

No. 008

タイ工業用水合理的使用計画調査

報 告 書

(要 約 版)

平成元年 3 月

国際協力事業団

鉱計工

J R

89-44

1884

JICA LIBRARY



1072808[7]

タイ工業用水合理的使用計画調査

報 告 書

(要 約 版)

平成元年 3 月

国際協力事業団

国際協力事業団

18841

目 次

第1章 緒 論	1
1.1 調査の経緯	1
1.2 調査の目的	1
1.3 調査の内容	1
第2章 調査に関連したタイ国の諸事情	4
2.1 タイ国全般の状況	4
2.2 バンコク首都圏の状況	5
2.3 関連した法律・規則	8
第3章 調査工場の工業用水使用実態	10
3.1 調査対象工場の選定	10
3.2 工業用水の使用実態	11
第4章 工業用水の合理的使用法の検討	17
4.1 概 要	17
4.2 所要費用の算出法	17
4.3 節水及び再生利用可能量の算出	18
4.4 業種別、用途別節水可能量	24
4.5 方法別、用途別節水可能量	24
4.6 方法別、業種別節水可能量	29
4.7 合理化単価について	30
第5章 個別工場の合理的使用法	33
第6章 主要用途別工業用水合理的使用技術指針	34
6.1 概 要	34
6.2 製品処理・洗浄用水	34
6.3 冷却用水及び温調用水	39
第7章 主要業種別工業用水合理的使用技術指針	43
7.1 概 要	43
7.2 紙 工 業	43
7.3 機械製造業	46
第8章 問題点と対応策	50
8.1 地盤沈下防止対策の概要	50
8.2 合理的使用を進めるための問題点と対応策	51
第9章 合理化プログラムについての提言	54
9.1 合理化プログラム	54
9.2 実行可能なプログラム	56
第10章 結 言	62

第1章 緒 論

1.1 調査の経緯

バンコク首都圏で発生している深刻な地盤沈下を防止するため、工業用水として使用されている地下水を合理的に使用して、揚水量を節減する計画がタイ国工業省工場局（IWD）において企画され、その基礎となる「工業用水合理的使用計画調査」の実施が日本政府に要請された。日本政府はその要請を受入れ、国際協力事業団（JICA）がその調査を実施することになり、1987年8月に調査を開始し、1989年3月に完了した。

1.2 調査の目的

タイ国政府が指定したバンコク首都圏のサムトプラカン地域において、工業用水として使用されている地下水の使用状況を調査し、経済・技術の両面より考えた節水可能性を算出し、合理的使用のための技術的指針を作成する。本調査がいくつもある地盤沈下対策の中に占める位置と、他の対策との関連を図1.1に示す。

1.3 調査の内容

全体は8ステップに分れている。各ステップの概要を図1.2に示す。

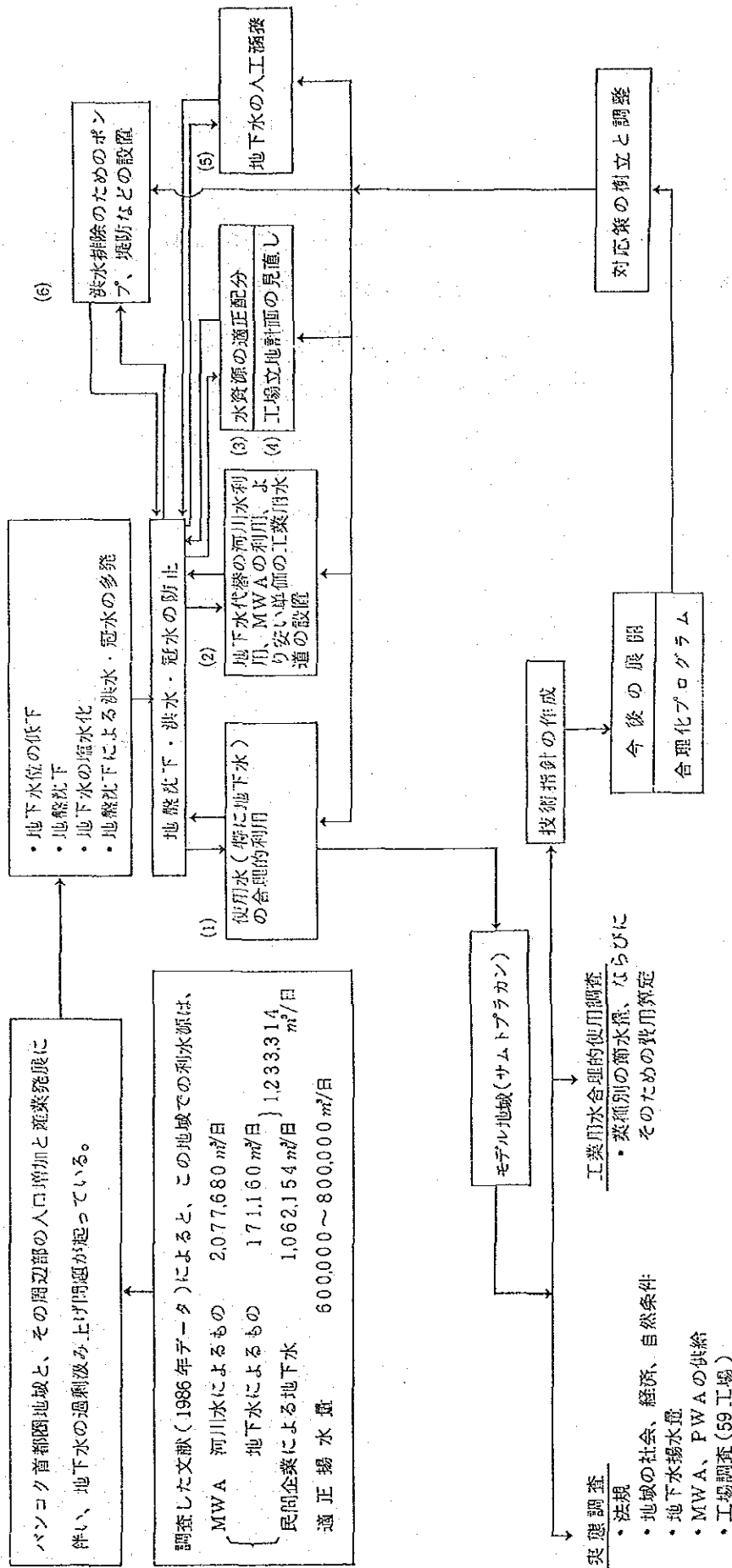


図 1.1 調査の位置づけ

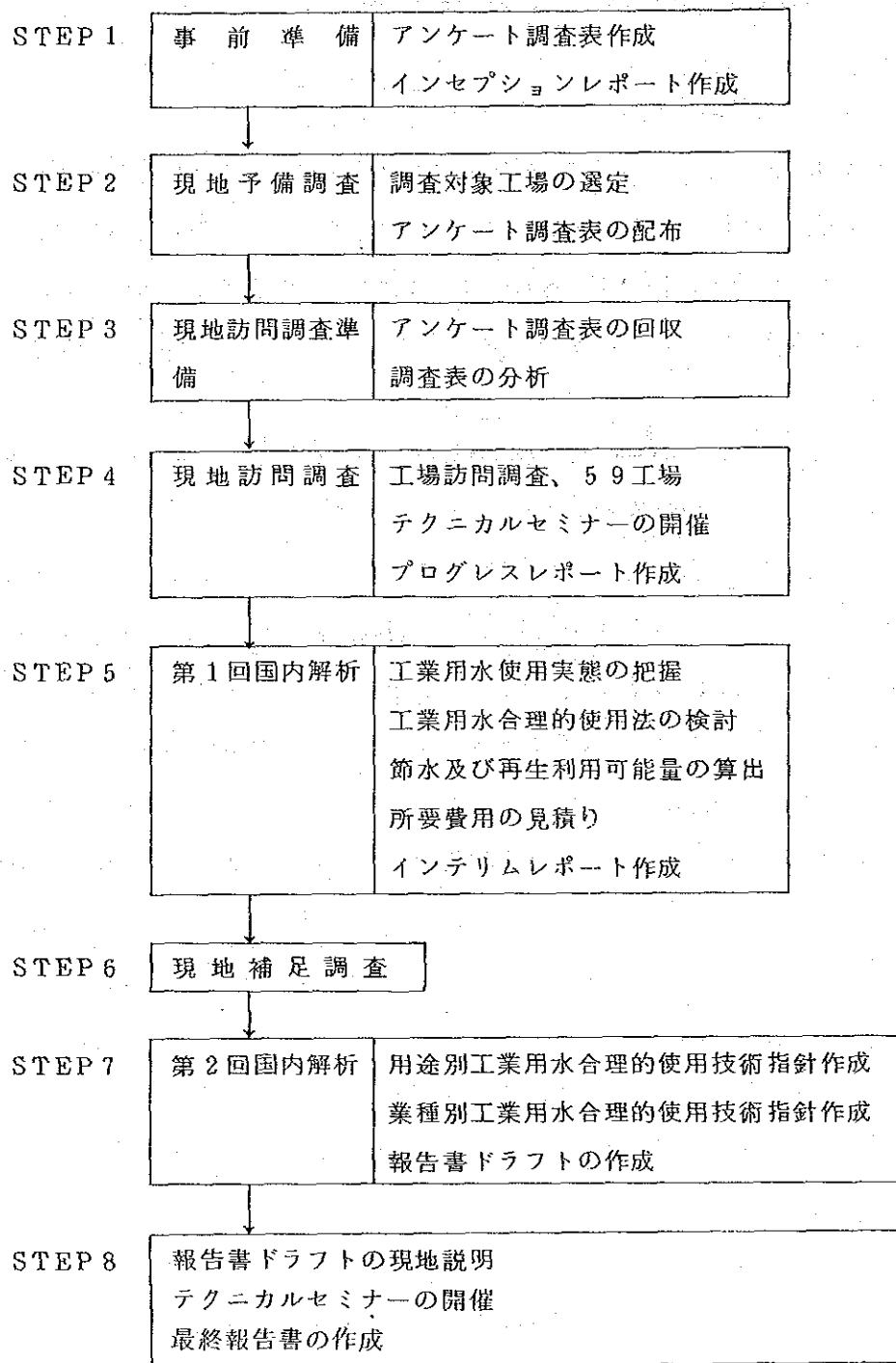


図1.2 作業の流れ

第2章 調査に関連したタイ国の諸事情

2.1 タイ国全般の状況

タイ国の人口は現在約 6,265 万人で、図 2.1 に示すように近年急激な上昇を示している。その内約 1,000 万人がバンコクを中心とした首都圏に集中している。

国土面積は約 $513 \times 10^3 \text{ km}^2$ で、日本の約 1.4 倍である。年間の平均降雨量は 1,550 mm で、表 2.1 に示すように地域により差があり、概して北部は少雨で南部は多雨である。

これに対し、日本の平均降雨量は約 1,750 mm/年 (1985 年) でタイ国よりやや大であるが、降雨総量ではタイ国は約 $8,000 \times 10^8 \text{ m}^3/\text{年}$ 、日本は約 $6,600 \times 10^8 \text{ m}^3/\text{年}$ となり、共に水資源に恵まれた国と言える。しかし、タイ国は三方が山に囲まれ、一方で海に接しているという地勢に対し、日本は四方海に囲まれ、気象条件も異なるので、水利用という観点から見ると、異なった面があるのは当然である。例えば、タイ国最大の河、チャオプラヤ河の流出率 (run-off ratio) は、日本の河川より遥かに小さい。広い流域面積 (catchment area) をもち、流下距離も長く、暑い気象条件にあるので、当然と言えるが、そうしたことが水利用の上からも違った様相を示すこととなっている。

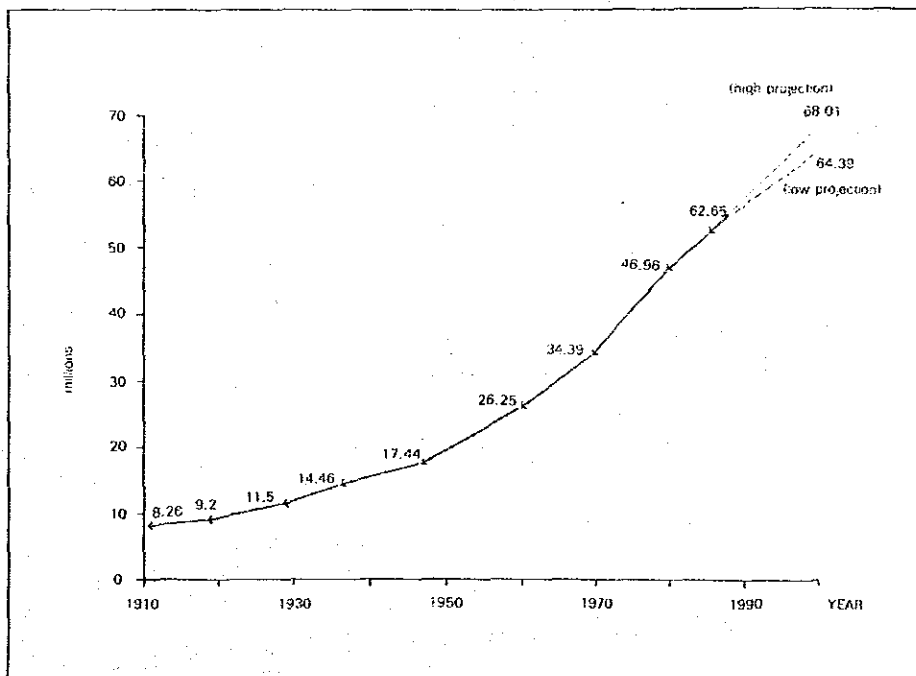


図 2.1 タイ国人口の推移

表 2.1 タイ国各地における年間降雨量

Region	Average Annual Precipitation (mm)	Area (km ²)	Rainfall Volume (MCM)
Northeast	1,400	168,854	256,400
North	1,300	169,644	220,500
East	2,100	36,503	76,700
Central	1,350	67,399	91,000
South	2,400	70,715	169,700
Total		513,115	794,300

Note : The categorization of different regions is based on compiled statistics on water resources available in related governmental agencies.

2.2 バンコク首都圏の状況

2.2.1 地盤沈下状況と地下水の揚水量

この地域には、地下水に関して Bangkok Groundwater Area (アユタヤ、バンコク等6都県)と Groundwater Critical Area (バンコクを中心とした地域)とがある。この地域を面積の上から見ると、前者が7,923 km²、後者が2,285 km²である。前者が後述する Groundwater Act, 1977年の規制地域であり、後者の中心部が特に重点地域となっている。

図 2.2 はバンコク首都圏における地盤沈下状況を示す。最大の沈下量は約 12 cm/年である。この図に示された沈下量 5 cm/年以上の地域が、前述の重点区域に相当している。

バンコク首都圏はチャオプラヤ河の河口に近い低湿地帯で、土地の高さは海面上 0.5 ~ 1.5 m に過ぎない。もし 10 cm/年の割合で地盤沈下が続くとすれば、10年程度で海面下に没してしまうことになる。このことから、この地域において地盤沈下が重大な問題になっていることが理解できる。

表 2.2 及び 2.3 に、これらの地域における井戸数と揚水量を示す。

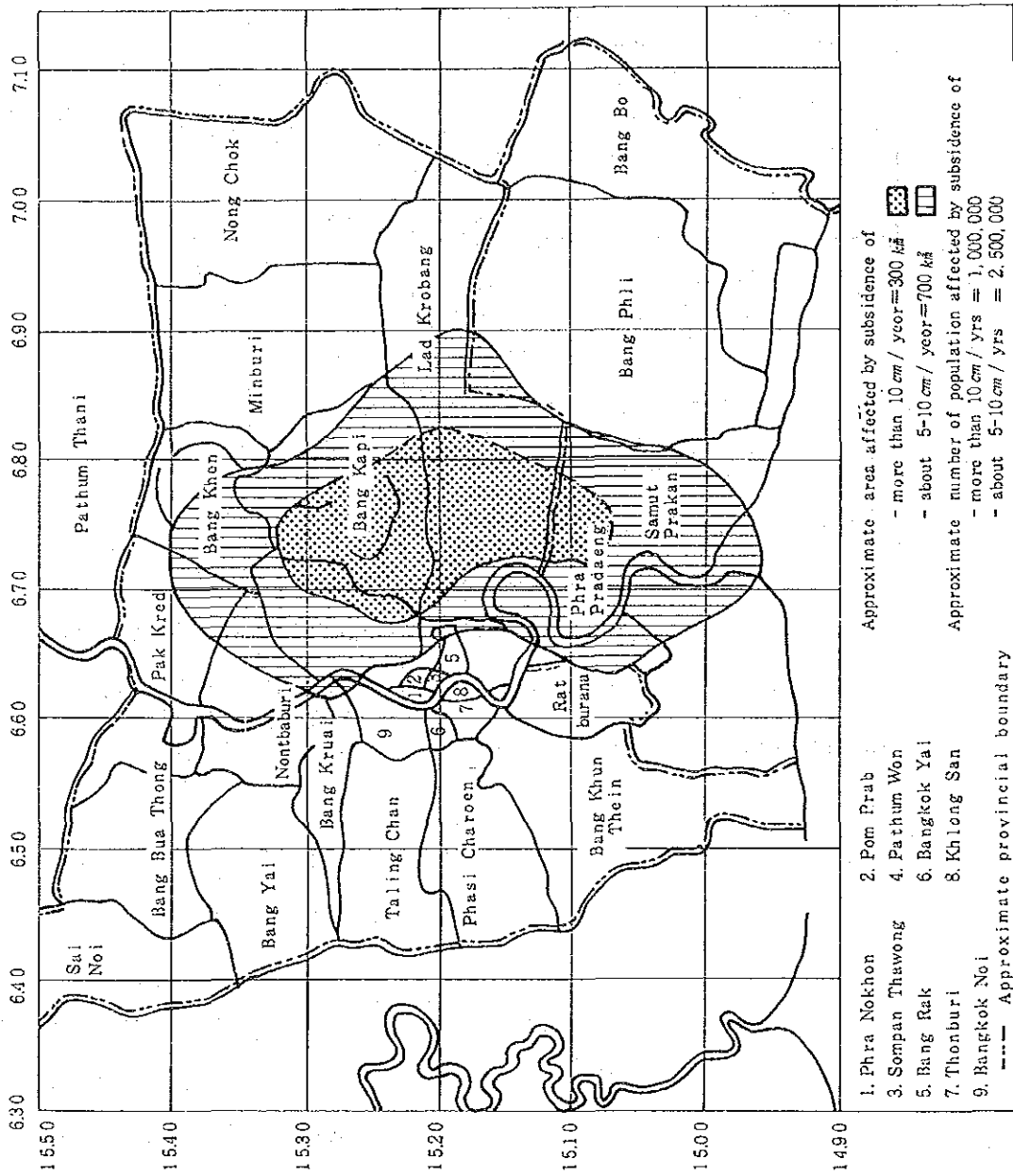


图 2.2 地盤沉下地域

表 2.2 民間の地下水の揚水量

上段：井戸本数
下段：() m³/日
1986年1月当時

Area \ Usage	Domestic Use	Commercial Use	Agricultural Use	Total	%
Bangkok	3,263 (270,589)	1,639 (215,385)	220 (12,543)	5,122 (498,517)	52.5 (46.9)
Samutprakarn	1,684 (60,402)	1,500 (286,070)	122 (4,284)	3,306 (350,756)	33.9 (33.0)
Samutsakorn	368 (5,585)	246 (63,519)	91 (1,461)	705 (70,565)	7.2 (6.6)
Nothaburi	181 (3,260)	85 (19,539)	2 (40)	268 (22,839)	2.8 (2.2)
Pathumtani	113 (21,362)	139 (87,792)	22 (1,227)	274 (110,381)	2.8 (10.4)
Ayudhaya	32 (950)	31 (7,782)	9 (364)	72 (9,096)	0.7 (0.9)
Total	5,641 (362,148)	3,640 (680,087)	466 (19,919)	9,747 (1,062,154)	100.0 (100.0)
%	57.9 (34.1)	37.3 (64.0)	4.8 (1.9)	100.0 (100.0)	

表 2.3 バンコク首都圏における地下水の揚水量

(m³/day)

Year	MWA	% decrease	Private	% change	Total	% decrease
1982	447,000		944,305		1,391,305	
1983	350,000	21.7	993,842	+5.2	1,343,842	4.3
1984	272,365	22.3	1,034,511	+4.1	1,306,876	2.7
1985	269,410	1.0	1,026,032	-0.8	1,295,442	0.9

Note : Record up to May.

2.3 関連した法律・規則

本調査に直接関連した法律は下記の 2 つである。

- a. Factory Act, B.E. 2512 (1969)
- b. Ground Water Act, B.E. 2520 (1977)

上記の法律には多くの告示が付属している。それらをまとめて表 2.4 に示す。

これ以外に関連する法律としては下記がある。

- a. Public Health Act B.E. 2484 (1941)
- b. Act for the Cleanliness and Tidiness of the Country,
B.E. 2503 (1960)
- c. Building Act, B.E. 2522 (1979)
- d. Act for Metropolitan Waterworks Authority, B.E. 2510 (1967),
Revision B.E. 2522 (1979)
- e. Act for Provincial Waterworks Authority, B.E. 2522 (1979)

この内 d の MWA 法において、サムトラカンは MWA の給水区域であることが示されている。

表 2.4 関連した法律及び告示

No.	法律・告示名	主管官庁	用排水に関連したおもな内容
1	工場法 (1969) Factory Act, B. E. 2512 (1969)	工業省 (Ministry of Industry)	1. 工場の立地及び操業には免許 (Licence) を必要とする。 2. 許可証を受ける条件の中に、廃棄物、廃水及び廃ガスの処理を行うことが示されている。
2	工場廃水基準 告示 No. 10 及び 12 B. E. 2525 (1982)	同上	工場廃水の基準
3	公害管理者基準 告示 No. 13 B. E. 2525 (1982)	同上	公害管理者をおくべき工場の規模・種類と管理者の資格。
4	環境影響報告書 告示 No. 15 B. E. 2527 (1984)	同上	環境影響報告書 (Environmental Impact Assessment Report) の提出が義務づけられる工場の規模・種類と、報告書の内容。
5	地下水法 (1977) Ground Water Act, B. E. 2520 (1977)	同上	1. 地下水の揚水には許可証 (Permit) を必要とする。 2. 許可証によって地下水を使用する者には、使用量に見合った料金を課することができる。ただし、 [※] 料金は $1 \text{ B}/\text{m}^3$ 以下とする。
6	地下水保全のための 技術的方策 告示 No. 7 B. E. 2528 (1985)	同上	1. 深井戸 (深さ 15 m 以上) にはすべて流量計を設置する事。 2. 流量計の技術的基準。

※ 備考： 地下水料金は、現在ではMWAの給水区域では $1 \text{ B}/\text{m}^3$ 、それ以外では $0.75 \text{ B}/\text{m}^3$ となっている。

第3章 調査工場の工業用水使用実態

3.1 調査対象工場の選定

サムトプラカン地域には大小合せて2,631の工場が存在するが、その中からSCOPE OF WORKと同時に合意された議事録に、対象サンプル工場数として示された5業種60工場を抽出した。抽出は工場局（IWD）が以下の方針に従って行った。

- a. その業種を代表する大規模な工場であること。ただし、小規模な工場も或程度は加える。
- b. 各業種の工場数の分布を考慮する。
- c. 調査表による調査及び訪問調査を受入れて貰える工場であること。

以上の方針の内、cは調査のためのサンプルを抽出する条件としてはやや異例であるが、本調査は工場の内部に立入って、製造工程全般について詳細な調査を行う必要があるため、有効な調査を行うためには、この条件は必須のものと考えられる。

工場局はa及びbの条件を考慮してまず約200工場を抽出し、次いで予備調査によってcの条件を確認して、最終的に調査対象工場59を抽出した。その概要は以下に示す通りである。

項目 \ 業種	食料品	紙	繊維	金属	化学	計
工場数	14	5	7	20	13	59
従業員数	4,840	1,870	5,310	5,590	2,240	19,850
井戸水揚水量 m ³ /日	6,500	16,900	13,600	8,500	4,700	50,200

これ等の工場がサムトプラカン地域の全工場に対する位置づけを以下に示す。

項目 \ 区別	全工場	調査対象工場	()内は比率%を示す。
工場数	2,631	59 (2.2)	
従業員数	26,200	19,850 (75.8)	
井戸水揚水量 m ³ /日	286,000	50,300 (17.6)	

この表からわかる通り、従業員数では全工場に対し76%を占めているが、井戸水揚水量では18%を占めるに過ぎない。これは各業種の工場数の分布を考慮したことのほか、cの条件も影響していると思われる。

3.2 工業用水の使用実態

表 3.1 に調査工場の用途別・水源別の工業用水使用量を示す。表に示されたように、59 工場の工業用水の使用量は約 227 千 m^3 /日（工場当たり 3,847 m^3 /日）となり、その内補給水量は約 53 千 m^3 /日（工場当たり 896 m^3 /日）、回収水の使用比率（回収率）は 76.7 % に達している。

工業用水の使用実態を図で示したのが図 3.1 ~ 3.6 である。図 3.1 及び 3.2 は水源別工業用水の使用量及び比率を示したもので、前述のように回収水が大きな比率を占めていること及び補給水では井戸水が大部分（95%）を占めていることがわかる。

図 3.3 は業種別の使用比率を示したもので、工場数の少ない繊維及び紙が大きな比率を占めているのがわかる。この両業種は多用水型の業種であり、一工場当たりの使用水量が多いので、この結果は当然のことである。このことは図 3.5 に示した補給水量の使用比率についてもあてはまる。以下に一工場当たりの使用量（回収水を含む総使用量及び補給水量）を業種別に示す。

業種	区別	総使用水量	補給水量
食料品		3,309	502
紙		5,871	3,769
繊維		9,595	1,947
金属		1,758	430
化学		3,729	368
全業種平均		3,847	896

単位： m^3 /日

表 3.1 工業用水使用量

Food Total	Source Use	Well Water	MWA	Others	Sub Total	Recycled Water	Total	Recovery Rate (%)
	Boiler	436	34	0	470	77	547	14.1
	Material	111	2	0	113	0	113	0.0
	Washing	3,508	30	231	3,769	40	3,809	1.1
	Cooling	1,245	9	174	1,428	39,184	40,612	96.5
	Air Cond.	0	0	0	0	0	0	0.0
	Others	1,131	9	15	1,155	0	1,155	0.0
	Outside	90	0	0	90	0	90	0.0
	Total	6,521	84	420	7,025	39,301	46,326	84.8
Paper Total	Boiler	695	0	0	695	377	1,072	35.2
	Material	0	0	0	0	0	0	0.0
	Washing	16,009	0	1,900	17,909	10,572	28,481	37.1
	Cooling	2	0	0	2	60	62	96.8
	Air Cond.	0	0	0	0	0	0	0.0
	Others	209	0	0	209	0	209	0.0
	Outside	30	0	0	30	0	30	0.0
	Total	16,945	0	1,900	18,845	11,009	29,854	36.9
Textile Total	Boiler	858	32	0	890	40	930	43.0
	Material	0	0	0	0	0	0	0.0
	Washing	10,723	6	0	10,729	6	10,735	0.1
	Cooling	164	0	0	164	0	164	0.0
	Air Cond.	830	0	0	830	53,489	54,319	98.5
	Others	983	16	0	999	0	999	0.0
	Outside	20	0	0	20	0	20	0.0
	Total	13,578	54	0	13,632	53,535	67,167	79.7
Metal Total	Boiler	192	0	0	192	50	242	20.7
	Material	0	0	0	0	0	0	0.0
	Washing	3,803	0	0	3,803	4,028	7,831	51.4
	Cooling	2,156	0	0	2,156	22,445	24,601	91.2
	Air Cond.	2	0	0	2	40	42	95.2
	Others	1,542	47	0	1,589	0	1,589	0.0
	Outside	852	0	0	852	0	852	0.0
	Total	8,547	47	0	8,594	26,563	35,157	75.5

表 3.1 工業用水使用量 (2 / 2)

Chemical Total	Source Use	Well Water	MWA	Others	Sub Total	Recycled Water	Total	Recovery Rate (%)
	Boiler	344	0	5	349	104	453	23.0
	Material	454	0	0	454	0	454	0.0
	Washing	1,187	10	5	1,202	500	1,702	29.3
	Cooling	1,141	0	55	1,196	43,089	44,285	97.3
	Air Cond.	0	0	0	0	0	0	0.0
	Others	1,111	20	0	1,131	0	1,131	0.0
	Outside	467	0	0	467	0	467	0.0
	Total	4,704	30	65	4,799	43,693	48,492	90.1
Gross Total	Boiler	2,525	66	5	2,596	648	3,244	20.0
	Material	565	2	0	567	0	567	0.0
	Washing	35,230	46	2,136	37,412	15,146	52,558	28.7
	Cooling	4,709	9	229	4,947	104,778	109,725	95.5
	Air Cond.	832	0	0	832	53,529	54,361	98.5
	Others	4,975	92	15	5,082	0	5,082	0.0
	Outside	1,459	0	0	1,459	0	1,459	0.0
	Total	50,295	215	2,385	52,895	174,101	226,996	76.7

使用量(m³/日)

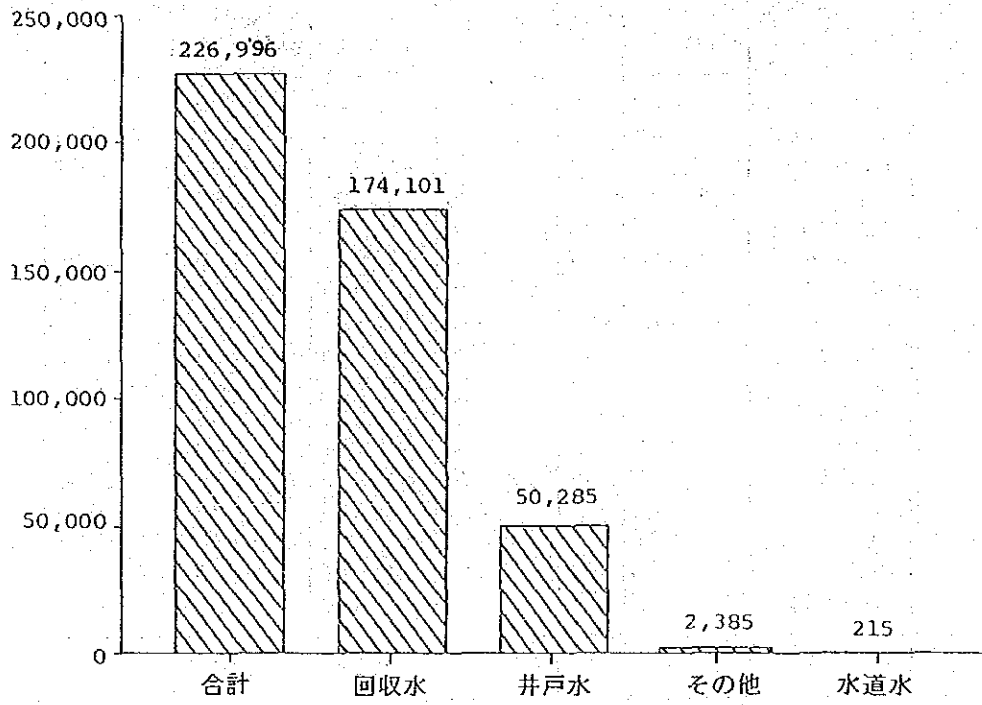


図 3.1 水源別工業用水使用量

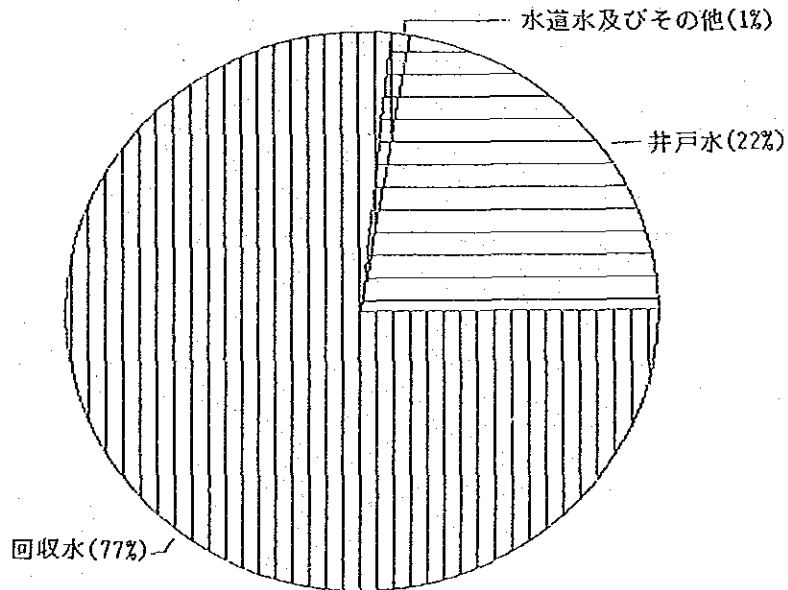


図 3.2 水源別工業用水使用比率

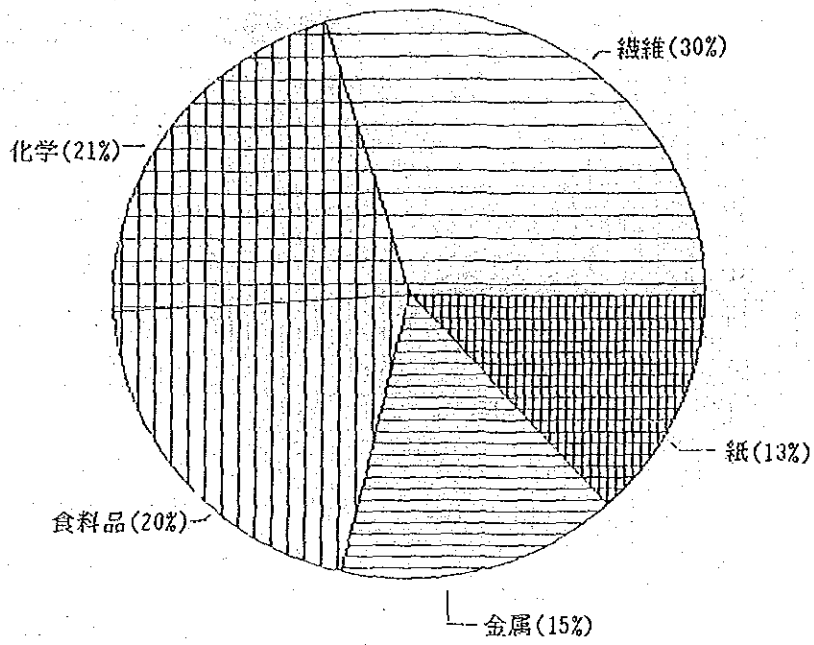


図 3.3 業種別工業用水使用比率

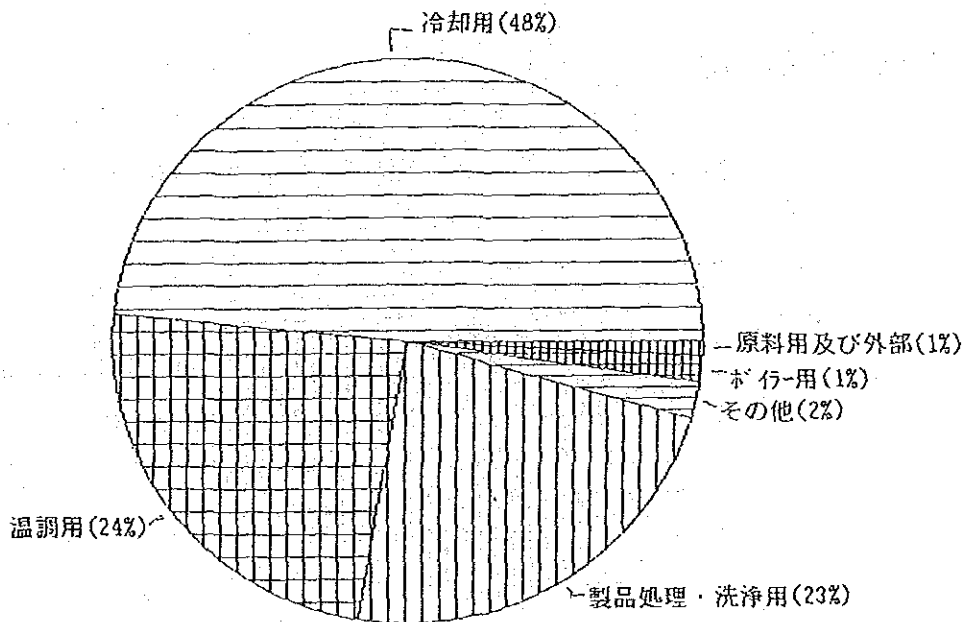


図 3.4 用途別工業用水使用比率

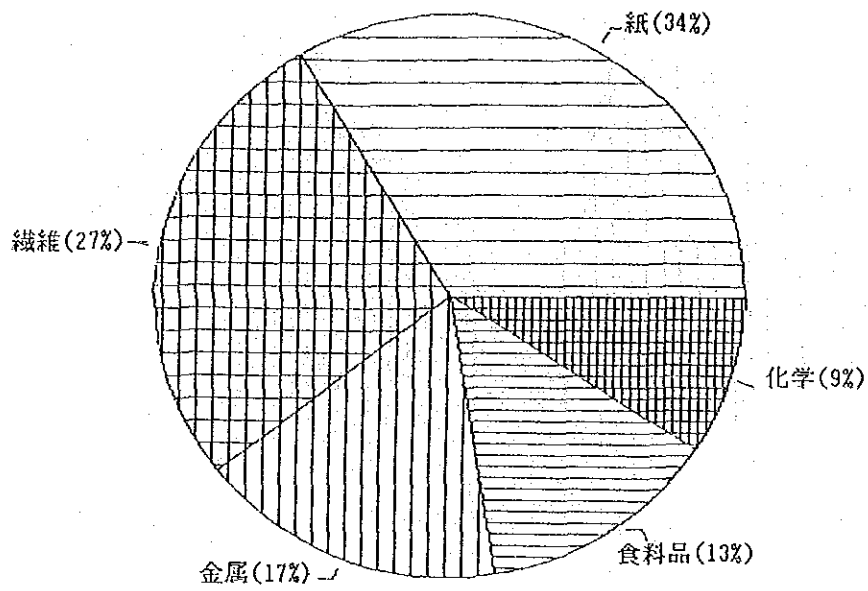


図 3.5 業種別井戸水使用比率

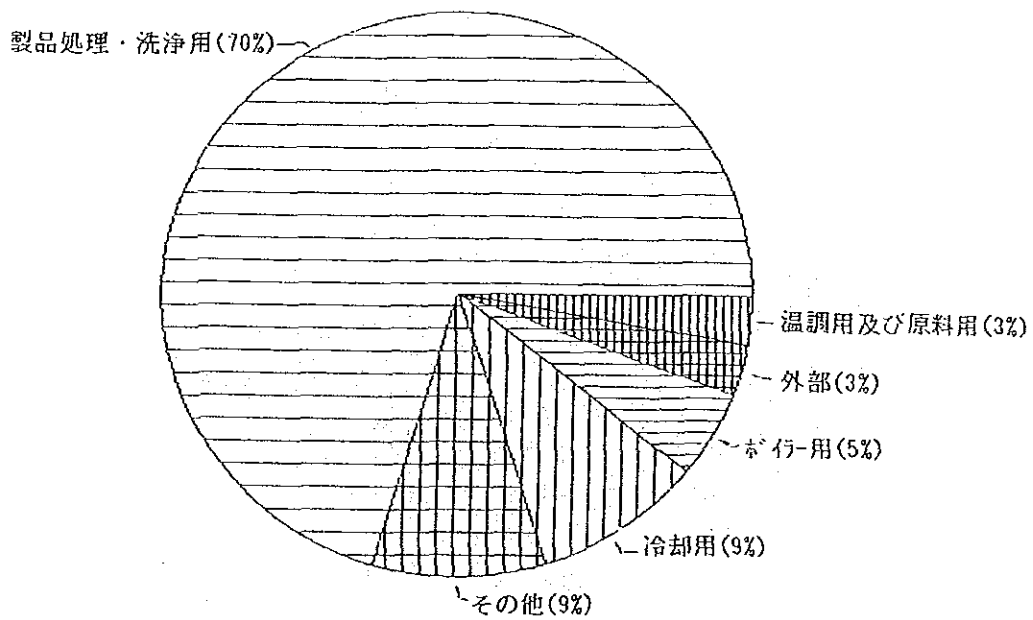


図 3.6 用途別井戸水使用比率

第4章 工業用水の合理的使用法の検討

4.1 概 要

前章に示された工業用水の使用実態に基づいて、工場ごとに合理的使用法が具体的に検討された。その方法は以下に示す通りである。

- a. 用水管理の徹底（生活用水量の検討・管理を含む）
- b. 循環使用の実施
- c. 多段及びカスケード使用の実施
- d. 再生利用の実施
- e. 節水型機器の使用
- f. 運転管理の徹底
- g. その他の方法

次に各方法ごとに合理化単価（定義は後に示す）を算出し、ある単価以下となる方法を実行可能な方法と考え、節水及び再生利用可能量を算出した。一覧表としてまとめたものを表4.1に示した。

4.2 所要費用の算出法

前項に示した各種の方法を用いて個別工場の合理的使用法を検討し、所要費用を算出した。

4.2.1. 費用算出の手順

以下の手順に従って所要費用を算出した。

- a. 必要とする設備の建設費（パーツ……… B）
- b. 設備の償却費（ $B/\text{年}$ 、 B/m^3 ）
- c. 設備の維持管理（ $B/\text{年}$ 、 B/m^3 ）
- d. 設備の運転費（ B/m^3 ）
- e. 合理化単価（ B/m^3 ）

4.2.2. 費用の算出基準

(1) 設備の建設費

建設費には主要機器、付属機器、電気・計装品、配管、基礎、及び配管工事を現地価格で積算した。

(2) 設備の固定費

固定費＝償却費＋維持管理費

- a. 償却費；耐用年数15年、金利12%、残存価格0、として算出した。
- b. 維持管理；大規模な設備（たとえば火力発電設備、石油精製プラント等）を除いて軽工業では定期修理の慣習が少なく、維持管理費をあらかじめ費用として見込むことは通常行われていないので、今回の算出においては固定費には算入しないこととした。なお、日本では設備の維持管理費として年間に設備費の2～5%を見込んでいる。このように考えれば、固定費は設備の償却費のみとなる。

(3) 設備の運転費

設備の運転に必要な動力費、薬品費、その他の消耗品費を算入した。なお、運転のための要員は、大部分がごく小規模な設備のため現在の要員で対応できると考えて、運転費にも固定費にも特に見込まなかった。

4.2.3. 合理化単価の算出

合理化単価とは下記に示された単価を指す。

$$\text{合理化単価} = \text{固定費} + \text{運転費} (B/m^3)$$

$$\text{固定費} = \text{年間の固定費} / \text{年間の節水量} (B/m^3)$$

$$\text{運転費} = \text{年間の運転費} / \text{年間の節水量} (B/m^3)$$

この単価は、合理化を地下水の代替水源と考えた場合の仮想の用水コストに当り、地下水のコスト等と比較することにより、この合理化が妥当であるか否かを判断するための指標となる。

すなわち、もし合理化単価の方が他の水源（地下水、M.W.A.、工業用水道等）より安ければ、他の水源を使用するよりも、合理化によって節水する方が経済的に有利となる。

4.3 節水及び再生利用可能量の算出

4.3.1. 基本的考え方

実施可能な合理化単価の基準は、代替水源の価格によって決まる。サムトプラカン地域における代替水源の価格は、おおむね下記の通りである。

$$\text{M. W. A. の料金} \quad 8 B/m^3$$

工業用水道の予想料金 4.75 ~ 7.5 B/m³

(参考：井戸水の揚水費用 2 ~ 2.5 B/m³、ただし地下水料金を含む)

しかし、M. W. A. の用水も予想される工業用水道の用水も、水質があまり良くない(特に導電率)ので、工場においてさらに用水処理を行う必要が生ずる場合が予想される(すでに実例がある)。

一方、日本における合理化指導に際しての合理化単価の基準は、以下の値を基準として決めている。

- a. 日本における工業用水道料金の最高値。
- b. その地域に工業用水道を新たに布設した場合に、予想される料金。

この考え方に従うと、サムトプラカン地域における工業水道の予想料金(4.75 ~ 7.5 B/m³)を基準とすれば良いことになる。従って、今回の調査における合理化単価の目安を8 B/m³とした。

しかし、本来この合理的使用は経済性を目的としたものでなく、地盤沈下対策と言う公害防止を目的とした方策なので、経済性を無視しても実施せねばならない場合もあると考えられる。又、上記のように実際に工場が負担する水源の費用は、工業用水道料金に多少の用水処理費用を上乗せした値になると予想される。

従って節水及び再生利用可能量の算出にあたっては、8 B/m³よりやや高い範囲(約1.5倍位)までも含めることとした。

なお、日本においても上記の目安値よりやや高い単価まで、節水可能量として算出している。

4.3.2. 工場別算出結果

前述の方法によって、節水及び再生利用可能量を工場別に算出した結果を表4.1に示す。

節水及び再生利用可能量算出結果の概要は以下の通りである。

節水及び再生利用可能量 11,162 m³/日

井戸水の節水率 22.2 %

平均合理化単価 4.7 B/m³

最大合理化単価 13.1 B/m³

表 4.1 工場別の節水及び再生利用可能量一覧

(その1)

No	事業所 コード	使用水量 $m^3/日$			回収率 %	合理的 使用 の 方法		節水 量		合理化単価 B/m^3					
		井戸水	その他	小計		回収水	合計	区 別	概 要	用途	水量 $m^3/日$	設備費用 1,000 B	固定費	運転費	合計
1	F-01	870	380	1,200	540	31.0	節水型機器 その他	用水管理の徹底と手元制御弁の使用 床洗浄用水等への河川水の使用	W W	100 150	20 1,240	0.2 3.4	— 3.7	0.2 7.1	
							合計			250	1,260	—	—	4.3	
2	F-02	1,065	—	1,065	4,000	78.9	用水管理	生活用水の検討及び管理	D	215	—	—	—	—	
3	F-03	178	—	178	672	79.1	節水型機器 循環使用	冷却塔に逆止弁の取り付け 一過式使用の冷却水を既設の冷却塔で循環使用	C C	5 8	9 15	0.9 1.0	— 0.5	0.9 1.5	
							合計			13	24	—	—	1.3	
4	F-04	100	—	100	—	0		有効な合理的使用法は見あたらない							
5	F-05	614	40	654	4,797	88.9		合理的使用を進める余地は少ない							
6	F-06	1,098	—	1,098	4,520	81.6	循環使用	冷却塔を設備して循環使用	C	350	2,930	3.6	2.4	6.0	
7	F-07	163	—	163	5,760	97.2	節水型機器	洗浄用水に手元制御弁の使用	W	10	15	1.5	—	1.5	
8	F-08	665	—	665	14,160	95.5	運転管理 節水型機器	冷却塔の濃縮倍率の上昇 洗浄用水に手元制御弁の使用	C W	36 40	— 60	— 1.3	0.5 —	0.5 1.3	
							合計			76	60	—	—	0.9	
9	F-09	300	—	300	3,565	92.5	用水管理	生活用水の検討及び管理	D	25	—	—	—	—	
10	F-10	—	54	54	660	92.4		合理的使用を進める余地は少ない							
11	F-11	37	—	37	4	9.8		使用水量が少なく、合理的使用は無理							
12	F-12	323	—	323	23	6.6	運転管理	脱塩システムの運転管理の強化	O	30	—	—	—	—	
13	F-13	1,040	80	1,120	600	34.9		合理的使用を進める余地は少ない							
14	F-14	68	—	68	—	0		使用水量が少なく、合理的使用は無理							
	食料品合計	6,521	504	7,025	39,301	84.8				969	4,289	—	—	3.4	
								節水率 14.9%							
15	P-01	1,245	—	1,245	600	32.5	循環使用	白水回収槽の容量増大による白水回収の強化 スチームの凝縮水の回収	W B	200 90	160 46	0.3 0.5	— —	0.3 0.5	
							合計			290	206	—	—	0.4	

(その2)

事業所 No	使用水量 $m^3/日$			回収率 %	合理的 使用 の 方法		節水量		設備費用 1,000 B	合理化単価 B/ m^3			
	井戸水	その他	小計		回収水	合計	区 別	概 要		用途	水量 $m^3/日$	固定費	運転費
16 P-02	1,230	—	1,230	2,200	3,430	循環使用	白水回収槽の容量増大による白水回収の強化	W	250	320	0.5	—	0.5
17 P-03	2,958	—	2,958	3,349	6,307	再生利用	排水を高度処理して洗浄用水に再利用	W	700	4,200	2.5	1.5	4.0
18 P-04	1,360	1,900	13,260	4,800	18,060	循環使用	白水の回収能力の増強	W	1,000	496	0.2	0.7	0.9
						再生利用	排水を高度処理して洗浄用水に再利用	W	3,000	37,776	4.5	0.8	5.3
19 P-05	152	—	152	60	212	合 計			4,000	38,272			4.2
紙 合 計	16,945	1,900	18,845	11,009	29,854	そ の 他	散水の用水を池水に転換	O	20	167	3.2	1.2	4.4
							再生利用を除く		5,260	43,154			3.3
20 T-01	10,384	—	10,384	53,489	63,873	運転管理	冷却塔の濃縮倍率の上昇	A	370	—	—	0.5	0.5
						再生利用	排水を高度処理して洗浄用水の再利用	W	2,000	40,000	7.3	5.8	13.1
21 T-02	113	53	166	—	166	合 計			2,370	40,000			11.1
						循環使用	スチームの凝縮水の回収	B	6	71	5.0	—	5.0
22 T-03	1,885	—	1,885	40	1,925	カスケード使用	冷却用水をボイラー用水にカスケード使用	B	50	361	3.1	—	3.1
						節水型機器	洗浄用水に手元制御弁の使用	W	30	20	0.6	—	0.6
						用水管理	工種ごとの用水管理の徹底	W	140	320	1.0	—	1.0
23 T-04	25	1	26	—	26	合 計			220	701			1.4
						循環使用	使用水量が少なく、合理的使用は無理						
24 T-05	180	—	180	不明	180	用水管理	試験操業中で、検討できる状態ではない						
25 T-06	442	—	442	—	442	用水管理	用水管理の徹底	W	40	—	—	—	—
26 T-07	549	—	549	6	555	合 計							
総 合 計	13,578	54	13,632	53,535	67,167		合理的使用を進める余地は少ない						
							再生利用を除く		2,636	40,772			10.1
							再生利用を除く		19,4%	772			0.8
							再生利用を除く		636				
27 M-01	503	—	503	227	730	運転管理	冷却塔の濃縮倍率の上昇	C	139	—	—	0.5	0.5
28 M-02	1,191	—	1,191	370	1,561	運転管理	冷却塔の濃縮倍率の上昇	C	184	—	—	0.5	0.5

No	事業所 コード	使用水量			回収率 %	回収水		区分	合理的使用方法		節水 用途	設備費用 1,000 B	合理化単価		B/m ² 合計
		井戸水	その他	小計		回収水	合計		固定費	運転費					
29	M-03	162	—	162	93.8	2,442	2,604	用水管理	用水管理の徹底により漏水等をなくす 合理的使用を進める余地は少ない	O	—	—	—	—	
30	M-04	6	2	8	99.2	960	968								
31	M-05	620	—	620	56.7	812	1,432	循環使用	処理排水を洗浄用水に再利用	W	1,424	3.0	—	3.6	
32	M-06	70	—	70	0	—	70	循環使用	スチームの凝縮水の回収 処理排水を洗浄用水に再利用	B W	31 133	4.2 5.5	— 0.6	4.2 6.1	
								合計			164			5.7	
33	M-07	58	—	58	62.1	95	153	循環使用	冷却用水を受槽を設置して循環使用 使用水量が少なく、合理的使用は無理	C	274	8.5	0.5	9.0	
34	M-08	40	—	40	20.0	10	50								
35	M-09	451	45	496	94.4	8,370	8,866	運転管理	冷却塔の凝縮倍率の上昇	C	105	—	—	0.5	
36	M-10	17	—	17	88.3	128	145		合理的使用を進める余地は少ない						
37	M-11	212	—	212	39.4	138	350	循環使用	冷却用水を既設の冷却塔で循環使用 ほぼクローズドシステムになっている	C	318	2.5	1.0	3.5	
38	M-12	107	—	107	95.3	2,175	2,282		使用水量が少なく、合理的使用は無理						
39	M-13	20	—	20	87.8	144	164		合理的使用を進める余地は少ない						
40	M-14	289	—	289	80.3	1,100	1,369								
41	M-15	3,162	—	3,162	60.3	4,800	7,962	循環使用 カスケード使用 多段使用 運転管理 用水管理	冷却用水を既設の冷却塔で循環使用 スクラバーの洗浄用水をカスケード使用 めっき工程の洗浄水の多段使用 用水処理装置の逆洗水量をへらす 生活用水の検討及び管理	C W W W D	23 289 289 — —	0.1 0.7 0.7 — —	0.5 1.3 1.3 — —	0.6 2.0 2.0 — —	
								合計			601			1.2	
42	M-16	529	—	529	67.0	1,072	1,601	用水管理	生活用水の検討及び管理	D	—	—	—	—	
43	M-17	140	—	140	90.0	1,256	1,396		有効な合理的使用法は見あたらない						
44	M-18	617	—	617	70.3	1,460	2,077	循環使用 用水管理	シャワーブースト用水の循環使用 生活用水の検討及び管理	W D	140 —	3.1 —	1.0 —	4.1 —	
								合計			140			1.3	
45	M-19	350	—	350	63.2	600	950	循環使用 "	冷却用水を既設の冷却塔で循環使用 スチームの凝縮水の回収	C B	21 4	0.4 3.5	0.5 —	0.9 3.5	
								用水管理	生活用水の検討及び管理	D	—	—	—	—	
								合計			49			0.3	

4.4 業種別・用途別節水可能量

表 4.2 に算出結果を示す。又図 4.2 と図 4.3 にグラフで示した。

節水率は全業種では 22.2% であるが、業種別には紙が最も高く (31.0%)、化学が最も低い (14.8%)。これは紙では再生利用が比較的容易なためで、再生利用を除くと紙の節水率は 9.2% となる。化学はすでに回収が行われている冷却用水以外の用途について行う余地が極めて少ないことが節水率が低い原因である。

用途別に見ると、製品処理・洗浄用水の節水可能量が最も多いが、これは用途別に見た井戸水の使用比率が極めて高く (約 70%)、しかもその回収率が極めて低い (約 29%) ことによる。

冷却用水及び温調用水の節水率はかなり高い (約 31% 及び 45%)。これらの用途は現状でも高い回収率を示しているが (約 96% 及び 99%)、さらに回収使用を進めることが可能なことが示されている。

4.5 方法別・業種別節水可能量

表 4.3 に算出結果を示す。又、図 4.4 にグラフで示した。

方法別に見ると再生利用が最も大きな割合を占めているが (約 51%)、これは後述するようにならかなりコストの高い方法で、これを除くと循環使用が残りの約 46% を占め最も一般的な方法となっている。

運転管理と用水管理を合せると、循環使用にほぼ相当する割合を占めており、合理的な使用は設備ではなく、人の意識・訓練にたよる部分がかなり大きいことが分る。

用途別に見ると、製品処理・洗浄用水では前述の再生利用が最も大きな比率を占め (約 69%)、冷却用水では運転管理が大きな比率を占めている。後者について言えば、冷却塔の運転管理に改善の余地 (濃縮倍率の上昇) が大きかったことが示されている。

表 4.2 業種別・用途別節水可能量

業種	用途 区 別	井 戸 水 の 使 用 量 (m ³ /日)						
		ボイラー	原 料	製品処理 ・ 洗 浄	冷 却	温 調	その他	計
食 料 品 (14)	現 状	436	111	3,508	1,245	0	1,221	6,521
	節水可能量			300	399		270	969
	節水率(%)			8.6	31.3		22.2	14.9
紙 (5)	現 状	695	0	16,009	2	0	209	16,945
	節水可能量	90		5,150			20	5,260
	節水率(%)	12.9		32.2			9.6	31.0
織 維 (7)	現 状	858	0	10,723	164	830	1,003	13,578
	節水可能量	56		2,210		370		2,636
	節水率(%)	6.5		20.6		44.6		19.4
金 属 (20)	現 状	192	0	3,803	2,156	2	2,394	8,547
	節水可能量	7		601	642		344	1,603
	節水率(%)	3.7		16.0	29.8		14.4	18.8
化 学 (13)	現 状	344	454	1,187	1,141	0	1,578	4,704
	節水可能量				419		275	694
	節水率(%)				36.7		17.4	14.8
合 計 (59)	現 状	2,525	565	35,230	4,709	832	6,434	50,295
	節水可能量	153		8,270	1,460	370	909	11,162
	節水率(%)	6.1		23.5	31.0	44.5	14.1	22.2

備考 : ()内は工場数を示す。

水使用量(千 m^3 /日)

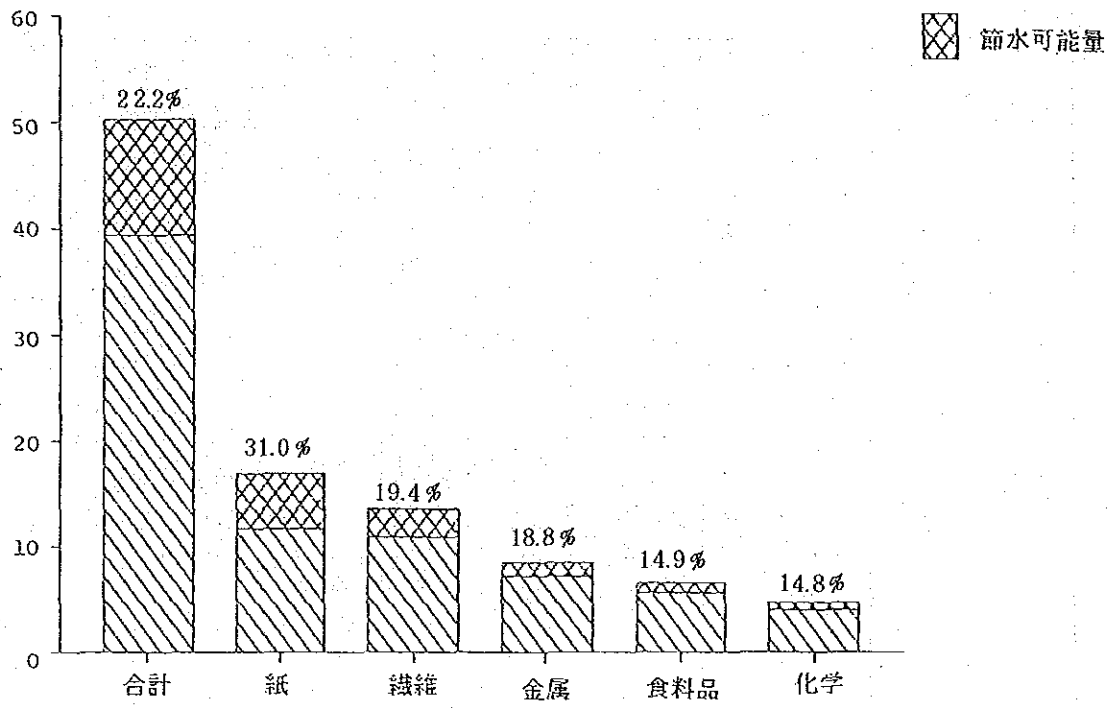


図 4.2 業種別節水可能量及び節水率

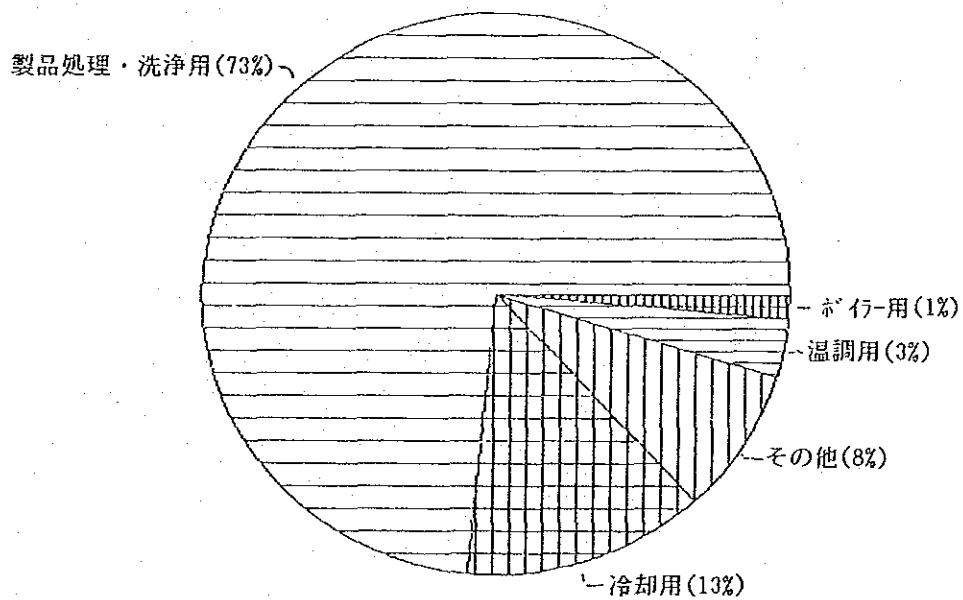


図 4.3 節水可能量の用途別比率

表 4.3 方法別・用途別節水可能量

合理的 使用方法	用途 項目	井戸水の用途					
		ボイラー	製品処理 ・洗淨	冷 却	温 調	その他	計
循環使用	件数	4	6	7			17
	水量(m ³ /日)	103	1,685	599			2,387
	比率(%)	67.3	20.4	41.0			21.3
カスケード、 多段使用	件数	1	2				3
	水量(m ³ /日)	50	312				362
	比率(%)	32.7	3.8				3.2
再生利用	件数		3				3
	水量(m ³ /日)		5,700				5,700
	比率(%)		68.9				51.1
節水型機器	件数		4	1			5
	水量(m ³ /日)		180	5			185
	比率(%)		2.2	0.3			1.7
運転管理	件数		1	8	1	1	11
	水量(m ³ /日)		63	856	370	30	1,319
	比率(%)		0.8	58.7	100.0	3.3	11.8
用水管理	件数		2			10	12
	水量(m ³ /日)		180			859	1,039
	比率(%)		2.2			94.5	9.3
その他	件数		1			1	2
	水量(m ³ /日)		150			20	170
	比率(%)		1.8			2.2	1.5
合 計	件数	5	19	16	1	12	53
	水量(m ³ /日)	153	8,270	1,460	370	909	11,162
	比率(%)	100	100	100	100	100	100

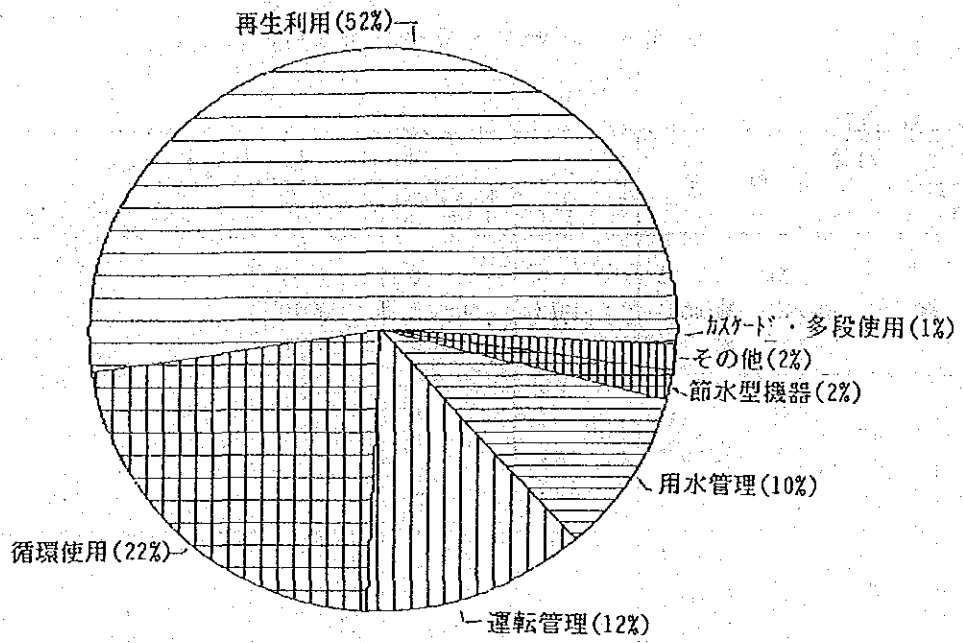


図 4.4 節水可能量の方法別比率

4.6 方法別・業種別節水可能量

表 4.4 に算出結果を示す。紙と繊維では再生利用が極めて高い比率を占めているが、これは前述のように、これらの業種では再生利用が比較的容易なためである。再生利用に次いで食料品、紙、金属において循環使用が大きな比率を占めている。繊維と化学では循環使用の比率が低い、前者では主要な用途である製品処理・洗浄用水の循環使用がむづかしいこと、又後者では主要な用途である冷却用水はすでにほとんど循環使用が行われていることがその理由である。

運転管理は金属及び化学で比率が高いが、これはこれらの業種ではすでに冷却塔が数多く使用されており、その運転管理の改善（主として濃縮倍率の上昇）が必要と考えられたためである。

用水管理は主として生活用水に関する方法なので、業種による特色は考えにくい。

表 4.4 方法別・業種別節水可能量

合理的 使用方法	業種	項 目	食 料 品	紙	繊 維	金 属	化 学	合 計
循 環 使 用	件 数		2	4	1	9	1	17
	水 量 (m ³ /日)		358	1,540	6	456	27	2,387
	比 率 (%)		36.9	29.3	0.2	28.4	3.9	21.3
カスケード、 多 段 使 用	件 数				1	2		3
	水 量 (m ³ /日)				50	312		362
	比 率 (%)				1.9	19.5		3.2
再 生 利 用	件 数			2	1			3
	水 量 (m ³ /日)			3,700	2,000			5,700
	比 率 (%)			70.3	75.9			51.1
節 水 型 機 器	件 数		4		1			5
	水 量 (m ³ /日)		155		30			185
	比 率 (%)		16.0		1.1			1.7
運 転 管 理	件 数		2		1	4	4	11
	水 量 (m ³ /日)		66		370	491	392	1,319
	比 率 (%)		6.8		14.0	30.6	56.5	11.8
用 水 管 理	件 数		2		2	5	3	12
	水 量 (m ³ /日)		240		180	344	275	1,039
	比 率 (%)		24.8		6.8	21.5	39.6	9.3
そ の 他	件 数		1	1				2
	水 量 (m ³ /日)		150	20				170
	比 率 (%)		15.5	0.4				1.5
合 計	件 数		11	7	7	20	8	53
	水 量 (m ³ /日)		969	5,260	2,536	1,603	694	11,162
	比 率 (%)		100	100	100	100	100	100

4.7 合理化単価について

4.7.1 全体及び業種別に見た合理化単価

表 4.1 の末尾に示したように、合理化単価の平均値は $4.7 \text{ B}/\text{m}^3$ で、この値は M、W、A の料金や工業用水道の予想料金よりはかなり安くなっている。この中には、比較的高価な再生利用が含まれており、これを除くと平均値は $1.4 \text{ B}/\text{m}^3$ となり、現在の井戸水の揚水費用にほぼ等しい。

業種別に見ると、高価な再生利用（単価 $13.1 \text{ B}/\text{m}^3$ ）を大量に含む繊維が $10 \text{ B}/\text{m}^3$ をややこえている外は、井戸水の揚水費用とあまり変わらない程度になっている。金属と化学が特に合理化単価が安いのは、表 4.4 に示すように、単価の安い運転管理と用水管理の占める比率が高いためである。

4.7.2 方法別に見た合理化単価

表 4.5 に算出結果を示す。方法別に見ると、前述のように再生利用が際立って高いが、それでも平均値は代替水源の料金とほぼ同じである。

再生利用を除くと、前述のように平均単価は井戸水の揚水費用と同等の $1.4 \text{ B}/\text{m}^3$ となる。これは全体の 21% （再生利用を除く 43% ）が、ほとんど費用を要さない再生利用及び運転管理で節水が可能なたため、あまり費用をかけなくても、相当量の節水が可能ながわかる。

表 4.5 方法別・単価別節水可能量

合理的 使用方法	合理化単価 項 目	合理化単価のランク (B/m ³)				合 計
		1 未満	1 以上 5 未満	5 以上 10 未満	10 以上	
循環使用	件 数	6	7	4		17
	水 量 (m ³ /日)	1,677	330	380		2,387
	平均単価	0.73	3.38	6.10		1.95
カスケード、 多段使用	件 数		3			3
	水 量 (m ³ /日)		362			362
	平均単価		2.15			2.15
再生利用	件 数		1	1	1	3
	水 量 (m ³ /日)		700	3,000	2,000	5,700
	平均単価		4.0	5.3	13.1	7.9
節水型機器	件 数	3	2			5
	水 量 (m ³ /日)	135	50			185
	平均単価	0.31	1.34			0.59
運転管理	件 数	11				11
	水 量 (m ³ /日)	1,319				1,319
	平均単価	0.5				0.5
用水管理	件 数	11	1			12
	水 量 (m ³ /日)	899	140			1,039
	平均単価	0	1.0			0.1
そ の 他	件 数		1	1		2
	水 量 (m ³ /日)		20	150		170
	平均単価		4.4	7.1		6.78
合 計	件 数	31	15	6	1	53
	水 量 (m ³ /日)	4,030	1,602	3,530	2,000	11,162
	平均単価	0.49	3.11	5.46	13.1	4.70
	比 率 (%)	36.1	14.4	31.6	17.9	100

4.7.3 合理化単価と節水可能量の関係

4.3で述べたように節水可能量は合理化単価と密接に関連している。すなわち、合理化単価を高く設定すればするほど、節水可能量も増大する。

その二三の値を以下に示す。

合理化単価の上限 (B/m ³)	2	5	8	10
節水可能量 (%)	39	52	82	82
備考	井戸水揚水費用に対応		代替水源の料金に対応	

合理化平均単価 (B/m ³)	2	4	4.7
節水可能量 (%)	77	82	100
備考	井戸水揚水費用に対応		代替水源の料金よりかなり安い

これらの数値より、以下のことが明らかになった。

- a. 井戸水の揚水費用以下の合理化の費用で、全体の節水可能量の39% (水量にして4,350 m³/日、節水率にして8.7%)の節水が可能となる。
- b. 平均値として井戸水の揚水費用程度の合理化の費用を投入することにより、全体の節水可能量の77% (水量にして8,595 m³/日、節水率にして17.1%)の節水が可能となる。
- c. 代替水源の料金以下の合理化の費用で、全体の節水可能量の82% (水量にして9,150 m³/日、節水率にして18.2%)の節水が可能となる。
- d. 平均値としては、代替水源の料金よりかなり安い合理化の費用で、節水可能量の全体が節水可能となる。

第5章 個別工場の合理的用法

個別工場の工業用水の合理的用法を検討した。その内容は工場ごとに次の項目で整理されている。

(1) 工場の概要

(2) 工業用水の使用状況

- (2.1) 用水の使用量
- (2.2) 製造工程
- (2.3) 用排水のフローシート
- (2.4) 現状の説明
 - (2.4.1) 水源と用途
 - (2.4.2) 用水処理
 - (2.4.3) 排水処理

(3) 水使用合理化の考え方

- (3.1) 全 般
- (3.2) 各 論

(4) 所要費用の算出

第6章 主要用途別工業用水合理的使用技術指針

6.1 概 要

第4章において、各事業所ごとの水使用合理化の方法を示したが、ここでは、一般論としての種々の合理化方法を用途別に示す。

用途としては

- a. ボイラー用水
- b. 製品処理・洗浄用水
- c. 冷却用水及び温調用水
- d. その他の用水

の4種類に区分して示す。

各用途の合理的使用法については、(1)用排水の特性、(2)標準的な合理的使用法、(3)所要費用の概略、(4)合理化における留意点と問題点の4項目によって示したが、一部の合理化方法については、理論的な説明も加えた。

本章に示した費用試算は、特記のない限り以下の条件で行っている。

償 却 年 数	10年
金 利	年10%
年間稼働日数	300日
用水の価格	10円/m ³

6.2 製品処理・洗浄用水

(1) 用排水の特性

製品処理・洗浄用水に用いられる水は、製品と直接接触する機会が多いために、一般に原料用水に準ずる比較的良質の水が要求される。また、水量としては、加工工程にもよるが全体的に多量の水が必要とされることが多い。

一方、洗浄工程から排出される廃水の水質としては、比較的汚濁度の高いものが多い。この製品処理・洗浄用水の廃水が、その事業所全体の排水水質を決定づけていることが多い。

(2) 標準的な合理的な使用法

製品処理・洗浄用水における標準的な合理化方法としては以下のような方法がある。

- a. 向流多段洗浄方式
- b. カスケード利用
- c. 節水型機器の採用

1) 向流多段洗浄方式

a. 基本的概念

向流洗浄方式とは、被洗浄物の進行方向と、洗浄用水の流れ方向が互いに向流（カウンターカレント）になるような洗浄方法である。洗浄槽が一槽での向流洗浄では洗浄効果が少ないので、実際は多段方式を採用する。向流多段洗浄方式の概略図を図 6.1 に示す。

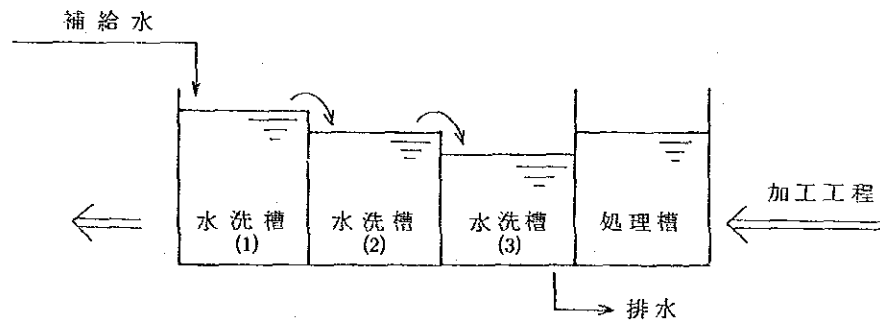


図 6.1 向流多段洗浄方式の例

めっき工業における製品の洗浄、清涼飲料や缶詰工程などの容器洗浄等において、この向流多段洗浄方式が採用されている。

b. 向流洗浄を行った場合の水使用量

めっき洗浄などに適用される場合を考えると、めっき洗浄水の役目は、めっき槽から出て来た品物の表面に付着している薬品を洗い落とすことである。この場合、洗い落とすと言っても完全に薬品を除去するのではなく、許容濃度まで希釈することである。

即ち洗浄回数（段数）をふやすことによって得られる希釈効果の増大分だけ水量の減少をはかることができる。

図 6.2 に段数と水量の関係を示す。これからわかるように 3 段以上にしても効果は小さい。

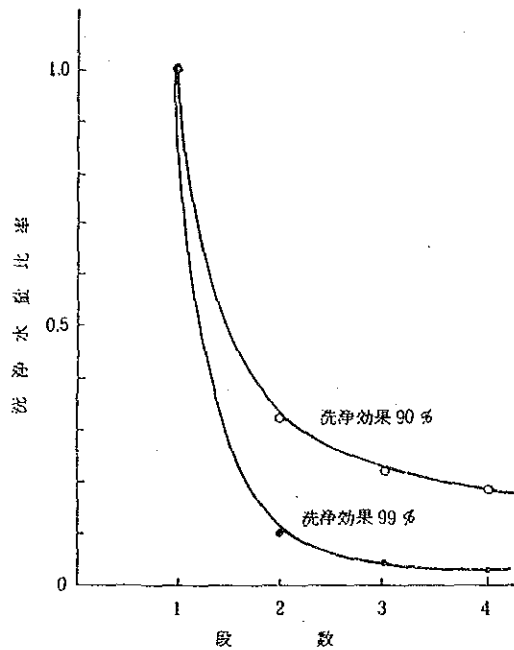


図 6.2 向流多段洗淨における段数と水量の関係

一方、洗びん機における向流多段は図 6.3 に示すように苛性ソーダ液に浸した後のびんを 5～6 回の水噴射で洗淨するもので、新水の使用を第 3 水洗のみに限りその排水を第 2 水洗へ、更に第 2 水洗の排水を第 1 水洗に利用しても洗淨効果は変わらない。このような場合には前述のメッキ洗淨とは異り使用水量は段数分の 1 になり 3 段洗淨では全てに新水を用いる場合の 1/3 となる。

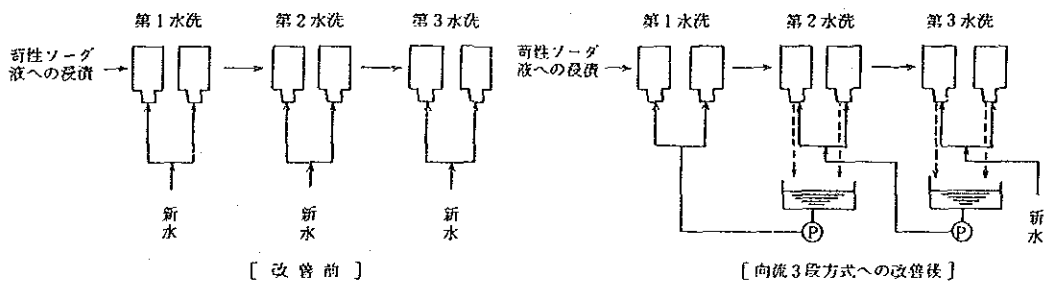


図 6.3 洗びん機の向流多段洗淨

2) 節水型機器の採用

節水型の洗浄用機器としては以下のようなものがある。

- a. 手元制御弁
- b. 定量制御弁
- c. 水洗槽用自動給水装置
- d. 高圧噴射洗浄機
- e. 温水式噴射洗浄機

(3) 所要費用の概略

「(2)標準的な合理的使用法」で示した各種の合理化方法

- 1) 向流多段洗浄
- 2) カスケード利用
- 3) 節水型機器の採用
 - a. 手元制御弁
 - b. 定量制御弁
 - c. 水洗槽用自動給水装置
 - d. 高圧噴射洗浄機
 - e. 温水式噴射洗浄機

のうち、1) および 2) については合理化のための設備費は非常に少額で実施が可能であり、節水率がそのまま水費用の節約となる。

一方、3) については、各方式ともに設備費には幅があり、また節水率についても幅があるため、正確な費用算出は難しいが、適当な仮定をもとに費用算出を行うと表 6.1 に示すとおりとなる。

同表からわかるとおり、節水型機器の導入により水に係る費用は 9～40% の節約となる。

表 6.1 節水型機器使用時の費用節約率

項目		機器				
		手元制御弁	定量制御弁	水洗槽用 自動給水装置	高圧噴射 洗浄機	温水式噴射 洗浄機
設 定 条 件	設備費 (円)	30,000	50,000	150,000	400,000	500,000
	節水量 (m ³ /日)	10 50m ³ /日使用 の2割節水	50 500m ³ /日使用の 1割節水	50 100m ³ /日使用の 5割節水	150 500m ³ /日使用の 3割節水	150 500m ³ /日使用の 3割節水
	現状の水費用 (円/日) (10円/m ³ とする)	400	5,000	1,000	5,000	5,000
費 用 計 算	設備償却費 (円/日) (金利含む)	20	33	100	267	333
	節水機器導入後の水 費用 (円/日)	400	4,500	500	3,500	3,500
	改善後の 水費用の合計	420	4,533	600	3,767	3,833
	費用節約率 (%)	16	9	40	25	23

(4) 合理化における留意点と問題点

製品処理・洗浄用水は各事業所ごとに様々な用いられかたがなされており、したがって工夫によってはそのそれぞれに対応した合理化方法があるものと思われる。したがって、ここに示した方法にこだわらず各自が工夫し、合理化を進めていくことが期待される。

また、当然のことながら不必要な水のムダ使いはさけるべきであるが、製品処理・洗浄用水は製品仕上がりの程度と密接な関連をもつため、必要以上に節水を進めて製品に影響の出るような合理化はさけるべきである。

6.3 冷却用水及び温調用水

(1) 用排水の特性

冷却用水の種類としては、以下の3種類が考えられる。

- a. 間接冷却用水
- b. 直接冷却用水
- c. 低温を必要とする間接冷却用水

一般に冷却用水と言え、a. 間接冷却用水のことを言い、実際に用いられる冷却用水の大部分はこの間接冷却用水であるが、食料品製造業、機械器具製造業等ではb. 直接冷却用水の用いられる例も多く、食料品製造業、化学工業等ではc. 低温を必要とする間接冷却用水の用いられる例も多い。

a. 間接冷却用水は、使用により温度が上昇するのみで(通常5~10℃)、ほとんど汚れないので冷却塔を用いて循環使用することは極めて容易であり、すでに広く実用化されている。

b. 直接冷却用水は、水の使用方法が洗浄用水に似ているので、洗浄水の合理化方法(向流多段洗浄方式、カスケード洗浄方式、節水型機器の採用)が適用できる。また、洗浄水の項で述べた水洗槽用自動給水装置の検知部として、水温を検知する方式も採用できる。

また、c. 低温を必要とする間接冷却用水の場合には、冷凍機を使用する必要がある。この方法は当然設備費も高く水価格も高価になるので、それらの条件により採用を検討する必要がある。

以下には、主として一般の間接冷却水の合理化について述べる。

(2) 標準的な合理的な使用法(冷却塔使用の場合)

(原理・構造)

間接冷却水の合理化において、最も一般的に用いられるのが、この冷却塔である。しかしながら、この方法が可能なのは排水の温度が通常50℃以下、使用水の許容最高温度が30℃以上の場合であり、より冷たい冷却水が必要な場合には後述する冷凍機が必要となる。

冷却塔は高温の水を低温の空気(正確には冷却される水より低い湿球温度をもつ空気)と接触させることにより、温水の一部を蒸発させ、蒸発潜熱を放出することによって水の温度を低下させる目的に使用される装置である。

冷却塔を用いた循環利用のモデルフローを図6.4に示す。冷却塔を用いることで、この図に示すような合理化が行われたとするならば、元来100必要であった冷却水が、5でよいことになり、補給水量は1/20に合理化されたことになる。

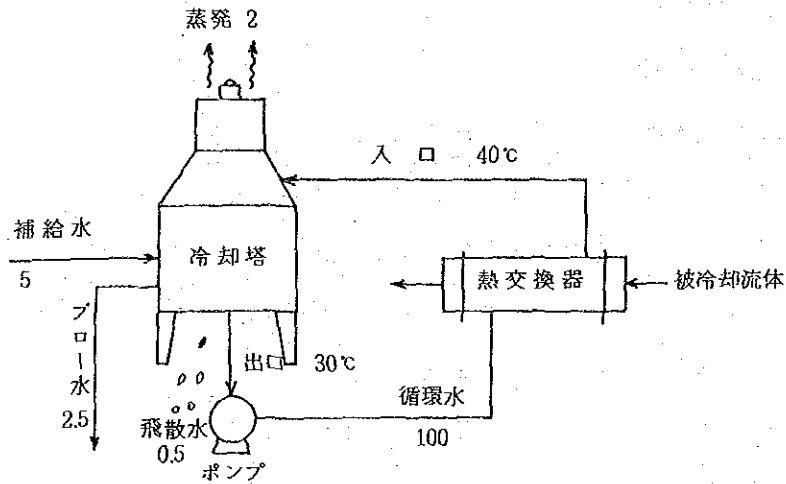


図 6.4 冷却塔による循環利用

(濃縮倍率 N について)

濃縮倍率は、循環水中での塩類濃度が補給水に比較して何倍になっているかを示す指標で次式で定義される。

$$N = C_R / C_M$$

C_R : 循環水中の塩類濃度

C_M : 補給水中の塩類濃度

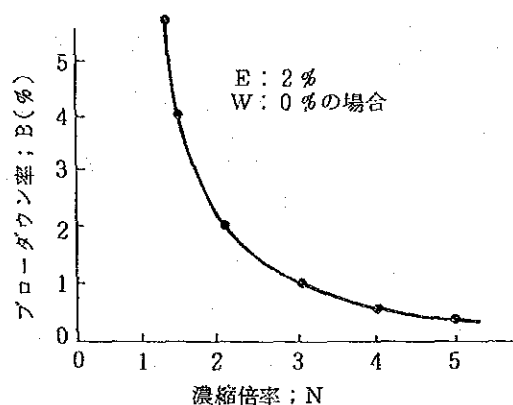
一方、蒸発損失量 (E)、飛散損失量 (W) 及びブロー量 (B) の間には以下の関係が成り立つ。

$$N = \frac{E + B + W}{B + W} = 1 + \frac{E}{B + W}$$

上式において、蒸発損失量 (E) と飛散損失量 (W) は冷却塔の運転条件が一定ならば固有の値であるので、強制ブロー量 (B) を調整することによって、冷却水系の濃縮管理を行うことができる。

上式において、 $E = 2\%$ 、 $W = 0\%$ (ともに循環水量に対する割合) と設定して、 N と B の関係を図示すると、図 6.5 に示すとおりとなる。

この図から明らかなように、濃縮倍率 5 倍程度まではブロー量の変化（減少量）は大きい、それ以上の濃縮倍率では、ブロー量の大巾な減少はない。補給水量については、 $M=2+B+0$ であり、補給水量（M）の大幅な合理化は濃縮倍率 5 倍程度までであることがわかる。



備考：%の値は循環水量に対する割合である。

図 6.5 濃縮倍率とブローダウン率の関係

(3) 所要費用の概略

冷却塔の能力 (RT) と価格との関係を二三例示すると、50 RT の冷却塔で約 900 千円/台、500 RT の冷却塔で約 7,000 千円/台である。

しかしながら実際の装置設置の際には、冷却塔の他に送水ポンプ、貯水池、付属配管等の設置工費が伴うので、全体工事費としては、冷却塔一台の価格の 2 倍程度の値となる。

冷却塔の設置前後で水に係る費用を比較すると以下のとおりとなる。

(i) 冷却塔設置前

冷却水使用量	312 m ³ /日
補給水費用	3,120 円/日

(ii) 冷却塔設置後

冷却塔能力	50 RT
循環水量	312 m ³ /日 (39 m ³ /H × 8 H)
補給水量	6.2 m ³ /日 (循環水量の 2% とする)

補給水費用 ①	62 円/日
冷却塔価格	900 千円
全体工事費	1,800 千円 (冷却塔価格の2倍とする)
償却費(金利含む)②	1,200 円/日
電気代・薬品代 ③	624 円/日 (2 円/m ³ とする)
費用計(①+②+③)	1,886 円/日
④ 費用節約率	40 %

したがって、冷却塔を設置することで費用節約率は40%となる。

第7章 主要業種別工業用水合理的利用技術指針

7.1 概 要

第6章においては、用途別の合理化方法を示したが、ここでは各業種別の合理化方法を示す。

業種の区分としては次の6業種がある。

- a. 食料品工業
- b. 紙工業
- c. 繊維工業（染色業）
- d. 金属製造業
- e. 機械製造業
- f. 化学工業

今まで示してきた分類のうち、金属工業の中を製造品目および加工工程の性質の違いから、金属製造業と機械製造業に区分した。

業種別に区分した場合の各業種の水利用の特徴はとくに製品処理・洗浄用水にあらわれるので、ここでは主としてその用途の合理化を中心に示す。

7.2 紙工業

(1) 水利用の概要

一般に、バージンパルプの製造工程を持つ事業所は大企業に限られており、対象事業所も限られるので、以下には一般性の高い古紙パルプを主に考え、古紙パルプの製造から抄紙工程までを持つ事業所をモデルに、加工工程と水利用について示す。

加工工程フローを図7.1に示す。

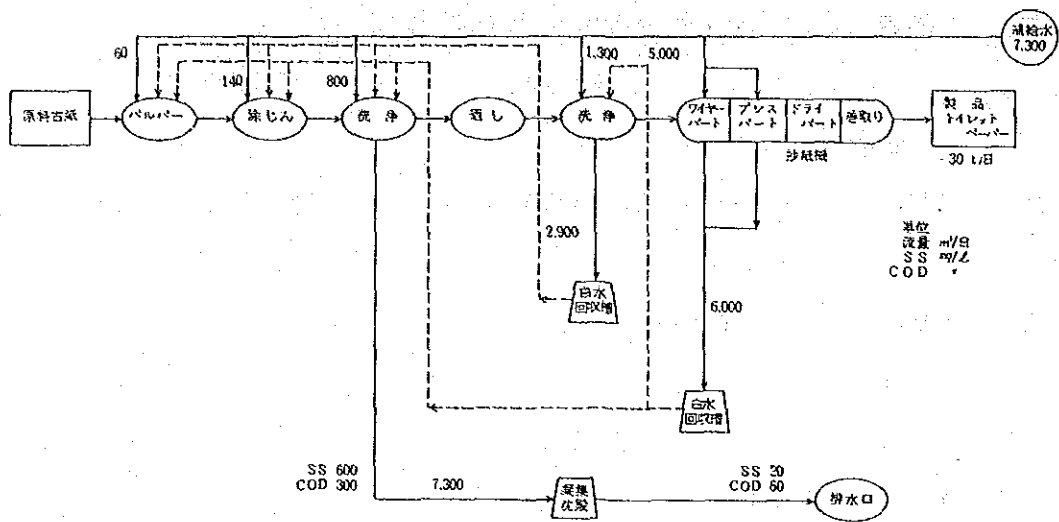


図 7.1 トイレtpペーパーの製造工程図

(2) 標準的な合理的な使用法

紙工業においては、以下のような水使用合理化が考えられる。

- a. 白水の回収利用
- b. 廃水処理水の再生利用

(3) 廃水処理水の再生利用

a. 基本的概念

一般に、紙・パルプ事業所においては廃水は凝集沈殿処理して放流されるが、ここに示す合理化方法は、その廃水処理水にさらに若干の処理を加えて再生水とし、再度工程で新水の代替として利用するものである。

再生処理方式としては生物処理と砂ろ過であり、また再生水の利用工程は抄紙工程のワイヤーパート及びプレスパートを仮定する。

b. 設定条件

(i) 原水の種類 : 紙・パルプ工場総合廃水の凝集沈殿処理水

(ii) 原水および処理水:

の水質

	原 水	処理水
SS (mg/L)	20	5
COD (mg/L)	100	25
導電率 (μs/cm)	500	500

(iii) 再生処理方式 : 生物処理—砂濾過

(iv) 処理水量 : 1,000 m³/日

(v) 再利用工程 : ワイヤパート、プレスパート

c. 所費用の概略

表 7.1 廃水再生利用における費用比較 (紙・パルプ)

	再生利用前	再生利用後	備 考
1. 新水使用量 (m ³ /日)	1,000	0	
2. 新水費用 (円/日)	10,000	0	10円/m ³
3. 再生水使用量 (m ³ /日)		1,000	
4. 再生処理装置設備費 (千円)		125,000	
5. 償却費 (金利含む) ② (円/日)		83,000	
6. 運 転 費 ⑥ (円/日)		4,000	電気代、薬品代
7. 回収費用計 (②+⑥) (円/日)		87,000	
8. 費用比較 (円/日)	1	8.7	
再生利用が経済的に有利となる 用水価格 (円/m ³)	87		

d. 合理化における留意点と問題点

この方式による合理化は、水コストが通常の工業用水よりかなり高いという不利な点がある。しかしながら、新規水源が見込めない場合には、最後に残された方式である。

7.3 機械製造業

(1) 水使用の概要

機械製造業には、一般機械製造、輸送用機械製造、化学機械製造、精密機械製造等があり、その工場の持っている加工工程の種類によって、水使用に大きな差がある。

代表的な加工工程として塗装・メッキ、脱脂・酸処理・鋳造水砕などがあり、水の利用は冷却水、洗浄水、処理水が主である。機械製造業は、化学工業、鉄鋼業、紙・パルプ製造業など工業用水を多量に使う多用水業種とは異なり、一般的には工業用水の使用量が少ない少用水業種である。

しかしながら、輸送用機械製造のなかの自動車製造工場は各種加工工程が含まれており、他の機械製造業と異なり用水量も比較的多いことから、ここでは自動車製造業を代表例としてとりあげて概説する。

自動車工業における一般的な製造工程の概要を 図 7.2 に示す。最も多くの水を使用するのは塗装工程で、主として塗装前の前処理や電着工程で洗浄用として使用される。次いで鋳造工程での炉体の冷却用やボデー組付工程での溶接機の冷却用である。

以下に塗装工程を中心に水使用の特徴を述べる。

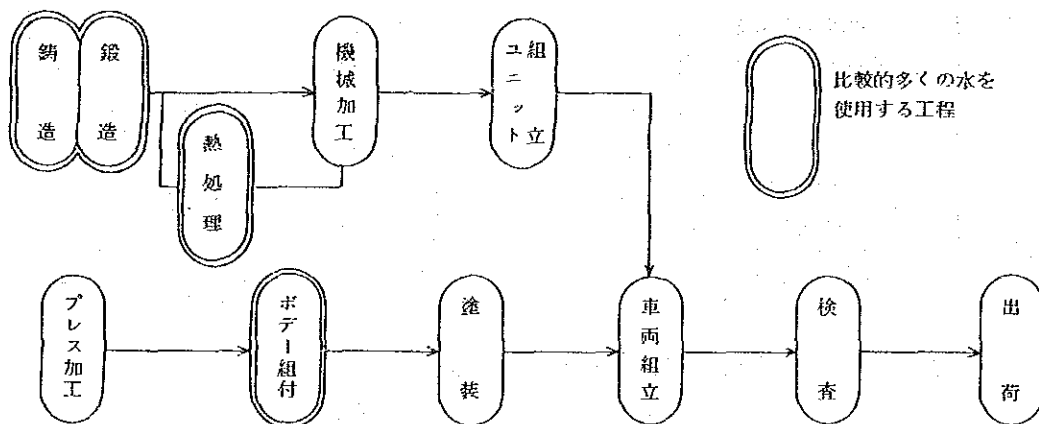


図 7.2 自動車製造工程のフロー

(2) 標準的な合理的使用法

自動車工業では、その製造工程の中で、前述のように用途として製品処理水、洗浄水が多い。しかし、これらの使用水の回収は、他産業に比べ極めてよく実施されている。具体的には以下のような水使用合理化が一般的に採用されている。

a. 製品処理、洗浄用水

(i) 向流多段洗浄方式

- 前処理工程における水洗工程及び槽間スプレーの導入
- 電着工程における水洗工程

(ii) カスケード方式

- 前処理工程本脱脂水洗水の予備脱脂更には湯洗への利用
- 前処理工程の純水スプレー排水を工業用水洗浄用水工程に利用
- 電着工程の純水スプレー排水を工業用水洗浄工程に利用

(iii) 再生利用

- 電着工程の電着塗装排水の限外汚過処理による水の洗浄工程への再利用（回収される塗料も再利用される）。
- 水研ぎ排水の固型物分離による循環使用

(iv) 再利用

- 塗装ブースの排気洗浄水の循環利用

(v) 節水型機器の採用

- 自動給水装置（塗装前処理工程の新水スプレーの新水補給量の適正化）

b. 冷却用水

間接冷却水の冷却塔による循環利用

以上に述べた方式の殆んどについてはすでに解説されているのでここでは、

- 電着塗装排水の限外汚過処理による再生利用

について述べる。

電着工程では電着塗装排水に含まれるものは主に塗料成分のみであるから限外汚過装置によって塗料成分も分離すれば水と塗料成分の再使用が可能である。これによって排水処理設備の負荷を大巾に軽減することもできる。これによる水の回収量は $0.01\text{ m}^3 \sim 0.1\text{ m}^3$ / 台程度である。

(3) 所要費用の概略

ここでは、前述の合理化方法のうち「電着塗装排水の限外濾過処理による再生利用」をとりあげ、費用試算を行うこととする。

限外濾過装置は、透過水量 20 ℓ/分程度のもので約 20000 千円/基である。

限外濾過を用いた場合の工程フローは図 7.3 に示すようになる。

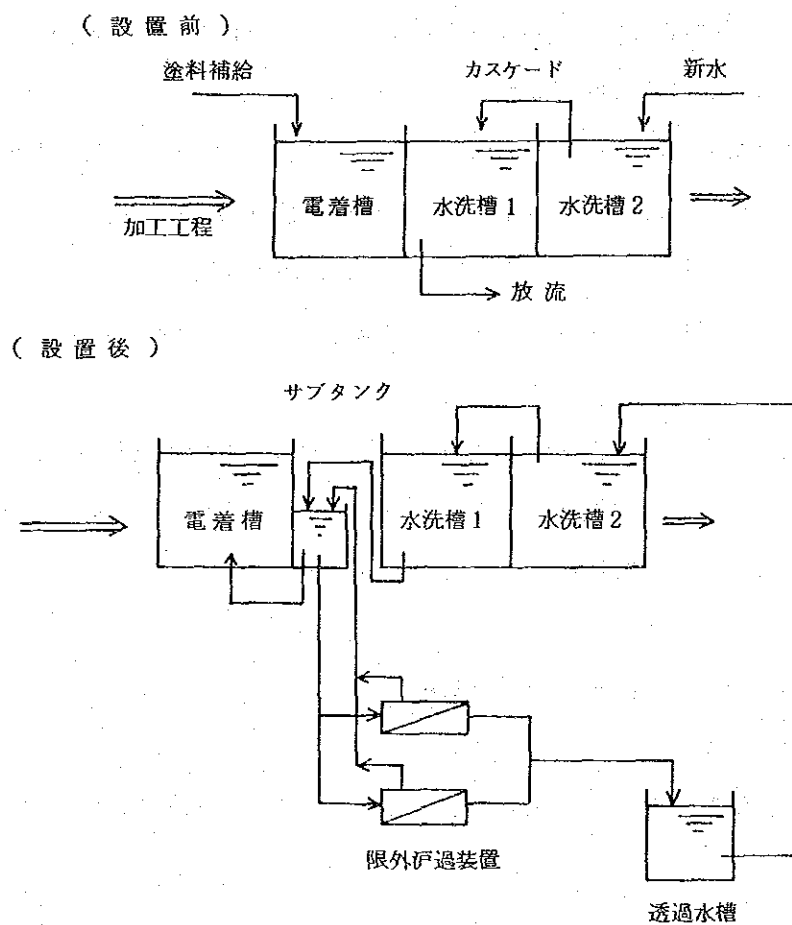


図 7.3 限外濾過装置設置前後のフローシート

表 7.2 限外汚過処理による再生利用における費用比較

		再生利用前	再生利用後	備 考
1. 新水使用量	(m^3 /日)	10	1	水 10円/ m^3 、 塗料 3,500円/Kg
2. 塗料補給量	(Kg/日)	20	2	
3. 費用計 ㉑	(円/日)	70,100	7,010	
4. 限外汚過生産水量	(m^3 /日)	—	10	20L/分×60分×8H
5. 限外汚過設備費	(千円)	—	40,000	工事費含む
6. 償却費(金利含む) ㉒	(円/日)	—	26,700	
7. 運 転 費 ㉓	(円/日)	—	200	
8. 回収費用計 ㉑+㉒+㉓	(円/日)	—	33,910	
9. 費用節約率	(%)	—	52%	

表 7.2 によると、再生利用を行うことで、費用の節約率は 52% と試算され、かなり効率のよい合理化であることがわかる。

(4) 合理化における留意点と問題点

自動車工程における水使用合理化は他業種に比べ進んでおり、合理化の実績も多く、特に実施上の問題はないと思われる。

向流多段洗浄による段数と水量の関係から 3 段以上に段数を増しても効果は薄いことに注意すべきである。

また循環冷却水の利用において、スポット溶接機冷却系では、冷却コイル・スポットチップの細管部の詰りが起きないように、冷却水の汚れやスケール、スライムの発生がないよう特に留意すべきである。

第8章 問題点と対応策

8.1 地盤沈下防止対策の概要

本調査は、1.1及び1.2に示したような経緯及び目的をもって始められ、前章までに種々の視点からの検討を行ってきた。

本章では今一度、全体の流れをふりかえり、今後この調査結果を実行に移し、実際の効果を得るためには、タイ国政府としてどのような対応をすることが望ましいかについて述べる。

図8.1に示すように、現在、バンコク首都圏及びその周辺地域では、人口の増加と産業の発展、工場の集中的とも言える立地により、工業用水としての地下水揚水量が集中的に増大し、地下水位の低下、地下水への塩水の浸入、地盤沈下といった障害が発生し、雨期にはしばしば冠水、洪水被害が多発している。地盤沈下が発生した原因はいろいろ考えられるが、中でも重要な原因は、地下水の過剰な汲み揚げによることは明らかで、その原因を排除するための緊急なる対策立案と、強力な実施が待望されているところである。

タイ国政府は、この対策の一環として、この地域での地下水揚水を規制する地下水法、立地する工場に対する工場法、さらには、MWA法(Metropolitan Waterworks Authority Act)を制定し、バンコク首都圏に対する生活用水を河川表流水に代替し、従来、水源の一つとして利用してきた地下水の揚水量を削減し、近々ゼロにもっていくと努力しているところである。しかし、現実には、図8.1に示すように、1986年時点で、地下水の揚水量は $1,200,000\text{m}^3/\text{日}$ 以上にもなっている。タイ国政府の調査によると、この地域での地下水の適正揚水量(地盤地下を起すことなしに、地下水を利用できる量)は $600,000\sim 800,000\text{m}^3/\text{日}$ と言われている。従って、現在の $1,200,000\text{m}^3/\text{日}$ 以上という揚水量は、適正揚水量に対して2倍に近い、過剰な揚水の状況にあるということになる。地盤沈下という障害を防止するために、現在の地下水揚水量を適正揚水量にまで削減しようとするれば、現在の地下水揚水量から $400,000\sim 600,000\text{m}^3/\text{日}$ 以上という大量の地下水利用を止めねばならないことになるが、しかし、直ちに地下水揚水を止めることはできない。それは、地域の経済発展計画ともからんで、経済活動に必要な水量は絶対確保しなければならないからである。しか

も、今後、新規に立地するであろう工場の需要水量も併せて考慮しなければならない。

その対応策を図 8.1 上辺に列挙してみた。

8.2 合理的使用を進めるための問題点と対応策

前項で検討したように、本調査の結果を拡大実施したのみでは、地盤沈下問題は解決できない。そこで関連する事項も含めて、実態と問題点、それにはどのような対応策が考えられるか、その実施個所はどこか、それを合理化プログラムとして考えると、どのような項目が挙げられるか、それらを政府レベルと民間レベルに分けて述べ、今後、実行可能なプログラムとして取り上げねばならないことは何か、といったことをまとめたのが表 8.1 である。対応策として簡単に述べてある。

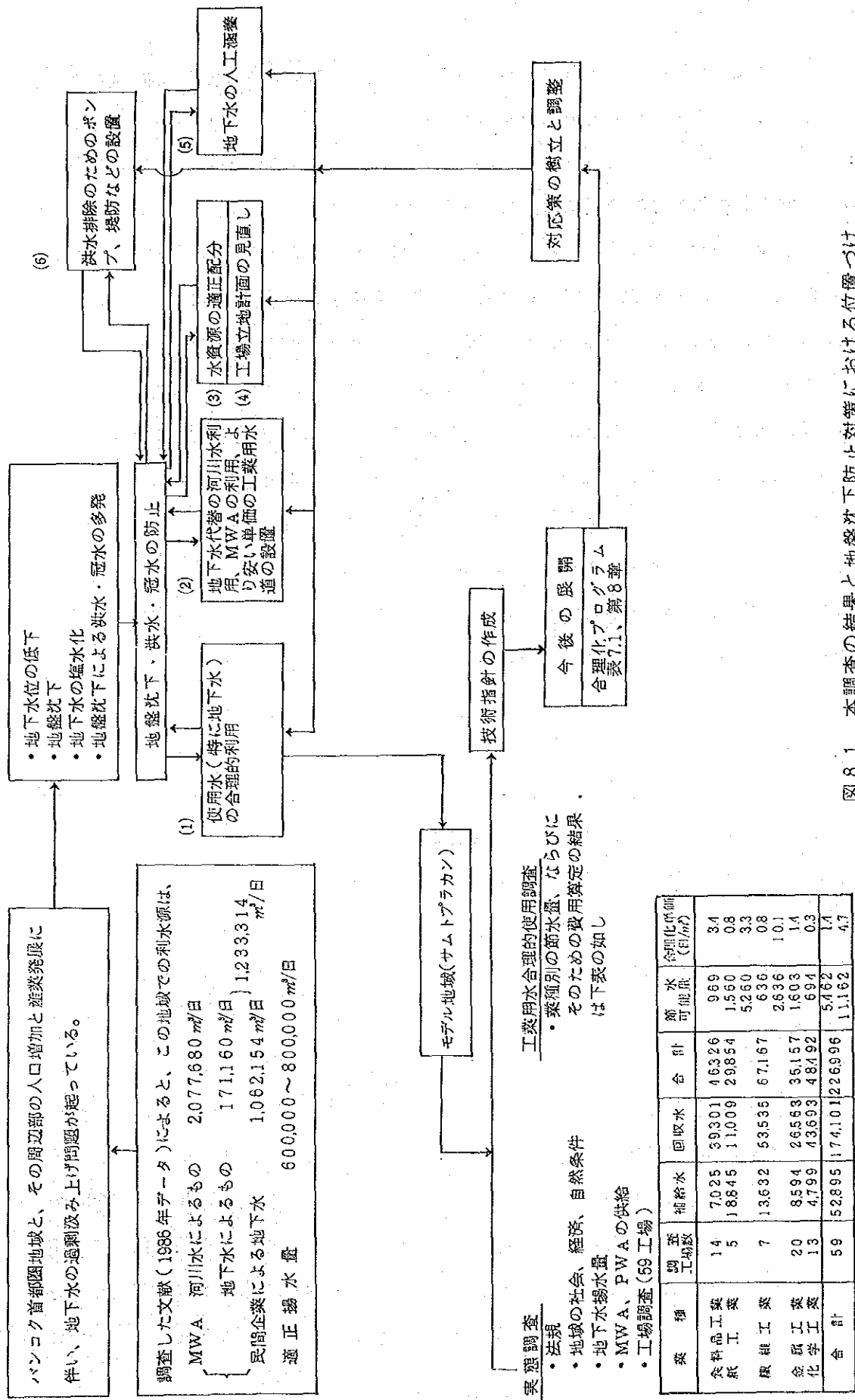
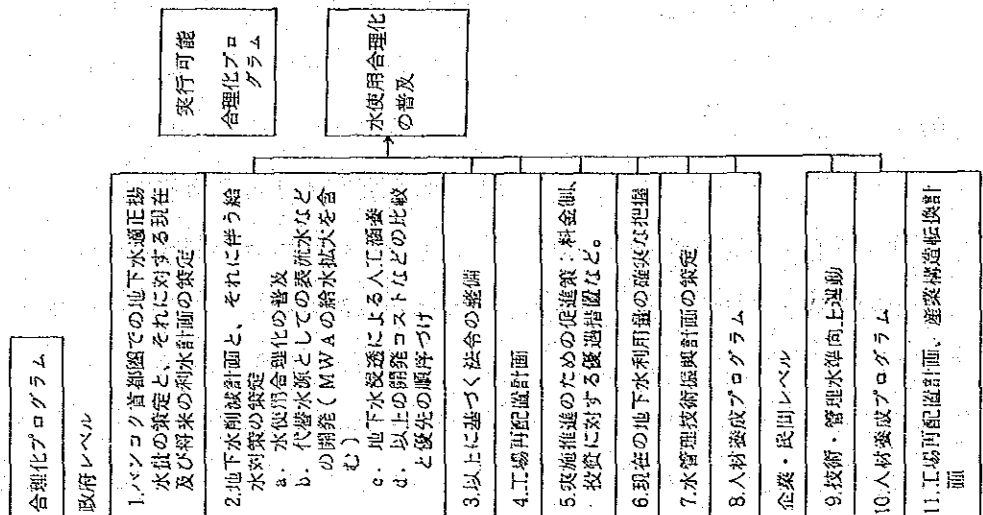


図 8.1 本調査の結果と地盤沈下防止対策における位置づけ

表 8.1 合理的な使用を進めるための問題点と対応策

実施レベル	策	対応	問題点
政府	<p>パシフィック圏の地下水揚水量は120万m³/日以上、これに対する地盤沈下に対する安全揚水量は60～80万m³/日といわれ、即ち40～60万m³/日以上の地下水を削減しなければならぬ。この削減を各地域で推進して行くためには、それぞれ地域の適正揚水量を算定し、その目標に向かって削減計画を策定する。</p> <p>MWAでは地下水揚水量を削減しているが、工場排水はむしろ増加し、全体としては大きな削減とはなっていない。この対策として節水・合理化による低減のみでは十分でなく、代替水（処理水など）の開発が必要である。</p> <p>製排水利用については、農業用水、上水道との水量の調整が必要。また個別に工業用水を計画すれば、MWA法との調整や、水料金政策を含めて（工場によっては高い水料金を徴収するところもある）考究する必要がある。</p> <p>工場の近代化、規模拡大をわらわらとして削減化の中には、水を余り使わない生産設備への転換などを含む。</p>	<p>1. 水法、特に利水に関する諸施策の計画調整、法令の整備、施行令の強化が必要</p>	
政府	<p>合理的なインセンティブとしては、水料金制、特に大量の水を使うほど料金が高くなる通増法による水料金制の導入が有効であるが、現在、地下水に依存している工場にとっては経済的に高負担となる。そのため合理化の推進を法的にも強制できるようにし、適正料金による代替水（河川水等）が供給できる工業用水の建設を進める。</p>	<p>2. 工場立地ならびに再配置計画の見直し</p> <p>3. 合理化促進のための施策の強化</p>	
政府	<p>教育、訓練制度を拡充すると共に「水管理士」、「環境管理士」といった認定制度などを新設し、管理機能を充実するのをも一方策。</p>	<p>4. 工場の用排水に関する人材の不足、技術認定制度などの立遅れ</p>	
政府	<p>例えば、流量計修復センター、材料統一認定制度などにより、水量・水質データの確認と、技術員のための研究機関の設立なども一方策。</p>	<p>5. 工場の用排水に関する試験、検査、試行計画、サーベイス機能の不足</p>	
政府	<p>地下水揚水量削減計画を明確にする必要がある。</p>	<p>6. 地盤沈下地域での適正揚水量の設定が明確でない</p>	
政府	<p>水使用合理化のためには、こうした数値の把握が基本である。漏水を含めたプロセス用水と生活用水を明確に捉え、循環利用のための冷却塔より循環水量、プロセスの把握、さらには排水量、排水質の把握が必要。こうした調査を拡大し、全体像を明らかにすること。</p>	<p>7. 各工場使用水の量的・質的把握が不十分</p>	
政府	<p>政府主導の指導機関の設立の促進、工場側でも資格技術者による管理水準、技術水準向上運動の促進、その間を結ぶエンジニアリング会社の育成が必要。</p>	<p>8. 中間管理者不足、用排水技術者不足、教育訓練の機械不足</p>	



第9章 合理化プログラムについての提言

9.1 合理化プログラム

8.3で述べた各種の対応策を、今回の調査に関連してまとめたのが、表8.1に示した「合理化プログラム」である。このプログラムには、政府が中心になって推進すべきものと、企業・民間が推進すべきものがあると思うので、この二つに分けて列記してみた。

ここに挙げた項目の中でも、今回のわれわれの調査に関連するものは、政府レベルの2-a、3、5、6、8と企業・民間レベルの9である。以下これらについて詳述する。

(1) 2-a、水使用合理化の普及

本調査の結果を、サムトラカン地域のみならず、現在地盤沈下問題をかかえているバンコク首都圏ならびに周辺地区に拡大し普及して行かなければならない。そのための方策としては次の各項が考えられる。

- a. セミナー等による技術指針の普及・徹底
- b. 合理的使用計画調査の対象工場の拡大
- c. デモンストラーションプラントの建設・運転による合理的使用の普及・徹底
- d. 工場の巡回指導による技術指針の実施
- e. 工場に専門家を派遣することによる技術指針の実施

これらの項目は比較的実行の可能性が高いので、後で詳述する(9.2参照)。

(2) 3. 法令の整備

合理的使用の推進は多少の程度の差こそあれ、企業に新しい投資なり、運転操作のための人材の確保といった努力を強いるのであるから、その強制力を保証する法的な整備が必要ということになる。中央政府のみならず、地方自治体でも地盤沈下を「公害」の一種と位置づけて、地下水の揚水を規制する条例の整備が必要である。これに対応し、地方自治体でも、その実行を担保するため人材の育成及び確保が必要である。

(3) 5. 実施推進のための促進策

工業用水の合理的使用を強力に推進するためには、工場側の協力がなくては不可能である。工場側にそうした努力をしてもらうためには、そのための政府の対応がなければならない。工場の投資に対する税制・金融面からの優遇措置も必要である。優遇

措置の内容としては、合理的使用のための投資に対する税の減額及び低利資金の融資等が考えられる。また合理化を推進するための動機を強化するため地下水法を改訂し、現在の地下水料金 1 B/m^3 を値上げすること、既に普及している M.W.A の水をできるだけ使用させること等が必要である。さらに、新しく、比較的安い料金で工業用水道を布設し、地下水をこれからの水に切替えさせることも考えられる。何れにしろ地下揚水量の節減が最終目標であるから、そのためにいろいろの方法を強力に推進せねばならない。

(4) 6. 地下水使用量の確実な把握

現在の地下水使用量をより確実に把握することは、今後の対策推進の根本である。政府関連の工場・機関の水使用量を含めて把握されるべきである。また、地下水法によって流量計設置が義務づけられているが、流量計が正常に動いていないものも見られたので、その維持管理に注意し、水量の確実な把握を心掛けるべきである。

(5) 8. 人材養成プログラム

前述したプログラムを遂行していくためには、人材の確保も当然であるが、今後の実行計画を考えると長い目で見た人材養成プログラムの遂行が必要である。水というものが、その国にとってかけがえのない資源であり、ある地域では、今後ひっ迫してくるような事態も考えられるので、そうした意味からもいろいろの分野の開発に必要な人材を養成をしていかなければならない。

(6) 9. 技術・管理水準向上運動

今回調査した工場の中には、すでに相当程度合理化を進めている工場もあった。しかし、合理化の根本は、使用水量の確実な把握である。それは流量計の設置によると思われるが、調査した工場の冷却塔の前後には流量計は見出せなかった。水質についても把握されていないところもあった。こうした管理水準や、廃水処理施設の管理水準を向上させることが、今後、合理的使用をより効果あらしめるために是非必要なことである。そのためには、工場間で情報を交換し、それぞれで得たノウハウを相互に教え合うということも必要であろう。政府としても、各業種の中から合理化の最も進んだ工場を選び、その手法を各工場に公表してもらうとか、褒賞制度を創設して奨励するといったことも考えてよいのではなかろうか。

以上述べたプログラムの内、タイ国政府として当面実行可能なのは(1)水使用合理化の普及、であろう。他のプログラムについては、以下の理由で当面の実行は極めて困難と考えられる。

- a. 法令の整備は是非必要であるが、日本の実績から考えても長年月を要すると思われる。
- b. 税別・金融面の優遇策は、現在タイ国に類似の優遇制度がほとんどないことから考えて、制度化は容易ではない。
- c. 地下水料金の値上げは、合理的使用の促進には極めて好ましいが、種々の利害関係がからむので容易には行えないであろう。
- d. MWA給水の普及や工業用水道建設は、膨大な費用と長年月を要する。
- e. 流量計の設置による地下水使用量の正確な把握は、むしろ(1)のプログラムの中で実施すべきである。
- f. 人材養成は、このプログラムの中では最も実行困難なものであろう。

ただ、a～cは特に費用は要せず、タイ国政府の努力によってのみ実行できるプログラムなので、本調査の提言とは別に是非実行されることが望ましい。

9.2 実行可能なプログラム

9.2.1 セミナー等による技術指針の普及・徹底

すでに同様な目的で技術セミナーを2回(1987年11月11日及び1988年12月12日)実施しているので、特に説明を必要としない。対象者は第1回が官庁・大学関係、第2回が民間企業の技術者であったが、セミナーを実施する場合は対象者を明確にして、それに合ったプログラムを組むことが重要である。講師もプログラムに合わせて、官庁、大学関係のみでなく、広く民間企業から起用するのが望ましい。

9.2.2 合理的使用計画調査の対象工場の拡大

今回の調査は、8.2で述べたようにサムトラカン地域の工場の2.2%(地下水揚水量では17.6%)について行ったに過ぎない。これはあくまでモデルであって、この調査結果をそのまま他の工場に拡大適用することは危険である。

日本ではほぼ同様な調査を通商産業省が10年間以上続けており、調査した工場数は1,000以上に達しているが、新しい地域については従来の調査結果を拡大して適用することはせず、必ず新たに調査を実施している。ある地域(例えばサムトラカン)において合理的使用を徹底させようとするならば、その地域の地下水の使用状況を十分把握しておくことが是非とも必要であり、そのためには今回の調査と同様な合理的使用計画調査を、他の工場に拡大して実施することが必要と考える。その具体的

な進め方を以下に述べる。

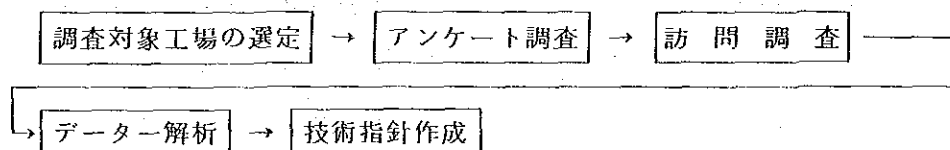
(1) 調査対象工場の選定

例をサムトプラカン地域にとると、約 2,600 工場の内、重要な工場は約 200 である (3.1 参照) ので、まずこれを対象とする。最終的にはその地域の地下水揚水量の 80% 以上、できれば 90% 程度が調査できるような工場数を選定する。しかし、短期間に多くの工場を調査することは人員上の制約から困難と思われるので、年間に 40~50 工場を集中的に調査し、4~5 年間で全地区を終了するように計画するのが好ましい。

一回に調査する工場は、なるべく同一の業種から選ぶのが好ましいが、必ずしもこだわる必要はない。立地場所が地理的に集中している方が便利な場合もある。

(2) 調査の進め方

本調査と同一な手順で行えばよく、簡単に示すと以下のようになる。



(3) 期間及び所要人員

調査は集中的に実施し、要員はタイ国政府 (IWD) のメンバーを主体とし、それに外部より招いた専門家を加え、さらに必要に応じ IWD の出先機関のメンバーを加えるものとする。人員計画の概要は次のようになる。

調査項目	要員	期間 月	リーダー 人	外部 専門家 人	調査 要員 人	調査 補助員 人	出先機 関要員
1. 事前準備 (対象工場選定 アンケート調査)		2	1	1	1		
2. 訪問調査		2	1	1	2	1	1
3. データ解析		4	1	1	2		
4. 技術指針作成		2	1	1	2		
合計		10					

要員の主たる業務を次に示す。

- a. リーダー…調査全体の計画・総括・指導
- b. 外部専門家…専門知識による調査の指導・助言
- c. 調査要員…実際の調査の実施
- d. 調査補助員…訪問調査における各種測定の実施
- e. 出先機関要員…訪問調査の補助を兼ねて、将来のために技術移転を受ける。

(4) 所費経費

人件費を除けば、調査表の作成・発送、説明会の開催、訪問調査の実施、報告書の作成等で、多額な費用は要しない。ただ外部専門家の招へいには相応の費用を必要とする場合がある。

(5) 外部専門家が有すべき要件

以下の要件を満足させていることが望ましい。

- a. 工業用水の使用及び排出についての高度の知識・経験
- b. 用水処理及び廃水処理についての知識・経験
- c. 各種の生産工程における水の使い方に関する一般的知識
- d. 各種の生産工程に関する一般的知識
- e. 工場の訪問調査に同行し、現場において調査を指導できる能力

なお、例えば食料品、繊維等の特定の業種について専門知識を有し、なお上記の要件を満足させる専門家が招へいできれば最も好ましいが、中々そのような専門家は招へいし難いので、特定の業種にはあまりこだわらない方が良く考える。

9.2.3 デモンストレーションプラントの建設・運転による合理的使用の普及

合理的使用の普及をはかるため、前記の合理的使用計画調査を実施した工場の中から適当な工場を選び、合理的使用のための設備（代表的な例としては冷却塔）を建設し、生産設備の一部として実際に運転してその効果を実証する。こうすることにより、技術指針と言う書類上のことでなく、実際に合理的使用の方法及び効果を示すことができるので、その普及に大きな効果があるものと信ずる。しかし、これを実行するためには以下のような多くの困難な問題がある。

- a. 建設する工場の選定…実際の生産工程に組み入れるのであるから、工場側の十分な協力が必要である。

b. 建設費の負担…工場が進んで建設するとは考えにくいので、何等かの公的資金が必要となるが、民間企業の生産設備の一部となる設備に、公的資金を投入することは困難であろう。

c. 運転及び管理…工場側が行うことになるが、経営上あまり利点のない場合に十分な運転・管理が行われるかどうかはなはだ疑問である。もし十分な運転・管理が行われないと、実証の意味がなくなってしまう。

このように考えてくると、この方法は大きな効果が期待できるものの、実行は極めて困難であると言わざるを得ない。

9.2.4 工場の巡回指導による技術指針の実施

前記の合理的使用計画調査が行われた後、その実施を工場にうながすために、日本において実施されているような巡回指導（図 2.18 参照）を行うのが効果があると考えられる。その進め方は基本的には図 2.18 に示したものと同じであるが、タイの国状に合せて多少簡略化した方が実施が容易であろう。その一案を図 9.1 に示す。以下に進め方の概要を述べる。

a. 実施機関

IWD 及び工業省の出先機関が中心となり、必要に応じ他の官庁、地方自治体等を加える。

b. 協力態勢

対象となる民間企業の協力を得るため、企業の代表者、大学・研究所等の専門家及び実施機関からなる工業用水合理的使用協議会を設置し、合理的使用の実施についての理解と協力を得るようにする。

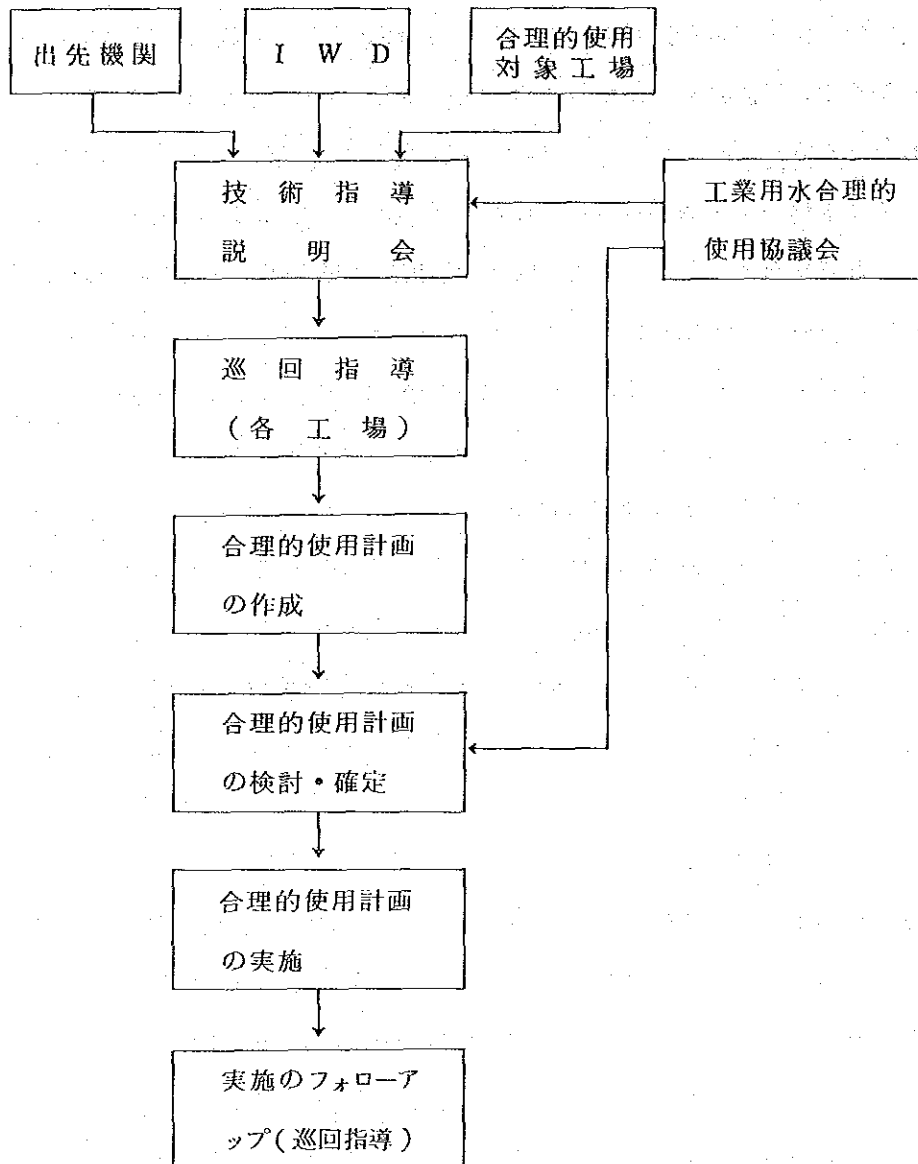


図 9.1 巡回指導の進め方の一案

c. 巡回指導の進め方

実施機関から 2～3 名、外部の専門家 1 名、計 3～4 名からなるチームを造り、1 日に 1～2 工場の割合で工場を巡回する。

巡回の回数は、工場が合理的使用計画を作成するための指導に 1 回、使用計画提出後のフォローアップのために 1 回、少なくとも 2 回は必要である。以後は必要に応じて随時使用計画のフォローアップのために巡回する。

d. 合理的使用計画の作成

合理的使用計画調査で作成された技術指針は、調査する側の立場で作成されており、工場側の事情が必ずしも十分反映されていない面がある。従って、技術指針をそのまま工場におしつけるのではなく、それにもづいて工場が自主的に合理的使用計画を作成するのが好ましい。

この巡回指導は、その作成を指導・援助するのが最大の目的である。

e. 合理的使用計画の検討と確定

工場で作成された合理的使用計画は、実施機関及び外部専門家により検討される。その内容が妥当と認められたならば、工業用水合理的使用協議会に報告して、その理解を得ることが必要である。ここで確定した合理的使用計画は、工場と実施機関の間で結ばれた一程の約束であり、工場がこの約束に従って合理的使用計画を実行することが望まれる。

f. 合理的使用計画のフォローアップ

実施機関は、工場から提出された合理的使用計画の実行をフォローアップするため、少なくとも1回は巡回指導を行い、その後も随時巡回指導を実施する。計画が順調に実施されている場合は問題はないが、もし実施がおくれている場合にはその理由を確認し、必要に応じ技術的な指導を含む程々の助言を行う必要がある。

本項の方策は、前述のように日本のいくつかの地域では成果をあげているが、それには以下の諸点が前提となっている。

- a. 日本では公害対策基本法により、地盤沈下は「公害」として認められており、国及び地方自治体はそれを防止する責任があり、また民間はその施策に協力する義務がある。
- b. 地方自治体によって地下水の汲み上げを規制する条令が施行されている。
- c. 工場の経営者及び技術者に地下水の節水に関する意識が高い。
- d. 住民側に地盤沈下に対する意識が高く、工場に対する監視が行われている。
- e. 地下水の合理的使用に関し、税制及び金融上の優遇策がある。

タイ国の現状を見ると、残念ながらこのような条件は未整備であり、さらに巡回指導を実施するための人材が不足している。従って、このような状況下においては、巡回指導を実施しても効果は上げにくいのではないかと考える。ただ、実際的な効果を期待するのではなく、工場の意識の向上と、官庁側と工場側のコミュニケーションの促進を主目的として行うならば、極めて効果のある方策であろう。

9.2.5 工場に専門家を派遣することによる技術指針の実施

これは合理的使用計画調査を実施した後、工業用水の合理的使用の専門家（例えば冷却用水、洗浄用水と言った用途別、あるいは食料品、紙と言った業種別）をIWDに常駐させて、工場の要請に従って工場に派遣して技術指導を行わせる方策である。この方策が有効に働くためには、工場が合理的使用の実施に熱意があることが必要であり、現状の工場の意識から考えるとそれはあまり期待できそうもない。9.2.4に示した巡回指導を実施した後に、このような専門家の派遣を随時行うならば、効果が期待できる。

9.2.6 各プログラムの検討と提言のまとめ

5項目について提言を行ったが、詳細に検討して見ると各項で述べたように様々の問題点があり、直ちに実施して効果が期待できる方策は意外に少ない。その最大の理由は、すでに度々述べたように合理的使用を進めるための前提条件（法規・規則、税制・金融、意識等）が未だ十分整備されていないことによる。

タイ国において、これらのプログラムの成果が得られるための前提条件としては、次の項目が考えられる。

1) 法規の整備

- a. 地盤沈下を「公害」と認定して、政府・民間共にその防止に責任を持つ。
- b. 地下水の揚水を規制する法規を整備する（例えば、現行の地下水法の一部改正等）。

2) 地下水揚水量を節減するための動機を強化する。

- a. 地下水料金の値上げ
- b. 合理的使用のための民間の投資を税制・金融面で優遇する。

3) 合理的使用を指導できる人材の確保。

4) 地盤沈下及び地下水節減に対する意識の向上

- a. 関係する政府機関及び民間企業
- b. 関係する地域に居住する住民

第10章 結 言

バンコク首都圏の地盤沈下は極めて深刻な状況にあり、その対策は8.1に示したように広い範囲にわたって実施することが必要とされる。本調査はその内の一つであり、工業用水の合理的使用のみで地盤沈下が防止できないことは8.2に述べた通りである。

工業用水の合理的使用について見ても、本調査はサムプラカン地域の工場の2%強について実施したに過ぎず、言わばこの種の調査のモデルを提供したに過ぎない。本調査の結果を有効に活用するには、提言にもあるように本調査をさらに広い範囲に拡大することが是非必要である。又、すでに度々述べたように合理的使用を有効に進めるには、その前提条件(表8.1 合理化プログラム)を整備することが欠かすことができない条件である。

工業用水の合理的使用を推進する場合には、できるだけ総合的な立場において他の諸対策との調整がはかれながら、その対策が実施されることを強く希望する。

JICA

JICA
LIE