HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	馬鈴薯澱粉廃水に関する研究（第1報）
Author(s)	桑原, 驎児; 丹保, 憲仁; 神山, 桂一 他
Citation	衛生工学, 4, 1-31
Issue Date	1960-03
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/36147
Type	departmental bulletin paper
File Information	4_1-31.pdf

Hokkaido University Collection of Scholarly and Academic Papers : HUSCAP

馬鈴薯澱粉廃水に関する研究（第1報）

桑原麟児※　丹保憲仁※※　神山桂一※※※
島貫光治郎*　松本孝子**　砂川茂夫***

（昭和35年3月9日受理）

Investigations upon Potato Starch Waste (I)

Rinji Kuwahara, Norihito Tambo, Kēichi Kōyama,
Kōjiro Shimanuki, Takako Matsumoto, Shigeo Sunagawa

This is the first report of us about the starch waste behaviors in the stream and its waste treatment in Hokkaido.

1) On the case of Yamabe Village.

Waste water from several small factories having considerably high B.O.D.(600~800 ppm) pollute the small streams which receive these waste, as high as 10 ppm of B.O.D. or more. At the points along the Sorachi river where polluted streams flow in, there are high B.O.D. but about 50 Km down stream (at Akabira City) we can hardly detect a sign of pollution by starch waste. It means that the self-purification rate of starch waste is very high in the rapid flowing, oxygen saturated river.

2) On the case of Shari District.

Conbined waste of shieve-wash water and effluent of starch sedimentation tank has very high B.O.D. as about

---

※ 才3講座教授　　* 才3講座助手
※※ 才1講座助教授　** 才1講座助手
※※※ 才2講座助教授　*** 才2講座助手

3,000 ppm, but on potato-wash water not so high. To treat these waste, one of the best equipped factory has the three great sedimentation basins and a trickling filter but it seems having very poor efficiency because of many defects of design and inexperienced opertions.

As these factories situate near river mouth, the influence of waste from these may affect badly to the fishes (Salmons, Trouts) ascending the river from the sea.

まえがき

北海道における馬鈴薯の生産は年産約2355万俵に上り、主要農産物の一つである。この中240万～250万俵が食用及び種子用として道外に移出され780万～790万俵が道内において同様に消費され、残りの1,300万俵が澱粉の原料となる。そのため道内の澱粉工場は約1,800に上るが、現在稼動工場は約1,100の未粉工場と、綜合工場（所謂合理化工場）として20工場が存在する。

未粉工場の製品は更に精粉工場で製品化されるわけであるが、綜合工場では精粉まで一貫操業が行われている。これらの工場は多量の用水を必要とするとともに、多量の廃水を生じ、これを河川にとり河川に放流している。

北海道に於ける澱粉の製造は馬鈴薯の収獲期より積雪期まで即ち9月、10月、11月の僅か3ケ月間に一挙に行われ、その時季が鱒、鮭の産卵のための遡上期と一致し、水産上にも大きな危惧を与えている。

もともと馬鈴薯は約15%の澱粉を有するが、その澱粉量に対して未粉工場の製品の分止りは75～85%、合理化工場では95%と言う。残余は結局廃液として放流されるかまたは所謂澱粉粕の中に残ることになる。澱粉製造のための廃液には原料馬鈴薯を洗滌した水（洗滌廃水と云う）と磨砕した馬鈴薯から粕を分離した液を水とともに静置し、澱粉を沈澱させた上澄液（水簸廃水と云う）とがある。所謂澱粉粕は家畜の飼料や合成アルコールの原料になり廃水中には混らない。

福原氏[2]によれば洗滌廃水、水簸廃水の成分は略々表1に示す如くである。

表1　澱粉廃液の含有成分

成分＼区分	洗滌廃水	水簸廃水
全固形物 (ppm)	534.7	2,845.0
無機物 (〃)	354.2	830.7
有機物 (〃)	180.5	2,014.3
全窒素 (〃)	9.2	196.6
燐酸 (〃)	4.6	110.5
加里 (〃)	5.0	309.6

澱粉工場よりの廃液特に水簸廃水は多量の有機物を含み、そのまゝ放流すれば河川を汚染し、衛生上水産上の影響も亦考慮されなければならない。

著者等は北海道石狩川の支流空知川に廃液を放流する山部村の未粉工場大中小の3工場と斜里川に廃液を放流する合理化工場の1工場を選び、その廃液と放流河川の水質について調査研究し若干の知見を得た。こゝに発表する次第である。

北海道特に石狩川沿岸に於ける澱粉工場の現況

北海道には澱粉の稼動工場として1.370工場がある（昭和33年食糧事務所調査）。この内綜合工場は20工場で他はすべて未粉工場である。それらをその生産高別に見ると表2の如くであるが、綜合工場はすべて5,000袋

表2　北海道内生産高別澱粉工場数

年間生産高（袋数）	工場数	%
500 未満	168	12.2
500 ～ 1,000	261	18.9
1,000 ～ 1,500	193	14.0
1,500 ～ 2,000	138	10.0
2,000 ～ 3,000	258	18.8
3,000 ～ 4,000	155	11.2
4,000 ～ 5,000	78	5.7
5,000 以上	125	9.1
計	1,376	100.0

以上の中に含まれる。表に示される如く、全体の半数以上は2,000袋以下の小工場である。（1袋の澱粉生産には5俵弱の馬鈴薯を必要とする）。

石狩川並びにその支流沿岸の澱粉工場の分布状況は表3に示し、同河川の略図を図1に示した。即ち表3に見る如く石狩川沿岸の182工場について、その85%は空知川との合流点より上流の本流及び支流沿岸に存在し、特に空知川沿岸に多く、工場数は全体の$\frac{1}{3}$以上を占め、生産数に於ては$\frac{1}{2}$以上となつている。空知川合流点より上流の石狩本流と雨竜川との沿岸工場数は略々同数であるが、1,000袋以下の工場を見ると前者は43工場中僅かに7工場なるに対し、後者は42工場中30工場の多きに上り、生産額また前者は後者の2倍以上になつている。

図 1.　石狩川略図

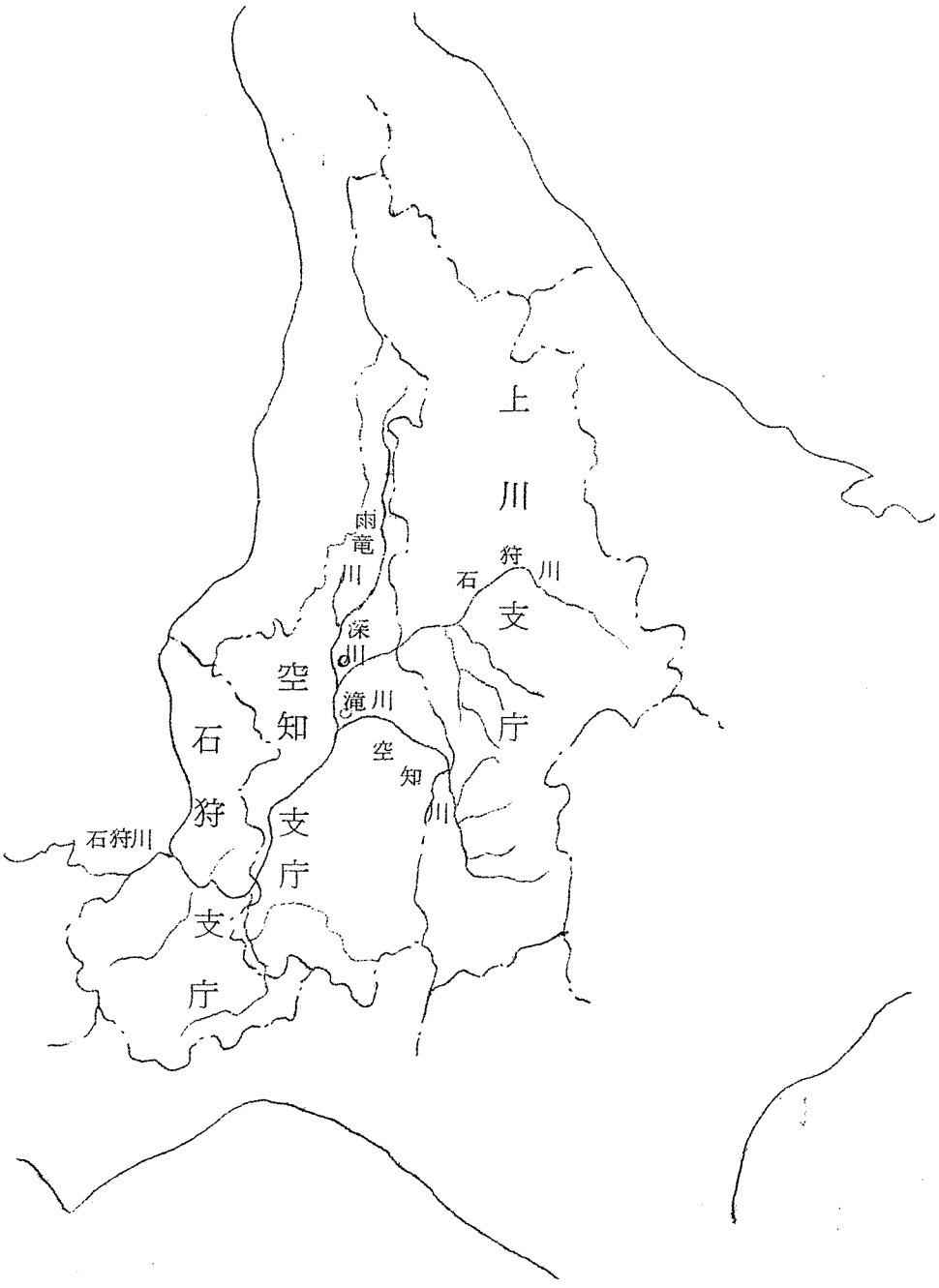


表3. 石狩川並にその支流沿岸の澱粉工場分布状態

生産袋別工場数 / 河川	1,000 袋以上		1,000 袋以下		計	
	工場数	生産袋数	工場数	生産袋数	工場数	生産袋数
石狩川（空知川との合流点より上流）	36	83,200	7	5,300	43	88,530
空知川	43	129,700	24	28,220	67	157,920
雨竜川	12	31,000	30	12,000	42	43,000
石狩川（空知川との合流点より下流）	17	22,500	13	4,950	30	27,450
計	108	266,400	74	50,500	182	316,900

山部村に於ける澱粉工場の現況

著者等が現地に於ける調査研究を企てた11月上旬には既に操業終了の町村が多かつたが幸にして全村の殆んどの工場が操業中の山部村を得た。

山部村は図2に示す如き地勢の村で、空知川が村を南北に貫流し、それに山部川、ユーフレ川等の小支流がそゝぎ、その小支流の沿岸に澱粉工場が点在している。これらの工場の規模を年間使用の俵数で表わすと表4の如くである。即ち5,000俵以上の工場が11工場、5,000俵以下の工場が15工場計26工場であり、総計約30万俵となる。

図 2.　山部村採水点略図

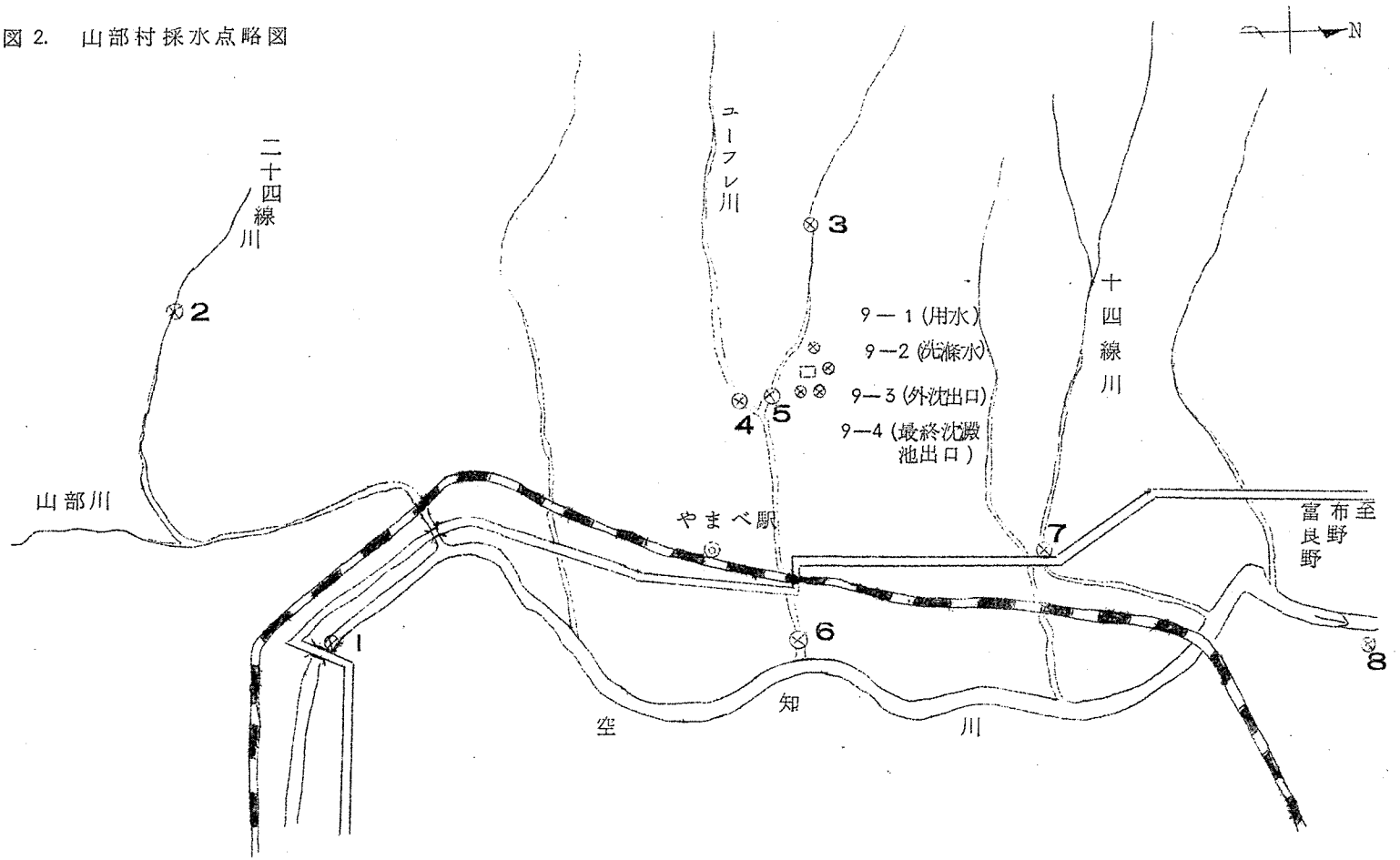

N
二十四線川
ユーフレ川
十四線川
2
3
4
5
6
7
8
1
9－1（用水）
9－2（洗滌水）
9－3（外沈出口）
9－4（最終沈澱池出口）
山部川
やまべ駅
至布野富良野
空知川

表 4.　山部村澱粉工場とその原料馬鈴薯使用量

工場	原料馬鈴薯使用量（俵）
I　工場	7,000
O　工場	6,000
S　工場	43,000
Y　工場	28,000
B　工場	20,000
A　工場	15,000
H　工場	10,000
AR　工場	17,500
E　工場	12,000
YD　工場	8,500
YB　工場	5,000
小計 11 工場	172,000
その他 5,000 俵以下の工場　15 工場	120,800
計　26 工場	292,800

何れにせよこれらの工場の規模は小さい。澱粉製造過程に於て先づ原料馬鈴薯は洗滌され（多くはこの洗滌廃水はそのまゝ放流されている）、磨砕された後、篩にかけられ沈澱池に導入される。沈澱池で沈澱した澱粉は乾燥製粉されるが、この沈澱池の上澄水はもう一度他の沈澱池に導入される。こゝでとれるのが所謂二番粉で外沈と称するのはこの沈澱池である。これまでは澱粉製造のための沈澱池であるが、外沈を出た水は廃水として最終沈澱池を経て放流されるのである。磨砕後篩にかけられた残余が所謂澱粉粕で、これは廃水には関係ない。

中斜里H合理化工場の概況

H工場は精粉の形までの製造を行う所謂合理化工場で本道に於ける最大規模のものであると言う。年間製造能力は1袋45Kgで20万袋、昭和34年に於ては約13万袋の生産をあげている。

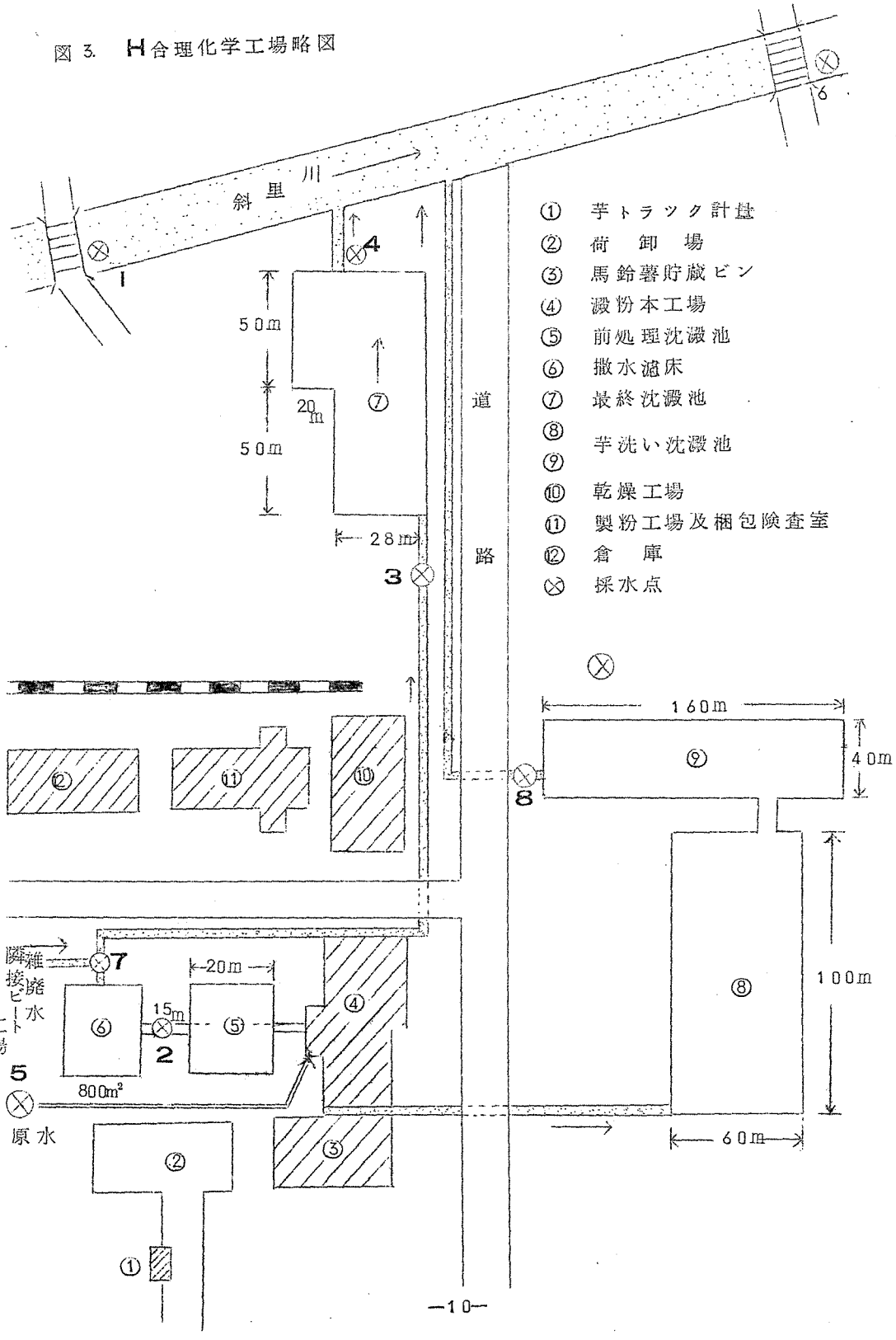
一般配置図は図３に示す如くである。

原料の馬鈴薯はトラックで搬入され①の計量で計量され、③の馬鈴薯貯蔵瓶に貯蔵される。馬鈴薯貯蔵瓶の芋は洗われて④の本工場に送りこまれる。芋洗い廃水は⑧⑨の沈澱池を経て斜里川に排出される。

工場よりの水澱廃水は⑤の最初沈澱池を経て散水濾床⑧（800m^2）にかけられる。散水濾床排出水は隣接ビート工場雑廃水で稀釈され、最終沈澱池を通じて放流される。散水濾床にかけられる廃液の濃度を下げるためのビート工場よりの雑廃水を⑤の後で原廃水と混合して行く方式に改造が行われつゝあつた。

(注) 本年より澱粉は２５㎏の袋を用い、これを１袋とするようになつたが、混乱をさけるため、本論文では従来の１袋４５㎏を使用した。Ｈ合理化工場は年産能力２５㎏袋で３６万袋とされているが、本報告は４５㎏に換算して２０万袋としたのである。なお４５㎏１袋につき普通工場では馬鈴薯５俵弱（１俵１５貫）を使い合理化工場では４俵強を使う。

図 3.　H合理化学工場略図



調査方法及び調査項目

(1) 山部村に於ける調査

山部村に於ては操業中のS工場（年間43,000俵）Y工場（同28,000俵）、O工場（同6,000俵）の大中小三工場を選び（試料番号9、2、7）その廃水を検査した。なおS工場では用水、原料洗滌水、外沈出口流水並びに最終沈澱池廃水について試験した。（試料番号9－1～9－4）。

また図2に示す如く、空知川の最上流（試料番号1）、S工場の上流にあるユーフレ川支流の一点（試料番号3）、この支流がS工場を通過してユーフレ川と合流する手前の一点（試料番号5）、ユーフレ川に於ける支流との合流点の手前の一点（試料番号4）、ユーフレ川が空知川に合流する手前の一点（試料番号6）、加えて空知川を更に下つた一点（試料番号8）、計13試料について調査した。

因みに、これらの各採水点の距離的関係を試料番号をもつて示すと、1－8間11Km、3－5間1.6Km、5－6間1.15Km　7とその支流が空知川に沿ぐ入口までの間0,4Km、2とその支流が空知川に沿ぐ入口までの間2,0Kmである。

採水は昭和34年11月7日午前9時より午後3時にわたつて行われ、試料は現地で検査を行う一方、直に研究室に持ち帰つてその日のうちに試験を開始した。採水前日は晴天、当日は雨天であつた。

検査項目は気温、水温、外観、臭味、色、透視度、PH、DO、COD、BOD、一般細菌数、大腸菌群数最確数（M.P.N）につき行つた。大腸菌群については完全試験まで行つたが、併せて各試料より得た菌株10苑についてIMViC—Systemによる分類を行つた。

(2) 中斜里H合理化工場に於ける調査

H合理化工場に於ては図3に示す夫々の地点で採水した。即ち工場用水原水（試料番号5）、これが工場を経て廃水となり散水濾床に流入する前の点（試料番号2）及び散水濾床通過後の点（試料番号7）をとつたが、これによつて散水濾床の効果が判定出来る。この廃水はその後雑廃水と混合して最終沈澱池に行くが、その前後の2点（試料番号3及び4）をとり、沈澱池の効果を見た。また以上と全く別系統の馬鈴薯洗滌廃水沈澱池流出水をとつた

（試料番号８）。

また斜里川にこれら廃水が放流されてから480m流下した点を採水し、同川の廃水放流前の点と比較した、（試料番号６及び１）。

検査項目はpH、DO、COD、BOD、一般細菌数及び大腸菌群数で大腸菌群は完全試験まで行い且IMViC—Systemによる分類を試みた。本試料採水は昭和３４年１１月２日（晴天）に行い前記同様の処置をとつた。

試　験　成　績

Ⅰ．山部村に於ける成績

山部村における調査は表５に示す如く午前９時に最上流調査地点山部橋附近の空知川の採水（試料番号１）に始まり、最下流調査地点布部大橋の採水（試料番号８）に至るまで、図２の地点１３試料につき約６時間を要した。

(1)　気温、水温、外観、臭味、色、pH、透視度

気温は採水開始時7.2℃より時刻の経過とともに少しづゝ上昇したが午前１１時、午後３時の9℃を最高として大した差はなかつた。水温は5.6℃乃至7.2℃で何れも気温よりやゝ低い程度であつたが、例外的にO工場廃水が9℃を示して高く、気温よりも高温であつた。

外観、臭味、色については川水は一般に淡青で臭なく、たゞユーフレ川支流の本流との合流手前の点（試料番号５）とユーフレ川がその支流と合流する手前の点（試料番号６）及びS工場用水（試料番号９－１）に於ては臭はなかつたが淡黄色で而も試料番号５を除き若干の濁りを見た。これは更に上流の小工場の廃水の影響と思われる。

透視度もこれと略々平行し清浄な地点では３０を越えたが淡黄色に濁つた前記の地点では２０以下となつた。工場廃水は何れも1.2～1.6で透視度も甚だ低い。

pHは川水は7.0～7.2で中性を示したが、廃水は酸性に傾き5.6～6.0を示した。

また著者等は試料番号1、5、6の採水地点に河床一帯に密生した古錦の如き菌塊を認めた。著者等は肉眼的鏡検的形態によつてこれをSpharotilus

表 5.　山部村河川及び澱粉廃水調査

試料番号	採水場所	採水時間	気温 ℃	水温 ℃	外観、臭味、色	PH	透視度	DO ppm	COD ppm	BOD ppm	一般細菌数 (1cc中)	大腸菌群 MPN (100cc中)	IMViC—System							流量 (ℓ/sec)
													E.I	EII	IMI	IMII	AAI	AAII	Irreg	
1	空知川 山部橋(東大演習林苗圃)	am 9.00	7.2	5.8	淡青、無臭	7.2	＞30	12.2	4.9	2.6	89×10	49×10		9			1			—
2	Y工場廃水 (二十四線川)	9.30	8.3	6.5	小豆色、生芋臭	6.0	1.2	6.5	874.0	708.0	50×10^4	92×10^4					10			1.39
3	ユーフレ川支流	10.30	9.0	5.6	淡青、無臭	7.1	＞30	11.6	1.3	3.1	16	20		2					1	—
4	ユーフレ川の支流との合流手前	11.00	9.0	6.0	同　上	7.1	＞30	11.9	6.7	0.3	31.5×10^2	54×10^2		2	4		4			364.9
5	ユーフレ川支流のユーフレ川と合流手前	11.00	9.0	6.0	淡黄色、無臭	6.9	21	10.3	16.7	16.2	36×10^3	17×10^3	4	5	1					70.3
6	ユーフレ川の空知川と合流手前	11.40	8.5	6.5	淡黄色(にごり) 無臭	7.0	14.1	10.5	8.3	14.6	34×10^3	79×10^2		8	2					1,068
7	O工場廃水 (十四線川)	pm 2.30	8.8	9.2	小豆色 生芋臭	5.8	1.2	0	844.0	788.0	16.5×10^5	35×10^5			1		9			1.44
8	空知川布部橋	3.00	9.0	6.1	淡青無臭	7.2	3.5	11.8	5.3	2.6	34.5×10^2	17×10^2	4	6						—
9の1	S工場(ユーフレ支流)の用水	2.00	8.5	7.2	淡黄色(にごり) 無臭	7.2	20.0	12.0	4.4	2.1	90×10^2	70×10	2	5	3					—
9の2	同　原料洗滌水	1.40	8.5	7.0	簿小豆色 生芋臭	7.0	1.5	10.7	19.4	13.4	17.5×10^4	16×10^4 以上	2	8						—
9の3	同　外沈出口	1.30	8.5	7.0	小豆色 生芋臭	5.9	1.3	—	867.0	894.0	—	—								—
9の4	同　最終沈澱池流出水	1.30	8.5	6.5	同　上	5.6	1.6	8.3	744.0	652.0	30.5×10^4	24×10^4					5	5		2.51

natansと考える。

(2) DO(溶存酸素)

DOは川水に於てはすべて10ppm~12.2ppmで大差はなく、若干の汚染も強い曝気のもと酸素を溶存しているものと思われる。工場廃水では、O工場廃水が全くOの値を示したがY工場廃水6.5ppm、S工場廃水が8.3ppmを示したのは予想以上の値であつた。

(3) COD(化学的酸素要求量)

CODは川水に於ては工場の影響のない試料番号3が1.3ppmで最低値を示し、その点よりユーフレ川を約1.6Km流れた試料番号5が16.7ppmで最高値を示したが、これはS工場廃水を受け入れた直後のためである。空知川本流の最上流調査点試料番号1が4.9ppm最下流調査点試料番号8が5.3ppmを示したのは、幾度かの途中汚染にも拘らず稀釈と自浄作用の影響が可成り強いものと想像される。

廃水では三工場中規模の最も小さいO工場(試料番号7)が844ppmで最高値を示し、次いでY工場(試料番号2)が874ppm、規模の最も大きいS工場では外沈出口(試料番号9—3)で864ppmであつたが廃水(試料番号9—4)では744ppmで最小値を示した。但し廃水に於けるこの程度の差はさして問題とするに値しない。

(4) BOD(生物化学的酸素要求量)

BODは川水では試料番号4が0.3ppmで最低値であつたが、最高値はCOD同様試料番号5の16.2ppmに見られた。最上流調査点試料番号1は2.6ppmで、最下流調査点試料番号8がやはり2.6ppmの同値を示し、略々安定した値であつたが、前記CODに於けると同様のことがBOD値からもうかがわれる。

廃水ではO、Y、S工場の順に788ppm、708ppm、652ppmで規模が小さいほど廃水は汚染している結果を見たが、何れも汚染度甚だしくこの程度の差は五十歩百歩と言つてよい。S工場の外沈出口では894ppmであつたが廃水では652ppmと下り、これまたCODと同様の結果を示した。

(5) 一般細菌数

ユーフレ川支流の上流試料番号3が細菌数最も少く1cc中僅かに16で

あつたが、途中汚染のため試料番号６では34,000となつている。空知川最上流調査点の試料番号1が890であつたのに対し、最下流調査点試料番号８は3,450で、途中の汚染を物語つている。一旦汚染をうけた場合細菌数がもと通りに減少するにはＢＯＤやＣＯＤと異り、更に長い時間と流下が必要であろう。河川が途中で可成りの汚染をうけていることはその他の地点で何れも1.000代或は10,000代を示していたころからも同われる。

工場廃水を比較すると０工場の１cc中165万が最も多く、次いでＹ工場の５０万、Ｓ工場の３０万５千でこの場合も亦規模の大小に逆比列して汚染度が高い。

(6) 大腸菌群数

大腸菌群数は完全試験まで行つたが、その最確数は一般細菌数と略々平行した。空知川最上流調査点の試料番号１が100cc中490であるのに対して同最下流調査点試料番号８は1,700となつていて、一般細菌数と同様の結果となつた。川水の試料の中で最も少なかつたのは前記各項目同様にユーフレ川支流の上流試料番号３でその数は２０に過ぎなかつたが、試料番号６に至り7,900となつている。その他の地点では何れも一般細菌数同様に1,000代～10,000代を示し、その値は一般細菌数と類似した。これは一般細菌数として示される値が１cc中なるに対して、大腸菌群数のそれは100cc中の数であるためであり、大体大腸菌群数は一般細菌数の$\frac{1}{100}$となつている。

工場廃水は何れも100cc中10,000代で一般細菌数と同様に０工場最も多く、次いでＹ、Ｓの順であつた。

IMViC—Systemによる菌型分類については、各試料とも僅かに１０菌株についてであるので決定的なことは言えないが、三工場とも廃水は殆んどがAerogenesで、E.Coliは１つもなかつた。これに対して川水には比率の差こそあれ、どの試料にも必らずE.Coliが見られ、総じてE.Coliが圧倒的に多数であつたことは、河川の大腸菌群汚染の原因に糞便汚染が大きな役割をなしていることを意味するものと思惟される。

Ⅱ. 中斜里Ｈ合理化工場における成績

中斜里合理化工場における成績は表６に示した。採水地点は図３に示してある。

表 6.　中斜里H合理化工場廃水調査

試料番号	採水場所	pH	DO ppm	COD ppm	BOD ppm	一般細菌数 (1cc中)	大腸菌群 MpN (100cc中)	IMViC System					
								EI	EII	IMI	IMII	AAI	AAII
5	工場用水原水	7.0	12.4	9.9	2.5	32	130	10					
2	散水濾床流入前	6.1	0	1,053.0	3,410.0	—	—						
7	散水濾床通過後	6.6	0	1,460.0	2,620.0	29.6×10^{6}	16×10^{4} 以上	3	1	4		2	
8	馬鈴薯洗滌廃水沈澱池流出水	6.4	2.2	20.8	18.8	—	—						
3	最終沈澱池流入水	5.6	0	21.6	610.0	—	—						
4	同　上流出水	7.2	—	20.6	580.0	22.1×10^{4}	54×10^{4}			10			
6	斜里川放流後480m下流	6.7	9.7	35.5	13.0	16×10^{2}	29×10			10			
1	斜里川放流前	7.0	10.9	16.4	2.7	—	—						

(1) pH.

斜里川放流前の試料（試料番号１）ではpH7.0であつたが、放流後480mの点（試料番号６）では6.7でやゝ酸性に向つていた。

用水原水（試料番号５）は7.0を示したが、廃水は酸性に傾き、散水濾床前の試料（試料番号２）では6.1、散水濾床通過の試料番号７では6.5となつていた。原料洗滌廃水（試料番号８）では6.3を示した。また最終沈澱池流入水（試料番号３）は5.6とやゝ強い酸性を示したが、同流出水（試料番号４）では7.2となつていた。

(2) DO

ＤＯ値は用水原水で12.4ppmであつたが、散水濾床流入前には０で而も散水濾床通過した試料までが０であつた。それからまた雑廃水と混合しつゝ流れ最終沈澱池に行くのであるが、こゝでも亦ＤＯ値０を示していた。原料洗滌廃水沈澱池を出た試料は2.2ppm程度の酸素を溶存していた。斜里川放流前では10.9であつたのが放流後480m流下地点では9.7になつていた。

(3) ＣＯＤ

工場用水原水のＣＯＤは9.92ppmであつたが、散水濾床通過の前後で1,053ppmと、1,460ppmで、寧ろ逆の結果となつている。最終沈澱池の流出水と流入水とでは21.6ppm、20.6ppmで極めて微少ながらその差を見ることが出来るが、この程度の差では沈澱効果があつたとは言えない。原料洗滌水沈澱池流出水は20.8ppmであつた。

斜里川の廃液放流前後の試料を比較すると16.4ppm、35.5ppmとなつていて480m流れたあとでも汚染の影響がなお続いているのが判る。

(4) ＢＯＤ

ＢＯＤは用水原水では2.5ppmであつたが散水濾床前では3,410ppmと極端に汚染し、散水濾床通過後は2,610ppmとやゝ回復している。最終沈澱池流入水と流出水は610ppmと580ppmであつたが、これを見ると沈澱効果は大した期待はもてない。原料洗滌廃水沈澱池流出水は18.8ppmであつた。

斜里川放流前と放流後480mの試料を比較すると2.7ppmから13.0ppmとなつていて、稀釈その他の影響はあつたであろうが、480m程度の下流では未だもとのような回復は望み得ないことが伺い得る。

(5) 一般菌数及び大腸菌群数

細菌検査は試料番号5、7、4 6の4試料についてのみ行つた。用水原水では細菌数1 cc 中 32、大腸菌群最確数 100 cc 中 130であつたが、散水濾床通過後では細菌数2900万、大腸菌群数16万に上り、最終沈澱池流出水にに於ても、細菌数は22万、大腸菌群数は54万を示した。なお斜里川放流後 480m では細菌数 1600 大腸菌群数290であつた。

IMViC—System による分類も表6に併せて示してあるが、これだけでは何も言い得ない。

考 察

北海道の澱粉工業は道内馬鈴薯全産額の55% 1300万表を原料とし9月～11月の短期間に全操業を終る。そのために 1000 余に上る工場が全道に散在し、大部分が小規模の操業を行い、ために比較的大量の用水を必要とし大量の廃水を排出し、必然的に両者を河川に求めねばならない。

加えてこの時期が恰も鮭鱒の遡上期に一致するところに問題がある。高安等[1]、岡本、大蔵等[3]、五十嵐[8]、は何れも産卵のための鱒鱒の遡河に対する澱粉廃液放流の影響を懸念し危惧している。

併し乍ら一方馬鈴薯は本道農業上の主要産物でその過半数が澱粉原料となつている現状から見て、澱粉の生産も亦重要産業の一つである。而して本道に於ける河川特に石狩川の沿岸には大小都市が点在し、大小の工場が林立し、その廃液の害も少しとしない。更にまた人口の都市集中は下水の量を増加し質を悪化させこれら汚水も又河川汚染の一因をなしていると云えよう。これらの原因が鮭鱒遡上に影響を与えないわけはなく、その減少をひとり澱粉廃液のみに帰せしむることも出来ない。勿論澱粉製造も現在の如き小企業から遂次大企業とし、一貫した合理化工場の下、徹底した科学的廃液処理後に放流せしめる方向に向うべきであり、また廃液処理法そのものについての研究も必要である。

岡本、大蔵等[3]によれば米国に於ても澱粉廃水問題は比較的等閑にされているが、これは製造方式が近代化され、規模も大きく、排水量が少いのに対し、放流河川が大きいためであろうと言つている。また特に問題になるよう

な廃水は、畑の灌漑に利用したり[4]、或は砂質土壌に滲みこませてその肥効を活用しているようである[5]。著者等は澱粉廃液処理の研究を企図する一方それに先立つて廃液が河川に及ぼす影響について調査を進めた次第である。

(1) 山部村河川及び澱粉廃水について

山部村に於ける調査で空知川の最上流調査点である山部橋の試料（試料番号１）について見ると、表５の如くPH は7.2 で透視度も３０を越え、臭味なく外観上も清澄であつた。またＣＯＤ 4.9ppm、ＢＯＤ 2.6 ppmあつたことは河川としてはまだ清浄の部に屈する。また細菌数１cc 中 890、大腸菌群数100cc 中 490の値は河川として必らずしも大きな汚染とは言えない。桑原等[6]は東北一山村部落の流水調査で部落入口での流水が１cc 中一般細菌数２５遠藤赤変菌数１３に過ぎなかつたのが僅か１００戸の部落を通過すると一般細菌数1000 以上、遠藤赤変菌数 100以上になつたことを報告している。

ユーフレ川支流の上流点（試料番号３）では、外観清澄、PH7.1 、透視度３０以上で、ＣＯＤは1.3 ppm ＢＯＤ３１ppmでＢＯＤを除く他の項目では試料番号１より更に清浄に見えた。ＢＯＤ 3.1hmmはこの地点としては若干高いように思われる。一般細菌数１cc １６、大腸菌群数100cc中２０であつたが、これは上流にもはや汚染するような原因がないためであろう。

この流れがＳ工場を経てユーフレ川との合流点手前の試料（試料番号５）になると、淡黄色、hH6.9 透視度２１、ＣＯＤ 16.7ppm、ＢＯＤ 16.2ppm となり、一般細菌数１cc 中 26.000、大腸菌群数100cc 中 17,000と明らかに汚染のあとを見せているが、Ｓ工場始め、それ以前に諸所で澱粉廃液の流入をうけたためと考えられる。

Ｓ工場の廃水の流量は 2.51l/secで、この川の流量が 7031/secで、この廃水は約 280倍に稀釈されているわけであるが、ＢＯＤ値で見ると 652ppmの廃水流入を受けた川が 16.2ppm（約$\frac{1}{40}$）になつている。一方Ｓ工場廃水がこの川にどの程度のＢＯＤ負荷を与えたかを理論的に計算すると、652×2.51/703≒2.5mg/l となる。即ちＳ工場廃液は常にこの川のＢＯＤ値を 2.5だけ高めていることになる。この上流地点試料番号３に於てはＢＯＤは3.1ppmであつたが、Ｓ工場に至るまでに若干の工場が存在し、既に相当の汚染を受け、こゝでまたＳ工場廃液によつて汚染が強められたと見るべきで

ある。それにしても一工場の廃水でＢＯＤ 2.5ppm の負荷を与えられることは大きいと言わねばならない。

この川水がまたユーフレ川と合流するのであるが、本流側の合流点手前（試料番号４）を見ると、何れの試験項目から見ても、試料番号５より清浄で、透視度３０以上、pH7.1、ＣＯＤ 6.7 ppmで、ＢＯＤは特に低く 0.3 ppmであつた。また細菌数も１cc 中 3150、大腸菌群数 100cc 中 5400 であつた。なおユーフレ川支流が流量 703l/secなるに対し、本流は 365l/secで支流の方が 1.9倍の流量を有する。これらのＢＯＤ値は夫々 0.3 ppmと 16.2ppmであるから両者が合流した直後のＢＯＤ値は理論的には (0.3×365＋16.2×703)/(365＋703)≒10.8 ppmで求められる。これが約 1.5 Km 流れた試料番号６ではＢＯＤ 14.6 ppmとなつているのはやはり途中の汚染が加かつたためと見なければならない。試料番号６は他の項目に於てもＣＯＤ 8.3ppm、透視度 14.1，一般細菌数１cc 中 34,000 、大腸菌群数 100cc 中 7,900 等可成りの汚染をもつて空知川に流入している。この地点に至るまででは、汚染累加の程度甚だしく自浄作用をはるかに上廻つている。

かく多くの支流を集めた空知川の山部村に於ける最下流調査点試料番号８を見ると、ＤＯ 11.8ppm ＣＯＤ 5.3 ppm、ＢＯＤ 2.6 ppm、一般細菌数１cc 中 3,450 、大腸菌群数 100cc 中 1,700 で、最上流調査点試料番号１と略々類似の値を示しており，後述の如く、自浄作用の強い働らきを物語つている。この地点での透視度が甚だしく低下していたのはこの採水が最後で折しも急激な雨の影響で濁度を増したためである。

放流廃水を三工場について見ると、当然乍ら何れも小豆色、生芋臭を有しPH はＹ工場 6.0、Ｏ工場 5.8、Ｓ工場 5.6 と酸性に傾き透視度はＹ工場Ｏ工場とも 1.2、Ｓ工場 1.6 であつた。また三工場中最少のＯ工場では、ＤＯ値 0hhm 、ＣＯＤ 844ppm、ＢＯＤ 788 ppm、Ｙ工場ではＤＯ値 2.5 ppm、ＣＯＤ 874ppm、ＢＯＤ 708ppm、最大の規模のＳ工場ではＤＯ値 8.3ppm ＣＯＤ 744ppm、ＢＯＤ 652ppmとなつていて、これら三者の中ではＳ工場がやゝ良好に見えるが大差ではない。

細菌学的に見た場合、Ｏ、Ｙ、Ｓ工場の順に、一般細菌数は１cc 中 165 万、５０万、３０万５千、大腸菌群数は 100cc 中 350万、９２万、２４万

となつていて小規模な工場ほど細菌汚染が甚だしい結果になつているが、これは生産工程に於ける使用水量にもよることでこの結果から処理の批判は出来ない。

S工場について用水より放流までの汚染過程を見ると、用水（試料番号9－1）はpH7.2、透視度20、DO 12.0ppm、COD 4.4 ppmBOD 2.1 ppm、細菌数1cc中9,000、大腸菌群数100cc中700であつたが、原料洗滌廃水ではんH 7.0、透視度1.5、DO 10.7ppm COD 19.4ppm、BOD 13.4ppmとなつて可成り汚なく、細菌数、大腸菌群数も亦増大している。併し乍らこの程度の汚染度は水簸廃水に比較すれば問題にならず、水簸廃水は外沈出口の試料（試料番号9－3）ではpH5.9、透視度1.3COD 867hhm BOD894 ppmと非常に汚いことを示している。福原[2]によれば、表1に示したように、洗滌廃水と水簸廃水とは全固形物で前者は534.7ppm 後者は2845.0ppmで、しかもその内有機物は前者180.5 ppmなるに対し、後者2014.3ppmとなつていて後者が10倍以上なるを示している。著者等の結果でBOD、CODにあられた両者の著るしい差は、この有機物含量の差によつて容易に首肯される所である。

更に最終沈澱池流出の廃水（試料番号9－4）を見ると、COD 744ppm BOD 652ppmで前記試料番号9－3より若干良好とはなつているが、改善されたとは言えない。もともと澱粉廃液は澱粉をとるために二度の沈澱を経て来た残余のものであり、同様の単なる沈澱によつて有機物その他を除去しようと云うことは根本的に無理であり、何等の効果がないのが当然である。

S工場始め多くの澱粉廃液を集めたユーフレ川はやがて空知川に流入する。この汚染が空知川本流にどの程度の汚染を与えるかを、澱粉生産期の最も渇水した場合をとつて考えて見よう。石狩川水系資料流量年報[7]昭和31年に山部村に最も近接した空知川芦別観測所に於て、この時期で最少流量を示しているのは10月7日20.1ﾄﾝ/secである。この状態の時にユーフレ川の流水が試料番号6の状態で流入したとすると、BOD値で計算して、ユーフ

レ川流量 10681/sec 、 B O D 14.6ppmであるから簡単にユーフレ川が運びこむ総B O D負荷は

14.6mg/l×1068l/sec=15.6gr/sec で、空知川に流入すれば

15.6gr/sec÷ 20,000l/sec=0.78mg/l 即ち0.78ppmだけ空知川のB O D値を増大することになる。

勿論このような計算から常に正確な値を得ることは所詮不可能であるが、附加B O D 0.78ppmの値は一応の目安として認められてよいと思われる。そうするとユーフレ川は空知川に対して0.78 ppmのB O D負荷を与えていることになる。このことは単にユーフレ川のみならず、澱粉工場を有する一帯の小支流が大小のB O D負荷を空知川に与えていることになり、その影響は少いとは言い得ない。

併し乍ら一方このように汚染された川水も最下流調査点布橋ではB O D 2.6 ppmで最上流調査地点山部橋と同値となり、その他の項目から見ても同様に浄化されていることが判る。

このことは山部村のみならず一帯の町村が澱粉生産地帯である以上、山部村上流に於て幾度か廃液流入をうけた河水が次才に浄化されて当村に入り、また汚染され浄化されて下流の町村に行き、同様ことをくりかえしているものと考えられる。山部村のみについて山部橋で見られた水質の河水は汚染浄化をくりかえしつゝ 11 Km を流れて布部橋では略々山部橋と同様な水質になつたものと考えられ。従つて澱粉生産地帯を貫流している際に於てすらこの程度の汚染度を保つているのであるから、一旦汚染流入のなくなる地域にまで流下すれば河水は相当速かに清浄となることが期待できよう。事実、空知川に於てもこのような汚染をうけるのは山部村の下流約 20 Km まで、 52.6Km 下流の地点赤平市〔石狩川との合流前 19 Km 〕に於ては表7に示す如くB O D値 0.4 ppmでその他の項目から見ても可成り清浄になつている。赤平市に於ける調査は山部村の調査と同日ではないが同時期の澱粉生産期に於て著者等が行つたものである。

澱粉生産期が鮭及び鱒の産卵遡上期と一致するため高安等[1]は澱粉廃液が産卵期の鮭の遡上を著るしく阻害していると述べ、また五十嵐[8]は斜里川等の例をひき澱粉生産は9月、10月11月の3ヶ月であるが鱒の遡河は7月～9月鮭のそれは9月～12月で、澱粉廃液のため遡河が妨害されないのは鱒に於ては始めの2ヶ月、鮭に於てはあとの1ヶ月のみであると論じている。また高安等は公共用水一般水質標準としてのBOD 5 ppm以下、DO値5 ppm以上は鮭、鱒のような清流を好む魚族に対してはそのまゝ適用することは出来ず、少くともBOD 2～3 ppm以下、DO値6～7 ppm以上でなければ満足出来ないと言つている。

才7　赤平に於ける空知川水質調査

項目	数値	項目	数値
水温	2.1	DO	12.5ppm
PH	7.2	COD	12.4ppm
透視度	10.8	BOD	0.4ppm
NH_3	0.07ppm	一般細菌数（1CC中）	4100
NO_2	0.014ppm	大腸細菌数（100CC中）	490
NO_3	0.23ppm		
Cl	8.7ppm		

著者等の山部村を中心とした空知川調査の結果から見ると、澱粉廃液を直接放流する小支流では、魚類の遡上は不可能と言える。

これら小支流の流入をうけた本流では流水に従つて稀釈浄化され、高安等[1]の言う標準値を満足するようになり、その限りに於ては、何等魚族に障害を与えることはないであろう。

更に石狩川との合流点近くの赤平市の結果を見ればもはや問題にならず、もしも石狩川に於て魚族に何らかの影響を与えるものがあるとすれば、それは少くとも空知川の澱粉廃液ではなく、他の工場鉱山廃水或は都市の屎尿等による汚染に帰すべきであろう。

問題は寧ろ澱粉廃液汚染の著るしい小支流が流入する本流の各地点でどの程度の汚染状態であるのか、多くの流入点をとつて考究しなければならないが、今回の調査ではそこまで発展し得ず、次回の研究に俟つ他はない。更に

またたとえこれら流入点及びその近くで高安等の言う標準を越えたとしても、間もなく標準を満足するようになる以上、局部的に標準を起す程度の若干の汚染も魚族遡上に影響があるものか否か、換言すれば魚族は若干のＤｏの不足、ＢｏＤの増加に対して、指示薬のｐＨに対する如く鋭敏に反応を示すものか否か、甚だ疑問であり、これまた今後の研究に俟つ他はない。

著者等は試料番号１，５，６その他各所に河床一帯に密生した古綿の如き菌塊が附着しているのを認めた。これを研究室に持ち帰えり、肉眼的鏡検的に検討した結果 Sphaerotilus natans と考察した。本菌はＥ・Ｗ・Taylor[2]及び五十嵐によれば chlamidobactericeaにぞくし、水深浅く動揺のはげしい酸素の多い河底に繁茂し、外観上は粘質物で被覆された毛ばだつ皮のように見える。顕微鏡下で見れば１ｐ×２～６ｐで鞘を有している。また澱粉廃液放流の河底や都市の下水、製糖工場、製紙工場等の下水によく繁茂していると言う。

著者等の採取した検体は肉眼的にも鏡顕的にもこれと同様であり、また Sphaerotilus はグラム陰性と記載されているが、著者等はこの点も確認した。この菌にとつて澱粉廃液中の有機物がよき栄養源となり、常時の曝気が成長増殖を助長したものと考えられる。この菌体の群落が魚類の鰓に附着し呼吸を害すると言われるが、その点についての検討は今回は行わなかつた。

(2)　中斜里Ｈ合理化工場の廃水について

本工場に於ては図３の如く工場用水は猿間川より採り、廃水は斜里川に放流されている。表６の如く工場用水原水（試料番号５）はｐＨ７０、Ｄｏ値12.4ppm ，ＣｏＤ 9.9ppm，ＢｏＤ 2.5 ppmで細菌数、大腸菌群数とも川水としては少い。

水銀廃水は先づ散水濾床にかけられる。散水濾床前後（試料番号２及び７）を比較すると、散水濾床前の試料はpH 6.1、ＣｏＤ 1053 ppm，ＢｏＤ 3410ppm で、当然乍ら非常に汚い。散水濾床通過後を見るとμH 6.6でやゝ中性に近づき、ＢｏＤは約２５％減少しているが、それでも 2620ppm で、ＣＯＤに至つては逆に僅かながら上つているのが見られる。また散水濾床前のＤｏは予想された如くｏであつたが、散水濾床通過後もＤＯがＯの値をとつていた。以上の結果から見て散水濾床がさして効果を上げていないことが

判る。

この廃水は雑廃水に稀釈されて最終沈澱池に導かれる。最終沈澱池への流入水（試料番号３）は試料番号７に比べてＣＯＤは$\frac{1}{70}$に、ＢＯＤは$\frac{1}{4}$に下つているが、これは雑廃水による稀釈が主たる理由であり、ＤＯは依然として０である。

最終沈澱池流出水（試験番号４）を見ると、その流入前の試料に比較してＣＯＤは、21.6ppmから20.6ppm、ＢＯＤは610ppmから580ppmに極めて僅かに減少している程度であつてこゝに於ても浄化の実は見られない。

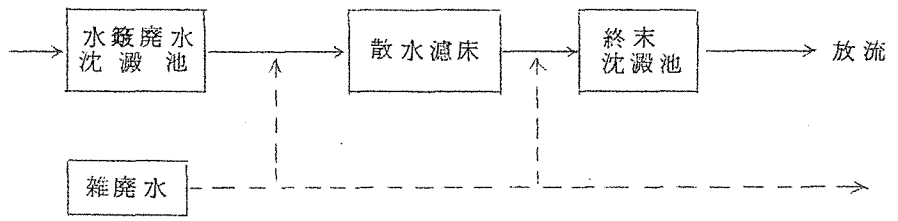
もう一つの系統として馬鈴薯洗滌廃水は全く別の沈澱池を経て放流される。この試料（試料番号８）ではＣＯＤ20.8ppm、ＢＯＤ18.8ppmとなつているが、水簸廃水に比較すれば可成り良好である。

これら両系統の廃水が斜里川に放流されているが、放流前の川水（試料番号１）はPH 7.0、ＣＯＤ16.4ppm、ＢＯＤ2.7ppmであつたのが、放流後480m流れた試料（試料番号６）ではｐＨ 6.7、ＣＯＤ35.5ppm、ＢＯＤ13.0ppmとなつていて、廃水の影響を顕著に物語つている。

思うに河川中に澱粉廃液が放流されて汚染が生じても、それは自浄作用等により比較的短区間に限られるようであるから著者等の調査の例で言えば山部村附近のような上流山間急流部の汚染は溯上魚類に必らずしも大害を与えるとも断定し難いが、斜里川の例の如く河口部に近接して工場が存在する場合は自浄作用を期待すべき距離もなく、河川の曝気も不充分でその結果汚水をもつて河口に堰をつくる如き感をまぬがれない。

(3) 現行の澱粉廃液処理方法の批判

北海道の澱粉工場で廃水処理を行つている殆んどのものは次の系統によつている。



斜里川流域の工場群はその代表的なもので日合理化工場はその１例である。

著者等は、その調査分析資料（表６）、前項に於ける考察並に現地視察の結果から現行の処理方法についての問題点を指摘し、将来への要望を述べることにする。

(i)　散水濾床

散水濾床は現在のところ殆んどの処理施設の主体を構成している。構造は連続流式の木枠玉石積みで、石は径２０～２５cm程度が大半である。通風はすべて自然通風であるが、特に通風を配慮した設計は見当らなかつた（例えば床を高くし通気床を設ける等）。

散水は木樋よりの溢流によつて流入させるもの、固定式ノズルによつて散布するもの等があるが一様な負荷を濾床に与え得るようなものは少く、またノズルの閉塞を常時心配しなければならないものが多く何れにせよ散水法の改善を必要とする。

またノズルによつて空中に吹き上げられた廃液は澱粉特有の泡を発生して濾床を覆い通気を更に害する等の欠点を有する。更にまた非常に濃度の高い廃液を直接濾床にかけている点にも問題があろう。

加えて操業期の９～１１月が北海道では水温は２℃～５℃程度にまで低下し、生物化学的処理には必らずしも適した温度ではなく、普通言われている５０％除去程度の能率をも期待することは根本的に無理である。更にこの濾床は夏期は全く使用されておらず、ために濾床生物は生棲していない。それが開始期になると直に廃液を通して作用を期待するのであるから、全く生物群の発生固着するひまはなく、単に濾床に廃液をかけて通過させているにすぎないと言う致命的な悪結果を生ずることになる。もしも現在の濾床で将来ともに処理を行うことを考えるならば、開始期の生物群の育成固着に必要な研究を積み、予備運転の時期を充分とつた後、本格的操業に入るよう考えねばならない。

以上のような諸種の欠点は前項で論じたようにＨ合理化工場に於ても散水濾床が効果をあげていない結果となつてあらわれている。

更にまた窒素と燐の化合物のような肥料成分を含む廃液処理の散水濾床上には時に過剰の生物の発生を見ることがあると報告されているが、表１の如く澱粉廃液も亦その一例である。もしも不必要な生物が局部的に発生するこ

とがあるとするならば、前記の不均一散水による部分的過負荷とともに濾床の運転に大きな阻害となるであろう。

(ii) 前処理及び終末処理用沈澱池

前処理としての沈澱池でのＢＯＤ除去率は殆んどの無に等しく澱粉廃液についてはビーカー中の静置によつても何等のＢＯＤ除去が期待出来ないことからも理解されるように、効果と言えば単にノズル等の閉塞を来すような物質を除くことぐらいが考えられるが、これも不明である。この見地からすれば存在は無用と考えられるが、たゞ洗滌廃水、雑廃水を混合して処理するような方式をとる場合、これらに混在する土砂その他の浮游物質除去のため必要となつて来るであろう。

また最終沈澱池も現在のまゝの設計では、単に沈澱用の水面積がとられてあると言つたことにすぎず、流入渦、偏流等に対する対策は全く考えられておらず、水理学的考慮を全面的に必要とする。事実著者等の調査に於て前項に述べた如く、最終沈澱池の効果が殆んどないことを見た。

以上論じ来つたように澱粉廃液に対する現在の処理施設は率直に言えばあまり働らいていないと言えよう。

澱粉廃液処理の根本的考え方は有機物の多い特別な廃液を低温下で、時期的には断続的に運転出来る処理方式を基本とするものでなければならない。この考え方に立脚した問題解決の方式として、著者等は一つは化学沈澱と他の処理方式の組合せ、もう一つは空気吹込曝気による方式について夫々研究を進めているが、前者は有機質多き廃液で採算のとれる高能率の方式をとることは仲々困難なようである。また後者は単純曝気と活性汚泥法等について検討しているが、単純曝気のみでは不充分であり、活性汚泥法に於ては始動期の活性汚泥の作製に問題がある。

これらについては今後の研究を俟つて詳細発表する考えである。

どのような処理方式をとるにせよ、建設には相当の規模を、運転には或る程度の知識を必要とするものであり、小工場には困難であるかも知れない。最近の傾向として集中的に所謂合理化工場が建設されつゝある。著者等は勿

論河川汚濁防止の立場から小汚染源が点在するよりは、合理化大工場に集中して、完全な廃液処理が行われることを望むものであるが、それには現行処理方式の徹底的改善否根本的建直しが必要となつて来る。

合理化工場とは生産の合理化と同時に廃液処理の合理化された工場でなければならない。澱粉廃液の処理は甚だ困難で、今後の研究に俟つ所が多い。またこの研究こそ水産資源の確保と農業生産の向上のための重要なる課題でもある。

結　論

著者等は北海道石狩川の支流空知川の上流に位する山部村に於て澱粉工場三工場を選びその廃液及び廃液による河川汚染の状態を調査する一方、斜里川沿岸中斜里に於ける合理化工場の廃液処理と河川汚濁の関係を調査し次の結論を得た。

1) 山部村の調査について

i) 工場廃液は三工場とも可成り汚染していてＢＯＤ 650～800ppm のものが放流されている。

ii) 本調査に於ける空知川最上流の採水地点に於ては、更にその上流に汚染源があるにも拘らず、ＢＯＤ 2.6ppm その他の試験項目から見ても河川としては汚いとは言えない。

iii) 大小の澱粉工場が存在する小支流はＢＯＤ１０ppm以上、その他の試験項目から見ても可成り汚染されて空知川に流入している。

iv) 澱粉廃液を含む小支流の流入によつて幾度か汚染をうけた空知川も、この調査の最下流地点では最上流地点と同様な程度に復している。

v) 更に５３Km下流の地点即ち石狩川との合流点より１９Km手前の点では山部村のみならず更に幾多の澱粉工場地帯を通過しているにも拘らず、澱粉廃液の影響は全く見当らない。

2) 中斜里Ｈ合理化工場について

i) 水簸廃水については散水濾床前の廃水は非常に汚れているが（例えばＢＯＤ 3410ppm)、散水濾床通過後も大した変化なく、散水濾床は期待されるほどの役目をしていない。

ii) 散水濾床通過後雑廃水と混和されて、最終沈澱池に流入するが、こ

の効果も亦期待出来ない。

iii) 馬鈴薯洗滌廃水は別系統の沈澱池を経て放流されるが、水簸廃水に比較すれば可成り良好である。

iV) これら両系統の廃水は斜里川に放流されるが、放流前の斜里川水質はやゝ清浄に近くＢＯＤ値 2.7ppm程度であるのに対して、放流後約500m下流で可成りの汚染を見る。（ＢＯＤ値 13.0ppm）、

V) この例の如く工場が河口に近接して自浄作用を期待する距離もなく曝気も不充分な所では、特に廃液処理の方法の改良によつてのみ問題が解決されるものと考えられる。

Vi) 総じて現行の廃液処理は散水濾床、沈澱池とも問題点多く効果は殆んど上つていない状態である。

本研究に要した費用は食糧庁昭和３４年度研究委託費によつた。記して謝する。

オ１報を閉づるに当り、本研究に種々の御援助を頂いた食糧庁林博技官、北海道立水産孵化場高安三次氏、山部村農協川西肇参事、松田栄二販売主任、北海道農務部今村豪夫主事、高井幸夫技師、全販連札幌支所富田四郎業務課長、溝口義夫氏、工藤幸也氏、北海道開発局旭川開発建設部村田忠治水課長、岡本孝氏、三原敬史氏、山部北大実習農場北村事務官、斜里オ一漁業協同組合参事池田政彦氏、常務理事石村茂氏その他現地において種々お世話頂いた多くの方々特に調査の便を与えられた諸工場の各位に深甚なる謝意を表する。また調査分析に援助を頂いた本教室の森、井上、小沢、芳村、駒形の諸君に感謝する。

参　考　文　献

1) 高安三次、籠龍司、黒田久仁男：澱粉工場廃水浄化方法の研究、水産孵化場研究報告　12, 37. 昭３２.

2) 福原ふ　1)より引用

3) 岡本剛、大蔵武、後藤克美、大竹好美：澱粉廃水処理に関する研究、北大工学部研究報告　11, 55. 昭２９.

4) Sew. and Ind. Waste　406,　591. 1953.

5) C. A. Brantlechte : Starch　121. 1953.(3)より引用)

6) 桑原驍児、島貫光治郎、佐瀬亘：東北一山村部落の衛生学的調査――特に水質と消化器伝染病流行を中心として、民族衛生　23. 146.昭３３.

7) 北海道綜合開発企画本部編：石狩川水系資料流量年報．昭３４

8) 五十嵐彦仁：北海道に於ける鉱工業廃水と水産被害（単行本）
楡書房　初版　札幌　昭３１.

9) E. W. Taylor : The examination of Water and Water supplies. 7Ed J. and A. Churchill Ltd. London. 1958.