

鉄鋼技術共同研究会報告

調 査 部 会 報 告

製鉄工場における工業用水事情の現況

Report of Research Divisions

Present Situations of Industrial Water in Iron and Steel Plants.

目	次
ま え が き	
第 1 章 序 論	I. 6 部門の使用量比較
1. 本調査の目的と経過	1. 用 水 全 量
2. わが国の工業用水事情	2. 海 水
3. 鉄鋼業における工業用水	3. 淡 水
4. 八社の地位	II. 使用原単位
第 2 章 工業用水の取得状況	1. 綜 合
I. 海水、淡水の取得状況と比率	2. 製 鉄 部 門
II. 淡水の水源別取得状況と価値	3. 化 成 品 部 門
1. 水源別取得量	4. 製 鋼 部 門
2. 購入水の価格	5. 圧 延 部 門
3. 自家水の価格(電力原単位について)	III. 用水の回収について
第 3 章 使用状況	第 4 章 現在の問題点

ま え が き

わが国鉄鋼業の近年の発展はまことに目覚ましいものがあり、粗鋼生産においてはすでに世界第 5 位の地位を占めるにいたつたのみでなく、英国ならびに西独の生産高にも接近しつつあり、また品質技術面でも大きな進歩発展をとげつつあることは、まことに慶賀にたえない幸いです。

鉄鋼技術共同研究会調査部会においては、さきに第 1 回部会 (31年10月) から第 5 回部会 (32年 4 月) まで製鉄所における港湾について調査検討を行ない、その結果をとりまとめて報告書「鉄鋼港湾はいかにあるべきか」を刊行し、製鉄所の拡張新設のさいの港湾計画策定のさいの重要な指針として大きな役割りを果たしたのでありますが、その後鉄鋼生産の急速な増大にともなつて非常に重要な問題となつてきた工業用水にテーマをうつし、爾來数回の会議をかさね各社の貴重な研究や実績についての発表ならびに討議を行なつております。その結果一応製鉄所の用水の取得ならびに使用状況についての現状把握ができましたので、ここにその結果をとりまとめ用水についての中間報告書を作成いたしました。

最近水資源をいかに開発利用するかは、今後のわが国経済発展の速度を規制する大きな要因の一つとみられ、したがつて国の重要政策の一つとして取り上げられるにいたつておるときにあたり、用水型産業の一方の雄である鉄鋼業における用水事情に関する客観的かつ正確な数字により現状を把握した報告書を刊行することは、まことに意義深くただに工場の合理化新設などに対し、有益な参考資料となるのみでなく国の政策立案のための基礎資料として大きな意義をもつものと信じます。また特に戻水使用の状況調査は本部会が最も力を注いだ点である事もここに付記したいと思います。

なお資料の発表を許可された各会社ならびに委員諸氏と本報告書の編集に尽力された幹事諸氏に感謝の意を表するしだいです。

昭和 35 年 12 月

調査部会長 三 井 太 佑

調査部会委員 (昭和35年12月現在)

部会長	通産産業省(経済協力二課長)	三井 太信	幹事	住友金属工業(株) (東京)	知崎 喬
委員	八幡製鉄(株) (本社)	深田 健三	〃	鉄鋼協会	田鍋 力
〃	富士製鉄(株) (本社)	柏木 政俊	〃	鉄鋼連盟	飯島 健一
〃	〃 (室蘭)	杉本 三郎	〃	通商産業省重工業局	中島 淳夫
〃	〃 (釜石)	鈴木 武雄	〃	〃 〃	斎藤 昭禎
〃	〃 (広畑)	堀 武男	〃	〃 〃	佐藤 真住
〃	日本鋼管(株) (川崎)	五十部賢次郎	旧委員・幹事		
〃	〃 (鶴見)	山近純一郎	(第6回～部10回会間にかわつた委員・幹事)		
〃	〃 (水江)	広瀬 義国	部会長	科学技術庁計画局	田畑新太郎
〃	川崎製鉄(株) (本社)	上野長三郎	委員	八幡製鉄(株) (本社)	月本 達弥
〃	住友金属工業(株) (本社)	小島 健二	〃	富士製鉄(株) (本社)	明石久米蔵
〃	〃 (東京)	俵 隆治	〃	〃 (室蘭)	平田 龍馬
〃	(株)神戸製鋼所 (灘浜)	杉沢 英男	〃	〃 (釜石)	伊藤 敬男
〃	(株)中山製鋼所 (本社)	黒田 正成	〃	日本鋼管(株) (川崎)	稲葉 敏雄
〃	尼崎製鉄(株) (尼崎)	末光 秀雄	〃	〃 (鶴見)	勝部 泰臣
幹事	八幡製鉄(株) (本社)	本田 富雄	〃	川崎製鉄(株) (千葉)	三木 広信
〃	富士製鉄(株) (本社)	草葉 英俊	〃	住友金属工業(株) (東京)	大野 功
〃	日本鋼管(株) (本社)	大西 利一	幹事	通商産業省重工業局	石渡 鷹雄
〃	川崎製鉄(株) (千葉)	堤 一高			

第1章 序 論

工業用水の確保が工業生産の発展に不可欠の要件であるという認識はここ数年来大いに深まってきた。さらに地盤沈下、あるいは汚水処理に関連するいくつかの事件が世間の耳目をそばだてるにいたつて、工業用水への関心はさらに深まったといえる。鉄鋼業の場合幸い上記のようなトラブルにまきこまれることは無かつたが、33年夏期にそう遇した異常渇水の経験は用水問題の再検討への大きな刺戟であつたことは否めない。また鉄鋼業が今日立案しつつある今後の拡張計画をかん案するとき、用水の確保が第一の難かんとなつて来ていることも事実であらう。

1. 本調査の目的と経過

調査部会では、鉄鋼業の工業用水問題に対する基本的態度を決定する目的で調査を開始したのであつたが、いざ調査に着手してみると、いろいろな困難に出会つた。すなわち、製鉄工場における工業用水の諸事情に関するデータでまとまつたものがほとんど入手し得ないのが第一の難かんであつた。各工場においてはある程度のデータが整理されてはいても、これらの比較などによる検討がなされる機会がなかつたために突つ込んだ技術的検討

を加えることがなかつたといえよう。同時に業界全般の工業用水の問題に対する考え方がどちらかといえば無関心に近かつたことも事実であらう。

そこで、本調査では、製鉄工場における用水事情の現状をつかむという段階から調査を進めて行くこととなつた。すなわち、製鉄工場での用水は、どのようにして得られているか？ どの部門にどのように使用されているか？ また、どの部門でどの位の量が使用されるか？ 海水はどのようにしてどの位使われているか？ 等々について現状を把握することに努めた。

前述のように鉄鋼業における用水技術(用水原単位の低下、海水の使用技術、戻水技術などを含めてこのような呼び方をしてもよいであらう。)は、まだ未開拓といつてよい状態にあり、その向上は今後の問題と見られるので、本調査でのデータは現在の状況をできるだけありのままの姿で把握し整理するよう心がけられている。したがつて、ここにいう用水原単位、戻水使用率あるいは海水使用率などはあくまで現状をのべているのであつて、今後の方向について触れる段階にまでいたつていない。

本調査では一貫八社の諸工場を対象とし、昭和34年2月、5月、8月の各時期の実績をとつて調査を実施した。昭和34年のこれらの時期は鉄鋼の生産が逐次上昇をつづ

け、あらゆる面で一応安定した時期と思われるので、ここに得られた用水の諸データは現状を表現しているものと見てよいであろう。

さらに本調査の正確度についてであるが、若干の問題を含んでいることを断つておく必要がある。水量の把握には、相当数の正確な計量器の設置が前提となるが、現況では淡水については兎も角、海水の計量については設置計量器の不足が原因で信頼性にやや欠ける心配がある。本調査での数値の信頼度は大体のところ、淡水量については ±5% 以内、海水については ±10% 以内の誤差を前提としていることを諒解されたい。

なお、本報告における諸用語はつぎのような定義によっている。

(1) 部門別

銑鋼一貫作業の中で生産工程(作業工程)別に区分したものである。

1.1 製鉄部門

溶鋳炉工場…炉体、熱風炉、送風機、ガス清浄機、
鑄鉄機、その他雑

コークス工場…コークス炉、消火塔、洗炭、ウオ
タークーラその他雑

焼結工場…焼結主体設備、ペレット、その他雑

1.2 化成品部門

化成品工場…化成品工場全設備および付属設備

1.3 製鋼部門

平炉…平炉炉体、造塊設備および付帯設備、その
他雑

転炉…ランスおよび炉体、収じん装置、ダスト処
理設備、その他雑

電炉…電炉設備および付属設備、その他雑

1.4 分塊部門

均熱炉、電動機、ロール、スカフィン、その他雑

1.5 圧延部門(熱間)

熱延工場(ホットストリップ) …

加熱炉、圧延ロール、捲取機、電動機、その他雑

1.6 圧延部門(冷間)

冷延工場…加熱炉、ロール、電気清浄、焼鈍炉、
電動機、その他雑

1.7 圧延部門(その他鋼材)

厚板工場、大形工場、中形工場、小形工場、線材
工場、継目無鋼管工場、溶接管工場、鍛接管工場
車輪工場、車軸工場、その他圧延工場およびその
付帯電源モーター、その他雑

1.8 動力部門

酸素工場、発電所、その他一般動力(ガスなど)

1.9 付帯部門(社宅給水は含まず)

事務所、運輸、土木、工作、研究その他雑

1.10 送水損失

水源送水量と工場使用水量との差(計器誤差を含
む)

1.11 所外給水

当該工場生産工程に何等関係のない他会社への給
水

(2) 原水…当該工場に補給されている井戸水、河川
水

2.1 井戸水…浅井戸、深井戸などから揚水使用されて
いる水にして河川法による水利権の取得
を要しないもの

2.2 伏流水…河床に伏流している河川水にして河川法
の水利権の取得を要するもの

2.3 表流水…河川の表流水にして、もちろん水利権の
取得を要する。

2.4 河川水…表流水+伏流水

(3) 戻水…回収再使用されてる淡水(一般に称され
る淡水の意)

(4) 海水…半海水を含む

(5) 飲料水…飲料水、浴湯水、便所用水、厚生施設
用水等生活用水とする(社宅用水は本調査の対
称とせず)

(6) 淡水…原水+戻水(工業用水として使用する浄
水を含む)

(7) 淡水率…淡水/(淡水+海水)=淡水率(%)

(8) 戻水使用率…戻水使用量/淡水使用量=戻水使
用率(%)

(9) 用水原単位…当月淡水+当月海水/当月生産量
=原単位(m³/t)

9.1 淡水原単位…当月淡水量/当月生産量=淡水原単
位(m³/t)

9.2 海水原単位…当月海水量/当月生産量=海水原単
位(m³/t)

2. わが国の工業用水事情

鉄鋼業における工業用水の現状の分析に入る前に、産
業全体としての用水事情の大略を理解しておくことが必
要であろう。通産省では昭和35年9月「工業用水(淡
水)需給見通し」を策定したが、これによると鉄鋼業は
繊維工業、紙、パルプ工業、無機、有機化学工業と並ん
で最大の工業用水使用産業となつていることが明らかに
されている。前記「見通し」の述べる所にしたがつてわ
が国の工業用水事情の概況を以下に述べる。

最近における鉄工業生産の拡大、とくに用水型産業を

工業用水(淡水)需給見透し

第1表(1) 業種別工業用水需給見透し

35年9月

通産省企業局工業用水課

産業中分類別	生産指数(30年度=100)		用水量(単位 m ³ /日)	
	33年度実績	45年度見込	33年度実績	45年度見込
食料品製造業	119.7	240	2,534,675	5,082,000
繊維工業	119.6	310	2,338,550	6,061,000
紙・パルプ工業	133.9	400	6,215,718	18,568,000
化学工業	150.6	610	6,727,700	27,250,000
石油・石炭製品製造業	169.2	770	308,407	1,404,000
ゴム製品製造業	152.6	620	262,657	1,061,000
皮革・同製品製造業	117.0	220	29,820	56,000
窯業・土石製品製造業	136.8	480	1,128,784	3,961,000
鉄鋼業	135.3	550	2,070,930	8,418,000
非鉄金属製品製造業	138.6	480	592,720	2,053,000
機械工業	228.5	1,540	588,974	3,969,000
その他	194.2	880	1,131,521	5,127,000
合計			23,930,456	83,016,000

(計算根拠)

- (イ) 工業高度化小委員会(所得倍増計画委員会)報告による産業中分類別の生産の伸び率(45年度対33年度)と昭和33年度における工業用水使用量実績とにより産業中分類ごとに昭和45年度における用水量を算出し、これを全業種について合計した。
- (ロ) 過去3ヶ年度の調査結果から、用水量は生産指数にほぼ比例するものとして算出した。

第1表(2) 水源別工業用水供給内訳(実績および見透し)

(単位 1000m³/日)

水源区分	昭和33年度実績(A)		昭和45年度見透し(B)		伸び(B/A)	増加量(B)-(A)	供給割合
自家引用水	16,206	67.7	23,200	27.7	1.43倍	7,000	11.8
河川水その他	8,370	35.0	15,200	18.3	1.82	6,800	11.5
地下水	7,863	32.7	8,000	9.6	1.02	200	0.3
買水	2,912	12.2	39,900	48.1	13.70	37,000	62.6
上水道	1,517	6.4	2,500	3.0	1.65	1,000	1.7
工業用水道	1,395	5.8	37,400	45.1	26.86	36,000	60.9
回収水	4,812	20.1	19,900	24.0	4.14	15,100	25.6
計	23,930	100.0	83,000	100.0	3.47	59,100	100.0

(計算根拠)

昭和45年度用水量水源別内訳の算出は、昨年度において調査した昭和33年度の実績を基礎とし以下による。

- (イ) 自家引用水中「河川水その他」は、地域別に計算した引用可能限度に若干の増加を期待した。
- (ロ) 自家引用水中「地下水」は地質調査所の調査した包蔵量限度一ぱいまで汲上げ可能なものとして積上げ、他方地盤沈下地帯の揚水減少分をこれから差し引いた。
- (ハ) 買水中「上水道」は、それ自身の需給逼迫の関係から工業用としては大した増加は望み得ないので若干の増加にとどめた。
- (ニ) 「回収水」は業種企業規模等により、また回収水の利用技術上の制約(例:低温化の限界等)からその大巾な増加が困難であるが、最大限の行政指導と企業協力により33年度の4,812千m³/日から45年度には19,900千m³/日に増大するものと期待した。
- (ホ) 従って、45年度における供給水量の残部分は、工業用水道により供給すべき量とした。…(37,400千m³/日)なお昭和36年度以降45年度に至るまでの工業用水道建設必要量は37,400千m³/日-2,200千m³/日=35,200千m³/日

(35年度末)
完成能力)

中心とする重化学工業の飛躍的伸長とともに工業用水に対する需要は、激増しつつある。工業用水のうち、その供給について問題のない海水を除き、淡水だけについて見ても、通産省工業用水課が従業員数30人以上の全工

場について調査した結果によれば、全国の工場における工業用水需要は第1表のごとく、昭和33年度の1日約2,400万立方メートルであつたが、所得倍増計画に対応する昭和45年度の工業用水の需給見透しは1日約8,300万立方

米となり 3.5 倍に増大する。見込である。

したがって、今後 10 カ年の間に 1 日約 5,900 万立方
米の需要増を賄う必要に迫られているのである。

このような需要の増大に対する用水供給対策を全国 80
の工業地帯について検討した結果によれば

(1) 主要工業地帯たる川崎、横浜、四日市、大阪、
尼崎などの地域では、付近に工場が単独で利用できる河
川水がないことはもちろん、地下水についてもその過度
汲上げの結果、地下水位低下、塩水混入、地盤沈下など
の障害をひき起しているた
め、これ以上の地下水汲上
げは不可能であるのみか、
逆に地下水の汲上げを減少
させるための代替水の供
給が必要とされている現状
である。

(2) それ以外の工業地
帯においても、最寄りの河
川水、地下水に余裕はな
く、工場の自家引水はほと
んどその極限に達している
場合が多い。したがって、
今後の需要増を賄うには、
用水回収に努力してみても
それには限度があり、主と
して工業用水道によつて工
業地帯から離れた地点から
用水を引くよりほかはない。

以上のようにわが国にお
ける工業用水事情の見通し
は楽観を許されない所であ
り、用水型産業の一つであ
る鉄鋼業においてもその用
水問題については慎重な態
度でのぞむべきであろう。

3. 鉄鋼業における工業
用水

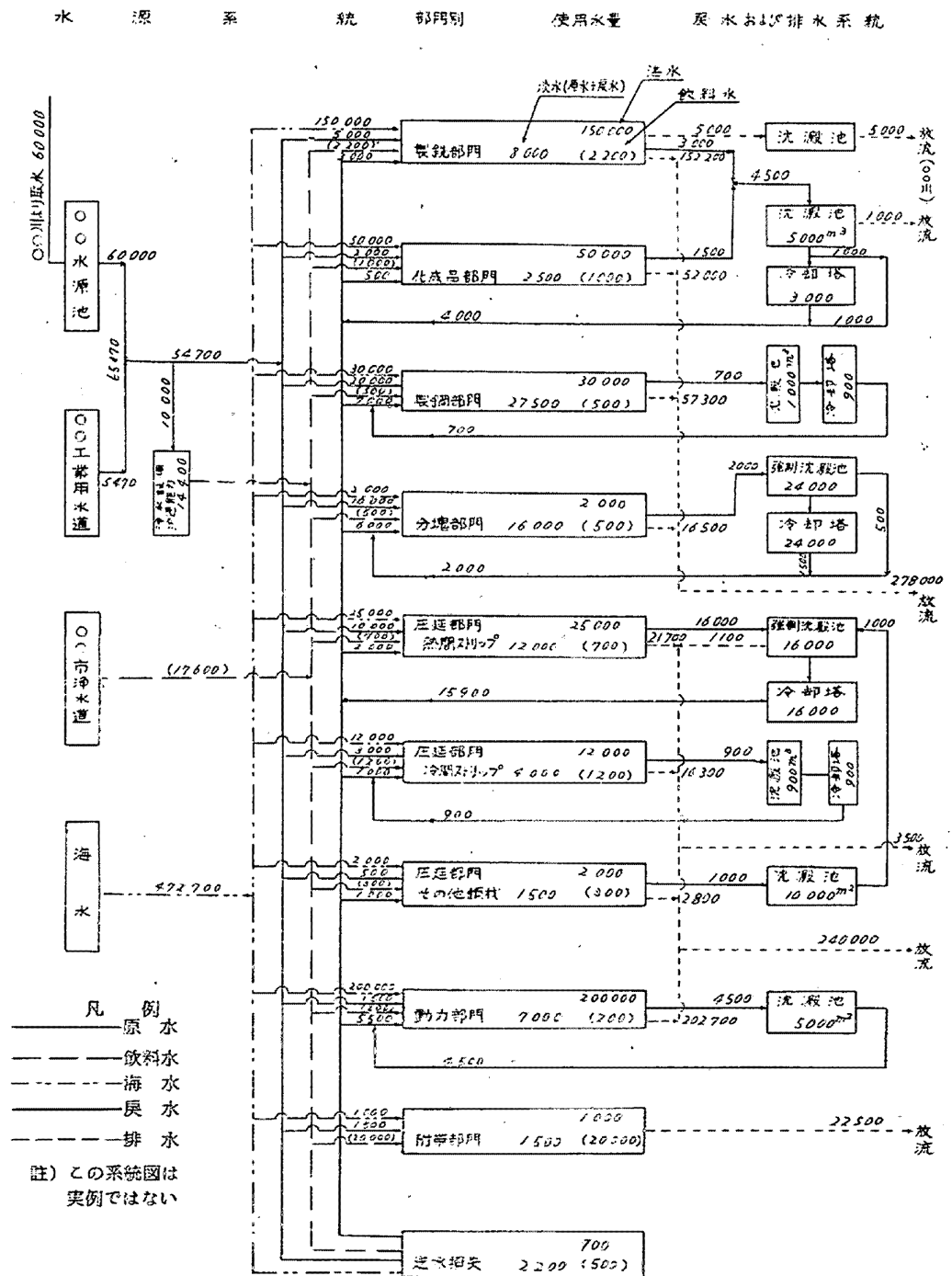
3. 鉄鋼業における工業用水

鉄鋼業における用水事情
は今日までのところは、異
常渇水の時期を除いては大
体量的な問題はなかつたと
いえる。しかしながら用水
の質、あるいはそのコスト
については問題なしといえ

ない。これらの問題点については、本報告の段階では解
析するにいたっていないが、引続き検討を加えるべき事
項である。

量的な問題については、海水使用の限度、戻水のコス
トなどがキー・ポイントとなると思われる。本報告では
現状の分析に立脚してこれらの諸問題へのアプローチを
試みた。

鉄鋼業における用水問題は、必ずしも均一な様相を
示すものではなく各製鉄所の立地条件に左右されるところ



第 1 図 製 鉄 所 の 給 水 系 統 図 (単 位: m³/日)

が大きいことはいうまでもない。したがって、それぞれの立地条件において得られる用水について、量と質とコストの最良の条件を見出すことが必要となってくる。今後の鉄鋼業の拡張にさいして、その立地条件の検討に用水事情が重要問題の一つとして重視されるべきであろう。またこれに関連して今後開発が予定されている工業用水道に期待する所もまた大きなものがある。

しからば、製鉄所においては、用水はどのように導入され使用されているのであろうか？ もちろん、各工場の立地条件、機械設備、発展の歴史などの相違によつてその様相はまちまちであるが、モデル的な用水のフローを示したのが第1図である。

製鉄所の用水は、河川、井戸からの原水と、工業用水道、浄水道よりの購入水と、海水とでまかなわれている。それぞれはまず貯水槽を経て各工程に送られる。各工程の特色にしたがい製鉄部門では海水の使用量が多くまた冷間圧延部門では淡水のみが使用されるなどの相違があり、一度使用された水は沈殿池でスケールなどを除いたのち、海水はほとんど放流され、淡水においては相当部分が冷却塔をとおして冷却したのちふたたび使用されている。この間のパイプ・ラインは例示フローシートのように各工程別に設置されていることはほとんどなく、実際には工程とは別個の流れを持っている場合が多い。冷却塔についても同様で二つ以上の工程の淡水の冷却じゆんかんを同一設備で行なっている場合が多い。

従来は用水の供給施設は生産設備に比較して副次的なとりあつかいを受けていたため、生産設備の段階的な増強に伴つて便宜的に設置されてきており、合理的な配置という面からいえばまだ検討されるべき点が多いようである。

4. 八社の地位

この調査の対象としたのは、本調査部会のメンバーであるつぎの八社の諸工場である。すなわち

会社名	工場名 (○印は一貫工場)
八幡製鉄	○八幡製鉄所、光製鉄所
富士製鉄	○室蘭製鉄所 ○釜石製鉄所
日本鋼管	○広畑製鉄所
川崎製鉄	○川崎製鉄所 ○鶴見製鉄所
住友金属工業	○千葉製鉄所 葦合工場 鋼管製造所 和歌山製造所
神戸製鋼所	○小倉製鉄所
中山製鋼所	○協浜工場、灘浜工場
尼崎製鉄	○(灘浜一協浜両工場で一貫) ○船町工場 ○尼崎製鉄所

これら八社が全国生産高に占める比率は34年暦年で
高炉鉄 100% 転炉鋼 100%

粗 鋼73.6% 電気炉鋼 12.2%
うち平炉鋼 86.6% 熱間圧延鋼材 73%

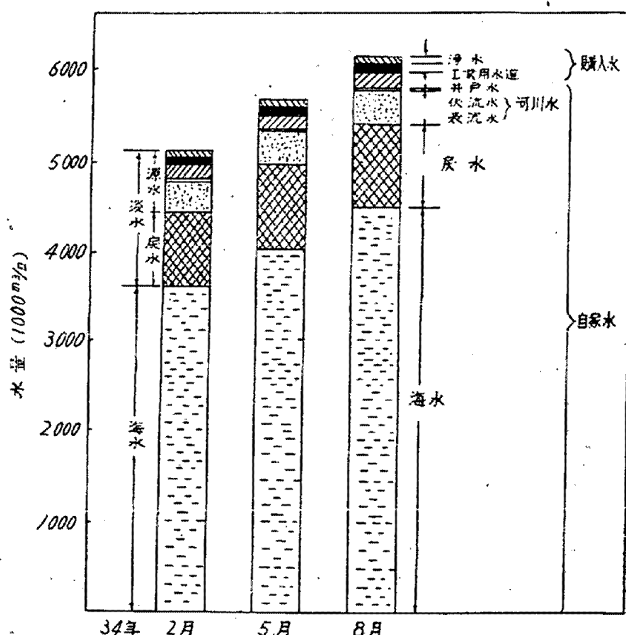
となつている。したがって工程別には電炉鋼など2、3の例外はあるが八社の用水使用状況から、わが国の鉄鋼業全体の用水事情を類推して大きな誤りはないものと考えられる。

なお本調査では表にあるとおり八社の重要工場を全部包含しているが全工場を網羅してはいないので対称工場のみを全国生産高にしめる比率は上記より若干下るわけであるが大きな差ではない。

第2章 工業用水の取得状況

I. 海水、淡水の取得状況と比率

本部会の委員会社である8社16事業所が34年2月5月ならびに8月に取得した工業用水の水源別水量は、第2表ならびに第2図に示すとおりである。これらの図表より明らかなごとく、現在製鉄所の工業用水としてもつとも多量につかわれているのは海水で、全用水量中、海水の占める比率は70%以上に達している。これは海外の主要製鉄国と比較してももつとも高い方に属するものと考えられる。このように海水の使用比率が高いのはわが国が島国であつて非常に海岸線が長く、また原料の過半を海外に仰いでいるため、主要製鉄所はすべて海岸に立地していることによるもので、また反面にはわが国は島国であるため欧米大陸諸国にみられるごとく水量が豊富でかつ安定した大河川がなく、したがって用水の大部分を海水に依存せざるを得ないわけである。



第2図 水源別用水取得量

第2表 水源別用水取得状況

			昭 34 年 2 月		34 年 5 月		34 年 8 月		
淡 水	工業用水道水 浄水	購入水	m ³ /日	%	m ³ /日	%	m ³ /日	%	
					62,842	1.2	63,450	1.1	70,199
			67,001	1.3	79,139	1.4	87,654	1.4	
	井戸水	自家水		178,791	3.5	191,235	3.4	191,307	3.1
			河川水	11,304	0.2	13,690	0.2	15,236	0.3
伏流水			345,535	6.5	367,454	6.5	402,636	6.5	
表流水									
戻水		821,512	16.6	931,633	16.3	905,255	14.6		
小計		1,486,985	29.3	1,646,601	29.0	1,672,287	27.0		
海水			3,613,891	70.8	4,046,945	71.0	4,523,011	73.0	
用水量合計			5,100,876	100.0	5,693,546	100.0	6,195,298	100.0	

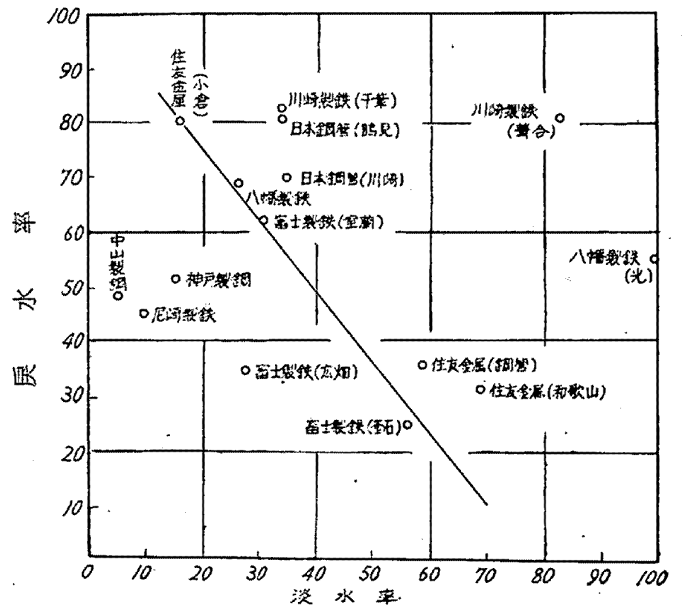
注) 1. 社外給水用の用水を含む。 2. 2月には中山製鋼を含まない。

2月、5月、8月と逐次生産の伸びにしたがつて用水量も2月を100として5月112、8月121と増加している。この増加の大部分は海水でまかなわれており、淡水量としてはほとんど変化していない。したがって淡水率は2月29.2%、5月29.0%、8月27.0%と逐月低下している。これは淡水については、現状で許される最大限に取得しているため、用水量が急増しても淡水量は任意に増加させることができないこと、購入水、河川水については取得し得る水量が決まっていることなどによるものである。

用水源(海水を含む)における購入水の比率は、現在非常に低く、購入水は浄水道水(主に飲料用)を含めてわずか2~3%を占めているに過ぎない。しかし調査対象16工場のうち用水の全量を購入浄水道水に依存している工場が1工場、淡水の全量を購入浄水道水に依存している工場が4工場ある。河川水を取得しているのはわずかに3工場のみで、また工業用水道水を購入している工場は3工場のみである。

将来、増加する用水需要に対応するためには、生産各工程において海水を使用し得る限度について充分研究しできるだけ淡水の節約をはかること、淡水の各工程における許容水質をわきまえて戻水をさらに強化することはもちろんであるが工業用水道の拡充を緊急の問題として取り上げなければならないであろう。

戻水は現在淡水の過半を占めている。また淡水率が10~70%の間では、淡水率が高い程戻水率が低い傾向(第3図)がみられる。これは、この範囲の工場についてみれば淡水率の高いところは用水的にもめぐまれたところであり、したがって戻水もさほど必要としないためと考えられる。



第3図 淡水率と戻水率 (34年8月)

II. 淡水の水源別取得状況と価格

1. 水源別取得量と比率

八社合計の淡水取得量は第2表ならびに第2図に示すとおり2月には約1,487,000m³/日(淡水率29.2%)、5月約1,646,600m³/日(淡水率29.0%)8月約1,672,300m³/日(淡水率27.0%)となっている。

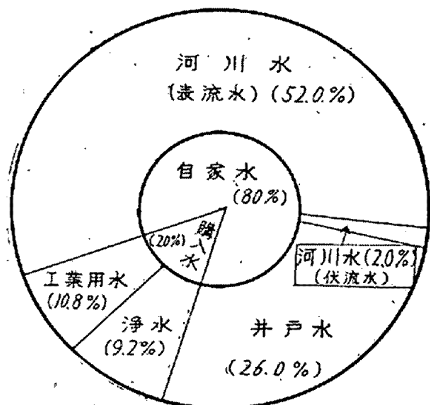
淡水中に戻水が占めている比率は2月55.2%、5月56.5%、8月54.2%と淡水の半分以上が戻水であるので原水(淡水)が海水を含む全用水中に占める比率は2月13.1%5月12.7%、8月12.4%と大略13%となっている。原水(淡水)量は2月約665,500m³/日、5月約715,000m³/日、8月約767,000m³/日でその水源別の比率はつぎのとおりである。

		比 率	使用工場
源 水 (淡水)	自家水 (80%)	河川水(表流水)51.2%(5月)~52.4%(8月)	{八幡製鉄(八幡・戸畑) 富士製鉄(室蘭・広畑)
		河川水(伏流水)1.7%(2月)~2.0%(8月)	富士製鉄(広畑)
		井戸水25.0%(8月)~26.8%(2月・5月)	{富士製鉄(釜石) 川崎製鉄(千葉・葦合) 住友金属(和歌山・鋼管) 尼崎製鉄
	購入水 (20%)	工業用水道水 8.9%(5月)~9.3%(2月)	{日本鋼管(川崎) 住友金属(鋼管製造所) 尼崎製鉄
		浄 水 10.0%(2月)~11.4%(8月)	{全社(富士製鉄・広畑, 川崎製鉄・千葉 住友金属・和歌山の3工場を除く)

すなわち、源水(淡水)の80%が自家水(河川水, 井戸水)20%が購入水(工業用水, 浄水)である。河川水(表流水, 伏流水)は源水の過半を占めており、井戸水が約1/4を占めて河川水について大きな比重をもっているが、井戸水の約70%は富士製鉄・釜石製鉄所で取水されているもので地域的な特殊事情によるものでこの製鉄所でも源水の1/4を井戸水でまかなうことができるというわけではない。

また浄水は源水(淡水)の10%弱を占めている。浄水道水は主に飲料ボイラー用などに使用されるわけであるが、工業用水を充分得られない処では浄水道水を工業用水として止むを得ず使用している。

工業用水道水はまだ源水(淡水)の10%強にすぎず使用工場も3工場にすぎないが、河川水, 井戸水の取得量を増大することには非常な制約があるので将来用水増加量の大部分は海水, 戻水および工業用水道水によることになる。



第4図 原水(淡水)の水源別取得量
(34年2月, 5月, 8月平均)

2. 購入水の価格*

* 購入価格は工場入口の価格であって、工場内配水費は含まない。

製鉄工場における購入水は浄水と工業用水とがある。浄水は都市の水道用水を購入し、飲料用をはじめ各製造工程にも使用しているものである。浄水の製造工程での使用は常識的には非常なぜいたくといえるが、他に適当な水源がない場合には止む得ずこのような方策がとられている。しかしながら原則的には浄水の使用は飲料水とその他極く特殊な用途に限られており、止むを得ず製造工程に使用される場合には、戻水率を高めることによりくり返しての使用が計られている。

浄水の購入価値は、それぞれの契約条件によつて変化はあるが、原則的には一般家庭での水道料金と同水準であり、したがつて m³ 当り 15円~25円 となつている。特殊な例ではあるが、水道建設への投資などによつてこの水準より相当安価に入手している(6円~8円)工場もある。

調査対象工場のうち、淡水の全量を購入浄水に依存している工場が4例あるが、1例は m³ 当り 24 円の高価な用水を使用している。他の1例は特殊なケースで比較的安価に入手している。もちろん前者は戻水率および海水使用率の向上によつて、この高価な浄水の使用をできる限り制限するよう努力していることはいうまでもない。

購入工業用水は、工業用水道の設備計画の進展に伴つて今後増加を示すであろうが、現状では調査対象工場のうち京浜地区, 阪神地区の工場のうち3工場が購入を行なつている。また近い将来にさらに一工場が新たに購入を始める計画となつている。購入価格は m³ 当り 3.5円, 4.5円で浄水に比しては比較的安価といえるが、契約条件が固定料金制(使用量の如何を問わず一定の契約量に相当する料金を支払う)か比例料金制(使用量に比例して料金を支払う)かによつて実際の m³ 当りの価格に変動が生じて来る。

3. 自家水の価格(電力原単位について)

自家水の価格については、各社の評価方法、あるいは算定基準が、まちまちであるので、購入水の場合のような明確な価格の調査は困難である。

そこで本調査では一つの目途として電力原単位をとらえることとした。

自家水の価格を構成する要素は設備償却費、金利、維持管理費および電力費が主なものである。このうち電力費は約 30% を占めるものと推定される。

電力原単位は設備の規模、構造などによつて大きな相違があり、また使用されるポンプの種類、効率も大きく影響する。さらに季節的変動の要因としては、夏期は冷却用ブローの使用電力が加われる。さらに海水の場合配管内の介在物の発生もしくは蓄積に伴う流動効率の低下が電力原単位に与える影響は大きいと思われる。

本調査にあらわれた電力原単位は、戻水の場合 $0.10 \text{ kWh/m}^3 \sim 0.37 \text{ kWh/m}^3$ 海水の場合 $0.10 \text{ kWh/m}^3 \sim 0.28 \text{ kWh/m}^3$ であつた。

第 3 章 使用 状 況

I. 部門別使用状況

前章で製鉄所が、どこからどのように用水を取得しているかを概観したが、その水が製鉄所内で、どこでどのようにつかわれているかみてみよう。

1. 用水全量 (海水および淡水) について

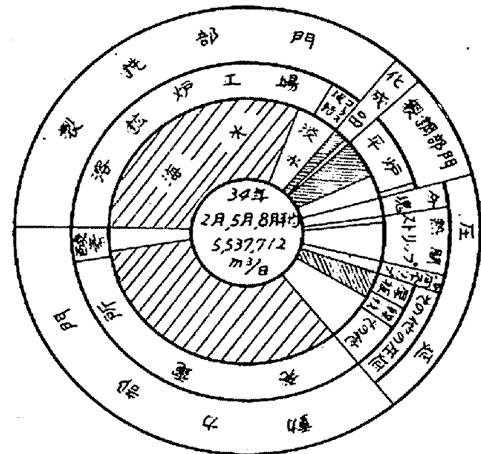
調査対象 8 社 16 事業所の 34 年 2 月、5 月、8 月の 3 ヶ月平均の部門別用水使用量は第 3 表および第 5 図のとおりである。

これらの図、表より明らかなおと製鉄所で、もつとも多量の水をつかうのは製鉄部門 (35.7%) と動力部門 (35.9%) であり、この両部門で全用水の 70% を占めている。これら両部門で使用される水の約 90% (製鉄部門では 86%, 動力部門では 94.7%) が海水である。

第 3 表 部門別用水使用量

	用 水 量* (m ³ /日)		
	海 水	淡 水	計
製 鉄 部 門	1,703,807	275,342	1,979,148
化 成 品 部 門	90,973	27,321	118,294
製 鋼 部 門	276,073	173,945	450,018
製 塊 部 門	10,102	89,417	99,519
熱間ストリップ部門	37,619	276,333	313,952
冷間ストリップ部門	0	73,604	73,604
その他の圧延部門	182,332	330,890	513,222
動 力 部 門	1,881,059	106,760	1,987,819
合 計	4,179,479	1,358,233	5,537,712

* 34 年 2 月、5 月ならびに 8 月の 3 ヶ月平均。

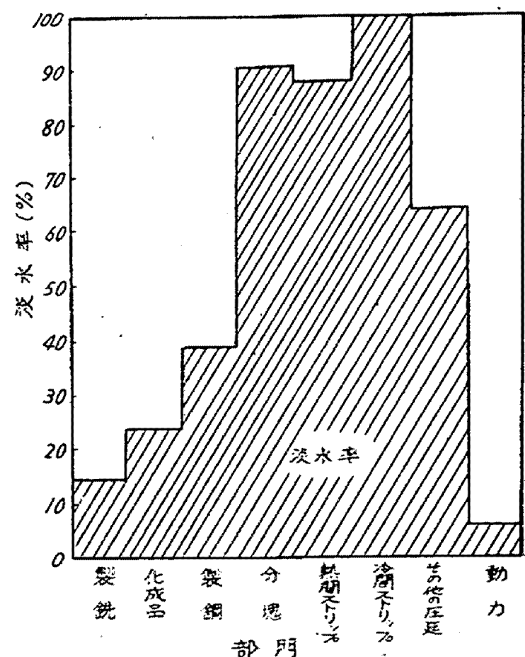


第 5 図 部門別用水使用状況
(34 年 2 月、5 月、8 月 3 ヶ月平均)

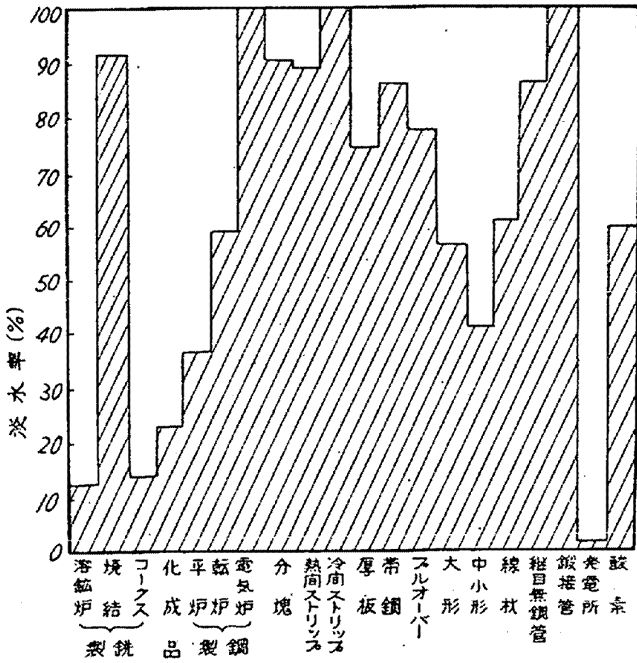
部門別の淡水率は第 6 図のとおりで圧延関係の各部門 (分塊, 熱間ストリップ, 冷間ストリップ, その他の圧延) で高い淡水率を示している。

さらに工程別に淡水率をみたのが第 7 図である。前述のとおり製鉄部門、動力部門で使用される水の約 90% が海水でしたがこれら部門の淡水率は 10% 前後であるが、工程別にみると、この両部門の中でも焼結工場では淡水率が 90% 酸素工場は淡水率 59% と非常に淡水率の高い工程も含んでいることがわかる。

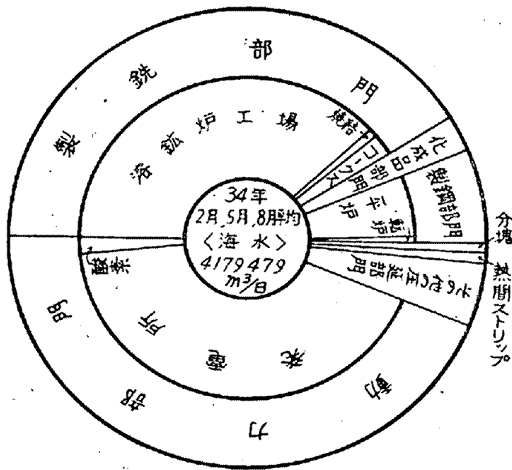
また圧延関係の各部門の淡水率は高いのであるが、この中では大形、中小形、線材等条鋼ミルの淡水率は比較的 low、ストリップ、薄板、厚板、帯鋼などの板類と継目無、鍛接管などパイプ・ミルの淡水率が高い。工程別



第 6 図 部門別淡水率



第7図 工程別淡水率



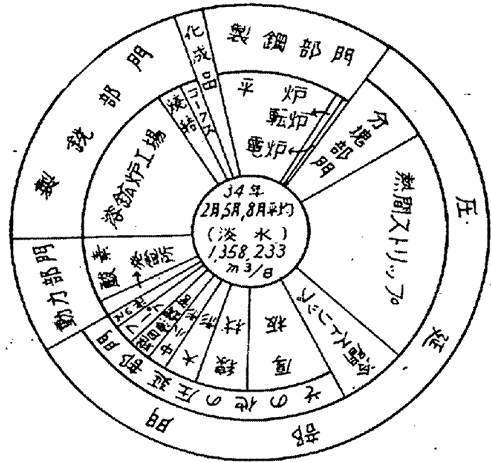
第8図 部門別海水使用状況 (34年2月, 5月, 8月3ヶ月平均)

にもつとも淡水率の低いのは発電所の 0.9% について溶鉄炉の 12.2%, コークス工場の 13.7% となつている。

製鋼では、平炉がもつとも淡水率が低く 36.9% で、つぎが転炉の 58.4% で電気炉は 100% 淡水をつかつている。

2. 海水

海水の部門別使用状況は、第3表および第8図に示すとおりで、製鉄部門で全体の 40.7%、動力部門で 45.0% を占め、この両部門で全体の 85% 強を占めている。この中でもとくに使用量の多いのは溶鉄炉工場と発電所であり前者のみで全体の 38% 後者は 43.5% を占めている。



第9図 淡水の部門別使用状況 (2, 5月, 3月, 8月の3ヶ月平均)

海水は製鉄部門では送風機コンデンサー冷却、高炉炉体冷却、高炉ガス清浄、コークス炉ガス冷却などに使用され、また製鋼部門では平炉の炉体冷却に、分塊、熱間ストリップ、その他圧延部門では加熱炉のスキッド冷却に動力部門では、発電所のコンデンサー冷却および酸素発生装置に使用されている例が多い。

特殊なケースとして圧延機の粗ロール冷却に使用している例もある。

3. 淡水

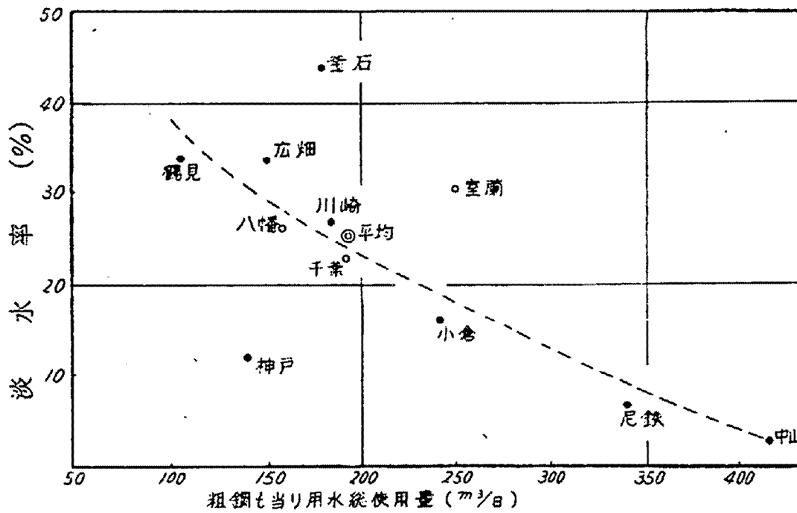
淡水の部門別使用状況は第3表ならびに第9図に示すとおりで、圧延関係の各部門で 66.9% と過半を占めており、製鉄部門がこれについて 20.3% である。工程別には熱間ストリップがもつとも多量の淡水をつかつており全淡水量の 20.4% をこの部門でつかつている。ついで溶鉄炉工場が 16.3% をつかつている。

II. 使用原単位

製品 t あたりの用水使用量、すなわち用水の使用原単位は同種製品の生産工程においても設備の規模の大小、あるいは稼働率の高低などにより相当の差異を生ずる。さらに冷却すべき設備および製品の温度、使用水の温度など使われる設備、使い方により変動がありその差はかなり大きい。また用水管理の程度に左右されることはもちろんのこと季節的要因、工場立地によつても影響される。

1. 総合

製鉄所の規模を表わすのに通常粗鋼生産量をとるので総合的な用水使用量を表わす指標として製鉄所の全用水量をその粗鋼生産高で除した粗鋼 t あたりの用水総使用量をとつてみると、34年8月の平均が 188.5m³/t となつている。ただしここでは一貫工場のみをとつてい



第10図 淡水率と粗鋼tあたり用水総使用量 (34年8月)

る。

(単独平炉工場は三工場しかないがこの平均は $68.8\text{m}^3/\text{t}$ (34年8月) である。)

この総合原単位は最低 $107\text{m}^3/\text{t}$ 最高 $418\text{m}^3/\text{t}$ の範囲となつている。これは工場規模製品の構成、設備内容などがそれぞれ相当ちがうためと思われる。第10図はこの総合原単位と淡水率との関係をみたもので、2~3の例外はあるが、この両者の間には、かなりはつきりした傾向、すなわち淡水率の低い工場ほど原単位が高い傾向がある。また図の傾向線より上側にある工場は用水にめぐまれた工場が多く、下側にある工場は、用水事情があまりよくない工場が多い。

一般的にいつて淡水率が25~30%位なら年間粗鋼100万tの一貫工場では約50万 m^3 /日の用水が必要ということになる。

2. 製鉄部門

高炉、焼結、コークスを含めた製鉄部門合計の用水、使用量は一貫11工場平均で鉄tあたり $85.3\text{m}^3/\text{t}$ (淡水率14.85%) (2, 5, 8月の加重平均) となつている。この中にはコークスあるいは焼結部門をもたぬ工場を4工場含んでいるので、高炉より焼結までの各工程をもつている7工場についての原単位を求めると $82.0\text{m}^3/\text{t}$ (淡水率15.5%) となる。

製鉄(高炉)焼結、コークス、の各工程別の用水原単位は第11図に示すとおりである。

製鉄部門の製鉄工程すなわち高炉のみについて用水原単位をみると34年2月 $76.0\text{m}^3/\text{t}$ (淡水率13.3%) 5月 $77.0\text{m}^3/\text{t}$ (淡水率12.1%) 8月 $78.7\text{m}^3/\text{t}$ (淡水率11.3%) としだいに上つており(淡水率は逆に下つている) 三ヶ月の加重平均は $73.7\text{m}^3/\text{t}$ (淡水率12.2%) と

なつている。またその範囲は $43.1\text{m}^3/\text{t}$ から $183\text{m}^3/\text{t}$ までとなつている。

高炉の用水原単位にもつとも大きな影響を与えるのは高炉の炉容であると考えられるので1基1日あたりの平均出鉄高と用水原単位との関係を求めたのが第12図である。この図より1日当りの出鉄高が高い程用水原単位は低下する傾向がみられる。

焼結では対称10工場の平均が $1.9\text{m}^3/\text{t}$ (淡水率90%) 範囲は $0.25\sim 16.5\text{m}^3/\text{t}$ となつており、コークスでは対称8工場の平均が $9.6\text{m}^3/\text{t}$ (淡水率13.4%) 範囲は $0.7\sim 33.4\text{m}^3/\text{t}$ となつている。

3. 化成品部門

化成品部門の用水原単位をコークス生産高t当りの用水使用量とすると、この部門の34年2月、5月、8月の3ヶ月平均の原単位は $8.7\text{m}^3/\text{t}$ (淡水率23.2%) 範囲 $2.4\sim 14.5\text{m}^3/\text{t}$ (淡水率4.1~100%) となつている。

4. 製鋼部門

八社の製鋼部門(平炉、転炉、電気炉)合計の用水原単位は $14.6\text{m}^3/\text{t}$ (淡水率38.1%) で、酸素工場を含めると $19.9\text{m}^3/\text{t}$ (淡水率44.5%) となる。

平炉については用水原単位 $15.2\text{m}^3/\text{t}$ (淡水率36.6%) となつておりその分布は第13図に示したヒストグラムのとおりである。

平炉の用水原単位は平炉の炉容または生産性(1時間当りの良塊生産高)と関連すると考えられるが、この間の関係を求めたのが第14図ならびに第15図である。この図にみられるとおり炉容が大きいほど、生産性が高いほど用水原単位は低下する。

転炉工場については対称工場は二工場のみでその1つは $3.7\sim 5.2\text{m}^3/\text{t}$ (淡水率100%) 他の1つは $12.0\sim 17.2\text{m}^3/\text{t}$ (淡水率44.8~47.6%) となつている。この原単位の相異は主に除塵装置の型式のちがいと思われる。

電気炉工場は対称が3工場のみであり一般の電気炉鋼の場合の原単位を代表していると考えられないが、平均で $22.3\text{m}^3/\text{t}$ (淡水率100%) 範囲 $14.3\sim 36.2\text{m}^3/\text{t}$ となつている。

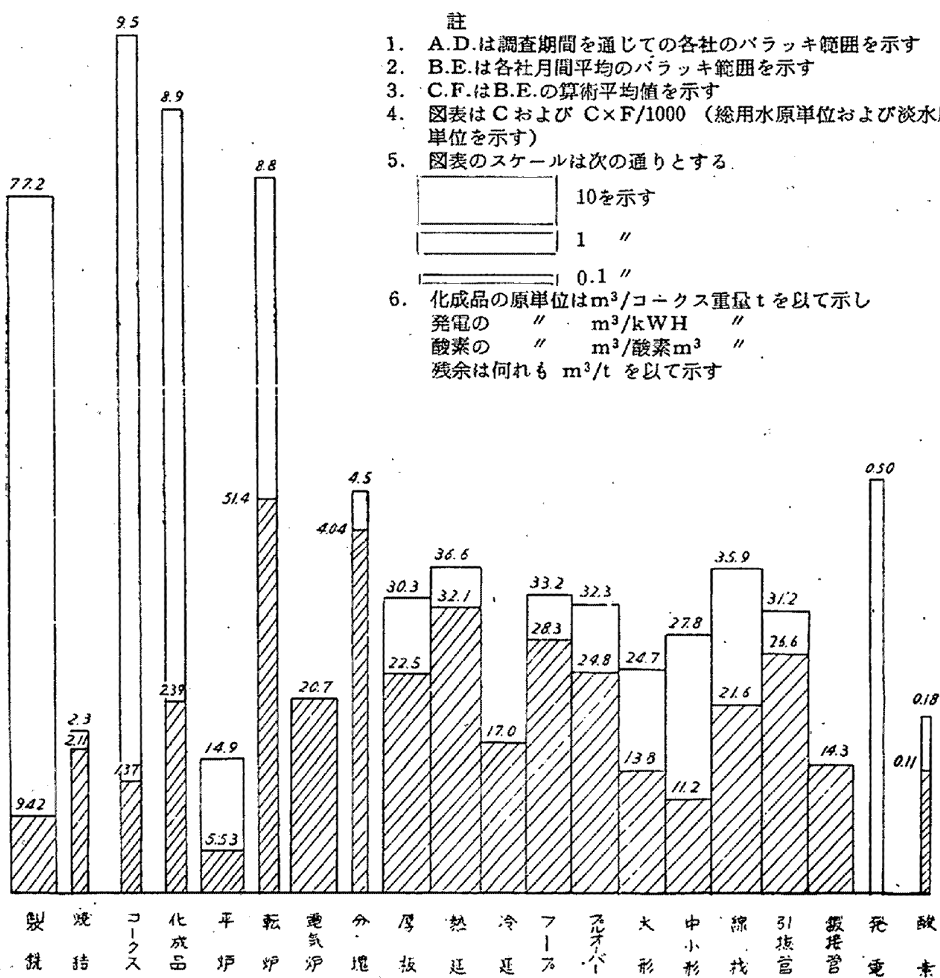
5. 圧延部門

八社の熱間圧延鋼材合計について用水原単位を求めると分塊工程を除き $32.6\text{m}^3/\text{t}$ (淡水率72.4%)、分塊工程を含めると、 $36.7\text{m}^3/\text{t}$ (淡水率74.3%) となつている。

また冷間ストリップでは用水原単位 $17.2\text{m}^3/\text{t}$ ($5.0\sim 41.3\text{m}^3/\text{t}$) (淡水率100%) となつている。

熱間の各工程別には第4表のとうりである (34年2, 5, 8月平均)
この表にみられるとおりの例え分塊工場では用水原単

位のチラバリは比較的小さいが厚板工場ではこれがかなり大きい。これは主に圧延機の能力(生産性)に起因するものと考えられる。すなわち分塊ミルでは各社の能力



- 註
1. A.D.は調査期間を通じての各社のバラッキ範囲を示す
 2. B.E.は各社月間平均のバラッキ範囲を示す
 3. C.F.はB.E.の算術平均値を示す
 4. 図表はCおよび C×F/1000 (総用水原単位および淡水原単位を示す)
 5. 図表のスケールは次の通りとする。

	10を示す
	1 "
	0.1 "
 6. 化成品の原単位はm³/コークス重量tを以て示し
 発電の " m³/kWH "
 酸素の " m³/酸素m³ "
 残余は何れも m³/t を以て示す

	用水原単位(m³/t)			淡水率(%)			淡水原単位 C×F/1000
	A	B	C	D	E	F	
製鉄	43.1	76.0	77.2	0.9	11.3	12.2	9.42
焼結	0.25	2.2	2.3	42.3	13.3	13.3	2.11
コークス	1.5	8.0	9.5	1.4	10.5	14.4	1.37
化成品	2.4	7.8	8.9	4.1	22.6	26.8	2.39
平炉	7.8	14.6	14.9	3.1	31.5	37.1	5.53
転炉	3.7	8.2	8.8	44.8	60.1	58.4	5.14
電気炉	14.3	18.8	20.7	100	100	100	20.7
分塊	1.9	4.4	4.5	10.2	89.7	89.9	4.04
厚板	19.2	27.2	30.3	4.9	73.3	74.3	22.5
熱延	24.9	33.8	36.6	69.7	85.9	87.9	32.1
冷延	5.0	15.9	17.0	100	100	100	17.0
フォーミング	26.7	32.0	33.2	18.3	82.7	85.2	28.3
プラスタ	13.7	30.8	32.3	0.7	73.9	76.7	24.8
大形	9.8	23.4	24.7	1.4	53.0	55.9	13.8
中小形	10.0	24.7	27.8	0.8	38.5	40.2	11.2
線材	20.5	34.0	35.9	0.2	59.9	60.3	21.6
引抜管	17.5	28.5	31.2	66.5	84.7	85.4	26.6
鍛接管	4.3	11.8	14.3	100	100	100	14.3
発電	0.28	0.49	0.50	0	0.88	0.89	0.0045
酸素	0.07	0.16	0.18	0	56.5	59.4	0.11

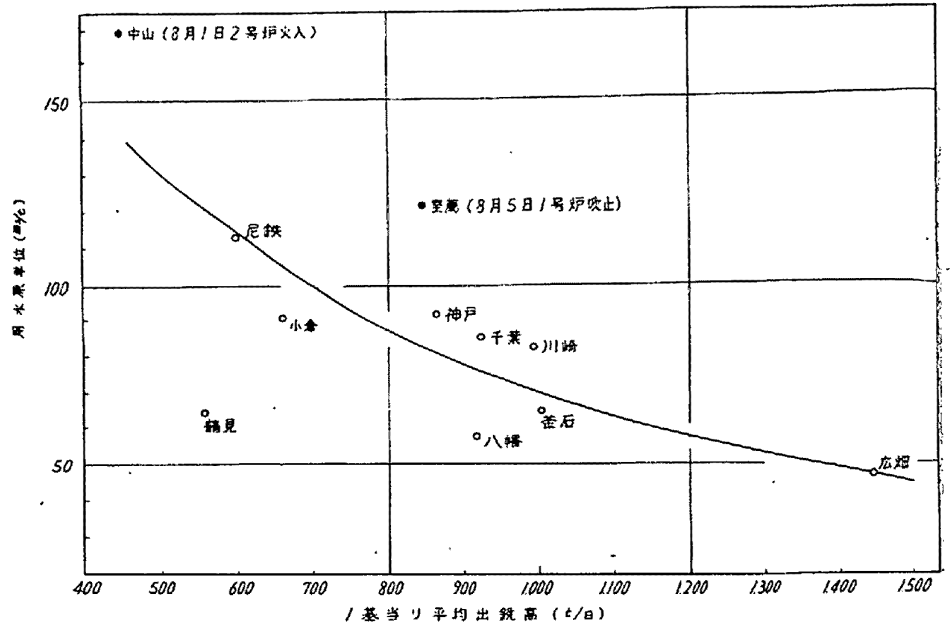
第11図 部門別用水原単位表

にそう差はないが厚板ではこれがかなり差がある。第 16 図に分塊ミルの用水原単位のヒストグラムを第 17 図に厚板工場の用水原単位と生産高の関係を示している。

III. 用水の回収について

用水の回収すなわち戻水の使用は工業用水資源の節約有効利用の面から好ましいばかりでなく、もつとも効果的な工場廃水処理方法である。すなわち不純物の除去と良質な工業用水の再生産を同時に行ないうるものである。

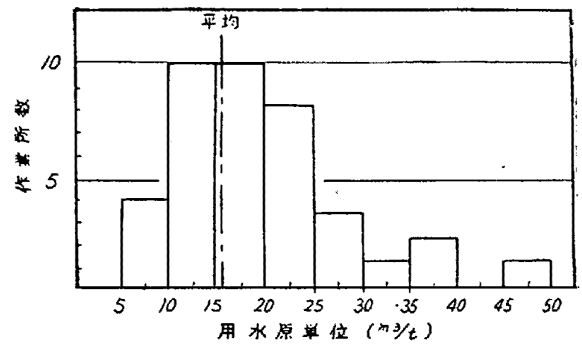
さらに戻水を強化することは渇水期対策の有力の一手段であり給



第12図 高炉の平均出鉄高と用水原単位 (34年8月)

第 4 表

工 程 別	用水原単位(m ³ t)	淡水率(%)
	平均 範囲	
分 塊	4.5 1.9~8.3	89.8
厚 板	31.4 19.3~64.3	74.3
熱間ストリップ	36.5 24.4~54.9	88.0
帯 鋼	33.3 16.9~38.2	85.6
プルオーバー	32.3 15.3~84.5	76.3
大 形	26.6 9.8~91.0	56.0
中 小 形	28.8 10.0~62.1	38.3
線 材	35.9 20.5~81.9	60.3



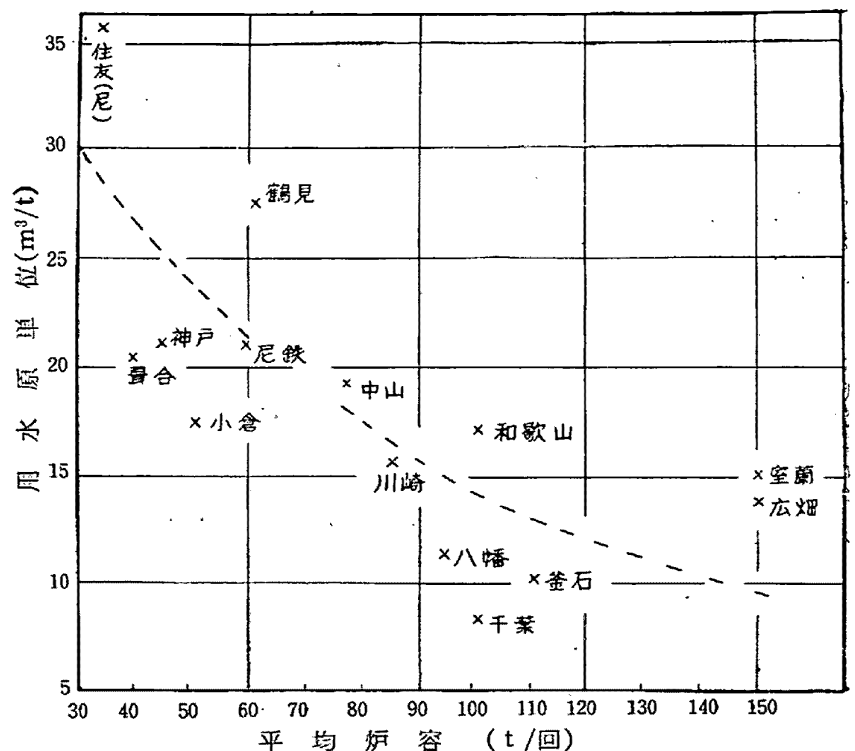
第13図 平炉の用水原単位

水の安定化の面にも役立つものである。しかしながら回収設備費および運転費の面と戻水過程における水質の低下の面で制約があることはもちろんである。

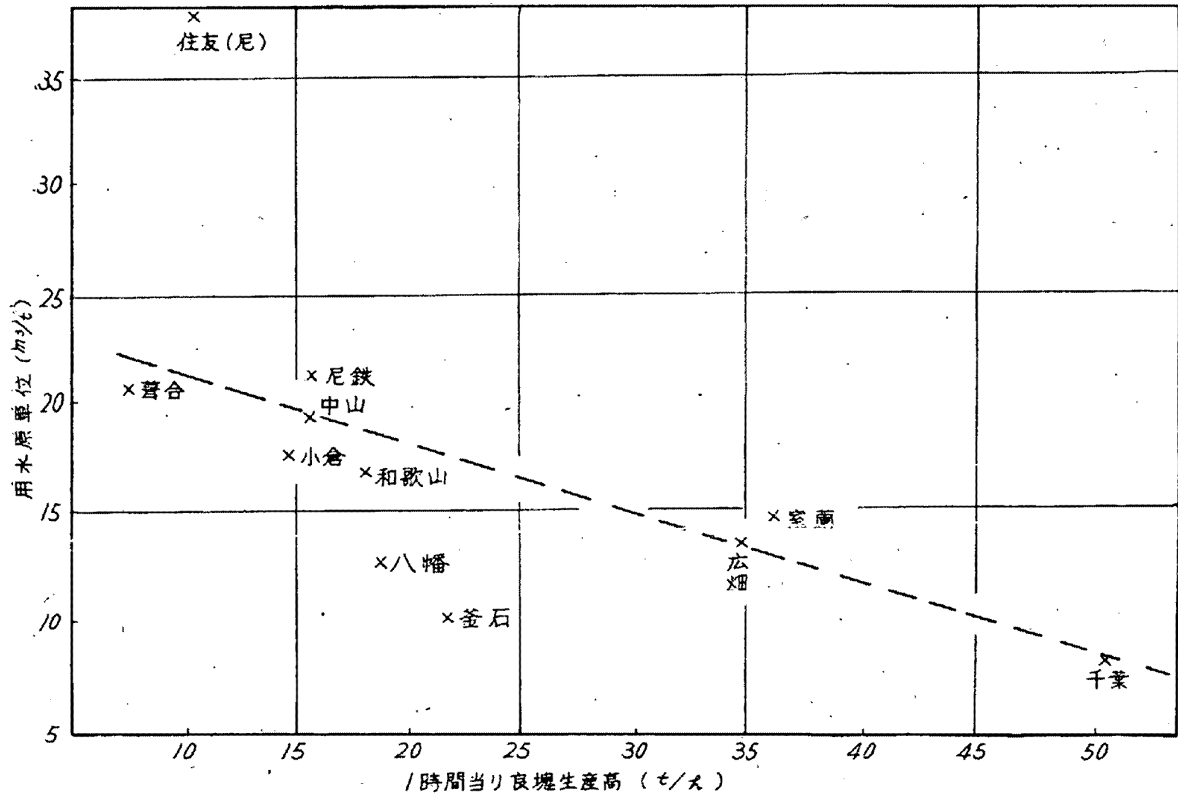
戻水設備の使用は特殊な例を除いて、淡水の場合に限られ、各工場の戻水使用率は全体を通じて約 60% となつている。すなわち、製鉄工場で使用される淡水の 60% は再使用されている淡水であるといえる。

戻水使用率は、各工場の事情によつて大きく異なり、25%~82%の範囲に渡つている。適当な水源を持たない工場においては当然戻水使用率の向上海水の使用増によつて量的な問題を解決する努力を払つている。

戻水設備は、工程ごとに戻水設備してこの範囲で戻水している場合、あるいは数工程の使用水を合流のうへ戻水設備に入れている場合など種々の型式がとられている。



第14図 平炉の平均炉容と用水原単位 (34年8月)



第15図 平炉の用水原単位と t/h (34年 8月)

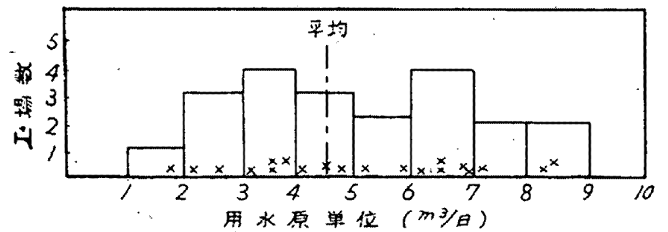
第4章 現状における問題点

以上に製鉄工場における工業用水事情について実態の把握を中心とした調査結果を述べた。実績が明らかになるにつれて用水技術上の問題点が多く浮び上つて来たのであるがこれらのうち重要と思われる事項をここに指摘しておきたい。

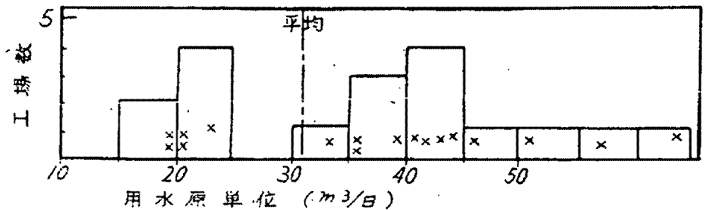
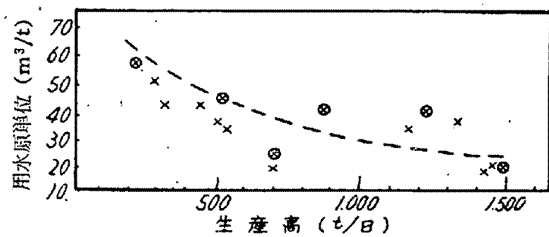
1) 計量機器の充足 用水の使用量などの実態の把握は計量がその基礎となることはいうまでもない。また、用水系統の一部分のみが充足していても、どこかに弱点があれば、全体としての統計の信頼度が低くなることは前述した所であつて、計量の充実は淡水、海水を問わず全般的な向上が要求される。

2) 海水の使用技術 海水の使用技術、とくに使用処所について明確な検討が必要があろう。海水の入手は立地上大部分の製鉄所において容易であり、その使用の拡大は用水事情の緩和に大いに役立つ。現況における海水の使用状況はきわめて経験的に行なわれており、その使用範囲、海水使用の品質への影響などについての技術的見解に統一は無いといえる。したがつてこれらの問題について技術的検討を加えることは大いに意義深いものがある。

3) 戻水技術 戻水技術についても上記と同様なことがいえよう。さらに戻水の場合その品質と価格につ



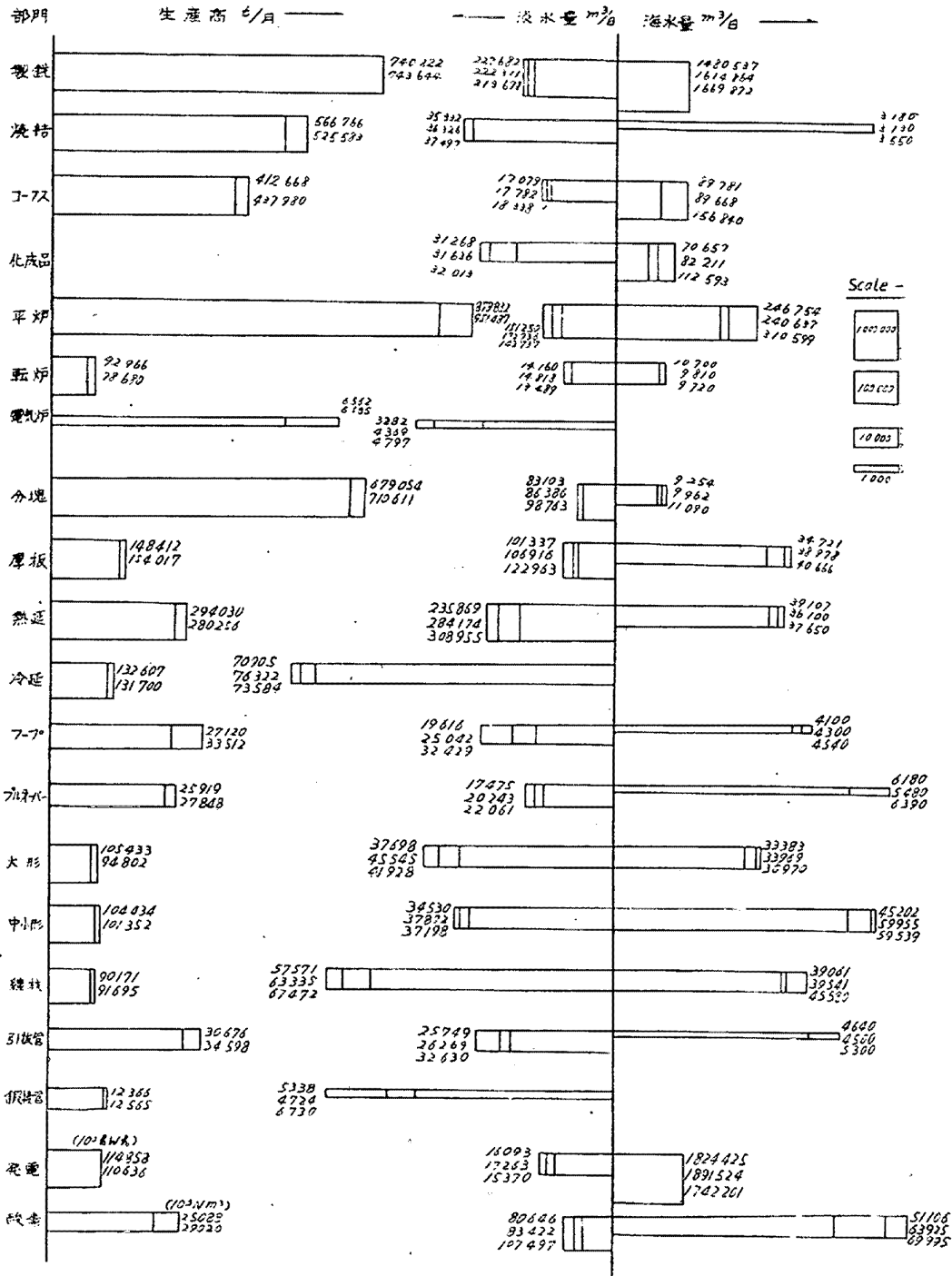
第16図 分塊工場用水原単位



第17図 厚板工場の用水原単位

での検討が重要であろう。

以上は用水技術上の問題といえるが、さらに関連深いものとして廃水処理の問題と、地下水くみ上げに起因する地盤沈下の問題があるが、これらについては、別途調査が進められているので本報告では触れていない。



鋼八社の工程別用水実績表(生産は34年5月8月の月間値, 用水量は34年2月5月8月の日量で, それぞれ t/月, m³/日 を示す)

正誤表 「鉄と鋼」 47 (1961) No.1

p. 34 Fig. 2 左から Grade A, B, C, D, E とあるのを Grade E, D, C, B, A と訂正します.