

補 遺

## 菅沼のヒメマス

白旗総一郎

まとめ： 群馬県の火山堰止湖菅沼に初めてヒメマスが放流されたのは1913年（大正2年）6月のことである。当時農商務省技官日暮忠の報告によると、十和田湖産の種卵5万粒を菅沼の下流に当たる丸沼孵卵場でふ化し体長3cmの稚魚に育て4kmの道のりを手桶で運び放流された。翌1914年には支笏湖産種卵から得た稚魚87,655尾が放流されたほか、1913～1915年には択捉（エトロフ）島のウルモベツ湖でベニザケから採卵し丸沼孵卵場でふ化飼育した稚魚計119,724尾が放流された。放流後の成長はすばらしく1913年の最初の移植群は2年後の1915年に成熟し多くは丸沼で採捕採卵され、平均体重412g、1尾平均卵数650粒であったという。しかしこの成長は続かず10年も待たずに体重90gにまで小型化してしまった。1958～1991年（昭和33年～平成3年）に行われた調査結果から、1960年代にみられた親魚の成長（体長15cm、体重40g、抱卵数100粒程度）が最低であったと考えられる。1970年（昭和45年）に入って成長は急激に向上し1975年21cm、321粒、1976年には422粒へと増えた。しかし菅沼への最初の移植当時観察された成長にははるかに及ばなかった。さらに近年になっても1990年頃の産卵魚の体長は18cm、体重85gの大きさにとどまった。菅沼のヒメマスの自然産卵は長らく不明であったが、1973年菅沼の東部に位置する上沼（清水沼）の流れ込みで行われていることを確認した。そして上沼では産卵後も死亡せず長期間生存を続けていることが観察された。1974、75年の5月には産卵期を過ぎた親魚が成熟した卵を持ったまま生存し餌をとっているのが確認されたのである。このことは天然水体においてヒメマスが産卵後も死亡せず生存する可能性があることを強く示唆している。

## 菅沼のあらまし

群馬県利根郡片品村の海拔1735mに所在する菅沼（すげぬま）はその下方に連なる丸沼と大尻沼とともに奥日光白根火山の溶岩流によって生じた堰止湖であり、利根川の一水源となっている。流出水はかつて八町の滝となり水位差300mの丸沼に流入していたが、1930年（昭和5年）に上毛電力会社によって取水堰堤が湖尻に設けられ発電に利用されるようになった<sup>9)、10)</sup>。

菅沼の堰堤建造後の湖盆形態は長軸の長さ3.0km、最大幅0.5km、湖岸線の長さ6.5km、水面積0.63km<sup>2</sup>、肢節量2.32、最大深度75.0m、平均深度38.1mであり<sup>4)</sup>、肢節量の大きさが示すようにその形態は複雑である。すなわち3つの湖盆に分かれ、上流部最東端の上沼（清水沼）とそれに接する中沼（弁天沼）が副湖盆となり、北部に位置する最大面積の下沼（北岐沼）が主湖盆となっている。1960～1962年に倉沢ら<sup>7)</sup>が算定し実測した各沼の湖岸線の長さ(km)、水面積(km<sup>2</sup>)、最大深度(m)はそれぞれ上沼1.7、0.10、26、中沼1.5、0.08、30、下沼3.3、0.45、75であった。

図1に初めてヒメマスが菅沼に移植が行われた当時（1913年）の図を引用しておいた。図にみられるように各湖盆の間は狭くくびれ、最狭部で20間(36m)と伝えられた<sup>2)</sup>。しかし1929年（昭和4年）8月3日には上・中沼間の水路は深くても1m程度、また中・下沼間のそれは約5mあったが、翌1930年10月半ばには下沼の堰堤建造のため下沼から中沼への水路が干上がりボートで

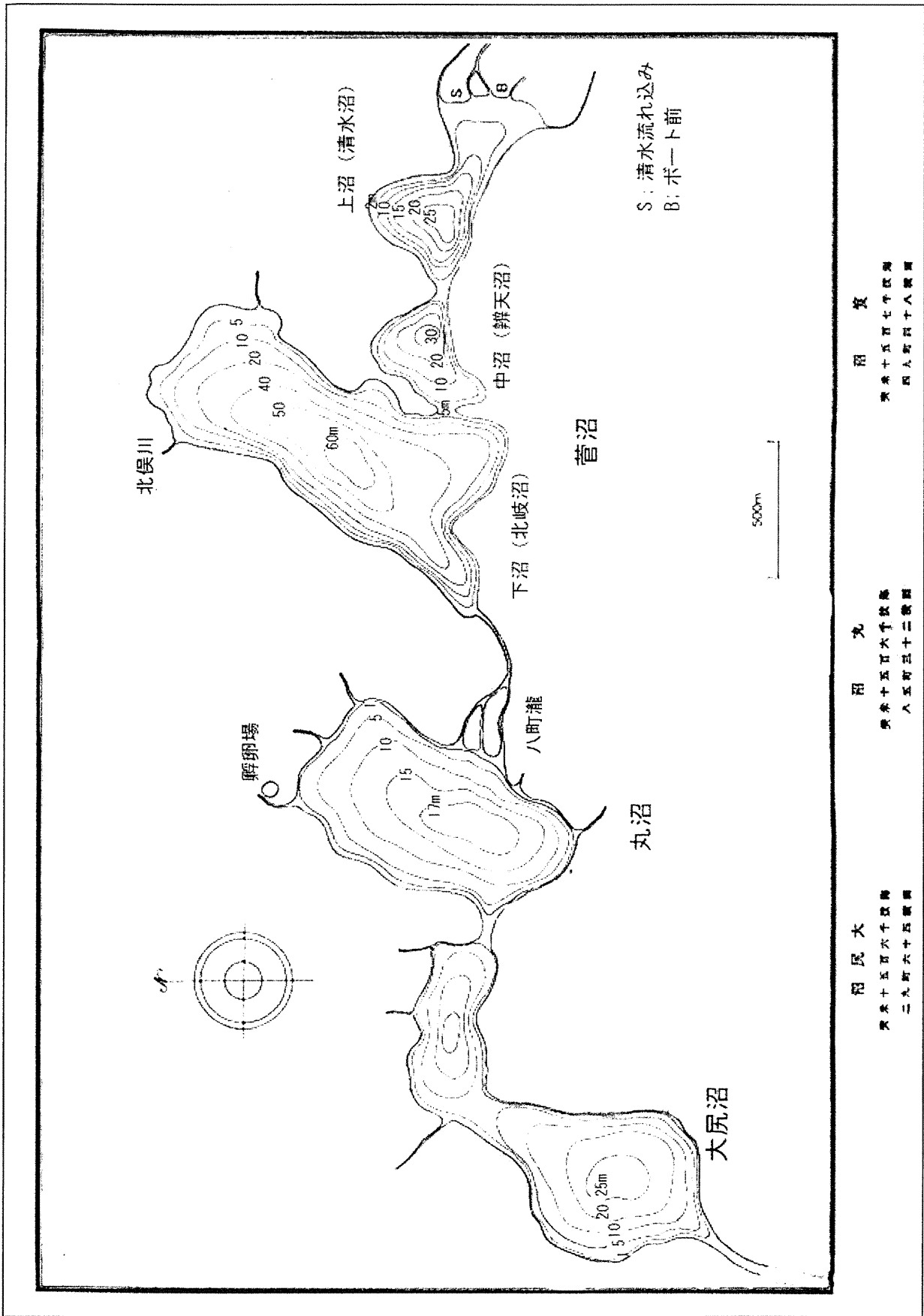


図1 最初のヒメマス移植当時の菅沼・丸沼・大尻沼の図

(日暮, 1914<sup>2)</sup> の図より. ただし距離スケールとゴシック体地名を追加)



図2. 上沼（清水沼）のボート前とその左方清水流れ込みの方向を望む。  
（北岸の涸れ沢付近より撮影，1973年11月2日）

渡れなかったという<sup>9)</sup>。1960年（昭和35年）になると前者の幅は約1m、後者約2.5mの狭小な浅い水路となり渇水期には上・中沼間は船で通れないことも生じた<sup>7)</sup>。流入河川は上沼の北東端に清水の流れ込みがあるほか、下沼には山腹より湧出する流れが2つあり、北部のそれは北岐（きたまた）川と呼ばれた（図1）。

### 菅沼のヒメマスの由来

火山堰止湖である菅沼に初めてヒメマスが放流されたのは1913年（大正2年）6月のことだった。そのきっかけは1912年（明治45年）に開始された農商務省水産講習所技師日暮忠によるサケ類の湖沼養殖上の適否試験であった。この試験報告<sup>2)</sup>によれば、適地の選考中群馬県利根郡片品村字東小川の三湖漁業権所有者千明賢治より群馬県知事を経て申請のあった同村内茂沼（菅沼のこと）、丸沼、大尻沼が最適の地と認め、これを明治45年度よりサケ類養殖試験地に指定し千明賢治に囑託しかつ拂川悌之輔に技術を担当させたとある。当時菅沼に生息する魚類は湯元の人放流した嘉魚（イワナ）と鱒（ヤマメ）だけであった。試験の方針は秋田県十和田産姫鱒（ヒメマス）を菅沼へ、米国カリフォルニア州ベイヤー産虹鱒（ニジマス）を丸沼へ、北海道西別川産鱒（サクラマス）を大尻沼に放養し生育状況を比較試験することにあつた。魚卵のふ化飼育のため丸沼の西北平坦部に湧出する江戸沢川を利用し孵卵場と飼育池を建設して臨んだのである。ヒメマスの卵は十和田湖和井内貞行より5万粒を購入し普通貨物として1912年（大正元年）12月20日十和田を発送し同27日丸沼着。翌年1月27日ふ化開始、5月1日浮上、鶏卵とカイコの蛹を投与し6月29日体長3cmに達し菅沼に放流された。

放流当日の経過を要約すると次のようになる：「丸沼孵卵場より菅沼に至る新道約4kmの坂道を手桶で運搬し到着まで1時間20分を要した。予め放流前運搬試験として2個の手桶に清水半ばを満たし、一方には1293尾、他方には948尾を入れ人夫に担荷運搬させた。多数を入れた桶では

2尾死亡したのみ。桶内の水温は初め9.7℃、到着時12℃（湖水温15℃）であった。試験の結果安全に運搬できることがわかったので6月29日と30日の両日に残りの稚魚を全部放流、その数42,284尾で運搬中の死亡は31尾であった<sup>2)</sup>

放流までの飼育成績は、種卵運搬中の死亡率0.27%、ふ化率94.5%、餌付け後～放流間死亡率5.6%（飼育日数59日）となりよい結果を示している。

ところで菅沼におけるヒメマスの放流点についてははっきりしない。わずかに上述のように「孵卵場ヨリ芑沼ニ至ル距離ハ新道約一里ノ坂道ニシテ此間ノ運搬ニハ手桶ヲ用ヒタリ」と触れているにすぎない。第2回目の移植1914年（大正3年）の支笏湖産ヒメマスおよび1915、1916両年の択捉島産ベニザケの菅沼放流<sup>3)</sup>についてもその放流点については明らかでない。おそらく丸沼孵卵場出発後八町滝の登山路を経由し新道を上り上沼（清水沼）の現ポート前付近（図1,2）に放流したのではあるまいか。2万5千分の一地図上でこの間をトレースするとちょうど4kmになる。なお倉沢ら<sup>7)</sup>は、菅沼は清水沼で放流したヒメマスが全湖に広がり、その他の魚種はほとんど見ないという特殊な湖であると述べている。表1にみられるように菅沼へは上記の十和田湖、支笏湖、ウルモベツ湖のほか、中禅寺湖、パンケトー（阿寒）産の種卵も移植された<sup>22)</sup>。それらの放流には3湖盆中最も丸沼に近接し、最大水面積を擁する下沼の和船を使って同沼に放流されたことも十分に想像できることである<sup>13)</sup>。

ヒメマスの移植第2回は支笏湖産種卵10万粒を1913年12月26日丸沼孵卵場に運搬し翌1914年（大正3年）6月29日～7月3日に87,655尾が菅沼と丸沼に放流された<sup>3)</sup>。また1914～1916年に択捉島ウルモベツ湖産ベニザケを丸沼に移植し湖中でよく生育するかどうか、ヒメマスより大型になるかどうかの試験が試みられた。現地に出張した拂川の報告によると1914年10月3,500粒を採卵、11月中旬発眼卵を汽船次いで馬背（3日間）により運搬、再び汽船にて紗那、根室、釧路に寄港し12月8日函館に上陸、陸送手続きを終え秋田市で氷を補給し日光を経て12月14日丸沼に到着。採卵から到着まで70日を要し残存卵数は3,000粒（歩留まり86%）であった。ウルモベツ湖では1915年と1916年にもそれぞれ21,500粒、10万粒が採卵され丸沼孵卵場に輸送された<sup>3)</sup>。表1のヒメマス放流の経過をみると、1924～1958年（大正13年～昭和33年）は放流の記録がないが、養鱒業の経営として丸沼孵卵場で採卵・ふ化し菅沼への放流が継続されていたと考えられる<sup>13)</sup>。

1913年6月末に放流された最初の移植群の成績について日暮<sup>3)</sup>は、「大正二年ニ放流シタルモノハ大正三年度ニハ相当ニ成長シ群游セルを認メシモ之ヲ漁獲セズ大正四年度ニ至リ初メテ漁獲ヲ試ミタリシガ」と述べている。（菅沼では）放流翌年にすでに魚群が目撃されたことは、支笏湖での移植後3年間<sup>23)</sup>、十和田湖でも2年間<sup>14)</sup>何ら魚影が見られなかったことからみると興味深い観察である。丸沼と大尻沼で採捕されたヒメマスについて放流後1年の1914年7月下旬には雌は平均体長19.6cm、体重108g、雄は同8～10月には体長29cm、体重414gに達したという<sup>3)</sup>。優れた成長といわねばならない。1914、1915両年の漁獲について沼別に割合を計算すると菅沼22%、丸沼69%、大尻沼9%となり、放流された菅沼での採捕が少なかった。この原因として丸沼孵卵場から逃亡した尾数が無視できないことと丸沼と大尻沼に比べ菅沼は漁獲しにくい条件にあったことが指摘されている<sup>3)</sup>。

表 1. 菅沼へ放流されたヒメマス・ベニザケ一覧 (1913～1963)

種卵の産地	放流年月日	放流場所	放流尾数	ヒメマス/ベニザケ	出典
十和田湖	1913/6/29-30	菅沼	42,284*	ヒメマス	2, 22
支笏湖	1914/6/29-7/3	菅沼、丸沼	87,655	ヒメマス	3, 22
ウルモベツ湖	1915/6/9	菅沼、丸沼	2,732	ベニザケ	3
丸沼	1916/5/21-6/2	菅沼、丸沼	171,326	ヒメマス	3
ウルモベツ湖	1916/7/6	菅沼、丸沼	19,000	ベニザケ	3
丸沼	1917/5/22	菅沼	220,715	ヒメマス	3
ウルモベツ湖	1917/5/28	菅沼、丸沼	97,272	ベニザケ	3
丸沼	1918	菅沼、丸沼	326,300	ヒメマス	5
丸沼	1919	菅沼、丸沼	183,000	ヒメマス	5
丸沼	1920	菅沼、丸沼	57,550	ヒメマス	5
丸沼	1921	菅沼、丸沼	49,200	ヒメマス	5
丸沼	1922	菅沼、丸沼	64,750	ヒメマス	5
丸沼	1923	菅沼、丸沼	24,410	ヒメマス	5
支笏湖	1959/6/13	菅沼	90,255	ヒメマス	22
支笏湖	1960/7/6	菅沼	80,400	ヒメマス	22
支笏湖	1961/6/4	菅沼	43,400	ヒメマス	22
中禅寺湖、十和田湖	1962/6/11	菅沼	70,600	ヒメマス	22
パンケトー (阿寒)	1963	菅沼	(10 万粒)	ヒメマス	22

\* 日暮<sup>3)</sup>の鱒族移植一覧表および川尻<sup>5)</sup>第4表では42,272尾。

最初の移植群は1915年9～10月に2+年魚として成熟し、丸沼で捕獲された雌551尾から36万1000粒の卵が得られた。この卵数には菅沼での11月4日採卵1万粒が含まれている。翌1916年には約155万粒を採卵しふ化放流のほか分譲も行われた。帝室林野局日光養魚場に70万粒、猪苗代湖に30万粒の分譲が注目される。同年菅沼での採卵開始は10月20日であった<sup>3)</sup>。

川尻<sup>5)</sup>は1913～1923年(大正2～12年)の丸沼試験池に関する拂川梯之輔の手記をまとめ、捕獲ヒメマスの平均体重と抱卵数について両者とも年を追って減少する傾向を指摘した。最初の移植群が成熟した1915年には平均体重412gであったが1920、1921両年には90gに小型化し、1尾平均卵数も650粒から130粒まで減少したのであった。大島は<sup>14)</sup>、この現象が支笏湖と十和田湖の移植初期に表れたことに注目し、十和田湖では1907年(明治40年)750gの平均体重が1912年には10分の1に急速に低下した事例について論じた。

#### 最初の移植から半世紀後の菅沼ヒメマスの成長

最初に移植されたヒメマスが1915年(大正4年)に年齢2+で成熟し、その平均体重が412gに達しよい成長を示したことは餌としての動物プランクトンに対する他の競合種がなかったからであろうし、その後急速に生じた小型化は表1にみられる放流量の増加と湖中に生活するヒメマスのほかニジマスやサクラマス個体群の増大に起因するものと考えてよいだろう。上述の成長結果は中栄養湖の丸沼での採捕魚について得られた値で貧栄養湖の菅沼についてのものではないが、移植直後の成長の良さという点で注目される。

その後の経過は明らかでないが、1958～1964年（昭和33～39年）の5～7月に菅沼の上沼について徳井<sup>24)</sup>が調査を行っている。それによると若齢の1、2、3才の137尾が採捕され、体重は3才（3冬越したもの、つまり3+年魚）で30～40g（全長16～18cm）と尾瀬沼と同様成長が悪く、鱗相から計算した各年令の体長は1+年魚11.4cm、2+年魚13.9cm、3+年魚15.2cmと述べている。産卵期までの急速な増肉を考慮しても1920年（大正9年）当時の成長より劣っていたといえる。

同時期の1962年7月、10月に白石・古田<sup>19)</sup>は菅沼の3沼について魚群探知機を用いヒメマスの分布を調べ、夜間水温躍層の下部6～11℃帯に分布することを認め、またこの水帯に動物プランクトンが少ない一因はヒメマスの被食によるのではないかとの仮説を提案した<sup>8)、19)</sup>。さらに1962年の産卵期に近い10月の資源尾数を上沼90万尾、中沼27万尾、下沼118万尾、計235万尾と推定した<sup>19)</sup>。これらの値は、人工ふ化放流のほか自然産卵が活発に行われたにせよ自然産卵場の規模や表1の放流尾数からみて過大の疑いがあるが、親魚の小型化への要因を暗示している。

表2. 淡水区水研日光支所が菅沼へ試験放流したヒメマス一覧（1965年～1991年）

年月日	放流場所	放流尾数	年齢	標識	被鱗体長	体重, g
					平均, cm	平均 $\pm t_{.05} \times SE$ (min-max)
1965/6/8	上沼ボート前	103,000	0+	なし	4.5	0.7
1966/6/7	上沼	499	1+	脂+右胸		
	中沼	500	1+	脂+右腹	13.6	26.3 $\pm$ 1.0 (21-33)
	下沼	500	1+	脂+尻		
	上沼	180	2+	白リボン		
	中沼	180	2+	桃リボン	21.3	128 $\pm$ 5 (103-158)
	下沼	180	2+	赤リボン		
	上沼	38	3+	青リボン		
	中沼	40	3+	緑リボン	28.2	301 $\pm$ 15 (245-370)
下沼	40	3+	黒リボン			
1967/7/6	上沼	30,000	0+	なし	5.3	1.7 $\pm$ 0.2 (0.9-3.0)
	上沼	10,000	0+	なし	7.4	4.6 $\pm$ 0.5 (1.5-6.9)
1967/7/12	上沼	1,168	1+	脂+左胸	15.9	51 $\pm$ 4 (28-90)
1967/7/12	上沼	299	2+	脂+背	23.7	188 $\pm$ 20 (112-293)
1968/6/12	上沼	79,300	0+	なし		0.95
1973/8/3	上沼	15,000	0+	Alizarin S	6.6	2.9 $\pm$ 0.3 (1.9-4.6)
1974/7/1	上沼	532	1+	脂+右胸	15.9	47 $\pm$ 8 (25-74)
1976/7/1	上沼	12,416	0+	脂のみ	4.8	1.10 $\pm$ 0.03 (0.8-1.6)
1991/6	上沼	5,000	0+			

注：0+年魚の放流点は上沼ボート前、2+年魚のビニールリボン標識魚は各沼の湖心域、3+年魚の同標識魚は各沼の南岸寄りに放流した。標識の「脂+右胸」、「脂+尻」とはそれぞれ脂びれと右胸びれまたは尻びれを切断除去した意である。Alizarin S 標識は133mg/kgを5日間経口投与した。

菅沼の魚類相は、淡水区水産研究所日光支所が1967年（昭和42年）7月から1978年10月に試験漁獲した結果を集約するとヒメマス92%（1876尾）、ニジマス8%（168尾）、ウナギ0.2%（3尾）<sup>注）</sup>という単調なものであった。ウナギは、1973年7月12～14日に上沼と中沼間の狭い水路をヒメマスが上り下る回遊状況を調査するために設置した上り梁（やな）に入った。菅沼は、このようにヒメマスが優占しニジマスがわずかに生息する程度という特徴があり、また第2種区画漁業権によって漁獲管理が徹底できるという研究上好適な条件から、1965年（昭和40年）に始まった国際生物学事業計画および1973年開始の農林水産技術会議「農林漁業における環境保全に関する試験研究」（昭和48～52年）において参照湖沼として取り上げられた<sup>16)、17)、18)</sup>。

表2に上記研究所が1965年以降菅沼へ放流したヒメマス一覧を示す。また表3に同所が1967～1976年に行った試験漁獲から成長期におけるヒメマスの体長の変化を示した。この表にみられるように、主群の体長分布のモードは1967、1968年の13cmから1976年には21cmへと増加し、この10年間で成長が急速に向上した。

表3. 1967～1976年 菅沼における成長期ヒメマスの体長分布（雄雌こみ）

被鱗体長, cm	1967/7/5-14* (上・中・下沼)	1968/8/31** (中沼)	1973/7/25 (上沼)	1974/5/22; 6/25 (上沼)	1976/8/24 (上沼)
6		23			
7		33			
8		3			
9		6			
10	1	9			
11	16	6			
12	143	5		1	
13	<b>163</b>	<b>24</b>		1	
14	51	13	1		1
15	14	7	1		3
16	5	1	24		
17	1		<b>59</b>	1	1
18		1	48	1	1
19			4	6	
20		1		<b>14</b>	3
21			1	7	<b>9</b>
22				1	9
23					5
計	394	132	138	32	32
体長範囲, cm	10.9-17.9		14.5-21.0	12.5-22.3	14.6-23.6
体重範囲, g	16-69		38-146	25-160	47-166

\* 田中実・白石芳一による刺網と試験釣りの記録から、同期のニジマス採捕は33尾（11～27cm）。

\*\* 白石・藤井・田中<sup>18)</sup>の第3図より尾数を読み取った。

1968年（昭和43年）8月に白石・藤井・田中<sup>18)</sup>は再び菅沼について刺網と魚探方式を併用しヒメマスの分布を詳細に調査し、表3の中沼で採捕されたヒメマスの体長分布は0+から3+の4年

注) 全長60cm；全長77cm，783g，雄；全長81cm，596g，雄。



群からなると考えた。また同時期に3沼について魚探調査を行い生息尾数は上沼3万3000尾、中沼1万2600尾、下沼3万4800尾と計算した。

菅沼におけるヒメマスの成長は生息水温が8°Cから15°Cへと上昇する5月から8月にかけて促進され、7月にはその年の秋に産卵可能な個体が生殖腺の発達程度から識別できる。1967年7月の採捕魚についてみると、開腹調査した270尾の内訳は雄163、雌107尾(60:40)、雄の約10%、雌の約3%がその年に産卵する途上にあった。6年後の1973年7月になると生殖腺を調べた89尾のうち雄48、雌41尾について、その年の産卵に参加可能な雄は56% (体長:17.9±0.7cm, n=27)、雌は29% (体長:18.1±0.7cm, n=12) であった。

前述の1967~1976年の10年間にみられた成長期ヒメマスの急速な成長は親魚の大きさや抱卵数にも反映している(表4)。同表には1967、1968年のデータを欠くが、両年の夏季の成長から予測すると体長15cm、体重40g、抱卵数100粒程度であったであろう。1973年(昭和48年)には体長18cm、214粒、74年20cm、259粒、75年21cm、321粒、1976年には422粒へと増えた。

表4. 1973~1978年の菅沼ヒメマス産卵親魚(雄雌こみ)の体長頻度分布と抱卵数

被鱗体長 cm	1973	1974	1975	1976*	1978**
16	5				
17	63	10			1
18	<b>225</b>	28			39
19	215	117	6		42
20	31	<b>217</b>	36		<b>47</b>
21	2	100	<b>65</b>		46
22		5	53		5
23			7		
計	541	477	167		180
平均±t <sub>0.05</sub> ×SE, cm	18.8±0.1	20.3±0.1	21.6±0.1		20.0±0.2
体長 min-max, cm	16.2-21.2	17.1-22.1	19.4-23.7		17.8-22.8
体重 min-max, g	66-146	65-	94-210		75-147
卵数測定尾数	10	5	8	10	
卵数 平均±t <sub>0.05</sub> ×SE	214±20	259±60	321±62	422±42	
卵数 min-max	161-281	162-315	152-477	325-562	
卵重平均±t <sub>0.05</sub> ×SE, mg	71±10		68±11		
卵重 min-max, mg	30-90		40-100		

\* 表3の1976/8/24の試料35尾のうち成熟途上の10尾について計数した。

\*\* 10月26日原武史・八木沢功・島田武による清水流れ込み沿岸部刺網漁獲。180尾のうち46尾が脂びれ切断除去した標識魚:被鱗体長19.3±0.2cm(17.8-21.3)、体重95±3g(75-130)。

1978年に採捕された親魚180尾のうち46尾が標識放流魚(脂びれ切断)であった。菅沼に放流された標識魚がこのようにまとまって再捕が確認されたことはきわめて珍しく、この刺網漁獲が始めてであった。すなわち表2の1976年(昭和51年)7月1日上沼に放流した体長4.8cm、体

重 1.1g の 0+年魚が 2+年魚として放流後 2 年 3 か月で成熟し再捕された。体長と体重の平均はそれぞれ 19.3cm、95g であった。中禅寺湖のヒメマス（体長 30cm、体重 400g）に比べると成長は依然として抑制されているといえる。標識魚 46 尾のうち雄が 45 尾で雌は 1 尾（体長 21.3cm、体重 130g）のみであった。ほとんど雄であったことからこの放流群の雌の主群は翌年 3+年魚、または翌々年 4+年魚で回帰したと考えられる。

菅沼のヒメマスの年齢を鱗から査定してみると産卵親魚は 3+~5+年魚であり中禅寺湖産（2+、3+）より高年齢である。そして一見して菅沼のヒメマスは眼が大きく腰部が細かった。そこでこの体形の特徴を生育環境の異なるヒメマスについて比較してみた。つまり菅沼、中禅寺湖、湯ノ湖のヒメマスと水温 9°C で 4 年 10 か月間週に 2 回しか投餌をしないでおいた成長抑制群について体長に対する魚体各部の相対成長を求めた（表 5）。表にみられるように菅沼のヒメマスは成長抑制群の体形に近く、体高が低く頭長、眼径、上顎長の比が大きかった。また、鱗の単位長(0.1mm)当りの隆起線数の比較でも菅沼のヒメマスの 4.7 本は成長抑制群の 5.1 本に近かった。これらの近似性から菅沼のヒメマスの餌料環境は週 2 回投餌の制限食よりやや良好な餌料環境にあったと推定される<sup>17)</sup>。

表 5. 菅沼・中禅寺湖・湯ノ湖と制限食飼育群のヒメマスの魚体各部位の相対成長

	n	年齢	標準体長 cm	体高 %	頭長 %	眼径 %	上顎長 %
菅沼	12	3-5+	19.1	22.5	24.6	5.9	11.8
制限食	5	4+	17.2	21.7	25.4	6.2	12.4
中禅寺湖	10	2+	21.1	24.2	20.5	4.4	9.4
湯ノ湖	13	2+	23.5	26.4	21.0	4.2	10.0

1958 年~1991 年（昭和 33 年~平成 3 年）に散発的に行われた調査結果から大胆に推定すると、1960 年代にみられた成長段階（体長 15cm、体重 40 g、抱卵数 100 粒程度）が最低といえるであろう。1970 年（昭和 45 年）に入って成長に急激な向上がみられたが菅沼への最初の移植当時観察された成長にははるかに及ばなかった。さらに近年になっても、奥本<sup>12)</sup>によると 1989 年 11 月上沼で採捕された親魚の平均体長は 18cm、体重 85g に留まっていた。最近（2004 年）上沼で小山内<sup>13)</sup>はやせた体長 15cm 位のメマスの群れを目撃している。

### 菅沼におけるヒメマスの産卵

前述のように 1913 年（大正 2 年）菅沼に放流された最初のヒメマスはその多くが菅沼の下流に位置する丸沼と大尻沼で採捕された<sup>3)</sup>。1915 年秋には成熟し 9 月 18 日から 11 月 9 日まで雌 551 尾、雄 442 尾の成熟魚を漁獲し 36 万 1000 粒採卵したと記録された。産卵遡上の川や場所の記載はなくただ大正 4、5 年度丸沼姫鱒親魚捕獲採卵表が示されている。菅沼での採卵は 1915 年では 11 月 4 日と同 8 日、1916 年では採卵開始が 10 月 20 日と早く、11 月 4 日に採卵したものは丸沼産と合記したとある。菅沼での捕獲場所や自然産卵についても触れていない。一方最初の移植から

50年以上たった1968年（昭和43年）の時点でも菅沼のヒメマス自然産卵については不明な点が多いとされていた<sup>18)</sup>。

われわれは1973年の調査において自然産卵が上沼の東端にある小さな流れ込みで行われていることを確認した<sup>16)</sup>。以下にその概要を述べる。

10月3/4日沼尻右岸に張った刺網の結果から10月初めにはすでに産卵回遊が始まっていることがわかった。雄13尾のうち11尾が完熟またはそれに近い状態であった。2尾の雄は全くの未熟でこの年の産卵には参加できないものと考えられた。採捕された雌10尾の内訳は完熟に近いもの1、成熟中のもの4、産卵しない未熟なもの5であった（図3）。上沼東部の流れ込み右岸とボート前右岸の刺網では雄80尾のうち放精可能なもの68、完熟または完熟に近いが放精しないもの12であった。採捕された雌5尾のうち4尾は完熟に近いが腹を圧してもまだ卵を放出しなかった。他の1尾は全くの未熟魚で今期の産卵には参加し得ないものであった。10月23日になると上沼のボート前で産卵群が容易に観察できた。



図3. ヒメマスの成熟親魚. (上) 雄 体長 17.7cm, 体重 85g.  
(下) 雌 体長 19.0cm, 体重 102g. (上沼で刺網漁獲, 1973年10月4日)

11月1日にはボート前左側の流れ込みには100尾（水温7.3℃）、またボート前の群れは最も多く200~300尾が岸から2mのところまで寄っていた（水温は表層から1.8m深の底まで8.3℃一定）。他の中間部の沿岸帯には魚影が少なく、上沼と中沼間の狭い水路に50尾の群れが2群みられた。流れ込みの水温6.8℃、流量毎秒6lであった。11月1/2日沼尻右岸部での刺網の結果、雄32尾のうち放精可能なもの25、放精近いもの2、完全な未熟魚5であった。雌35尾のうち放卵可能6、放卵に近いもの9、完全な未熟魚20を数えた。このように中沼に近接の沼尻部ではまだ未熟魚が混獲されたが流れ込み右岸とボート前右岸の雄277尾は全て放精可能、雌40尾について34尾は放卵可能、6尾が放卵可能に近かった。そして前者のうち1尾はすでに産卵後であった。



図4. 1973年11月30日上沼の流れ込み左岸寄りに群がる産卵ヒメマス.  
産卵ポケットがいくつか見られたが産卵行動は観察できなかった.



図5. 菅沼ヒメマスの産卵河川清水の流れ込み.  
(上流より上沼を望む, 撮影1973年11月30日)

11月30日にはボート前左右から流れ込みにかけて岸から60cmの解氷部と氷の下に30尾くらいずつ連続して分布していた(図4、5)。流れ込みの川の中に約250尾を目測した。さらに流れ込みに隣接した右岸の小流の溜まり(水温5.3~5.5℃、流量毎秒0.7l)に60尾を見つけた。ここで長径30cm、短径20cm、水深23cmの産卵ポケット6か所を確認し、1か所で6粒程度の卵を見いだした。全て未発眼卵であった。同日流れ込み川口に張った刺網で漁獲した雄48尾は精液が水

っぽく、雄の31%に尾びれ、腹びれ等の魚体の擦れが目立った。雌27尾の全てには残留卵しかみられず67%が擦れていた。

12月13日になると積雪50cm、気温-6~-8°C(11:30)を示し、ボート前左右から流れ込みにかけての湖岸の幅60cmが結氷せず、その部分に5~30尾ずつ静止しているヒメマスの群れが観察された。この部分の水温は1.9°C、他の湖面は全面結氷していた。流れ込み本流に遡上中のヒメマス180尾を計数し、流れ込み右岸寄りの小流で50尾を数えた。流れ込みの水温は5.6°Cであった。これら2つの流れの川口に刺網を張りヒメマスを追い込んで雄44、雌15尾を採捕した。魚体の擦れの状況は雄の70%、雌の100%に及んだ。擦れは尾びれが最も多く、腹びれ、尻びれ、背びれ、脂びれの擦れも目立った。旺盛な精液を出す雄は23%にすぎなかったが、この精液と残留卵を研究所に持ち帰り受精させたところ十分受精可能な状態であった。

生殖腺指数\*の変化を概観すると、成熟雄では10月の初めに6.8と高く、11月初め5.5、12月中旬には3.3に減少した。雌の生殖腺指数は11月の初めに最大の24に達した。

以上の結果から産卵は10月下旬から盛んになり11月下旬までには終わると推定される。産卵の場所は上沼の東端にある小さな流れ込みおよび東南部のごく湖岸帯であった。放流点のボート前に多数の産卵群が回帰し滞在したことは興味深い。

次に自然産卵の卵がふ化し産卵床から浮上して自由生活期に入り餌をとるようになる時期を推定してみる。ヒメマスの受精から浮上の積算水温は1000°Cであるから<sup>17)</sup>、産卵盛期を11月初めとし流れ込みの水温データをもとに計算すれば浮上時は5月末~6月初めと推定される。未受精卵重が74mgの場合には浮上時体重は0.1gとみてよいだろう。



図6. 産卵後半の生残ヒメマス(上). 体長17.6cm, 体重75g, 体色のさび残っているが胃中に餌あり. 下は対照の未成熟銀毛ヒメマス.(上沼で採捕・撮影1974年5月23日)

\* 生殖腺指数,  $GI = \text{生殖腺重量 (g)} \times 10000 / \text{体長 (cm)}^3$





図7. 産卵後半年の生残ヒメマス。(上沼ボート前右岸で釣り上げ・撮影 1975年5月24日)

上より：

対照の銀毛雌 21.0cm, 132g, 卵巣重 2.65g, GI2.86, 胃中にアセルス 3g.

産卵後の雌 18.5cm, 86g, 過熟卵 20粒残存, 胃中にアセルス多し

産卵後の雌 20.0cm, 80g, 過熟卵 104粒, 胃中に餌なし

産卵後の雌 20.5cm, 115g, 完熟卵 182粒 (図中右下の卵塊), 卵巣重 12.1g,  
胃中にユスリカあり

産卵後の雌 19.3cm, 77g, スペント, 残留卵なし, 胃中にアセルス多し

### 産卵後のヒメマスの生残

上述のように産卵盛期を過ぎた11月末と12月のヒメマスにはひれ等を中心に魚体の擦れが目立った。これらの魚は次第に水生菌に犯され死亡していくものと思われた。しかしこれまでの調査を通じて沿岸帯では産卵後の死亡魚を発見できなかった。菅沼の結氷期間が長く低水温を考慮すると、産卵後も直ちには死亡せず翌年まで生存するかもしれないと思われた。

実際に1974年(昭和49年)、1975年の5月過ぎまで菅沼の上沼では前年の秋に成熟した親魚が残存していることを確認した(図6、7)。消化管にアセルスやユスリカが見いだされ摂餌活動が回復したことを示した。このことは自然水体で産卵後のヒメマスが死亡せず生存する可能性があることを強く示唆している。上沼は中栄養湖であっても、沿岸帯における水生菌の密度がおそらく薄かったことが産卵後のヒメマスの生残をもたらしたと考えられる。

### ヒメマスの産卵場と同じ流れ込みでのニジマスの産卵

1973年11月8日上沼の清水流れ込みの中流において、流れが停滞した小プールでニジマス0+年魚を採捕した。このことはニジマスがヒメマスと同様この流れ込みで産卵していることを裏付ける。測定尾数51尾の被鱗体長は2.6~3.8cm(平均3.26、SD 0.30)、体重0.16~0.65g(平均0.384、SD 0.117)であった。体重の分布範囲と平均肥満度1.065の値は、流れ込みの産卵床から浮上後の経過時間が長いことを示している。同年10月4日に上沼で採捕したニジマスの中に成熟卵が産卵されずパルプ状に萎縮した残卵をもつ雌2尾(20.0cm、120g; 20.3cm、125g)が注目された。同じく7月に採捕したニジマスには卵巣が成熟途上の個体もあったが、完全に産卵し終わったもの(18.9cm)、産卵し残留卵28粒のみを持つもの(18.9cm)、放精し尽くした雄(17.1cm)もみられた。また翌年5月23日には流れ込みとボート前の間の浅場(0.3~1.2m)、岸の長さ10mにニジマス産卵群13尾が跳ね、足や手を入れても逃げないのを観察した。日暮<sup>2)</sup>、<sup>3)</sup>によれば1913年(大正2年)5月米カリフォルニア州ベイヤーダ孵卵場からニジマス卵8万粒を丸沼に移植したところ、1915年4、5月に成熟親魚を捕獲・採卵できたという。従って春産卵型のニジマスが菅沼に存在しても不思議ではない。

### 菅沼の環境の変化

まず菅沼へヒメマスの移植が開始された当時の環境について振り返ってみたい。1914年(大正3年)夏、酒井<sup>15)</sup>は主湖盆の下沼中央部において初めて溶存酸素量の測定を行った。彼の測定値に高度補正を行い再計算すると、8月12日透明度14.5mのとき10~20m深に水温躍層があり、深度54mの酸素飽和度102%、また暴風雨後4日の8月17日には透明度3m、深度72m点の酸素飽和度は102%となった。同年田中<sup>21)</sup>は、同じ中央部の透明度について5月18日から6月19日の間11~14m、同7月9日と8月8日ではそれぞれ16m、19mを観測した。丸沼については中央部の透明度は平均5.3mを観測し菅沼に比べ遙かに小さかったと述べている。これより先、田中<sup>20)</sup>は1905、1906年(明治39年)夏季の調査結果を得て、下沼は水色フォーレル3号、透明度19mを、また丸沼と上沼の水色はそれぞれフォーレル7号、8号を示したと報じている。また中央部の表層水は弱アルカリ性で、塩化物僅微、硝酸塩、亜硝酸塩、硫酸塩いずれもなく、アンモニア著明と記している。以上を要約すると菅沼の下沼は典型的な貧栄養型で溶存酸素が深層まで飽和され、これに対し丸沼と菅沼の上沼は中栄養的であったといえよう。

菅沼の環境に大きな影響を及ぼしたのは1930年(昭和5年)に行われた下沼流出口における堰堤の建設であった。Miyadi<sup>9)</sup>によると堰堤建設前の1929年8月3日下沼湖心部の透明度は14.5m、深層水でも酸素が豊富で最深点の71mで飽和度40.8%を示した。そして底生動物相は下沼では貧栄養湖の代表種ユスリカの *Tanytarsus* が絶対的に優占し、上沼では *Tanytarsus* の出現頻度以上に中栄養湖の代表種 *Endochironomus* が優占するほか富栄養的イトミミズの *Tubifex* も分布した。しかし1930年10月14日には堰堤建設のため水位は平常時より20m低下し透明度9.5mと浅く、深層水の酸素量は顕著に減少し飽和度は20m、52%、40m、42%、50m深ではゼロになってしまった。湖底の生物は、新たに堆積した泥上にみられた *Tanytarsus* 幼生の造巢を除き、完全に姿を消した。

それから30年経過して白石・古田<sup>19)</sup>がヒメマスの調査を開始した1961年前後の菅沼の環境に

については倉沢らの報告<sup>7), 8)</sup>に詳しい。表層のクロロフィル量やプランクトンと底生動物相から下沼は貧栄養型、上沼は中栄養型であるとの結論は、それより30年前の、さらにそれより15年前のヒメマス移植当時の湖の栄養段階と異ならない。しかし夏季の下沼の湖心部で観測された明治～大正初期の透明度19mは再び観測されることはなかった。またpHは弱アルカリ性から弱酸性に変わり、塩化物、硝酸塩、亜硝酸塩、硫酸塩の含量からみても菅沼は確実に富栄養化の変化をたどっていたといえる。

表6. 1973年7月と11月の菅沼（上沼湖心）の水質

月日	測定深度 m	水温 ℃	DO ml/l	DO sat%	COD mg/l	Chl-a μg/l	NH <sub>4</sub> -N mg/l	ΣN mg/l	PO <sub>4</sub> -P mg/l	ΣP mg/l	Cl mg/l
7/25*	0	19.4	5.71	110	0.3	3.5	0.03	0.46	0.07	0.034	2.7
	5	13.4	6.00	102	0.2	2.3	0.03	0.50	0.18	0.034	3.5
	10	8.4	7.81	119	0.2	3.2	0.00	0.42	0.07	0.034	3.3
	15	5.9	6.40	92	0.2	3.7	0.00	1.36	0.18	0.085	3.5
	20	5.1	4.12	58	0.2	3.7	0.00	0.60	0.10	1.050	3.4
11/1**	0	8.4	6.68	102	0.5	1.3	0.00	0.77	0.01	0.012	3.2
	5	8.2	6.64	101	0.4	2.4	0.00	0.77	0.02	0.010	3.4
	10	8.2	6.63	101	0.4	1.8	0.00	0.70	0.01	0.008	3.4
	15	6.9	3.64	53	0.5	1.0	0.00	0.72	0.01	0.010	3.0
	20	5.5	0.65	9	0.8	1.1	0.31	0.82	0.02	0.018	3.4

\* 気温 22.4℃, 透明度 8.2m

\*\* 気温 10.0℃, 透明度 10.1m

表6にはわれわれが観測した1973年（昭和48年）7月と11月の上沼湖心部における水質分析の結果を示した。1961年前後に比べ溶存酸素量は7月に表層～20m間で120%に及ぶ過飽和を示し、PO<sub>4</sub>-Pが増加しているのは注目される。塩素量も7、11月でそれぞれ2.7～3.5、3.0～3.4mg/lであり、10年前に比べてその変化には著しいものがある。塩素量の増加は人間活動の指標と考えると観光客数の上沼への増加に起因するものであろう。日光から沼田へ抜ける金精道路が1965年（昭和40年）10月1日に開通して以来通過自動車台数は数年で急増した。1967～1976年の10年間にヒメマスの成長が伸び親魚の魚体の大きさや抱卵数にも反映したことはすでに述べた。道路開通以来の観光客の入れ込みが菅沼の水質に大きな影響を与えヒメマスの成長に顕著な変化を与えたものと考えられる<sup>17)</sup>。

1973年以降の菅沼の環境について調べると、1978年6月18日に久保・栗田<sup>6)</sup>は菅沼の調査を行い、下沼湖心部の透明度は12.7mで昔よりやや低くなり上沼では水深6.8m点でアセルスと富栄養の指標種イトミミズが多量に採集されたと記載した。群馬県衛生環境研究所<sup>1)</sup>は1996年（平成8年）6、8、10月に酸性雨に関連し多項目にわたって調査を行い、塩素量について上沼の流入河川側(全水深約10mの表層水)で0.9mg/l以上、また下沼の流出側と湖心域の表層水および底層水について0.8mg/l以上を観測した。2002年8月17日には上沼の流入河川側の表層水について森・青井・阿部・池田<sup>11)</sup>が5mg/lの高い値を測定したが注目すべきことである。

これまで述べたように菅沼の環境はここ90年間で地形的にも水質面でも確実に変化してきた。



また菅沼の漁場利用の面でも大きな変化があった。1999年から上・中沼のみに限って隔年釣りが特別解禁され、ルアー・フライのボート釣りの完全予約制、キャッチアンドリリースを趣旨とし、大型ニジマスを手放しその餌用にワカサギの卵の移植も行われた<sup>13)</sup>。このように菅沼は漁場管理が徹底して行われマス釣り愛好者のメッカとして多くの釣り雑誌やウェブサイトを賑わせている。

かつてヒメマスが絶対的に優占した湖は現在大型ニジマスやブラウントラウトが釣れワカサギが自然産卵する場となった。それでも6年前までは11月になると上沼の流れ込み付近にヒメマスが群れを作って産卵にやってきたという。今日でも数は少なくなったが流れ込み付近に産卵ヒメマスが見られ、そして下沼の北俣川にも秋遅くヒメマスの魚影がかいま見られるという<sup>13)</sup>。これらの産卵回遊はおそらく90年前日暮によるヒメマスの最初の移植以来継続されてきたものであろう。

#### (文献)

- 1) 群馬県衛生環境研究所環境科学部水質課. 菅沼の水質分析結果. 群馬県衛環研年報 1997 ; 29 : 132-139.
- 2) 日暮忠. 鱒族養殖試験報告. 水産講習所試験報告 1914 ; 10 (1) : 1-26 +写真 6.
- 3) 日暮忠. 鱒族養殖試験報告. 水産講習所試験報告 1918 ; 13 (6) : 1-38.
- 4) 堀江正治. 本邦主要湖沼の湖盆形態. 陸水学雑誌 1956 ; 18 (1) : 1-28.
- 5) 川尻稔. 丸沼試験池の養鱒成績. 水産研究誌 1931 ; 26 (7) : 17-25.
- 6) 久保誠二, 栗田秀男. 菅沼・丸沼・大尻沼. 「群馬の湖沼」(五味禮夫監修) 上毛新聞社出版局, 前橋市. 1980 : 72-79.
- 7) 倉沢秀夫, 青山莞爾, 白石芳一, 手塚泰彦, 本谷勲, 小堀和夫, 沖野外輝夫. 日光菅沼の生態学的研究 I. 水質とプランクトンの生産量 (1). 資源科学研究所集報 1967 ; 68 : 62-77.
- 8) 倉沢秀夫, 青山莞爾, 白石芳一, 手塚泰彦, 本谷勲, 小堀和夫, 沖野外輝夫. 日光菅沼の生態学的研究 I. 水質とプランクトンの生産量 (2). 資源科学研究所集報 1967 ; 69 : 76-86.
- 9) Miyadi, Denzaburo. Studies on the bottom fauna of Japanese lakes. II. Mountain lakes of the tributaries of the River Tone, with special reference to azoic zone. Japanese Journal of Zoology 1931; 3(5): 259-297.
- 10) 宮地傳三郎. 日光の湖沼とその生物相. 「日光の植物と動物」(東照宮編纂) ヘラルド社, 東京. 1936 : 534-576.
- 11) 森邦広, 青井透, 阿部聡, 池田正芳. 谷川岳を含む利根川最上流から利根大堰までの栄養塩濃度の推移と流出源の検討. 環境工学研究論文集 2002 ; 39 : 235-246.
- 12) 奥本直人. 私信. 2004年11月30日付.
- 13) 小山内康夫(白根魚苑). 私信. 2004年10月31日付.
- 14) 大島正満. 阿寒湖より移植せられたる姫鱒の現状. 動物学雑誌 1922 ; 34 (399) : 1-13.
- 15) 酒井順三郎. 丸沼養魚試験池水質調査報告. 水産講習所試験報告 1916 ; 11 (3) : 47-72.
- 16) 白旗総一郎. 都市化が淡水魚の棲息環境に及ぼす影響に関する実態解析-湖沼の部(中禅寺湖・湯の湖・菅沼). 昭和48年度淡水区水産研究所研究成果報告書 1974 : 54-80.

- 17) 白旗総一郎. 内水面漁場の環境保全的管理方式—湖の富栄養化とヒメマスの成長—菅沼の場合. 昭和 51 年度淡水区水産研究所研究成果報告書 1977 : 157-166.
- 18) 白石芳一, 藤井景介, 田中実. 奥日光菅沼における魚族の資源尾数及び資源重量の推定について. JIBP-JPF No.75 1972 : 23pp.
- 19) 白石芳一, 古田能久. 魚族に関する調査. 「高標高にある湖沼の水温、水質及び生物魚族等に関する調査報告(丸沼、菅沼及び沼沢沼について)」第 II・III 報 河川水温調査会, 東京. 1963 : 44-66 ; 183-193.
- 20) 田中阿歌麿. 芟沼、丸沼、大尻沼ノ水温調査(附、其他ノ理化学上諸性質調査). 水産講習所試験報告 1914 ; 10 (1) : 27-54.
- 21) 田中阿歌麿. 菅沼、丸沼、大尻沼水温調査報告(第二報)(附 透明度(可視限界)ノ調査). 水産講習所試験報告 1918 ; 13 (6) : 39-120.
- 22) 徳井利信. ヒメマスの研究(V) 日本におけるヒメマスの移殖. 北海道さけ・ます・ふ化場研究報告 1964 ; 18 : 73-90.
- 23) 徳井利信. かばっちえぼ. 秋田豆ほんこの会, 秋田市. 1988 ; 62pp.
- 24) 徳井利信. 日光国立公園内湖沼ヒメマスの年齢と成長. 水産増殖 1990 ; 38 (2) : 165-169.