



HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	馬鈴しょデンプン工場の廃液処理法に関する研究
Author(s)	神山, 桂一; Kōyama, Kēichi; 真柄, 泰基 他
Citation	北海道大學工學部研究報告, 46, 17-34
Issue Date	1968-01-29
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/40849
Type	departmental bulletin paper
File Information	46_17-34.pdf



馬鈴しょデンプン工場の廃液処理法に関する研究

神 山 桂 一*

真 柄 泰 基*

(昭和42年9月16日受理)

Treatment of Waste Water from Potato Starch Plant

Kēichi KŌYAMA

Yasumoto MAGARA

(Received September 16, 1967)

Abstract

The potato starch industry is one of the staple food industries in Hokkaido, Japan. The waste water from these starch plants is the major cause of stream pollution, although the waste is discharged in a certain season in this country. For 8 years, the authors have investigated several treatment processes for this waste; trickling filter, contact aeration process with rotary disk (Tachtropfkörper), aerated lagoon, anaerobic liquified process and long time aeration. It was found that each of these processes should be operated under limited conditions of BOD loading and each has a different efficiency of BOD removal. The aerated lagoon method is the recommended treatment for this waste to minimize stream pollution.

1. ま え が き

北海道の主要産業の一つである馬鈴しょデンプン製造業からの廃液は古くから多くの水質汚濁問題をひき起してきた。著者らは数年にわたってこの廃液のさまざまな処理方法について研究を行ってきたが、これらの数種の処理方法について浄化効率を比較検討し、現在における処理限界を指摘するとともに、今後の研究課題について考えてみたい。

2. デンプン工場廃液の性状および河川に対する影響

昭和35年頃までの北海道の馬鈴しょデンプン工場は小規模で各地に散在していた。しかし工場の集約化が進み、比較的大規模な合理化工場へと移行している。Table 1は工場数の年変化を、Table 2は昭和40年度における在来工場および合理化工場の数を処理能力別に示したものである¹⁾。

工場の集約化や合理化により大規模な工場が河川の主要な位置を占め、廃液が集中して大

* 衛生工学科下水工学講座

Table 1. Potato starch plant in Hokkaido,

Year	1951	1955	1960	1965
No. of Plants	2302	1908	1387	578

Table 2. Number of potato starch plants classified by potato treating capacity in 1965

Treating capacity t/d	>50	50~70	70~90	90~100	100~150	
No. of old type plant	278	235	23	5	3	
Treating capacity t/d	>100	100~200	200~300	300~500	500~1000	>1000
No. of modern plant	11	11	3	3	3	3

量に河川に放流されることになり、従来は放流河川の短い区間で自然浄化されていたものが、その河川全体にわたり汚濁してしまうようになった。

デンプン工場廃液の河川に対する影響は、

(i) 含有する多量の有機物の河川水中での分解に要する溶存酸素の消費

(ii) 廃液中の有機物を栄養源とする綿状スライム（みずわた）の発生による影響

の二つが主なるものであり、廃液そのものによる直接的な毒作用については確認されていない。

(i) の溶存酸素減少による影響は、廃液放流後短時間で海まで流下してしまうこと、またデンプン工場の運転期間が9~11月であり、放流河川の水温が低く、大気中からの酸素の溶解量が多く、溶存酸素の回復が早いことなどのため、河川が腐敗状態となっている所はみられない。これに反して大部分の河川では“みずわた”による障害が多く見られている。特にデンプン廃液は多量の有機物を含み、窒素含有量が多いので、放流河川の下流では有機性窒素を好んで栄養とするミズカビ属の *Saprolegnia* が優先種として発生し、綿毛状の群落を生じている。河底にこの“みずわた”が大量に発生すると河底の動植物相に異変を生じ、魚の餌となる微生物やプランクトンを死滅させ、このためにサケ・マスの稚魚の生育に悪影響を及ぼすと考えられている。またこの“みずわた”が流勢によって切断され、浮遊物となって下流地域へ運ばれると、灌漑用水路内での泥土の推積を助長し、水田へ堆積して水稻の生育や結実被害を及ぼし、また工業用水源としても種々な障害をひきおこしている。また魚類のえらに“みずわた”の断片が附着してえらを閉塞させるために魚の呼吸を妨げ、魚の生息や回游をおびやかすため、時にはデンプン工場の運転操作が始まると、その放流河川に一尾の魚体も見られなくなることがある。このような“みずわた”の発生は河川水中の有機物濃度が比較的低い（ BOD_5 10 ppm 以下）ときにも盛んに行なわれるので、この発生を防止するには河川に放流する有機物量を少なくすることしか方法がないと思われる。従ってデンプン工場廃液処理の目標も“みずわた”発生防

止のために工場から排出される有機物を最小にすることとなる。

この他にデンプン工場からの廃液は特有の色（小豆色）と臭気をもち、サポニン系物質を含有するために多量の泡を発生し、はるか下流においても廃液の放流を認知できるほどで、美観を損う点でも無視できない。

前述の通り今後は原料処理能力の大きい合理化工場がデンプン製造工場の主力となるため、廃液処理の問題もこの合理化工場から排出される廃液を対象として考慮しなければならない。著者らは本論文ではこのような大工場から排出される廃液について論ずることとした。

現在行なわれているデンプン製造工程の代表的なもの2種を Fig. 1 に示した。両者とも大差はないが相違している点はまず第一に工程の最初に脱汁操作を行わないもの(A)と、脱汁

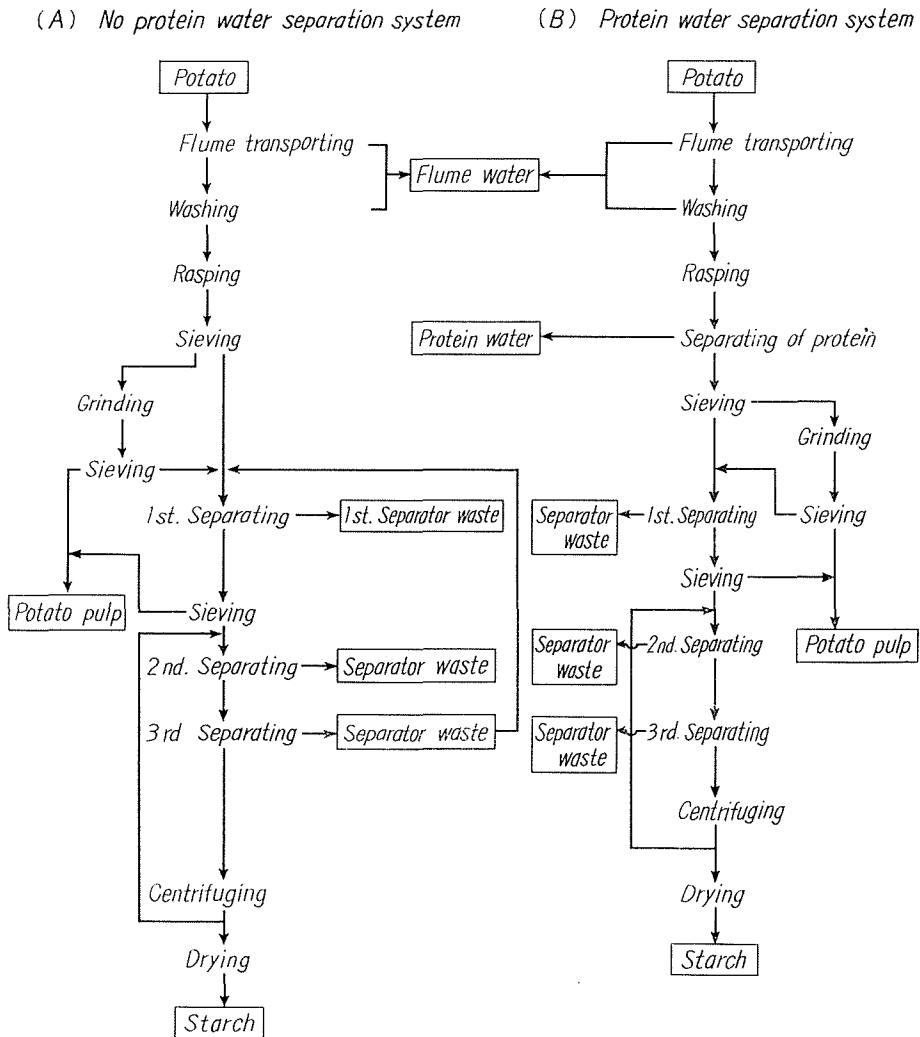


Fig. 1. Typical flow diagram : large scale modern potato starch plant.

を行なうもの (B) とにある。後者では原料を洗浄して磨砕機で粉碎した直後に横型連続遠心分離機を用いて馬鈴しよの中の汁液 (Potato fruit water, protein water) を分離する。この操作を“脱汁”と称し、必要があれば直列に2段行なうこともある。この脱汁を行なうことにより製品としてのデンプンの品質が向上するばかりでなく、後述のように廃水処理の面も有利な点が多くなる。第二の相違点はセパレーターの廃水再利用の有無にある。(A) はノズル3段返乳方式とよばれているもので、ノズルセパレータによる精製濃縮操作の第3段目から生ずる排水 (三次セパレーター廃水) を第1段目の濃縮用ノズルセパレーターに返送する方式である。これによって使用の水量の節減ができるばかりでなく、三次セパレーターから流出する微粒のデンプンを回収できる。これに対して (B) の方式では三次セパレーター廃水をそのまま排出してしまうものである。脱汁操作が Fig. 1 では1段加えられているので、(B) の方式は1段脱汁ノズル3段直進方法とでも呼ぶべきであろう。直進方式では返乳方式にくらべてほぼ三次セパレーター廃水だけ廃水量が多くなる。

以上のような工程をとった場合につぎの3種類の廃水が生ずる。(i) 原料馬鈴しよ流送および洗浄操作から生ずるフリューム廃水, (ii) 脱汁操作から生ずる脱汁液, (iii) 精製濃縮操作から生ずるセパレーター廃水。これら3種の廃水の水量および水質は工場により差異が大きい。それは使用水量, 磨砕率, 濃縮度, 精製度および使用機械の性能など工場の設備や運転状況の相違によるためと, 原料馬鈴しよの相違によるためである。後者による変動の原因としては, たとえばフリューム廃水は収獲地の土壌の性質や原料いもへの付着土砂量によって異なる。セパレーター廃水や脱汁液には馬鈴しよの中に含まれている溶解性物質, とくに蛋白などの窒素化合物と糖類が入ってくるが, 馬鈴しよの品種により含有糖分が異なると廃水の BOD は変る。また長期間貯蔵されていた原料を使用することとなる操業末期 (11月中旬以降) には馬鈴しよの中のデンプンが一部糖化するために廃水の BOD が高くなる。このように多くの要因によって廃水の水質はかなり幅があり, 従来報告されてきた値にもひらきが大きく, 処理施設を計画する上で問題となっていた。今までの多くの調査結果からまとめてみると, 3種の廃水の原料処理量1トン当たりについての廃水量および排出 BOD 負荷量を Table 3 のような値にとることが廃水処理施設設計上には妥当であることが判った。

Table 3. Representative characteristics and volume of potato starch plant wastes

Waste	Volume m ³ /t of potato	BOD ₅ kg/t of potato
Flume water	10	1.2
Separator waste	10	30*
Protein water	1 st stage 0.6	1 st stage 18
	1 st. & 2 nd stage 1.2	1 st. & 2 nd stage 24

* No separation of protein water

3. 廃水処理の実験と考察

上記の3種の廃水のうち特に河川汚濁に問題となるのはセパレーター廃水と脱汁液である。これらの廃水について数種の処理法につき検討を加えたので以下に各処理法ごとにその結果を述べる。

3.1 散水ろ床法²⁾

散水ろ床法は近年多くのデンプン工場に設置された。しかしその浄化成績は Table 4 に示すごとくで、1, 2 の例外を除いて良好な BOD 除去率はえられていない。この原因は表の流入水濃度からもわかる通り、ろ床に対する過負荷が考えられる。ろ床の設計段階では散布水の濃度を低くするように計画してあったと思われるが、希積水の不足あるいは計画以上に廃液濃度が高くなったためであろう。このような高濃度では散水ろ床の常識からみてもよい浄化率をうることは困難である。その他、散水ノズルの閉塞やろ材空間に“みずわた”の異常繁殖がおりろ床が閉塞している例も少くない。いずれも運転技術の不足やろ床管理の欠除が原因していると考えられるが、さらに北海道のような地方で寒冷な時期に散水ろ床によってデンプン工場廃液を処理できるか否かに疑問が持たれた。適当な負荷をかけた場合にどのような浄化率をえられるかを調べるためにつぎのような実験を行なった。

(I) 実験 実験に用いた廃水は Fig. 2 に示すような小型のデンプン製造機を

Table 4. BOD removal from trickling filter of starch potato plants waste in Hokkaido

Plant	BOD mg/ℓ		BOD Removal %
	Influent	Effluent	
A	3,410	2,620	23.2
A	1,250	1,085	13.4
B	915	825	11.1
C	480	190	60.5
D	435	180	58.0

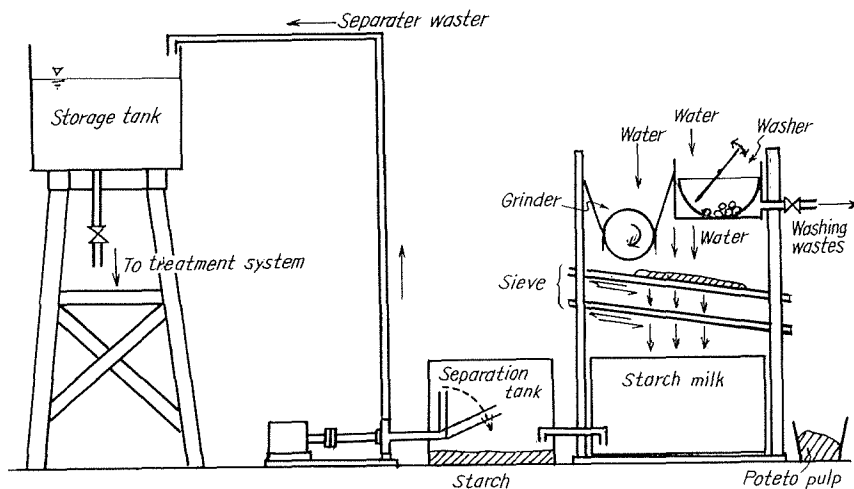


Fig. 2. Experimental potato starch plant.

使って実際にデンプンを製造しながらバッチ式に毎日1回必要量づつ作成したもので、これはセパレーター廃水に相当する。

散水ろ床は Fig. 3 に示すような実験用ろ床を用いた。ろ材は標準的な粒度の碎石を高さ 1.6 m になるよう充填した。設置場所の気温は 8~15°C で、水温は 7°C 前後であった。廃水はろ床上部より間欠的に散布し、その水量負荷は $8.3 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{min}$ とした。廃水の濃度は A 槽で BOD_5 約 250 ppm, B 槽で約 500 ppm とし、ろ材のみかけ容積に対するそれぞれの BOD 負荷が $1 \text{ kg}/\text{m}^3/\text{day}$, および $2 \text{ kg}/\text{m}^3/\text{day}$ となるようにして実験を行なった。

(2) 結果と考察 実験の結果は Fig. 4 および Fig. 5 に示すようであり、A 槽で廃水濃度 250 ppm, BOD 負荷 $1.0 \text{ kg}/\text{m}^3/\text{day}$, 水温 7°C という恵まれた条件でも 30% の BOD 除去率しか得られていない。B 槽では BOD 除去はほとんど行なわれていない。

以上のことから散水ろ床に対する負荷が $\text{BOD } 1 \text{ kg}/\text{m}^3/\text{day}$ をこえない場合でも浄化率はあまり期待できず、低水温の場合には

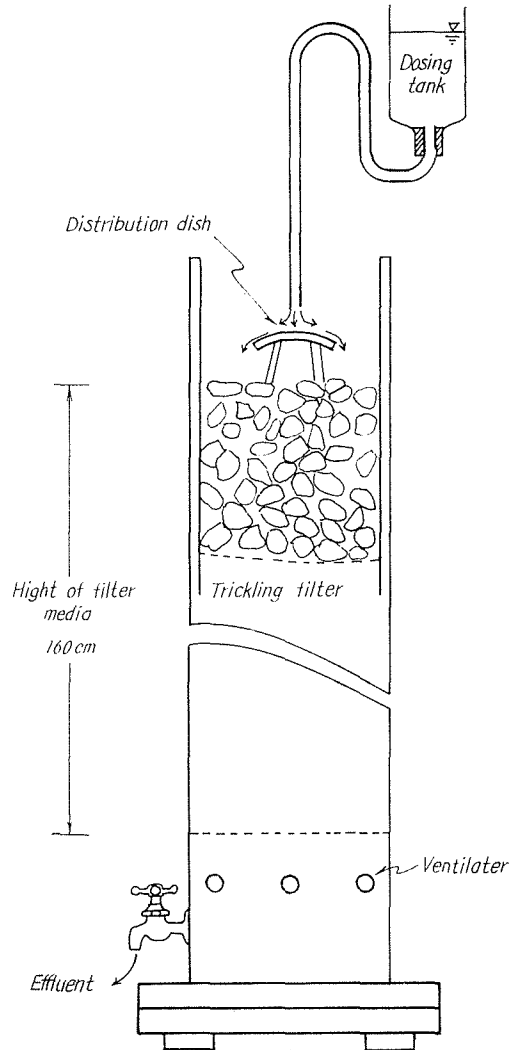


Fig. 3. Experimental trickling filter.

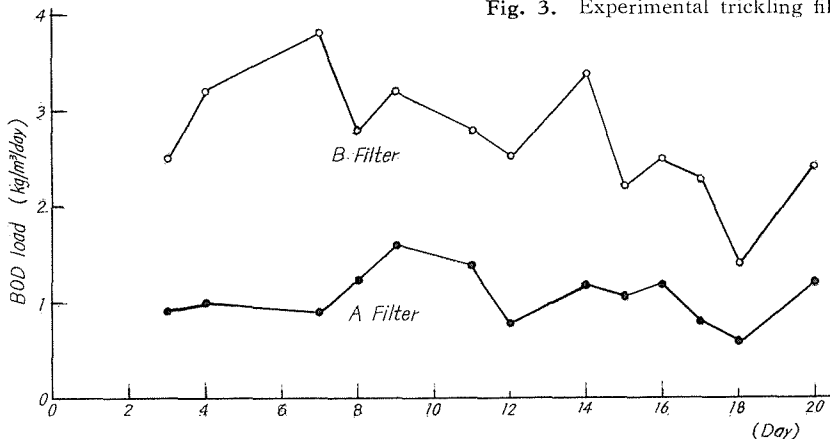


Fig. 4. Daily variation of BOD load to trickling filter.

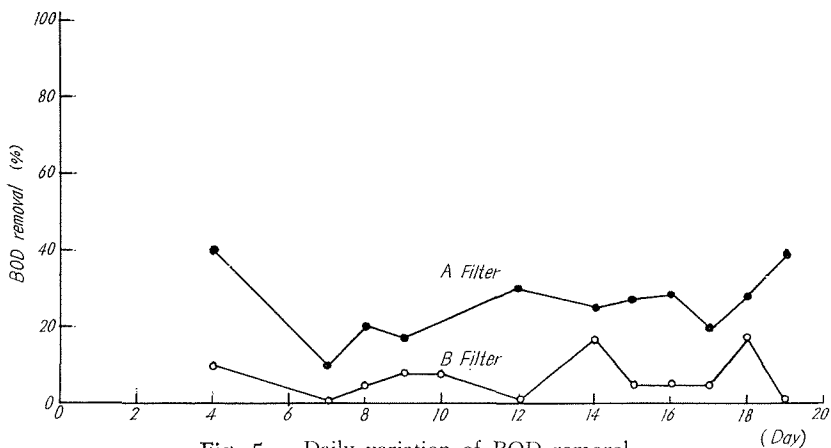


Fig. 5. Daily variation of BOD removal.

BOD 除去率 20% 程度とみるのが妥当である。北海道内の各デンプン工場にある散水ろ床の成績も廃水濃度および負荷に対して十分な考慮をはらったとしてもこれ以上に向上させることは困難であろう。

3.2 回転円板接触体による処理²⁾

散水ろ床法による浄化機能がデンプン工場廃水の場合あまり期待できないので、これに代わる方法として Hartmann が提案した回転円板式の接触体³⁾を用いて処理する実験を行った。

(1) 実験 実験に用いた廃水は散水ろ床の実験に用いた装置で作成したセパレーター-廃水である。

実験装置は Fig. 6 に示すようなものである。数枚の円板を廃水中で 2.5~4.5 rpm で回転させる簡単な装置である。回転円板接触体の諸寸法は Table 5 の通りである。実験は温暖期

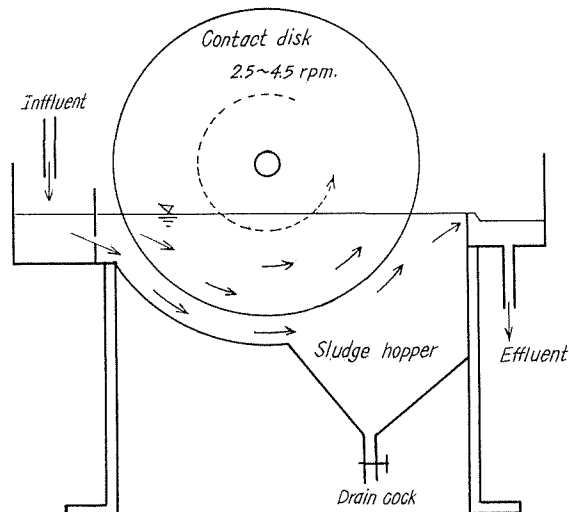


Fig. 6. Experimental aerobic rotatory contact disk system.

Table 5. Experimental aerobic rotary contact disk system

System	Material	Thickness	Diameter	No. of Disk	Effective contact area	volume
A	plywood	4.3 mm	60 cm	14	7.9 m ²	72.6 ℓ
B	plywood	4.3 mm	60 cm	21	11.9 m ²	81.1 ℓ

と低温期の二回行なった。

(2) 結果と考察 接触体の有効単位面積当りの COD 負荷量 ($\text{g}/\text{m}^2/\text{day}$) とそのときに除去された COD 量 ($\text{g}/\text{m}^2/\text{day}$) を Fig. 7 に示した。連続運転を始めて3日目には肉眼で認められる生物群落が円板に付着し、1週間で円板は完全に灰色の生物膜でおおわれ、生物膜が厚くなると自然剝離して廃水中に落ち、処理水とともに流出し、一部は底部にたまったが、これは下部より引き抜いた。

Fig. 7 からわかるように、水温の高い時期には A, B 槽とも負荷量と除去量が比例して増加しており、A 槽では円板有効面積に対する COD 負荷量を $54 \text{ g}/\text{m}^2/\text{day}$ 以上にしても 50% 程度の除去率が得られたが、水温の低い時期には両槽とも浄化率が悪く、30% 程度の COD 除去率しか得られなかった。この実験で廃水の BOD_5 と COD の相関を求めたところ、 BOD_5 は COD の 1.65 倍であることがわかった。従って COD 負荷量 $54 \text{ g}/\text{m}^2/\text{day}$ は BOD 負荷量に換算して約 $80 \text{ g}/\text{m}^2/\text{day}$ となる。

以上の結果から回転円板接触体を用いるセパレーター廃水の処理では水温の低い場合で約 30% の BOD が除去できることが判った。この処理法の利点は散水ろ床法にくらべて浄化率がやや高いことに加え、運転操作が簡単であること、管理に人手を要しないこと、高濃度の廃水に対しても同程度の除去率が得られることである。ただし処理装置の製作にやや問題がある。

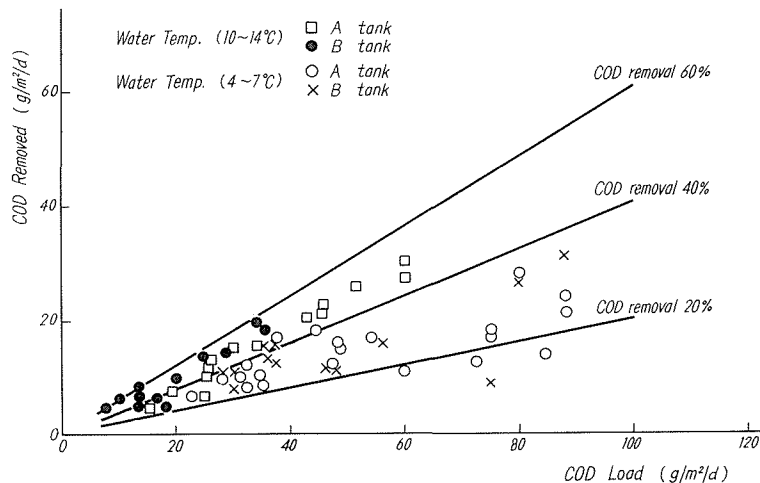


Fig. 7. Relationship between COD removed and COD loaded.

3.3 ばっ気式ラグーンによる処理⁴⁾

有機物を多量に含む工場廃水の処理には酸化池が使用されて好成績をあげている例が多い。しかしデンプン工場の廃水に対しては水量および水温の2点を考えると利用の可能性は少ない。しかしばっ気式のラグーンであれば低水温時にも比較的短時間の滞留で浄化が期待できるので、基礎実験により必要な滞留日数を求めたうえでつぎに述べるような中規模なプラント実験を行なってみた。

(1) 実験 実験装置は Fig. 7 に示すような C 社製のレーテッドエアレーションプラントを利用し、これを露天に設置して用いた。本装置は長時間ばっ気式の活性汚泥法用に設計されたものであるが、本実験では種汚泥を用いず、また汚泥を沈澱部から返送することもしなかった。従ってセパレーター廃水を単純ばっ気しながら長時間槽内に滞留させてただけで、ばっ気式ラグーンにより処理した場合と相似の条件をつくりえたと思う。

実験に用いた廃水は散水ろ床の実験の場合と同様にして作成したセパレーター廃水である。本実験では次ぎのような条件で行なった。

- 処理水量： 700 ℓ /day
- BOD 負荷： 1.1 $\text{kg}/\text{m}^3/\text{day}$
- 送風量： 約 80 $\text{m}^3/\text{kg. BOD}$
- 滞留時間： 5.5 日
- 実験期間： 1月16日～2月7日

上記の条件中、送風量は実験継続中常時正確な測定がでななかったので、機械の性能および槽内攪拌の強度から推定したものである。

(2) 結果と考察 運転開始後ほぼ定常状態になったと思われる 15 日目に 24 時間試験を行ない、Fig. 9 のような結果を得た。放流水の BOD₅、COD は流入水濃度の大きな変動にもあまり影響されず、比較的安定した値を示した。また COD、BOD 除去率はそれぞれ 60% および 80% ときわめて高い値を示した。槽内の浮遊物質は少なく、その浮遊物質が活性のある汚泥であるかどうかは特に汚泥についての詳細な試験を行なわなかったので不明である。しかしこの浮遊物は非常に沈降性が高く、放流水中にほとんどあらわれていない。この 24 時間試験の結果とともに実験期間を通じての日常試験の成績からみても、外気温が 1～-5°C、水温が 1～0°C という寒冷な条件で前記のように高い浄化率が得られたことは、デンプン工場廃液に対するばっ気式ラグーン処理の可能性を示していると思われる。また実験に用いたセパレーター廃水の濃度が BOD₅ 1,500 ppm 程度である点は、工場から排出されるフリーム廃水と混合処理する場合に有利である。現在設置されている廃液の貯留池を利用すれば滞留時間 5～6 日のラグーン建設は問題ではない。将来実用化すべき処理法であろう。

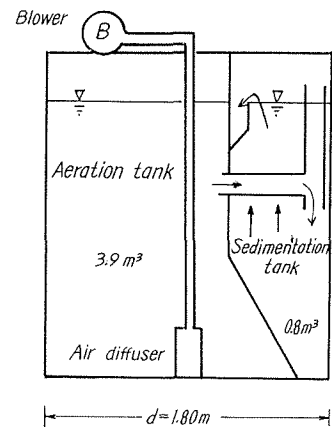


Fig. 8. Experimental aerated lagoon.

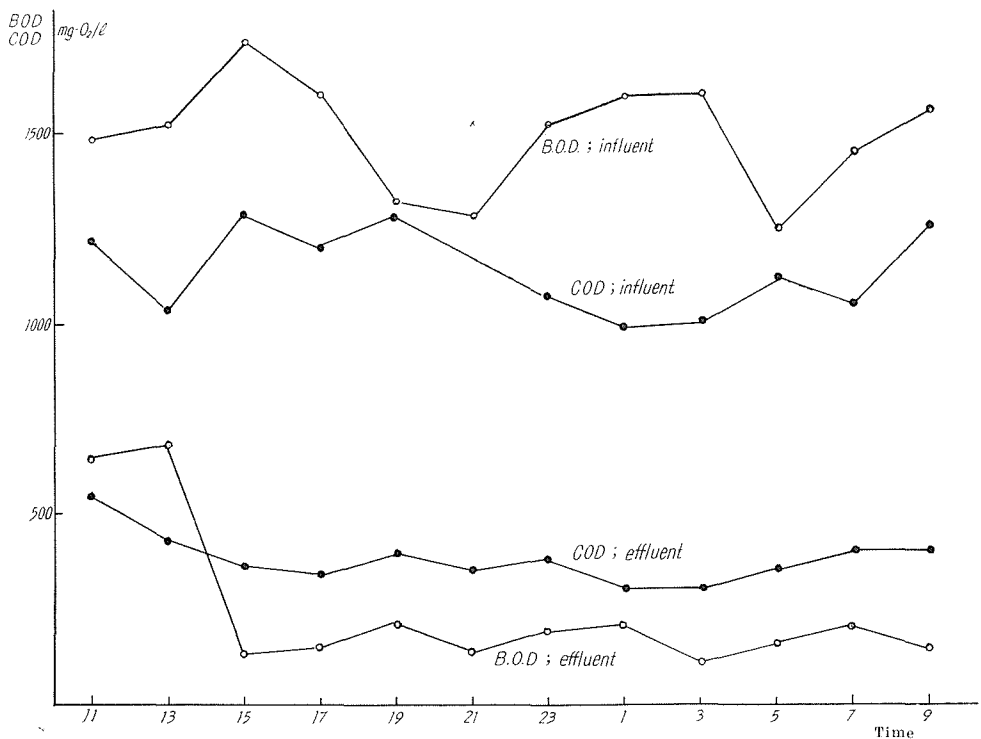


Fig. 9. Hourly variation of COD, BOD.

3.4 可溶化——活性汚泥法⁵⁾

し尿の可溶化処理とそれにつづく活性汚泥法については本多氏⁶⁾らがすでに報告している。著者らはその報告を参考にし、有機物の可溶化および活性汚泥法をつぎのように考えた。

嫌気性消化とは酸素を断じた系内で細菌の作用をうけて複雑な構造の有機物が次第に簡単な構造の物質へと変ってゆく過程で、消化過程が進行すると炭酸ガス、メタン、アンモニアなどになる。この過程で作用する細菌は反応の各段階ごとにつぎつぎと変ってゆくと考えられている。嫌気性消化をうける有機物を炭水化物、脂肪および蛋白質の3要素に分けると各要素の消化過程は Fig. 10 のようである。

第1相は液化作用域でこの相において複雑な有機物は簡単な構造のアルコールやアミノ酸、低級脂肪酸などに変る。下水汚泥を嫌気性消化した場合、これら中間生成物の組成は低級脂肪酸が大部分で、アルコールやアミノ酸は少量しか検出されていない。第2相はガス発生域であり、第1相で生成した低級脂肪酸などの低次の有機物がメタン発生菌の作用でメタンや炭酸ガスに変る。こうした2段階の反応系を持つ嫌気性消化過程の反応を支配するのは第2相である。それはメタン発生菌の生物化学的緩衝能が小さいため、メタン発生菌の活性が外的因子により簡単に失なわれてしまうからである。たとえば液化作用によって生成した低級脂肪酸の量が多量 (2,000~4,000 ppm) に系内に存在すると、メタン発生菌はその活性が止まり、ガス発

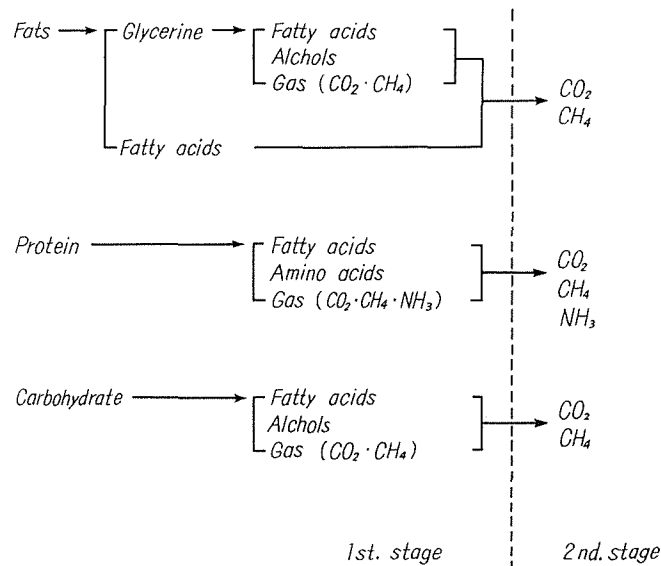


Fig. 10. Schematic aspect of the anaerobic decomposition of organic substances.

生を行なわなくなる。他方、酸発生菌は低級脂肪酸の阻害作用をうけないので、第2相の反応が停止しても高次の有機物を低級脂肪酸に変えてゆく。著者らはこのような嫌気的な条件下で有機物が低級脂肪酸などの低次の有機物には変るが、それ以上に反応が進まないでガス化しない状態を「可溶化」の状態と定義した。可溶化を進行させる条件としては一時的に酢酸塩類などを投入したり、はじめに有機物を過量に負荷させることによって系内の低級脂肪酸濃度を急激に高めてやればよい。

デンプン廃液を可溶化し、廃液中の複雑な構造の有機物を低次の有機物に変えておけば、次段で好気性の処理を行なうことによって比較的短時間で高度の浄化率が得られると考え、次ぎのごとき実験を行なった。

(1) 実験 実験に用いた装置は Fig. 11 のようである。可溶化の実験に用いた廃液は水洗した馬鈴しょをミキサー（家庭用）で磨砕してサラシ布でしぼり、このろ液を1昼夜放置し、その上澄液を用いた。この廃液の濃度はCOD（重クロム酸カリウム法⁷⁾による。以下のCODはこの方法を用いた）で24,000 ppmで脱汁液と一次セパレーター廃水との混合したものに相当する。長時間ばっ気法による活性汚泥法の実験に用いた廃液はこの可溶化槽の槽内液を用いた。

可溶化槽の種汚泥としては北海道富良野市にあるデンプン工場の廃液貯留池の沈澱汚泥を用い、前述の実験廃液を可溶化槽の容積当り 0.8 kg COD/m^3 の負荷で加えながら馴致した。またばっ気槽の種汚泥としては札幌市真駒内下水処理場の返送汚泥を用い、可溶化槽の槽内液を $0.3 \text{ kg COD/kg MLSS}$ の負荷で加えながら馴致した。可溶化の状態とするためには容易に

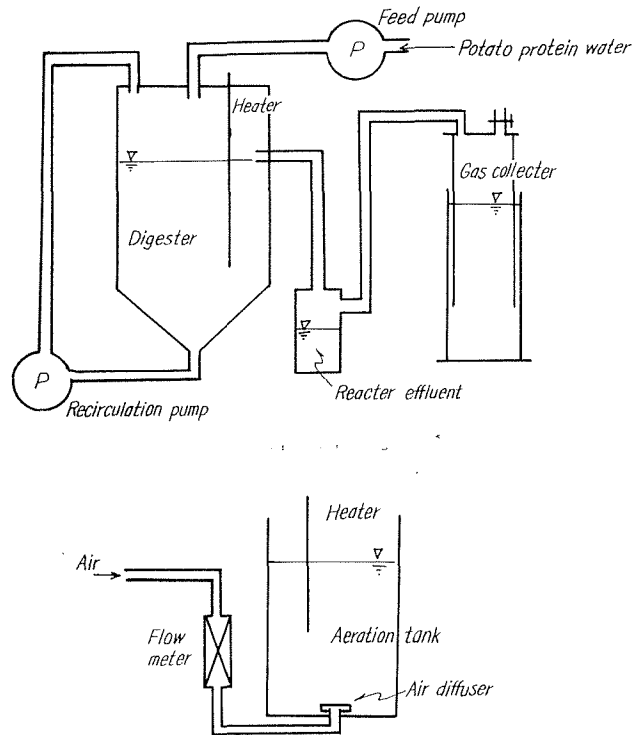


Fig. 11. Experimental anaerobic liquified-system-long time aeration sludge system.

操作しうる過負荷による法を選んだ。

(2) 結果と考察 廃液による COD 負荷を $1.1 \sim 5.0 \text{ kg/m}^3$ 与えたときの可溶化槽の変化を示したのが Fig. 12 である。 $1.1 \sim 1.5 \text{ kg/m}^3$ の低負荷では槽内の pH はほぼ安定した値を示している。負荷を 2.0 kg/m^3 まで増加した 15 日目頃から可溶化の状態となり、pH は低下し始め、有機酸アルカリ度の増加が顕著となった。さらに負荷を増すと、4.3 アルカリ度の減少や有機酸アルカリ度の増加がより激しくなった。また消化ガスの組成を分析したところ、炭酸ガスが大部分を占めており、メタンは僅かしか含まれておらず、メタン発生菌の活動があまりなかったことがわかった。

この可溶化期間中の投入 COD と槽内液との物質収支を求めたところ、負荷した COD の 20% がガス（主として炭酸ガス）として放出されており、可溶化の段階での COD 除去率としては 20% であることが判明した。

つぎに長時間ばっ気法による実験では、可溶化槽の槽内液を用いたバッチ試験の結果、Fig. 13 のような結果がえられた。COD の除去速度恒数（一次反応式に従って減少してゆくものとして）の値は下水を対象としたものよりも小さいが、25 時間程度の滞留時間をもたせた長時間ばっ気法で COD 除去率 70% 以上が得られることがたしかめられた。また汚泥の増加量

はきわめて少なく、余剰汚泥処理の必要は認められなかった。

以上の結果からデンプン廃液を可溶化させるには廃液を COD 2.0 kg/m³/day 以上の負荷となるように消化槽に注入し、10日間の消化日数をおけばよく、その状態を把握する指標としては pH、アルカリ度、有機酸アルカリ度を用いればよい。消化槽の容積を節減するために脱汁液を対象とすれば、可溶化を終わった後にその他の廃液を加えて長時間ばっ気法を行なうことになる。可溶化を行わないで活性汚泥法を利用することは幾度か試みられたが、いずれも成功しなかった。可溶化と組合せることによってその可能性が確かめられた。

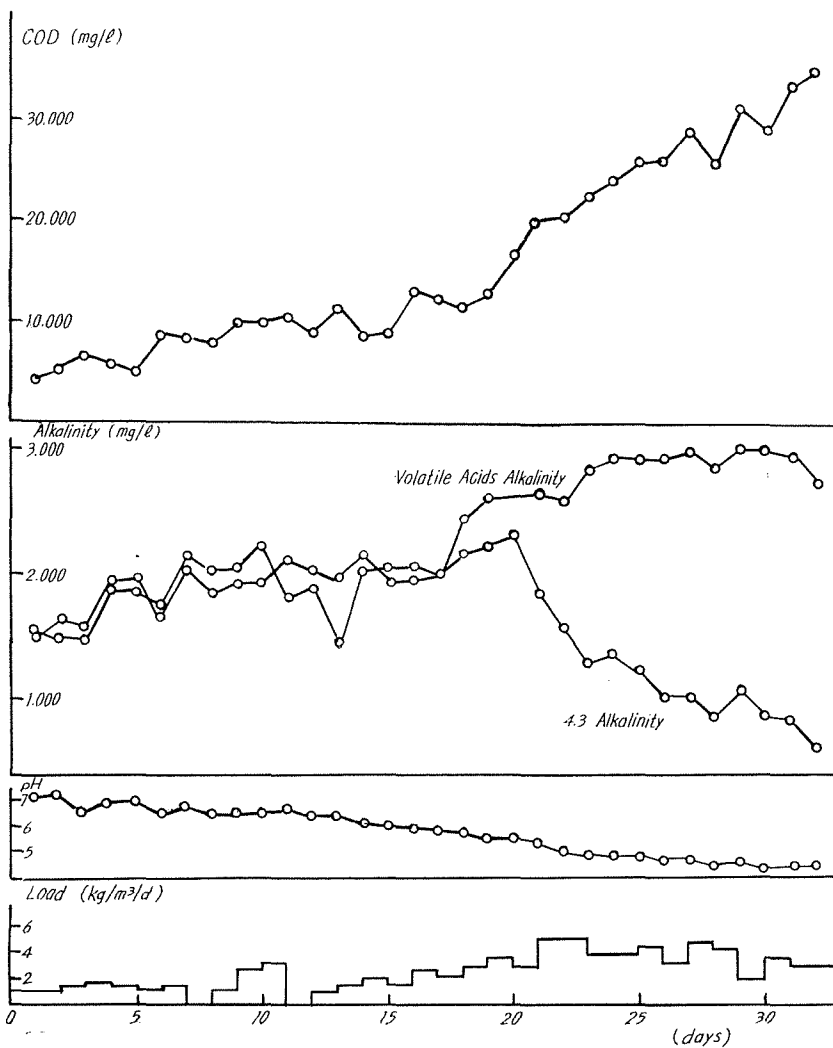


Fig. 12. Variation of COD Alkalinity pH in digester and load to digester (liquification stage).

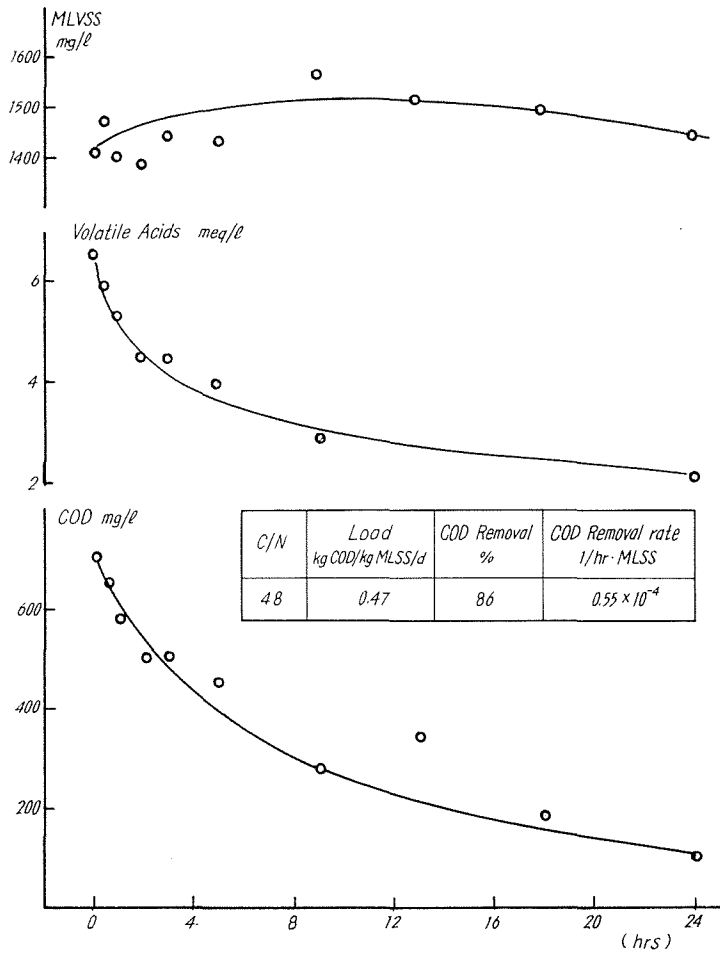
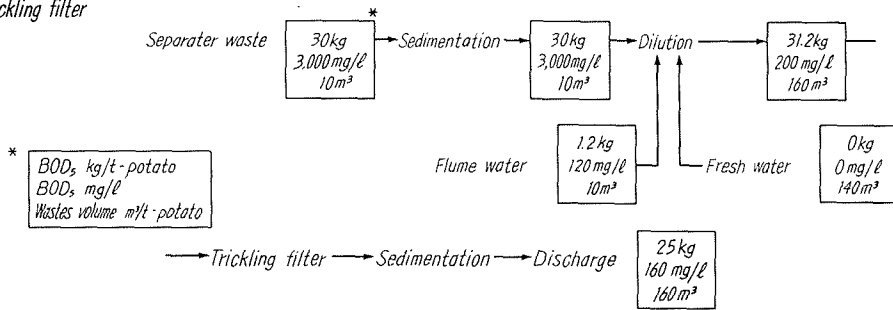


Fig. 13. Hourly variation in long time aeration tank.

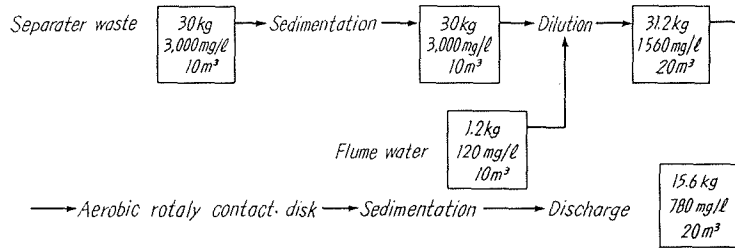
Table 6. Design criterion for potato starch plant wastes treatment system

System	Hydraulic load	BOD load	Surface load	other criteria	BOD Removal
Protein water conservation pond.	1 m ³ /m ³			over days conservation	100%
Flume water sedimentation basin			30 m ³ /m ² /d		0%
Separator waste Sedimentation basin			20 m ³ /m ² /d		0%
Trickling filter	8.5 m ³ /m ² /d	1 kg/m ³ /d			20%
Aerobic rotaly contact disk		60 g/m ² /d*		per effective contact area	50%
Aerated lagoon	0.2 m ³ /m ² /d	1.1 kg/m ² /d		over 5 days retention, air 80 m ³ /kg BOD	70%
Anaerobic liquifier	0.1 m ³ /m ³ /d	3.0 kg/m ³ /d		35°C	20%
Long time aeration	1 m ³ /m ³	0.5 kg/m ³ /d		air 50 m ³ /kg BOD	70%
Final sedimentation basin			3.5 m ³ /m ² /d		0%

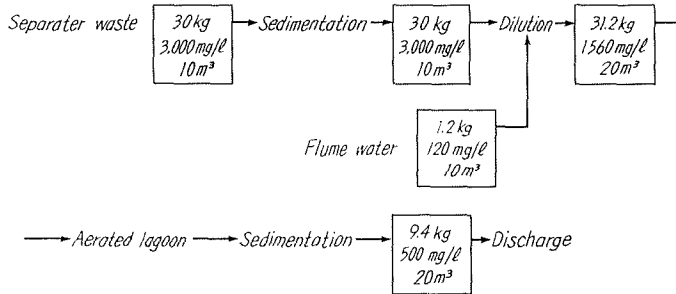
a, Tricking filter



b, Aerobic rotaly contact disk system



c, Aerated lagoon



d, Anaerobic liquified-long time aeration system

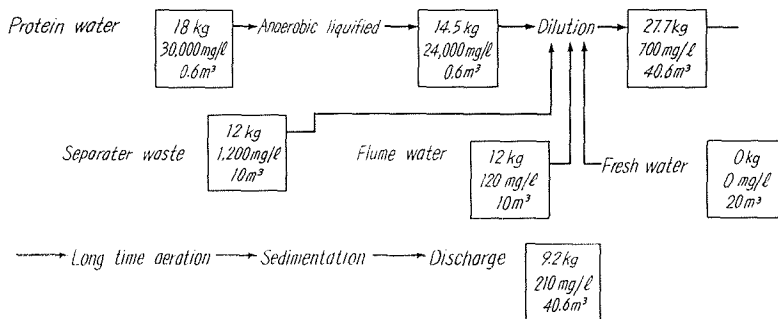
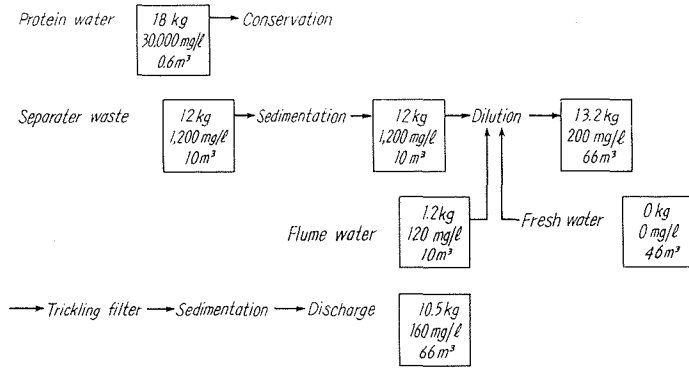
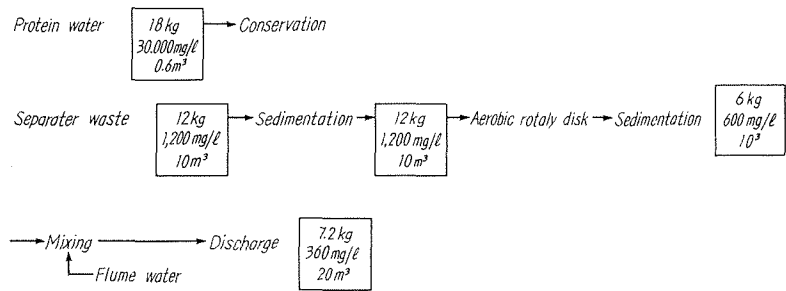


Fig. 14-a. Discharge BOD₅ from potato starch plant wastes treatment system.

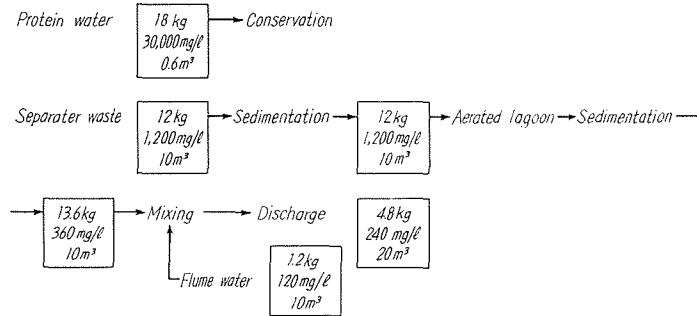
e, *Trickling filter, separation of protein water (1st. stage)*



f, *Aerobic rotaly contact disk system, separation of protein water (1st. stage)*



g, *Aerated lagoon, separation of protein water (1st. stage)*



h, *Sedimentation, separation of protein water (1st., 2nd. stage)*

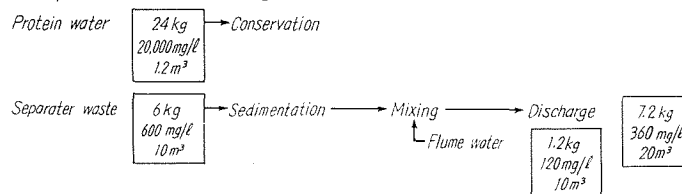


Fig. 14-b. Discharge BOD₅ from potato starch plant wastes treatment system.

4. 廃水処理装置の設計基準とその放流 BOD 負荷量

前章において各処理方式ごとに種々の問題を検討したが、この結果をまとめると Table 6 のようになる。この結果を処理装置の設計基準として、廃液が Table 3 に示した BOD 負荷をもって排出されをものとし、いくつかの処理系統を考慮してこれによって得られる放流 BOD 負荷量を求めてみた。これが Fig. 14 である。ここでフリューム廃水は土砂などの浮遊物除去を行えば十分であるから普通沈澱池を用いて処理するのを原則とし、Fig. 14 には記入を省略した。散水ろ床などで処理する場合は希釈水として利用できる。また普通沈澱の場合、これによって BOD 除去はないものとした。

脱汁液は特に処理を行わない場合には全量を貯留し、浸透、蒸発によって処分することとし、放流 BOD 負荷はそれだけ減ずるものとした。この方法は広大な敷地を必要とし、貯留池に蚊やへが夏期に発生し、腐敗臭を呈することなどもあり、衛生工学的にすぐれた方法とは思われない。またもし翌年の操業期までに貯留池が空になっていない場合は貯留池の廃液を河川に放流しなければならず、結局は河川に対する負荷を軽減することにならないことが多い。

Fig. 14 で (a~d) は廃液の貯留を行わないものであり、(e~h) は脱汁液を完全に貯留することにしたものである。これで見ると現在多くの工場で行なわれている e 法よりも c 法の方がより以上の効果をあげられるし、脱汁液を貯留しても現在の段階では放流 BOD 負荷を原料処理量 1 トン当り 3 kg 以下にすることが不可能なことがわかる。放流負荷を極力減少させるには g 法を採用すべきであろう。

結 語

以上、著者らは河川の汚濁防止、特に“みずわた”発生の防止という観点から廃水処理の方法を検討してきた。現状での処理の限界が Fig. 14 の通りであるから、ある地点での立地可能なデンプン工場の規模はこの処理限界から定まってくる。たとえば廃水処理を g 法で行なうとして河川の流水中の BOD₅ を 3 ppm 以上増加してはならないとすれば、河川流量が 10 m³/sec しかない川の上流には 1 日 340 トン処理以上の規模の工場は作れない。こうした点も原料の集荷範囲などと同様に工場の立地条件の中に入れて考え、デンプン工場の集約化、合理化工場の建設を計画しなければならない。

もし、より以上の規模で工場を運転しなければならないとすれば、“みずわた”のみの発育を阻害し、他の生物相には害を与えないような薬品やその他の方法を開発しなければならない。さらには今後馬鈴しょデンプン工場廃液の問題を解決するには、デンプン以外の蛋白などの含有成分をすべて回収し、飼料などに製品化して、河川に放流する BOD 負荷を極力少なくする方法を研究してゆかねばならない。これは廃水の浄化のみでなくその有効利用および収益化という点でも有効な方法である

引用文献

- 1) 北海道公害対策審議会：参考試料, (昭和42年1月) p. 11-13.
- 2) 神山桂一・高安三次・井上一郎：用水と廃水, 3 (昭36), 12, p. 1.
- 3) Hartman, H.: Gas-und Wasserbach. 100 (1960), p. 281.
- 4) 神山桂一・大脇英樹：第2回下水道研究発表会講演集 (昭40), p. 72, p. 172.
- 5) 神山桂一・真柄泰基ら, 第4回下水道協会発表会講演集 (昭42), p. 152.
- 6) 本多淳裕ら：水処理技術, 6 (1965), 2, p. 37.
- 7) 日本水道協会：下水試験方法 (1964).