

- I 濁水の淡水魚類に及ぼす影響について
- II 奥多摩湖たん(湛)水後の多摩川(上流域)
水温の変化について
- III ニジマスの貧血を伴う肝臓脂肪代謝障害
について

東水試出版物通刊 No. 132

昭和35年10月

東京都水産試験場

目 次

I 濁水の淡水魚類に及ぼす影響について

1 緒 言	1
2 ニジマスの呼吸量に及ぼす影響について	1
1) 材料及び方法	1
2) 結 果	3
3) 考 察	4
3 魚類に対する濁りのけん忌量及び致死量について	4
(1) ニジマスのけん忌量について	4
1) 材料及び方法	4
2) 結 果	4
3) 考 察	7
(2) ハヤの卵及び稚魚に対する致死量について	7
1) 材料及び方法	7
2) 結 果	7
3) 考 察	8
4 4 魚類に対する硫酸アルミニウムのけん忌量及び致死量について	9
(1) けん忌量について	9
1) 材料及び方法	9
2) 結果及び考察	9
(2) 致死量について	12
1) 材料及び方法	12
2) 結果及び考察	13
5 総 括	14
6 文 献	14

II 奥多摩湖たん(湛)水後の多摩川(上流域)水温の変化について

1 緒 言	17
2 河川及び観測地点の概要	17
3 調査方法	17
4 調査結果	17

5 要 約	19
-------	----

Ⅲ ニジマスの貧血を伴う肝臓脂肪代謝障害について

1 はしがき	23
2 材料及び方法	23
3 結果及び考察	24
4 要 約	27
5 文 献	27

は し が き

昭和32年6月に完成した小河内ダムは、その後満々たる水をたたえて名称も奥多摩湖となり、今後全都民から淡水魚の好漁場としても大きな期待がよせられている。

しかしながら、このダム建設工事のため、それより下流の多摩川は、泥土による混濁がものすごく、多摩川に生息する魚類に大きな被害を及ぼした。

又、完成後は湖水が成層化するにしたがつて、低水温の水を放出するようになったので、ダム下流域の水温は極度に低下し、魚類の成長を阻害する結果となつた。

当场奥多摩分場では、濁水の魚類に及ぼす影響をみるため、昭和30年から試験を開始するとともに多摩川の調査を行つた。

ダム建設が各地にあいついで行われている今日、この報告が漁業被害問題などの資料として役にたつことがあれば幸である。又、奥多摩分場は冷水性魚類、特にニジマスの養殖技術の向上を図るための改善、各種餌料試験などを行つてきたが、最近全国的に問題となつているニジマスの肝臓障害をとりあげ、昭和33年度から研究を始めたが34年度は、東京水産大学と共同で本格的にこの問題にとりくみ原因の追及を行つたので、その概要をあわせて報告する。

昭和35年10月

東京都水産試験場長 鈴木 順

I 濁水の淡水魚類に及ぼす影響について

1 緒言

最近、水質汚濁については問題が多く、本州製紙江戸川工場問題や水俣病等で一般人の関心も深くなつて来たが、これらがジャーナリズムの波にのつて花々しく報道されるのに反し土木工事による河川水の混濁については、被害が急激でなく、人命にも関係がないことなどから研究もいたつて少ない。

東京都においては、多摩川上流(旧小河内村原)に水道用貯水池として小河内ダムの建設が始まり、昭和27年から32年までは多摩川の水は常に混濁状態であつた。そのため、アユ・ハヤ・マス類に多大の被害を及ぼしたが、その程度を知るための資料が全く乏しく、補償問題の解決を長びかせる結果になつた。

奥多摩分場では、濁水に関する基礎的な実験を行うことになり次の5項をとりあげた。

2 ニジマスの呼吸量に及ぼす影響について

コイ・フナと異り、清流に生息するニジマスが、濁水中に入れられた場合、当然魚体に異常が起るものと思われるが、第1に呼吸状態の変化があげられる。そこで、どの程度の濁りが影響するかを、溶存酸素消費量の変化を調べる方法で試験した。しかし、担当者の都合で実験を途中で打ち切つたため、結論を得ることができなかつたが、一つの傾向がみられたので報告する。

1) 材料及び方法

供試魚 ニジマス零年魚 体長7.5～10.1cm

供試土 小河内ダム建設現場の沈殿池から採取したものを風乾後、80メッシュのふるいでふるつて用いた。なお土の性質は、非凝結性不均一の砂泥で、多少の粘質を含み、石英長石が主(19/20)で有色鉱物が少ない(1/20)ものである。(東京水産大学新野弘教授鑑定)

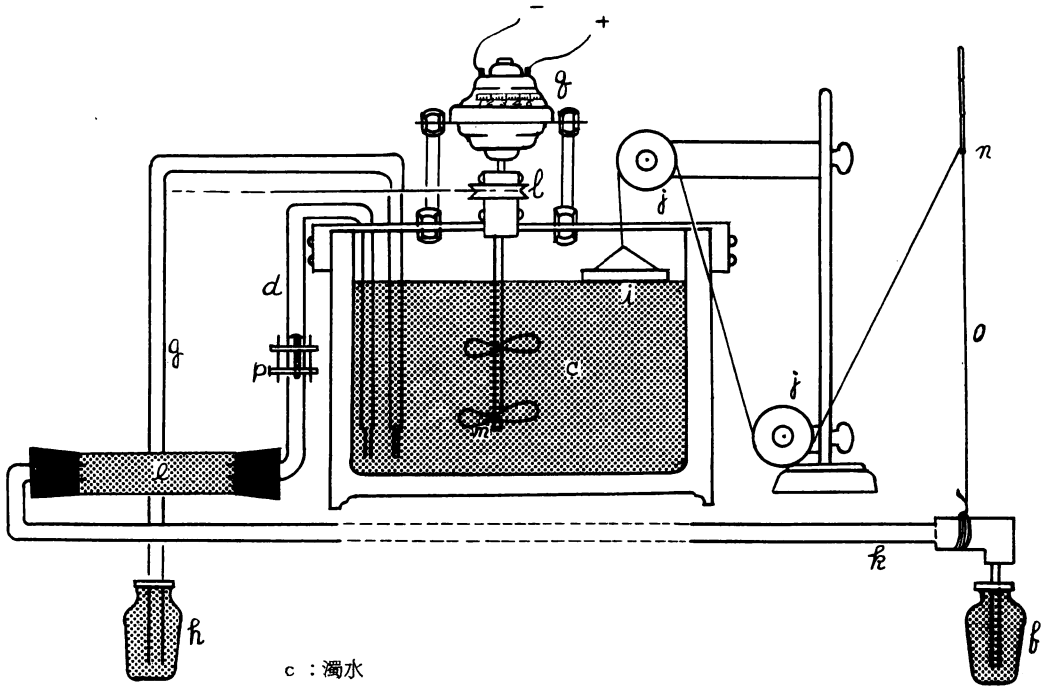
呼吸量測定装置：F、G、HALLの水中動物呼吸測定装置の原理を応用したもの。

(図参照)

操作：それぞれのアクアリウムに清水及び濁水を満し、モーターで滑車を回して水をかくはんする。ガラス管E(長さ20cm、内径4cm)に供試魚を入れ、魚が外囲の刺激で驚かないよう黒布で管をおおつた。ゴム管Dからアクアリウム中の水をサイホンによつて流れるようにし、流量をピンチコックPで一定(10^{cc}/min)にした。減水しても流量が変わらないよう水源表面にフロートIを浮かせ、「ひも」と上下可動のゴムひもNに固定、減水に伴つて滑車Jが回り、ゴム管固定点Kが下るから流量は常に一定を保つわけである。このようにして魚が呼吸した試水を酸素びんFに取り、同時にゴム管Gによつて水源中の水も酸素びんHに取り、溶存酸素量を測定した。

実験時間は8時間とし、1時間ごとに酸素量の測定を行い、差を求め魚が1時間に消費する酸素量を算出、8時間の合計値を供試魚の体重で除し、魚体1g当りの酸素消費量で

図 2 濁水かくはん装置模式図



- c : 濁水
- d : ゴムホース
- e : 実験用魚飼育ガラス管
- f : 酸素びん
- g : ゴムホース
- h : 酸素びん
- i : フロート
- j : 滑車
- k : ガラス管
- l : 滑車
- m : プロペラ
- n : 固定したゴムひも
- o : 綿糸
- p : ピンチコック
- q : モーター

両者を比較した。

期 間 昭和30年1月中

2) 結 果

第1表 供試魚の体型

濁 度	No.	清 水 区		濁 水 区	
		体 長	体 重	体 長	体 重
1/500	1	8.5 <i>cm</i>	8.35 <i>g</i>	8.4 <i>cm</i>	9.50 <i>g</i>
	2	8.4	9.50	8.8	8.20
1/1,000	1	10.5	16.80	10.2	15.35
	2	8.0	8.10	7.5	6.85
1/2,000	1	9.6	12.5	9.8	13.50
	2	10.5	18.00	8.3	6.75
1/3,000	1	9.3	11.10	9.6	13.60
	2	10.7	19.20	10.5	18.50

実験中の水温は7.2~8.6°Cであつた。

第2表 各濃度別酸素消費量

濃度 区分 採水時	1/500				1/1,000				1/2,000				1/3,000			
	清水区		濁水区		清水区		濁水区		清水区		濁水区		清水区		濁水区	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
9	0.470	1.605	1.555	2.158	3.032	2.975	1.438	2.819	3.326	4.264	3.414	1.990	1.646	2.447	4.360	3.327
10	1.748	2.861	2.494	2.996	3.413	3.822	2.621	2.248	4.759	3.041	2.917	2.869	3.990	4.421	2.625	4.711
11	2.267	1.921	2.850	3.486	3.723	1.545	3.678	3.105	3.255	2.014	1.641	0.421	4.457	4.888	3.974	3.200
12	2.024	2.891	3.573	3.479	3.459	1.500	4.148	3.462	4.460	2.432	3.146	1.661	5.214	3.529	4.203	3.592
13	1.963	2.084	4.338	0.636	2.584	1.245	4.984	3.019	5.454	4.005	4.745	1.951	4.988	2.601	4.383	3.076
14	2.157	1.332	3.008	3.613	2.089	2.459	3.967	3.084	6.136	4.646	2.207	2.880	5.140	3.232	4.812	3.361
15	2.136	1.384	3.624	2.335	4.283	2.115	4.069	2.607	5.764	4.486	4.234	2.092	5.378	2.630	4.443	1.017
16	1.982	1.677	2.959	2.522	3.580	2.147	3.633	2.209	5.747	4.472	5.181	2.296	4.567	5.344	5.061	3.130
計	14.747	15.755	24.381	21.225	26.163	17.808	28.438	22.553	38.901	29.355	27.485	16.160	35.380	29.092	33.861	25.414
計/体重	1.797	1.887	2.567	2.234	1.557	2.199	1.863	3.292	2.161	2.348	2.036	2.460	3.187	1.515	2.489	1.379
平均	1.810		2.400		1.878		2.573		2.255		2.273		2.351		1.934	

3) 考 察

実験回数が少なく結論を出すまでには至らなかつたが、 $1/500$ 及び $1/1,000$ の濃度では、濁水中のほうが消費量は多くなつてゐる。

魚が濁水中に入られた場合、土砂の粒子がたえまなく『さいは』に付着するのを除去しようとして、自ら洗浄作用を行うので、清水の場合よりも余分なエネルギーを消費することになり、酸素消費量の増加となつて現われるものとみられる。しかし、あまりにも実験回数が少いので消費量の差が土砂の粒子によるものか、個体差かは明らかでない。

今後は $1/100\sim 1/2000$ などの高濁度についても実験を行うとともに低濃度の濁りについても実施して、呼吸に影響を及ぼす濃度を求めることが必要である。

3 魚類に対する濁りのけん忌量及び致死量について

海産動物については、五十嵐¹⁾、新田²⁾の報告があるが、冷水性淡水魚についての報告を見ないので本試験を行つた。

なお、供試土によつて当然けん忌量、致死量も変わるものと思われるが、本試験は多摩川の魚類の被害を知るのが主目的であるため、小河内ダム建設工事により排土されるものについてのみ実験した。

(1) ニジマスのけん忌量について

1) 材料及び方法

供 試 魚 ニジマス零年魚 体長7~9 cm

供 試 土 小河内ダム建設現場から採集したもので性質は2と同じ。

方 法 昭和30年は内海区水研式装置、昭和31年は高安式装置によつて実験を行つた。(図参照)1回の供試尾数は兩年共10尾とした。なお、濁水の濃度は重量比による。

期 間 昭和30年10月25日~11月30日、昭和31年10月3~21日

2) 結 果

内海区水研式装置による試験

内海区水研式装置の検定をした結果は、第1表のとおりでb側にかたよる傾向がみられた。したがつてa側を濁水側として試験すればよいわけであるが、一応両方を交互に濁水側として試験を行つた。

第1表 装置検定試験結果

実験%	a側の尾数	b側の尾数	X^2	判 定
1	172	228	7.84	+
2	143	257	32.5	+
3	176	224	5.76	+
4	162	239	14.4	+
5	220	180	4.00	+

第2表 試験結果

濃度	No.	a (清水)	b (濁水)	X ²	判定	No.	a (濁水)	d (清水)	X ²	判定
1/4,000	1	224	176	5.76	+	6	68	112	10.78	+
	2	266	134	23.7	+	7	40	160	72.0	+
	3	172	228	7.84	-	8	169	231	9.61	+
	4	234	216	0.70	-	9	35	365	272.2	+
	5	157	153	0.00	-	10	110	290	81.0	+
1/2,000	1	290	110	81.00	+	6	135	265	42.25	+
	2	239	161	15.20	+	7	129	271	50.41	+
	3	217	183	2.89	-	8	142	258	33.64	+
1/2,000	4	220	180	4.00	+	9	133	267	44.89	+
	5	318	82	139.2	+	10	118	282	67.24	+
1/3,000	1	333	63	186.8	+	6	103	297	106.08	+
	2	316	84	134.6	+	7	107	293	86.46	+
	3	296	104	92.16	+	8	161	239	15.21	+
	4	276	124	57.76	+	9	74	326	158.8	+
	5	254	146	29.16	+	10	78	322	148.8	+
1/4,000	1	212	188	1.44	-	6	183	187	0.00	-
	2	243	157	18.49	+	7	193	207	0.49	-
	3	261	139	37.21	+	8	137	263	39.69	+
	4	269	131	47.61	+	9	116	284	70.65	+
	5	183	217	2.39	-	10	215	185	2.25	-
1/5,000	1	187	213	1.69	-	7	172	228	7.84	+
	2	218	182	3.24	-	8	197	203	0.09	-
	3	169	231	9.61	-	9	135	265	42.25	+
	4	195	205	0.25	-	10	226	174	6.76	-
	5	211	319	22.00	-					
	6	209	191	0.81	-					

高安式装置による試験

装置検定のための試験(両方とも清水にして行う。)は第3表のとおりで、どちらかにかたよることなく、そ上率もよいのでこの種の実験には優秀な装置といえる。

第3表 高安式装置検定結果

実験 №.	A'の尾数	Bの尾数	そ上しない尾数	そ上率	X ²	判定
1	42	48	10	90%	0.40	—
2	41	43	16	84	0.05	—
3	36	57	7	93	4.74	+
4	38	45	17	83	0.59	—
5	33	28	39	61	0.35	—

前回の試験では
1/4,000が限界と
みられたので、今
回は1/5,000以下
の濃度を主に試験
した。

なお、実験中の
水温は15.0~15.5
℃でニジマスには適
水温であつた。

第4表 高安式装置による試験結果

濃 度	№.	清の水側の尾数	濁の水側の尾数	そ上しない尾数	そ上率	X ²	判定
1/1,000	1	76	2	22	78%	70.12	+
1/2,000	1	54	9	37	63	32.14	+
1/3,000	1	64	19	17	83	24.40	+
1/4,000	1	48	7	45	55	30.56	+
1/5,000	1	51	7	42	58	32.69	+
"	2	42	19	39	61	8.67	+
"	3	43	16	41	59	12.36	+
"	4	38	16	46	54	8.93	+
"	5	62	13	25	75	32.01	+
1/6,000	1	33	27	40	60	0.60	—
"	2	54	9	37	63	32.14	+
"	3	49	38	13	87	1.39	—
"	4	61	25	14	86	8.89	+
"	5	32	25	43	57	0.86	—
"	6	39	11	50	50	15.68	+
"	7	49	30	21	79	4.57	+
"	8	49	34	17	83	2.71	—
"	9	38	35	27	73	0.33	—
"	10	35	30	35	65	0.38	—
1/7,000	1	43	44	13	87	0.00	—
"	2	45	42	13	87	0.28	—
"	3	26	15	19	68	2.95	—
1/16,000	1	35	46	19	81	6.99	—
"	2	42	32	26	74	1.33	—

3) 考 察

30年の内海区水研式装置による測定結果では $1/4,000$ 、31年の高安式装置による場合は $1/6,000$ となつている。両者の数値が若干異つているが、これは装置の違いによるものとみられる。 $1/4,000 \sim 1/6,000$ の濃度は下水試験法の透視度計で15~21cmであり、多摩川の濁水状態は10~18cmであつたから明らかにけん忌量以上の濁りであり、ニジマスには悪影響のあつたことが推察される。

(2) ハヤ(*Leuciscus hakunensis* Giinther)の卵及び稚魚に対する致死量について

濁りの激しい場合、成魚又はある程度まで成長した稚魚なら逃避したり、えらの土(粒子)を洗浄したりして、窒息死するのを防ぐこともできるが、卵、ふ化直後の稚魚では濁りに対して非常に弱いと考えられる。そこで、多摩川での遊漁対象魚として都民から最も親しまれているハヤについてその卵及び稚魚で実験を行つた。

1) 材料及び方法

卵及び稚魚 多摩川の宮の平、軍畑及び沢井各地先に設置された人工産卵床から採取した発眼卵を、マラカイトグリーンで消毒後供試した。稚魚はその卵からふ化して得たものである。

供試土 2と同じ

装置・方法 略図のとおり。濁水の放出時間は午前8時30分~午後5時までとし、その他の時間は清水を流した。

期間 昭和30年5月18日~6月17日

2) 結 果

ふ化に及ぼす影響について：化学薬品のように影響が急に現われるのと異り、濁りの場合は物理的作用によるものであるから、24時間50%致死量を求めることは困難である。そこで発眼したハヤ卵が、ふ化するまでにどの程度の濁り(濃度で表わした。)で、清水の場合と比較してふ化率に差ができるか(発眼卵の致死濃度)を求めた。

第1表 ハヤ卵の致死濃度

No.	濁水濃度	対 照	$1/10,000$	$1/5,000$	$1/2,000$	$1/500$	$1/200$	試験日数
1	供 試 卵 数	532	—	500	600	600	800	5
	死 卵 数	0		0	2	10	33	
	死 卵 率	0		0	0.3	1.7	4.1	
2	供 試 卵 数	165	—	400	500	400	400	6
	死 卵 数	3		13	10	15	23	
	死 卵 率	1.8		3.3	2.0	3.8	5.8	
3	供 試 卵 数	300	300	300	300	300	—	5
	死 卵 数	0	8	7	5	2		
	死 卵 率	0	2.7	2.3	1.7	0.7		
4	供 試 卵 数	300	300	300	300	300	—	7
	死 卵 数	5	32	35	38	41		
	死 卵 率	1.7	10.7	11.7	12.7	13.7		

ふ化直後の稚魚に及ぼす影響について：発眼卵に対する試験の際、ふ化直後の稚魚のへい死状況をみた。

第2表 ハヤのふ化直後の稚魚の致死濃度

No.	濁水濃度	対 照	1/10,000	1/5,000	1/2,000	1/500	1/200
1	ふ化稚魚数	524	—	477	574	572	686
	死 魚 数	0		0	110	153	289
	へい死率	0		0	19.2	26.7	42.1
2	ふ化稚魚数	163	—	373	484	377	361
	死 魚 数	1		43	49	56	7.1
	へい死率	0.6		11.5	10.1	14.9	19.7
3	ふ化稚魚数	300	292	293	295	298	—
	死 魚 数	17	45	51	88	129	
	へい死率	5.7	15.4	21.1	29.8	43.3	
4	ふ化稚魚数	292	267	260	262	256	—
	死 魚 数	30	85	193	244	195	
	へい死率	10.3	31.8	74.2	93.1	76.2	

浮上前の稚魚に及ぼす影響について：ふ化後8～9日を経過したハヤ稚魚を、各種濃度の濁水で浮上まで飼育した。

第3表 ハヤの浮上前の稚魚の致死濃度

		対 照	1/10,000	1/5,000	1/2,000	1/500	試験日数
1	供 試 尾 数	300	300	300	300	300	8
	死 魚 数	10	25	36	35	110	
	へい死率	3.3	8.3	12.0	11.7	33.3	
2	供 試 尾 数	400	400	400	300	300	6
	死 魚 数	21	44	113	54	153	
	へい死率	5.3	11.0	28.3	18.0	51.0	

3) 考 察

上記の結果をt-検定 ($t = \frac{p_1 - p_2}{\sqrt{p(100-p)(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2})}} > 3$) して有意差の有無

をみた。

卵に対する試験では、第1～3回はいずれも有意差はみられないが、第4回は1/10,000の濃度でも有意差がみられた。このことから、ハヤの発眼卵は濁水に対しては比較的強いことが明らかとなつたが、河川の産卵場所では、卵の埋没ということもあり、又、人工産卵床を設置して寄せバヤを行う際、産卵床に土砂がたまり積ると、親魚の寄り付きが悪くなり産卵しなくなるから、卵に直接影響しなくても間接的にはかなり悪影響のあ

ることが明らかである。

ふ化直後の稚魚には非常に影響が大きく、第1回試験の $1/5,000$ の濃度に有意差がないだけで、他はすべて有意差があり土砂による窒息死がその原因とみられる。今回は $1/10,000$ 以下の濃度については実験しなかつたが、致死濃度はそれ以下にあるものと思われる。

ふ化後8～9日を経過した稚魚を浮上まで実験した場合は、 $1/5,000$ の濃度で有意差がみられるが、 $1/10,000$ の濃度のものは2.63、2.97で3に近似であるから $1/10,000$ が限界とみてよいのではないか。

以上述べたことも濁水の流水時間が日中に限られていたことを考慮すれば、河川においていはさらに致死濃度は低くなるものと推察される。

4 魚類に対する硫酸アルミニウムのけん忌量及び致死量について

濁水の清澄剤として広く使用されている硫酸アルミニウムは、水に溶解すると、 $Al_2(SO_4)_3 + 6H_2O = 2Al(OH)_3 + 3H_2SO_4$ となり、 H_2SO_4 による魚類への影響が考えられる。しかし実際にはアルカリの作用³⁾により $Al_2(SO_4)_3 + 3Ca(HCO_3)_2 = 2Al(OH)_3 + 3CaSO_4 + 6Ca^{2+}$ となつて、 $Al(OH)_3$ はゲル化して沈み、 $CaSO_4$ は水に溶解しにくくなるので、水素イオン濃度の低下も少なく魚類にはあまり影響しないとみられる。したがつて実験も濁水処理後の排水について行うのが妥当であるが、今回は単に硫酸アルミニウムの影響をみるだけとした。又、致死量をみる場合、ニジマスのように流水性の魚を止水式飼育そうで実験することは、酸素欠乏や CO_2 、 HN_3 の害がありよくないが、設備の関係でやむをえず止水式によつた。

(1) けん忌量について

1) 材料及び方法

供試魚 体長7～9cmのニジマス0年魚及び体重38～56gのアユ。

実験装置 アトキンス式ふ化そうを利用した高安式けん忌量測定装置によつた。

なお、30年の場合外囲の刺戟を考慮して、そうにふたをした場合としない場合の両方法を用いた。

操 作 濁水の場合と同じ

期 間 ア ユ 昭和30年7月15日～8月10日

ニジマス 昭和30年7月15日～8月10日

ニジマス 昭和31年10月3～12日

2) 結果及び考察

アユについて

アユは驚ろきやすく、環境に慣れにくい魚であるため、装置にふたをして大きな音をたてないよう注意して実験を行つたが、そ上が悲しく一定の傾向がみられなかつたが、参

考までにその結果を示すと第1表のようになる。

ニジマスについて

昭和30年及び31年に行つた結果は第2表及び第3表のとおりである。これからニジマスのけん忌量は1/60,000の濃度とみられる。この場合の水素イオン濃度はPH5.6で、PHの低下が影響したものとみられるが、この液に少量の土砂を加えただけでもPHは6.8にあがるので実際的にはほとんど影響しないものと考えてよい。小河内ダム建設現場での硫酸アルミニウム投入量は1日当り500~700Kgであつたが、その時のPHは7.3~7.6でむしろ濁水処理場より上流のPHより高くなつており(コンクリートの影響が大きい)多摩川のPHを低下させるほどの影響は、まずなかつたとみられる。

第1表 アユのけん忌量

濃度	実験回数	ふたの有無	経過時間	対照区	試験区	のぼらない尾数	そ上率	X ²	判定
1/1,500	10	あり	10分間	26	4	70	30%	16.13	+
"	10	"	10分"	19	2	79	21	13.76	+
1/4,500	30	なし	※10秒ごと	160	74			3.16	-
"	30	"	10秒"	103	111			0.30	-
"	30	"	10秒"	29	8			11.91	+
"	30	"	10秒"	74	12			4.46	+
1/7,500	10	あり	5分間	8	6	86	14	0.29	-
"	10	"	5分"	10	12	78	22	0.18	-
"	30	なし	10分ごと	174	9			124.07	+
"	30	"	10秒"	204	5			189.46	+
1/15,000	30	"	10秒"	76	36			14.28	+
"	30	"	10秒"	81	36			17.30	+
"	10	あり	5分間	12	13	75	25	0.04	-
"	10	"	5分"	21	18	61	39	0.13	-
1/30,000	30	なし	10秒ごと	77	107			10.92	-
1/35,000	30	"	10秒"	27	77			24.02	-

1/35,000	30	なし	10秒ごと	21	104			45.10	-
1/45,000	20	あり	5分間	55	60	85	57.5	0.21	-
"	5	"	5分"	32	6	12	76	36.48	+
"	5	"	5分"	8	15	27	46	2.13	-
"	10	"	5分"	26	33	41	59	4.18	-
"	30	"	5分"	99	112	89	70.3	0.80	-
"	30	"	5分"	78	49	173	42.3	6.62	+

※ 10秒ごとにそれぞれの側にいる尾数を記録する。

第2表 ニジマスのけん忌量(その1)

濃度	実験回数	ふたの有無	経過時間	対照区	試験区	のぼらない尾数	そ上率	X ²	判定
1/30,000	30	なし	10秒ごと	158	53			52.24	+
"	30	"	10秒"	141	71			79.70	+
"	10	あり	5分間	37	13	50	50	28.80	+
"	10	"	5分"	59	27	14	86	119.0	+
1/45,000	10	"	5分"	14	15	71	29	0.00	-
"	10	"	5分"	48	24	28	72	8.00	+
"	10	"	5分"	44	31	25	75	1.12	-
"	10	"	5分"	56	14	30	70	25.2	+
"	10	"	5分"	56	7	37	63	38.1	+
"	10	"	5分"	19	4	77	23	9.78	+
"	10	"	5分"	38	15	47	53	3.93	+
"	10	"	5分"	19	16	65	35	0.26	-
"	30	なし	10秒ごと	154	55			46.9	+
"	30	"	10秒"	85	44			13.03	+
1/60,000	30	あり	10分間	89	67	144	52	3.10	-
"	30	"	10分"	98	74	128	57.3	3.35	-
"	30	"	10分"	33	42	225	25	1.08	-
"	10	"	5分"	21	29	50	50	1.28	-
"	16	"	5分"	48	56	54	65	0.61	-

濃 度	実験回数	ふたの有無	経過時間	対照区	試験区	のぼらない尾数	そ上率	X ²	判定
1/75,000	10	あり	5分間	26	8	66	3.4	9.53	+
"	10	"	5分"	8	15	77	2.3	2.13	-
"	10	"	5分"	34	41	25	7.5	0.65	-
"	10	"	5分"	45	28	27	7.3	3.96	+
"	30	なし	10秒ごと	127	64			10.49	+
"	30	"	10秒"	176	37			90.7	+
"	30	"	10秒"	46	182			81.1	+
"	30	"	10秒"	161	61			45.0	+

第3表 ニジマスのけん忌量(その2)

濃 度	実験回数	対照区	試験区	のぼらない尾数	そ上率	X ²	判定
1/40,000	10	80	14	6	9.4%	46.34	+
1/50,000	10	67	12	21	7.9	38.29	+
"	10	74	19	7	9.3	32.56	+
1/60,000	10	40	33	27	7.3	0.67	-
	10	63	26	11	8.9	15.38	+
	6	36	14	10	8.3	9.68	+
1/70,000	10	48	33	19	8.1	2.78	-
	6	21	30	9	8.5	1.59	-
	10	50	39	11	8.9	1.36	-
	10	50	44	6	9.4	0.38	-
	10	40	52	8	9.2	1.56	-

(2) 致死量について

1) 材料及び方法

供試魚 体長7~9cmのニジマス0年魚

飼育水そう ガラス水そう(38cm×61cm×46cm)及びアトキンス式ふ化そう。

方法 ガラス水そうには100ℓ, ふ化そうには200ℓの水を入れ, 前者には10尾, 後者には30~45尾のニジマスを放養, 硫酸アルミニウムの濃度を第1表及び第2表のとおりとして, 24時間の致死数をみた。なお, 対照として清水だけのそうを設けた。

期 間 昭和31年11月5～22日

2) 結果及び考察

それぞれの水そうによる24時間致死量測定結果は、第1表及び第2表のとおりである。この結果を凶から50%致死量として求めると、ガラス水そうの場合は1/8,500、ふ化水そうの場合は1/5,200となり、両者の数値にかなりの差がみられた。これは前述のとおり、溶在酸素の不足やCO₂・NH₃等の有毒ガスによる影響とみられる。したがって流水装置あるいは浄化循環装置で実験すれば、1/5,000以上の濃度となるであろう。

第1表 ガラス水そうによる実験結果

濃 度	実験回数	水温(℃)	PH	へい死率%
1/4,000	1	11.4-14.0	4.7	100
1/6,000	1	9.8-13.0	4.8	100
1/8,000	6	7.7-14.0	5.0	85
1/9,000	4	8.0-12.2	5.0~5.1	30
1/10,000	9	7.7-14.5	5.8	28
1/12,000	5	8.0-14.5	6.0	14
1/14,000	4	7.7-14.5	6.1	10
1/16,000	1	10.9-13.0	6.2	0
1/18,000	1	9.1-13.3	6.2	0
対 照	10	7.7-14.5	7.4	0

第2表 ふ化水そうによる実験結果

濃 度	実験回数	水温(℃)	PH	へい死率%
1/3,000	1	7.2-9.6	4.6	100
1/3,500	2	7.2-9.6	4.6	100
1/4,000	2	7.2-11.5	4.7	76
1/5,000	5	8.3-11.5	4.7	60
1/6,000	6	7.2-11.6	4.8	14
1/7,000	4	8.3-11.5	4.8	4
1/8,000	2	7.2-13.0	5.0	0
1/10,000	1	9.8-13.0	5.8	0
1/12,000	2	7.2-13.0	6.0	0
対 照	5	7.2-13.0	7.4	0

5 総括

ダム建設工事による河川水の混濁が魚類に悪影響を及ぼしたので、これに関する実験を行った。

ニジマスの呼吸には $1/1,000$ 以上の濃度の濁りで影響がみられる。

ハヤの発眼卵にはあまり影響しないが、ふ化直後の稚魚は $1/10,000$ の濃度の濁りでも致死する。ふ化後 8～9 日を経た稚魚では $1/5,000$ で致死。

濁りのけん忌量は、ニジマスでは $1/4,000$ ～ $1/6,000$ の濃度の濁りである。

硫酸アルミニウムのけん忌量はニジマスでは $1/6,000$ の濃度であるが、アユは実験が困難で明確な資料は得られなかつた。

硫酸アルミニウムのニジマスに対する致死量は、飼育水そうによつて異なるが、 $1/5,000$ 以上とみられる。

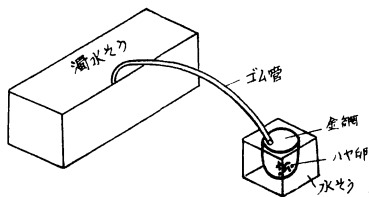
ニジマスは濁水中でもよく摂餌するが、成長は清水に比しやや劣つた。アユは差が明らかでない。

けいそう類の着生には非常に悪影響を及ぼすことが明らかである。

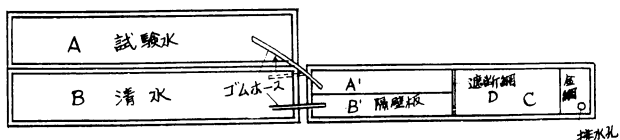
6 文献

- 高安三次 北水試報告 (1924)
- 新田忠雄他 内海区水研報 3: 1 (1953)
- 柴田三郎訳 工業廃水処理 (1948)
- 川本信之 魚類生理学 (1956)
- ” 魚類生理生態学 (1959)
- 小泉清明・萩野登久・後藤孔明 自然科学 3 (1955)
- 担 当 者
奥多摩分場 調査指導室
技 師 増田 績
- 研究協力者
奥多摩分場 分場長 松本太郎
①本場技術部 淡水研究室
主任研究員 大内 茂
①首都整備局 都市公営部
技師 伊藤敏雄
①大島分場 調査指導室
技師 三村哲夫

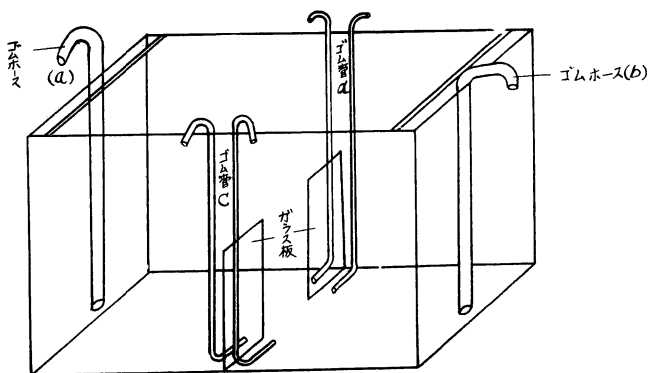
ハヤ卵及び稚魚飼育装置



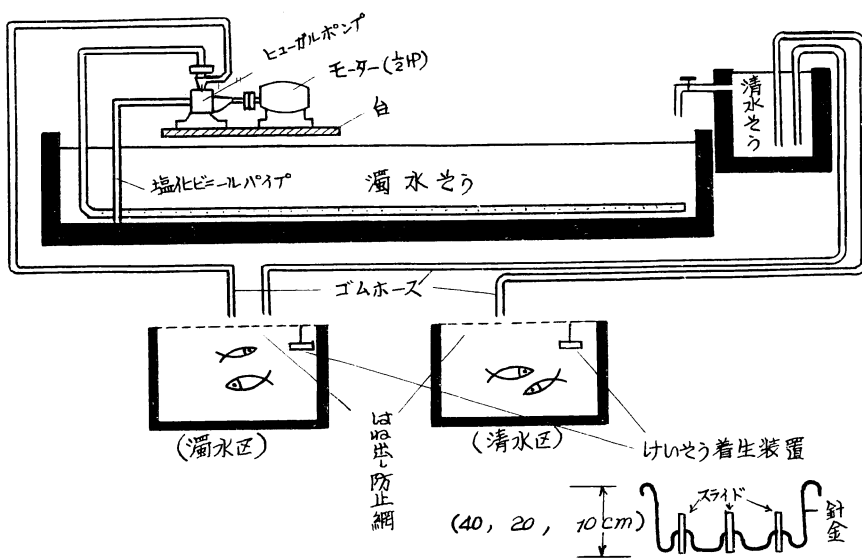
アトキンス式ふ化そう利用高安式魚類けん忌量測定装置



内海区水研式魚類けん忌量測定装置



流濁水式魚類飼育及びけいそう着生装置



Ⅱ 奥多摩湖たん(湛)水後の多摩川(上流域) 水温の変化について

1 緒 言

水道用貯水池として完成した小河内ダムは、昭和32年6月9日初放水を行ったが、その後たん水して湖水が成層化するにしたがい、低水温の水を放出するようになったため、多摩川上流域の水温は極度に低下し、アユの成長を阻害する結果となつたので、水温の観測を行い今後の河川増殖対策資料とする。なお関係資料の閲覧発表を許可された都水道局に対し厚く感謝します。

2 河川及び観測地点の概要（第1図参照）

多摩川は山梨県水干に源を発し、丹波川となつて東京都に入り、そこからは多摩川となり、小河内ダムによつて一旦せき（堰）止められ、主に満水面から70m下にある発電用取水口から放出され、第1発電所（ダム直下）及び海沢発電所を経て海沢川と本流（多摩川）の合流点よりやや下流の地点から本流に出る。一方、雲取山から流れ出す水は日原川となり、氷川で本流に合流する。この他入川、大丹波川、平溝川の各溪流の水も合せて流れ、ダムから3.5km下流の羽村で再びせき止められ、山口、村山両貯水池に導かれている。

第1観測地点（st, 1）水じよく地、第1発電所から出た水がこの池に入るが、この水温は湖の取水口位地の層と同一とみなされる。放水量が増量した場合は全部が海沢発電所には導かれず、直接本流に流される。

第2観測地点（st, 2）：海沢発電所排水口上流海沢橋直下、この水温は通常日原川の水温とみられるが、昭和34年5月20日から、放水量が15/sec. になつたため、ダムから直接本流に放水されたのでその影響をみるため観測した。

第3観測地点（st, 3）：海沢発電所排水口、水じよく池から暗きよで導かれて発電に利用されたのち排水される。

第4観測地点（st, 4）：寸庭橋、st, 4 から約4km下流の地点である。

第5観測地点（st, 5）：羽村取水所、都水道局羽水取水所で、ここまでが奥多摩漁業協同組合の区域となつている。

3 調査方法

昭和33年8月から34年9月末まで毎週火、金曜日の午前10時に水温PH及び透視度の観測を行った。アユの発育状況は奥多摩漁業協同組合員1726名から無作為抽出した595名に往復はがきを発送、発育状況を記入させる方法によつた。

4 調査結果

たん水前の資料は東京都水道局小河内貯水池管理事務所及び羽村取水所の資料によつた。

第1表と第2表を比較すると、たん水後は非常に水温が低下していることが明らかであるが、その中の1例をとつて、30年の辯天峡と33～34年のst, 3を比較すれば、第3図のようになり、春から秋の間は30年に比べ34年は非常に低温になつている。この時期はアユの放流が始まり成育するときであるだけに問題が大きいわけである。アユは水温が15°C以

第1表 たん水前の各月平均水温(都水道局資料による)

地点	年		月											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
辯天峡	30	3.2	7.4	7.7	11.5	14.6	24.0	25.0	-	17.2	9.3	9.0	5.0	
"	31	4.8	4.8	8.0	13.2	16.0	17.2	21.0	-	21.0	14.1	6.1	4.0	
羽村	30	3.9	5.5	8.3	12.1	15.6	19.4	24.2	22.4	19.2	15.2	10.5	7.0	
"	31	4.5	4.6	7.5	11.5	14.5	18.3	19.9	22.2	19.5	14.7	11.0	5.0	

第2表 たん水後の各月平均水温(都水道局資料も含む)

地点	年		月											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
st, 1	33							17.8	15.1	14.4	12.2	9.9		
	34	6.9	6.9	6.6	6.6	7.4	7.5	8.0	8.7	11.1				
st, 2	33													
	34					11.9	13.2	15.1	16.6	16.5				
st, 3	33							18.0	17.4	13.6	12.1	10.2		
	34	7.6	6.8	6.5	6.9	7.6	7.7	7.9	8.0	10.3				
st, 4	33							18.7	17.1	13.4	12.5	9.7		
	34	7.1	7.2	7.5	9.2	10.5	11.1	13.2	15.0	14.1				
st, 5	33							21.0	19.4	14.4	12.2	9.4		
	34	6.6	8.3	8.6	12.4	14.7	14.8	17.7	19.0	18.0				

以下であれば成長がほとんど停滞するが、この場合は10°Cにも達せずとうてい成長を望むことはできない。そこで、アユの成育状況を奥多摩漁業協同組合の組合員(1726名)を対象として調査した結果をみると、第3表のように成育は例年に比し著しく不良で、それが上流になるにしたがつてはなはだしくなっている。このことは水温の影響が大きいことを明示するものである。春～秋の間はたん水前に比し水温は低下しているが、冬期は逆にたん水後が高くなっている。

第3表 アユの発育状況(34年)

このように水温が夏期に低く冬期に比較的高い河川では、アユの放流よりも冷水性魚族特にユジマスの放流を行つた方が河川の生産力を向上させることができるのではないかとと思われる。この点現在のところ餌料生物の調査を行っていないので、今後はこの面の調査も施行せねばならない。

漁区 发育程度	1		2		3		4		5		6		7		計	
	数	%	数	%	数	%	数	%	数	%	数	%	数	%	数	%
例年に比し特に不良	8	25	19	46.3	40	64.5	10	41.7	21	63.6	28	63.6	7	100	133	54.7
" やや不良	13	40.6	10	24.4	10	16.1	4	16.7	7	21.3	11	25.0	0		55	22.6
" 普通	6	18.7	6	14.6	7	11.3	0		1	3.0	0		0		20	8.2
" やや良	0		1	2.4	0		1	4.1	1	3.0	0		0		3	1.3
" 特に良	0		0		0		0		0		0		0		0	
不明 (回答なしも含む)	5	15.7	5	12.3	5	8.1	9	37.5	3	9.1	5	11.4	0		32	13.2
計	32	100	41	100	62	100	24	100	33	100	44	100	7	100	243	100

5 要 約

奥多摩湖たん水前後の河川水温を比較すると、たん水後は、夏期は非常に低く、冬期はやや高くなっている。

たん水後のアユの発育は非常に悪く、特に上流部ほどはなはだしい。

したがって、上流部はアユからニジマスに切りかえた方が河川増殖の効果をあげるができるのではなかろうか。

担 当 者

奥多摩分場 調査指導室

技師 増 田 績

研究協力者

奥多摩分場 分場長 松 本 太 郎

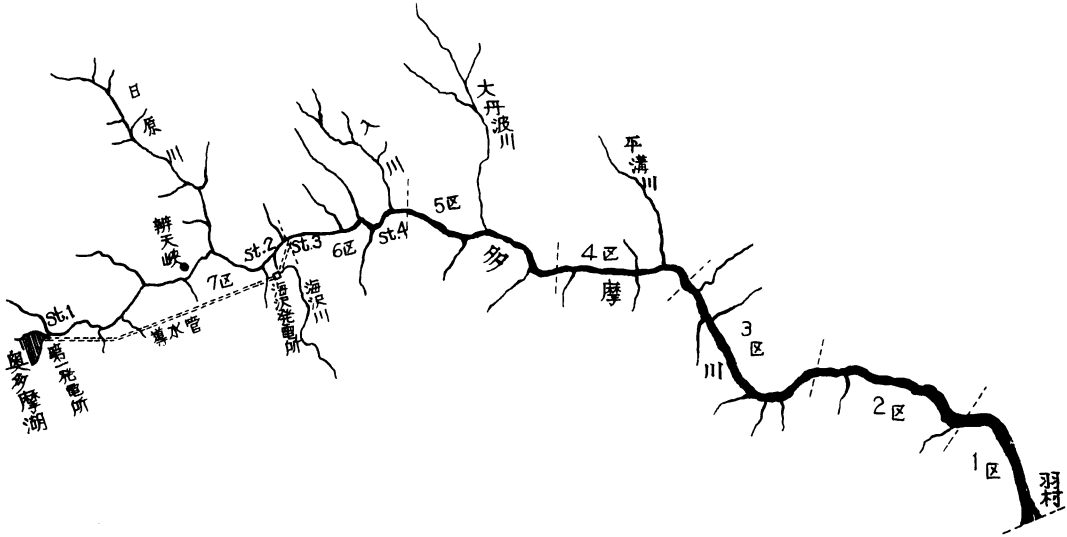
①本場調査部 資源調査部

技師補 原 武 史

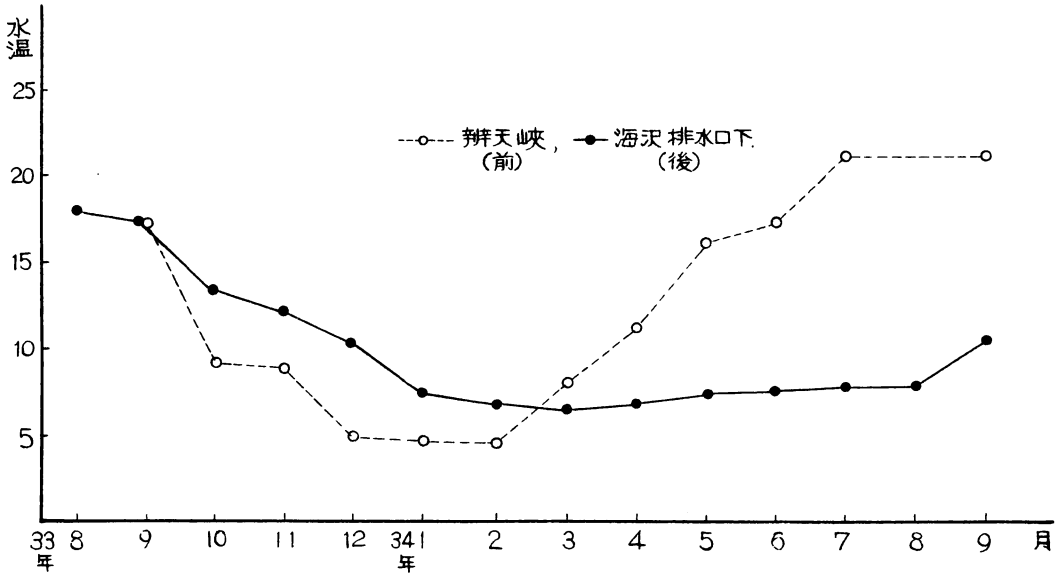
奥多摩分場 増殖室

作業員 飯 村 利 男

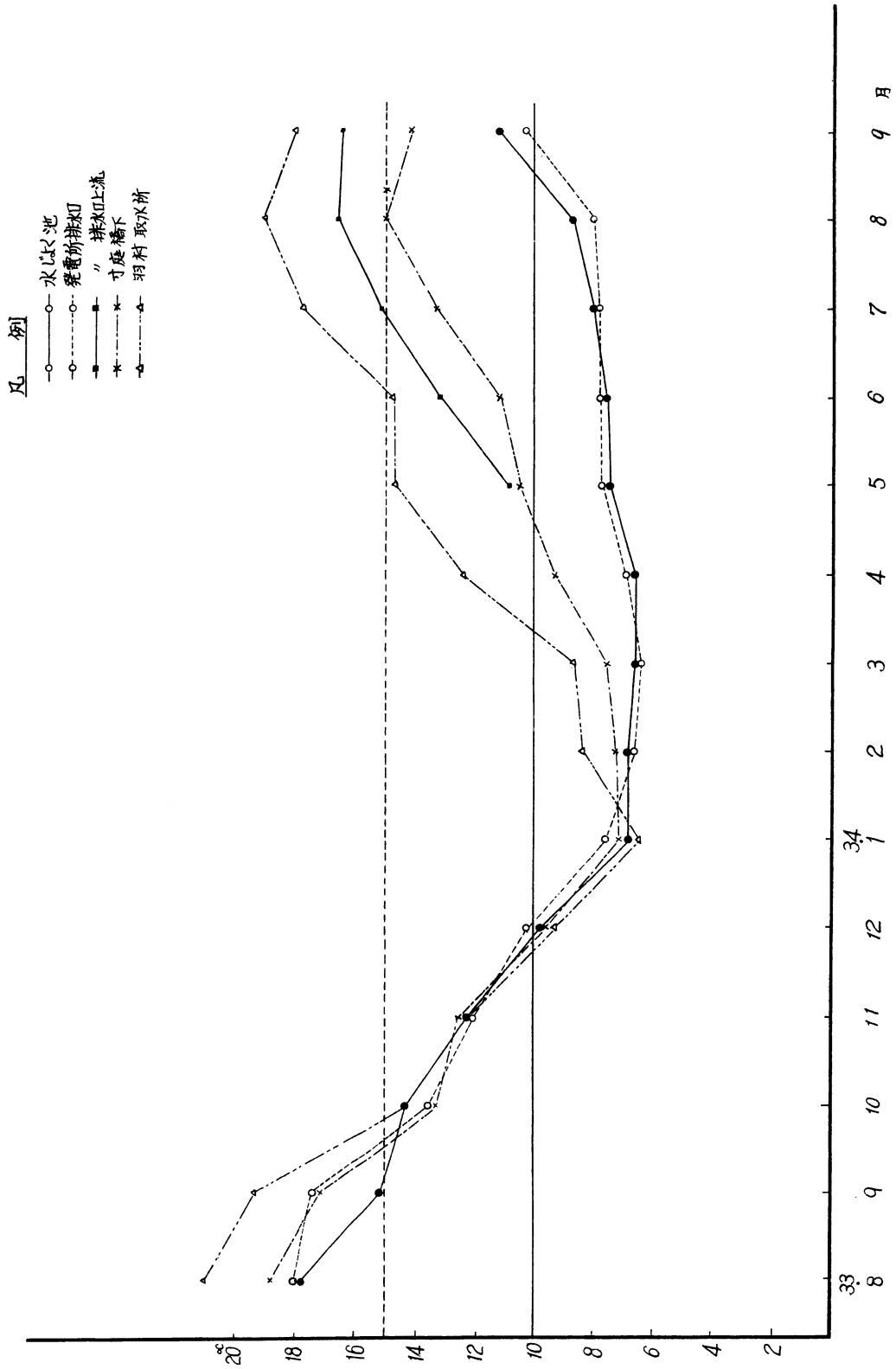
第1図 多摩川水系図



第3図 たん前後の水温の比較



第2図 たん水後の水温変化状態



Ⅲ ニジマスの貧血を伴う肝臓脂肪代謝障害 について

1 はしがき

近年当分場のみならず全国的に問題となつているニジマスの貧血を伴つた肝臓障害によるへい死については、各地の養マス関係試験研究機関で、その原因を追究しているが、現在二つの説があつてどちらが正しいか論議の段階である。すなわち、餌料に原因があるという説と、餌料ではなくウイルス感染によるという説である。前説の立場をとる長野県水産指導所では、「ニジマス」16.7にこの病気になるのは、次のいくつかの場合であらうとしている。

- A 餌料中に毒性があると思われるものを与えた場合。
- B 栄養成分がかたよつていたり、不足成分がある場合。
- C 調餌に注意が足りない場合。

これと同様のことはすでに、H. S. Daivc (1953)も記載しているが、ソ連でもこの病気に悩んでいるようで、K. A. Fakforobich (1958)はA、ビタミンの欠乏。B、下等な不均衡餌料の給与。C、リン中毒。D、たん白質及び脂肪の分解物。を原因としてあげている。一方、後説をとる滋賀県醒井養鱒試験場では鎌田(1958~59)が病理組織学的な研究から病魚のじん臓の造血細胞における腫瘍性増生の疑が強いことによりウイルス感染が原因ではなからうかとしている。上記、研究者又は機関による研究対象が同一の疾患であるか否かは検討の余地があるが、いずれにしろ、早急にこの原因を究明し、治療、予防法を確立しなければならないときである。

そこで筆者等は前説をとり、特に餌料中の脂肪の酸化が原因ではないかと仮定して、人為的に病魚を作り、それを解剖、組織学的な面からと、さらに新たに生化学的な面から追究を行つた。なお、本研究に当り文献の閲覧に便宜をいただいた東京水産大学水族病理学教室の佐野徳夫氏並びに分析実験に多大の協力を得た製造科学生諸君に対し深謝します。

2 材料及び方法

供試魚及び飼育場所

東京都水産試験場奥多摩分場入川ふ化場で昭和34年3月にふ化した稚魚群から抽出したものを、アトキンス式ふ化そうで1週間予備飼育したのち、400尾ずつ8群に分けて放養した。供試魚の平均体重は1.35kgである。

餌料

酸化油として北洋産ベニザケ油を酸化させたものを用い、対照を同油の精製したもの、及びマツコウ脳油とした。油焼けた冷凍魚としては、昭和34年4月に凍結し当分場の冷蔵庫に貯蔵したものを、又、33年度の試験で最も発病率の高かつた體ヶ浦産干アミを用い、第1表のとおり配合した。調餌は投餌の前日乾燥物(干アミ、サナギ、脱脂餌料等)を煮て冷却し、当日冷凍魚類、油類を加えてかくはんした。1日の投餌量は体重の10%を基準としたが、摂餌状況により適当に減量した。

飼育期間：昭和34年7月9日～8月22日、中間取り揚げ調査月日、8月13日。

化学分析：すべて常法によつたが、供試魚の分析は8月13日に取り揚げた分（ドライアイスで凍結して実験室へ運搬）について行つたが、その抽出は、対照群（1群）のみ健康魚を選び、他はランダムに行つた。

解剖、組織学的観察：解剖は随時行つた。組織用材料の固定は8月13日に行つた。病理組織用材料は10%ホルマリン液に固定、パラフィン法で切片とし、EHRICH氏ヘマトキシリン・エオシンYの二重染色によつて検鏡した。グリコーゲン検出用標本は取揚げと同時に即死させROSSMAN氏液に固定、パラフィン切片となし、BAWER-FEULGEN氏染色法で検出した。脂質用標本は塩化カルシウムホルマリン液に固定凍結切片としたのちAcetic-Carbol-SUDANⅢ、EHRICH氏ヘマトキシリンの二重染色により、コレステロールはSCHULZ法により検出した。

3 結果及び考察

餌料分析結果について

配合物の一般組織を第2表に、油の性状を第3表に示した。油の性状をみると、過酸化価では、比較的高いと思われたさなぎ油、干アミ油が意外に低いのは、重合、分解等によるものとみられる。酸価をみると、イサザ油が非常に高く、よう素価でも最高なのは、養マス用餌料として最適といわれているものだけに意外であつた。調餌後の各群餌料を分析した結果は第4表である。油の性状をみると、よう素価はマツコウ脳油の第6群がやや低いだけで、他は差が少く酸価は脱脂餌料を主に配合した2-6群が低くなつている。問題の中心である過酸化物であるが、第4.5群は多いのが当然であるが、干アミを30%配合した第7群は第5群について多くなつている。干アミ自体の過酸化物は少ないが調餌による過程で急激に増加したものとみられる。魚に影響する毒物としては、過酸化物以外に、たん白質の分解による毒物も考えられるので、アミン、アンモニアについて調査した。特に干アミについては、過酸化物が少ないのであるいはこれらの毒物によるものではないかと考えられたが第5表に示したごとく低い値でTotal amime だけからは、その毒性を推論できない。このことは第5表bに明らかなように、各群餌料のアミン、アンモニア含量には大差なく、むしろ7.8群はアミン量が少い点からもいえることである。

飼育結果について

飼育魚のへい死がみられたのは、試験開始後3日目で、第6.7群にそれぞれ1尾出現した。その症状は共に体色黒変、眼球突出、腹部膨脹（腹水充満）、貧血、肝臓黄変といったもので、H. S. Davisのいう肝臓の類脂肪変性とみられる。その後9.10日にも第2群に6.7群と同じ病状によるへい死が見られ、これらは試験開始前からすでに（羅）病していたものと思われる。この点供試魚の選別に大きな誤りがあつたとしなければならぬ。全期間の死魚数を約1週間ごとにまとめると第1表となりやはり第5群が最もへい死率が高く、7.8群もそれについてへい死が多い。第8群は1-3週間の間は1尾の死魚もなく、摂餌も

最良であつたが4週目から摂餌が悪くなり5週以後は急激に死魚が増加した。この現象と対しよ的なのが第6群である。この群はマツコウ脳油を与えたものであるが、白ネズミにみられたような障害(皮脂漏)や栄養不良の状態は全くなく非常に興味あることで、脳油中のある性分が肝臓障害をおさえる働きを示したものが否かを究明する必要がある。第2,3群はかなりのへい死魚を出したが、これは使用した魚油に欠陥があつたのではないかと思われる。第1群は対照群であつたがややへい死が多い。これと同配合の餌料による当分場の稚魚のへい死率をみると、7月は1.2%であつたが8月には8.7%となつていたので、第1群のへい死もやむをえないところであろう。完全配合餌料が完成されていない現今では基本餌料になにを用いたらよいか充分検討を要する。へい死魚の解剖及び体型測定は、その都度実施したが、ここにその1例を示せば第7表のとおりで第6群を除いては共通した症状がみられている。又、生残魚の貧血状態を調査(8月22日)したところ第8表に示すように酸化魚油を与えた群、干アミ、油焼けした冷凍魚を与えた群は特に高度の貧血を呈するのが多いものの、全群に貧血がみられたということは、へい死率、解剖所見等も同様であるがその原因を過酸化物の量から説明することは困難である。(図版I第1図)

今回の実験では過酸化物について詳しい分析を行っていないので、いかなる型の過酸化物が毒性を示したか明らかでない。成長についてみると第9表のようになる。これを見ると病魚群は成長率が高く、健康魚は低いという逆の現象をみせているが、これは減耗による放養密度の差や、投餌量の不均一による影響とみられる。しかし、33年度に行つた結果では、同一餌料による飼育魚でも体型別に貧血魚の出現率をみた場合、大きい魚には貧血を呈するのがきわめて少なく小さくなるに従つてその出現率が高くなることが明らかであるから、本実験の場合も、小さい魚は早くへい死し大きい魚が最後まで生き残つたため成長率として表わすと高くなるのではないかと考えられる。

取場調査後各群から10尾をランダムに抽出し、赤血球数、肝臓の重さ等を調べた結果を詳細に示せば第10表のようになる。

赤血球数とえらの色との関係をみると第11表のとおりで、33年度の結果及び滋賀県醒井養鱒試験場の結果とよく一致している。

病魚の肝臓は黄変しておりやや肥大しているとみられたので、重さを測定したが(対照として天然産ニジマス稚魚を用いた。)第12表のとおり、体重との比率では、健康魚が1.2~1.4%にモードがあり最大でも1.8%であるのに病魚は1.6~1.8%にモードがみられ、2%以上がかなり多いことから、肥大の傾向が認められる(図版I第2図)

化学分析結果について

各群から抽出した10~15尾の標本を分析して肝臓、筋肉について第13、14表を得た。肝臓の場合、水分の差は少ないが、脂肪は第1・6群とその他ではやや差がみられ、グリコーゲンに更に差が大きくなる。このことは筋肉についても同様である。

りん酸は古くから脂肪代謝に重要な役割を果すことが知られており、りん脂質神経系の重要な成分であり、血液の凝固作用、細胞内の透過性の調節、生体内酸化の促進等の役割を果すものである外、脂肪代謝の中間体として存在すると考えられている。

そこで、これらについても測定したが、りん脂質の場合第6群は少いがこれはマツコら脳油のためと思われる。肝臓ではこれを除けば第1群に比し他群は少なくなっているが筋肉では差がない。

りん酸は肝臓では差がなく、筋肉では2～5群が少ない傾向を示している。りん酸の含量は、さらに酸可溶性のりん酸として定量した結果(第15表)をみると、肝臓では第7群が特に少ない。

エネルギー代謝に重要な役割を演ずる化合物の含まれている $\Delta 108P$ (活性りん)は筋肉では第1.6群に比し第5.7.8群が低い値を示し又、 $\Delta 180P$ ($\Delta 10P$ 同様代謝に関係する)も同様な傾向を示している。肝臓ではあまり明瞭な傾向はみられないが、第7群だけ、特に低い値を示したことは、干アミの毒性となんらかの関連性を有するのかもしれない。結局、病魚はグリーコーゲン含量の点からも代謝機能が低下していることは明らかであるが、これは油の過酸化物質あるいは干アミの投餌によるものと考えてよい。

ただし、分析値に明瞭な差異、傾向のないうらみはあるが、材料をランダムに抽出したため、必ずしも群による病的な傾向を反映しなかつたものとみられる。

なお、りん酸含量の減少が、この病気のために起きたものか否かは今後の重要な基礎的研究問題と考えられる。

組織学的観象

病魚の肝臓をみると、程度の差こそあれ、ほとんどが黄かつ色～黄土色を呈し、肉眼的にも脂肪の蓄積がはなはだしいものとみられるが、組織化学的な方法による検出の結果を示すと、図I第3図及びII第3-8図のようになり、病魚(3.6.8)のは赤く染つた大きな滴状の脂肪塊と、たくさんの顆粒状脂肪がみられるが、健康魚(5.7)のは若干の顆粒がみられる程度である。コレステロールについてみると、病魚(図版I第4図)の強い青緑色の呈色に対し、健康魚では、きわめて青緑色がうすい。これは脂肪中のコレステロール濃度は不変でも、肝臓中の脂肪含量が少ないためSCHULZ法で検出し得るほどの量が無いことを示している。

グリーコーゲンの比較は図版II第9-12図に示したが、健康魚(9.1.1)では濃赤紫色に染り、グリーコーゲンを多く含むが、病魚(1.0.1.2)では生存中既にグリーコーゲンが積されないことを示している。

病理組織学的な観察については、すでに報告は多いが、いずれも蓄積脂肪による肝細胞の変性を記載している。

筆者らの場合も、多くの滴状及び顆粒状脂肪のために、肝細胞の原形質が圧縮され、配列

も著るしく乱されているのが認められ、又、円形あるいは不特定な形の空欠部や細胞間隙き(亀)裂がみられるが、これは通常のパラフィン切片作成によるため、脂肪分が溶出したためとみられる。(図版、第19-20図)

肝臓では脂肪の蓄積量の増加に伴い、肝実質細胞内には、不溶性脂肪様のか顆粒が分離しはじめ、漸次その数を増し、大きくなつて肝細胞を破壊する。他方では普通の可溶性脂肪は、肝実質細胞による消化をやめ、そして今度は肝細胞を破壊する。これら二つの過程を経て、大部分の肝細胞は破壊し、構造は全く乱される。

次にじん臓についてみると、ニジマスについては鎌田(1959)が詳細な研究報告を行っている。本実験による病魚のじん臓は図版Ⅲ、第15-18図にみられるとおり、細尿管上皮細胞の核消失は明らかに認められるが、間質造血細胞の増生はさして顕著とは思われない。貧血状態及び肝臓の変性から総合して判断した場合本実験によつて生じた疾患と、鎌田のいうX病とは一致するものとみられる。

4 要 約

ニジマス稚魚に魚油の過酸化物質、干アミ等を投餌して、肝臓障害を起させ、病理組織学、組織化学及び生化学面からの実験を行つた。

油脂の過酸化物質はへい死の一因とみられるが、干アミ群その他と比較した場合、過酸化物質の量とへい死率は必ずしも直線的な関係を示さないため、その量のみでは説明できず、いかなる型の過酸化物質が毒性を示したのかは今後にまたねばならない。

マッコウ脳油群は疾病の発生がきわめて少なかつたことは、興味あることである。

キアミはやはり発病率が高かつたが、その毒性は明らかでない。

病魚では筋肉・肝臓のグリコーゲン含量が少なく、代謝機能の低下を示すものである。

脂肪分は逆に病魚が多い。

筋肉では病魚群の△10pが少ない傾向を示した。肝臓では干アミ群のみ特に少ない。

病理組織学的には、肝臓では蓄積脂肪による肝細胞の破壊、じん臓では細尿管上皮細胞の核消失が明らかに認められ、X病と一致するものとみられる。

5 文 献

- (1) 長野県水産指導所 : 「ニジマス」 46.7(1958)
- (2) " 編 : 米国における最近の養鱒技術 46.2(1956)
- (3) K.A. FAKTOROBIKH : Trad. Soveschan. Fiziolog-Ryb, 237~243(1958)
- (4) 鎌田 淡 紅 郎 : 滋賀県醒井養鱒試験場報告 46.2(1959)
- (5) 小野豊樹、永山文男、望月康男 : 日本水産学会誌 24巻10号(1959)

担 当 者
 奥多摩分場 調査指導室 技 師 増 田 禎 東京水産大学教授 小野豊樹
 研究協力者 奥多摩分場 分場長 松 本 太 郎 東京水産大学助手 永山文男
 (現)本場調査部 資源調査室 技師補 原 武 史
 奥多摩分場 増 殖 室 作 業 員 飯 村 利 男

第1表 餌料配合(%)

品名 群	さなぎ	S 飼	P 料	小麦粉	冷 イ	凍 サ	冷 ハ	凍 ゼ	冷 ア	凍 ジ	干アミ
1	20	10		20	20		30				
7	10	10		20	10		20				30
8	20	10		20	20				30		

品名 群	豚肝臓	精 魚	製 油	酸 魚	化 油	マツコウ 脳 油	小麦粉	マ ガ ラ ム % 185	脱 脂 さ なぎ	脱 脂 イ サ ザ	脱 脂 飼 料	脱 脂 粉	脱 脂 乳	脱 脂 魚	脱 脂 粉
2	16.7	8.3					15	3.75	15	15	15	3.75	7.5		
3	16.7	16.7					13.32	3.33	13.32	13.32	13.32	3.33	6.66		
4	16.7			8.3			15	3.75	15	15	15	3.75	7.5		
5	16.7			16.7			13.32	3.33	13.32	13.32	13.32	3.33	6.66		
6	16.7				8.3		15	3.75	15	15	15	3.75	7.5		

注 2~6群には配合外に1%のビタミン混合物を添加

第2表 配合物の一般組成(%)

品名 成分	さなぎ	S 飼	P 料	小麦粉	冷 イ	凍 サ	冷 ハ	凍 ゼ	冷 ア	凍 ジ	干アミ	豚肝臓	脱 脂 粉	脱 脂 乳	脱 脂 魚	脱 脂 粉	干 イ サ ザ
水分	9.3	14.3		14.4	84.6	78.2	75.0	27.9	72.8	3.2	8.7	24.6					
粗たん白	59.8	34.5		7.5	11.1	18.7	20.0	60.9	19.5	34.8	65.4	53.0					
粗脂肪	17.5	8.6		0.9	0.5	1.1	3.0	2.3	4.4	1.0	7.0	4.3					
糖 質		9.6		75.7	1.5	0.3	0.7	2.2	1.8	53.2							

第3表 配合物の油の性状

性状 \ 品名	さなぎ	キアミ油	干イサザ油	SP飼料油	精製ペニサザ油	酸化ペニサザ油	マッコウ脳油
よゝ素価	140.9	56.3	217.6	40.3	138.8	94.6	66.2
酸化	39.1	90.0	127.0	53.7	0.64	2.13	1.59
開始時過酸化物	3.7	16.8	4.6	9.3	6.4	110.0	4.8
終了時過酸化物	18.9	37.3	41.5	16.8	—	110.5	—

第4表 各群餌料分析結果

成分 \ 群	1	2	3	4	5	6	7	8
水分	56.5	47.3	44.1	46.3	44.9	46.9	59.4	53.9
粗たん白	18.9	23.0	22.6	23.0	21.8	23.6	17.8	19.8
粗脂肪	3.2	8.2	12.1	7.8	13.2	7.2	2.1	4.3
糖質	19.8	15.9	15.7	17.3	16.2	16.8	14.9	19.0
よゝ素価	134.5	135.3	136.3	124.1	125.4	82.7	116.5	129.7
酸価	96.5	30.8	18.6	31.6	18.6	22.5	89.6	77.7
過酸化価	268	153	286	835	1,360	137	1,024	462

第5表 a 配合物のアミン・アンモニア含量 (mg%)

	ササギ	干アミ	干イサザ	SP飼料
アミン態窒素	0.94	0.96	18.1	39.7
アンモニア態窒素	24.7	160	286	577

第5表 b 各群餌料のアミン・アンモニア含量 (mg%)

成分 \ 群	1	2	3	4	5	6	7	8
アミン態窒素	5.71	—	6.12	6.57	6.76	5.63	3.09	3.31
アンモニア態窒素	55.8	81.3	65.1	47.2	46.2	49.0	53.8	63.8

第 6 表 へい死魚数及びへい死率

期 間	1		2		3		4		5		6		7		8	
	尾数	%	尾数	%	尾数	%	尾数	%	尾数	%	尾数	%	尾数	%	尾数	%
7月 9日～	0		5	1.3	3	0.8	4	1.0	4	1.0	6	1.5	3	0.8	0	
16日～	1	0.3	8	2.0	4	1.0	3	0.8	1	0.3	4	1.0	1	0.3	0	
23日～	4	1.0	10	2.6	9	2.3	5	4.1	13	3.3	4	1.0	12	3.0	0	
30日～8月 6日	3	0.8	7	1.9	13	3.4	16	14.3	57	14.9	3	0.8	38	9.9	3	0.8
7日～	8	2.0	18	4.9	36	9.7	53	32.6	138	42.5	4	1.0	104	30.0	48	12.1
14日～	49	13.4	43	14.5	38	17.0	83		37	41.6	2	0.8	64	54.7	140	57.4
計	65	16.3	91	22.8	103	25.8	164	41.0	250	62.5	23	5.8	222	55.5	191	47.8

第 7 表 へい死魚の状態(29～32日目)

群 調査尾数	1		2		3		4		5		6		7		8	
	尾数	%	尾数	%	尾数	%	尾数	%	尾数	%	尾数	%	尾数	%	尾数	%
症状	1		2		3		4		5		6		7		8	
口、えらが開いている	4		6		8		17		40		2		29		3	
貧血している	0		1		2		3		5		0		14		2	
背びれがすいている	0		3		2		10		35		0		19		3	
非常にやせている	2		0		0		0		0		1		0		0	
肝臓が黄変している	3		2		1		1		1		2		4		0	
肝臓の変化が認め難い	0		5		5		16		40		0		24		3	
消化器管に餌料がない	4		1		3		1		0		2		5		0	
腸に黄色粘質物がある	4		4		4		10		28		0		16		0	
腹腔内脂肪が多い	0		2		0		3		0		0		1		0	
眼球が突出している	0		0		3		1		11		0		2		0	
腸に炎症がある	0		0		0		0		0		0		0		0	
	0		0		0		0		0		0		3		0	

第10表 各群稚魚の体型、負血状況及び肝重と体重との比較

群	%	体長 cm	体重 g	えら	肝重 mg	赤血 球数	肝重 %	群	%	体長 cm	体重 g	えら	肝重 mg	赤血 球数	肝重 %	群	%	体長 cm	体重 g	えら	肝重 mg	赤血 球数	肝重 %
I	1	5.9	4.6	A	90	119	1.96	IV	1	6.4	4.8	B	70	132	1.46	VII	1	7.5	6.4	A	80	110	1.25
	2	5.8	3.6	B	90	102	2.50		2	5.9	2.9	C	50	72	1.47		2	6.0	3.5	B	40	100	1.14
	3	6.6	5.2	B	90	111	1.73		3	6.9	4.9	C	45	52	0.92		3	6.0	3.3	C	50	54	1.52
	4	5.6	2.4	B	45	106	1.88		4	5.9	3.0	C	55	55	1.83		4	5.9	2.5	C	30	79	1.20
	5	5.8	2.8	C	50	72.5	1.79		5	5.9	3.6	D	60	27	1.67		5	5.5	2.9	C	30	64	1.03
	6	5.6	2.8	C	50	84	1.79		6	6.2	3.6	D	70	27	1.56		6	6.2	3.2	C	40	49	1.25
	7	5.5	2.4	D	45	76	1.88		7	6.6	4.5	D	50	28	1.67		7	5.5	2.3	C	50	82	2.17
	8	5.4	2.2	D	50	24	2.27		8	6.0	3.0	D	50	28	1.67		8	5.3	2.2	D	40	48	1.82
	9	5.5	2.5	D	40	56	1.60		9	6.4	3.4	D	45	55	1.32		9	5.3	2.1	D	30	29	1.43
	10	5.6	2.7	D	45	51	1.67		10	5.8	3.0	D	50	33	1.67		10	6.8	4.6	D	45	66	0.98
II	1	7.0	5.2	A	80	124	1.54	V	1	5.8	3.2	B	65	117	2.03	VIII	1	5.2	2.2	B	20	82	0.91
	2	6.5	3.7	B	60	108	1.62		2	5.9	3.8	C	80	46	2.11		2	5.5	2.5	C	40	44	1.60
	3	6.6	4.4	C	60	50	1.36		3	5.9	3.2	C	45	45	1.41		3	5.8	3.2	C	60	41	1.88
	4	6.7	4.6	C	70	72	1.52		4	5.5	3.0	C	45	59	1.50		4	5.5	2.2	C	40	38	1.82
	5	6.0	3.7	C	50	60.5	1.35		5	6.1	3.5	D	60	59	1.71		5	6.4	5.4	D	90	41	1.67
	6	6.0	3.4	C	50	65	1.47		6	5.9	3.2	D	43	59	1.31		6	5.7	2.5	D	40	32	1.60
	7	5.9	3.0	D	50	64	1.67		7	5.5	2.9	D	40	40	1.38		7	5.7	2.7	D	40	35	1.48
	8	5.5	2.4	D	45	47.5	1.88		8	5.1	2.3	D	40	41	1.74		8	5.0	1.8	D	30	27	1.67
	9	5.5	2.5	D	40	38	1.60		9	5.0	2.0	D	35	37	1.75		9	4.7	1.7	D	20	45	1.18
	10	5.7	3.3	D	50	27.5	1.52		10	5.4	3.1	D	45	36	1.45		10	5.3	2.2	D	40	41	1.82
III	1	6.4	4.4	A	105	124.5	2.39	VI	1	6.7	4.5	A	40	125	0.89	IX	1	5.2	2.2	B	20	82	0.91
	2	6.2	4.4	B	110	99	2.50		2	6.3	3.6	A	35	118	0.97		2	5.5	2.5	C	40	44	1.60
	3	6.2	3.8	B	85	76	2.24		3	6.6	4.7	A	50	141	1.04		3	5.8	3.2	C	60	41	1.88
	4	6.2	4.6	B	105	69	2.28		4	6.4	4.7	A	50	133	1.06		4	5.5	2.2	C	40	38	1.82
	5	6.6	5.0	C	120	62	2.40		5	5.7	3.0	A	40	128	1.33		5	6.4	5.4	D	90	41	1.67
	6	6.1	3.2	C	70	56.5	2.19		6	5.4	2.6	A	40	123	1.54		6	5.7	2.5	D	40	32	1.60
	7	6.2	3.0	C	75	70	2.50		7	6.3	4.0	A	48	125	1.20		7	5.0	1.8	D	40	35	1.48
	8	5.6	2.3	D	40	43.5	1.74		8	6.3	4.1	A	50	122	1.22		8	4.7	1.7	D	20	45	1.18
	9	6.0	2.8	D	70	62	2.50		9	5.5	2.7	A	40	125	1.48		9	5.3	2.1	D	30	29	1.43
	10	5.5	2.3	D	45	60	1.95		10	5.6	2.8	B	45	80	1.61		10	6.8	4.6	D	45	66	0.98

A: 正常, B: 軽度の負血
C: 中程度の負血, D: 高度の負血

第8表 貧血状況調査

群 区	1		2		3		4		5		6		7		8	
	尾数	%	尾数	%	尾数	%	尾数	%	尾数	%	尾数	%	尾数	%	尾数	%
A	43	13.6	31	12.2	7	3.8	0		0		220	88.3	4	7.5	1	1.0
B	76	24.0	42	16.5	21	11.3	9	5.2	4	7.7	26	10.0	11	20.8	9	8.7
C	136	42.9	97	38.2	59	31.7	38	22.1	10	19.2	11	4.2	11	20.8	24	23.0
D	62	19.5	84	33.1	99	53.2	125	72.7	38	73.1	7	2.5	27	50.9	70	67.3
計	317	100	254	100	186	100	172	100	52	100	264	100	53	100	104	100

注A正常 B軽度の貧血 C中程度の貧血 D高度の貧血

第9表 成長率

群	放養尾数	養尾数	総体重	平均体重	中間調査尾数	総体重	平均体重	成長率	取場尾数	総体重	平均体重	成長率
			g	g		g	g	%		g	g	%
1	400	540	540	1.35	81	210	2.59	192	317	1,470	4.64	344
2	400	544	544	1.36	70	220	3.14	231	254	1,350	5.31	390
3	400	540	540	1.35	70	242	3.46	256	186	945	5.08	376
4	400	533	533	1.33	94	306	3.26	245	172	865	5.03	377
5	400	540	540	1.35	55	175	3.18	236	52	340	6.54	484
6	400	548	548	1.37	62	205	3.31	242	264	1,000	3.79	276
7	400	536	536	1.34	51	167	3.27	244	53	338	6.38	476
8	400	555	555	1.39	64	165	2.58	187	104	605	5.82	419

第12表 肝臓の重さと体重との比率

区間	病魚		健康魚(天然産)	
	度数	%	度数	%
0.8~1.8%	3	4.3	6	8.6
1.0~1.2	4	5.7	22	31.5
1.2~1.4	6	8.0	32	45.7
1.4~1.6	14	20.0	8	11.4
1.6~1.8	19	27.2	2	2.8

第11表 えらによる区分と赤血球数

区分	範囲	平均値	調査尾数
A	110 ~ 141	124.2	13
B	80 ~ 117	98.5	11
C	43 ~ 84	59.35	26
D	24 ~ 64	42.33	30

	病 魚		健康魚(天然産)	
	度 数	%	度 数	%
1.8~2.0%	9	12.9		
2.0~2.2	5	7.1		
2.2~2.4	5	7.1		
2.4~2.6	5	7.1		
計	70	100	70	100

第13表 肝臓の分析値

群	水 分	脂 肪		グリコーゲン		リン 除りん脂質		りん脂質	鉄
	%	生鮮物%	乾 物 %	生鮮物 mg%	乾 物 mg%	生鮮物 mg%	乾 物 mg%	脂肪中 ※ mg%	乾 物 mg%
1	76.9	2.1	9.1	217	940	212	917	250	22.6
2	80.8	2.4	15.0	—	—	212	1,100	—	36.0
3	80.8	2.9	12.3	—	—	223	1,160	71	65.8
4	81.8	2.7	14.9	—	—	194	1,070	178	35.3
5	84.2	3.1	14.5	30	188	173	1,090	96	74.2
6	79.7	1.6	7.7	107	527	206	1,010	64	37.8
7	79.3	2.6	13.0	48	233	212	1,020	172	14.8
8	76.2	4.3	20.5	28	88	221	928	118	—

※ エーテル抽出物中

第14表 筋肉の分析値

群	水 分	脂 肪		グリコーゲン		リン 除りん脂質		りん脂質	鉄
	%	生鮮物%	乾 物 %	生鮮物 mg%	乾 物 mg%	生鮮物 mg%	乾 物 mg%	生鮮物 ※ mg%	乾 物 mg%
1	78.8	2.2	10.3	10.9	51.4	19.7	931	610	18.7
2	80.2	2.7	13.8	—	—	166	837	577	9.9
3	79.3	3.2	15.3	8.8	42.5	171	824	—	7.9
4	79.9	3.3	16.3	—	—	160	797	476	8.6
5	79.4	3.4	16.3	0	0	183	887	600	11.7
6	81.1	2.4	12.5	—	—	180	950	300	8.8
7	79.6	2.5	12.1	8.5	41.6	192	940	2,260	11.6
8	80.3	2.5	12.7	4.5	22.8	180	916	1,170	21.5

※ エーテル抽出物中

第15表 酸可溶性りん含量(%)

群	肝 臓			筋 肉		
	無機りん	△10P	△180P	無機りん	△10P	△180P
1	39.3	1.0	10.1	28.5	11.7	18.3
2	—	—	—	—	—	—
3	34.8	6.4	11.8	30.0	9.4	14.0
4	—	—	—	—	—	—
5	50.7	2.1	10.2	33.8	4.0	10.6
6	41.0	0.3	11.2	30.6	11.6	13.6
7	5.6	0	2.8	34.2	6.6	7.6
8	33.5	3.0	10.7	29.8	4.8	6.0

図版の説明

図版 I 第1図 えらの外観

第2図 肝臓の外観

第3図 病魚肝臓中の脂肪分布

(acetic Carbal SudanⅢ、Ehrich 氏 ヘマトキシリン
—エオシン 染色)

第4図 病魚肝臓中のコレステロール分布

(schulky 氏法)

第5—8図 肝臓中の脂肪分布

(Acetic Carbal Sudan Ⅲ 単染色)

第9—12図 肝臓中のグリコーゲン分布

(Bauer-Feulgen 氏試薬染色)

第13—18図 じん臓

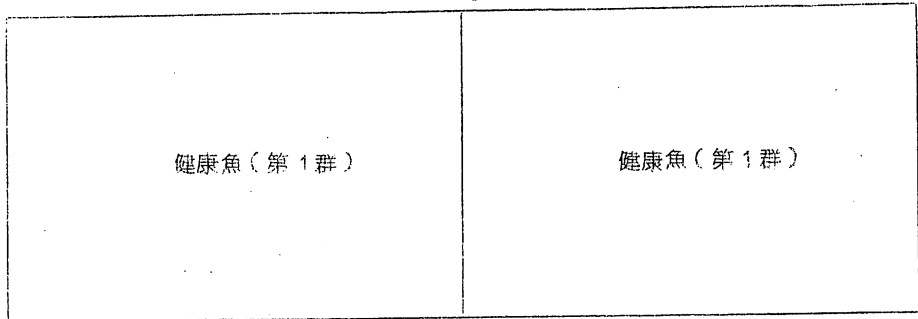
(Ehrich氏ヘマトキシリン—エオシン2重染色)

第19—20図 肝臓

(Ehrich氏ヘマトキシリン、エオシン2重染色)

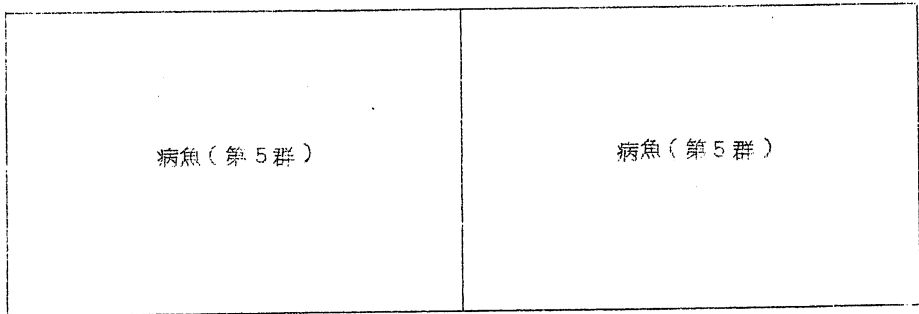
図 版 III

13—18 じん臓



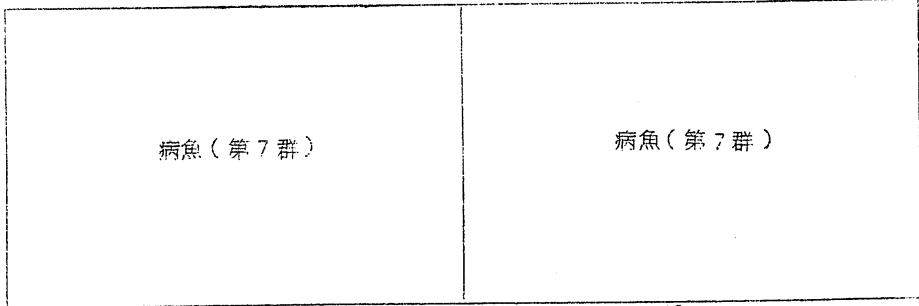
13

14



15

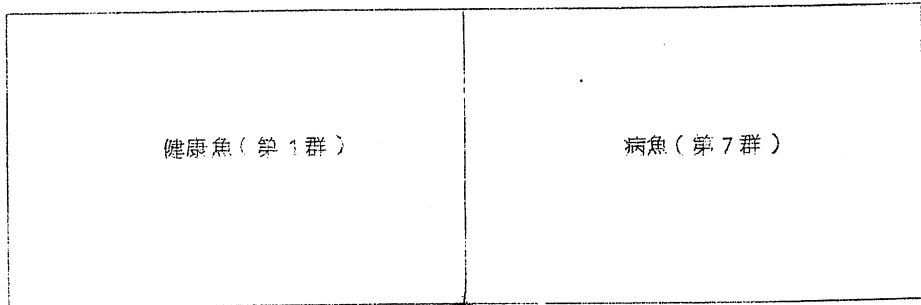
16



17

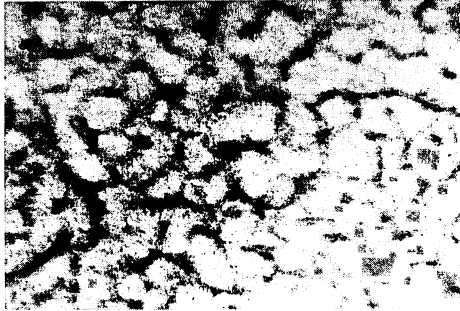
18

19—20 肝臓



19

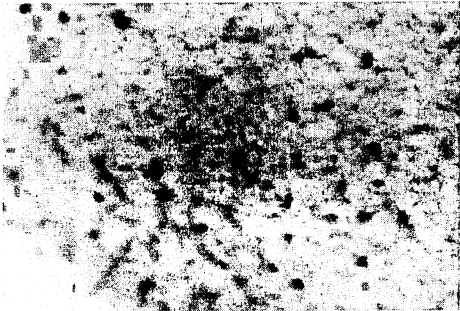
20



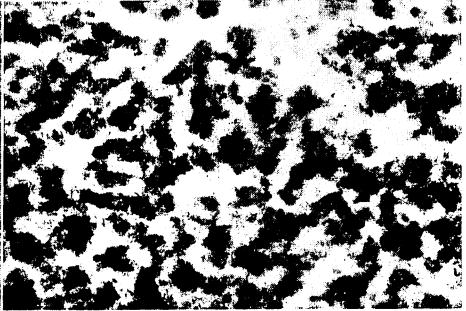
5



6



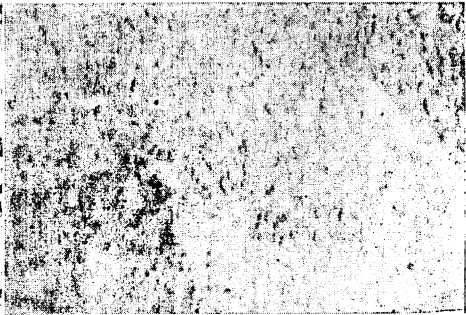
7



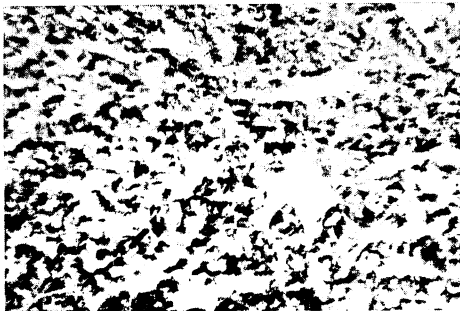
8



9



10



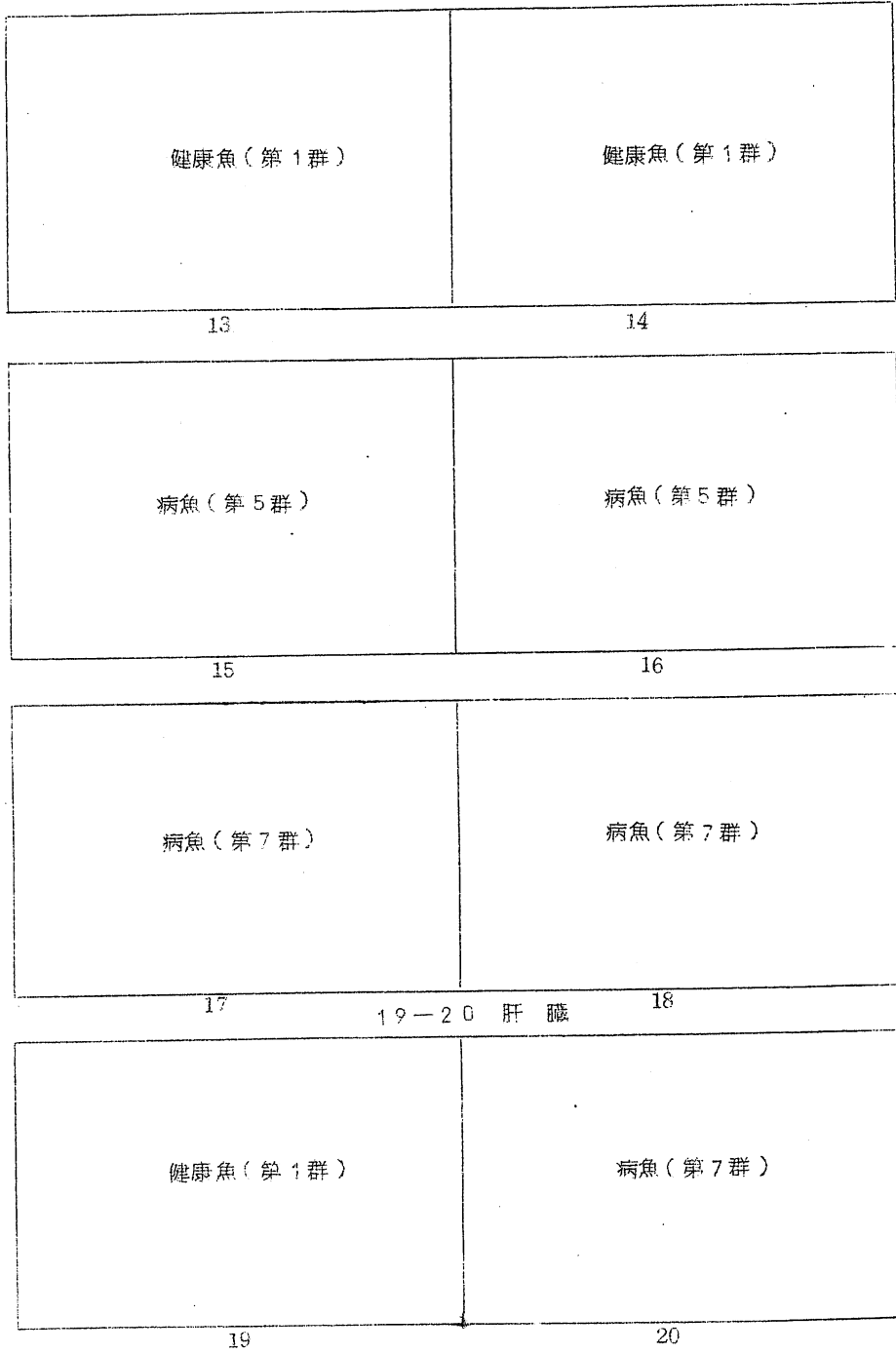
11



12

図 版 . III

13-18 じん臓

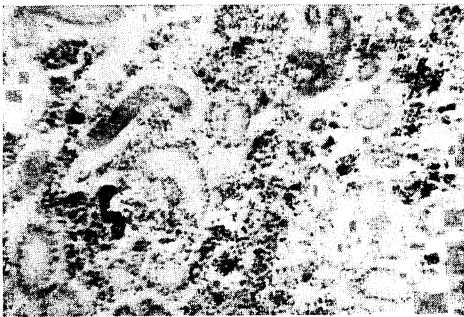




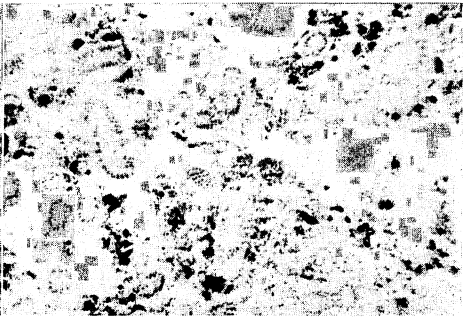
13



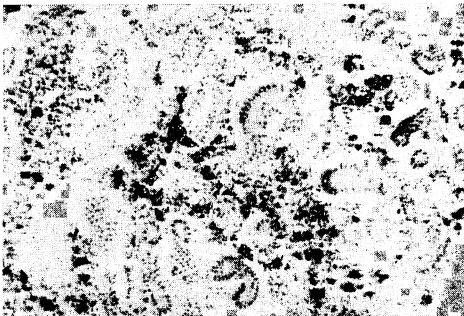
14



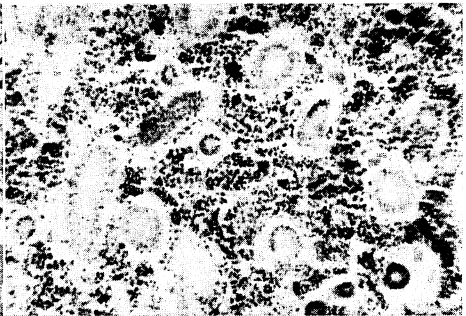
15



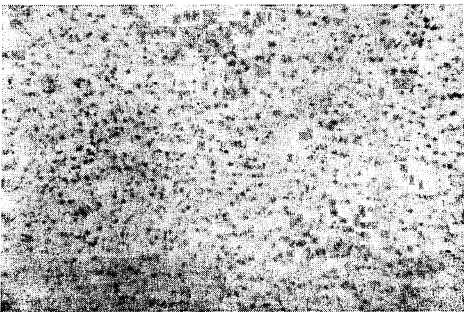
16



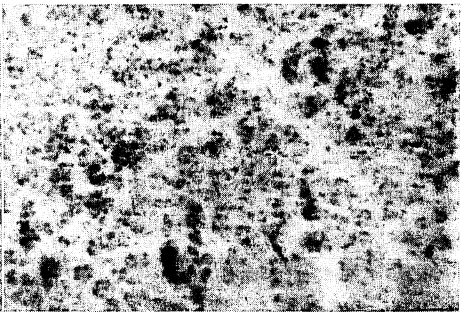
17



18



19

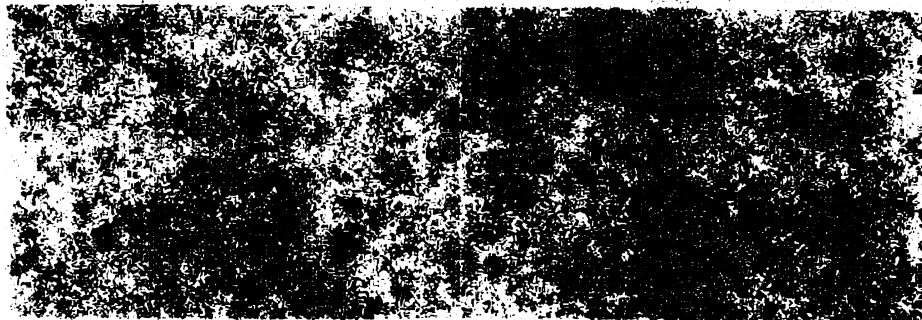


20



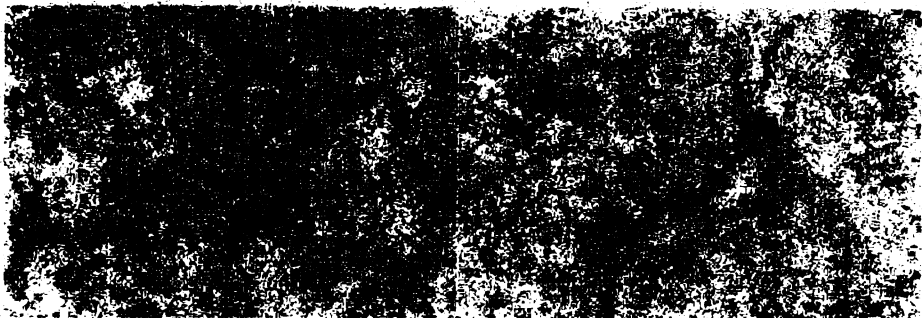
14

13



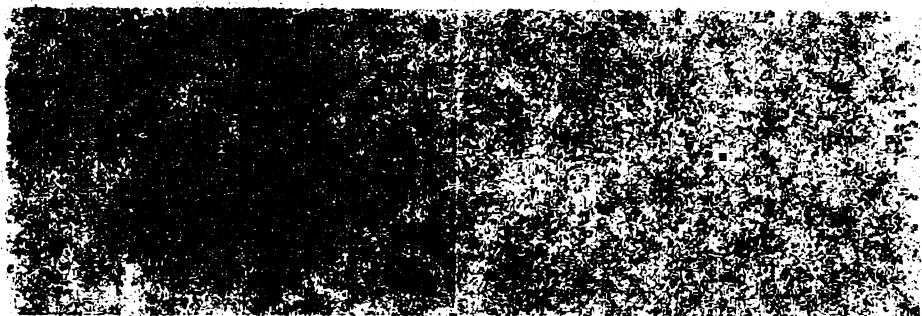
18

15



18

16



20

19