保護制度を強化するためのマスタープランは、1993年の10月に作成され、MEPPとエコファンドの組織と体制を強化するための青写真として使われている。しかし、このような組織的変更だけでは不十分で、MEPP、環境監視機関およびエコファンドは、運営の効率化と機能強化を必要としている。

### (2) 法制度の調整

第一段階での主な目的は、環境上の課題をできるだけ早く解決することと欧州連合の法律など他の基本法に近づけることである。このような法制度の調整はすべての部門に影響を及ぼす。従って、今後以下の点に力を入れる必要がある。

- ・ NEAP が優先項目として指定した水、廃棄物および生物多様性等に関する分野別立法と措置／施行計画の推進
- ・ 点検と実施のメカニズムの推進
- ・ NEAP の達成を容易にするとともに必要な投資促進のための財政的経済的措置の導入。これには確実な政策実現のために必要な奨励金、課徴金のメカニズム（汚染者による公害防止費用負担原則）およびエコファンド等の施策を実行するために必要な財政メカニズムの構築の推進も含まれる。

### (3) 金融、経済措置

NEAP の目的達成のためには法制度の確立、財政基盤整備が必要である。しかし

財源は限られているのでその推進には大きな制約がある。従って、国の予算の配分を裏付ける効果的財政計画を立案し、NEAPの趣旨が確実に持続されるようにすることが急務である。これには民間企業が「汚染者による公害防止費用負担原則」に基づいて環境対策を進めることができるように、経済的インセンティブ・抑制手段（罰金、料料、税額控除）の導入、さらに財政的に続行不能なプロジェクトにたいしても優遇措置を講ずる財政投資計画等も含まれる。しかし一方、これらを推進する上で必要なことは、関連機関との協力をより緊密なものにすることである。

#### (4) 国民の参加

NEAPの目的を達成するためには、国民と企業が計画と実施に参加・協力することが不可欠である。そのため、全て関係団体を集め、NEAPの目的を説明し普及させるといった努力を続ける必要がある。

## 7. マリボール市の環境行政

### 7.1 水質環境行政の概要

マリボール市はもともと高度に発達した繊維、化学、木材加工、金属、食品加工、自動車製造産業の中心であったが、この10年間は企業の厳しいリストラクチャリングのため、不況が目立ち、3,000人以上の従業員を抱えていた大企業さえ不況や崩壊にあえいだ。その結果、およそ14,000人の失業者がおり、たとえ就業していても労働条件は良くない。従って、環境プロジェクトへの投資には限界がある。しかし、マリボールの困難な経済的社会的状況のなか、人にやさしい、より良い環境を作る努力が行われている。

マリボール市は、地下水を主要飲料水源として保護し、ドラバ川を清潔に維持するため、都市生活排水および産業廃水の管理改善を最優先環境課題に指定した。これらの活動は次の3つの中心的プロジェクトに基づいて実施されている。

#### (1) 下水配管の拡張と改善

現在下水配管の70%はすでに建設されているが、部分的に接続されていない箇所もあるうえ、25箇所以上でドラバ川に直接排出されている。マリボール地域の75%が飲料水保護地区であるだけに、このプロジェクトは重要である。

#### (2) 産業廃水前処理技術と産業用水の合理的使用

中央廃水処理施設(WWTP)プロジェクトにおいては産業排水の質と量が重要であり、将来導入される処理方法と技術はこれを考慮して導入されなければならない。

#### (3) 中央処理場の建設及び運営

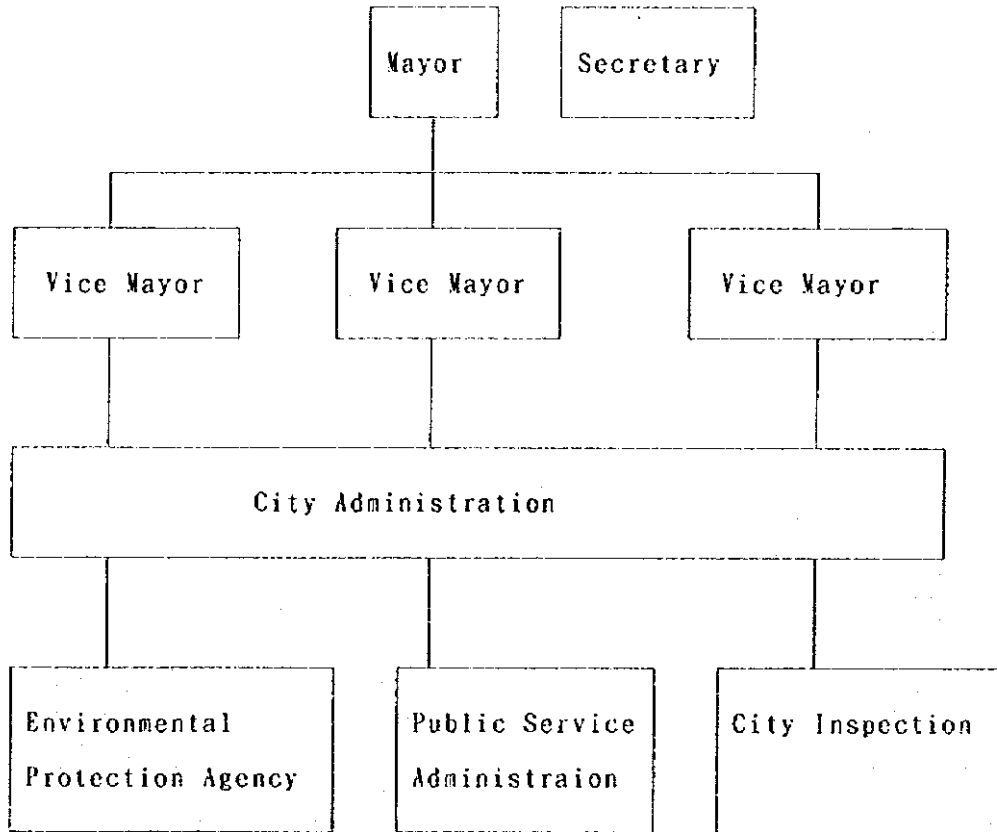
地下水とスロヴェニアからオーストリア、クロアチアへ流れるドラバ川の水質改善の最終手段は中央処理場(Waste Water Treatment Plant:WWTP)に集められ前処理された廃水の処理である。マリボール市は、3つの国際借款団を選び、その中からWWTPを設計・建設・運営する借款団をまもなく決定する。

## 7.2 マリボール市の環境行政組織

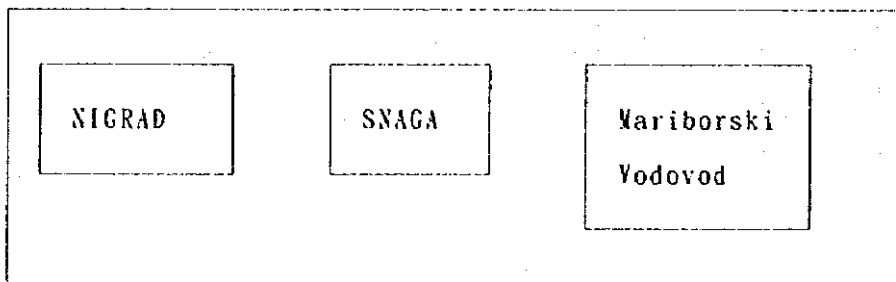
マリボール市の環境関係の行政組織をFig. 7.1 に示す。環境担当の副市長は Environmental Protection Agency, Public Service Administration 及び City Inspection を統括する。

また、関連機関として NIGRAD、SNAGA 及び Mariborski Vodovod がある。Environmental Protection Agency は、下水、上水、都市廃棄物、道路などの公共サービスに従事する中で、市の環境行政に関与する。更に City Inspection は、マリボール市の条例に従って、環境保護のための監視活動を行っている。NIGRAD は、生活排水及び工業廃水を処理する廃水処理施設の計画、設計、建設などを通じて環境問題に取り組んでいる。一方、SNAGA は都市廃棄物野処理、リサイクル、処理場の管理などを任務としている。Mariborski Vodovod は、水道施設の建設、上水の水源確保、水質の管理を行っている。

Fig. 7.1 マリボール市の環境行政組織



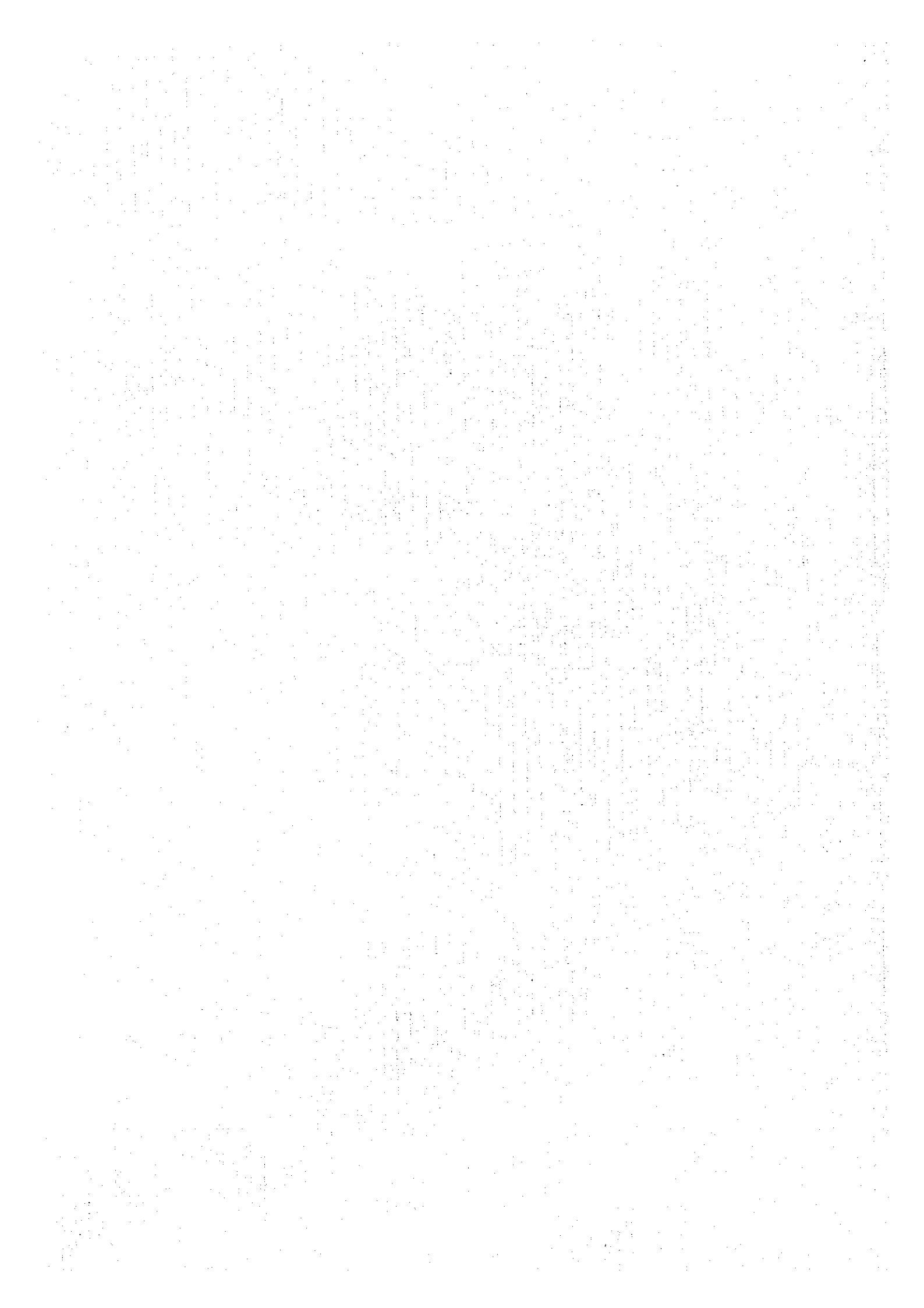
Public companies



引用文献

- III - 1. ( 1 ) " Environmental Report 1995 "  
Ministry of the Environment and Physical Planning(1996)
- ( 2 ) " Water Quality in Slovenia,Year 1994"  
Hydrometeorological Institute of Slovenia,  
Ministry of the Environment and Physical Planning(1994)
- III - 2. ( 1 ) " Environmental Report 1995 "  
Ministry of the Environment and Physical Planning(1996)
- ( 3 ) " The Environmental Protection Act"  
Ministry of the Environment and Regional Planning(1993)
- III - 3. ( 4 ) " The Emission Standard for Waste Water"  
Ministry of the Environment and Physical Planning(1996)
- III - 4. ( 1 ) " Environmental Report 1995 "  
Ministry of the Environment and Physical Planning(1996)
- ( 3 ) " The Environmental Protection Act"  
Ministry of the Environment and Regional Planning(1993)
- III - 5. ( 1 ) " Environmental Report 1995 "  
Ministry of the Environment and Physical Planning(1996)
- III - 6. ( 1 ) " Environmental Report 1995 "  
Ministry of the Environment and Physical Planning(1996)

## IV. 総合調査結果





#### IV. 総合調査結果

前章までで調査対象の概要が明らかになったので、本章では、それらを踏まえた調査結果を述べる。調査項目は、(1) 産業廃水処理および予備処理 (2) 水使用合理化および (3) WWTP (中央処理場) 計画である。

産業廃水処理および予備処理では、マリポール市の産業廃水の80%以上を占める主要20工場を対象にまずマリポール市全体の産業廃水量および汚濁負荷量を推定した。次にモデル工場に指定された7工場を中心に、工場側にとって現行の排水基準の下で直接廃水をドラバ川に放流する場合とWWTPに放流する場合の優劣を比較した。その結果、ほとんどの工場でWWTPに放流した方が経済的に有利であることが判明した。

WWTPは、現状の負荷を十分に処理できるよう配慮されているようであるが、将来の負荷増加、利用者負担意識の醸成などから汚濁負荷に従った料金体系あるいは排出基準の上乗せ規制などを適用する可能性が考えられる。そこで汚濁負荷の削減を目的とした予備処理についても調査した。調査は各工場について、どのようなプロセスを使用すれば、どれだけの投資額で、どれだけの汚濁負荷を削減できるかを明らかにした。さらに以上の結果を繊維・染色、食品、化学および機械の産業別にまとめた。

水使用合理化では、まず工場が用排水に要する費用を調査し、産業別に用排水費の製品出荷額に対する比率を求めた。次に各工場の水使用合理化方法、節水量、節水率およびそれに要する費用を明らかにした。さらに産業別に節水量をまとめ、それらの特徴を指摘するとともに全工場の節水量を推定した。

なお産業排水処理および予備処理並びに水使用合理化では、対象工場の機密を守るため工場ごとの詳細なデータは第二部に工場別にまとめて示した。

WWTPについては、調査期間中マリポール市が入札企業の提案を評価中で、詳細が明らかにされていなかったため、調査時点での概要だけを示すに留まった。しかし汚濁削減のための予備処理調査の結果、WWTPの排水処理料金体系が各工場が予備処理をするかどうかの判断をする上での最も重要な要素になることが判明したため、どのような料金体系の下では、どの工場がどのような前処理をするかのシミュレーション・プログラムを作成した。そしてさまざまな料金体系に対する各工場の対応を予測した。その結果、工場の全投資金額、全汚濁負荷量などが明らかになった。さらに日本における下水道使用料金算定の基本的考え方を紹介し、あわせて窒素およびリンの除去についても考え方を述べた。

## 調査対象工場選定理由

現地調査を行うにあたり、次のような理由で調査対象工場を選定した。

モデル工場（M工場群）は、繊維・染色産業1、家具製造業1、機械産業1および食品産業4の7工場が選定されているが、マリポール市の主要産業は繊維・染色、食品および機械であるので、この中から水使用量が多く且つ廃水汚濁負荷量の多い工場が各々選定されている。

食品産業はアルコール（ビール、ワイン）、肉食品および乳製品の4工場が各業種から代表的な工場として選定されている。したがって、これら7工場がマリポール市にとって、各業種を代表する工場であると言える。

第二次工場群（S工場群）および第三次工場群（A工場群）の13工場は繊維・染色4、機械5、食品2および化学2の内訳となっている。これらはモデル工場に次ぐ廃水汚濁量の多い工場として選定された。繊維・染色産業が4工場占めているが、これは水使用量が多く、マリポール市における代表的産業の一つであることによる。

なお、第三次工場群の選定については、調査対象工場をさらに広げるために、調査段階の途中で追加されたもので、モデル工場および第二次工場群以外の工場群から、廃水汚濁負荷量の多い、もしくは水使用量の多い工場が選定されたものである。各業種別に対する工場数を下記に示す。

繊維・染色工場	5工場
家具製造工場	1工場
機械製造工場	6工場
食品工場	6工場
化学工場	2工場
合計	20工場

次のTableに示す省略された工場名は本報告書の中で、省略名として用いられている。

Name of Selected Factories

No.	Industry	Full Name	Abbreviation
M-1	Textile(Knitting)	SVILA TEKSTILNA TOVARNA, d. d.	SVILA
M-2	Furniture	MARLES HOLDING, d. d. MARLES POHISTVO, d. o. o.	MARLES
M-3	Machine & Metal Processing	LIVARNA Maribor ARMAL	ARMAL
M-4	Food(Brewery)	STAJERSKA PIVOVARNA, d. d.	PIVOVARNA
M-5	Food(Wine Cellar)	VINAG VINARSTVO--SADJARTVO	VINAG
M-6	Food(Slaughter House)	KOSAKI TOVARNA MESNIH IZDELKOV	KOSAKI
M-7	Food(Dairy Product)	MARIBORSKA MLEKARNA, d. o. o. MM MARIBORSKA MLEKARNA, d. o. o.	MLEKARNA
S-1	Textile	Tovarna Volnenih tkanin MERINKA, p. o. (TVT MERINKA)	MERINKA
S-2	ditto.	Tekstilna Tovarna TABOR, d. o. o.	TABOR
S-3	ditto.	Mariborska tekstilna tovarna Melje, d. d. (MIT MELJE), d. d. Tovarna tkanin MELJE, d. o. o.	MIT
S-4	ditto.	Tovarna sukancev in trakov TSP, p. o.	TSP
S-5	Machine & Metal Processing	METALNA, STROJE-GRADNJA, KONSTRUKCIJE MONTAZA IN STORITVE, d. d.	METALNA
S-6	Food	MERKATOR-SLOSAD, d. d.	SLOSAD
S-7	ditto.	INTES MLIN TESTENINE	INTES
A-1	Machine & Metal Processing	TVT-Tovarna Vozil in toplotne tehnike- Boris Kidric-TIRNA VOZILA	TVT
A-2	ditto.	ELEKTROKOVINA-SVETILA	SVETILKE
A-3	ditto.	PRIMAT-Tovarna kovinske opreme	PRIMAT
A-4	ditto.	ELEKTROKOVINA Elektromotorji	ELKO
A-5	Chemical	HENKEL ZLATOROG	HENKEL
A-6	ditto.	SWATY Tovarna umetnih brusov	SWATY

## 1. 産業廃水処理及び予備処理

### 1. 1 産業廃水量と汚濁負荷

#### 1) 廃水量

##### (1) 産業廃水量

ここで言う産業廃水とは、各種の製品を生産する工場より排出される廃水を意味し、生産を行わない電気・ガス・水道の供給業、運輸・通信業、卸売り・小売り業、飲食店等の事業所より排出される廃水は含まれないものとする。産業廃水の排出量を推定することは、WWTPの処理能力等を検討する場合に極めて重要な事柄である。JICA調査団はこの値を求めるために以下の方法を取った。

① 調査団が調査した20工場の用水量を集計し、廃水量を推定する。

② マリボール市及びその関係機関が保有するデータを調べる。

その結果、①を主体とし、一部を②で補って、マリボール市から排出される産業廃水の総量を約14,600m<sup>3</sup>/日と推定した。

産業廃水の排出量は、厳密に考えれば用水量から工場内で消費された水量（製品となる水量、蒸発量、地下浸透量等）を差し引いた水量である。日本では経験的に、地域の用途別、工種別あるいは業種別などによる標準的な流出係数が採用されるが、今回は用水量と廃水量を同じとした。

しかしながら、工場の用水量には日間の変動や季節の変動があるので、WWTPの処理能力としては、いくらかの余裕を見る必要がある。このことに関しては(2)で述べる。

##### (2) WWTPへ流入する総廃水量、生活廃水量及び産業廃水量の推定

NIGRADとJICA調査団で、WWTPへの総廃水量、生活廃水量及び産業廃水量について検討した結果、生活廃水については、NIGRADが管理している水道使用量のデータから、小口ユーザー向けの水道使用量＝生活廃水量と推定することで合意を得た。

また、産業廃水量に関しては、NIGRADは、目下調査中で、信頼できるデータはまだ完備していないことが判った。今回、両者で、JICA調査団の調査結果を検討した結果、現在では、最も詳しい調査結果であることを確認した。

両者で検討した結果をまとめると、以下のようになる。

WWTPに流入する総廃水量

39,600 m<sup>3</sup>/日、

生活廃水量 (25,000 × 0.9 ~ 0.95) =

約22,500 ~ 23,750 "

産業廃水量 (14,600 + 1,250 ~ 2,500)

約17,100 ~ 15,850 "

なお、WWTPの流入する総廃水量については、マリボール市側から示された設計値は、36,500 m<sup>3</sup>/日となっている。この値は、上記の値と、約3,000 m<sup>3</sup>/日の差があるが、その理由は、下記のように解釈できる。

即ち、JICA調査では、将来WWTPに放流されるが、現在は河川に放流している廃水も含まれている。また、廃水量は実測では季節変動があるので、年間の川水量から廃水量を割り出している。

一方マリボール市側から示された設計値の、36,500 m<sup>3</sup>/日は、一部の下水廃水量(5か所を実測している)を短期間(3か月間)実測し、その値から推定している。この方法では、工場の現在河川に放流している廃水量は含まれないし、一年を通しての実測ではないので、誤差が出ていることも考えられる。

WWTPの設計に当たっては、安全を見て、約10%多い数値とすることを勧めたい。

なお、NIGRADの小口使用者のデータには、小口の工場使用者の分も含まれていることと、JICA調査で得られた総産業廃水量(14,500 m<sup>3</sup>/日)は、80~90%をカバーしていると推定されるが、全量ではないので、総産業廃水量は、16,000~17,000 m<sup>3</sup>/日と推定して、WWTPを設計すべきものと考えられる。

注記：(1)水源別データは下記の通りである。

小口水道使用量	25,000 m <sup>3</sup> /d (NIGRADのデータ)
大口水道使用量	7,200 m <sup>3</sup> /d (JICAのデータ)
地下水使用量(工場)	5,000 m <sup>3</sup> /d (JICAのデータ)

河川水使用量（工場） 2,400 m<sup>3</sup>/d（JICAのデータ）

合計 39,600 m<sup>3</sup>/d

(2) J I C A の調査データより 20 工場の総廃水量は 14,600m<sup>3</sup>/dであり、このうち、3,000m<sup>3</sup>/dは、約 20 の企業からなる M P P (旧 T A M) の総廃水量である。

## 2) 汚濁負荷

調査対象となった、モデル工場7工場、第二次工場7工場、第三次工場6工場合計20工場について、廃水水質と汚濁負荷を Table 1.1.2 の一覧表に示した。

廃水水質は、モデル工場については第2次現地調査の際の実測値あるいはモデル廃水処理システムの設計値を採用し、第二次工場、第三次工場については第4次現地調査の際の実測値を採用した。放流口が複数ある一部の工場については、流量を勘案して算出した値を採用している。汚濁負荷は、廃水量と水質の積として算出してある。

水量が多いのは繊維の4工場である。20工場の廃水量合計は、約 11,500 m<sup>3</sup> であり、全産業廃水量の80%以上に当ると思われる。また、WWTPの当初想定下水量の約 1/3 を占めるものと思われる。

## 3) 産業廃水と下水の水質比較

1993年に測定された、主要5ヶ所の下水放流口に関する水量・水質のデータがある。これについて同様に汚濁負荷を算出し、今回の調査による20工場の産業廃水の合計と比較をしてみた。結果を Table 1.1.3 に示す。

この表によれば、産業廃水と総合下水の水質がほぼ同じである。しかもSSとPについては、産業廃水の方が総合下水よりも低い値を示している。すなわち、現状の産業廃水の総合的な汚濁負荷は、WWTPにとって通常の下水と同程度であると言える。

しかし、産業排水の中には一般下水よりも汚濁負荷が大幅に高い場合や、下水処理では処理し難い成分を含む場合がある。これらについては、充分注意を払う必要がある。

Table 1.1.2 Wastewater Flow rate & Pollutant load of Each Factory

	Factory Name	Industry	Quantity m <sup>3</sup> /d	Concentration of pollutants							Pollutant load					
				COD mg/L	BOD mg/L	SS mg/L	T-P mg/L	T-N mg/L	COD kg/d	BOD kg/d	SS kg/d	T-P kg/d	T-N kg/d			
1	M-1 SVILA	Textile	1,587	500	300	40	10.0	50.0	794	476	63	15.9	79.4			
2	M-2 MARLES	Furniture	298	141	60	36	1.5	12.0	42	18	11	0.4	5.6			
3	M-3 ARMAL	Metal	372	20	8	0	0.0	0.0	7	3	0	0.0	0.0			
4	M-4 PIVOVARNA	Food	411	890	260	76	6.0	12.0	366	107	31	2.5	4.9			
5	M-5 VINAG	Food	71	750	510	90	17.0	0.0	53	36	6	1.2	0.0			
6	M-6 KOSAKI	Food	355	1,500	1,000	1,000	40.0	200.0	548	365	365	14.6	73.0			
7	M-7 MEKARNA	Food	476	2,443	866	414	13.0	0.0	1163	412	197	6.2	0.0			
8	S-1 MERINKA	Textile	1,185	650	150	40	3.0	30.0	770	178	47	3.6	35.6			
9	S-2 TABOR	Textile	1,251	100	25	30	1.2	23.0	125	31	38	1.5	28.8			
10	S-3 MIT	Textile	2,976	340	140	340	0.5	22.0	1012	417	1012	1.5	65.5			
11	S-4 TSP	Textile	343	400	200	40	1.0	15.0	137	69	14	0.3	5.1			
12	S-5 METALNA	Metal	212	146	62	32	2.0	30.0	31	13	7	0.4	6.4			
13	S-6 SILOSAJ	Food	35	4,300	1,400	500	5.0	50.0	151	49	18	0.2	1.8			
14	S-7 INTES	Food	162	212	82	67	-	-	34	13	11	0.0	0.0			
15	A-1 IVT	Metal	620	26	10	33	2.4	6.5	16	6	20	1.5	4.0			
16	A-2 SVETILKE	Metal	130	70	5	30	11.0	18.3	9	1	4	1.4	2.4			
17	A-3 PRIMAT	Metal	109	161	46	17	80.0	5.3	18	5	2	8.7	0.6			
18	A-4 ELKO	Metal	155	47	5	18	2.1	32.0	7	1	3	0.3	5.0			
19	A-5 HENKEL	Chemical	651	740	400	200	5.0	20.0	482	260	130	3.3	13.0			
20	A-6 SWATY	Chemical	149	130	50	47	1.0	10.0	19	7	7	0.1	1.5			
Average				500	213	172	6	29	5784	2467	1986	64	330			
Total				11,568												

Note: The concentration of pollutants for SILOSAJ(S-6) shows the seasonal maximum during two months per year.



Table 1.1.3 Comparison of Water Quality between Sewage Water and Effluent from Factories

Wastewater Sources	Quantity	Concentration of Pollutants					Pollutant Load						
		COD mg/L	BOD mg/L	SS mg/L	T-P mg/L	T-N mg/L	COD kg/d	BOD kg/d	SS kg/d	T-P kg/d	T-N kg/d		
1 Sewer	m <sup>3</sup> /d												
	1523	590	206	232	11	38	899	314	353	17	58		
	8886	462	197	216	7	27	4105	1751	1919	62	240		
	1368	369	143	164	13	30	505	196	224	18	41		
	2452	635	266	296	11	47	5367	2248	2502	93	397		
	9177	437	190	161	9	25	4010	1744	1477	83	229		
Total	29406						14836	6252	6476	272	966		
Average		506	213	220	9	33							
2 Factory	11558						5784	2467	1986	64	330		
Average		500	213	172	6	29							

Note: (1) The data of Sewere water are from WASTEWATER TREATMENT PROJECT AND CONCESSION -- REQUEST FOR PROPOSALS, Appendices, 27. September 1995.

(2) The data of Factory are from the JICA Survey Team. It is the total and average of the twenty factories s

4) COD<sub>Cr</sub> と COD<sub>Mn</sub>

日本における廃水処理の技術形成がCOD<sub>Mn</sub>基準でなされてきたため、その廃水処理技術あるいは処理実績を参照する時には、この点に注意する必要がある。

排水の理解を深めために、第4次現地調査に際して、COD<sub>Cr</sub>とCOD<sub>Mn</sub>を併せて測定した。

Table 1.1.4 に産業廃水、Table 1.1.5 に家庭排水主体の下水の分析結果を示す。

Table 1.1.4 COD<sub>Cr</sub> and COD<sub>Mn</sub> in the Industrial Wastewater

unit = mg/L							
	Name	Sample	COD <sub>Cr</sub>	COD <sub>Mn</sub>	Cr/Mn	BOD	SS
M-1	SVILA	Print	270	240	1.1	90	70
M-2	MARLES	Total	33	19	1.7	20	< 30
M-5	VING	Final tank	13,900	6,800	2.0	3,100	3,900
M-6	KOSAKI	Slaughter	2,400	770	3.1	1,200	550
M-7	MLEKARNA	Total	16,600	2,900	5.7	1,100	6,600
S-1	MERINKA	Total	650	300	2.2	150	37
S-2	TABOR	Total	34	15	2.3	25	< 30
S-3	MTT	Total	340	120	2.8	140	340
		Textile dye	230	100	2.3		58
		Yarn dye	100	48	2.1		< 30
S-4	TSP	Total	360	190	1.9	100	32
S-5	METALNA	ECCE	19	15	1.3	< 5	80
		Palfinger	77	32	2.4	< 5	< 30
		Vanishing	1,800	750	2.4	300	85
S-6	SLOSAD	Tank 1	7,000	3,200	2.2	2,500	850
		Tank 2	1,600	630	2.5	250	80
A-1	TVT		16	10	1.6	< 5	55
A-2	SVETILKE	Tank	16	10	1.6	< 5	65
A-3	PRIMAT		380	200	1.9	230	180
A-4	ELKO		47	15	3.1	< 5	18
A-5	HENKEL	TPD	910	360	2.5	180	460
		outlet 4a	660	240	2.5	300	130
		outlet 5	2,400	810	3.0	1,400	310
A-6	SWATY	Total	130	32	4.1	50	47

Table 1.1.5 COD<sub>Cr</sub> and COD<sub>Mn</sub> in the Household Sewerage

Characterization of the sample			1 *	2 *	3 *	4 *
Type of the sample			spot	spot	spot	spot
Date of sampling			19.12.1996	19.12.1996	20.12.1996	20.12.1996
Parameter	expr.as	Unit				
Suspended solids		mg/l	150	240	140	230
Total nitrogen:	N	mg/l	33	69	122	88
- ammonium nitrogen	N	mg/l	27	48	72	44
- Kjeldahl nitrogen	N	mg/l	29	66	120	85
- nitrite nitrogen	N	mg/l	0.4	< 0.01	< 0.01	< 0.01
- nitrate nitrogen	N	mg/l	4.4	3.1	2.2	2.5
Total phosphorus	P	mg/l	1.2	6.6	7.0	5.0
COD <sub>Cr</sub>	O <sub>2</sub>	mg/l	280	720	900	780
COD <sub>Mn</sub>	O <sub>2</sub>	mg/l	80	150	150	190
BOD <sub>5</sub>	O <sub>2</sub>	mg/l	100	260	400	440

\* 1 - Pohorska ulica - the area of "Rožna dolina"

2 - the corner of Ulica Pariške komune and Radvanjska cesta - the "Tabor" area

3 - the corner of Ulica Proleterskih brigad and Ljubljanska cesta - the "Tabor" area

4 - Ulica borca (at the end) - the "Brezje" area

COD<sub>Cr</sub>/COD<sub>Mn</sub> または COD<sub>Cr</sub>/BOD が大きい場合は、生物分解性の悪い成分が含まれている場合がある。WRTPの運転開始後にCOD除去率が悪い場合は、これらの比の大きい廃水を排出する工場に対して、汚濁負荷量削減のための予備処理設備を義務づける検討をする必要がある。

## 1. 2 廃水処理と予備処理

### 1. 2. 1 設計条件

#### 1) 処理システム

原水水質は現地にて実施した分析結果に基づいて設計したので、予め各工場に配布したアンケートの数値と若干異なる部分もある。

処理水水質は June 12、1996 に受領したスロヴェニア国の排出基準を満足するよう処理システムを定めたが、これは過去の日本における経験、実績に基づいたものであり、工場廃水は製品の種類、原材料及び副原料の種類によって、各々処理性能も異なる。したがって、実際に装置を設計する場合は、必要な実験を行って設計データを得なければならない。

#### 2) プラント設置場所

更地に設置するものとし、指定がない限り特に制約はないものとする。

#### 3) プラント設置条件

冬季における設備のメンテナンス性を考慮して、プラントは全て建屋内に設置する。建屋内暖房期間は冬季三ヶ月間とし、最低気温 $-20^{\circ}\text{C}$ 、積雪 $1\text{m}$ とする。

#### 4) 見積範囲内事項

Turn Key Baseとして金額を算出した。但し下記の項目は見積範囲外事項とした。

- a. バッテリーリミット外の配管工事
- b. 一次側電気配線工事
- c. 受変電設備
- d. 杭打ち工事及び残土処理費
- e. 予備品

#### 5) ユーティリティコスト

(1) 電気代  $15 \text{ SIT} / \text{kwh}$

(2) 用水価格 100 SIT/m<sup>3</sup>

(3) 建屋暖房用油代 60 SIT/L

(4) 薬品代

a. Urea H <sub>2</sub> NCONH <sub>2</sub> 100%	52 SIT/kg
b. K <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub> 100%	394 SIT/kg
c. PAC 11% Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	74.7 SIT/kg
d. Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> 18H <sub>2</sub> O	39.15 SIT/g
e. Ferric chloride 13% Fe	64 SIT/kg
f. Polymer(nonion type) 100%	990 SIT/kg
g. Polymer(Anion type) 100%	990 SIT/kg
h. Polymer(Cation type) 100%	2000 SIT/kg
i. NaHSO <sub>3</sub> 32%	113.6 SIT/kg
j. NaOCl 11%~13% as Cl <sub>2</sub>	54 SIT/kg
k. H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 98%	70.2 SIT/kg
l. HCL 30%	22 SIT/kg
m. NaOH 100%	83.2 SIT/kg
n. Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> 100%	40 SIT/kg
o. Granular activated carbon	930 SIT/kg

6) 汚泥処分費

一般廃棄物 1423 SIT/m<sup>3</sup>

有害廃棄物 49683 SIT/m<sup>3</sup>

(MARIBOR市より10kmの処分場にて処理)

7) 制御システム

(1) pH制御 : 自動

(2) タンク液面制御 : 自動

(3) 砂ろ過器 : 自動

上記以外は手動操作とする

## 8) 運転要員

設備が24hrs/d. 連続運転の場合は特記がない限り、運転員は8時間毎に1人として、2人/dとする。夜間8時間は運転員はつかないこととする。したがって、夜間は無人運転となるので、その間不測の事故が発生した場合を予測して、連絡体制をとれることを条件とする。

## 9) 材質の記号説明

各機器リスト (Equipment List) に記載されている材質の記号の意味は次のとおりである。

- ・ FC            Cast Iron
- ・ FC13Cr       Cast Iron(13Cr)
- ・ SUS           Stainless Steel
- ・ SS            Mild Steel
- ・ SS/EP        Mild Steel inside Epoxi-Tar lining
- ・ PVC           Polyvinyl Chloride Resin
- ・ PE            Polyethylene
- ・ VP            Vinyl pipe
- ・ FC+RL       Cast Iron inside Rubber lining
- ・ SGP           Steel gas pipe
- ・ FRP           Fiber Reinforced Plastics
- ・ RC            Reinforced Concrete

## 10) その他

- (1) 電圧        220V/380、周波数    50Hz
- (2) 雨水及び生活排水は別途処理とし、特記がない限り廃水処理設備には混入させないものとする。

### 1. 2. 2 廃水処理のモデルシステム

モデル工場7工場については、第2次現地調査の結果に基づいて、河川へ直接放流する場合の廃水処理設備について詳細な設計と経済性評価を実施した。

結果を Table 1.2.1 の一覧表に示す、表には、設備建設費・設備償却・金利負担・運転コストなどが示されている。水量当りの総合処理コストを見ると、いずれも下水放流の際に想定されるコストよりも高く、しかも2社以外は格段に高いことが判る。

コストが高くなっている理由を検討すると、

- (1) 河川へ直接放流する場合の排出基準が厳しい
- (2) 設備規模が小さいので処理水量当りのコストが割高になる
- (3) モデルシステムとして性能的に安全側の設計になっている

等が挙げられる。

### 1. 2. 3 WWT P放流基準を満足する予備処理

WWT Pへ放流する場合の排出基準に設定された項目は、温度、pH、即沈SS、重金属、塩素および塩素系化合物、シアン、フッ素、硫黄および硫黄酸化物、および油分などWWT Pに有害な物質あるいはWWT Pで処理し難い物質である。WWT Pで処理可能なTOC、COD、BOD、標準SSについては基準がない。

モデル工場7工場の内、重金属あるいは油分などについては既に予備処理設備を設置しており、既設設備では不十分で新規に設置を必要とするところは4工場であった。その内容は比較的簡単なものであり、コスト的にも高いものではない。

Table 1.2.1 の一覧表の下部に、流量当りのコストを示した。なお、下水料金160 SIT/m<sup>3</sup> は、確定ではないが今回の調査に際して提示されたものである。

Table 1.2.1 の 4. 総処理コストの欄のカッコ内の数字は、金融援助などの政策によって金利が1.0%になる場合を想定した参考値である。金利減免が適用されれば、廃水処理コストが下水放流料金並みになるケースがある。

モデル工場の検討の結論として、WWT P放流基準がそのまま適用されると、河川に直接放流するよりもWWT Pに放流する方が経済的に有利である。このことは、第二次、第三次工場においても同様である。

Table 1.2.1 Cost Comparison of Waste Water Treatment for Model Factories

	M-1 SVILA	M-2 MARLES	M-3 ARNAL	M-4 PIVOVARNA	M-5 VING	M-6 KOSAKI	M-7 MELJARNA
1. Volume of waste water m <sup>3</sup> /d	1,500	304	150	720	90	400	474
2. Operation condition. d/y	252	239	256	216	251	250	365
3. Equipment cost SIT ①+②+③+④+⑤	506,050,000	92,779,000	243,317,000	189,573,000	81,214,000	296,076,000	148,120,000
①Equipments	176,142,000	35,781,000	124,966,000	49,549,000	27,969,000	122,625,000	50,133,000
②Equipment installation & Electrical works	83,743,000	20,383,000	56,725,000	23,119,000	15,394,000	46,224,000	32,774,000
③Civil engineering & Building works	227,113,000	30,000,000	48,125,000	109,750,000	32,125,000	111,390,000	48,125,000
④Trial run cost	3,150,000	1,890,000	1,463,000	3,555,000	1,238,000	3,150,000	2,475,000
⑤Design cost	5,625,000	4,725,000	7,988,000	3,600,000	3,488,000	5,062,000	4,613,000
4. Total treatment cost ⑥+⑦+⑧ 合計. SIT/m <sup>3</sup>	548(476)	237(180)	1,291(1,006)	223(168)	711(550)	565(432)	208(170)
⑥Depreciation	64	67	370	52	179	151	45
⑦Interest	80(8)	64(7)	317(32)	61(6)	179(18)	148(15)	43(5)
⑧Running Cost	404	106	604	110	353	266	120
5. WTP Discharge rate ①② SIT/m <sup>3</sup>	170	223	160	160	164	160	188
① Sewage System	160	160	160	160	160	160	160
② Pretreatment	10	63	-	-	4	-	28

Note: Values in ( ) show in case of 1.0 % interest.



#### 1. 2. 4 汚濁負荷削減のための予備処理

計画中のWWTPの能力は、現状の負荷を十分に処理できるように配慮されているようであるが、将来の負荷増加への配慮、利用者の受益者負担意識の醸成などから、汚濁負荷に応じた料金体系、あるいは排出基準の上乗せ規制などを適用することが考えられる。

以上の観点から、主たる汚濁項目であるCOD、BOD、SSと、繊維産業等の着色を削減する予備処理について、モデル工場7工場のみならず、第2次工場7工場に第3次工場6工場を加えて、排水分析調査、予備処理実験、および設備の設計検討を実施した。

汚濁負荷削減のための予備処理設備としては、凝集沈殿または凝集加圧浮上などの化学処理、高BOD負荷に適した生物処理である嫌気性生物処理や固定床式生物処理などを検討した。

予備処理設備の設計を行うに当たり、前提条件として目標とする水質を設定するのではなく、どのような処理をすれば、どのような水質が、どのようなコストで得られるか、という情報を蓄積して参考に供することを主たる目的とした。

第二部の各工場の、汚濁負荷量削減のための予備処理、にそれぞれの検討内容と結果を記述してある。

Table 1.2.2 に、各工場それぞれについて検討された予備処理設備についての処理方法、設備コスト、処理コスト並びに期待される処理水質を一覧表にまとめた。この表は、WWTPの汚濁負荷に応じた料金体系を、あるいは排出基準の上乗せ規制などを検討する上で有意義な情報を提供している。

なお、有害物質については予備処理が不可欠であり、その排出基準を満足させるための設備や技術は、それぞれに固有なものが標準化されている。マリポール市の工場でも、有害物質に関する予備処理は既に設置されている。この報告書の第3部に有害物質の阻害の内容と、除去技術に関する情報を集録した。

Table 1.2.2 Examples of Applicable Pretreatment System for Each Factory

NO.	Factory Name	Quantity	Wastewater Quality			Case	Pretreatment Equipment		Water Condition after Pretreatment				
			COD mg/L	BOD mg/L	SS mg/L		Process Const. cost	100USIT SIT/m <sup>3</sup> (l)	Quantity	COD mg/L	BOD mg/L	SS mg/L	
M-1	SVILA Textile	1500	500	300	40	Case-1	Coa & Sedi	154.400	147	1.500	300	200	30
		1500	500	300	40	Case-2	Coa & Sedi	55.000	103	1.500	200	100	100
		1500	500	300	40	Case-3	Coa & Sedi	43.200	82	1.500	200	100	100
M-2	MARLES Furniture	298	141	60	36	Case-1	Coa & Sedi	23.955	63	298	117	56	22
		298	141	60	36	Case-2	Case1+Acro	44.000	174	298	28	1	6
M-3	ARVAL Metal	372	20	8	0	-	-	-	-	372	20	8	0
M-4	PIVOVARNA Food	515	890	260	76	Case-1	Anaerobic	39.300	117	515	249	74	76
		515	890	260	76	Case-2	Aerobic	35.960	61	515	400	74	113
		515	890	260	76	Case-3	Aerobic	43.500	71	515	400	74	113
M-5	VINAG Food	90	750	510	90	Case-1	Aerobic	24.630	226	90	220	100	172
M-6	KOSAKI Food	400	1500	1000	1000	Case-1	Oil Sepa.	0	0	400	1.500	300	600
		400	1500	1000	1000	Case-2	Coa & Flo	50.000	140	400	800	400	30
		400	1500	1000	1000	Case-4	Case2+Acro	80.000	188	400	250	100	30
M-7	MLKARNA Food	476	2443	866	414	Case-1	Neutra.	13.605	28	476	2.443	866	414
		476	2443	866	414	Case-2	Coa & Flo	19.000	55	476	1.397	464	13
		476	2443	866	414	Case-3	Case2+Ana	40.000	158	476	446	141	38
		476	2443	866	414	Case-4	Case2+Acro	36.000	106	476	1.032	473	39
S-1	MERINKA Textile	1200	650	150	37	Case-1	Coa & Sedi	143.800	152	1.200	350	80	30
S-2	TABOR Textile	1200	100	25	30	Case-1	Coa & Sedi	50.000	265	400	100	25	30
		1200	100	25	30	Case-2	Coa & Sedi	18.000	55	400	100	25	30
S-3	MTT Textile	3000	340	140	340	Case-1	Coa & Sedi	50.000	18	3.000	330	130	340
S-4	TSP Textile	200	400	200	40	Case-1	Coa & Sedi	40.000	225	200	250	80	30
		200	400	200	40	Case-2	Coagulate	10.000	55	200	300	120	100
S-5	METALNA Metal	222	146	62	32	Case-1	Coa & Sedi	24.000	95	222	128	59	30
S-6	SLOSAD Food	35	4300	1400	500	Case-1	Anaerobic	12.000	140	35	2.150	700	250
S-7	INTES Food	126	212	82	67	-	-	-	-	126	212	82	67
A-1	TVT Metal	620	25.6	10.1	33.2	-	-	-	-	620	26	10	33
A-2	SVETILNE Metal	130	70	5	30	-	-	-	-	130	70	5	30
A-3	PRIMAT Metal	109	161	46	17	Case-1	Coa & Sedi	10.000	64	109	137	41	7
A-4	ELKO Metal	155	47	5	18	-	-	-	-	155	47	5	18
A-5	HENKEL Chemical	651	740	400	200	Case-1	Anaerobic	39.300	50	651	340	180	200
A-6	SWATY Chemical	149	130	50	47	-	-	-	-	149	130	50	47

### 1. 3 産業別予備処理

マリボール市の主要産業別に、廃水の状況と予備処理の検討結果をまとめる。各工場個別の検討詳細を第二部に示す。また、前述の通り予備処理の検討結果を Table 1.2.2の一覧表にまとめた。

#### 1. 3. 1 繊維・染色産業

##### (1) 業種の位置づけ

マリボール市の繊維産業は、企業数で5社に過ぎないが、その廃水水量が下水水量全体の20%を占める重要な産業である。これら5社にはそれぞれ個性があり一概に論ずるのは難しい。しかし、廃水が着色しているとか、廃水の量・汚濁負荷に変動が多いなどは共通の問題である。

##### (2) 河川放流の可能性

繊維産業については排出基準が別途厳しく決められており、廃水処理の設備やコストが下水放流の場合よりも非常に高くなる。Table 3.1.1に見るとおり、今のところ2社が廃水を河川に直接放流している。S-2 Tabor は、既に排出基準をほぼ満足させている。

##### (3) WWTP放流基準への抵触の有無

WWTPに放流する場合は、排出基準に、温度、pH、重金属、油分、硫黄分、ハロゲンの規制がある。一部にpHに注意を要するところがあるが、その他は問題にならない程低い濃度である。

##### (4) 汚濁負荷量削減のための方法

繊維産業に特有な汚濁に廃水の着色がある。着色は、時間変動が大きいですが、総合すれば、規制値が最も厳しい620nmの吸光度について30以下と見込まれる。他の下水で5倍に希釈され、更にWWTPで半減すると、合わせて1/10まで低下する。すなわち排出基準を満足することになる。吸光度による色の測定値は、薄い領域では、ほぼ濃度に比例する。もしWWTPに凝集沈殿処理が採用されれば

Table 1.3.1 Wastewater of Textile Industries

Company	M-1		S-1		S-2		S-3		S-4		Emission Standard	
	SVILA	Rayon	MERINKA	Wool	TABOR	PET	MTT	PET	TSP	PET	Discharge to River	Discharge to Sewage
Quantity m <sup>3</sup> /d	1,587		1,200		1,250		3,000		343			
Discharge to	River		Sewage		River		Sewage		Sewage			
Sampling date	Jun.05,1996		Dec.10,1996		Dec.03,1996		Dec.16,1996		Dec.05,1996			
pH	7.8 - 10.0		8.2		7.9		11.3		8.8		6.5 - 9.0	6.5 - 9.5
SS mg/L	< 30		37		< 30		340		32		80	-
Color												
$\alpha$ (436nm) m <sup>-1</sup>	42 / 14		37		2.6		17		31		7	
$\alpha$ (525nm)	33 / 15		30		1.9		14		30		5	
$\alpha$ (620nm)	25 / 18		25		1.5		13		27		3	
T-N mg/L	13.5 / 7.3		24		28		22		14			
T-P mg/L	0.3 / 8.7		3.1		1.3		0.5		0.7		1.0	-
COD <sub>Cr</sub> mg/L	140		650		34		340		360		200	
COD <sub>Mn</sub> mg/L			300		15		120		190			
BOD <sub>5</sub> mg/L	50		150		25		140		100		30	
T-Fat mg/L	5		30		30		12		19			
mineral oil											10	20

ば、色は更に大幅に低減する。合成繊維によく使用されるアゾ系染料が、嫌気性生物処理によって効率よく分解するという知見がある。もしWWTPに嫌気性生物処理が採用されれば、更に色の問題が軽減される。以上の推論によれば、各工場における色除去を目的とする予備処理は必要ない。

しかし将来WWTPが河川への排出基準を満足させるために、着色廃水を放流する繊維工場に対して、脱色のための然るべき予備処理を要請する可能性がある。染色工場廃水の脱色処理として一般的に適用される方法を列挙すると、

- ① 活性炭吸着： 活性炭の持つ物理化学的吸着能力による脱色
  - ② オゾン処理： オゾンの持つ酸化分解能力による脱色
  - ③ 凝集沈殿処理： 無機・有機の凝集剤を混合して色成分をフロックに凝集する
  - ④ Phenton 処理： 鉄触媒の存在下で過酸化水素の酸化分解能力による脱色
- などがある。

①活性炭吸着と②オゾン処理は、いずれも90%程度の良好な除去率が得られ、汚泥も発生しない。CODやSSがあると効率が悪いので、それらを除去した後の最終処理として適用される。処理コストは濃度によるが一般に相当高い。

日本で廃水の色に規制がある場合には、その規制値が非常に厳しいので、この二つの方法のいずれかが適用される。

③凝集沈殿処理は、廃水の性状によって、無機凝集剤だけでも良好な脱色ができる場合、ジシアンアミド系の脱色用有機凝集剤を追加すると効果的な場合、あるいは特別な場合では凝集剤がフロックを形成せず処理ができない、などいろいろの事態が生ずる。一般に、色の除去と同時にBOD・COD・SS、特にPの除去ができるので、日本では染色廃水の予備処理として適用することが多い。

④Phenton 処理は、条件が合えば良好な脱色ができる場合、鮮やかで目立つ色を目立ちにくい灰色や白色に変える場合などの効果がある。反応pH条件が3.5程度と酸性側にあり、pH調整用の酸・中和用アルカリのコスト、酸化剤である過酸化水素のコストがかなり掛かる。また脱色後に凝集分離をしなければ、例え見掛けの脱色ができていても総合的な汚濁成分が増加してしまう、という問題がある。

#### (5) 凝集処理のテスト

前述の通り最も一般的でかつ経済的な予備処理方法は凝集沈殿処理であるが、

染色後の濃厚廃水だけを分離して処理すれば、更に経済的になる可能性がある。しかし、染色液だけを分離すると、凝集剤がフロックを形成しないことがある。第1洗浄水と混合する方が、pH中和・減色が進み凝集もしやすくなることが多い。また界面活性剤を多く含む廃水については、凝集処理が難しい場合があるので、注意を要する。

色は低下させる必要があるが、SSについては余裕がある場合には、凝集処理をして色をフロックに凝集させた後、沈殿分離をせずにそのまま放流する方法がある。脱水機が設置されないのでコスト・手間が共に掛からない。下水放流ならでの方法である。

今回の調査に際して5社の排水について凝集沈殿と、一部については Phenton 処理のジャーテストを実施した。将来実際に予備処理設備を設計する場合は、更に廃水処理のテストを実施して、処理条件と処理効果を充分確認する必要がある。

### 1. 3. 2 食品産業

食品産業として4種類の工場を検討したが、その合計水量は今回調査した20工場の約10%を占める。いずれも汚濁負荷が高く、特にBODおよびCODについては各々約40%、を占める。以下、各々の項目について産業別にまとめた。

#### 1) ビール製造業 (M-4、STAJERSKA)

##### (1) 業種の位置づけ

マリボール市では、唯一のビール生産工場で、マリボール国において生産量第二位の工場と言われているが、その生産量は比較的少ない。

20工場に対する汚濁負荷量の割合は、水量で3.6%、CODで6.3%、BODで4.3%占めている。主な廃水発生源は洗びん機械からで、設備が古いため、生産量と比較すると多くなっている。

##### (2) 河川放流の可能性

河川放流基準が厳しいために(特にT-Pが2mg/L)、処理コストは223 SIT/m<sup>3</sup>となること、および工場から河川迄かなり離れているため、配管施工費用を考慮すると、現時点では、WWTP放流の方が有利となり河川放流の可能性は少ない。

### (3) WWT P 放流基準への抵触の有無

調査の結果、最終廃水の水質はWWT P 放流基準値以内に入っており、特に問題はない。

### (4) 汚濁負荷量削減のための方法

汚濁負荷量削減のための予備処理システムは、一般的には物理化学的処理法（凝集沈澱法）が多用されているが、本廃水の場合、SSの除去はできるが溶解性有機汚濁物の除去はあまり期待できないので、生物処理法を検討した。即ち、濃厚廃水を分別して嫌気性処理（Case-1）と好気性処理（Case-2）した場合と、さらに総合廃水を好気性処理（Case-3）した場合の3 Caseについて、各々概念設計を行った。

その結果、Case-2の処理コストが61 SIT/m<sup>3</sup>と最も安くなった。これは、好気性処理法として高負荷がとれる生物膜ろ過方式（Bio Film Filter）を選定したことにより、電気代は高くなるが設備コストが安くなったことと、原廃水加温用の熱源が不要になったことによる。

以下、Case-2 < Case-3 < Case-1の順となった。

また、嫌気性処理法が最も高くなったが、これは処理コスト中に占める原廃水を加温するための熱源費の比率が高いためである（有機性汚濁濃度が高い場合は嫌気性処理法が有利となる）。

なお、好気性処理槽で発生した余剰汚泥は量的に少ないので、極力設備費を安くするために汚泥処理設備は設けず、そのまま処理水と共にWWT Pに放流することとした。その分だけ処理水中のSS濃度は若干増加する。

## 2) ワイン製造業（M-5、VINAG）

### (1) 業種の位置づけ

マリボール市の中心部に位置するワイナリーで、タンクローリーで運び込んだ搾汁液は地下タンクで醸造、熟成され、熟成されたワインはびんに詰めて出荷される。

生産規模は小さく、20工場に対する汚濁負荷の割合は、水量で0.6%、CODで0.9%、BODで1.5%、各々占めるに過ぎない。

## (2) 河川放流の可能性

ビール製造工場と同様に河川放流基準が厳しいために（特にT-P、 $2\text{ mg/L}$ ）処理コストは $711\text{ SIT/m}^3$ と高くなった。処理量が少なく、工場の年間稼働日数が短いことも（ $216\text{ d/年}$ ）相対的に単位処理量当たりのコストが高くなった大きな要因である。

したがって、現時点ではWWTPの方がはるかに有利となる。また、本工場は市の中心部に位置しているために、河川までの放流配管を施工することは困難で、事実上河川放流は不可能である。

## (3) WWTP放流基準への抵触の有無

中和設備がすでに設置されており、処理水質もWWTP放流基準値以内に入っており、特に問題はない。工場から発生する廃水を酸性廃水とアルカリ廃水に分離して各々貯留槽に溜め、両液を混合して排出すれば中和剤が現在より若干減少する可能性があるので検討の余地がある。

## (4) 汚濁負荷量削減のための方法

汚濁負荷量削減のための予備処理について、物理化学的処理法（凝集沈澱法）ではビール製造廃水と同様SSの除去はできるが、溶解性有機汚濁物質の除去はあまり期待できないので、生物処理法を検討した。

生物処理方式としては、好気性処理法と嫌気性処理法があるが、本廃水の場合、嫌気性処理を選定するには有機性汚濁濃度が低いのでBio Gasの発生量が少なく、そのため原廃水を加温するための熱源が必要となり、むしろ処理コストは嫌気性処理法の方が高くなる。

したがって、予備処理システムとしては電気代は高くなるが、バルキングの生じない、高負荷がとれるので価格が安い生物膜ろ過方式が適切である。

なお、好気性処理槽で発生した余剰汚泥はビール製造廃水と同様に量的に少ないので、極力設備費を安くするために汚泥処理設備は設けず、そのまま処理水と共にWWTPに放流することとした。その分だけ処理水中のSS濃度は若干増加する。



### 3) 食肉製造業 (M-6、KOSAKI)

#### (1) 業種の位置づけ

本工場はマリボール地区唯一の屠場であり、牛豚の生鮮食肉の生産を行っている。工場の立地はドラバ川に非常に近い。

廃水は生産が昼間だけであるので、その時間帯に集中して発生する。汚濁負荷は高く、20工場に対する割合は、水量で3.2%、CODで9.5%、BODで15%占めている。

#### (2) 河川放流の可能性

工場が河川に近いので放流配管施工費用は安く済むと思われるが、放流基準が厳しいため、処理コストは565 SIT/m<sup>3</sup>と高くなり、WWTP放流の方がはるかに有利となる。

#### (3) WWTP放流基準への抵触の有無

すでに設置されている油水分離装置がよく機能しており、処理水質はWWTP放流基準値以内に入っているため、特に問題はない。

#### (4) 汚濁負荷量削減のための方法

汚濁負荷量削減のための予備処理については、物理化学的処理法である凝集加圧浮上法を検討した。凝集沈殿法でなく凝集加圧浮上法を適用する理由は、元々浮上性のある油分の除去に適しているからである。凝集加圧浮上法で分離した汚泥は油分を多く含む。これを脱水しないでそのまま廃棄する場合と、脱水して廃棄する場合を比較対比した。設備費・運転コストは当然前者の方が安い。脱水していない汚泥の引き取りが可能か、そのコストは幾らか、など不明確な点がある。

さらに、BOD、CODを削減しなければならない場合は、生物処理を適用する。汚濁負荷が高い場合に、よく嫌気性生物処理が採用されるが、油分が多いとうまくいかない。凝集加圧浮上処理した後では、負荷が下がっているため、好気性生物処理の方が有利になる。SSが少なくなっているため、固定床接触酸化生物処理が好適である。好気性処理槽で発生する余剰汚泥は量的に少ないため、分離することなくそのまま処理水と共に放流する。

凝集加圧浮上処理によって、汚濁負荷が大幅に低減するが、処理コストがほぼ標準の下水料金と同程度になる。汚濁負荷による累進料金が標準の2倍程度高い、という事態にでもならないと、負荷削減を目的とする予備処理の経済性はない。言い換えると、WWTP放流基準の上乗せ規制がない限り、少々の追加料金ならば、下水料金を支払う方が経済的である。

#### 4) 乳製品製造業 (M-7 MLEKARNA)

##### (1) 業種の位置づけ

マリボル市に立地する乳製品製造業は、MARIBORSKA MLEKARNA p.o.の1社である。当該工場の総使用水量は756 m<sup>3</sup>/日であり、そのうちボイラ用水と冷凍用水に280 m<sup>3</sup>/日が回収使用され、補給水量は476 m<sup>3</sup>/日である。廃水量は補給水量に等しく476 m<sup>3</sup>/日で、産業廃水量の4.1%、総合下水量の1.3%を占める。

廃水の汚濁原因は、洗浄による乳製品の損失と、酸・アルカリ洗浄剤である。市乳・クリーム製造ではCIP廃水、チーズ製造ではホエー廃水とチーズの損失であり、とくに後者の製造廃水はCOD及びBOD濃度がともに高い。また、廃水中のN及びPは主に洗剤に基因する。廃水の汚濁負荷量を低減させるためには、チーズ製造においてホエーとチーズの損失をできるだけ排出しないよう、製造現場の作業方法及び排出方法を改善し、それを徹底することに尽きる。

##### (2) 河川放流の可能性

廃水に中和処理を施してWWTPに放流する予備処理装置(ケース-1)の廃水処理費は205 SIT/m<sup>3</sup>で、河川放流を目的とする廃水処理装置の廃水処理費が208 SIT/m<sup>3</sup>であることから、チーズの損失を防止する作業改善が成功すれば、WWTPに放流する方法が安価である。しかし、汚濁負荷量を削減する予備処理装置の廃水処理費は、河川放流を目的とする廃水処理装置の廃水処理費と比べて高価であるから、河川放流を目的とする廃水処理装置を設置する可能性はある。

乳製品製造廃水は、低負荷で運転する生物処理を施すことによりCODを低い値まで除去することができる。河川放流を目的とする廃水処理装置では、バルキングの発生を防止することを考慮して、嫌気/好気(AO)法を提案した。しかしながら、生物処理を施した処理水にはCODが残存し、その40~50%が生分解性のないフミン酸様物質である。そのため、処理水の再生利用は技術的な問題より経済性、安全性の点から困難であると言われている。

##### (3) WWTP放流基準への抵触の有無

廃水の排出状況によっては、WWTP放流基準に抵触する恐れがある水質

項目はpHと油分である。チーズの損失を防止することができればpHのみとなる。

#### (4) 汚濁負荷量削減のための方法

廃水に中和処理を施すとともに油分及びSSを除去する凝集加圧浮上法による予備処理装置をケース-2として提案した。これは、チーズの損失の防止効果が低い場合を想定したものである。

さらに、有機物によるBOD及びCOD汚濁負荷量を低減するために、嫌気性生物処理を加えたケース-3ならびに生物膜ろ過処理を加えたケース-4を提案した。生物膜ろ過法は除去率が低いものの、設備費及び処理費はともに安価である。

### 1. 3. 3 化学産業

#### (1) 業種の位置づけ

マリボール市の化学産業は、原材料に化学品を使用する工場しかない。今回の調査では2つの工場を調査した。一つは家庭用化学品メーカーで、化学品を調合して容器に封入する業種である。製品切替時に機器の洗浄排水がでる。他の一つは回転砥石のメーカーであり、バインダーなど化学品素材を使用する。

#### (2) 河川放流の可能性

いずれも下水へ放流している。将来も河川へ直接放流する可能性はない。

#### (3) WWTP放流基準への低触の有無

前者は、汚濁負荷は高いものの、現状はWWTPの放流基準を満足している。後者は、砥石原料のミキサーの排水以外は、汚濁成分が非常に低い。ミキサーの排水は日量高々数 $m^3$ しかなく、単独でもWWTPの放流基準を満足している。

#### (4) 汚濁負荷低減の方法

汚濁負荷の高い前者について、将来COD、BOD等の負荷によって下水料金が決まる事態に対応するための予備処理の検討を、以下の方法について行った。

回収再利用：	クローズド化
分離除去：	濃縮分離 凝集分離
分解：	化学分解（Phenton処理） オゾン処理 嫌気性生物処理

①粉末洗剤の場合は、あと僅かな工夫で完全クローズド化が可能である。現在、回収水槽に市水を補給しているが、補給する液面管理を今より低いレベルにすることによって、切替時など非定常時に溢れている1-2 $m^3$ 程度の回収水を吸収する余裕ができる。

②濃縮分離は、化粧品の場合は廃水量が180 $m^3/d$ と多いので困難であるが、

計画中のヘアダイの場合には排水量が  $1 \text{ m}^3/\text{d}$  と小さく実現性がある。また必須の油分対策としても有効である。濃縮分の再利用は、製品ヘアダイの性格上、粉末洗剤とは違って、機能や色が微妙であるために困難と思われる。一般には蒸発乾固し固形廃棄物として焼却あるいは廃棄処分にする。もし熱量が充分にあれば、濃縮液をボイラー燃料に混合して燃焼することも考えられる。

③化粧品・ヘアダイの場合、廃水の凝集処理は困難である。ジャーテストで広範な条件を試行したが、無機凝集剤が全くフロックを形成しなかった。

④ Phenton 処理による酸化分解は、見掛けの色に歴然と変化が認められるが、吸光度・CODの測定値が下がらない。しかも、高コストであること、結局は総合的な汚濁負荷を増やしていること、等々の問題があり適当でない。

⑤オゾン処理による分解も、Phenton 処理のテスト結果から見て難しい。

⑥嫌気性生物処理は、化粧品の廃水処理の場合、検討するに値する方法である。処理結果が良好な場合は、ヘアダイの排水処理にも適用できると思われる。

以上の考察より予備処理設備として、化粧品廃水主体の嫌気性生物処理を計画した。これは非常に高いCOD、BODおよびFatの削減を目的とする。原水のpHはほぼ中性であり、粗大なSS分もないので、そのまま約35Cまで加温し、嫌気性生物反応槽で処理する。反応槽は固定床方式とした。加温用熱源を削減するために、処理水と廃水を液・液熱交換し、不足分をスチームで補う。反応槽で発生するガスはボイラーの熱源として回収できる。

処理水質は、CODが  $1/4$ 、BODが  $1/5$  程度まで低減する。処理コストは、化粧品排水量  $300 \text{ m}^3$  に対して  $117 \text{ SIT}/\text{m}^3$ 、その他の排水も含む総排水量  $700 \text{ m}^3$  に対する値に換算すると、 $50 \text{ SIT}/\text{m}^3$  になる。

### 1.3.4 機械金属加工業

機械金属加工業の廃水の発生源は、金属加工、表面処理（めっきを含む）及び塗装の各工程に大別される。また、木製家具製造業を営むMARLES POHISTVOにも塗装工程があることから、ここでは当業種を含めてまとめることとする。

#### 1) 業種の位置づけ

マリボル市内に立地する機械金属加工業には、ARMAL（水道管蛇口、水洗トイレ取付け口、暖房及び冷房用鋳物等の製造）、METALNAグループ（タービンを除く全ての水力発電機器、建設・輸送機器及び産業機械の製造）、TVTグループ（鉄道車両の製造及び修理）、ELEKTROKOVINA SVETILKE（照明機器、電動モーター及び発電機の製造）、PRIMAT（金庫及び鉄製家具の製造）およびELKO ELEKTROKOVINA（モーター及びポンプの製造）の6社がある。そのほかに、自動車を製造するTAMグループがあるが、工場訪問調査及び資料収集の実施が不可能な状況下にあったため、ここでは言及しないこととする。

機械金属加工業を総合すると、総使用水量は3,431㎥/日であり、そのうち再生または回収使用されている水量は1,789㎥/日である。廃水量は1,598㎥/日で、産業廃水量の13.8%、総合下水量の4.4%を占める。

#### (1) ARMAL

総使用水量は492㎥/日であり、そのうち水洗水に120㎥/日が再生使用され、補給水量は372㎥/日である。廃水量は補給水量に等しく372㎥/日で、産業廃水量の3.2%、総合下水量の1.0%を占める。

#### (2) METALNAグループ

総使用水量、補給水量ともに212㎥/日である。廃水量は補給水量に等しく212㎥/日であり、産業廃水量の1.8%、総合下水量の0.6%を占める。

#### (3) TVTグループ

総使用水量は2,169㎥/日であり、そのうちボイラ用水、水洗水及び冷却用水に1,549㎥/日が回収利用され、補給水量は620㎥/日である。廃水量は補給水量に等しく620㎥/日であるが、16㎥/日が漏水しているので600㎥/日となっている。廃水量は産業廃水量の5.4%、総合下水量の1.7%を占める。

#### (4) ELEKTROKOVINA SVETILKE

総使用水量は250㎡/日であり、そのうち冷却用水に120㎡/日が回収利用され、補給水量は130㎡/日である。廃水量は補給水量に等しく130㎡/日であり、産業廃水量の1.1%、総合下水量の0.4%を占める。

(5) PRIMAT

総使用水量、補給水量ともに109㎡/日である。廃水量は補給水量に等しく109㎡/日であり、産業廃水量の0.9%、総合下水量の0.3%を占める。

(6) ELKO ELEKTROKOVINA

総使用水量、補給水量ともに199㎡/日である。廃水量は補給水量に等しく199㎡/日であるが、そのうち44㎡/日を共同廃水処理場で処理を行い、残りの155㎡/日を排出している。したがって、廃水量は産業廃水量の1.3%、総合下水量の0.4%を占める。

(7) MARLES POHISTVO

木製家具製造業はMARLES POHISTVOの1社である。当該工場の総使用水量は519.7㎡/日であり、そのうちボイラ用水に222㎡/日が回収利用され、補給水量は297.7㎡/日である。廃水量は補給水量に等しく297.7㎡/日で、産業廃水量の2.6%、総下水量の0.8%を占める。

2) 河川放流の可能性

河川放流の可能性を持つ工場は、木製家具製造業を営むMARLES POHISTVOの1社である。

(1) ARMAL

廃水処理の対象となる廃水は、廃切削油、廃テトラクロロエチレン(PEC)及びめっき廃水である。廃切削油は回収され、産業廃棄物として委託処分されている。廃PECは回収され、溶剤再生装置で不純物が取り除かれて、再び使用されている。めっき廃水は、廃水処理装置で処理が行われている。したがって、河川放流を検討する必要はない。

(2) METALNAグループ

廃水処理の対象となる廃水は廃切削油及び塗装水洗ブース廃水である。廃切削油は回収され、産業廃棄物として委託処分されている。塗装水洗ブース廃水はCOD濃度が高く、難生分解性の有機化合物を含有するが、廃水の発



生類度は極めて少ない。このため、河川放流を目的とする廃水処理は生活排水が中心となるため、総合廃水の処理装置を設置することは経済的でない。したがって、河川放流の可能性はない。

(3) TVTグループ

河川放流を目的とする廃水処理の対象となる廃水の排出はない。めっき廃水は廃水処理装置による処理が行われており、また、洗車廃水は回収利用されている。したがって、河川放流を検討する必要はない。

(4) ELEKTROKOVINA SVETILKE

廃水処理の対象となる廃水は共同廃水処理施設で処理を行っている。したがって、河川放流を検討する必要はない。

(5) PRIMAT

河川放流を目的とする廃水処理の対象となる廃水は、塗装水洗ブース廃水及び塗装前処理廃水である。塗装前処理廃水の汚濁濃度は低い。また、塗装方法は現状の水洗ブース方式から乾式の粉体塗装方式に変更することから、この廃水の発生はなくなる。このため、河川放流を目的とする廃水処理は生活排水が中心となるため、総合廃水の処理装置を設置することは経済的でない。したがって、河川放流の可能性はない。

(6) ELKO ELEKTROKOVINA

廃水処理の対象となる廃水は共同処理施設で処理を行っていることから、河川放流を検討する必要はない。

(7) MARLES POHISTVO

河川放流を目的とする廃水処理装置の廃水処理費は、汚濁負荷量を削減する予備処理装置の廃水処理費より安価であることから、河川放流の可能性は高い。河川放流を目的とする廃水処理装置は、塗装水洗ブース廃水と接着機洗浄廃水を凝集沈殿処理して生活排水と混合させ、それを接触曝気法による処理を施した後に、P除去のために凝集沈殿処理をさらに施すものである。

3) WWTP放流基準への抵触の有無

総合廃水がWWTP放流基準に抵触する水質項目は、PRIMATにおける塗装前処理廃水に基因するpHならびにMETALNA、PRIMAT及びMARLES POHISTVOにおけ

る塗装水洗ブース廃水に基因する重金属及び有機化合物である。

(1) ARMAL

総合廃水にWWTP放流基準に抵触する水質項目は基本的にない。しかし、めっき廃水処理装置では、処理水に基準をやや上回る重金属が検出されるという問題を抱えている。この原因として、①不十分なpH調整、②廃水の混合排出による錯体の生成、③重金属の水酸化物を含むSSの流出などが考えられる。その対策として、①使用薬品の見直し、②運転条件の変更、③廃水の分別排出及び分別処理、④適切な高分子凝集剤の使用、⑤ろ過塔の設置、⑥キレート樹脂塔の設置などが挙げられる。これらの原因を明らかにして、適切な対策方法を選定することにより、より合理的な処理システムに改善することが望まれる。

(2) METALNAグループ

塗装水洗ブース廃水が排出されるときに、廃水が含有する重金属及び有機化合物がWWTP放流基準に抵触する。

(3) IVTグループ

総合廃水にWWTP放流基準に抵触する水質項目は基本的にない。しかし、めっき廃水処理装置では、処理水に基準をやや上回る重金属が検出されるという問題を抱えている。この原因として、①不十分なpH調整、②廃水の混合排出による錯体の生成、③重金属の水酸化物を含むSSの流出などが考えられる。その対策として、①使用薬品の見直し、②運転条件の変更、③廃水の分別排出及び分別処理、④機器による制御、⑤適切な高分子凝集剤の使用、⑥反応槽の完全混合型への改善、⑦ろ過塔の設置、⑧キレート樹脂塔の設置などが挙げられる。これらの原因を明らかにして、適切な対策方法を選定することにより、より合理的な処理システムに改善することが望まれる。

(4) ELEKTROKOVINA SVETILKE

WWTP放流基準に抵触する水質項目は、廃切削油に基因する油分及び重金属と塗装ブース廃水に基因する重金属及び有機化合物である。これらの廃水は共同処理施設で処理が行われていることから、WWTP放流基準に抵触する水質項目はない。

(5) PRIMAT

WWTP放流基準に抵触する水質項目は、塗装前処理廃水に基因するpHである。現状では、塗装水洗ブース廃水に基因する重金属及び有機化合物があるが、塗装方法の変更により、この問題はなくなる。

#### (6) ELKO ELEKTROKOVINA

WWTP放流基準に抵触する水質項目は、廃切削油に基因する油分及び重金属、アルマイト加工廃水に基因するpH及び重金属ならびに塗装ブース廃水に基因する重金属及び有機化合物である。これらの廃水は共同処理施設で処理が行われていることから、WWTP放流基準に抵触する水質項目はない。

#### (7) MARLES POHISTVO

WWTP放流基準に抵触する水質項目は、塗装ブース廃水に基因する重金属及び有機化合物である。

#### 4) 汚濁負荷量削減のための方法

機械金属加工工業の総合廃水はBOD及びCOD濃度がともに低いことから、汚濁負荷量削減のための予備処理装置の設置は不要である。

なお、木製家具製造業のMARLES POHISTVOでは、少量ではあるがBOD及びCOD濃度がともに高い塗装水洗ブース廃水と接着機洗浄廃水があることから、これらの廃水を凝集沈殿処理をして生活廃水を混合させ、それを接触曝気法による処理を施す予備処理装置を提案した。

## 2. 水使用の合理化

### 2. 1 用排水に要する費用

企業が用排水のために必要とする費用は、下記の通りである。

① 水道料金	97.4 SIT/m <sup>3</sup>
② 下水道料金	58.8 SIT/m <sup>3</sup>
③ 廃水に関する地方税	40.8 SIT/m <sup>3</sup>
④ 廃水に関する国税	16.6 SIT/m <sup>3</sup>

この外に、企業内部で発生する動力費、設備の補修費、人件費等があるが、それについてはここでは触れない。

今回調査した工場の内、製品の出荷額が判明した12工場について用排水に要する費用を算出し、製品の出荷額に対する比率を求めた。その結果をTable 2.1に示す。この表より以下のことが分かる。

- ① 出荷額に対する比率は12工場平均では0.98%であるが、業種によってかなりの差がある。
- ② 比率が最も高いのは繊維工業であり、2.15%に達している。これはこの業種が出荷額当たりの用水量が多い、多用水型産業であるためである。
- ③ 化学及び家具は比率が最も低い。これらの工場は製品が特異なので、比較出来るデータがない。ただ非用水型産業である機械・金属加工と比較してもかなり低い値なので、非用水型と言えるであろう。
- ④ 機械・金属加工は典型的な非用水型産業であるが、出荷額に対する比率は0.82%である。この値は多用水型産業である繊維工業の約40%であり、日本における同様な値(約20%)に比べるとかなり高い。
- ⑤ 上記の比率を日本の同じ業種の工場と比較すると、繊維工業では2倍以上、機械・金属加工では4倍程度となっており、非常に高い。
- ⑥ 食料品の1工場については、同種の工場(ビール製造)の日本におけるデータが乏しいので、明確な比較は出来ないが、ほぼ同水準にあるのではないかと推定される。日本の食料品や飲料の工場においては、価格の高い上水道が使用される率が高く、他の業種に比べると出荷額に対する用排水費用の比率が高い。

Table 2.1 Ratio of Water Use and Waste Water Discharge Cost to Production (1/3)

Unit of Water Volume: m<sup>3</sup>/day, Unit Cost of Water: SIT/m<sup>3</sup>

Industry	Metal & Machine Processing				A-1 TVT				A-2 SVETILKE		A-3 PRIMAT		A-4 ELKO		Sub-Total	
	M-3 ARMAL		A-1 TVT		A-2 SVETILKE		A-3 PRIMAT		A-4 ELKO		A-4 ELKO		A-4 ELKO			
Name of Factory	Water Volume	Unit Cost	Water Volume	Unit Cost	Water Volume	Unit Cost	Water Volume	Unit Cost	Water Volume	Unit Cost	Water Volume	Unit Cost	Water Volume	Unit Cost	Water Volume	Unit Cost
City Water	372	213.5	517	213.5	130	213.5	109	213.5	155	213.5					1,283	
Well Water																
River Water			103	116.1											103	
Total	372		620	197.3	130		109		155						1,386	
Waste Water is discharged to	Sewerage		Sewerage		Sewerage		Sewerage		Sewerage		Sewerage		Sewerage			
Total Water Cost	19,856		30,584		6,939		5,818		8,273						71,470	
1,000 SIT/yea																
Annual Production	2,675		2,000		2,269		835		920						8,749	
Million SIT/year																
Cost/Production Ratio %	0.75		1.53		0.31		0.66		0.90						0.82	

Table 2.1 Ratio of Water Use and Waste Water Discharge Cost to Production (2/3)

Industry	Food		Textile		S-2 TABOR		S-3 MTT		S-4 TSP		Sub-Total
	M-4 PIVOVARNA		M-1 SVILA		Water Volume	Unit Cost	Water Volume	Unit Cost	Water Volume	Unit Cost	
Name of Factory	M-4 PIVOVARNA		M-1 SVILA		S-2 TABOR		S-3 MTT		S-4 TSP		Sub-Total
Water Source	Water Volume	Unit Cost	Water Volume	Unit Cost	Water Volume	Unit Cost	Water Volume	Unit Cost	Water Volume	Unit Cost	Water Volume
City Water			93	154.7	538	213.5	36	213.5	667		
Well Water	411	116.1	1,587	57.3	731	116.1	29	116.1	3,505		
River Water					1,707	116.1	278	116.1	1,985		
Total	411		1,587	64.5	2,976	133.7	343	126.3	6,157		
Waste Water is discharged to	Sewerage		River		River		Sewerage		Sewerage		
Total Water Cost 1,000 SIT/yea	11,929		22,734		20,185		99,479		10,833		153,231
Annual Production Million SIT/year	1,900		2,404		941		3,200		597		7,142
Cost/Production Ratio %	0.63		0.95		2.15		3.11		1.82		2.15

Table 2.1 Ratio of Water Use and Waste Water Discharge Cost to Production (3/3)

Industry Name of Factory	Furniture & Chemical Industry				Total	
	M-2 MARLES	A-5 HENKEL		Sub-Total		
Water Source	Water Volume	Unit Cost	Water Volume	Unit Cost	Water Volume	Water Volume
City Water			339	213.5	339	2,289
Well Water	298	57.3			298	4,214
River Water			312	116.1	312	2,400
Total	298		651	166.8	949	8,903
Waste Water is discharged to	Rive		Sewerage			
Total Water Cost 1,000 SIT/yea	4,269		27,150		31,419	268,049
Annual Production Million SIT/year	1,155		8,317		9,472	27,263
Cost/Production Ratio %	0.37		0.33		0.33	0.98

Note:

1. The Costs of Water Use and Waste Water Discharge here mean payment to the outside, and do not include the inside cost, e.g. power, maintenance, labor etc.
2. The costs are estimated on the assumption that necessary charge, tax etc. are paid.

出荷額に対する比率が高い理由としては、回収使用があまり行われていない事、製品の出荷額が低い事及び用排水の単価が高い事が考えられる。

繊維工業の場合は、生産量当たりの用水使用量が日本に比べてほぼ同等であることから、理由は出荷額と用排水の単価にあるものと推定される。

機械・金属加工の場合も、工場の規模から見て用水量が多いとは考えられない。

従って、理由は繊維工業の場合と同様と思われる。ただ、回収使用はあまり行われていないので、水使用の合理化でこの比率を低下させる余地は大きい。

参考として、調査した20工場について、業種別の平均用排水単価をTable 2.2に示す。

Table 2.2 Average Cost of Water Use and Waste Water Discharge

Unit of Water Volume: m<sup>3</sup>/day.

Industry	Machine & Metal Processing	Food	Textile	Furniture & Chemical Industry	Total
No. of Factories	6	6	5	3	20
City Water	1,495	1,094	1,092	488	4,169
Well Water		426	4,265	298	4,989
River Water	103		1,985	312	2,400
Total	1,598	1,520	7,342	1,098	11,558
Total Water Cost 1,000 SIT/year	82,786	70,243	180,555	39,372	381,956
Average Water Cost SIT/m <sup>3</sup>	207.2	184.9	98.4	143.4	132.2



## 2. 2 個別工場の合理化検討結果

モデル工場 7、第二次工場群 7、第三次工場群 6、合計20工場について、それぞれ水使用の合理化の可能性が検討された。その結果をTable2.3~2.5に示す。

この表に示された節水量は、現在の用排水の価格のもとで十分経済的に成り立つ節水可能な水量を表している。

可能な節水率は、モデル工場では25.1%、第二次工場群では14.7%、第三次工場群では30.3%となった。この差は以下に述べるように、主として業種構成の差によるものである。

合理化方法の中で「量水計の設置」については、合理化検討の基本的な方法として記載されている。従って、それによる節水の可能量は計上されていない。

節水の可能性の判断基準となっているのは、2.1に示されている用排水に要する費用であり、この値は下水道料金が上昇すれば当然上昇する。その結果、節水の可能性は広がり、節水可能な水量は増加するはずである。しかし節水に要する費用については、以下に示されるような特性がある。

- ① 間接冷却用水、温調用水等、ほとんど汚れない用水を節水する場合の費用はかなり安い。
- ② 製品処理用水、洗浄用水等、廃水が汚れており、かつその水質が製品の品質に直接影響を与えるような用水の節水は高価となる。
- ③ この両者の間にはかなりの費用の格差があり、費用面から見た節水の可能性は、明らかに二つのグループに分けられる。

今回の合理化方法の検討結果では、現在の用排水費用の水準において、①に示す間接冷却用水や温調用水等は、大部分が節水可能であることが明かになった。

②に示す用水の合理化方法としては、繊維工業における廃水の再生使用がM-1、S-3及びS-4の各工場で検討されている。この内、M-1についてのみ実施の可能性があるものとして、Table2.3に示されている。

将来下水道料金が上昇すれば、他の繊維工業の工場においても廃水再生利用の可能性が大きくなるものと思われる。

繊維工業以外における廃水再生使用は、水量が少ないこと、必要とされる水質が厳しいこと（食料品、表面処理等）、廃水の汚れが厳しいこと（化学）等のため、下水道料金が上昇してもあまり期待できない。

Table 2.3 モデル工場の節水の可能性

		水量の単位：m <sup>3</sup> /日						
工場名	M-1 SVILA	M-2 MARLES	M-3 ARMAL	M-4 PIVOVARNA	M-5 VINAG	M-6 KOSAKI	M-7 MLEXARNA	合計
水道水								
井戸水	1,587	298	372	411	71	365	476	1,284
河川水								2,296
水量	1,587	298	372	411	71	365	476	3,580
合理化方法	1. 油冷却器用冷却用水の循環使用。 2. 温調用水の節水。 3. 染色廃水の再生使用 (500)	1. 量水計の設置 2. 空気圧縮機用冷却水の循環使用。	PEC用冷却用水を製造用冷却用水へカスケード使用。	1. 量水計の設置 2. 洗びん機の更新。	洗びん機の更新		用水量の十分な管理	
節水量	593	43	71	120	20		50	897
節水率 %	37.4	13.7	19.1	29.2	28.2		10.5	25.1
備考	3. の再生使用実施の可能性は低い。			設備の更新時には可能性あり	設備の更新時には可能性あり	節水の余地はない。		

Table 2.4 第二次工場群の節水の可能性

工場名		S-1 MERINKA	S-2 TABOR	S-3 MTT	S-4 TSP	S-5 METALNA	S-6 SLOSAID	S-7 INTES	水量の単位：m <sup>3</sup> /日
用水	水道水	425	93	538	36	212	20	162	1,486
	井戸水	760	1,158	731	29		15		2,693
水量	河川水			1,707	278				1,985
	計	1,185	1,251	2,976	343	212	35	162	6,164
合理化方法		1. 染色用水量の十分な管理。 2. 生活用水量の十分な管理。 3. 漏水の防止。	1. 井戸水に量水計を設置する。 2. 染色用水量の十分な管理。	1. 井戸水に量水計を設置する。 2. 空気圧縮機の冷却水の循環使用。 3. 染色用水量の十分な管理。 4. 生活用水量の十分な管理。		冷却水の循環使用	井戸水に量水計を設置する。		
節水量	節水量	182	188	458		80			908
	節水率 %	15.3	15.0	15.3		37.8			14.7
備考		染色用水量の節水率を15%、生活用水の節水率を20%と見込む。	平均の節水率を15%と見込む。	冷却水の節水率を95%、染色水の節水率を15%、生活水の節水率を20%と見込む。	節水の余地はない。	冷却水の節水率を80%と見込む。	節水の余地はない。	節水の余地はない。	

Table 2.5 第三次工場群の節水の可能性

水量の単位：t/日

工場名	A-1 TVT	A-2 SVETILKE	A-3 PRIMAT	A-4 ELKO	A-5 HENKEL	A-6 SWATY	合計
上水道	517	130	109	155	339	149	1,899
井戸水	108				312		415
河川水	620	130	109	155	651	149	1,814
計							
合理化方法	1. グループ内の小規模事業所の用水状況の把握 2. 水道水の損失の減少。	1. 独自の量水計を設置する。	1. 溶接機の冷却用水の循環使用	1. 独自の量水計を設置する。 2. 鑄造の冷却水の循環使用。 3. 成形機の循環使用	1. 河川水にも量水計を設置する 2. 圧縮機の冷却用水の循環使用	1. 成形機の冷却用水の循環使用	
節水量	約100	0	約60	約100	約220	約70	約550
節水率 %	16.1	0	55.0	64.5	33.7	47.0	30.3
備考	グループ内の小規模事業所は、それぞれ独立した企業である。	現在量水計はグループ内で共通		現在量水計はグループ内で共通		成形機は分散配置され、完全な循環使用は困難。	

### 2. 3 業種別の節水可能量

上記の20工場を業種別に分けて、節水可能量と節水率を示したのがTable 2.6である。この表から以下のことが分かる。

① 節水率が最も高いのは化学であり、機械・金属加工がそれに次いでいる。

この両業種は冷却用水の使用比率が高く、しかもまだ循環使用が十分行われていないことが、節水率が高くなった理由である。

2.1 で述べられているように、機械・金属加工における用排水の費用の出荷額に対する比率は、日本の同じ業種の工場と比較して非常に高いが、水使用の合理化を進めることにより、この比率をかなり低下させることが可能である。

② 繊維工業の節水率が20%近くに達しているが、これには技術的・経済的に問題の多い廃水の再性使用が含まれているためである。これを除けば、節水率は食料品と同様の12.5%となる。

繊維工業では製品の品質を良好に保つため、多量の洗浄用水が使用されている。その節水が困難なため、可能な節水率が低くなった。

この業種における用排水の費用の出荷額に対する比率はかなり高いが、節水の可能な水量が少ないことから、この比率を低下させるためには技術的・経済的に問題の多い廃水の再性使用を進めるか、出荷額の増加、すなわち製品の高付加価値化が必要であろう。

③ 食料品の節水率は12.5%で、各業種中で最低となった。その理由は、食料品では衛生状態を良好に保つため多量の洗浄用水が使用されており、その節水が困難なためである。

将来下水道料金が上昇した場合の影響は2.2 に述べられているとおりであるが、業種別に見れば、繊維工業の節水可能水量が、廃水の再生使用により増加することが予想される。

Table 2.6 Expected Water Conservation for Industries

Unit of Water Volume: m<sup>3</sup>/day.

Industry	Machine & Metal Processing	Food	Textile	Furniture & Chemical Industry	Total
No. of Factories	6	6	5	3	20
City Water	1,495	1,094	1,092	488	4,169
Well Water		426	4,265	298	4,989
River Water	103		1,985	312	2,400
Total	1,598	1,520	7,342	1,098	11,558
Conserv. Volume	411	190	1,421	333	2,355
Conserv. Rate %	25.7	12.5	19.4	30.3	20.4
Note	There are many cases of once through use of cooling water.	Change of bottle washers is required.	1. Control of dyeing water is insufficient 2. Including reclamation of dyeing waste water	There are many cases of once through use of cooling water.	

#### 2.4 産業用水全体の節水可能量

今回の調査対象とならなかった工場の内、主なものは、MPP Group (旧 TAM) を含む機械・金属加工の工場である。そこで使用されている産業用水の水量は、約3,000 m<sup>3</sup>/日と推定される。この業種における可能な節水率は、Table 2.6に示されるように25%程度であるから、これらの工場における節水可能量は約750 m<sup>3</sup>/日と推定される。

この推定値と、Table 2.6に示された20工場の節水可能量(約2,355 m<sup>3</sup>/日)を合計した値(約3,100 m<sup>3</sup>/日)が、産業用水全体の節水可能量と推定される。

### 3 WWT P 計画

#### 背景

次のような理由でWWT P 計画の概要調査を行った。

- (1) WWT P 計画立案の際、流入廃水量のうち工場廃水の割合が高いため、工場廃水の流量、汚濁負荷量 (COD<sub>cr</sub>、BOD、SS など) を極力正確に把握する必要がある。今回 JICA 調査団は全体工場廃水の 80% を占めると思われる 20 工場の調査を行った。そのデータに基づいてマリボール市が立案している WWT P 計画に対して、調査団としてコメントできる点があればコメントする。
- (2) 難分解性の COD<sub>cr</sub> を多く含む繊維・染色工場廃水の占める割合が高いため、その対策について。

#### 3. 1 計画概要

WWT P 建設に関して、1995 年にプロポーザルが各企業に提出され、現在マリボール市で検討中である。プロポーザルの概要はつぎの通りである。

##### (1) 入口条件

廃水量	: 36,600 m <sup>3</sup> /d
COD	: 691 mg/L      25,517 kg/d
BOD	: 311 mg/L      11,400 kg/d
SS	: 342 mg/L      12,517 kg/d
T-P	: 15 mg/L          550 kg/d
T-N	: 47 mg/L          1,730 kg/d

##### (2) 処理水条件

	Phase 1	Phase 2	Phase 3、4
COD mg/L	—	100	100
BOD mg/L	—	20	20
SS mg/L	—	35	35
T-P mg/L	—	—	2
T-N mg/L	—	—	10

##### (3) 人口増加率

1,996 年 ~ 2,000 年      0.25%

2,000年～2,020年 0.5%

(4) 下水道配管布設率

1,996年	78%
1,997	81%
1,998	83%
1,999	85%
2,000	89%
2,001	91%
2,002	93%
2,003	95%
2,004～2,020	95%

(5) 工業用水使用量増加率

1,996年～1,997年	0%
1,999～2,000	2%
2,001～2,020	1%

(6) 各家庭からの下水道使用料金徴収率

1,996年～2,000年	80%
2,001	83%
2,002	86%
2,003	89%
2,004	92%
2,005～2,020	95%

(7) 建設スケジュール

Phase 1	2000年
Phase 2	2002年
Phase 3、4	2004年



### 3. 2 料金体系の検討

#### 3. 2.1 料金体系と汚濁負荷削減のための予備処理

マリポール市全体の廃水に関するトータルシステムはWWTPと工場に分けることができる。従って、もし何らかの評価関数（予備処理およびWWTP合計の建設費、処理コストなど）を用いてマリポール市全体のトータルシステムを最適化しようとするれば、工場およびWWTPの両方の詳しいデータが必要である。しかしWWTPは現在入札の段階であり詳しいデータがないので、トータルシステムの最適化の検討ができない。そこで詳しいデータがある工場について、種々の料金体系が工場側の対応にどのような影響を与えるかを調査し、マリポール市として将来どのような料金体系を採用したらよいかの判断資料を提供することにした。すなわち、最終的に工場側の予備処理が妥当か否かの判断と、その結果による最適な予備処理方案の作成は Figure 3.2.1(1)に示すフローチャートのような手順に従ってなされるべきであるが、本節での検討はこのうちのWWTP料金算定式設定と予備処理のシュミレーションの部分を実施するものである。

料金体系が工場に与える影響は、定められた料金体系のもとで工場側が自己負担で廃水の予備処理をしWWTP放流の料金を下げた方が有利かどうかの判断で示される。このため、試案としてスロヴェニアおよび日本の実状を参考にした料金体系を仮に設定し、その料金体系を適用した場合に、各工場がどのような対応（予備処理）をすることが予想されるかについて検討を行った。また、その結果に基づき予備処理をする工場の数、全投資金額、削減される汚濁負荷量などを求めた。

各工場が行う予備処理のプロセス、装置の建設費（投資額）、処理費などは、第二部の汚濁負荷量削減のための予備処理のデータ(Table 1.2.2)を採用した。

現在マリポール市では、工場廃水に対するWWTP建設後の下水料金を暫定的に平均で 160 SIT/m<sup>3</sup> としている。これは、平均 160 SIT/m<sup>3</sup>の下水料金で WWTPの管理運営が出来るとのマリポール市の現時点での見通しである。また廃水の汚濁指標を設定しそれに比例して増加する料金体系を採用する予定といわれている。すなわち料金を Y、汚濁指標を Xとすると、次の式で表される。

$$Y = A \cdot X \quad (A \text{ は常数で、汚濁指標に対する勾配})$$

ここでは、上の式を更に一般化し、次の式を採用する。

$$Y = A \cdot X + B \quad (B \text{ は常数で、基本料金である})$$

WWTPへ流入する工場廃水が、流入基準を満足するとすれば汚濁指標  $X$ は、WWTPで処理できる汚濁成分、すなわち COD、BOD および SS で構成するのが合理的である（第二期で処理するリンと窒素は除外する）。ここでは COD が BOD および SSに比較して一般に大きい値をとることとマリポール市が考えている汚濁指標では COD に対して BOD に二倍の重みを付けていることから、汚濁指標を次の式で設定した。

$$X = (COD + 2 \cdot BOD + 2 \cdot SS) / 5$$

以上のような条件下での種々の料金体系に対する工場側の対応をコンピュータによる計算で予測した。その結果、予備処理後における下水料金が調査した20工場の加重平均で 160SIT/m<sup>3</sup>となることを条件とした。もちろん上記の条件、例えば平均の料金 160 SIT/m<sup>3</sup> や汚濁指標の係数を変えることも可能である。Figure 3.2.1(2)にプログラムのフローチャートを示したが、実際の計算については添付したコンピュータプログラムを参照されたい。

#### 1) ケースの設定

下水道料金の決め方には、次の節で述べるように様々な考え方がある。ここでは前に述べたように高濃度汚濁負荷の廃水を出す工場に水質改善への努力を促すため、汚濁指標の高い廃水に高い料金を課す方式を採用している。また、生活排水の料金は一律 80 SIT/m<sup>3</sup>と想定されているので、それとのバランスを考慮し、汚濁の濃度が低いため、料金算定式を適用した結果、料金が 80SIT/m<sup>3</sup> 以下になる場合は、一律 80 SIT/m<sup>3</sup>とし、それ以上の料金については算定式どおりとするケースも調査の対象とした。更に、WWTPへの汚濁負荷を積極的に減少させる政策をとる場合は、COD, BOD, SSについても規制値を設けることが最も効果的と思われるので、仮に規制を設ける案についても検討した。以上をまとめるとケースの設定は下記の通りである。

ケース-1:  $Y = A \cdot X + B$  の算定式で各工場の下水料金を決める方式

ケース-2: 同様に下水料金を決めるが、最低料金を 80 SIT/m<sup>3</sup>とする方式

ケース-3: COD, BOD, SS に規制値を設け、且つ下水料金を  $Y = A \cdot X + B$  の算定式で決める方式

## 2) 調査方法および結果

料金算定式は下記の通りとし、各ケースそれぞれにつき都合96の算定式を設定した。

$$\begin{aligned} \text{料金算定式} \quad Y &= A \cdot X + B \\ X &= (\text{COD} + 2 \cdot \text{BOD} + 2 \cdot \text{SS}) / 5 \\ A &= 0.3 \sim 1.0 \quad (0.1 \text{ きざみ}) \\ B &= 0 \sim 110 \quad (10 \text{ きざみ}) \end{aligned}$$

ケース-1 およびケース-2 については、各算定式毎に各工場の予備処理の採算（予備処理の結果による下水料金の削減が予備処理コストを上回るか否か）を検討した。この際に、1工場で複数の予備処理方案がある場合は、下水料金節減額が最も多い案を選ぶものとしたが、投資額が最も低い案を選ぶ方法を選択することも出来るプログラムになっている。

なお、変数 A, B のうち変数 A は各工場の予備処理の採算を左右する決定要因であり、変数 B は下水料金レベルを決定する要因となる。

### (1) ケース-1 の調査結果

ケース-1 について 96の算定式で検討したが、各工場が採算のとれる予備処理を実施した結果の下水料金が平均でほぼ160 SIT/m<sup>3</sup>となる算定式の例を各勾配(A)毎に抽出し Table 3.2.1(1), (2)に示した。同表にそれぞれの算定式を適用した場合の予想される工場の対応、その効果及び下水料金の状況を示す。

Table 3.2.1(1) 予備処理の採算がとれる工場

	算定式	予備処理の採算がとれる工場		全投資額(千SIT)
		工場数	工場名	
Case-1a	0.3X+100	3	M-6, 7, A-5	138,300
Case-1b	0.4x+ 90	4	M-4, 6, 7, A-5	195,260
Case-1c	0.5X+ 70	4	M-4, 6, 7, A-5	195,260
Case-1d	0.6X+ 50	4	M-4, 6, 7, A-5	195,260
Case-1e	0.7X+ 30	4	M-4, 6, 7, A-5	195,260
Case-1f	0.8X+ 30	5	M-1, 4, 6, 7, A5	238,460
Case-1g	0.9X+ 10	5	M-1, 4, 6, 7, A5	238,460
Case-1h	1.0X	6	M1, 4, 5, 6, 7, A5	263,090

Table 3.2.1(2) 予備処理による効果及び下水料金

	汚濁負荷削減量(kg/d)			処理費原単位 (注)	下水料金(SIT/m <sup>3</sup> )		
	COD	BOD	SS		最大	平均	最小
Case-1a	1,258	695	579	182	241	162	102
Case-1b	1,963	944	548	197	246	164	93
Case-1c	1,963	944	548	197	265	162	74
Case-1d	1,963	944	548	197	284	160	54
Case-1e	1,963	944	548	197	303	159	35
Case-1f	2,413	1,244	458	205	342	163	36
Case-1g	2,413	1,244	458	205	361	160	17
Case-1h	2,461	1,281	450	222	260	164	7

(注) 全投資額(千SIT)/汚濁負荷削減量指標[(COD+2BOD+2SS)kg/d/5]

Figure 3.2.2 に上表に基づく総投資額と汚濁負荷削減量の関係グラフを示すが、投資金額に対する削減効果はSSは低く、CODは高いが、2.4億SITあたりから飽和の傾向がある。

以上の8算式では、勾配(A)が小さい場合は、予備処理の採算がとれる工場が少ないと言う欠点があり、勾配(A)が大きいケースでは、予備処理の採算が

とれる工場数は増えるが、下水料金の最小料金が過小になると言う欠点がある。したがって、Case1b, 1c, 1d, 1e が妥当なところと思われるが、勾配(A)が最も低く(予備処理前の下水料金が過大にならない)、かつ最小下水料金が妥当な Case-1bがこの方式の代表ケースと思われる。

(2)ケース-2 の調査結果

ケース-2 は、ケース-1 のうち下水料金が 80 SIT/m<sup>3</sup> を下回る工場が現出する場合について、それらを 80SIT/m<sup>3</sup>として計算するものであるが、これに当てはまる算定式は下表の Table 3.2.2(1), (2)に示す 5式であった。同表に各式を適用した場合の予想される工場側の対応、その効果、下水料金の状況を示す。

Table 3.2.2(1) 予備処理の採算がとれる工場

	算定式	予備処理の採算がとれる工場		全投資額(千SIT)
		工場数	工場名	
Case-2a	0.5X+ 70	4	M-4, 6, 7, A-5	195, 260
Case-2b	0.6X+ 50	4	M-4, 6, 7, A-5	195, 260
Case-2c	0.7X+ 30	4	M-4, 6, 7, A-5	195, 260
Case-2d	0.8X+ 20	5	M-1, 4, 6, 7, A5	238, 460
Case-2e	0.9X	5	M-1, 4, 6, 7, A5	238, 460

Table 3.2.2(2) 予備処理による効果及び下水料金

	汚濁負荷削減量(kg/d)			処理費原単位 (注)	下水料金(SIT/m <sup>3</sup> )		
	COD	BOD	SS		最大	平均	最小
Case-2a	1, 963	944	548	197	265	162	80
Case-2b	1, 963	944	548	197	284	163	80
Case-2c	1, 963	944	548	197	303	164	80
Case-2d	2, 413	1, 244	457	205	332	160	80
Case-2e	2, 413	1, 244	457	205	351	160	80

(注) 全投資額(千SIT)/汚濁負荷削減量指標[(COD+2BOD+2SS)kg/d/5]

以上のなかでは Case-2d, 2eが汚濁負荷削減量が多い。このうちCase-2dが勾配(A)がゆるやかなため Case-2の代表とする。

(3) ケース-3 の調査結果

ケース-3 では、 $COD \leq 600$ ,  $BOD \leq 300$ ,  $SS \leq 300$ の規制値を設けると仮定して検討した。これらの規制値は、日本の下水道法の基準値に準じたものである。また、マリボール市の現在の下水の水質レベルを若干上回る値であり、規制するとした場合に妥当なレベルであると考えられる。

今回調査した20工場のなかで、廃水の汚濁濃度がこの基準を超えている工場は7工場存在したが、このうち2工場(S-1, S-3)については超過濃度がごく僅かであったため、予備処理を必要とする対象工場から外した(実際の検討では、 $COD > 650$  または  $BOD > 350$  または  $SS > 350$  以上で予備処理必要とした)。このケースでは工場側の対応は規制を満足させることが条件なので一律となり、算定式により下水料金だけに変化する。このうちの代表的な算定式例をTable 3.2.3に示す。

Table 3.2.3(1) 予備処理を必要とする工場

	算定式	予備処理を必要とする工場		全投資金額 (1000SIT)
		工場数	工場名	
Case-3a	$0.3X + 110$	5	4, 5, 6, 7, A5	219,890
Case-3b	$0.5X + 80$	5	4, 5, 6, 7, A5	219,890
Case-3c	$0.6X + 60$	5	4, 5, 6, 7, A5	219,890

Table 3.2.3(2) 予備処理による効果及び下水料金

	汚濁負荷削減量(kg/d)			処理費原単位 (注)	下水料金(SIT/m <sup>3</sup> )		
	COD	BOD	SS		最大	平均	最小
Case-3a	2,011	981	541	217	188	160	112
Case-3b	2,011	981	541	217	210	163	84
Case-3c	2,011	981	541	217	216	160	64

(注) 全投資額(千SIT)/汚濁負荷削減量指標[(COD+2BOD+2SS)kg/d/5]

以上のうち、Case-3b が最小下水料金がほぼ80SIT/m<sup>3</sup>であるのでこのケースの代表例とする。

### (3)調査結果のまとめ

前記した調査で得られた各ケースの代表算定式例である Case-1b、Case-2d、Case-3b の比較をTable 3.2.4 に示す。

このうち、まず Case-1bと Case-2d の比較では、Case-2d は工場の予備処理促進効果が大きくなるが、下水料金が過大（特に予備処理前）になるという問題がある。予備処理前の 20工場の下水料金の最大最小比は Case-1bで5.7倍であるが、Case-2dでは 11倍である。いずれにせよ料金体系の公平性の説明が求められる。

Case-3b は汚濁負荷削減効果は、Case-1b, 2dとさほどは変わらない。この方式は汚濁負荷を積極的に削減することを推進するものであり、日本で実施している方式である。

### 3)将来の課題

工場側での予備処理による汚濁負荷の削減を推進することを前提とした調査を実施したが、どの様な料金算定式を採用すればどの程度の予備処理が期待できるか、その結果どの程度の投資額でどの程度の汚濁負荷の削減が図れるかが明らかとなった。最終的にどの程度の予備処理が適切であるかを判定するためには、前に述べた Figure 3.2.1(1)に示すような手順で、予備処理を実施することが、WWTP の建設費、運転管理費の節減にどの程度のインパクトを与えるか、また将来のマリボール市の産業の発展、産業構造の変化などによる起こり得る汚濁負荷の増大をどのように予測し、それに対する先取り対策として有効となりうるかなどを検討し、WWTP を含めたトータルでの評価を慎重に実施することが必要がある。

Figure 3.2.1(1) 予備処理および水使用合理化検討フローチャート

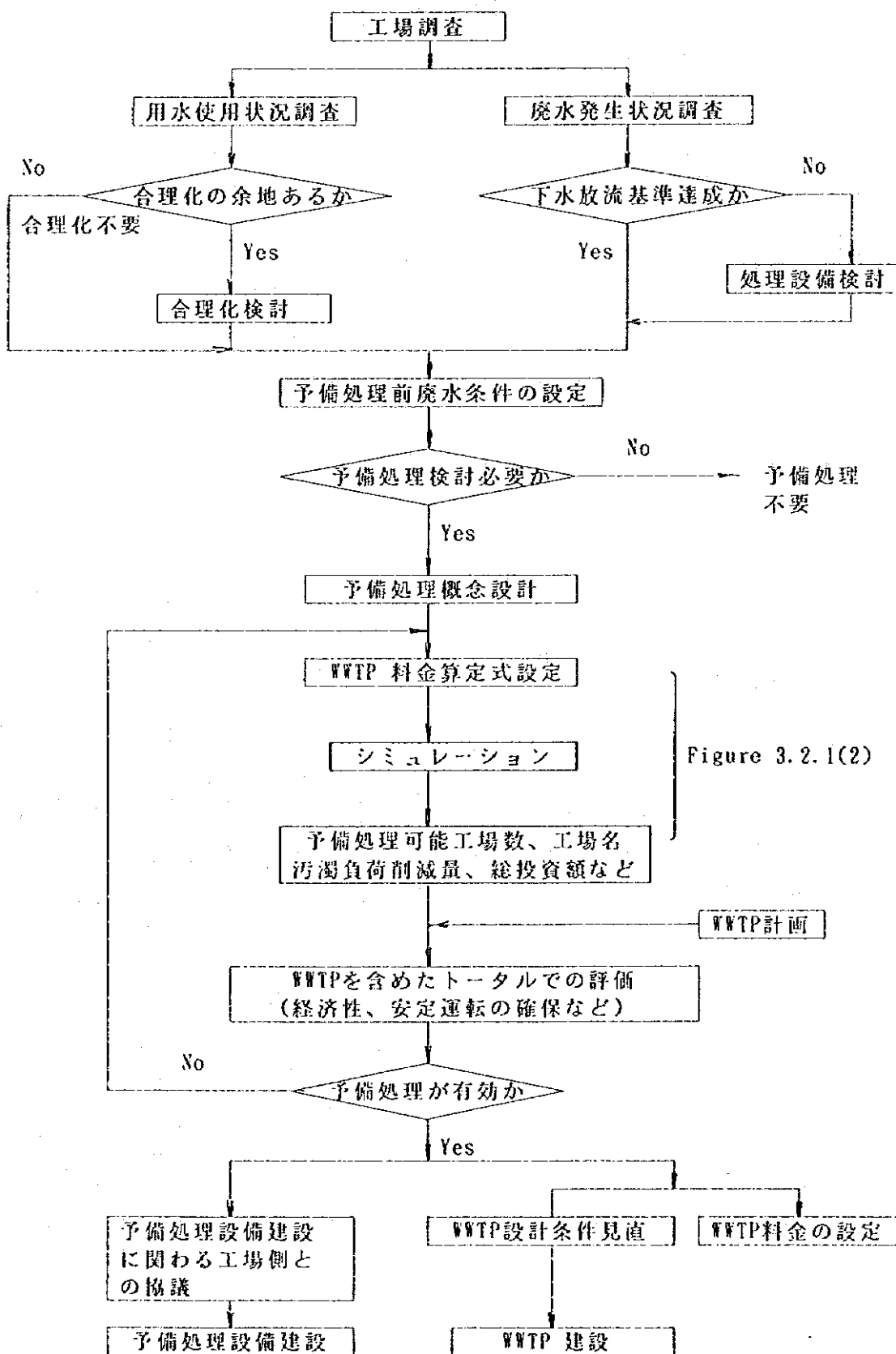


Figure 3.2.1(2)



Figure 3.2.1(2) 予備処理シュミレーションプログラムフローチャート

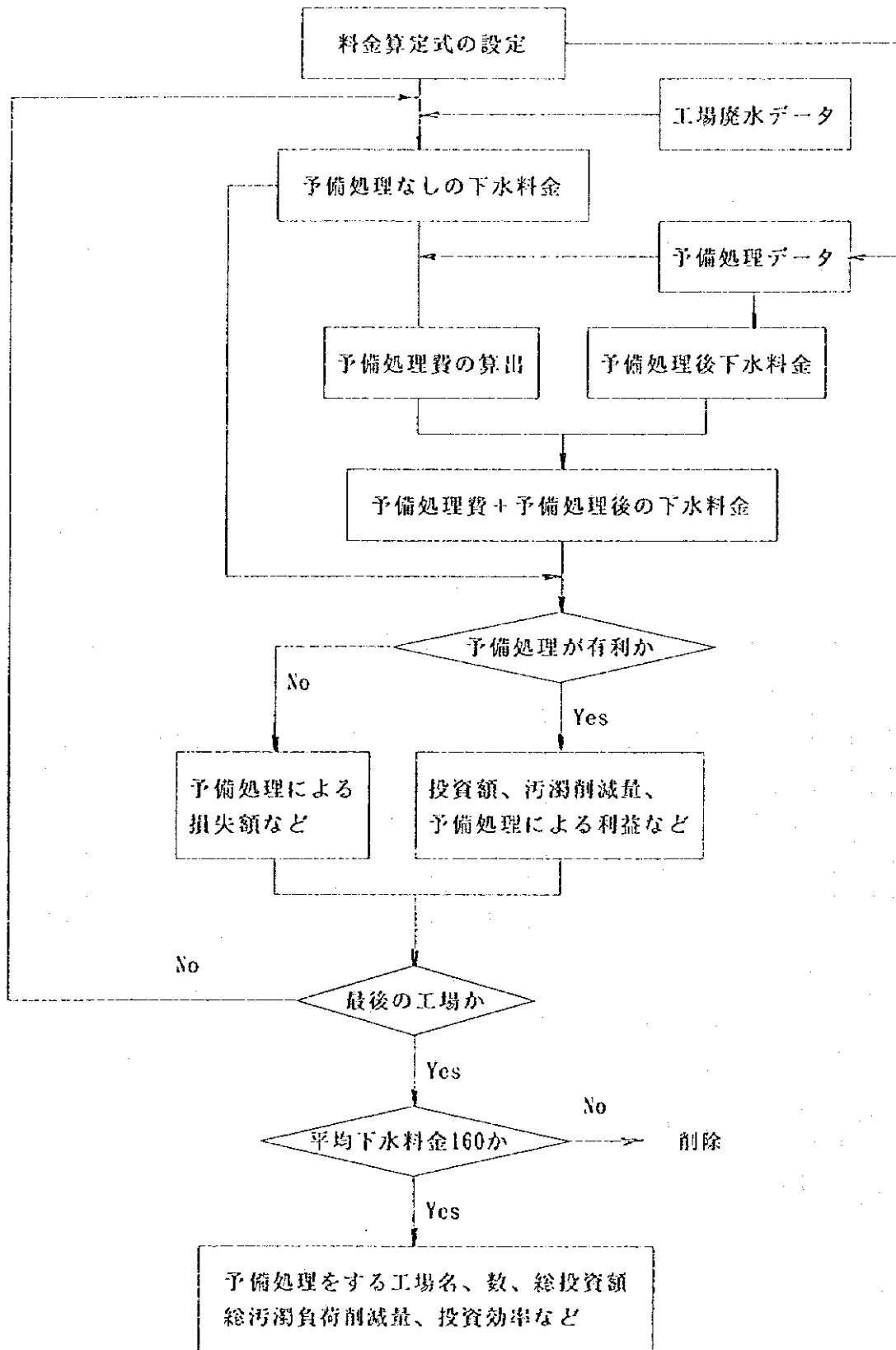


Fig. 3.2.2 Pollutant Reduction vs. Investment

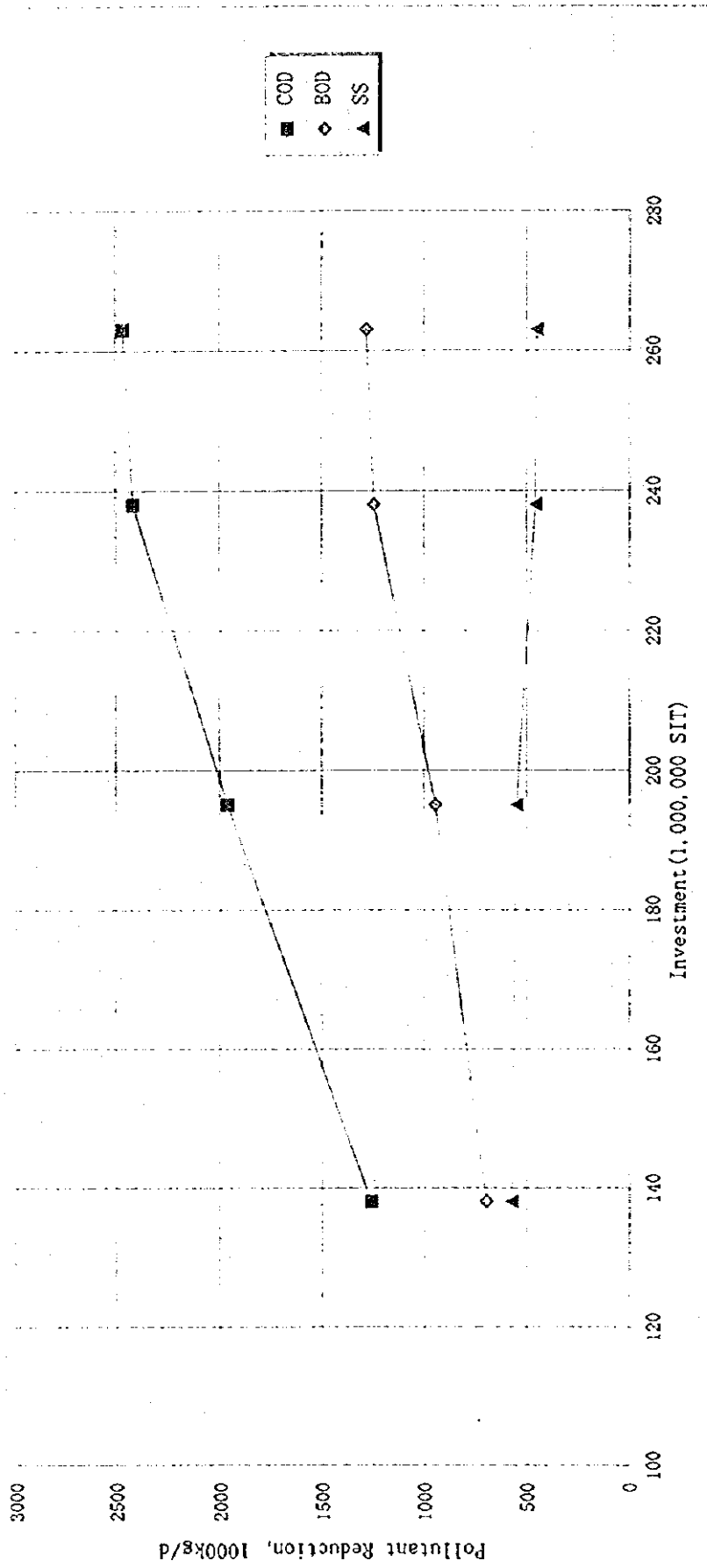


Table 3.2.4 調査結果のまとめ

	ケース-1	ケース-2	ケース-3
(1)規制値	設けない	設けない	COD ≤ 600 BOD ≤ 300 SS ≤ 300
(2)最低料金	設けない	80 SIT/m <sup>3</sup>	設けない
(3)代表例	Case-1b	Case-2d	Case-3b
算定式	0.4X + 90	0.8X + 20	0.5X + 70
予備処理設置 設置工場数	4	5	5
同工場番号	M-4, 6, 7 A-5	M-1, 4, 6, 7 A-5	M-4, 5, 6, 7 A-5
総投資額(千SIT)	195,260	238,460	219,890
下水料金： 最大 (予備処理後) 平均 (SIT/m <sup>3</sup> ) 最小	246 164 93	332 160 80	210 163 84
COD 削減量(kg/d)	1,963	2,413	2011
BOD 削減量(kg/d)	944	1,244	981
SS 削減量(kg/d)	548	458	541
処理費原単位(千SIT/kg/d)	197	205	217
総投資額(SIT) 汚濁負荷削減量指数 (COD+2BOD+2SS)kg/d/5			
(4)特徴および問題点	予備処理前の下水料金は最大で530 SIT/m <sup>3</sup> であり最大最小比は5.7倍である。比較的現実的な体系と思われるが、料金体系の公平性の説明が求められる。	勾配(A)が大きいため下水料金が過大になる。予備処理前最大は900SIT/m <sup>3</sup> であり、最大最小比は11倍と大きい。公平性の説明が求められる。	日本で実施している方式であり、自己責任での汚濁負荷削減を積極的に推進する方式である。

### 3.2.2 日本における下水道使用料金算定の基本的考え方

第4次調査の結果によれば、現在マリポール市はWWTPの料金体系をの同国既存のDonzale下水処理場の料金体系を基本に設定することを一つの方法と考えている。同下水処理場の料金体系は、廃水の汚濁濃度の増加によって処理料金を高くする方式である。また、汚濁指標の一部にCOD/600+BOD/300を加え、CODに対してBODに2倍の重みをつけている。

一方、マリポール市より日本方式紹介の要請があったので、前項の料金体系との関連を明かにしたい。

工場排水の下水道使用料金に関する日本での標準的な考え方の概要は以下の通りである。

#### (1)一般排水と特定排水の区分

企業活動に伴い工場や事業所から下水道に排出される汚水のうち一定量以上のものを特定排水として区分し原因者負担の原則により高料金を課す方式である。一部の下水処理場で採用している。一定量の基準は500~1000m<sup>3</sup>/月程度が多い。

#### (2)基本使用料と累進使用料

基本使用料と累進使用料を併置して使用料の増加に応じて使用料単価が高くなる方式である。需要抑制のインセンティブが働く。多くの下水処理場で採用している。実施例を次に示す。

(1ヶ月当たり)

区 分	使 用 料
0m <sup>3</sup> ~ 10 m <sup>3</sup>	基本使用料 600 円
11 ~ 50	1m <sup>3</sup> あたり 80 円
51 ~ 200	同 100 円
201 ~ 500	同 125 円
501以上	同 150 円

累進使用料

### (3)水質使用料

一定の基準の濃度を超える汚水を排出する者に対して、一般使用者との負担の公平を図るため水質濃度に応じて賦課するものであり、水質改善への努力のインセンティブとして働く。累進使用料と併せて設けうる。水質使用料は、処理場で処理可能な項目を対象として課すべきであり、COD, BOD, SSを対象とするのが一般的である。水質使用料単価の設定には、各水質項目毎に行う方法と、各水質項目を総合した濃度算式による濃度指数毎に行う方法とがある。また、対象となる水質濃度は、家庭汚水の濃度を超える汚水を対象にするものとし、BOD が200mg/L以上の汚水、SSが200mg/L以上の汚水を対象にするのが一般的である。工場排水の多い一部の下水処理場で採用している。

以上が下水道使用料の算定の標準的な考え方であるが、その組み合わせは下記の通りに大別される。また、それぞれについて、基本使用料と累進使用料に前に述べた一般排水と特定排水の区分をしているところがある。

第3部に具体例を示す。

(1)基本料金+累進料金制	第3部	8.3	有明処理場	参照
(2)基本料金+累進料金+水質料金制	第3部	8.1	和歌川処理場	参照
(3)基本料金+水質料金制	第3部	8.2	鹿島処理場	参照

上記のうち(1)は水量節減を促す方式であり、(3)は水質改善を促す方式であり、(2)は両者を兼ね合わせた方式である。3-2-1で試案とした算式はこのうちの(3)に属するものである。なお、日本では下水道法により下水排除基準が定められているが、BODとSSも規制対象項目に入っている。同基準では、50m<sup>3</sup>/日以上の排水量の製造業者に対しては、BOD, SS 濃度それぞれ300mg/Lが制限値となっている。ただし、自治体でこの基準を下限とした条例設定が可能となっており、実態は、BOD, SS それぞれが 300mg/Lのケース、COD<sub>Mn</sub>, BOD を600mg/Lまで許容しているケースなどがある。したがって、上記した使用料算定の考え方は当然 BOD, SSに規制があることを前提としている。なお、CODについては下水処理場の排水を河川へ放流する場合は原則として制限を設けていない。

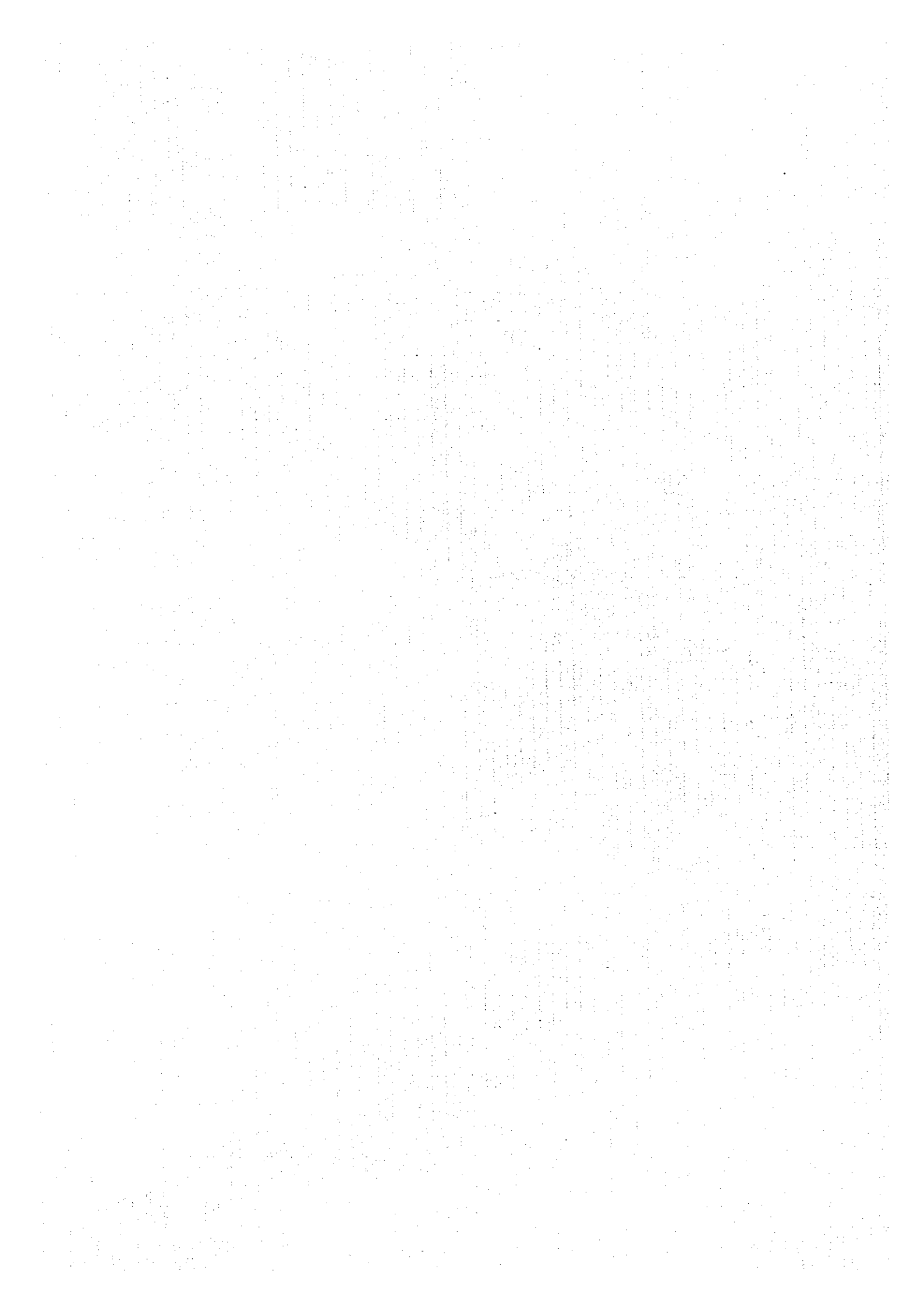
### 3. 3 窒素・リンの除去

工場廃水におけるT-Pの河川放流規準は、一般の場合で2mg/L、繊維産業の場合は1mg/Lと非常に厳しい値となっている。今回調査した工場のうち、それを越えている工場の方が多いが、越えていると言っても2桁の数字になっている工場はごくわずかで、概ね1桁の数字となっている。しかしマリボール市全体の廃水中のリン濃度はさらに低くなるものと思われる。

排出基準を越えている工場にリン除去のための予備処理設備を設けることは、各モデル工場について、河川放流のための概念設計を行った結果でも明かなように、大変高価なものになる。従って、WWTPで一括処理の方が得策である（現在のWWTPの計画でもリン除去を考慮したプロセスとなっている）。

処理方法については、要約文（関連情報）に「1. 窒素・リン除去技術」を添付するので、参考にされたい。

## V. 提言





## V. 提言

前章の調査結果に基づき、本章では政府および工場への提言を行う。提言内容は（１）産業廃水および予備処理（２）水使用合理化（３）WWTP および（４）政府の採るべき施策に分けられる。

産業廃水および予備処理では、まず工場に対して産業廃水の実態把握をすべきであり、そのための方法として専任の担当者を置き、工場内に用水流量計を設置すること、排水のサンプルを採取しやすくし、定期的に水質および水量の測定を行うべきことなどを挙げた。また若干の工場に対して今後の技術課題を指摘した。さらに WWTP の運営に際して注意すべき有害物質についても言及した。

水使用合理化では、まず水使用合理化が単に工場内での使用量の減少に留まらず、間接的に河川に流入する汚濁量の減少、WWTP で処理する汚濁量の低減および企業経営状況の改善に及ぶことを述べた。次に政府に対する提言として（１）企業への技術的、財政的援助および（２）合理化を妨げないような WWTP の料金体系設定を取り上げた。さらに企業への提言として（１）用排水の量を正確に把握して、完全な水バランスを作成する（２）用途別に必要な最低の量および質を把握する（３）工場の操業状況の変化に対応して水バランスを見直す（４）具体的な合理化法を検討し経済性を確認した後、実施が可能なものから実行するなどを挙げた。

WWTP に関しては、まず産業廃水の料金体系の設定について提案を行った。WWTP 料金体系設定の基本方針として、次の原則を定めた。すなわち（１）WWTP の費用は使用者が支払う料金で賄う（２）処理費を平均で 160 SIT/m<sup>3</sup> とし、これを産業廃水の汚濁の程度および量により増減する（３）汚濁の程度を表す指標は COD, BOD および SS とする。以上の原則に則り、料金算定式を汚濁指標の一次関数とした。この算定式に基づいて（１）産業廃水を生活排水と別体系で取り扱う場合（２）産業廃水の最低料金を生活排水料金とする場合（３）産業廃水に汚濁負荷の制限を設ける場合の 3 ケースにつき推奨すべき算定式を提案し、それらの特徴を述べた。また上記の考察を基に行政当局がなすべきことを挙げた。さらに WWTP の運営に際し、高濃度の COD に留意すべきであるとした。

最後に政府の採るべき施策を述べた。まず人材の育成、そのための専門機関の必要性を強調した。また専門機関の位置づけ、主な機能、運営法などを挙げた。さらに専門家認定制度を提案した。このほか環境対策に対する優遇制度として環境設備取得に係わる税の減免制度および環境設備投資に対する低利資金の融資制度についても言及した。さらに環境関係のエンジニアリング会社の必要性および育成法を述べた。

## 1. 産業廃水処理および予備処理

### 1.1 産業廃水の実態把握

今回の調査を通じて痛感したことは、一部の優良企業を除いた一般の工場では排水の実態の把握ができていないことであった。排水に限らず用水についても、市水以外の用水、すなわち自家井戸水や河川水の使用量が充分把握されていない。大手の工場でも、工程別はおろか建物別の給水量さえも計測されていない。

以下に関連する提言を列挙する。

#### (1) 工場廃水を管理する専門の環境対策部門を設け、専任の担当者を置く。

a 経営責任者から担当者を直接任命し、権限を与える

b 手本になる企業(Henkel-Zlatrogなど)をベンチマーキングする

#### (2) 用水流量計を設置する。

c 自家井戸水や河川水の使用量を計測する水量計を設置する

d 主要工程別の水消費量を計測する水量計を設置する

(水使用合理化など水消費量管理の基本である)

#### (3) 適正な排水サンプルが採取できるようにする。

e できるだけ排水ピットを設ける

f 排水路に水量計が取り付けられるように、円形断面の排出口を準備する

(水量比例複合サンプルが採取できると、1日の平均水質が得られる)

#### (4) 水量・水質の定例測定

g 自主管理のために分析する項目を、企業と政府が合意の上で決める

(毎回全項目を分析する必要はない)

h 基準遵守の点検、下水料金の査定に供する水質分析はWWTPが負担する

(InspectorあるいはNIGRADの立入検査を原則とする)

i 放流口の統合を促進する

(総合排水量・水質の把握が経済的になる 補助金支給で義務化する等)

#### (5) 製造品目や使用原料など排水に大きな変化を来たす主要工程の変更の届出

j 特に有害物質と下水料金の算出に影響する項目については事前届出とする

## 1.2 継続的な技術検討

今回の調査で、同業種に属する工場でもそれぞれ異なる課題が在ることが判った。この報告書では概括的な調査と概念的な検討・設計しかできていない。

実際に廃水処理設備や予備処理設備の設置を計画する場合には、この報告書を参考にして詳細に状況を把握し、小規模実験により効果を充分確認して進めるよう提言する。

また多くの工場で成果を共有しうる興味ある課題について、継続的な研究をするよう提言する。外国からの技術援助などの機会があれば活用するとよい。

以下に研究課題の例を列举する。（順不同）

- (1) S-2 TABOR に設置されている木炭濾過設備は、第4次現地調査の際に濃度の薄い条件ではあったが効果が確認された。これの性能を長期に観察する。
- (2) S-2 TABOR では、排水の汚濁濃度を低くするために標準より多い水使用量になっているようである。適切な廃水処理をすることにより水使用量を大幅に削減すること、及びその結果に基づき、河川直接放流と下水放流の経済性を詳しく検討する。
- (3) M-1 SVILA の廃水処理モデルシステムは、第2次現地調査時点の情報に基づいて設計されたため、色の除去に関して過大な設備となっている。第4次現地調査（凝集テスト等）の結果を参照すると、凝集沈殿処理をしてから生物処理をすると生物処理設備が大幅に縮小でき、着色対策として組入れたオゾン・活性炭処理も不要になる可能性がある。河川直接放流の廃水処理設備を再検討する。
- (4) S-3 MTT の総合排水は、pHが非常に高く、染色排水よりも汚濁濃度が高い。漂白・精練（ポリエステルアルカリ減量があるのか？）排水の影響が大きい可能性がある。これを確認して対策を取る検討をする。
- (5) A-5 Henkel-Zlatrogの廃水には、生物処理可能な物質ながらCOD、BOD、油分などの濃度が高いものがある。好気性生物処理では発泡が問題になるが、嫌気性生物処理が適用できる可能性がある。嫌気性生物処理の小規模実験を実施する。この技術は他の高濃度廃水の処理にも展開できる。

等々

### 1.3 WWTPに対する有害物質および要注意物質

WWTPに対して阻害になる物質について、利用者の啓蒙を計るよう提言する。どのような物質が、どの程度あると、どのような阻害をもたらすか、については第3部 4. に、それらに対する除去技術については第3部 3. に収録するので参考にとるとよい。

## 2. 水使用の合理化

### 2. 1. 水使用の合理化の効果

#### 2. 1. 1 概要

水使用の合理化が実施されることによって得られる効果は、下記の通りである。

- ① 河川に流入する汚濁量の減少
- ② W W T Pで処理すべき汚濁負荷量の低減量
- ③ 企業の経営状況の改善

これらについて、以下に簡単に説明する。

#### 2. 1. 2 河川に流入する汚濁量の減少

##### ① 工場内で発生する汚濁量の減少

水使用の合理化が直接汚濁量の減少に結びつくことは少ないが、節水を行うためには作業条件や生産工程の改善が必要となる。その結果、排出される汚濁量が減少することが期待される。

##### ② 廃水処理後の汚濁量の減少

工場で発生した廃水は、W W T Pまたは自己の処理装置において、国の定める排水基準を満足させる水質まで浄化されて、河川に排出される。この場合排水の水質は一定であるから、節水が行われて排水量が少なくなれば、その分だけ河川に排出される汚濁量は減少する。

#### 2. 1. 3 W W T Pで処理すべき汚濁負荷量の低減

節水が行われれば、W W T Pで処理すべき汚水量が減少されるのみでなく、2. 1. 2. ①の理由で汚濁負荷量も低減される。

将来工業生産が増加して産業排水量が増大し、W W T Pの処理能力を超えるような状況になったとしても、節水を進めることにより、その状況を回避することが出来る。

#### 2. 1. 4 企業の経営状況の改善

今回の調査によって、調査対象工場における用排水の費用の出荷額に対する比率は、日本の同じ業種の工場と比較してかなり高いことが明らかになった。

この比率を低下させ、企業の経営状況を改善させるには、当面水使用の合理化を進めるのが有効な方法である。

今回の調査では、現在の用排水の価格のもとで十分経済的に成り立つ節水の可

能量は、全用水量の約20%に達することが分かった。このことは、節水を進めることにより、企業の経営状況が改善される可能性のあることを示している。

用排水の費用の出荷額に対する比率は、日本以外の国、特にヨーロッパにおける値と比較すべきであるが、この値は企業の内部資料に属するもので、日本以外の値はもちろん、日本の値ですら公表されたものは見あたらない。ここで比較に使用されている値は、(財)造水促進センターが保有する非公開データである。

## 2. 2 水使用の合理化に関する提言

### 2. 2. 1 国・市に対する提言

水使用の合理化は上述のように多くの効果が期待されるので、一つの政策として推進されるべきである。しかし、合理化を実施するのは企業であるから、国・市は、企業が合理化を実施するのを側面から援助するのが好ましい。

このために、国・市が下記の事項を実施することを提言する。

#### ① 企業に対する技術的な援助

国または市に水使用合理化の専門家を配置し、企業の相談に応じ、さらに積極的に企業を指導する。

#### ② 企業に対する財政的な援助

原則的には、企業が自己資金で水使用合理化を実施すべきであるが、企業の負担を軽減するため、日本で実施されているような低金利による融資制度等が実施されることが、好ましい。

#### ③ 水使用合理化を妨げないような下水道料金体系の設定

産業廃水のほとんどがWWTPに排出されるのであるから、合理化を行うことが経済的に不利になるような下水道料金体系(例えば、排水量が減少すると単位水量当たり料金が高くなる。)は好ましくない。

②に関連して、日本における企業に対する財政的な援助の例を下記に示す。

#### ① 水使用合理化設備に対する低利融資制度

地域・施設を限定し、国または地方自治体が企業の設備費用の一定割合について、市中金利より低利な資金を融資する制度である。

#### ② 省エネルギー型設備に対する優遇税制

エネルギー消費量が特に少ないと国により認定された設備(省エネルギー

型設備)を設置した企業では、税金から設備費の一定割合が控除される。

## 2. 2. 2 企業に対する提言

個別の企業に対する具体的な提言はすでに本文中に述べられており、一般的な技術的指針は付録に示されているので、ここではごく基本的な提言のみを示す。

### ① 用排水の費用が、企業の財政に大きく影響することを認識する。

すでに述べられているように、用排水の費用の出荷額に対する比率はかなり高い。この事実が十分認識されて、水使用の合理化が推進されることが重要である。

### ② 用水及び廃水の水量を正確に把握し、完全な水バランスを作成する。

1.1 に示されているように、今回調査した各工場における用水量の管理は不十分であった。井戸水と河川水を使用している9工場の内、量水計が設置されているのは3工場のみであり、また、共通の量水計を通じて水道水が供給されている工場で、独自の量水計が設置されていない工場が2あった。

この提言はすでに1.1においてなされているが、水使用の合理化の最も基本的な事項なので、ここで重ねて提言して置く。

### ③ ある用途に必要な最低の水量及び水質を出来るだけ把握する。

節水の最も簡単な方法は、ある用途に必要な最低の水量が供給され、余分な水量が使用されないことである。さらに、回収使用が検討される場合は、回収水が有すべき最低の水質が問題となる。

しかし、これらの値を把握することは技術的にかなり困難である。この課題を解決するためには、水処理技術者と製品を生産する技術者の緊密な協力が必要である。日本においても、濁水等で節水が緊急の課題となった場合等を除いて、あまり実施されていない。

### ④ 具体的な合理化方法を検討して経済性を確認し、実施が可能なものから実行に移す。

経済性の確認は慎重に行い、設備の製作者から正確な見積を得ておくことが必要である。

### ⑤ 工場の操業状況の変化に対応して、水バランスを見直して置く。

水バランスは常に変化するので、一定の方式を決めて定期的に見直しが行われることが好ましい。

水バランスは工場の生産工程や生産状況を示すものなので、通常外部には発表されない。したがって、どのような方式で見直しが行われているかは明かではない。ただ、しばしば渇水が発生する地域に立地する工場では、渇水時に必要とされる節水に備えて、平時から水バランスの見直しが行われているようである。

上記の②～⑤の実行に外部の専門家の援助が得られれば、工場側の専門知識の不足が補われ、また技術の移転が行われることが期待される。



### 3. WWTP

#### 3.1 料金設定

WWTPに関する提案を行うにあたり、下水料金の設定について前章3.2.1で行ったシミュレーションの結果を再度整理しておく。まずWWTPの料金体系設定の基本方針として次の原則を定める。

- (1) WWTPにおける総合処理費は、使用者が支払う料金で賄うものとする。
- (2) 総合処理費を平均で160 SIT/m<sup>3</sup>とし、これを工業廃水の汚濁の程度及び量により増減するものとする。
- (3) 汚濁の程度を表す指標は、COD、BOD及びSSとする（WWTPで処理できない汚濁物質および将来WWTPで除去予定のリンと窒素は考えない）。以上の原則に則り、1m<sup>3</sup>当たりの料金算定式を当面下記のように定めた。

$$\text{料金(SIT/m}^3\text{)} = A \cdot (\text{COD} + 2 \cdot \text{BOD} + 2 \cdot \text{SS}) / 5 + B$$

料金算定式を上記のように定めたところで料金体系設定に際し、政策的に二つの大きな選択をする必要がある。すなわち料金体系に基づいた自由経済の原則だけにするか、あるいは廃水の汚濁負荷に一定の制限を設け、それ以上の汚濁負荷除去を強制的に工場側に実施させるかの選択である。日本の下水処理場では汚濁負荷の制限をしており、この制度が汚濁削減の有効な手段とされている。しかし事情は各国で異なっており、それぞれの国情に照らして判断すべきと考える。以下前章の調査から得られた結果に基づいて推奨すべき料金体系について述べる。

- (1) 企業の行動をすべて自由経済の原則にまかせるとすれば、二つのケースが考えられる。一つは生活排水と工場廃水とを別体系の料金で管理する場合である。この場合、次の料金算定式が考えられる。

$$\text{料金(SIT/m}^3\text{)} = 0.4 \cdot (\text{COD} + 2 \cdot \text{BOD} + 2 \cdot \text{SS}) / 5 + 90$$

調査対象とした20の工場の平均料金は、164 SIT/m<sup>3</sup>となり、4工場が予備処理をする。工場側の総投資額は1億9千5百万 SIT であり、この投資によって汚濁負荷はCOD、BODおよびSSでそれぞれ1,963kg/d、944kg/d、548kg/dが削減される。

(2)マリポール市では生活排水の料金を一律 80 SIT/m<sup>3</sup>にする考えといわれる。一方、第一のケースでは、汚濁負荷の低い工場廃水の料金が80 SIT/m<sup>3</sup> 以下になる場合があるので、これでは公平性を欠くのではないかという議論が起こり得る。そこで第二のケースは、汚濁負荷が低い工場廃水には生活排水の料金を適用し、それ以上の工場廃水には汚濁負荷に従って料金を徴収する場合とした。料金算定式は、次の通りとなる。

$$\text{料金(SIT/m}^3\text{)} = 0.8 \cdot (\text{COD}+2 \cdot \text{BOD}+2 \cdot \text{SS})/5 + 20$$

予備処理をする工場数は廃水量の多い SVILAを含み 5工場で、平均料金は 160 SIT/m<sup>3</sup> となり、総投資額は 2億3千8百万SIT、それによる汚濁負荷削減量は、COD, BOD, SS それぞれで 2413kg/d, 1244kg/d, 458 kg/d である。

(3)WWTPで放流される工場廃水に汚濁負荷の制限(COD:600mg/L, BOD:300mg/L, SS:300mg/L)を設けるとすれば、

$$\text{料金(SIT/m}^3\text{)} = 0.5 \cdot (\text{COD}+2 \cdot \text{BOD}+2 \cdot \text{SS}) + 70$$

の算定式となる。この場合、5工場が予備処理をすることになり、平均料金は 163 SIT/m<sup>3</sup>、工場側の総投資額は2億2千万 SIT、この投資による汚濁負荷の削減量は COD, BOD, SS それぞれで 2011 kg/d, 981 kg/d, 541 kg/d となる。

以上、代表的な 3 ケースについて概要を説明した。なおそれぞれのケースの特徴については前章の 3.2.1 に述べた。一方、WWTPへの負荷削減量に注目する考え方がある。負荷削減量とそれに要する投資額の関係は、同じく前章の Fig. 3.2.1 に示されている。この表によると SSは投資額にかかわらず削減効果はほぼ一定、CODは投資効果が大きく投資額に比例して削減量は増加するが、2億4千万 SIT あたりから飽和の傾向がある。BODも CODと同じ傾向であるが、投資効果はそれほど大きくない。また同じ投資額と削減効果でも複数の料金体系式が存在する。従って、算定式の設定に際しては投資効果と算定式の特徴の双方を考慮する必要がある。どのような考えを採用するにせよ実施に際しては、更に多くのケースを検討

し行政、経済並びに政治的要素を加味して判断すべきである。方法については計算プログラム(FORTRAN)のディスクレットを添付するのでそれを参照されたい。

なお、ここで強調したいのは料金の算定式が行政当局の政策を具体的に表すものであり、本調査によってその政策がもたらす結果をある程度予測する手法が確立されたことである。

以上の考察を基に、今後市当局がなすべきことについて以下に述べる。まず第一になすべきはWWTPシステムの決定である。前章3.2.1項に述べたようにマリポール市全体の廃水処理のトータルシステムは、WWTPと工場に分けられるので、WWTPのシステムが決定されなければトータルシステムの最適化を図ることができない。

第二に行うべきは、工場の汚濁負荷(COD, BOD, SS)をWWTPと工場でどのように分担するか論議である。本調査の結果によれば、現行の排出基準のもとではほとんどの工場がWWTPへ放流すると予想される。もし市当局が工場側にWWTPへの汚濁負荷削減を求めるのであれば、何らかの規制を設けるか料金体系を工場が予備処理をするようなものにする必要がある。その場合、本調査により汚濁削減量、投資額、料金体系などの関係が明らかになっているので、それを利用できる。

第三には、上記の予備処理に関する予想は、コンピュータプログラムの経済計算によるもので、工場側の判断によるものではないということである。従って、予測結果を工場側と話し合い確認と修正を行う必要がある。

以上の議論を踏まえた上で全体システムをどのように構築するかを決めることが可能になる。しかし、ここで留意すべきは、上記の議論はあくまでも現時点のものであり、将来におけるシステムはマリポールの産業廃水の予測データがなければ考えられないということである。因みに日本では、高度成長期に工業用水の大幅な増加を予想したが、実際は再利用が進み実質的な工業用水の需要増加はわずかであった経緯がある。工業の汚濁負荷は生産量に比例するのが原則であるが、産業構造の変化もあり予測は慎重に行う必要がある。

### 3. 2 COD<sub>cr</sub>の除去

WWTPに流入する総廃水量に対する繊維・染色工場廃水の占める割合は約20%占める。繊維・染色工場廃水は難分解性COD成分を多く含まれており、WWTP放流基準値100mg/Lを達成されない危険性が考えられるので検討したものである。下記に日本の実例に基づいて提言するので参考にされたい。

#### 1) 廃水の特徴

WWTPに流入予定のマリポール市全体の廃水の特徴として、全体廃水の中の繊維・染色5工場廃水(M-1、S-1、S-2、S-3、S-4)の占める割合が高いことである。すなわち、水量で20%、COD<sub>cr</sub>で11%占めている。一方、COD<sub>cr</sub>濃度の高い食品、化学5工場(M-4、M-6、M-7、S-6、A-5)の場合で、全体廃水量中に占める割合は水量で5.3%、COD<sub>cr</sub>で11%となっている。

また、両者を合わせた場合の比率は水量で25%、COD<sub>cr</sub>で22%占めている。(Table 3.2.1)。

#### 2) 繊維・染色廃水

##### (1) 廃水特性

- ①難分解性CODを多く含む
- ②着色度が高い
- ③発泡性がある
- ④窒素、りんおよび硫黄の含有量が高い工程廃水がある
- ⑤BOD/CODが小さい。

特に、難分解性CODを含むため生物処理におけるCODの除去率が低くなるので、WWTPの処理システムの選定にあたって考慮しなければならない事項である。

##### (2) COD<sub>cr</sub>除去についての注意事項。

一般生活排水に繊維・染色廃水が混入した廃水を好気性処理すると、混入率が高ければ高いほどCODの除去率が低下する。これは日本における実績から明らかである。そのデータをFig 3.2.1に示す。

Table 3.2.1 全体廃水と繊維・染色廃水およびその他廃水との比較

	m <sup>3</sup> /d	C O D c r	
		mg/L	kg/d
(1)全体水量 (WWTP流入予定)	36,600	691	25,517
(2)調査対象 20 工場廃水	11,558	500	5,784
(3)繊維・染色工場廃水(5工場) 繊維・染色/全体 x 100, %	7,342 20	387	2,838 11
(4)CODcr濃度の高い食品、化学 (5工場) 食品、化学/全体 x 100, %	1,938 5.3	1,400	2,710 11
(5).(3)+(4)/全体 x 100, %	25		22

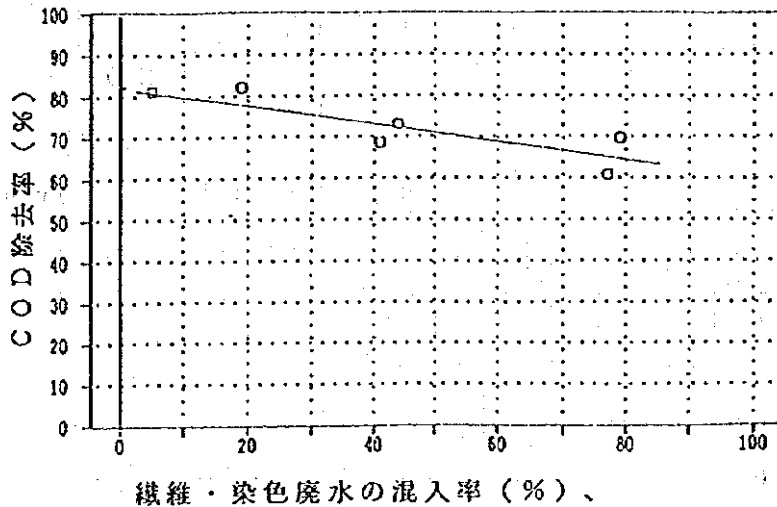
注記：(1)全体水量は マリボール市作成のプロポーザルより引用した。

(2)調査対象 20 工場の廃水はIV章 Table 1.1.2より計算した。

(3)繊維・染色 5 工場廃水 (M-1、S-1、S-2、S-3、S-4) の数字はIV章のTable 1.1.2より計算した。

(4)C.O.D.c.r 濃度の高い食品、化学工場廃水 (M-4、M-6、M-7、S-6、A-5) はIV章 Table 1.1.2より計算した。

Fig 3.2.1 受入水量比率とCOD Mn除去率の関係



繊維・染色廃水の混入率 (%)、

出典：日本上下水道設計(株)資料

このデータはCOD Mnの除去率であり、COD crの場合のデータではない。しかし、このデータから推定すると、COD crの除去率は若干低くなる危険性があるので、WWTP計画のためのプロポーザルに示される原廃水のCOD cr 691 mg/Lを100 mg/Lまで処理することは非常に難しいものと推定される。処理方法にA<sub>2</sub>Oシステムを採用し、凝集剤を添加すれば若干除去率は高くなると思われるが、それでも、COD cr 500 mg/Lを100 mg/Lにするのがぎりぎりであろうと思われる。したがって繊維・染色工場については、あらかじめある程度のCOD cr除去を目的とした予備処理設備を設置せざるを得ないことも予想されるので、WWTPにおける処理プロセスの検討の際には注意を要する。

### 3) COD cr濃度の高い食品、化学工場廃水

食品工場廃水の場合、生物処理で分解されやすい成分を含んでいるので、繊維・染色廃水のCOD crの除去率より高くなると思われるが、COD crの濃度が極めて高く、絶対量は繊維・染色廃水と同様であるので、WWTPの処理プロセスの検討の際には注意を要する。

場合によっては、COD crの排出量の多い工場に対してCOD cr削減のための予備処理を行う必要があるかも知れない。

各工場毎に汚濁負荷量削減のための予備処理装置の概念設計を行った際にCOD cr削減量の予測も行ったので参考にするとよい。

#### 4. 政府の採るべき施策

##### 4. 1 基本方針

公害防止、環境保全をめざし、事業活動の環境への影響を最小限度にとどめるための、第一かつ最小限の努力が規制基準の遵守である。このためには、枠組み、人材、技術、資金の四つの柱がバランスよく用意されなければならない。

スロヴェニア国では、1996年に、工場廃水の河川放流基準およびWWTP放流基準が制定されたが、その基準を各企業が遵守しなければ、また行政側も各工場に対して、適切な管理・指導を行わなければ、環境汚染はますます進行することになる。

いずれにしても、環境保全を効率よく推進していくためには、行政側および工場側に人材の育成および環境対策投資を促進するための金融上の優遇制度の創設、さらに工場側に対してコンサルタントができ、処理設備を設計、施工するためのエンジニアリング会社の育成が不可欠である。

##### 4. 2 人材の育成

水質汚濁防止対策を進める上で、汚染発生のメカニズム、汚染物質の拡散、健康被害、防止対策、測定方法などに関する幅広い分野の知識・技術の習得が必要である。

これらの知識・技術を持った専門家が中央政府、地方都市、企業等に配置されることにより、効果的な環境対策を進めることができる。

環境専門家を迅速に育成するためには、中央政府の主導の下に環境問題や人材育成を専門に取り扱う機関を設置することが重要である。この機関の内容は下記のようなものが望ましい。

###### 1) 位置付け

中央政府直属機関が関与する方式とし、幅広い分野の協力を得るためには、民間を含めた方式が望ましい。

###### 2) 主な機能

- ① 環境技術の普及：汚染発生のメカニズム、汚染物質の拡散、健康被害、防止対策、測定方法等について知識習得のための講

習会を開催する。

② 専門家認定制度の創設：上記講習を修了した者に試験を実施し、合格者に専門家としての資格認定を行う。

③ 環境技術に関するテキストの作成：専門家として必要な知識を網羅したテキストを作成し、講習会での使用はもとより、広く頒布する。

④ 政府の環境対策に関する施策のPR

### 3) 設立の資金

中央政府、地方都市、産業団体、企業等幅広く資金を集める。

### 4) 運営

独立採算性を基本とするが、国からの補助金や産業団体からの会費等を運営費に充てることを検討する。

## 4. 3 環境対策投資に対する優遇制度

企業にとって環境対策の費用負担は生産に寄与しないマイナス投資とみなされている。

しかし、今後、企業が社会と共生していく上で、避けられない投資となっている。したがって、企業の環境対策投資を促進させるための税制、金融上の優遇制度の創設が望ましい。例えば次のような制度が考えられる。

### 1) 環境対策設備取得に係わる税の減免制度

廃水処理や水使用合理化に関連した環境対策設備を取得した企業に対して、原価償却期間の短縮や設備取得に係わる固定資産税の減免措置を創設し適用する。

### 2) 環境対策設備投資に対する低利資金の融資制度

廃水処理に関連した環境対策設備は企業の財政を圧迫するので、これを緩和するために、政府系金融機関において低利資金の融資制度または利子補給制度を創設する。

上記財源には環境税（例えば炭素税、上水・河川利用税下水道汚染超過金等が考えられる）を充てることも一方法である。



なお、公共用水域への排水基準を超過することに対して課する罰金を充てることは、ある一定期間はやむを得ないが、これを恒久的制度とすることは、企業間に不公平感を生み、環境対策投資意欲が減退する恐れがあるので、十分な検討が必要である。

#### 4. 4 エンジニアリング会社の育成

現在のスロヴェニアにおいては、今まで廃水処理技術に関する需要が少なかったため、水処理エンジニアリング会社の絶対数の不足、実力が不足しているように思われる。

エンジニアリング会社は各企業に対して、専門知識を提供することにより代償を得、一方企業側は自分の持ち合わせていない技術を提供されることにより、効率化を進めることができる。いわば車の両輪の関係にあると言ってよい。

独自にエンジニアリング会社を育成するには、多くの時間と労力を要する。できるだけそれを早めるために、外国との合併で技術を習得し、育成する方法を検討することが望ましい。

## VI. 各工場の現状、最適システム及び経済性評価