HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	澱粉廢水処理に関する研究
Author(s)	岡本, 剛; Okamoto, Gō; 大藏, 武 他
Citation	北海道大學工學部研究報告, 11, 55-66
Issue Date	1954-12-10
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/40551
Type	departmental bulletin paper
File Information	11_55-66.pdf

Hokkaido University Collection of Scholarly and Academic Papers : HUSCAP

澱粉廃水処理に関する研究

岡本　剛・大藏　武
後藤克巳・大竹好美

(September 30. 1954)

Treatment of Waste from Starch Industry

Gō OKAMOTO, Takeshi ŌKURA
Katsumi GOTŌ, Yoshimi ŌTAKE

Abstract

As in Hokkaido the production of starch from potato by the wet milling process is still in infant stage, sewer losses are tremendous and the waste disposal is the urgent problem from stream pollution standpoint. Data for the properties and quantities of starch wastes in the working plants are accumulated from about 40 plants.

Eventually, the recovery or treatment of the wastes was investigated by aeration, filtration, coagulation and activated sludge independently or concomitantly. Separation of protein by electrolytically produced coagulants seemed to be promising, in which the recovered protein could be used as feedstuffs.

目　　次

1. 緒言 …… 1
2. 澱粉工場廃水の性質 …… 2
3. 澱粉工場地帯の河川の状況 …… 3
　1) 網走地方
　2) 狩太地方
　3) 斜里地方
　4) 廃水放流後の変化について
4. 澱粉工場廃水の処理方法について …… 4
　1) 沈澱地の効果
　2) 濾過の効果
　3) 凝結剤添加の効果
　4) 空気酸化の効果
　5) 活性汚泥の効果
　6) 活性汚泥添加の場合の温度の影響
　7) 電解的処理方法
5. 総括 …… 11

1 緒　　言

近来種々の立場から工鉱業廃水による水質汚濁の問題が重要視される様になつた．北海道とし

ても石炭，硫化鉱その他の鉱山排水，或は化学工場，農水産加工工場，特にパルプ及び製紙工場の廃水及び澱粉製造工場の廃水はいづれも極めて重要である．

本道に於ける澱粉工場はその製造方式が極めて原始的であつて規模も概ね小さく，(年間 500 袋以下の製造能力の工場が約7割を占めている）従て操業も季節的に約3ケ月（主として 9, 10 及び 11 月）行うに過ぎない．そしてこの3ケ月は丁度本道の鮭鱒の遡上の時期にあたり，しかも網走，北見地方に於ては遡上河川の大半がこの澱粉廃水の影響を受けている現況であるから，この問題は本道に於ては極めて重要である．

米国に於ては今次大戦後この方面の関心が高まつて 1948 年には遂に所謂「汚濁防止法」が成立し，各種工鉱業廃水は相当処理されている様であるが澱粉工業に於ては比較的等閑にされている様にも見受けられる．即ち澱粉工場より排出される廃水の性質についてさえ詳細な研究報告は漸く 1954 年に見られるし[1]，又澱粉工業に関する近著「Starch[2]」にも殆ど処理していない状況が記載されている．之は澱粉の製造方式が相当に近代化されており，規模も比較的大きく，排出する廃水の量が少ない上に放流河川が大きいこと等がその原因かと考えられる．そして特に問題になる場合には廃水を河川に放流しないで畑の灌漑に利用したり[3]，或は砂質土壌に浸み込ませてその肥効を活用する等の利用策を講じている様である[2]．

独乙等に於ては古くから澱粉製造過程で排出される濃厚な蛋白含有水の回収が行われ家畜の飼料としての利用策がとられていると聞くが，その詳細は不明である．

その外特殊な利用法としてペニシリン等の製造過程の栄養源に利用する研究，或は廃水中の有効成分を酵母の作用によつて選択同化させ食用又は飼料として用いる等の研究がなされたが，未だ実用の例は見当らない様である．

本道に於ける澱粉製造は近代的工業とは余りにも離れた原始的な生産方式であるが，最近この産業に於ても漸次合理化の努力が払われ始めているので遠からず近代産業の形態に成長するものと確信している．廃水の処理対策としても相当合理化された大規模の工場を対称として考え，先づ第一に汚濁を少くするための処理方法について研究を実施した．又澱粉廃水の性質或は放流河川の状態についても若干述べたい．

2 澱粉工場廃水の性質

澱粉製造工場より排出する廃水の性質に関しては近来米国に於て5つの工場に対する相当詳細な報告がなされたが[1]，原料及び製造方式が我国のそれとは相当に異つている様である．北海道に於ける代表的澱粉生産地帯即ち比較的小工場の多い狩太地方，大工場の多い網走，斜里方面の約 40 工場についてその廃水を調べた．昭和 29 年9月より 11 月にかけて調査した結果について簡単に述べる．

斜里地方の一工場の洗滌廃水（原料いもを洗滌した水）を分析した，その結果第1表を得た

が，従来殆ど汚染されていないと考えられていた洗滌廃水も相当大量の有機物を含み汚染度が高いと結論された．（ちなみに米国に於ける馬鈴薯澱粉工場の洗滌水の B. O. D. は平均 100 ppm であつた[1]）

第1表　洗滌廃水の水質

pH (18°C)	6.0
蒸発残渣	0.965 g/L
灼熱減量	0.605 g/L
過マンガン酸消費量	1.264 g/L
ヨード消費量(Sとして)	1.6 mg/L

又所謂「蛋白水」—澱粉乳を洗滌沈澱分離する時の上澄—は比重の小さい浮遊性のもの及び可溶性物質，(糖分，蛋白質その他)澱粉の一部，並びに之等の分解生成物（アムモニヤ，硝酸，亜硝酸等）その他の有機物等を含有している．蛋白水のみを分離して放流している工場は極めて少なかつたので，蛋白水と洗滌水の混合物について分析した．分析結果の詳細は省略するが概括的な特質をあげれば次の如くである．

（1）一般に pH が低い，5～6のものが多い．

（2）蒸発残渣が極めて多い，大体 1.5～2.5 g/L のものが多いが，中には 4～5 g/L も相当見受けられた．

（3）そして之は大部分有機物であつて，灼熱残渣は精々数百 mg/L 程度であつた．

（4）従つて過マンガン酸加里消費量も極めて大きく 1～5 g/L 程度に達した．

（5）ヨード消費量も多量で硫黄として数十 mg～100 mg/L に及んだ．

（6）有機物の分解生成物たる NO_2^-，NO_3^-，NH_4^+ 等が検出された．

（7）酸素の含量は極めて少いか，又は皆無であつた．

第2表　ヨード消費量

ヨード消費量(Sとして)		82.5 mg/L
この中	H_2S 型（Sとして）	9.6 〃
	S_2O_3 〃（　〃　）	3.0 〃
	SO_3 〃（　〃　）	5.1 〃

ヨード消費量は普通硫黄或は硫化水素等の形で示しており，特に魚族えの影響が大きいので重要視されている．然しながらヨード消費量の表わすものは必ずしも硫黄化合物だけではない，即ち有機物の或物も反応する．例えば新鮮な廃水の一例について二三形態の硫黄を分離定量して見た．結果は第2表に示す如く，ヨード消費量の一部分だけが硫黄化合物であつた．

3　澱粉工場地帯の河川の状況

二三の地方について河川水の汚染状態を調べた．その概要を述べる．

1）網走地方

昭和 26 年6月から 10 月にかけて3回この地帯の河川，湖沼の水質汚染状況を調べた．結果の大要は既に報告したが[4]，小河川は所謂「のろ」（サプロレグニヤ等）の繁殖があり，相当な汚染状態であつた．又網走湖に於ては湖底に「硫酸還元菌」の発生があつて相当広範囲に無気層状

態を呈していた，そして澱粉廃液は之等の菌に対して一種の栄養源になつていると推定された．

2) 狩太地方

比較的小規模工場の多いこの地方では，放流されている小河川には著しい発泡と有機物の浮遊が認められたが，蒸発残渣の増加は案外少ない様であり，又酸素の含量もその飽和度が最低 74 %最高 93 % であつてこの面からは比較的良い状態の如くであつた．勿論廃水の分解生成物である NH_4^+，NO_3^-，NO_2^- は認められる場合が多かつた．

3) 斜里地方

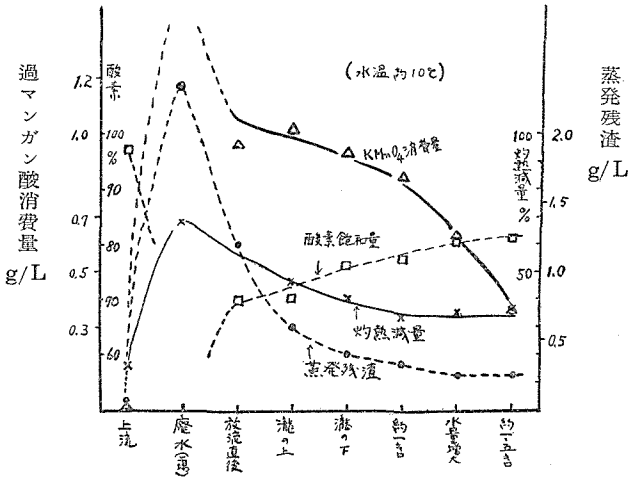
水温が殆ど零度に近い 11 月に調べたが，小河川は同様に所謂「のろ」でおおわれ，又之等の腐敗生成物或は破片の浮遊物が非常に多かつた．特にオクシベツ川，ウナベツ川の如きは下流（海から数百米上流地点）に於て酸素飽和度は僅かに 7～10 % 程度であつた．勿論 NH_4^+，NO_3^-，NO_2^- も認められ相当な汚染状態であつた．

以上要するに澱粉工場の附近の小河川は操業の時期に極めてひどい汚染状態になる様であつた．

4) 廃水放流後の変化について

廃水が河川に放流されてどの様に水質が変つて行くかを知る目的で次の如き調査を行つた．工場廃水が清浄な河川水に放流され約 2 倍半に稀釈されて石の多い河床で相当な曝気を受けつつ約 1 時間で 1.5 km 流れ下る場合について，流れに伴う水質の変化を追求した．1.5 km の距離で 8 地点採水し水質の分析を行つた．

第 1 図に結果を示すが，この図から判断して 1.5 km の流下曝気によつて有機物（$KMnO_4$ 消費量）は約 1 g/L から 0.6 g/L に減少，蒸発残渣も 1 g/L から 0.35 g/L に低下した．同時



第　1　図

に pH は 5.6 のものが約6に改善された．唯酸素含量は廃水混入前 97％の飽和度のものが廃水の流入によつて 70％附近に低下し，1.5 km 流下しても尙 80％しか含有しなかつた．勿論河床には一面のろが繁殖していた．

4 澱粉工場廃水の処理方法について

澱粉工場廃水の処理には種々の方法が考えられるが，沈澱池，濾過，凝結剤添加等の効果，曝気法，活性汚泥の効果並びに電解的処理方法等について研究を行つた．その結果の概要を述べる．

1) 沈澱池の効果

廃水沈澱池の効果を確めるために研究室に於て馬鈴薯を磨砕し地下水を加えて静置，1時間後の上澄水を取り，之を廃水として実験に用いた．その廃水をそのまま室温（10～18°C）で静置し上澄水の変化を求めた．又前回の実験で得た沈澱物（約1週間及び1.5ケ月放置したもの）を添加してその効果も調べた．

第3表　廃水上澄水中の蒸発残渣の経時変化

条件	経過時間		
	直後	3時間	1日
そのまま	4.58 g/L	3.22 g/L	2.57 g/L
汚泥（1週経過のもの）添加	—	2.93	2.30
汚泥（1.5ヵ月経過）添加	—	2.72	2.27

第3表に上澄水の蒸発残渣の経時変化を示す．即ち3時間程度の静置で約 30%，1日で約 45%沈降することが認められた．又汚泥の効果も少いながら認められた．

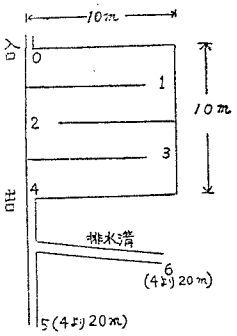
又廃水を放置することによつて起る上澄水の性質の変化，特に実際に重要と考えられる溶存酸素の消費速度を測定した．即ち種々の時間静置した上澄水を夫々地下水（溶存酸素含量 13.5 mg/L）で 1/20 に稀釈し密栓して 15°C に放置し，酸素の消費速度を追求した．

4時間経過後の酸素減少量を第4表に示す．即ち時間の経過によつて蒸発残渣が少くなり水は

第4表　放置した廃水の酸素消費速度

廃水—蒸発残渣 4.58 g/L，pH 6.8
稀釈水—pH 6.4，酸素含量 13.5 mg/L

廃水の放置時間	稀釈後4時間の残存酸素量 mg/L	酸素消費量 %
1時間	7.6	44
3 〃	4.1	69
6 〃	3.5	74
1 日	2.6	81

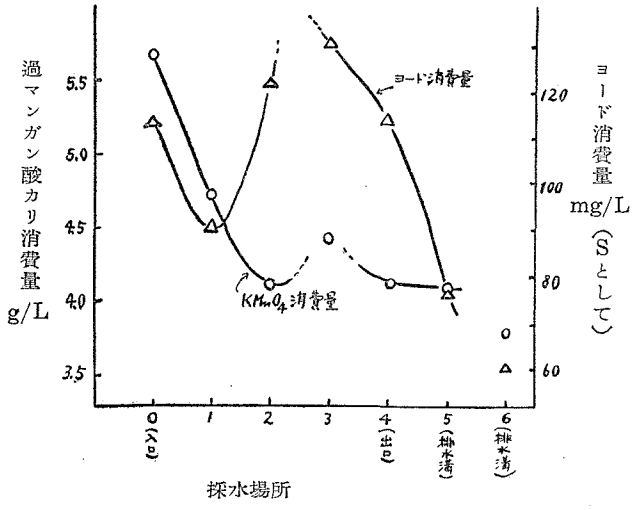


第 2 図

浄化されるわけであるが，同時に一種の分解反応が起つて溶存酸素の消費速度が著しく大きくなつた．結局沈澱地に滞流させて後河川に放出すれば，含有有機物が減少し相当の浄化効果が期待されることになる．

実際に斜里地方に於ける沈澱地の利用状況を観察して見た．

製造能力 1000 袋の工場で第2図の如き規模の沈澱池について調べた．この沈澱池は大体工場の廃水 12 時間分を貯める能力があり，本来は 12 時間操業して廃水を一夜静置沈澱せしめて翌朝上澄水を排出する如く設計されている．然し現実には沈澱池に沈澱物が相当たまり，廃水は沈澱池の表面を流れ概ね 20～30 分で流れ出る様であつたが一応図に示す各点で採水して水質を分析した．結果を第3図に示す．



第 3 図

即ち有機物（特に浮遊物）はこの沈澱池（約2ケ月連続使用しているので相当多量の沈澱物がたまつた状態）に於ては比較的速かに沈澱するらしく第2点迄で沈澱が終る様であつた．それ以後に於てはただ水質に変化がある程度であつた，即ちヨード消費量が増大した．

2）　濾過の効果

廃水を畑へ流すとか，窪地へためて地下浸透或は自然酸化蒸発により処理する方法が考えられる．実際に工場より出た廃水が河川から約 3m 位の距離で平行して窪地にためられ自然浸透を行つている例を調べた結果，河川水への影響は全然認められなかつた．そこで廃水を砂及び火山礫で濾過した場合どの程度浄化されるかについて実験して見た．川砂或は火山礫をガラス筒につ

め径 7 cm, 高さ 25 cm の層を作り之に前述と同様実験室で作つた廃水を川砂の場合 100 cc/15～20 sec の速度で通した結果第5表の結果を得た．即ち火山礫の場合には効果は少いが砂濾過すれば蒸発残渣にして約 80 % が濾過された．

第5表　廃水の濾過効果

条　件	蒸発残渣 g/L	蒸発残渣減少率 %
原　廃　液	8.47	—
砂　濾　過　液	1.65	80.5
火山礫濾過液	7.05	16.5

然しながらこの様な濃度の高い廃水に濾過法を用いる場合は濾過を連続することによつて濾過剤がつまり比較的速かに濾過が困難になる．然しこの結果は一応自然地下浸透の場合の有効性を実証するデータとして興味深い．

3）凝結剤添加の効果について

廃水を沈澱池に滞流させるだけでなく，同時に凝結剤を添加すれば沈澱効果が大きくなることは当然である．Brautlecht[2] は第1鉄，第2鉄の流酸塩，水酸化物，石灰，礬土，石炭の所謂「沈粉」等或は之等の混合系をすすめているが，その効果についての実験例は見当らない．

前記廃水を電気泳動法で調べた結果，濁り成分は負性電荷を示したので，之と反対の正電荷の凝結剤の効果を検討した．

用いた新鮮な廃水の性質は

蒸発残渣	5.52 g/L
灼熱減量	4.74 g/L
含窒素	9.7 mg/L
$KMnO_4$ 消費量	8.3 g/L

第6表　凝結剤の効果

条　件	pH 3日後	過マンガン酸カリ消費量 g/L 4.5 時間静置	灼熱減量 g/L		酸素消費速度（残存酸素 mg/L）	
			1時間後	1日後	1時間後*	1日後**
そのまま	5.5	7.4	3.62	2.72	7.9_5	1.1_3
硫酸ばん土 50 ppm	5.4_5	7.0	3.47	2.42	9.6	1.1_3
〃 〃 100 〃	5.7	6.9	3.32	2.39	9.9_5	1.6_6
〃 〃 500 〃	4.9	6.6_5	3.42	2.08	9.9_5	9.0
$FeSO_4 \cdot 7H_2O$ 鉄として 12 ppm	5.4	6.5_3	3.48	2.78	10.1_5	5.0
〃 〃 24 〃	5.6	7.2	3.26	2.54	12.3	5.8
〃 〃 120 〃	5.1_5	6.7_6	3.3	2.30	8.6	4.6_5
ベントナイト約 500 ppm	5.1	6.9	3.42	2.04	11.3	2.3_3
石灰 pH 10.5 迄	10.5	6.6	3.14	2.81	9.9_5	8.0
さらし粉約 500 ppm	5.1_5	6.7_6	4.08	2.75	10.1_5	4.8_5

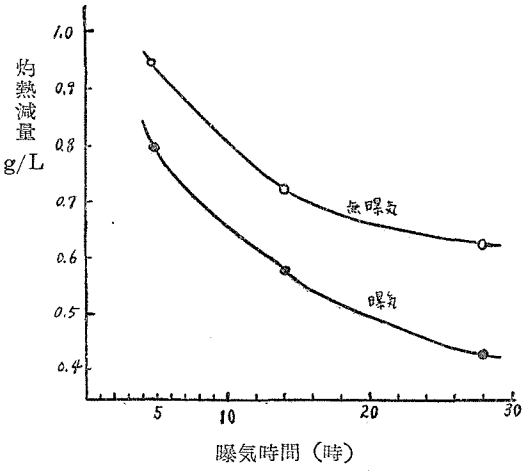
* 稀釈水酸素含量 10.6 mg/L で 1/10 に稀釈後開放状態で1夜放置後の残存酸素
** 稀釈水酸素含量 8.3 mg/L で 1/20 に稀釈密栓して1夜放置後の残存酸素

でこの水をそのまま瓶に入れて開放状態で常温に放置した．この場合種々の凝結剤を入れて上澄水の経時変化を追跡した．結果の一部を第6表に示す．

この結果によれば Al, Fe 等の凝結剤に相当沈澱促進の効果が大きいことが認められ，特に上澄水の酸素消費を改善しているので廃水の処理には重要な方法の一つと云えよう．工業的には比較的重要な鉄塩と石灰を併用する方法が期待されよう．

4)　空気酸化の効果

廃水にコムプレッサーを用いて送風し空気泡を送つて一種の曝気を行いその効果を調べた．又同時に凝結剤添加の影響も見た．



第 4 図

実験方法は 10 立の瓶に廃水を入れ数時間空気泡で曝気後約 15 時間静置してその上澄水の灼熱減量（有機物含量）を求めた。空気泡を送らないで放置した場合と比較して第4図にその結果を示した．

この結果を見るに曝気しない場合に比較して約 30％程度の有機物の減少が認められる様である．

結果は省略するが径 5 cm 長さ 1 m のガラス管に陶器環（1.5 cm × 1 cm）を充め，下から空気を送りつつ上から廃水を降らせる方法も実施したが大体同様の効果しか認められなかつた．

又この方法で凝結剤共存の場合についても実験を行つた．廃水の落下速度は 500～700 cc/min とした．硫酸礬土及び硫酸第一鉄を微量添加し 45 分曝気，10 l 瓶中で約 15 時間静置後上澄水の分析を行つた，又引続き1時間曝気，同様に 15 時間静置して分析を行つた．結果を第7表に示す．このデータから次のことが結論される．即ち凝結剤及び曝気の効果は相当認められる．特に十分曝気すれば大きい B.O.D. の改善が期待される．そして沈澱池に滞流した場合と同様に酸素の消費速度が大きくなつた．又曝気した場合には凝結剤として用いた Al も Fe もその効果は大差ない様であつた．

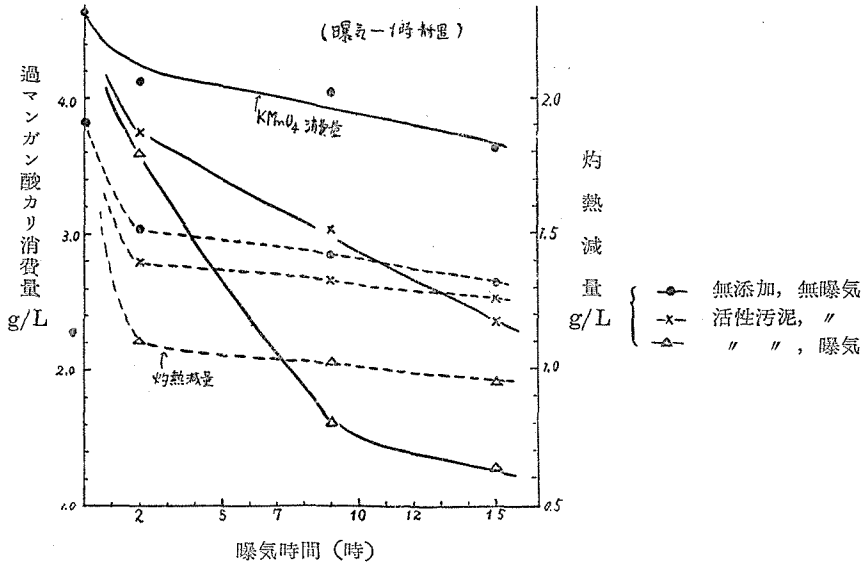
5)　活性汚泥の効果

下水溝（浴場の排水溝）に附着している所謂「のろ」を採集し，之に少量の燐酸アムモニウムを添加して二三日放置し，之を少量廃水に添加して曝気効果を見た．即ち約 10 l の廃水（1.9 g/L 灼熱減量のもの）に湿潤状態で約 30 cc の汚泥を添加し，前の実験と同様陶器環中を循環せしめた．温度は約 18～20°C で行つた．曝気処理後 1 hr 及び 15 hrs 放置後の上澄水の性質

第7表　凝結剤及び曝気の効果

条　　件	pH	灼熱減量 g/L	過マンガン酸カリ消費量 g/L	酸素消費速度* 残存酸素 mg/L
45分曝気 15時間静置				
No. 1 Al 50 ppm, 曝気	6.8	1.03	5.2	1.93
No. 2 〃 〃 無曝気	6.9	1.07	5.2	1.46
No. 3 Fe 50 ppm, 曝気	6.6	0.88	4.67	1.40
No. 4 〃 〃 無曝気	6.6	0.97	4.67	1.33
No. 5 無添加, 曝気	6.8	1.04	4.90	1.30
No. 6 無添加, 無曝気	6.8	1.40	5.10	1.33
継続1時間曝気15時間静置				
No. 1		0.60	3.4	6.0
No. 2		0.71	4.8_5	8.3
No. 3		0.54	3.6	4.0
No. 4		0.76	3.9_5	9.6
No. 5		0.73	5.0	1.8_6
No. 6		0.92	5.0	3.1_8

*10.2 mg/L 酸素含有水で稀釈 (1/20) 10～15°C 2日放置後の残存酸素量

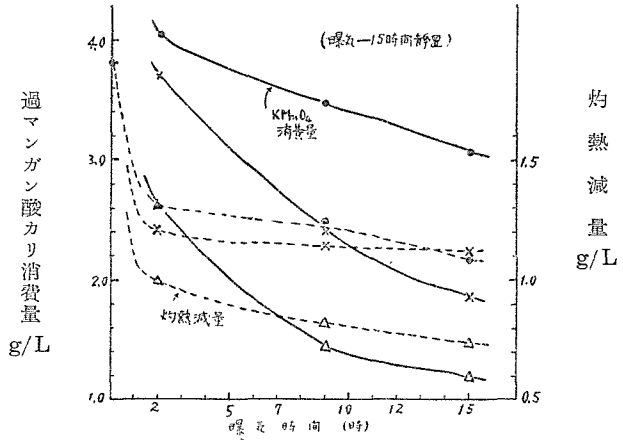


第5図

を調べた．結果を第5及び第6図に示す．横軸の時間は曝気（無曝気の時は静置）の時間であつて，曝気後放置の時間は加えてない．そして曝気—放置—曝気と連続して行つた．

即ち下水の汚泥の効果は極めて大きい，例えば9時間曝気して1時間静置した上澄水に於ては $KMnO_4$ 消費量は汚泥のない時に比べて約 64％減少していることが認められた．又下水汚泥を

用いる時は曝気後の沈澱速度も比較的速かになるので，約 10 時間の曝気を行えば数時間静置で十分沈澱が行われると結論された．



第 6 図

6）活性汚泥添加の場合の温度の影響

一般に生物の作用を用いる汚水の酸化は温度が大きい要因となるので，澱粉廃水についても温度の影響について考察して見た．特に本道に於ける澱粉の製造は 9 月下旬から 11 月に於て行われ比較的低温であるので特にこの問題を重要視しなければならない．

18～20°C の場合と 3～5°C で曝気した場合とを実験して比較した．実験の条件及び上澄水の灼熱減量を第 8 表に示す．但し曝気後の静置はいづれも 10～15°C で行つた．

即ち 3～5°C で曝気した場合は活性汚泥の効果が著しく低下してしまうことが明かになつた．この方法を本道の如き低温地域で実施するためには特別の顧慮が払われなければならない．

第 8 表　活性汚泥の効果に対する温度の影響

原廃水—蒸発残渣 1.97 g/L，灼熱減量 1.65 g/L

条件	蒸発残渣 g/L		灼熱減量 g/L		灼熱減量の減少率 %	
	18～20°C	3～5°C	18～20°C	3～5°C	18～20°C	3～5°C
2.5 時間曝気 1 時間静置の上澄	1.67	1.98	1.29	1.50	22	10
6 時間曝気 30 分静置	2.01	2.63	1.51	1.63	10	殆ど減少せず
6 時間曝気 20 時間静置	1.32	1.65	0.85	1.22	47	26

7）電解的処理方法

著者等が已に基礎的研究結果を報告した所謂「電解脱珪法[5]」を拡張して廃水の処理に適用し

てみた．脱珪には Al 板を電極に用いたが，この場合には実用の点を考慮して鉄板を用いた．用いた装置は 800 cc 容積の木槽に鉄板を適当枚数並べたもので之に廃水を流しつつ直流を通した[6]．鉄板の表面から溶出した Fe^{++} が一種の凝結剤として働き短時間の静置で上澄水は清澄化する．$FeCl_3$ を添加した場合と比較して実験結果を第9表にあげた．

第9表　電解的処理法

条件	Fe 添加量 mg/L	pH	5時間静置上澄水中の有機物 g/L	20時間静置上澄水中の有機物 g/L
電解法	12.5	6.5	1.18	1.18
	13.0	6.5	1.28	1.19
	70.0	6.2_5	1.14	1.06
	65.0	6.5	1.12	1.16
	122.0	6.0_8	1.18	1.26
塩化第二鉄	12.0	6.2	1.46	1.20
	10.5	6.4	1.42	1.18
	17.5	6.0	1.34	1.30
	50.0	5.4	1.40	1.46
	125.0	3.1	1.62	2.18
原廃水		5.6	1.60	1.45
活性汚泥添加		5.6	1.56	1.28

この結果から電解的処理法は凝結剤添加と比較して極めて効果の高い事が結論される．

又電解的に Fe^{++} を供給する方法は pH の変化が殆ど無いので中和剤の必要がない．或は実際に操業している脱珪法から考えて操作が極めて簡単である，しかも経費の面に於ても凝結剤添加と比べて非常に低廉である等の長所をもつている．将来澱粉工業が合理化された時にはこの方法を用いて廃水を凝結させ，それから何等かの方法で之を分別して飼料として利用する事が実用的に最も適した方法かと考える．

5 総　括

澱粉工場廃水の処理方法として二三の方法の基礎的実験を行つたが，凝結剤の添加，特に電解的添加方法，或は活性汚泥添加曝気等の方法に大きい効果が認められた．

現在の澱粉製造工業は極めて原始的なものであつて，このままでは廃水の積極的な処理はとても望めない．然しながら当然将来合理化され又製造も大規模になると考えられるからこの場合に積極的対策として第一に出来る限り濃度の高い蛋白水を排出する様にしてその量を減少させ，進んで之を上述の如き電解法で凝結分離して有効に利用する方策が適していると考える．活性汚泥添加法はその浄化能力は極めて大きいが，本道の如き低温の場合には特にその装置に保温上の問

題が起るし，又蛋白質の回収が全然出来ないと云う難点がある．

以上の研究はあくまでも小さい規模の基礎的研究に過ぎず，これを実際化するには当然相当大きい中間規模の試験が必要と思われる．例えば活性汚泥法に於ては，汚泥の添加量と栄養添加の問題，曝気の程度，撒布濾床法の適否，温度の影響，装置の設計等の重要な問題があり，又電解法に於ても，鉄のスクラップを用いる長期試験，交流を用いることの可能性，沈澱物の分離方式の検討その他の問題が考えられる．

この研究は北海道庁の要望により，北大理学部太秦教授を中心とする理，工，農，水産等の協同研究の一環であり，研究費の一部は北海道庁より御援助戴いたことを記して御礼申し上げる．又現地調査に御協力願つた狩太，網走，斜里地方の関係各位に厚く御礼申し上げる．

文　　献

(1) T. W. Ambrose: I. E. C. **46** 1331 (1954)

(2) C. A. Brautlecht: Starch 121 (1953)

(3) Sewage & Ind Waste (1953) 406, 591

(4) 岡本，大蔵，香山，大竹，諸住: 水産試報 (北海道) **7** 1 (1952)

(5) 岡本，大蔵，須藤: 電気化学 **19** 289 (1951)

山村，武貞 : 〃 **21** 71 (1954)

片岡: 火力発電: **15** 5 (1953)

(6) 岡本，大蔵，奥田: 北大工研報 **9** 137 (1953)