

パイナップル缶詰工場廃水の処理試験

— 第 1 報、廃水水質の経時変化と単純曝気試験について —

化学室 比 嘉 三 利
宮 城 周 子
湧 上 洋

1. はしがき

前に著者らは、製糖業など 4 業種の廃水調査を実施し、工程からの流出源、排出状況及び水質などを報告した。その中でパイナップル缶詰工場から排出される廃水は糖質に富み、きわめて腐敗変質し易く、季節操業ではあるが、環境汚染を引き起しやすいため、その処理対策の必要にせまられている。

当場では、パイナップル缶詰工場廃水の効率的な処理方法を確立するため、一連の生物学的処理試験を実施してゆく計画であるが、まず手始めに比較的規模の大きい A 工場の廃水を対象にして、操業時間帯における水質の経時変動調査と単純曝気試験を実施したので、その概要を報告する。

2. 廃水水質の経時変動

パイナップル缶詰工場廃水の日間操業時間を通しての水質の経時変動調査を冬期操業時廃水の場合と夏期操業時廃水の場合とにそれぞれ実施した。廃水は製造廃水を対象として、工場の操業開始時から操業終了時まで、経時的に廃水を採取して、流量、pH、COD、BOD 及び SS の経時変動を調べた。

2-1 調査日時

① 冬期操業時廃水

昭和 48 年 11 月 21 日、8 時 45 分～17 時

② 夏期操業時廃水

昭和 49 年 8 月 16 日、8 時～16 時

2-2 試料採取及び水質試験方法

1 時間間隔に流量と pH を現場で測定するとともに室内分析用サンプルをポリエチレン瓶(2ℓ)に採取した。なお流量測定は冬期操業時の場合のみ行ない、測定方法はポリバケツを利用して、容器による測定を行なった。又 pH の測定は冬期の場合は室内で、夏期の場合は現場でそれぞれガラス電極法で測定を行なった。

他項目の分析は JIS-K-0102 工場排水試験方法に準じて行なった。

2-3 結果及び考察

経時採取による冬期及び夏期廃水の分析値は表-1、表-2 に示し、経時変化は図 1-1 (pH) 図 1-2 (流量、BOD、COD)、図 1-3 (BOD、COD、SS) に示した。又、冬期と夏期廃水の BOD 及び COD の経時変化の比較はそれぞれ図 1-4、図 1-5 に示し、BOD と COD の相関は図 1-6 に示した。

表-1 経時採取による水質の変化（冬期廃水）

採取時間	項目	流 量	pH	COD ppm	BOD ppm	備 考
8:45		150	4.24	1,160.0	1,604	S48年11月21 日採取
9:45		300	3.80	2,880.0	3,900	
10:45		184	4.10	1,720.0	2,640	
11:45		250	4.08	4,640.0	7,020	
13:00		150	5.21	320.0	373	
14:00		300	4.15	2,560.0	3,025	
15:00		300	4.40	1,600.0	1,842	
16:00		150	4.65	800.0	1,044	
17:00		500	3.55	25,000.0	21,700	
平 均 値		254	4.24	4,520	4,794	

表-2 経時採取による水質の変化（夏期廃水）

採取時間	項目	pH	COD ppm	BOD ppm	SS ppm	備 考
8:00		6.25	806.9	1,974	86.8	S49年8月14 日採取
9:00		4.91	1,824.4	2,592	195.2	
10:00		4.71	2,850.6	4,880	556.0	
11:00		4.60	5,087.2	4,750	748.0	
12:00		4.70	2,543.6	2,980	728.0	
13:00		5.93	736.8	1,191	72.0	
14:00		4.80	3,508.4	3,540	276.0	
15:00		4.55	4,210.1	4,448	208.0	
16:00		4.68	4,403.0	3,610	372.0	
平 均 値		5.01	2,885.7	3,329	360.2	

2-3-1 pHの経時変化

冬期、夏期廃水とも時間による変化がでている。冬期の場合は3.55~5.21の値を示し、平均4.24を示しているのに対し、夏期の場合は4.55~6.25の値を示し、平均5.01を示している。

夏期廃水のpH値より冬期廃水のpH値が低い傾向を示している。この原因としては、冬期操業の場合は原料果実のpHが低いと、ヒラミレモンジュースの製造が加わるため、これらが廃水のpH値に影響を与え、低くなったものと考えられる。

又、冬期、夏期廃水とも13時に他の採水時に比較して高い値がでていることは、午後の操業開始直後のため、廃水中にパイナップル果肉片、くずなどの混入が少ないことに原因があると考えられる。(図1-1)

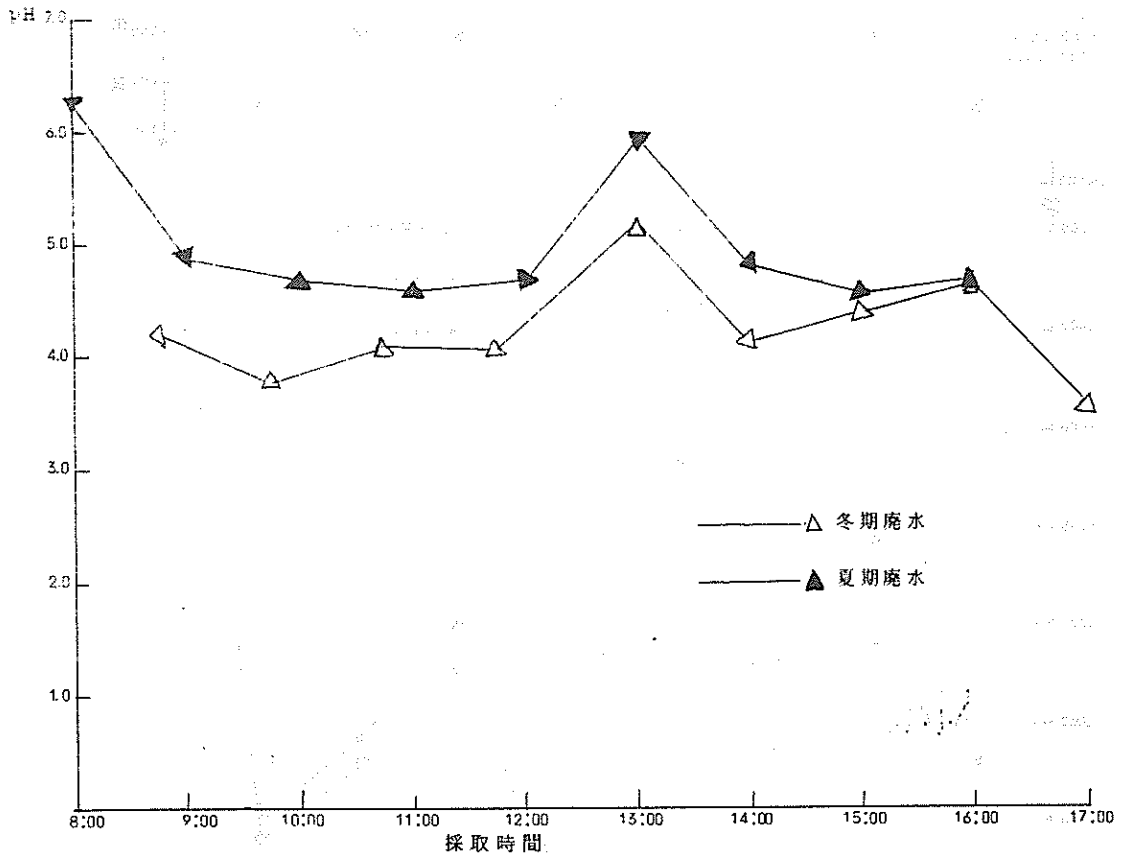


図1-1 pHの経時変化

2-3-2 BOD、CODの経時変化と流量の変化（冬期廃水）

COD、BOD値とも時間による変動が見られる。COD値は320ppm~25,000ppmの値を示しており、平均4,520ppmである。又、BOD値は373ppm~21,700ppmの値であり、平均4,794ppmを示している。

BOD、COD値とも13時に最低値を示し、17時に最も高い値となっている。この原因としては、13時の場合はpHの項目と同様な事が考えられ、又、17時の場合は操業終了時にあたり、床を洗滌する水に多くのパイナップル果肉片、ジュースしぼりかすなどが混入していることによるものと考えられる。

又、流量とCOD、BODの関係はほぼ同じ傾向の変動をしている。これは流出量が多くなると、パイナップル果肉片、くず、その他夾雑物がより多く混入してきて、CODとBOD値に影響を与えるものと思われる。（図1-2）

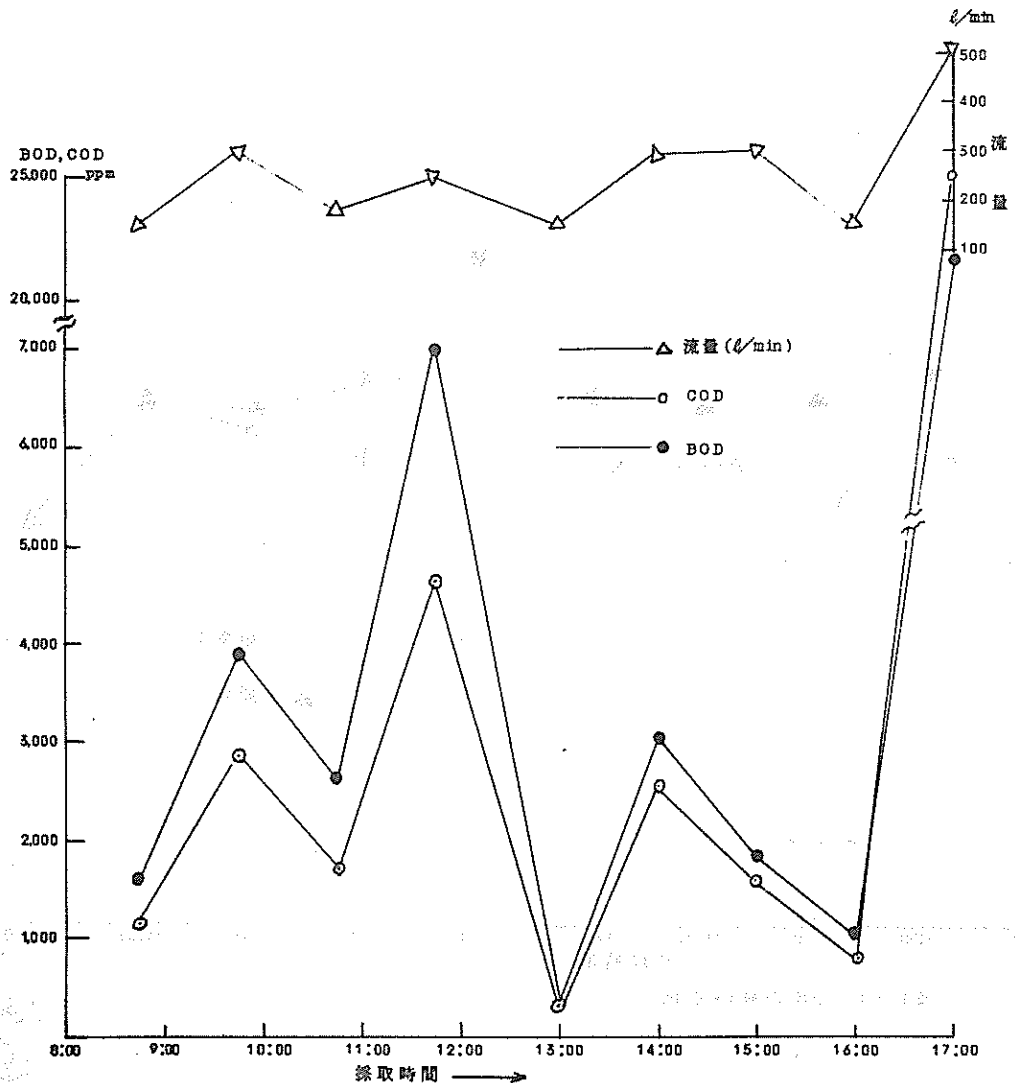


図1-2 BOD、COD、流量の経時変化（冬期廃水）

2-3-3 BOD、CODの経時変化とSSの変化（夏期廃水）

COD、BOD値とも時間による変動が見られる。COD値は736.8ppm～5,087.2ppmの値を示し、平均2,885.7ppmを示している。又、BOD値は1,191ppm～4,880ppmの値を示し、平均3,329ppmを示している。

SS値は86.8ppm～748.0ppmの値であり、時間による変動が見られ、BOD、COD値とほぼ同様な変動傾向がある。（図1-3）

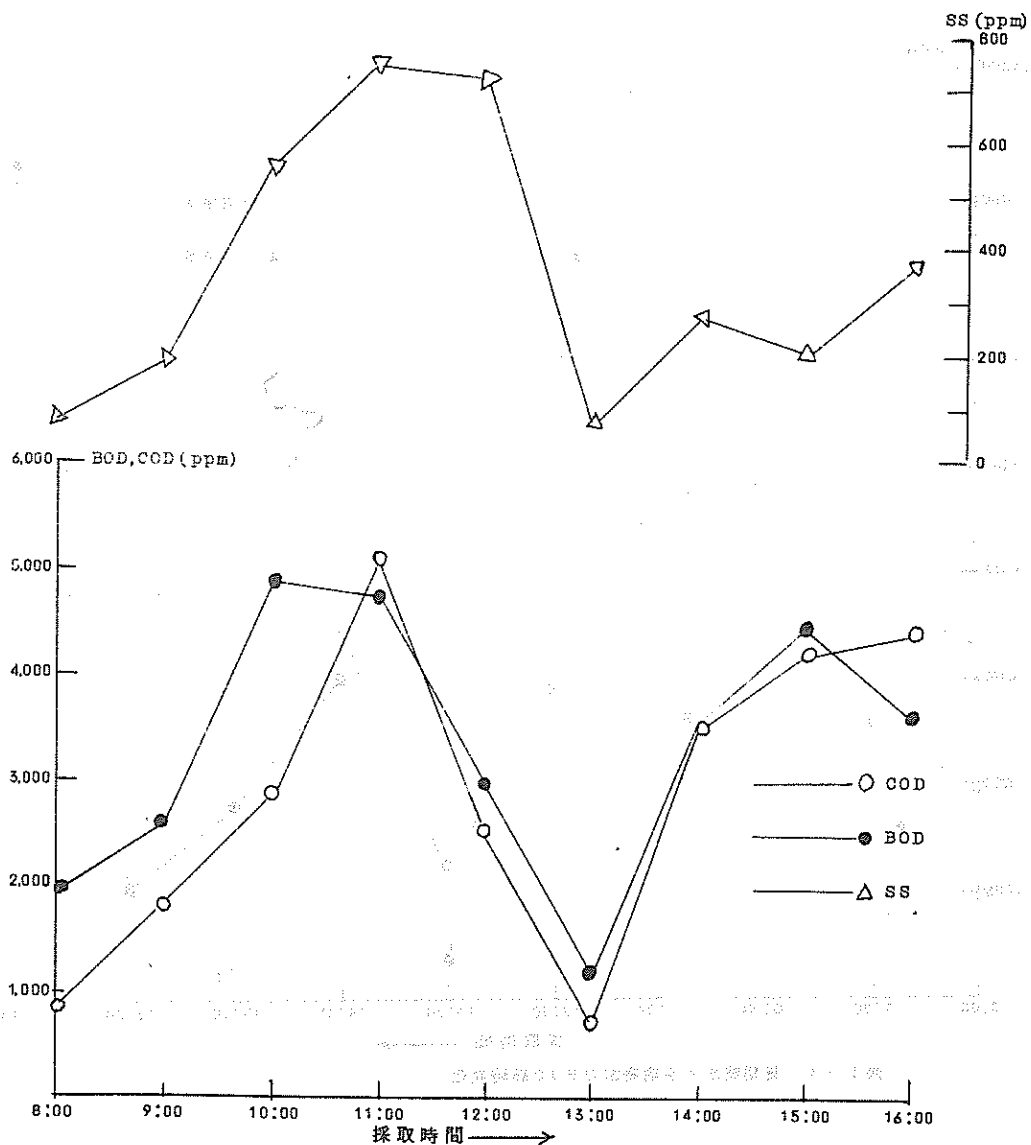


図1-3 COD、BOD、SSの経時変化（夏期廃水）

2-3-4 冬期と夏期廃水のBOD、COD経時変化の比較

BOD、COD値とも一般的に夏期廃水の場合が高い傾向にあるが、冬期の場合は突発的に高い値がでており、日間平均値では冬期廃水の場合が高い。これは冬期操業時の場合は廃水中にパイプジュースのしぼりかす、及びヒラミレモンジュースのしぼりかすが多く混入していたので、これらが突発的に汚濁を高めたものと考えられる。(図1-4)、(図1-5)

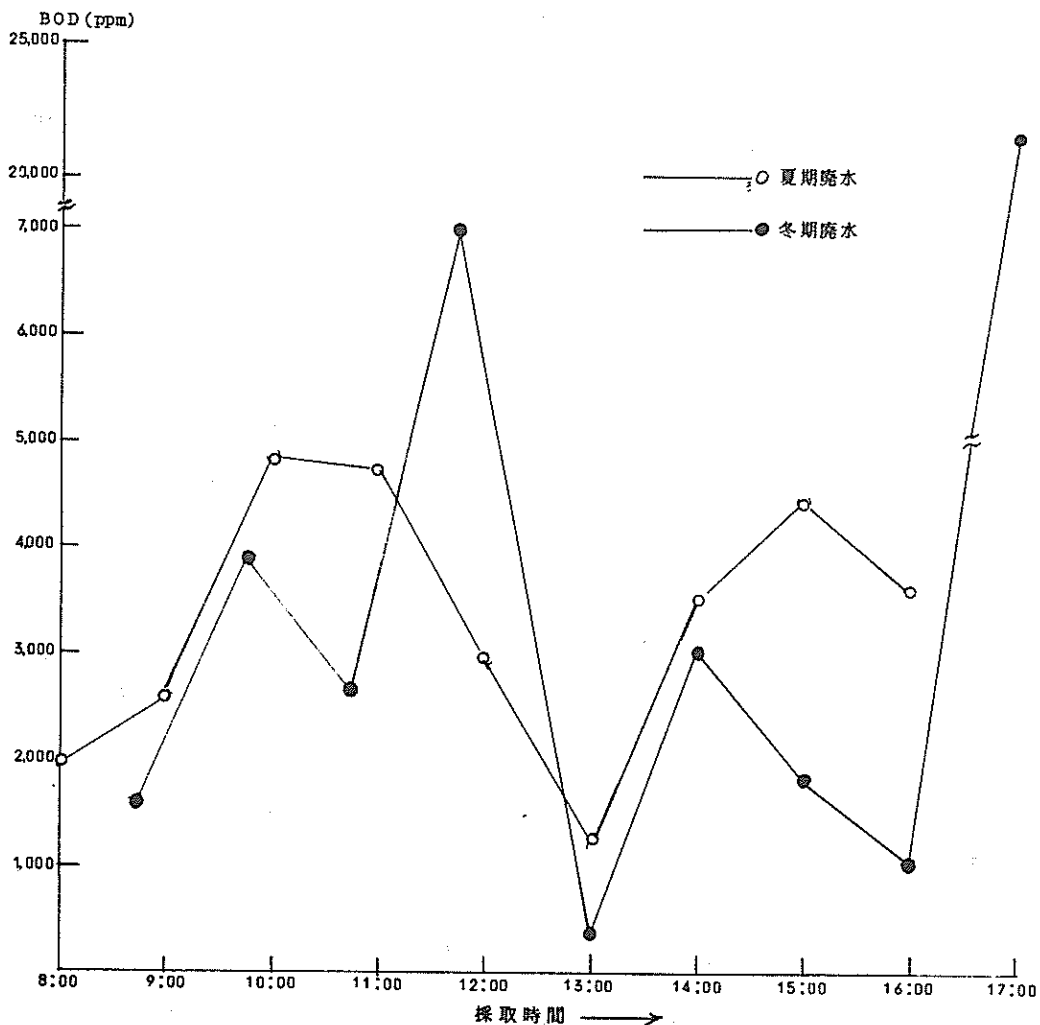


図1-4 夏期廃水と冬期廃水のBOD経時変化

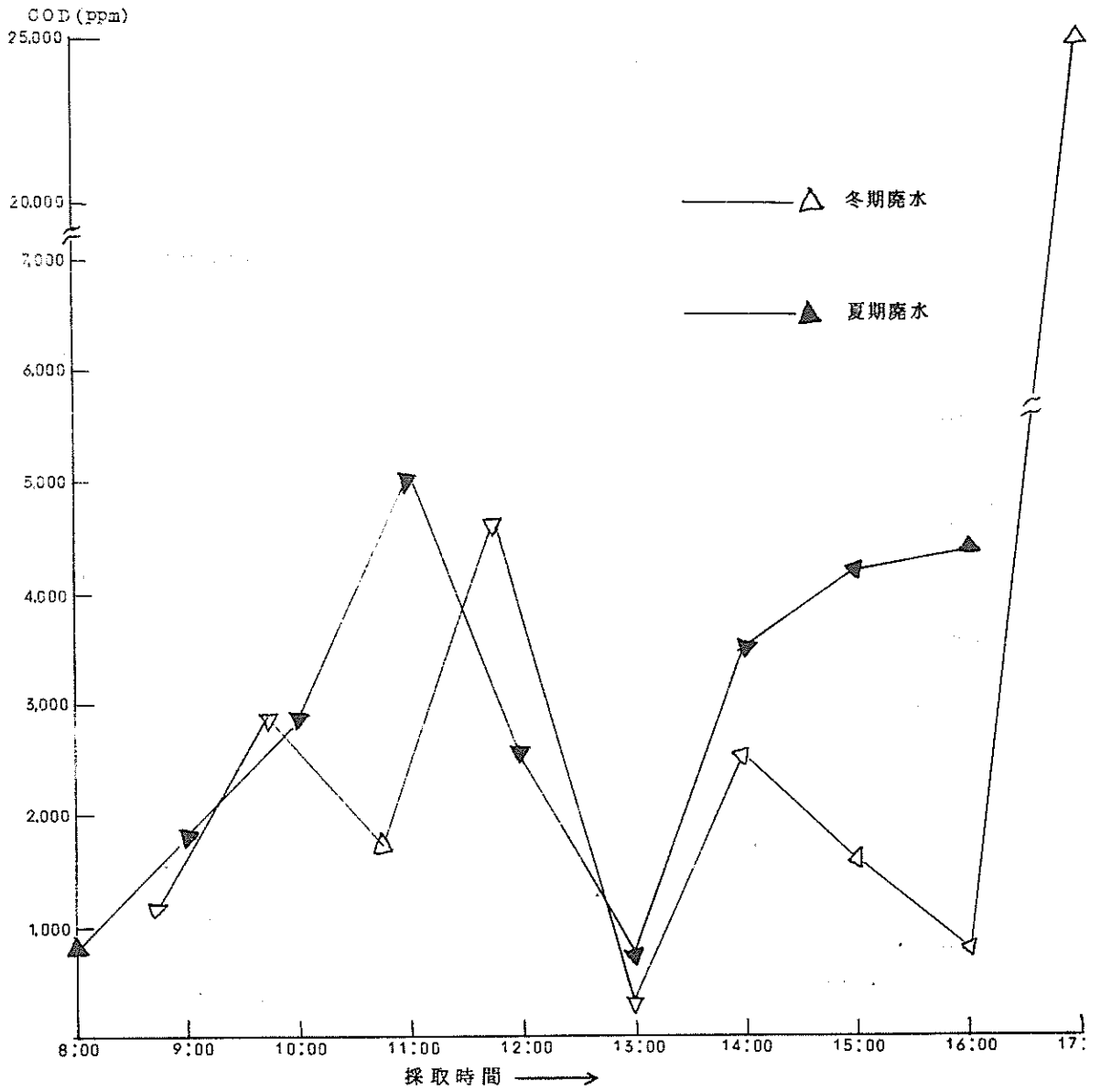


図1-5. 夏期廃水と冬期廃水のCOD経時変化

2-3-5 BODとCODの関係

冬期、夏期廃水ともBOD値がCOD値よりも高い傾向にあり、BOD/CODの比率は、冬期の場合は平均値で1.28であり、又、夏期の場合は平均値で1.36である。

一般に廃水を生物学的に処理するにはBOD/CODの比率が0.6以上であることが必要とされているので、これからすると、パイナップル缶詰工場廃水はこの条件を満たしていることになる。

又、BODとCODの相関を調べるため、(BOD、COD)18対のデータをもとに、相関分析を行なったところ、相関係数 $r=0.9656$ が求められ、 $r(16, 0.01)=0.5897$ であるから、 $r(16, 0.01)$ より求めた r 値が大きく、高度に有意であり、BODとCODの間には正相関の関係がある。又、この回帰式を求めると $BOD=3.89COD^{0.85}$ となる。(図1-6)

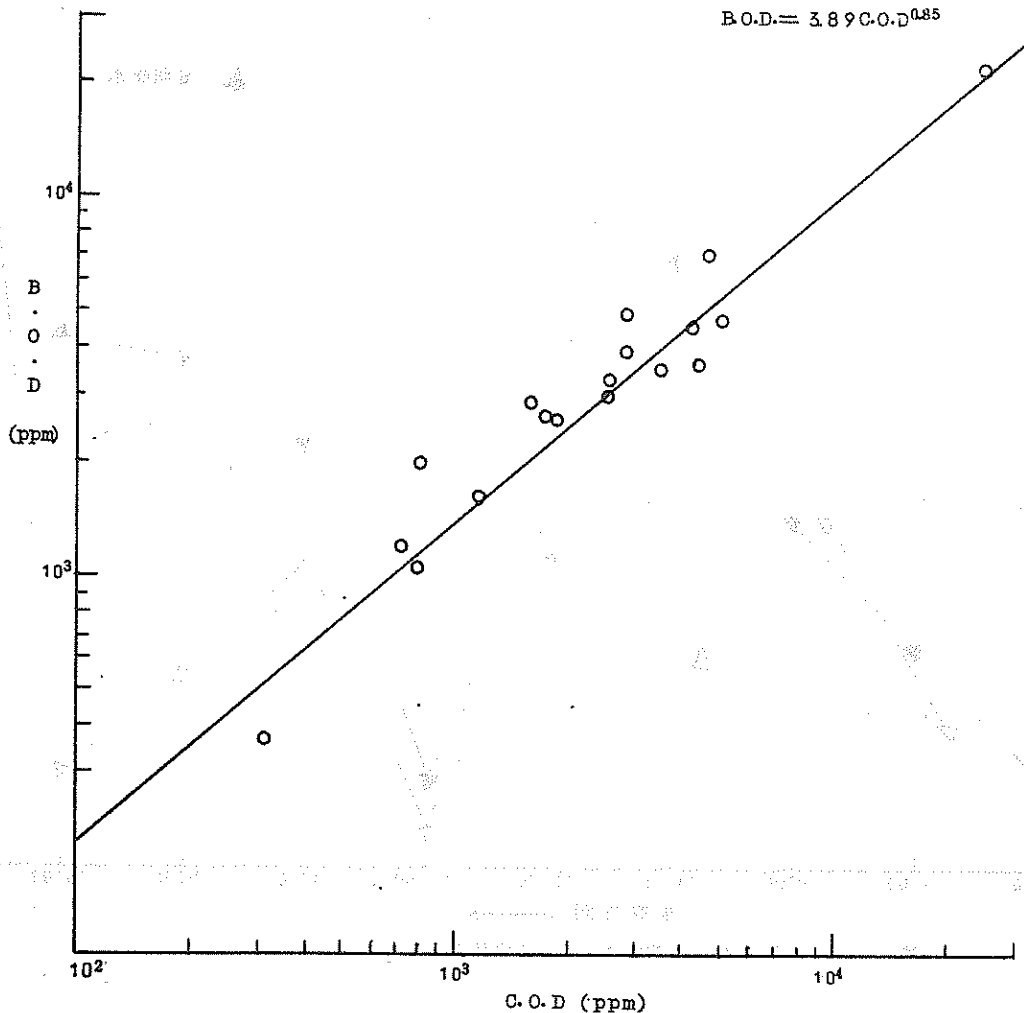


図1-6 BODとCODの相関 (A パイン工場廃水)

3. 単純曝気試験

バイン廃水に一定量の空気を通気して数10日間曝気を続けながら、水質の経日的な変化を調べた。なお試験は冬期操業時廃水の場合と夏期操業時廃水についてそれぞれ実施した。

3-1 試料及び試験方法

3-1-1 試料

冬期廃水は昭和48年11月21日に採取したものでpH無調整であり、又、夏期廃水は昭和49年8月16日に採取したもので、あらかじめ苛性ソーダ(4%)でpHを7.0に調整した廃水と無調整の廃水をそれぞれ試料に供した。

3-1-2 試験方法

ポリ容器に20ℓの廃水を取り、エアポンプ(日立製)で3ℓ/minの空気を送り、室温で連続的に曝気を行なった。24時間経過ごとに通気を止め、廃水を30分間静置後、その上澄液を採取して、温度、pH、COD、BODの各項目を測定するとともに、ばつ気液の状態を観察した。なおBODの測定は経日測定が困難だったため、5日間経過後ごとに行なった。

水質の分析はJIS-K-0102工場排水試験方法に準じて行なった。

3-2 結果及び考察

水質の経日変化は、pHについては図2-1に示し、冬期廃水のCOD変化と除去率は図2-2に示した。又、夏期廃水のpH調整及び無調整の場合のCOD変化と除去率はそれぞれ図2-3、図2-4に示し、BOD変化と除去率は図2-5、図2-6に示した。又、pH調整及び無調整の場合のCOD除去率とBOD除去率の比較は図2-7、図2-8に示し、冬期、夏期廃水のCOD除去率とpHの関係は図2-9、図2-10及び図2-11にそれぞれ示した。

3-2-1 pHの経日変化

① 冬期廃水

初発pHが3.59で最初は曝気するにつれて緩慢な上昇を示していたが、曝気後11日目に4.95あったのが、13日目にはpH7.50に急激に上昇する傾向が見られ、それ以後はアルカリ側で多少変動しながら最高8.9まで上昇した。

② 夏期廃水

無調整の場合は初発pHが3.70で、曝気するにつれて漸次上昇してゆき、曝気後10日目に5.10あったのが11日目にはpH7.30に急激に上昇する傾向が見られ、その後曝気液はアルカリ性を呈した。

又、pH7.0に調整した場合もゆるやかに上昇する傾向があり、最高9.6まで上昇し、曝気液はアルカリ性を呈した。(図2-1)

3-2-2 CODの経日変化と除去率

① 冬期廃水

初発CODが1,532ppmで、曝気するにつれて減少してゆき、特に曝気後4日目までは急激に減少する傾向が見られ、約50%の除去率が得られた。それ以降は緩慢な減少を示し、曝気後29日目には93%の除去率を得た。(図2-2)

② 夏期廃水

(i) pH7.0に調整した試料

初発CODが1,491.1ppmで、曝気するにつれて減少する傾向を示し、曝気後3日目までは急激な減少を示し、約70%の除去率が得られた。それ以降は緩慢な減少を示しゆき、曝

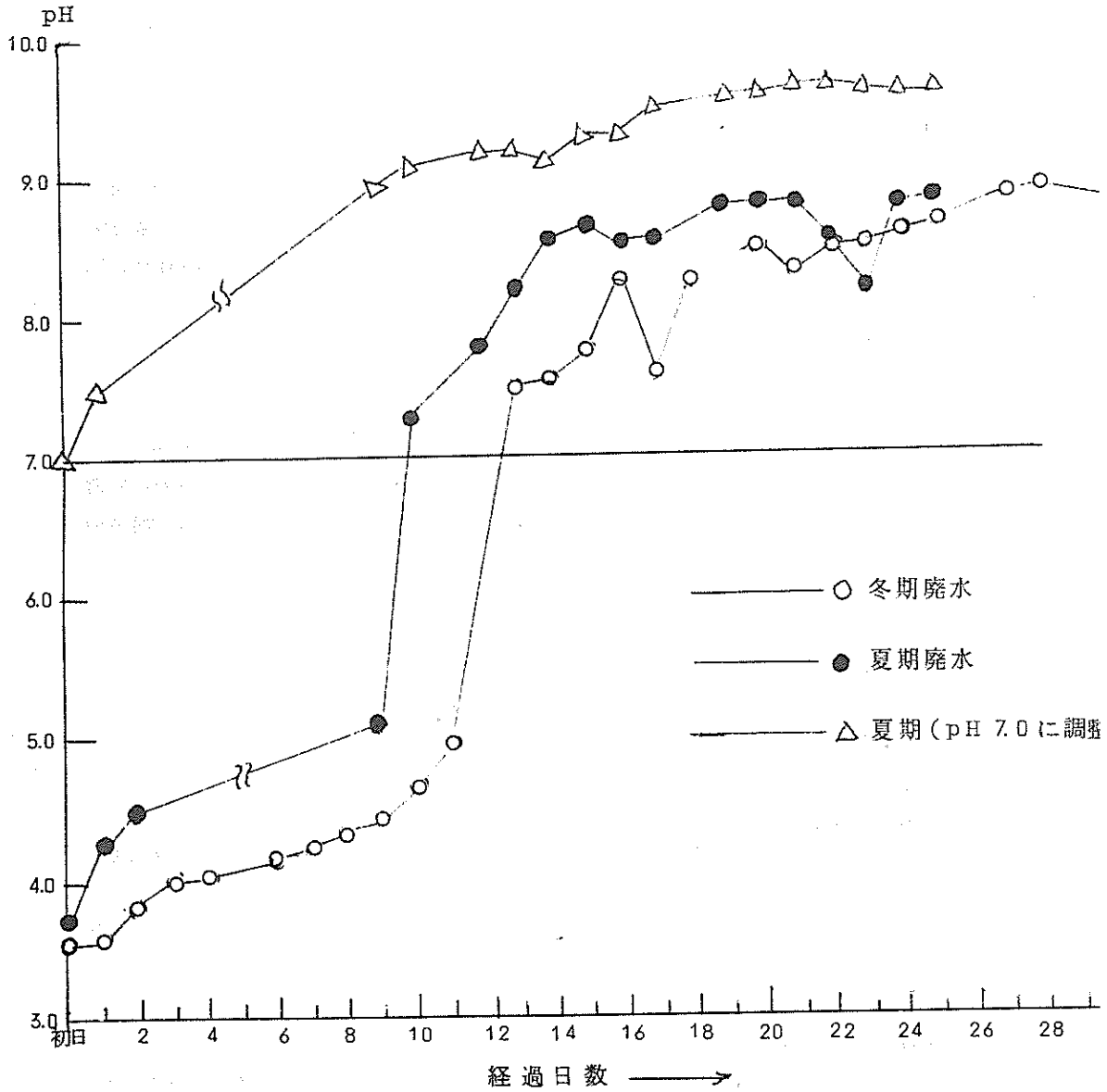


図 2 - 1 pHの経日変化

気後 25 日目には 99.4% の除去率を得た。(図 2-3)

(ロ) pH 無調整の試料

初発 COD が 2,543.6ppm で、曝気後 3 日目までは急激な減少を示し、約 50% の除去率が得られた。それ以降はゆるやかな減少をする傾向が見られ、曝気後 25 日目には 99.4% の除去率を得た。(図 2-4)

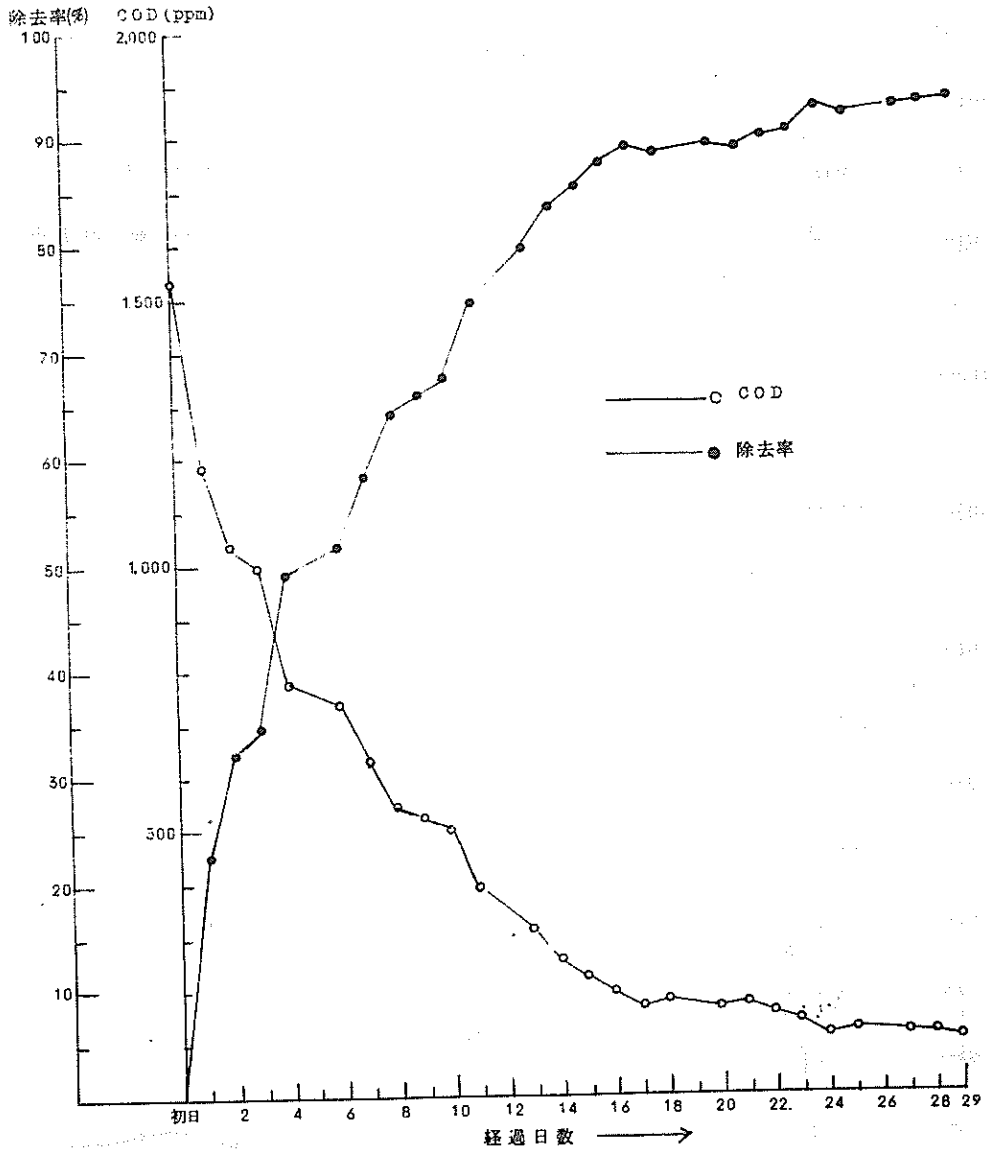


図 2-2 COD の変化とその除去率 (冬期廃水)

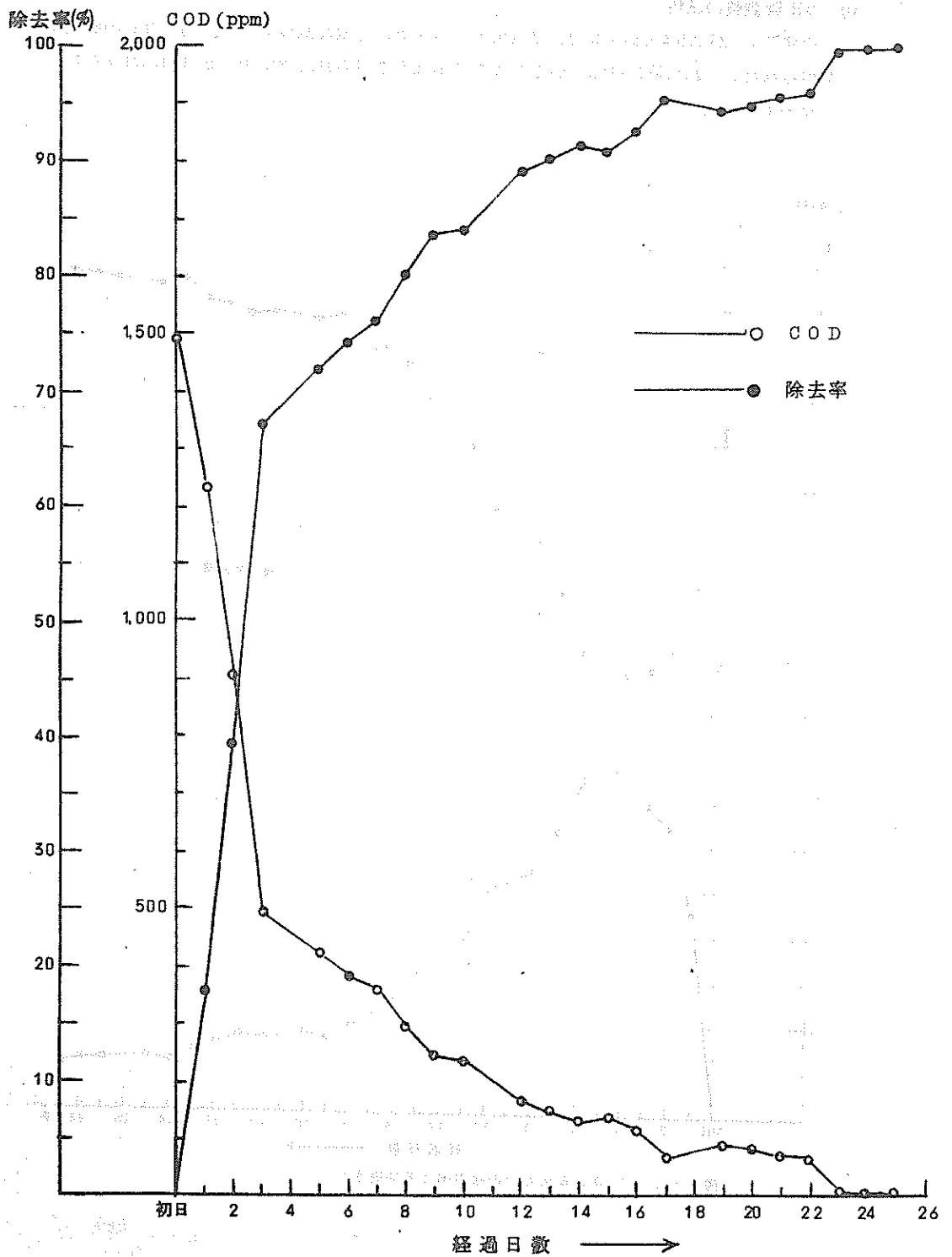


図 2-3 COD の変化とその除去率 (夏期廃水、pH 7.0 に調整)

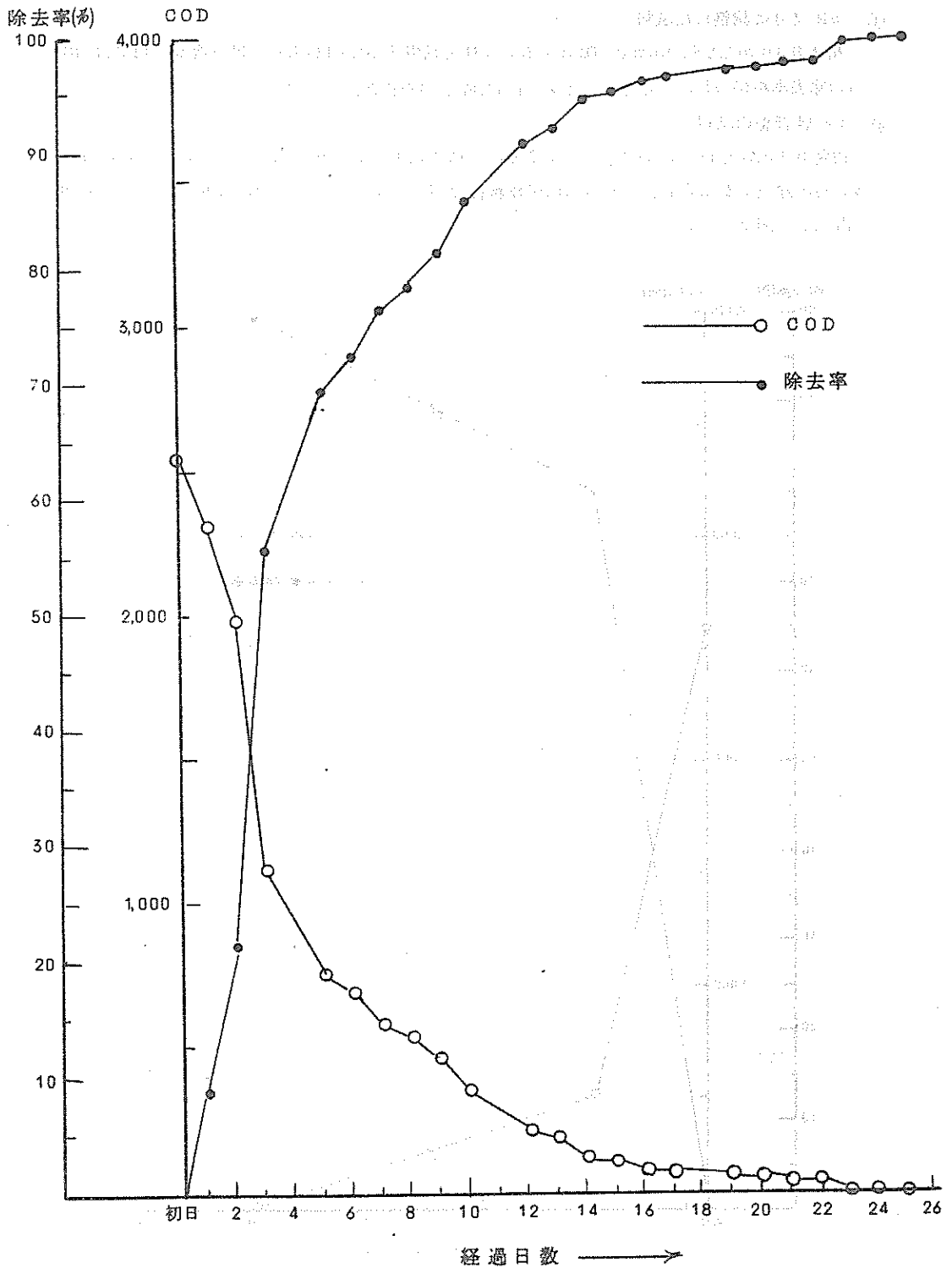


図 2-4 COD の変化とその除去率 (夏期廃水、pH 無調整)

3-2-3 BODの変化と除去率（夏期廃水）

① pH 7.0に調整した試料

初発BODが2,592ppmで、曝気するにつれて減少する傾向があり、曝気後5日目には80%の除去率が得られ、20日目には99.4%の除去率を得た。（図2-5）

② pH無調整の試料

初発BODが3,450ppmで、曝気するにつれて減少する傾向があり、曝気後5日目には約50%の除去率が得られ、10日目以降は緩慢な減少を示し、20日目には99.4%の除去率を得た。（図2-6）

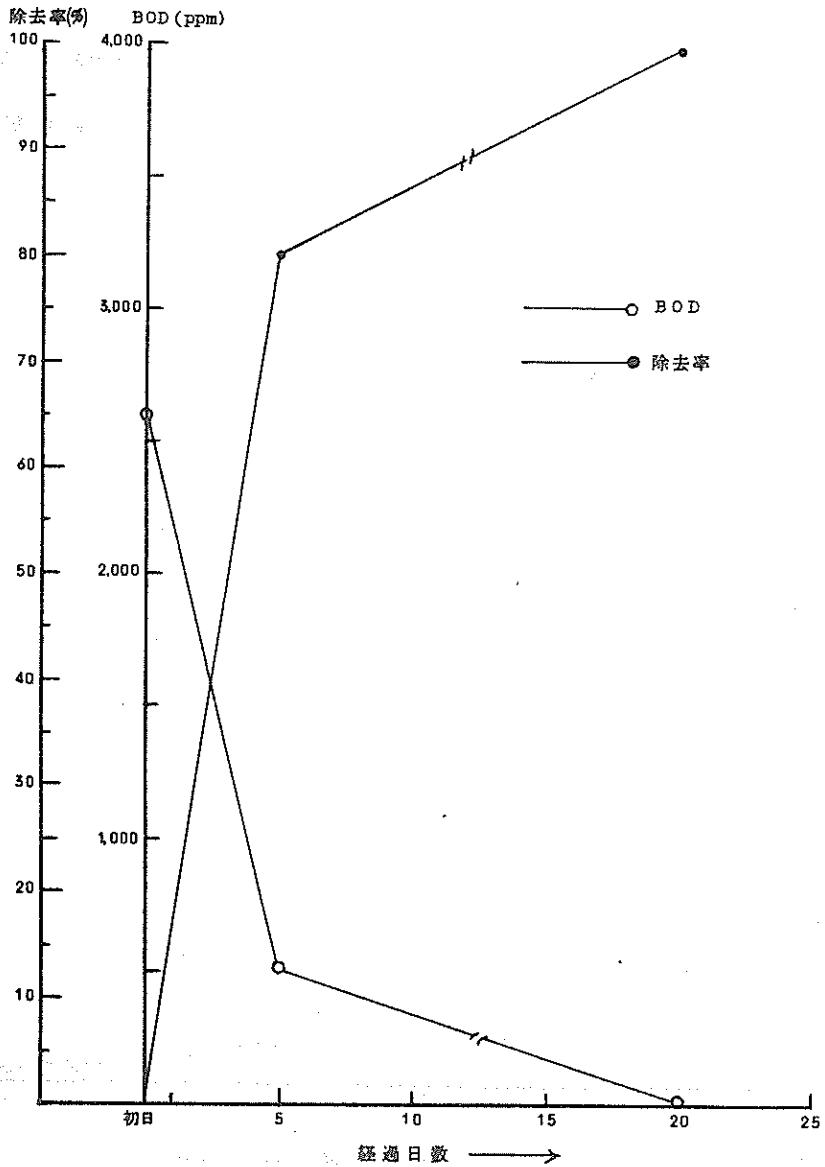


図2-5 BODの変化とその除去率（夏期廃水、pH 7.0に調整）

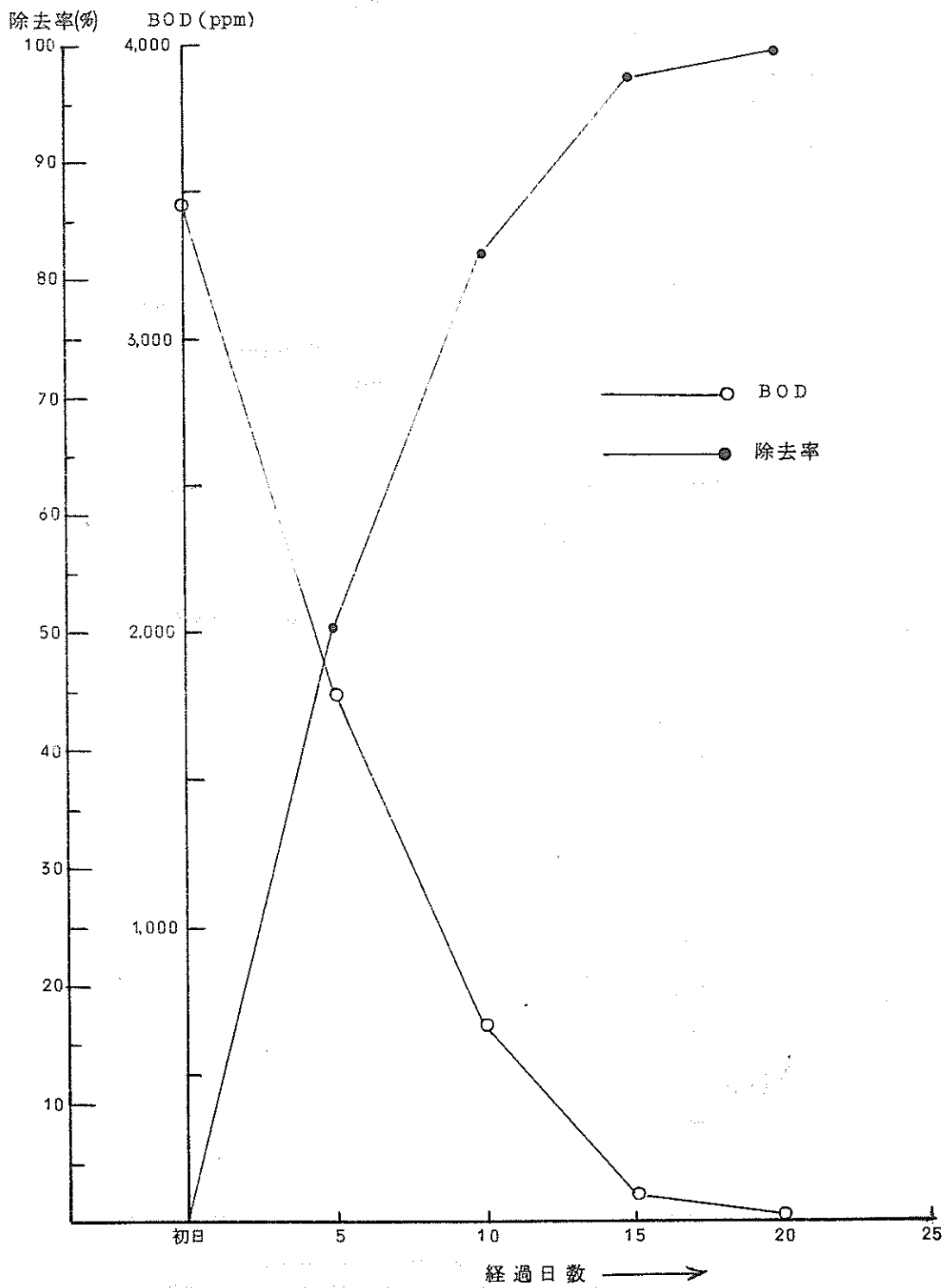


図 2-6 BOD の変化とその除去率 (夏期廃水、pH 無調整)

3-2-4 COD除去率とBOD除去率の比較（夏期廃水）

① pH 7.0に調整した試料

曝気後5日目からBOD除去率がCOD除去率を上回る傾向がある。（図2-7）

② pH 無調整の試料

曝気後10日目まではCOD除去率がBOD除去率を上回っているが、15日後からは逆にBOD除去率が高い傾向にある。（図2-8）

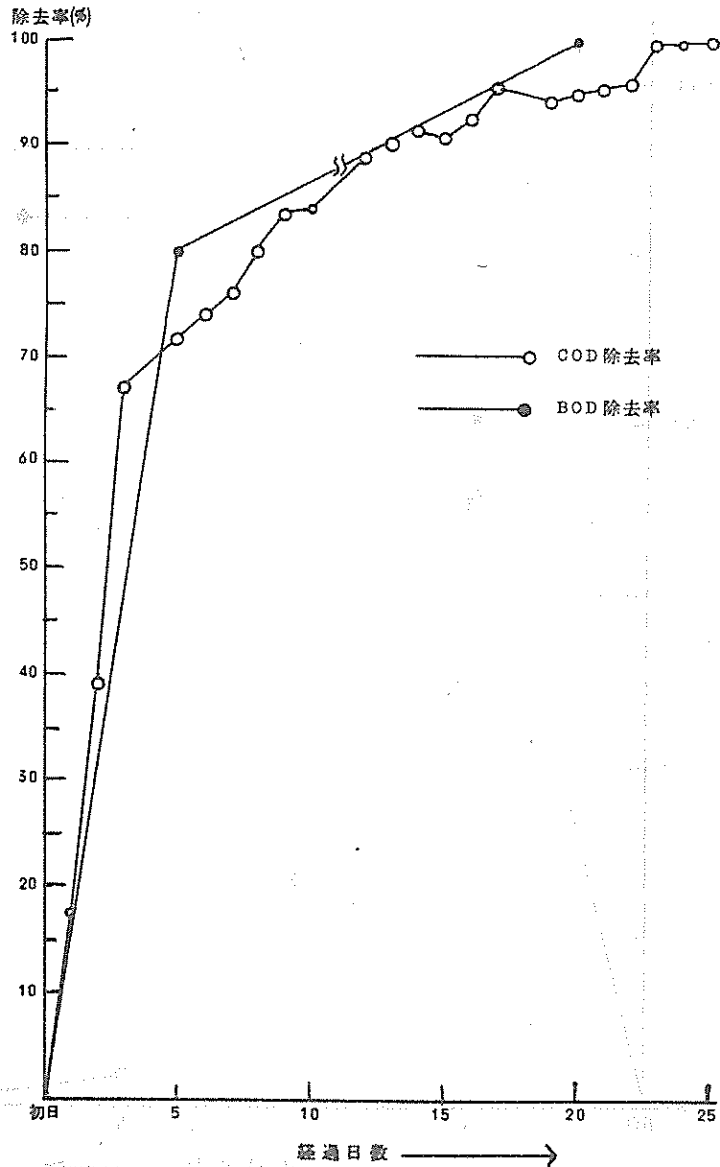


図2-7 BOD除去率とCOD除去率の比較（夏期廃水、pH 7.0に調整）

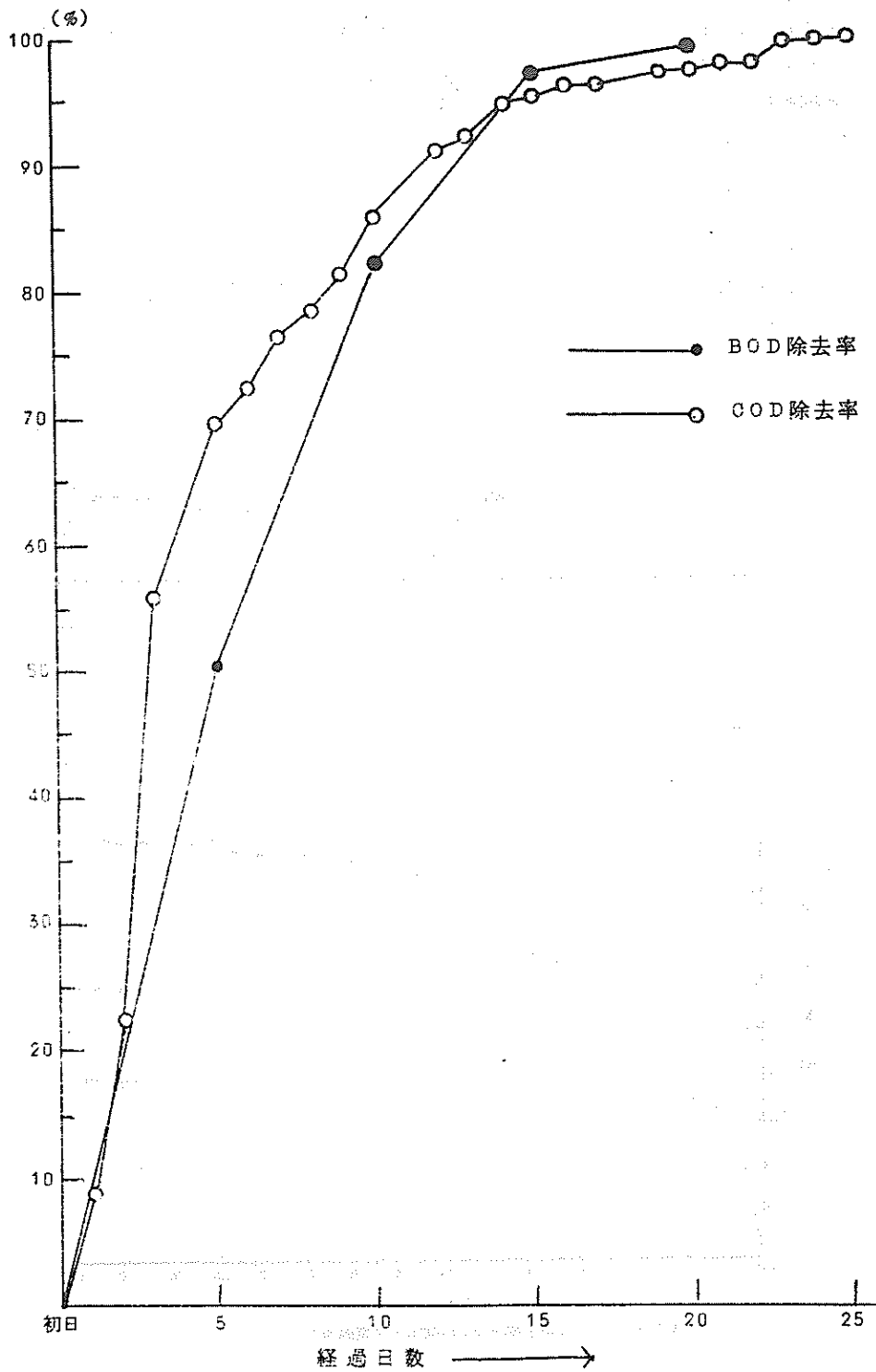


図 2-8 BOD 除去率と COD 除去率の比較 (夏期廃水、pH 無調整)

3-2-5 COD除去率とpHの関係

① 冬期廃水

除去率が高くなるにつれて、pHは上昇する傾向が見られる。又、pHが急激に上昇した13日目のCOD除去率には大きな変化は見られなかった。(図2-9)

② 夏期廃水

(イ) pH 7.0 に調整した試料

除去率が高くなるにつれて、pHが上昇する傾向にある。(図2-10)

(ロ) pH 無調整の試料

除去率が高くなるにつれて、pHも上昇する傾向が見られる。又、冬期廃水と同様、pHが急上昇した場合も、COD除去率には大きな変化は見られなかった。(図2-11)

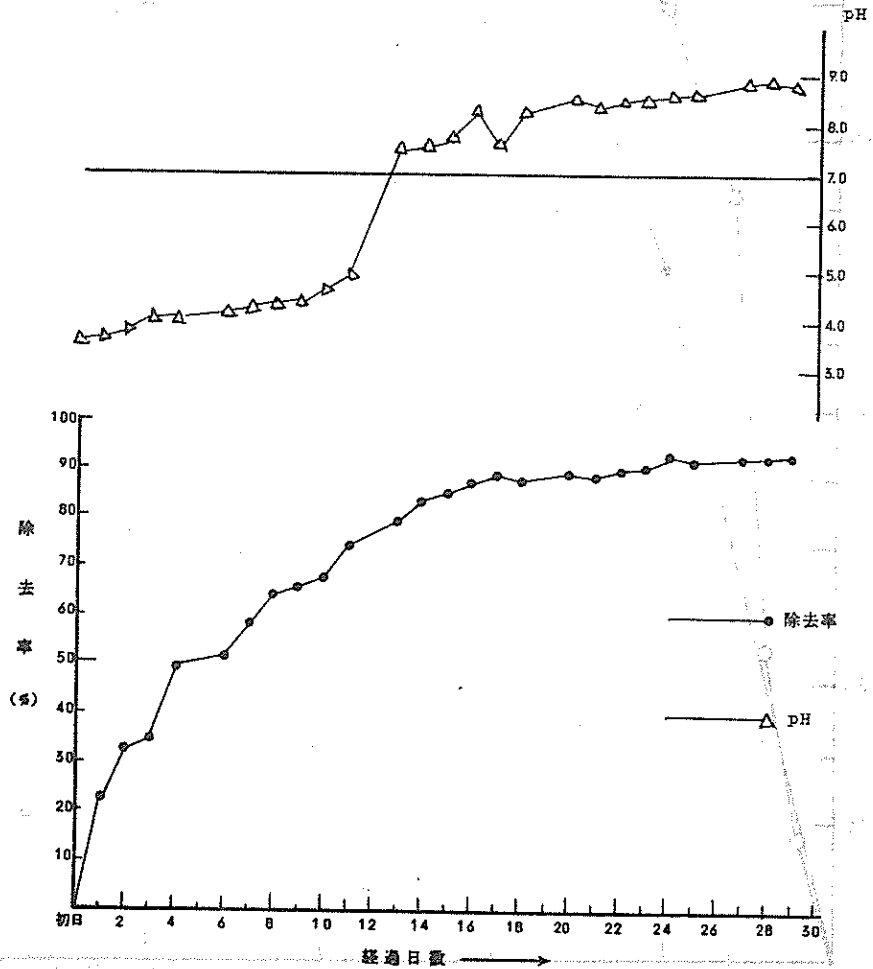


図2-9 COD除去率とpHの関係(冬期廃水)

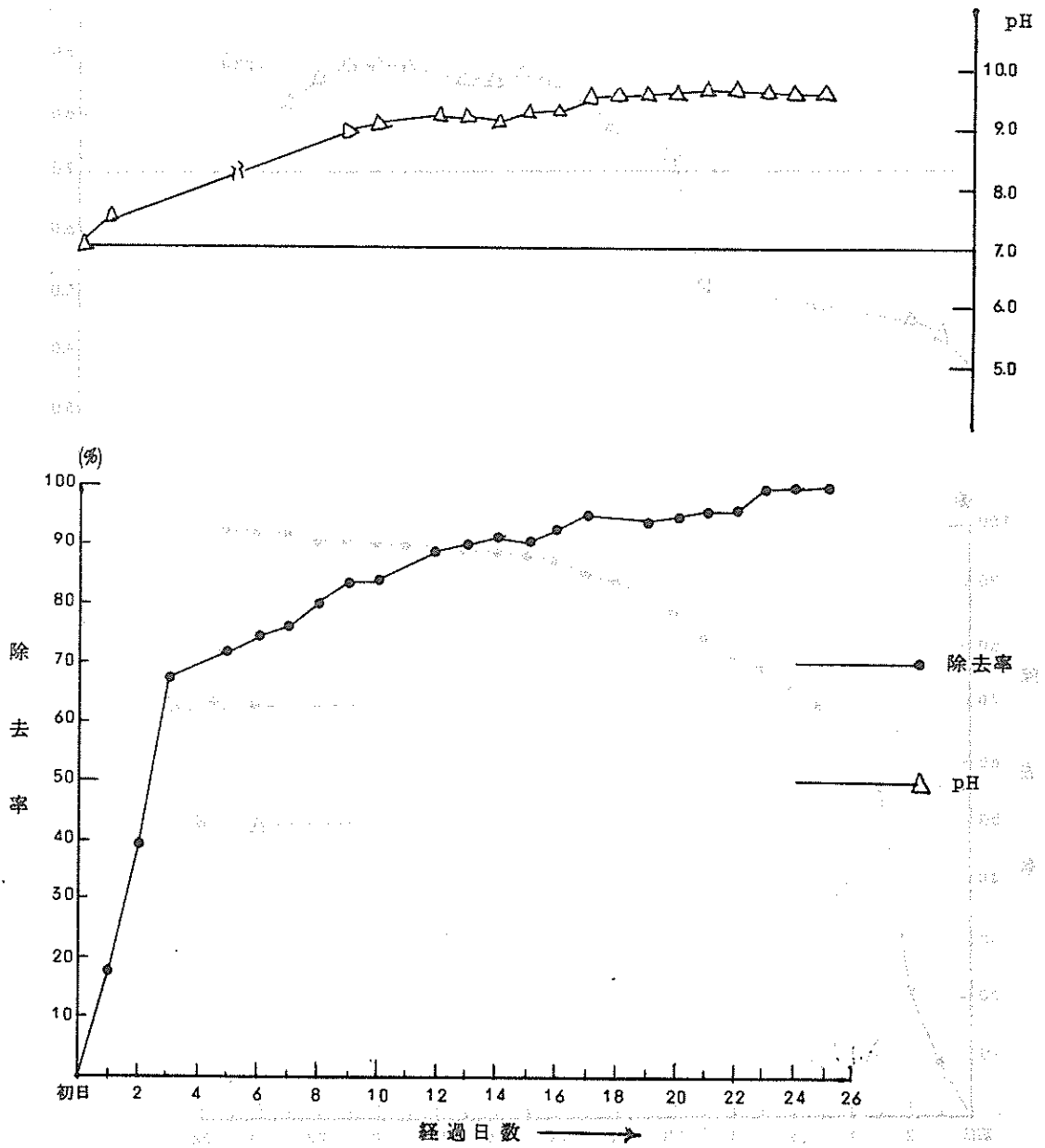


図 2-10 COD 除去率と pH の関係 (夏期廃水、pH 7.0 に調整)

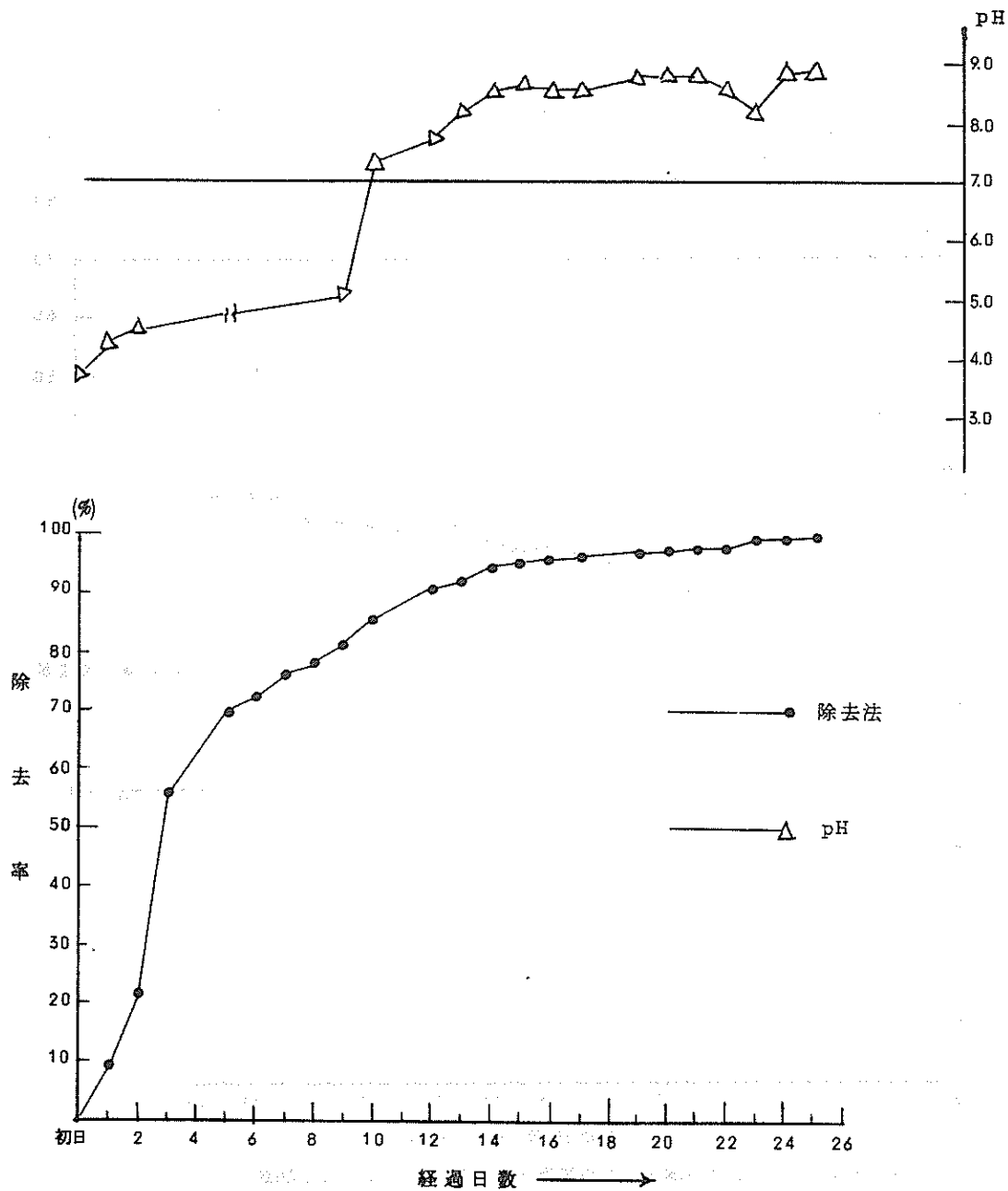


図 2-11 COD 除去率と pH の関係 (夏期廃水、pH 無調整)

3-2-6 泡立ち状態について

泡立ちは冬期、夏期廃水ともCOD除去率が約80%の時点で現われた。又、夏期廃水の場合、pH7.0に調整した試料は1日後に、無調整の試料は3日後に消滅し、泡立ち量は無調整の場合が多かった。

4. 要約

4-1 廃水水質の経時変動

- ① pHは冬期、夏期廃水とも時間による変動が見られる。又、冬期が平均値で4.23を示しているのに対し、夏期の場合は平均値で5.01を示し、冬期廃水が夏期廃水よりも低い傾向にある。
- ② CODとBODの変化は冬期、夏期廃水とも時間による変動が見られる。
- ③ 流量、COD、BOD及びSSの変化はほぼ同様な変動状態を示した。
- ④ BOD、CODとも日間平均値は冬期廃水が夏期廃水より高い。
- ⑤ BOD値がCOD値よりも高い傾向にあり、BOD/CODの比率は次のとおりであった。
$$BOD/COD = 1.32 \text{ (平均値)}$$
- ⑥ BODとCODの間には正相関の関係があり、回帰式 $BOD = 3.89 COD^{0.85}$ が得られた。

4-2 単純曝気試験

- ① pHの変化はpH7.0に調整した場合、及び無調整の場合とも、曝気するにつれて上昇する傾向にあり、曝気液はアルカリ性を呈した。
- ② CODの変化
曝気後3～4日目に急激に減少する傾向にあり、それ以降は緩慢な減少を示してゆく。冬期が曝気後29日目に93%の除去率が得られ、夏期の場合は25日目に99.4%の除去率を得た。
- ③ BODの変化(夏期廃水)
CODと同様に最初は急激に減少する傾向にあり、以後緩慢な減少を示し、曝気後20日目には99.4%の除去率を得た。
- ④ COD除去率とBOD除去率の関係(夏期廃水)
最初はCOD除去率がBOD除去率を上回っているが、後BOD除去率が高くなる傾向にある。
- ⑤ pHとCOD除去率の関係
除去率が高くなるにつれて、pHは上昇する傾向にある。
- ⑥ 泡立ちはpH無調整の場合が著しかった。

<参考文献>

- (1) 工場排水試験方法、JIS-K-0101(1971)
- (2) 社団法人日本工業用水協会編：水処理実験法(昭和47年)、コロナ社
- (3) 広瀬孝二郎編：工業廃水とその処理(昭和45年)、技報堂
- (4) 井出哲夫：食品工業の廃水処理(1961)、光琳書院
- (5) C.F.ガーンハム著、内藤、永岡共訳：水質汚染防止と産業廃液処理(1957)、技報堂

編 集 沖縄県工業技術センター

発 行 沖縄県工業技術センター

〒904-2234 沖縄県うるま市字州崎 12 番 2

T E L (098)929-0111

F A X (098)929-0115

U R L <https://www.pref.okinawa.lg.jp/site/shoko/kogyo/>

著作物の一部および全部を転載・翻訳される場合は、当センターにご連絡ください。