



HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	馬鈴薯澱粉廃水に関する研究（第1報）
Author(s)	桑原，麟児；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



馬鈴薯澱粉廢水に関する研究 (第1報)

桑 原 麟 児 ※ 丹 保 憲 仁 ※※ 神 山 桂 一 ※※※
島 貴 光 治 郎 * 松 本 孝 子 * 砂 川 茂 夫 ***

(昭和35年3月9日受程)

Investigations upon Potato Starch Waste (I)

Rinji Kuwahara, Norihito Tambo, Keichi 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.

Combined 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 operations.

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、現在稼働工場は約 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穫期より積雪期まで即ち 9 月、10 月、11 月の僅か 3 ヶ月間に一挙に行われ、その時季が鱒、鮭の産卵のための溯上期と一致し、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	2845.0
{ 無 機 物 (")	354.2	830.7
{ 有 機 物 (")	180.5	2014.3
全 窒 素 (")	9.2	196.6
磷 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、そのまま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米粉工場大中小の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。ここ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働工場として1,370工場がある(昭和33年食糧事務所調査)。この内総合工場は20工場で他はすべて米粉工場である。それらをその生産高別に見ると表2の如くであるが、総合工場はすべて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。

图 1. 石狩川略图

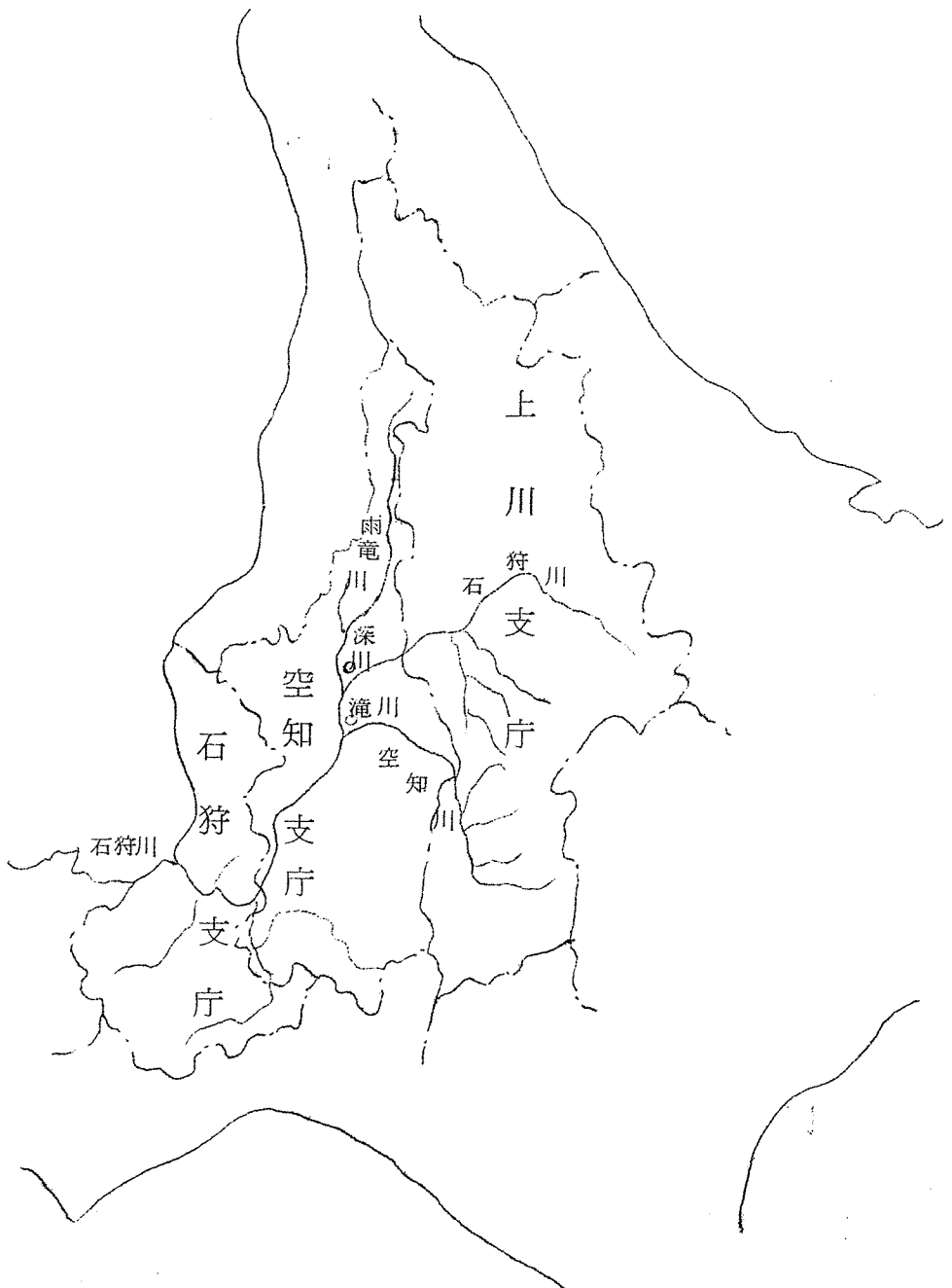


表3 石狩川並にその支流沿岸の澱粉工場分布状態

河 川	生産袋別工場数		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そぎ、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

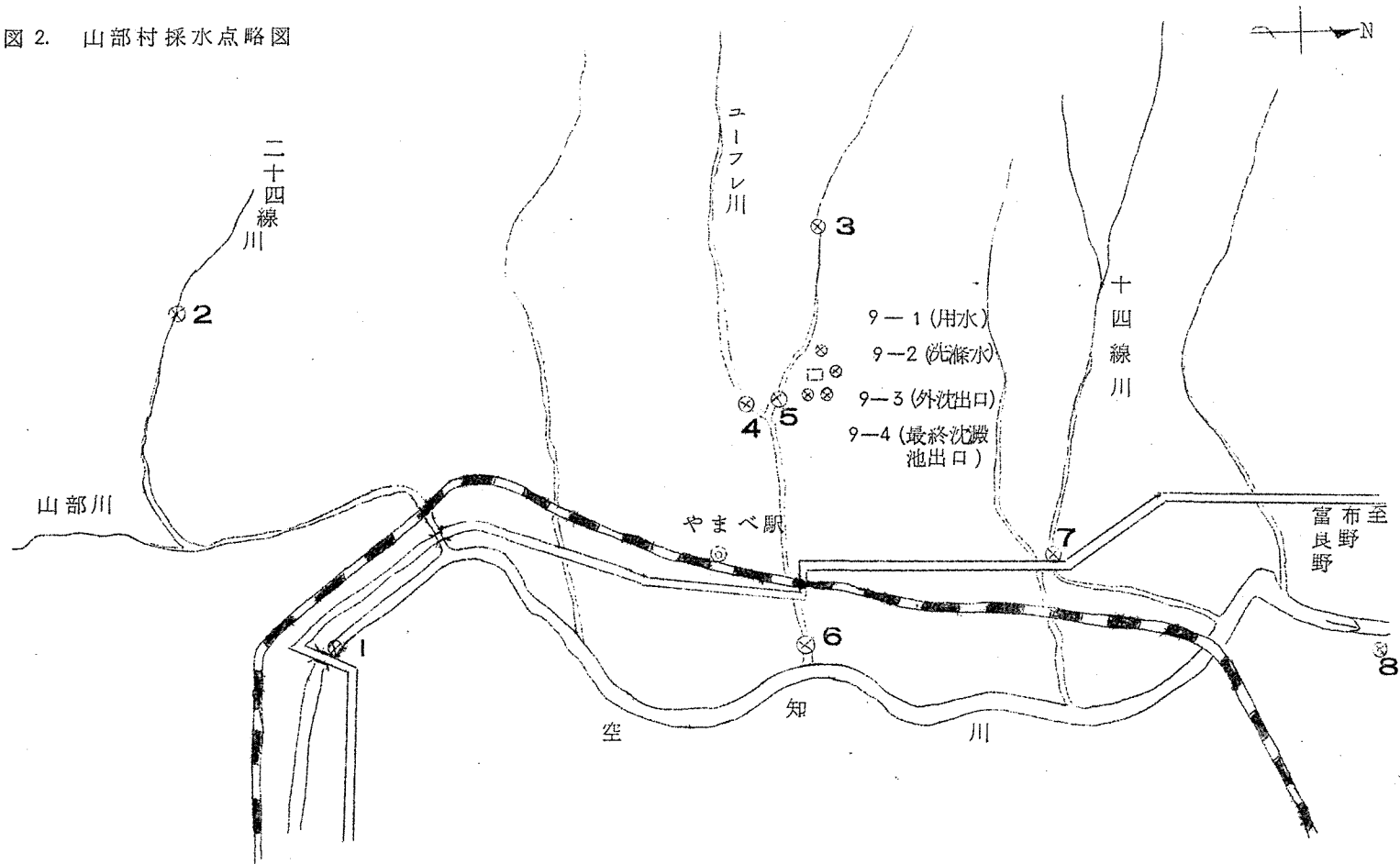


表 4. 山部村澱粉工場とその原料馬鈴薯使用量

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 45 kg 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。

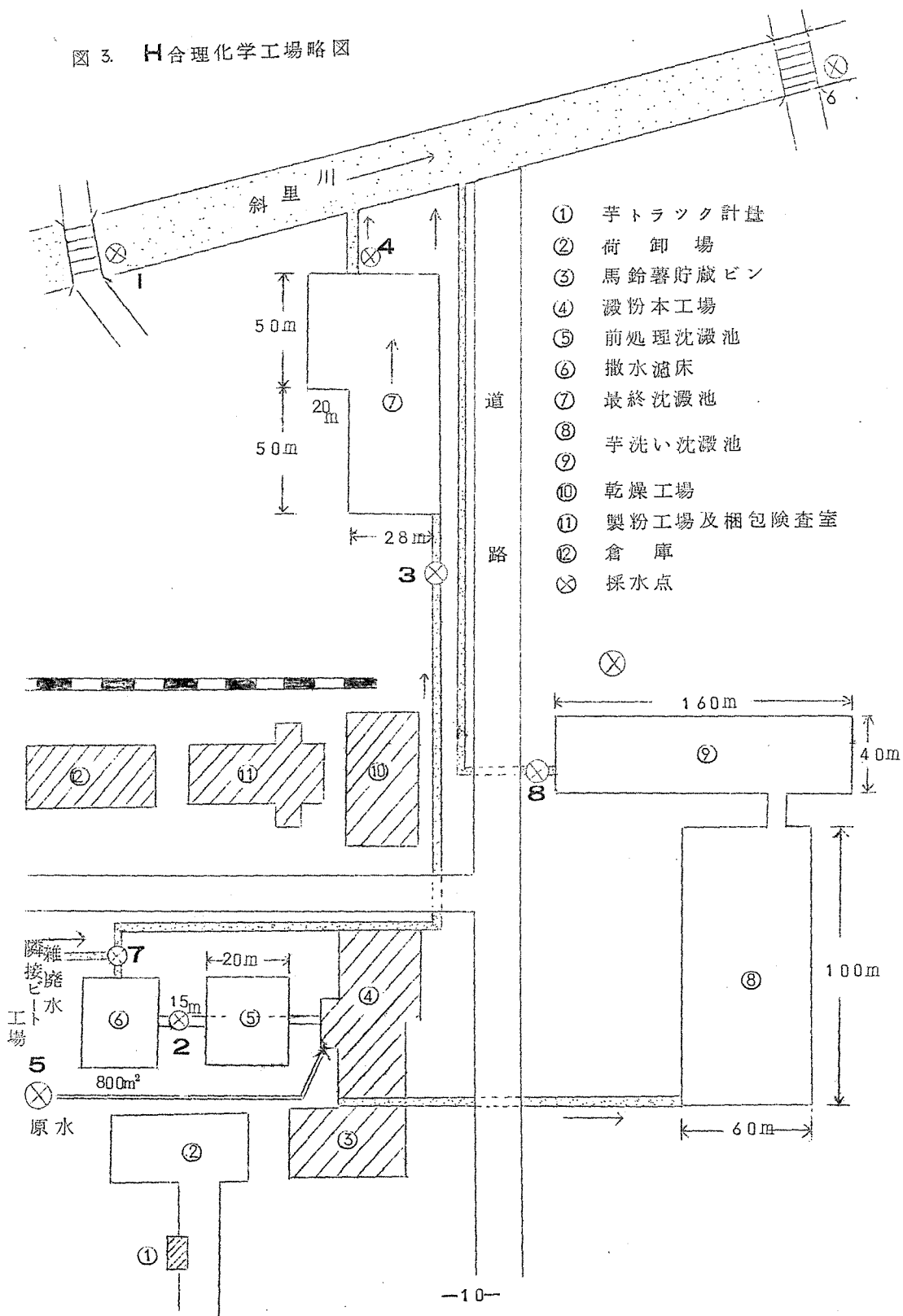
一般配置図は図 3 に示す如くである。

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。

工場よりの水鏡廃水は⑤の最初沈澱池を経て散水濾床⑧ (800 m²) にかかる。散水濾床排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 kg 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、本論文では従來の 1 袋 45 kg を使用した。H 合理化工場は年産能力 25 kg 袋で 36 万袋とされているが、本報告は 45 kg に換算して 20 万袋としたのである。なお 45 kg 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關係を試料番号をもつて示すと、1-8 間 1.1 Km、3-5 間 1.6 Km、5-6 間 1.15 Km、7 とその支流が空知川に沿ぐ入口までの間 0.4 Km、2 とその支流が空知川に沿ぐ入口までの間 2.0 Km 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 宛について 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った。

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つ上昇したが午前 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や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	lrreg	
1	空知川 山部橋(東大演習林苗圃)	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	2.1	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					1068
7	O工場廃水 (十四線川)	12.30	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	薄小豆色 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 0 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 1.6 Km 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、途中の汚染を物語っている。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 代を示していたところからも同われる。

工場廃水を比較すると O 工場の 1 cc 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。

(4) 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 100 cc 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 1 cc 中なるに対して、大腸菌群数のそれは 100 cc 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 100 cc 中 10,000 代で一般細菌数と同様に O 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 合理化工場廢水調查

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	1.6×10^4 以上	3	1	4		2	
8	馬鈴薯洗滌廢水 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	5.4×10^4			10			
6	斜里川放流後 480m 下 流	6.7	9.7	35.5	13.0	1.6×10^2	2.9×10			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 2.2 ppm 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 992ppm であつたが、散水濾床通過の前後で 1,053 ppm 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、35.5 ppm 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 2.7 ppm 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、散水滷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、必然的に阿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溯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鮭鱒の溯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っ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溯上に影響を与えないわけではなく、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っている。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才である。

(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 2.6ppm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 1°C 中890、大腸菌群数 100°C 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 1°C 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1.3ppm、BOD 3.1ppm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 3.1ppm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 1°C 16、大腸菌群数 100°C 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、pH6.9、透視度21、COD 16.7ppm、BOD 16.2ppmとなり、一般細菌数 1°C 中26,000、大腸菌群数 100°C 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 703l/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、 $652 \times \frac{2.51}{703} = 2.5\text{mg/l}$ 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1^{CC}中3150、大腸菌群数100^{CC}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16.2 PPMであるから両者が合流した直後のBOD値は理論的には
$$(0.3 \times 365 + 16.2 \times 703) / (365 + 703) = 10.8 \text{ PPM}$$
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ぬ。試料番号6は他の項目に於てもCOD 8.3 PPM、透視度14.1、一般細菌数1^{CC}中34,000、大腸菌群数100^{CC}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ゐる。

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 11.8 PPM COD 5.3 PPM、BOD 2.6 PPM、一般細菌数1^{CC}中3,450、大腸菌群数100^{CC}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、自浄作用の強い働きを物語つてゐる。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に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0.9 ppm、COD 844 PPM、BOD 788 PPM、Y工場ではDO値2.5 ppm、COD 874 ppm、BOD 708 ppm、最大の規模のS工場ではDO値8.3 ppm COD 744 ppm、BOD 652 ppm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1^{CC}中165万、50万、30万5千、大腸菌群数は100^{CC}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あるから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 12.0 ppm、COD 4.4 ppm BOD 2.1 ppm、細菌数 10^6 中 2,000、大腸菌群数 100°C 中 700であつたが、原料洗滌廃水では pH 7.0、透視度 1.5、DO 10.7 ppm COD 19.4 ppm、BOD 13.4 ppm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 pH 5.9、透視度 1.3 COD 867 ppm BOD 894 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 534.7 ppm 後者は 2845.0 ppmで、しかもその内有機物は前者 180.5 ppm なるに対し、後者 2014.3 ppm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 744 ppm BOD 652 ppm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するの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/秒 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 1068l/sec、BOD 14.6ppmであるから簡単にユーフレ川が運びこむ総BOD負荷は

$14.6\text{mg/l} \times 1068\text{l/sec} = 15.6\text{gr/sec}$ で、空知川に流入すれば

$15.6\text{gr/sec} \div 20000\text{l/sec} = 0.78\text{mg/l}$ 即ち0.78PPMだけ空知川のBOD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BOD 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0.78PPMのBOD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BOD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えない。

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BOD 2.6PPM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て11Kmを流れて布部橋では略々山部橋と同様な水質になったものと考えられ、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っ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20Kmまで、52.6Km下流の地点赤平市(石狩川との合流前19Km)に於ては表7に示す如くBOD値0.4PPM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溯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溯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ヶ月であるが鱒の溯河は7月～9月鮭のそれは9月～12月で、澱粉廃液のため溯河が妨害されない

オ 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		

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 5ppm以下、DO値 5ppm以上は鮭、鱒のような清流を好む魚族に対してはそのまま適用することは出来ず、少くともBOD 2～3ppm以下、DO値 6～7ppm以上でなければ満足出来ないと云っている。

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、魚類の溯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るれば、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尿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溯上に影響があるものか否か、換言すれば魚族は若干のD Oの不足、B O Dの増加に対して、指示薬のp H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・Taylor⁹⁾及び五十嵐によれば *chlamydoactericeae* 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たつ皮のように見える。顕微鏡下で見れば $1\mu \times 2\sim 6\mu$ 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。この菌にとって澱粉廃液中の有機物がよき栄養源となり、常時の曝気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った。

(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p H 7.0、D O 値 124ppm, C O D 9.9ppm, B O D 2.5 ppmで細菌数、大腸菌群数とも川水としては少い。

水簾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p H 6.1、C O D 1053 ppm, B O D 3410ppm で、当然乍ら非常に汚い。散水濾床通過後を見るとp H 6.6でやや中性に近づき、B O Dは約25%減少しているが、それでも2620ppm で、C O D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D Oは予想された如く0であつたが、散水濾床通過後もD Oが0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 $\frac{1}{4}$ に下がっているが、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。

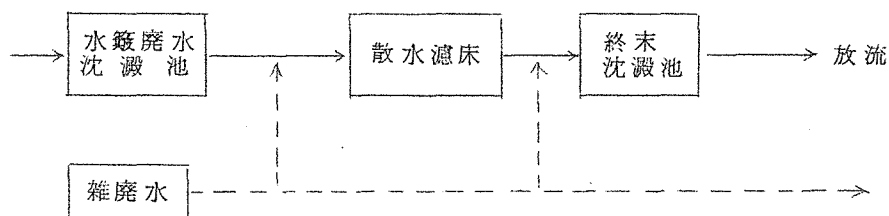
もう一つの系統として馬鈴薯洗滌廃水は全く別の沈澱池を経て放流される。この試料（試料番号8）ではCOD 20.8ppm、BOD 18.8ppmとなつてゐるが、水簸廃水に比較すれば可成り良好である。

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、COD 16.4ppm、BOD 2.7ppm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、COD 35.5ppm、BOD 13.0ppmとなつていて、廃水の影響を顕著に物語つてゐる。

思うに河川中に澱粉廃液が放流されて汚染が生じてても、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らるゝとも断定し難いが、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ゐる殆んどのものは次の系統によつてゐる。



斜里川流域の工場群はその代表的なものでH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ど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 20～25 cm 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卒直に言えばあまり働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BOD 10ppm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) 水簾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十分な所では、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。

才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、斜里才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、麓龍司、黒田久仁男：澱粉工場廃水浄化方法の研究、水産
増化場研究報告 12, 37. 昭 3 2 .
- 2) 福原： 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 2 9 .
- 4) Sew. and Ind. Waste 406, 591. 1953.
- 5) C. A. Brantlechte : Starch 121. 1953. (3)より引用)
- 6) 桑原麟児、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 3 3.
- 7) 北海道総合開発企画本部編：石狩川水系資料流量年報 . 昭 3 4
- 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 3 1 .
- 9) E. W. Taylor : The examination of Water and Water
supplies. 7Ed J. and A. Churchill Ltd. London. 1958.