

Ⅲ 十和田湖資源対策事業調査

A 資源生態に関する調査

I 調査目的

十和田湖におけるヒメマス資源の生態学的変動を把握し資源対策に資する。

Ⅱ 調査内容

1. 調査期間 昭和49年4月～50年3月
2. 調査場所 十和田湖
3. 調査員 次 長 頼 茂
十和田湖ふ化場 松 田 毅
4. 調査項目
 - (1) 環境調査
 - (2) ヒメマスの生態に関する調査
 - (3) 親魚に関する調査
 - (4) 漁獲量調査
5. 調査方法
 - (1) 環境調査
環境については西湖中央部における実測値とふ化場及び東北電力会社の観測資料を参考にした。
また水質については、公害センターの資料を引用した。
 - (2) ヒメマスの生態及び親魚に関する調査
刺網によって得た材料を用いた。
 - (3) 漁獲量調査
各地区の集荷所及び個人聴取りによった。

Ⅲ 調査結果

1. 水温は例年に比して低目に経過し特に8月が低く11月は更に低下して例年と2℃の差があった。
(第1表)
2. 水位は例年に比し各月共高水位に保たれていた。(第1表)
3. 水質では例年と余り変りはないがDO値が昨年より小さく、Pが多くNが少ない。このことは普通の湖の状態と逆現象を示している。(第2表①, ②)
4. プランクトンについては7月にカメノコワムシ、ケンミジンコの発生が非常に多かった。
(第3表)
5. 本年における卵から放流期の稚魚に至る減耗率は13.6%で昨年(20.9%)より減少している。
6. 放流直後における稚魚の遊泳速度は約400 m/dayと推測される。
7. ヒメマスの日周移動は夕刻から接岸を開始し、暁方ピークに達することはこれまでの結果と同じである。(第4表)
8. 本年のヒメマスは一般に昨年に比べ小型である。刺網にかかる主群は明け3歳魚である。
(第5表)
9. 月を経るに従い摂餌量は増加するが、成熟期に入る9月には一時的に減少の傾向にある。食餌の内容物はヨコノミ、エビ、ミジンコ、ヨシノボリである。(第1図)
10. 食害調査の結果はニジマスがヒメマスを食害する率は大きいがヤマメのそれは差程でない。

11. G, S, Iは9月に最大値を示す。但し孕卵数は48年の60% (平均600粒) 程度であった。
(第2, 3図) (第6表)
12. 本年親魚の左右卵巣には孕卵数に極端な差がみられるものが多く又左右何れかの卵巣しかないものが目立った。
13. ヒメマスの天然産卵床は4床を確認したにとどまった。
14. 本年の魚体は総体的に小型であったため、量的には昨年を下廻ったが尾数に換算した場合は大凡昨年と同程度の水揚げを示している。(第7表)
15. 本年6月中旬の稚魚のへい死及び7月中旬より1ヶ月続いた未成魚と親魚の異常へい死の原因として考えられることは前者の場合は偶々汚水拡散域に巻き込まれて急死したものと考えられ後者については外傷のあるものが多く肝臓や肉色の褪色, 空胃, 脂肪量の減少等からみて急死ではなくある期間をおいて徐々に衰弱死したものと思われる。

Ⅳ 今後の問題点

十和田湖におけるヒメマスの資源動態を把握するには長期に亘る資料の蓄積を必要とするが、そのためには特に下記事項の調査を継続して実施する必要がある。

- ① 正確な漁獲量の把握と操業実態調査
- ② 標識魚再捕に関する調査
- ③ 天然産卵床確認調査
- ④ ヒメマスに関する魚体変動調査

第1表 十和田湖の水位と水温 (於青撫)

年 月	44年		45		46		47		48		49	
	水 位	水 温	水 位	水 温	水 位	水 温	水 位	水 温	水 位	水 温	水 位	水 温
1月	1.30 ^m	3.5 [℃]	0.66 ^m	3.2 [℃]	0.70 ^m	3.0 [℃]	0.38 ^m	4.0 [℃]	0.36 ^m	3.8 [℃]	0.35 ^m	2.2 [℃]
2	1.17	2.3	0.54	2.9	0.74	2.6	0.64	2.7	0.60	3.5	0.46	1.7
3	0.96	1.7	0.70	1.0	0.70	2.3	0.49	2.4	0.65	2.5	0.40	1.7
4	1.47	2.9	0.39	2.3	0.23	3.5	0.08	3.5	0.22	4.0	0.07	2.0
5	1.60	5.9	0.02	4.9	0.02	5.7	0.08	7.2	0.06	6.7	0.03	5.4
6	1.27	11.0	0.38	12.9	0.29	11.2	0.43	12.9	0.45	11.9	0.11	11.2
7	0.76	17.8	0.80	17.0	0.64	18.7	0.65	18.4	1.20	19.2	0.31	16.0
8	0.67	21.3	1.20	21.7	1.20	22.2	0.74	22.9	1.31	22.6	0.59	20.6
9	0.69	19.7	1.34	20.7	1.05	16.9	0.75	19.9	1.02	18.5	0.58	18.9
10	0.74	14.1	1.29	15.7	0.81	13.8	0.66	14.9	0.79	14.7	0.30	13.8
11	0.90	9.7	0.88	9.4	0.58	8.9	0.50	9.1	0.46	9.2	0.33	6.7
12	—	—	—	—	0.36	4.4	0.34	5.3	0.42	3.9	0.42	3.6
降雨量	1,314 mm		1,114 mm		1,347 mm		1,613 mm		1,416 mm		1,536 mm	

水位……各月末 水温……各月平均 降雨量……1月～11月

第2表① 西湖中央観測

調 査 年月日	時 刻	天候	透明度 (m)	水 温 (℃)					P H					D O (ppm)				
				0	10	20	40	底	0	10	20	40	底	0	10	20	40	底
49.7.12	14:00	c	10.3	15.3	14.7	14.4	—	—	7.8	7.7	7.7	—	—	9.1	9.2	10.2	—	—
7.24	16:00	c	14.95	18.9	15.4	11.5	7.9	8.5	7.7	7.6	7.5	7.5	7.5	7.9	9.2	9.4	7.6	—
8.1	16:00	o	8.5	20.2	17.2	12.0	9.2	—	—	—	—	—	—	8.6	9.9	9.6	—	—
8.10	14:00	b	11.3	21.7	19.0	16.4	13.9	9.6	7.7	7.7	7.7	7.5	7.3	7.9	8.4	8.4	9.6	9.0
8.23	14:00	c	13.1	22.6	21.0	12.8	12.5	9.3	7.8	7.7	7.5	7.5	7.5	—	—	—	—	—
9.12	14:30	bc	11.0	20.2	19.6	13.2	12.4	—	7.9	7.7	7.3	7.3	—	—	—	—	—	—

第2表㊸ 湖全体の観測値

昭和	場所	透 明 度 (m)	P・H	DO	COD	SS	BOD
46	西 湖 中 湖 休 屋		7.7 ~ 8.1	7.9 ~ 10.9	0.6 ~ 1.0	0.6 ~ 3.4	
			7.9 ~ 8.1	8.0 ~ 10.0	0.2 ~ 1.1	0.4 ~ 2.0	
			7.1 ~ 8.0	8.4 ~ 10.1	0.8 ~ 1.2	0.4 ~ 5.0	
47	西 湖 中 湖 休 屋	10.5 ~ 12.5	7.6 ~ 8.0	8.2 ~ 10.6	0.6 ~ 1.2	0.2 ~ 1.0	
			7.6 ~ 8.0	7.7 ~ 10.3	0.5 ~ 1.0	0.2 ~ 1.4	
			7.6 ~ 8.0	8.2 ~ 10.8	0.8 ~ 2.0	0.2 ~ 1.0	
48	西 湖 中 湖 休 屋	10.0 ~ 15.5	7.8 ~ 8.1	7.8 ~ 12.5	0.4 ~ 1.3	0.1 ~ 3.8	1.01 ~ 3.2
			7.8 ~ 8.1	7.7 ~ 12.4	0.4 ~ 1.0	0.1 ~ 1.4	0.1 ~ 2.0
			7.8 ~ 8.1	7.8 ~ 12.7	0.4 ~ 1.6	0.1 ~ 3.4	0.2 ~ 3.4
49	西 湖 中 湖 休 屋	8.5 ~ 9.5	7.5 ~ 8.1	9.6 ~ 12.0	0.4 ~ 1.3	1.5 ~ 9.0	
		11.2 ~ 11.3	7.5 ~ 8.1	9.3 ~ 12.7	0.4 ~ 1.1	1.5 ~ 8.5	
		9.0 ~ 9.5	7.8 ~ 8.1	9.2 ~ 11.0	0.3 ~ 1.1	0.0 ~ 6.5	

第3表 プラントン (西湖中央部)

採集年月日 プラントン種	49.6.13	7.2	7.12	7.15	7.21	8.1	8.10	8.23	9.12
Keratella quadrate	155 ケ/㎡	82	4,647	4,301	980	388	220.0	153.0	593.3
Filinia terminalis	0	0	0	0	0	0	13.3	6.7	20.0
Acanthodiapto- mus pacificus	96	1,963	1,896	4,897	666	287	960.3	1,273.3	5,706.7
Duphnia longispina	49	46	138	119	41	4	0	466.6	33.3
湿 重 量	0.02 g	0.03	0.18	0.27	0.11	0.04	0.03	0.06	0.3

採集方法：口径 30cm

GG 13

水深 5m 2回垂直曳

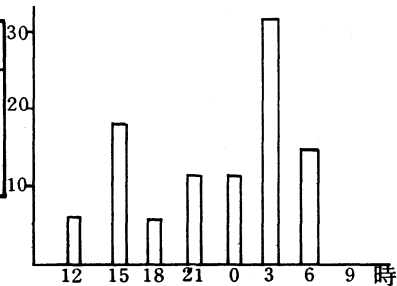
口過 0.5 ton 当り

第4表 日 周 活 動

年月日	位 置 魚 種 時間帯	沖 側	小	中 間	小	岸 側	小	計
		キー 親 の ラオ他	計	キー 親 の ラオ他	計	キー 親 の ラオ他	計	
昭 49.7.25 ~ 26	16:00 ~ 9:00	5 8 5 0	18	5 1 7 0	13	0 1 2 0	3	34 尾
昭 49.7.26	9:00 ~ 12:00	0 2 0 0	2	0 0 0 0	0	0 0 0 0	0	2
	~ 15:00	1 0 0 0	1	3 2 0 0	5	0 0 0 0	0	6
	~ 18:00	0 1 0 0	1	0 0 0 0	0	1 0 0 0	1	2
	~ 21:00	1 0 0 0	1	0 0 0 0	0	0 2 1 0	3	4
昭 49.7.27	~ 0:00	0 0 0 0	0	0 1 2 0	3	0 0 1 0	1	4
	~ 3:00	0 2 2 0	4	0 2 3 1	6	0 0 1 0	1	11
	~ 6:00	0 0 2 0	2	2 1 0 0	3	0 0 0 0	0	5
	~ 9:00	0 0 0 0	0	0 0 0 0	0	0 0 0 0	0	0
		2 5 4 0	11	5 6 5 1	17	1 2 3 0	6	34

網使用反数……1反(0.5反2枚)

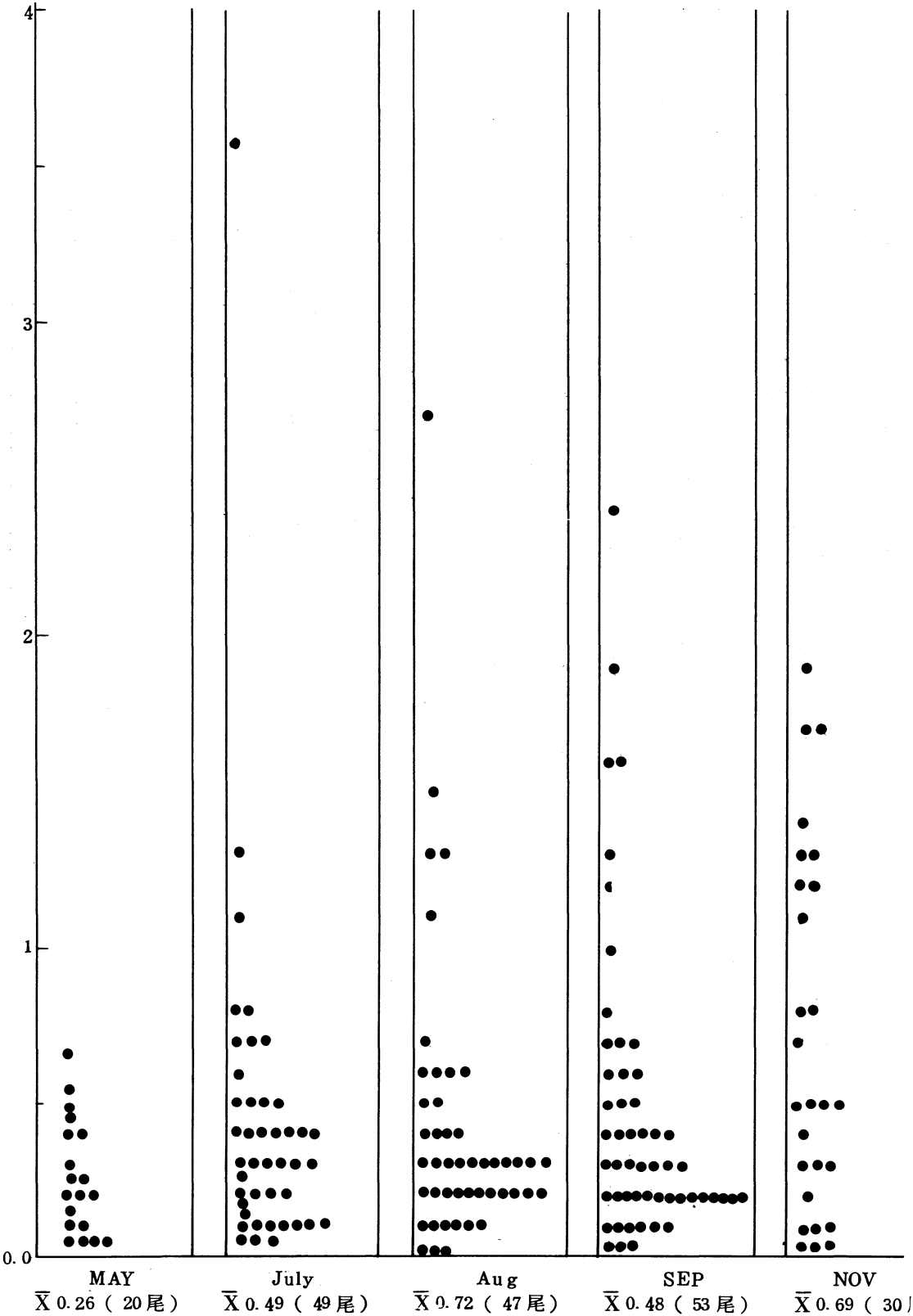
年月日	日の出	日の入	月の出	月の入
49.7.25	4:24	18:57	11:10	21:58
7.26	4:25	18:56	12:18	22:29
7.27	4:26	18:55	13:23	23:09



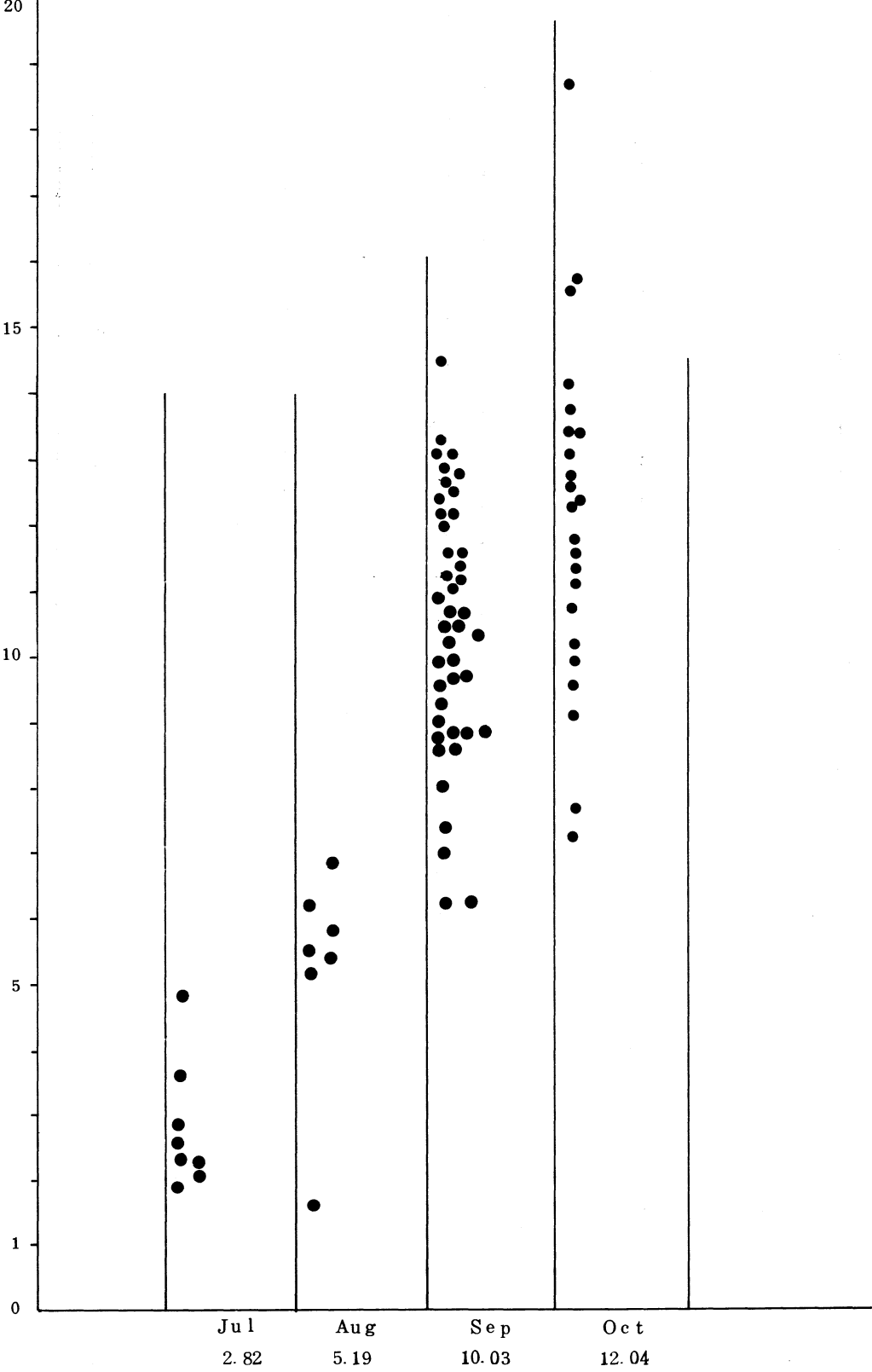
第5表 体長組成表

月 cm	5		7		8		9		11	
	尾数	%	尾数	%	尾数	%	尾数	%	尾数	%
～12.4			1	1.5						
～13.4										
～14.4										
～15.4			1	1.5						
～16.4			4	5.9						
～17.4			8	11.8	3	10.3			1	3.2
～18.4			8	11.8	3	10.3				
～19.4	2	10	5	7.4	1	3.4	1	2.8	2	6.5
～20.4	7	35			4	13.8	2	5.6	8	25.8
～21.4	4	20	6	8.8	4	13.8	5	13.9	12	38.7
～22.4	4	20	6	8.8	4	13.8	6	16.6	4	12.9
～23.4	3	15	9	13.2	3	10.3	1	2.8	4	12.9
～24.4			10	14.7	1	3.4	2	5.6		
～25.4			7	10.3	3	10.3	11	30.6		
～26.4			2	2.9	2	6.9	6	16.7		
～27.4			1	1.5	1	3.4	1	2.8		
～28.4										
～29.4										
～30.4							1	2.8		
計	20	100	68	100.1	29	99.8	36	100.2	31	100
$\bar{X}$		21.4		21.4		21.9		24.2		20.4
SD		1.28		3.38		2.90		2.42		1.31
C		0.06		0.16		0.13		0.11		0.06

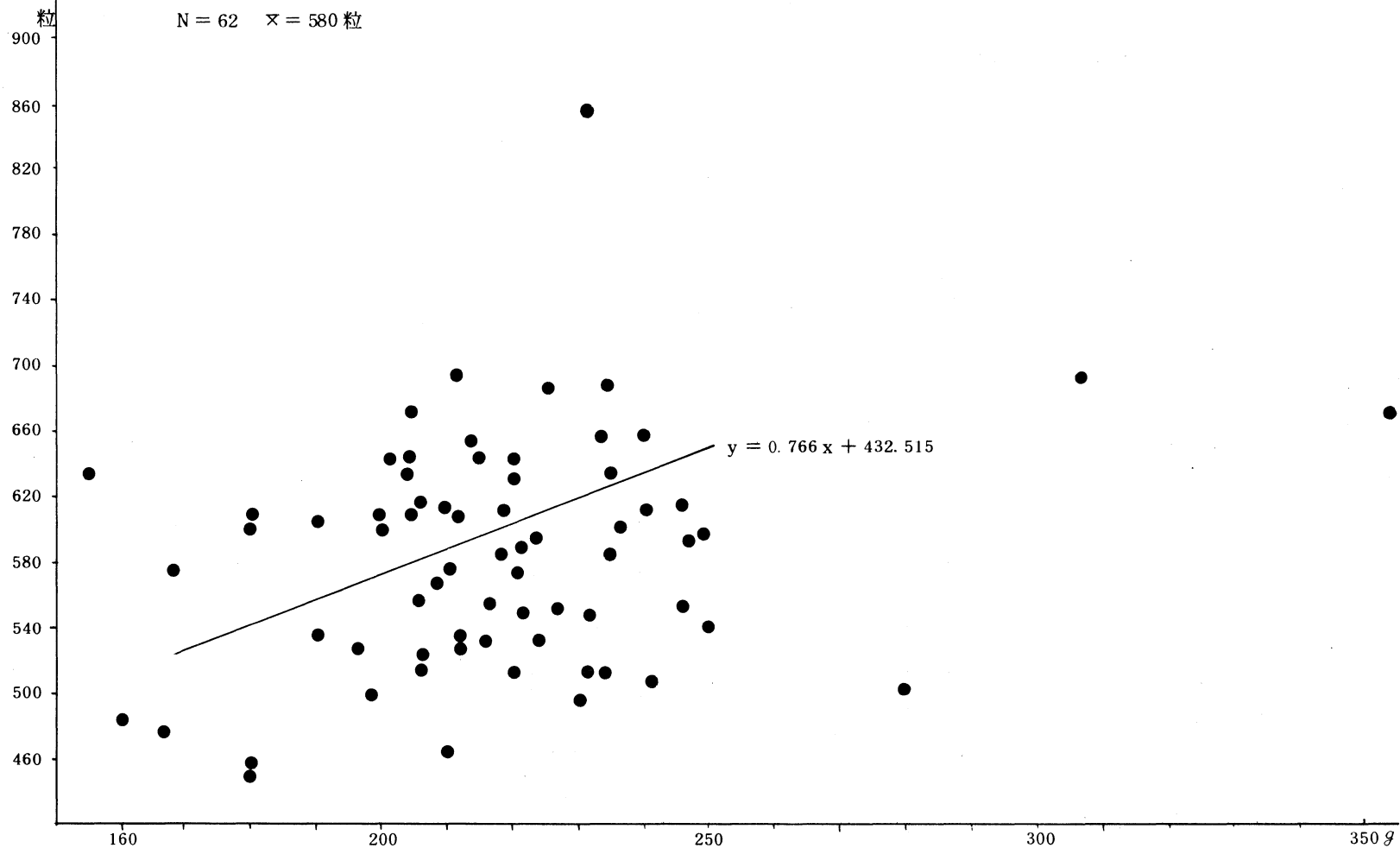
第1図 胃内容物重量



第2図 月別成熟度指数 (G, S, I)



第3図 十和田湖ヒメマスの体重と孕卵数との関係（1974年9～10月）



第6表 親魚測定値 (平均)

♀ ♂ 別									
月	項 目	♀				♂			
		卵巢重量 (g)	卵 数 (粒)	卵 径 (mm)	体 重 (g)	G. S. I	精巢重量 (g)	体 重 (g)	G. S. I.
7	月	4. 62	606	2. 0 ~ 2. 7	185. 2	2. 82	7. 0	214	3. 25
8	月	10. 4	598	2. 85 ~ 3. 35	206	5. 19	11. 6	261. 8	4. 52
9	月	23. 2	582	3. 3 ~ 4. 65	249. 1	10. 03	11. 8	253	4. 66
10	月	26. 4	602	3. 8	216	12. 04	—	—	—

第7表 昭和49年度漁獲量調査 (ヒメマス)

単位: kg

地区	月	4	5	6	7	8	9	10	11	計
大 川 岱		220.1	888.2	523.9	838.8	966.4	1,298.8	2,104.8	244.5	7,085.5
休 屋		354.0	1,816.6	642.2	1,608.1	1,780.4	2,066.2	3,790.7	68.4	12,126.5
宇 樽 部		255.2	824.6	151.4	778.7	788.5	805.7	1,139.8	0	4,743.9
計		829.3	3,529.4	1,317.4	3,225.6	3,535.3	4,170.7	7,035.3	312.9	23,955.9

この外に試験用採捕量 34.2 kg + 遊漁者推定釣獲量 2,000 kg

合 計 25,990.1 (178,014 尾)

B 異常斃死に関する底質調査

I 調査目的

昭和49年6月十和田湖休屋付近で発生したヒメマス稚魚異常斃死の原因を究明するため、底質中の重金属類および硫化物を分析し、関連の有無を検討する。

II 調査内容

- 1 調査時期 第1回採泥 49年8月2～3日
第2回採泥 49年10月31日
49年12月23日
- 2 調査場所 十和田湖内
- 3 調査員 淡水養殖部長 長 峰 良 典
技 師 原 口 健 二
" " 山 口 伸 治
- 4 調査項目 鉄, マンガン, 亜鉛, 鉛, 銅, カドミウム, 総クロム, ヒ素, 総水銀, 硫化物
- 5 調査方法 採泥は第1回目はSK式採泥器を, 第2回目は15cm×15cmのエックマンバージ採泥器を使用した。位置の決定は目測によったため同一地点から採泥したことにはならず水深から見て1回目と2回目との間には若干のずれがあった。

金属は乾燥した試料3～7gを水銀定量用分解装置によって湿式灰化し, 定容にした後原子吸光法によって測定した。水銀は所定の付属装置による還元気化循環法, また砒素は水素アルゴン炎に試料を還元した際に発生する砒化水素を送入する方法によった。硫化物は, 試料0.2～2gを硫酸酸性にし, 発生する硫化水素を硫化水素検知管に吸収させる方法によって測定した。

III 調査結果

金属の分析は49年8月採泥した試料について, 生物に対し影響を及ぼすであろうと考えられる鉄, マンガン, 亜鉛, 鉛, 銅, カドミウム, クロム, 砒素, 水銀の9種について測定した。測定値は第1表に示すとおり, 各金属とも調査点間にかなりの相異が見られ偏在傾向を示した。

硫化物は49年10月31日および12月23日採泥の試料について測定した。測定値は第2表に示したように, 山間の貧栄養湖としては, 異常に高いところがあり, 有機物流入による底質汚染を裏付けるものと考えられる。十和田湖が現在どの程度の金属蓄積状況にあるかを見るため他の水域と比較したのが第3表である。銅, マンガン, 鉛, 亜鉛の蓄積が著るしく, カドミウム, クロム, 水銀もわずかながら蓄積していると見る事が出来る。以下各金属における蓄積の特徴は次のとおりである。

1 マンガン

調査点11, 7.6に多く, 次いで3.9である。又湖西側の深い部分にも多い。

2 亜鉛

存在量は0.047～0.243%で調査点1.10.3.6に多く, 比較的沈澱し難い金属であるため, 量的な差は少ない。

3 鉛

調査点6.11.4に多く, 次いで3.7となっている。湖の西側に多い。

4 銅

調査点6.4.11に多い。

5 カドミウム

調査点11.10.1.3.8と比較的周辺部に多い。

6 クロム

調査点5.7.11.3の湖の西側に多い。

7 水 銀

調査点6.11.7に多く、深い所に多い。

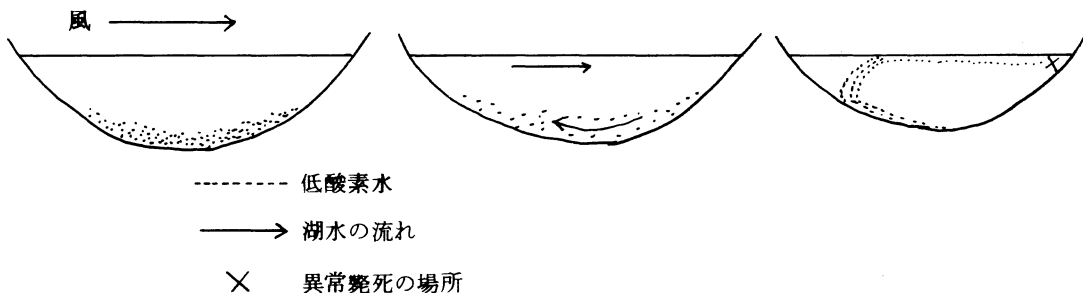
以上を総合的に見ると金属汚染の甚だしいところは調査点11.6.3.7と湖の西側地域となっている。すなわち鉛山、銀山の鉱山排水による影響と見る事が出来よう。個々の金属によって沈澱し易いもの、または沈澱し難いものがあり、加えて湖流の影響もあって存在量に差が出て来るものと考えられるが、総体的には底質の金属汚染が非常に進行している湖と見る事が出来る。

次に硫化物測定の結果で多かったのは調査点1.3.10.7.9であった。通常底質分析で生物に影響を与える硫化物の存在量は 0.2 mg/g とされている。十和田湖においてその値を超えているところは調査点1.3.8.9.10で湖岸に偏し、8を除いては人間活動の激しいところに当たっている。

V 調査の成果および今後の課題

十和田湖の底質は予想以上に重金属汚染が進行しているものの、魚類の異常斃死と直接結びつけられる程ではない。したがって原因は底質悪化をもたらしている有機物汚染にあるのではないかと考えられる。異常斃死の発生した場所は、休屋の湖岸に近いところで第2図に示したように、底層水の溶存酸素は非常に低くなっていると考えられ、それが風の影響によって表面に浮上した際に異常斃死を起したものと考えられる。

第2図 異常斃死の予想図



底質中の金属類は、水質に極端な変化がない限り、再溶出する危険性はないものと考えられるが、湖を汚染から守るためには鉱山排水を更に高度に処理することが望まれる。また銀山川には極めて微量ではあるが水銀の存在が認められることから（第4表）たとえ廃坑であるにしても湖の将来のためには何らかの方法（廃坑の止水工事等）を講ずる必要がある。

第4表 水銀流入量

調査点	採水月日	水銀 PPb
銀山(Ⅱ)	49.7.18	0.143
鉛山(Ⅱ)	49.7.18	0.065
滝ノ沢（湖水）	49.7.18	0.080

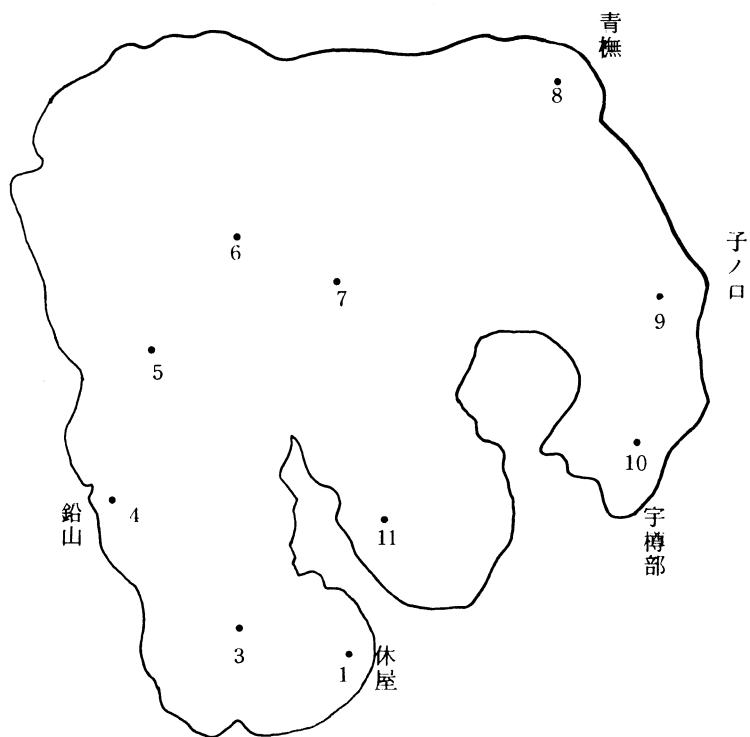
又、底質の硫化物を減少させるためには、下水処理が是非とも必要で、早急に対策をたてなければならない。

第1表 十和田湖底質分析結果

49.8.2～3採泥

調 査 点	水 深	鉄	マンガン	亜 鉛	鉛	銅	カドミウム	総クロム	ヒ 素	総 水 銀
	m	%	%	%	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
1	10	1.44	0.017	0.243	69	103	13	2	3.20	
3	40	4.08	0.473	0.139	340	190	11	6	4.63	0.54
4	55	4.14	0.422	0.063	613	377	5	4	1.17	0.14
5	75	3.96	0.125	0.047	43	47	3	11	1.89	0.12
6	80	3.42	0.655	0.132	1,213	440	7	4	4.40	1.79
7	100	2.79	0.850	0.101	293	182	7	7	1.17	0.65
8	50	2.08	0.058	0.051	32	42	13	3	2.00	
9	50	4.18	0.449	0.097	117	138	7	4	1.04	0.33
10	8	1.77	0.028	0.193	73	136	19	2	1.24	
11	85	5.86	1.703	0.130	703	264	21	7	1.83	0.82

第 1 図 調査点の位置



第 2 表 十和田湖硫化物分析結果

49, 10, 31 , 12. 23 採泥

調査点	水 深	H ₂ S mg/乾泥 g	備 考
1	10	0. 719	10月31日
3	40	0. 550	"
4	50	0. 008	"
5	70	0. 009	"
6	100	0. 093	"
7	110	0. 246	12月23日
8	64	0. 405	"
9	55	0. 202	"
10	19	0. 594	"
11	72	0. 000	"

第3表 底質に含まれている金属類の比較

単位：ppm

項 目 \ 場 所	尾 駁 沼	鷹 架 沼	小 川 原 湖	十 和 田 湖	陸 奥 湾
採 泥 月 日	49. 7. 17	49. 7. 29	43. 7. 24	49. 8. 2	46. 6. 24
砒 素 (As)	0.34 ~ 3.13	1.02 ~ 3.50		1.04 ~ 4.63	0 ~ 9.8
カドミウム (Cd)	0.02 ~ 0.24	0.04 ~ 0.25		3 ~ 21	0.1 ~ 0.6
クロム (Cr)	0.41 ~ 4.23	1.26 ~ 3.13		2 ~ 11	0 ~ 5.8
銅 (Cu)	0.15 ~ 3.20	0.59 ~ 2.46	140 ~ 620	42 ~ 440	25 ~ 46
水 銀 (Hg)	0.02 ~ 0.28	0.06 ~ 0.02		0.12 ~ 1.79	0.02 ~ 0.45
マンガン (Mn)	6.38 ~ 49.07	29.08 ~ 70.00		170 ~ 17,000	
鉛 (Pb)	0.39 ~ 4.96	1.96 ~ 6.66		32 ~ 1,213	8 ~ 39
亜 鉛 (Zn)	1.45 ~ 18.06	3.91 ~ 15.00		970 ~ 1,390	
硫化物 (H ₂ S)	0.001 ~ 5.40	0 ~ 0.96	0 ~ 11.63	0 ~ 0.72	0.01 ~ 0.2