

ヘラブナ養殖技術に関する研究—Ⅱ

—網生簀養殖における減耗の原因とその対策について—

鈴木健二・安藤隆二*・熊丸敦郎

1. はじめに

霞ヶ浦の網生簀養殖はほとんどコイを中心として行われてきたが、その生産量は昭和51年をピークとして需要の低下に伴い徐々に減少してきており、生産調整を行わざるを得ない状況に立ち至っている。生産調整を無理なく進める方法として、現在生産しているコイの一部を他の魚種に転換することにより養殖魚種を多様化させることが考えられ、その転換魚種の一つとして加工食品の原料やゲームフィッシング等に需要が見込まれるヘラブナを取り上げ、網生簀養殖技術について検討しているところである。

前報においては主に網生簀に収容するための種苗生産について報告したが、ここでは網生簀収容後における問題、特に網生簀養成中の斃死減耗について述べるものとする。

従来からヘラブナの網生簀による養殖は困難とされており、これまでの霞ヶ浦での網生簀養殖試験の結果においても、1年魚以上の特に5月から6月にかけての減耗が著しく、この減耗をいかに減らすかが安定的な養殖生産を行う上での最大の技術的な課題となっている。そこで、減耗の原因を調べるために網生簀と陸上池に収容した各ヘラブナについて、へい死状況及び体成分の周年変化を調べ、両者の比較検討を行った。さらにその結果に基づく対策試験として、網生簀において越冬期間中に給餌を行うことによる生残率向上効果を調べた。それらの調査試験結果により、いくつかの知見が得られたのでここに報告する。

2. 材料と方法

(1) 網生簀における減耗の原因究明試験

供試魚及び試験区

800㎡の陸上池で孵化後1年間、コイ用配合飼料で飼育したヘラブナ稚魚群から1990年7月10日に10節(目合≒1.5cm)の選別網により120kgを取り上げ、湖内内水試前の網生簀(4m*4m*2m, 14節)に分養し、網生簀養成試験区とした。また、陸上池に残ったヘラブナについてはそのまま飼育を続け、これを陸上池養成試験区とした。その後1年半の間、原則として月1回毎に両試験区より10~20尾づつをランダムサンプリングし、次に示す検査のための供試検体とした。

検査項目及び方法

体重、標準体長：電子天秤及びノギスにより測定。

生殖腺熟度指数(：gonadosomatic index,以後G S Iと言う)：体長、体重を測定した後に開腹

*現在水産試験場勤務

し、卵巣及び精巣を摘出して重量を測定し、体重の割合として求めた。なお、肉眼的に性の判別がしにくい検体については顕微鏡によりその判別確認を行った。

筋肉中の水分(%)：体表真皮を取り除き、脊椎骨より上部の筋肉を切り取り、湿重を測定した。これをさらに、温風乾燥機にて90℃、48時間乾燥した後、乾燥減量を求めた。

筋肉中の脂肪含有率(%)：水分測定で得られた乾燥筋肉を乳鉢で粉化し、ソックスレー脂肪抽出器で定法により脂肪量の測定を行った。

(2) 対策試験

供試魚及び試験区

網生簀養成した70gサイズのヘラブナ(2+魚)を1992年11月11日、湖内内水試前の網生簀(2m*2m*2m, 10節)6面に100kgづつ收容し、この6面網生簀を無給餌区及び蛋白含有率の異なる5種類の配合飼料給餌区とした。給餌区への給餌は11月16日から翌年6月30日まで行い、全試験区における斃死状況の調査期間は11月から最終取り上げの翌年7月2日までとした。なお、その間の各網生簀の死魚は休日を除く毎日取り上げ、開腹して雄雌の判別をした上でそれぞれ計数した。

飼料の種類及び給餌方法

試験に用いた蛋白含有率の異なる5種類の配合飼料は白麦米(株)に依頼して製造したもので、いずれも径3mmのペレットである。なお、その原料組成については第1表に示すとおりである。

第1表 ヘラブナの生残率向上試験に使用した配合飼料の原料組成(%)

飼料 No.	当初に予定した蛋白含有率(%)	沿岸魚粉 (cp 65%)	大麦 仕上糖	第一リン酸 カルシウム	ビタミン プレミックス	ミネラル プレミックス
I	15	8.0	87.2	3.3	0.5	1.0
II	20	17.0	78.2	3.3	0.5	1.0
III	25	26.0	69.2	3.3	0.5	1.0
IV	30	35.0	60.2	3.3	0.5	1.0
V	35	45.0	50.2	3.3	0.5	1.0

給餌試験5区にはそれぞれ自動給餌器を設置した。1日の給餌量はコイの給餌量を参考としてその1/2量とし、次式により求めた。この1日量を土曜日、日曜日を除く毎朝自動給餌器に移し入れ、タイマーにより1日3回(6:00~7:00, 11:00~12:00, 16:00~17:00)の給餌とした。

なお、土曜、日曜の給餌については金曜日に3日分を給餌器に入れることとした。

$$\text{日間給餌量 (g/day)} : R_n = 1/2 * 0.0185 * e^{0.103 * T} * W^{2/3} * N$$

(ただし、T：水温℃、W：体重g、N：尾数)

飼料及び魚体の成分組成分析

水分 (%) : 配合飼料ペレットについては乳鉢で粉化し、湿重測定後に、90℃、24時間温風乾燥し、乾燥減量から求めた。魚体については、1尾毎に湿重測定後、90℃、24時間温風乾燥し、乾燥減量を求めた。さらに、これを乳鉢で粉化し、以下の供試試料とした。

灰分 (%) : 水分測定で得られた乾燥試料について、マッフル炉にて550℃、2時間の灰化を行って求めた。

粗蛋白 (%) : 上記乾燥試料についてC-Nコーダーにより炭素量及び窒素量を求め、窒素量を6.25倍することにより粗蛋白量とした。

Total-P (%) : 灰分測定で得られた灰分試料についてHCl (1:1)を加えて30分煮沸、希釈定容後、バナドモリブデン酸アンモニウム法により比色定量した。

粗脂肪 (%) : 乾燥試料についてソックスレー脂肪抽出器を用い、定法により定量した。

総熱量 (: G.E. kcal/100 g) : 乾燥試料について燃研式熱量計を用いて測定した。

3. 結果及び考察

(1) 網生簀における減耗の原因

網生簀養成区及び陸上池養成区におけるヘラブナの筋肉中水分量、脂肪含有率及びG S Iの周年変化について第2表及び第1～3図に示した。これらから、先ず両試験区に共通している点は、筋肉中水分量、筋肉中脂肪含有量及びG S Iとの間にお互いに相関性があり、筋肉中の水分量と脂肪含有率は逆相関、筋肉中の水分量とG S Iは正の相関が認められることである。さらにそれぞれの変化についてみると、多少のずれがあるものの水分量及びG S Iは9月から上昇し始め4月から6月にかけて最大となり、以後再び減少して8月に最小となっており、脂肪含有率はその逆の傾向を示している。これらのことから、こうしたヘラブナ体組成の年変動は成熟と密接に関係し、体内生理において成熟産卵が最優先とされた結果とみることが出来よう。脂肪含有率の低下にともなって水分量が増加する現象については既に山崎²⁾がコイの越冬期の体成分変化において確認しており、体内への新たなエネルギー供給がない場合、或はエネルギー要求を満たせない場合には体内に蓄積した脂肪がエネルギー源として使われ、脂肪量の減少に置き代わって水分が増加するものとしている。

さらにこうした体内の変化が進めば、栄養失調による体力低下、魚病感染のチャンスの増大、やがて斃死に至るという経過を辿ることは十分に考えられる。すなわち、体内における水分の増加、及び脂肪量の減少はともに体力の低下を表す診断指標として見ることができよう。なお、今回のヘラブナの試験結果においては、この現象は越冬期ではなく、成熟産卵の過程において見られるのは、ヘラブナがプランクトン利用魚であり、湖内網生簀において無給餌でも成長が認められる魚で

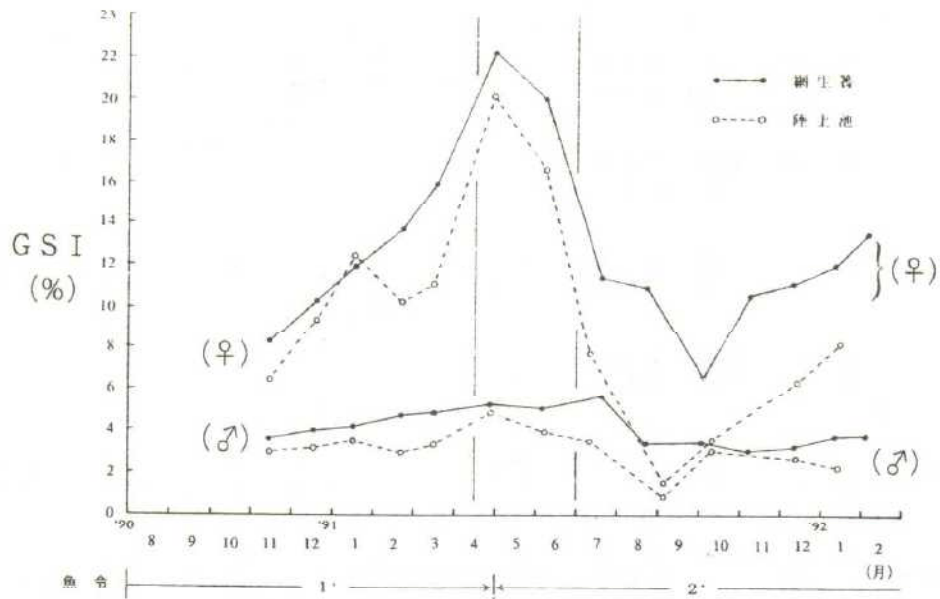
第2表 網生簀養成と陸上池養成におけるヘラブナ体組成の周年変化

(1) 網生簀養成試験区

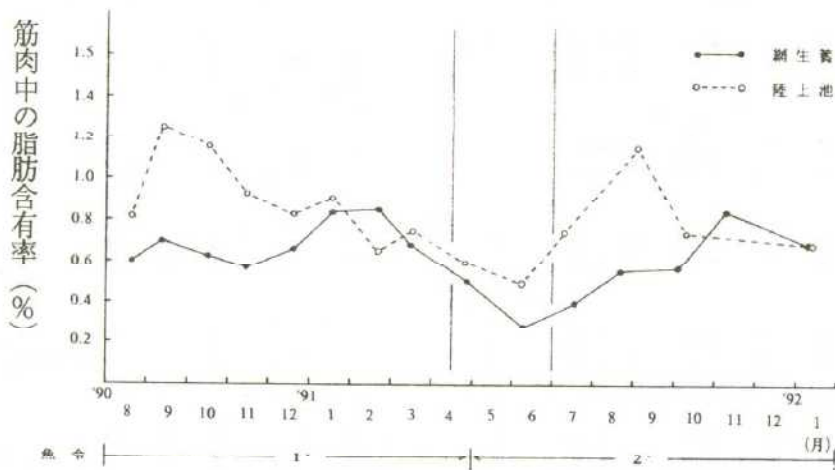
測定年月日	90.8.22.	9.12.	10.16.	11.14.	12.17.	'91.1.16.	2.21.	3.16.	4.29.	'91.6.6.	7.17.	8.21.	10.2.	11.7.	'92.1.6.	2.4.	3.16.
検体数 (♂/♀)	15	10	10 (1/9)	10 (2/8)	10 (5/5)	10 (3/7)	10 (4/6)	20 (3/17)	20 (10/11)	20 (11/9)	20 (4/15)	20 (13/7)	20 (9/11)	20 (6/14)	20 (9/11)	18 (7/11)	20 (8/12)
平均体重 (g)	18.66	33.26	39.85	23.95	29.06	47.41	29.23	36.52	41.32	38.55	39.72	43.81	46.52	47.03	59.57	70.70	55.06
平均標準体長 (cm)	8.11	9.81	10.49	8.90	9.13	11.02	9.52	10.16	10.55	10.95	10.38	10.81	11.14	11.17	12.01	12.43	11.21
平均G.I. (♂) (%)				3.57	3.99	4.16	4.63	4.78	5.17	5.00	5.61	3.46	3.55	3.05	3.70	2.84	4.1
(♀) (%)				4.24	10.24	11.81	13.85	15.91	22.18	20.02	11.41	11.06	6.60	10.64	12.02	13.64	17.3
平均筋肉中 (♂) (%)				81.55	80.20	81.22	79.76	80.53	80.64	80.50	81.09	79.84	79.19	76.48	79.47	79.15	80.04
水分含有率 (♀) (%)				81.27	80.16	71.86	79.55	81.60	81.87	81.25	81.51	80.72	78.42	78.07	79.57	79.80	80.10
(Total) (%)				81.36	80.18	71.95	79.65	81.57	81.25	80.50	81.42	80.15	78.73	77.43	79.54	79.41	80.07
平均筋肉中補筋 含有率 (Total) (%)	0.60	0.70	0.63	0.57	0.67	0.65	0.86	0.70	0.51	0.30	0.41	0.56	0.56	0.85	0.70		

(2) 陸上池養成試験区

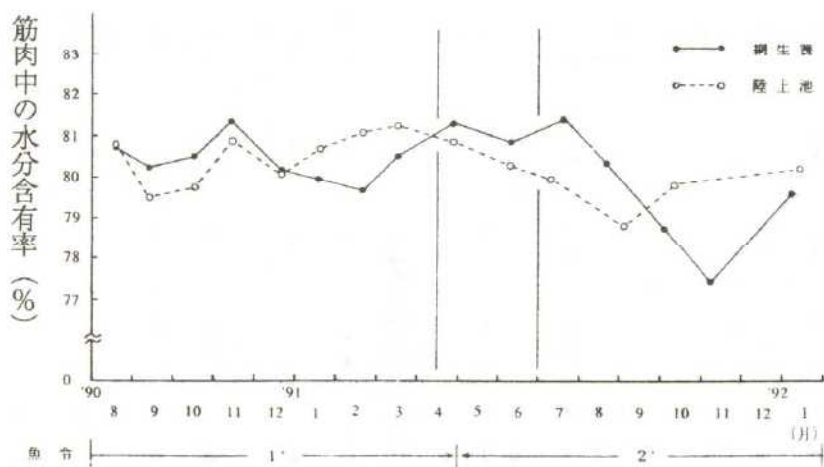
測定年月日	'90.8.22.	9.12.	10.16.	11.14.	12.17.	'91.1.16.	2.21.	3.14.	4.21.	'91.6.7.	7.9.	9.3.	10.9.	'92.1.13.			3.12.
検体数 (♂/♀)	12	10	10 (7/3)	10 (7/3)	10 (5/5)	10 (6/4)	10 (6/4)	10 (9/11)	20 (9/11)	20 (9/11)	20 (8/12)	20 (9/11)	20 (4/16)	20 (7/13)			20 (10/10)
平均体重 (g)	16.75	23.07	22.95	16.57	18.70	34.86	25.24	24.53	32.26	40.40	36.55	35.72	44.21	71.25			77.10
平均標準体長 (cm)	7.49	8.47	8.57	7.63	7.93	10.68	9.16	9.01	9.62	10.17	10.18	10.10	10.22	12.26			12.46
平均G.I. (♂) (%)				3.02	3.16	3.54	2.96	3.30	4.76	4.00	3.51	0.93	3.14	2.28			3.10
(♀) (%)				6.53	9.43	11.43	10.24	11.03	20.20	16.57	7.78	1.56	3.72	8.17			11.81
平均筋肉中 (♂) (%)				81.09	80.10	81.52	80.84	81.08	80.21	79.98	79.89	79.05	80.02	80.16			79.30
水分含有率 (♀) (%)				80.33	80.27	81.95	81.27	81.54	81.48	80.49	80.00	78.55	79.78	80.24			79.72
(Total) (%)				80.86	80.19	81.65	81.01	81.25	80.86	80.26	79.96	78.77	79.82	80.22			79.51
平均筋肉中補筋 含有率 (Total) (%)	0.81	1.26	1.15	0.93	0.83	0.91	0.65	0.75	0.60	0.50	0.76	0.66	0.76	0.69			



第1図 ヘラブナ (1+~2+) におけるGSIの年変化



第2図 ヘラブナ (1+~2+) における筋肉中脂肪含有率の年変化



第3図 ヘラブナ (1+~2+) における筋肉中水分含有率の年変化

あることから、おそらく越冬中のエネルギーはプランクトンを摂餌することにより充足されるが、成熟産卵にともなうエネルギー要求量は摂餌からの供給で賄いきれない結果によるものであろうと考えられる。

又、調査期間全体を通じて、GSI及び筋肉中の水分量は雄より雌が高い値を示し、成熟によるエネルギーの消耗は雄よりも雌において大きいことを示唆している。

以上のことから、ヘラブナが5～6月に斃死減耗率が高いのは成熟産卵にともなう蓄積体脂肪の減少及び体水分の増加、すなわち体力の低下が原因となっているということが言える。

次に、網生簀養成区と陸上池養成区の違いについて比較検討を行う。

GSIについては、8月から成熟が始まり4月半ばで最大となって産卵期を向かえ、以降産卵及び吸収により減少し、8月末に最小値となる時間的推移は両試験区ともほぼ同じであるが、試験期間全体を通じて、雄雌ともに網生簀の方が陸上池よりも常に高い値を示し、特に網生簀養成試験区における産卵期後の7月～9月にかけての減少は陸上池に比べて緩慢であり、生殖巣が完全に吸収されない内に再び成熟が始まる様子が伺える。ヘラブナの産卵には1日の間に4～5℃の水温上昇することがきっかけとして必要であることが知られており、こうした急激な水温変化は水深3～4mの湖内網生簀漁場では起こりにくいため、網生簀養成においては産卵期が延長されるものと考えられる。このことは、網生簀養成ヘラブナを7月下旬に陸上産卵池に移して採卵可能であったことから確認されている。

筋肉中水分量の周年変化については陸上養成区と網生簀養成区でずれがみられ、前者に比べて後者は1～2ヶ月遅れるものとみられる。また、これと同様なことは水分量ほど顕著ではないが、筋肉中の脂肪含有率についても認められる。この場合も原因として陸上池と霞ヶ浦の水深の違いによる水温変化に差が生じ、湖内網生簀の方が陸上池よりも春先の水温上昇、および秋口の水温低下がともに遅れることによるものと思われる。

さらに、2月～5月にかけての筋肉中の水分上昇及び脂肪含有率減少のスピード、すなわち成熟に伴う体力低下のスピードは、網生簀養成区の方が陸上池養成区より早く、逆に、6月～10月にかけての筋肉中の水分低下及び脂肪含有率上昇のスピード、すなわち体力回復のスピードは網生簀養成区の方が陸上池養成区より遅い傾向がみられる。このことは、湖内網生簀においては波浪の影響を受け、常に遊泳を強いられることにより、陸上池に比べてエネルギーの消耗が大きいことを示唆しているものと思われる。

また、網生簀において特異的に斃死減耗が発生する5月～6月について網生簀養成区と陸上池養成区を比較すると、両者とも年間を通じて筋肉中の水分は最も高く、脂肪量は最も低い、いわゆる体力の最も低下する時期に当たっており、特に網生簀ではそれが著しいことがわかる。

以上のことから網生簀でのヘラブナの斃死は成熟による体力の消耗に加えて、網生簀漁場における波浪によるエネルギーの消耗が原因となっているものと考えられる。

ここで、参考のための網生簀の中で斃死直前となったヘラブナの体全体及び筋肉中の水分量を測定し、同じ網生簀の中の正常と思われるヘラブナのそれらと比較した、その結果を第3表に示す。

これによると筋肉中の水分量が

82%を超えると回復は望めず死に至るものと思われ、また、先に示した体成分周年変化と斃死発生状況の関係から見て筋肉中の水分量81%が危険ラインということになるであろう。

第3表 網生簀養成ヘラブナにおける斃死直前魚と正常魚の水分量の比較
(1991.4.29.測定)

(1) 斃死直前のヘラブナ

No.	性別	標準体長 (cm)	体重 (g)	体全体水分 (%)	筋肉水分 (%)	G. S. I (%)
1	♀	9.17	23.99	83.49	85.72	8.45
2	♀	10.23	40.59	83.84	86.38	9.74
3	♀	11.05	43.86	78.74	82.50	5.84
4	♀	11.42	48.87	79.02	82.63	13.06
5	♀	13.41	91.35	79.22	82.66	18.60
平均		11.06	49.73	80.86	83.98	11.14

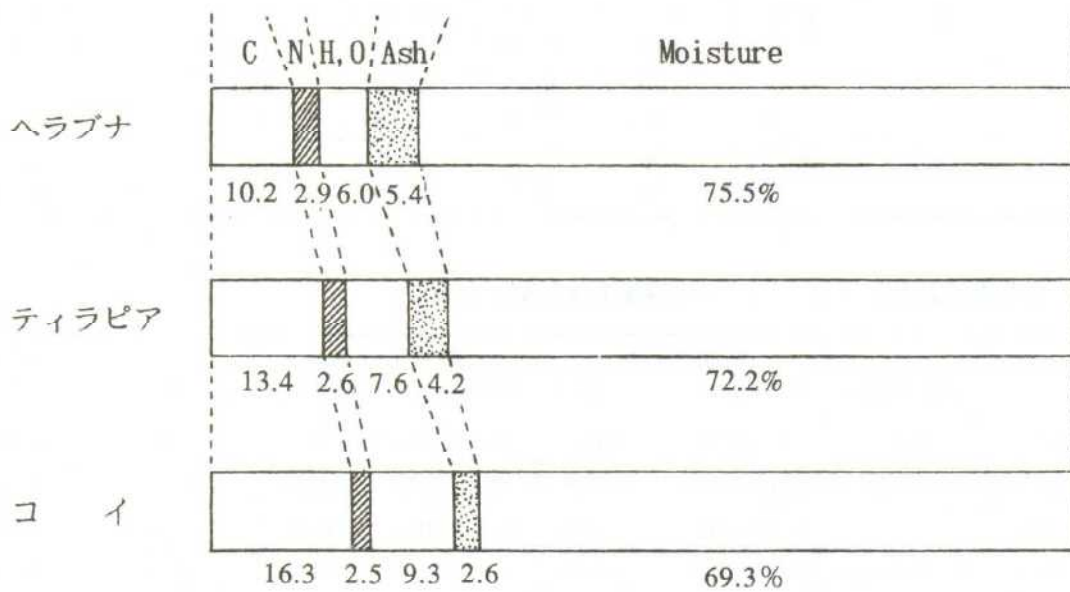
(2) 正常と思われるヘラブナ (平均値)

性別	検体尾数	標準体長 (cm)	体重 (g)	体全体水分 (%)	筋肉水分 (%)	G. S. I (%)
♂	10	9.96	32.69	77.76	80.64	5.17
♀	10	10.92	50.14	76.49	81.87	22.18
♂♀平均		10.53	41.32	77.12	81.25	—

さらに、ヘラブナの魚体重別体組成を調べ、それらの通常値を求め第4表に示すとともに、他の網生簀養殖魚類コイ、ティラピア³⁾との比較を第4図に示した。これによると、元来ヘラブナはコイや、ティラピアに比べて体全体の水分含有率が高く、炭素量や総熱量が少ない、即ち蓄積エネルギー量が少ない魚であることがわかる。こうした体内蓄積エネルギーの少ない魚類程、過度のエネルギー消費に弱く斃死しやすいものと思われ、したがって運動エネルギーの消費が無視できない湖内網生簀においては養殖が技術的に困難であることは十分に予想される。

第4表 ヘラブナ魚体重別体組織分析結果 (湿重当り%)

No.	魚令	検査尾数	性別	体重 (g)	体全体湿重当りの組成 (%)						熱量: G.E. (kcal/100g)
					水分	C	N	P	Ca	灰分	
I	0+	25	♂+♀	0.54	81.45	6.89	2.07	0.73	1.21	4.57	75.63
II	1+	7	♂+♀	10.74	79.01	7.51	2.40	0.97	1.63	6.18	76.63
III	1+	1	♂	23.21	76.18	9.33	2.73	1.03	1.74	5.98	97.62
	1+	1	♀	25.64	76.97	8.51	2.67	0.93	1.35	5.58	97.73
IV	2+	1	♂	44.75	74.23	11.37	3.11	1.06	1.78	5.93	115.26
	2+	1	♀	54.78	74.30	11.42	3.15	0.88	1.43	4.98	127.72
V	2+	1	♂	77.4	73.86	10.58	3.17	0.98	1.67	5.40	113.99
	2+	1	♀	113.8	71.84	13.22	3.26	0.95	1.48	5.64	140.95
VI	3+	1	♂	167.8	77.48	8.48	2.92	0.99	1.59	5.84	88.83
	3+	1	♀	186.7	71.90	13.40	3.42	0.80	1.23	4.27	147.24
VII	4+	1	♀	378.1	73.74	11.14	2.77	1.00	1.78	5.45	124.26
平均				98.5	75.54	10.17	2.88	0.94	1.54	5.44	109.90



第4図 ヘラブナ、ティラピア、コイの体成分組成の比較

(2) 対策試験

(1) の網生簀におけるヘラブナの減耗原因調査結果から、湖内の水温、波浪といった自然環境が密接に関係していることが判明したわけであるが、こうした問題は直接的に人為的な対策の打ちようがないため、ここでは成熟及び波浪によるエネルギーの消費を間接的に餌で補うこと、特に体内に蓄積した脂肪が減少し始める10月以降の越冬期間中に給餌を行うことによる斃死減耗の防止効果を調べることにした。さらに最もその効果が現れる飼料の至適蛋白含有率を調べるために、5段階の蛋白含有率の飼料について試験を行い、無給餌試験区と比較した。この時用いた飼料の成分分析結果を第5表に示すとともに試験結果を第6表に示した。なお給餌試験区V区については試験期間途中で網生簀が破損し、ヘラブナが逃亡してしまったために欠測となった。

第5表 ヘラブナ越冬期給餌試験に使用した飼料の成分組成

飼料 No.	当初予定 CP (%)	湿重当りの成分組成, 下段 () 内は乾重当たり (%)							熱量: G.E. (kcal/100g)
		水分	灰分	粗脂肪	粗蛋白	C	N	P	
I	15	9.34	6.72 (7.41)	4.70 (5.18)	17.00 (18.75)	38.21 (42.15)	2.72 (3.00)	1.51 (1.67)	399.66 (440.83)
II	20	9.01	7.72 (8.48)	4.99 (5.48)	20.30 (22.31)	38.11 (41.88)	3.25 (3.57)	1.72 (1.90)	401.23 (440.96)
III	25	8.72	8.54 (9.36)	5.13 (5.62)	25.62 (28.06)	38.53 (42.21)	4.10 (4.49)	1.91 (2.10)	405.94 (444.72)
IV	30	8.78	9.82 (10.76)	5.40 (5.92)	30.22 (33.13)	38.11 (41.78)	4.83 (5.30)	2.15 (2.36)	410.75 (449.74)
V	35	8.45	10.73 (11.72)	4.76 (5.26)	35.02 (38.25)	38.08 (41.59)	5.60 (6.12)	2.32 (2.53)	415.88 (454.26)

第6表 越冬期の給餌によるヘラブナ生残率向上試験の結果

試験区	試験期間	初期収容量 総重量kg/尾 (平均体重g)		取り上げ量 総重量kg/尾 (平均体重g)		成長 Kg (*10 ²)	生残率 %
O (無給餌区)	'92.11.7~	105.8/1751	(60.3)	103.4/1403	(73.70)	0.452	80.13
I (CP: 15%)	'92.7.2.	100.8/1487	(67.8)	120.1/1333	(90.01)	0.681	89.64
II (CP: 20%)		97.0/1367	(71.0)	110.0/1196	(91.97)	0.630	87.49
III (CP: 25%)	Δt=238days	100.9/1381	(73.1)	118.4/1231	(96.18)	0.678	89.14
IV (CP: 30%)		100.6/1369	(73.4)	118.8/1211	(98.10)	0.573	85.83
V (CP: 35%)		103.3/1322	(78.1)	*22.5/243	(92.42)	0.418	

CP: Crude Protein

*: 網生簀破損により逃亡

この結果、11月7日から7月22日までの飼育試験期間において、生残率は無給餌区の約80%に比べて給餌を行った試験区86~90%になっており、わずか6~10%ではあるが、どの給餌区においても生残率を高める効果が認められた。また、成長についても、越冬期間が含まれているため成長が

遅いが、給餌を行った試験区の方が無給餌区よりもわずかながら良い結果が得られた。なお、各給餌区の飼料中蛋白含有率の違いによる生残率向上効果および成長には大差がなく、かなり低蛋白の飼料でも効果があるものと思われた。

また、(1)で網生簀での減耗原因は波浪による過度のエネルギー消費によるものとした訳であるが、今回の越冬期間中の給餌による生残率向上効果が認められたことはそれを裏付けるものと言えよう。

次に試験期間中の各試験区における斃死状況について第7表に示した。これによると斃死は4～6月の3ヶ月間に集中しており、今回は特に4月の斃死が多かった。雌雄別の斃死数ではおよそ4/6で雌の比率が高かった。このことは、雌の方が雄よりもG S Iの値が大きく、筋肉脂肪含有率が低く、水分含有率が高いことから、おそらく雌の方が雄よりも成熟によるエネルギー消費が大きいためであろうと思われる。

第7表 試験期間中の月別斃死尾数、()内は♂/♀別斃死尾数

試験区	NOV	DEC	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	合計
Ⅰ (無給餌)	9 (6/3)	14 (14/10)	0	0	13 (5/8)	152 (61/91)	106 (41/65)	52 (19/33)	2 (0/2)	348 (136/212)
Ⅱ (CP:15%)	6 (2/4)	3 (1/2)	2 (1/1)	1 (0/1)	1 (0/1)	53 (21/32)	59 (23/36)	29 (11/18)	0	154 (60/94)
Ⅲ (CP:20%)	9 (4/5)	5 (3/2)	8 (3/5)	2 (1/1)	9 (3/6)	57 (24/29)	50 (21/29)	31 (13/18)	0	171 (72/99)
Ⅳ (CP:25%)	4 (2/2)	4 (3/1)	4 (2/2)	1 (0/1)	4 (1/3)	49 (20/29)	59 (24/35)	25 (10/15)	0	150 (62/88)
Ⅴ (CP:30%)	0	1 (1/0)	3 (1/2)	0	4 (2/2)	52 (25/27)	72 (27/45)	26 (9/17)	0	158 (65/93)
Ⅵ (CP:35%)	1 (0/1)	2 (1/1)	1 (0/1)	1 (0/1)	1 (0/1)	19 (7/21)	7 (2/5)	1 (0/1)	0	28 (10/23)
合計	29 (14/15)	29 (14/15)	18 (7/11)	5 (2/3)	32 (11/21)	382 (158/224)	353 (138/215)	164 (62/102)	2 (0/2)	1014 (405/609)

4. 要約

- (1) ヘラブナの筋肉中の水分、筋肉中脂肪含有率、及びG S Iそれらの周年変化から見て、お互いに相関関係があり、G S Iの増大、すなわち成熟に伴って筋肉中の水分は増加し、脂肪含有率は低下する。
- (2) 周年変化を通じて、雌は雄よりもG S Iおよび筋肉中の水分は多い。
- (3) 筋肉中の水分量が最大値、脂肪含有率が最小値を示す時期と斃死減耗が激しい時期が一致している。このことは、体内エネルギーの過度の消費が死亡原因になっていることを示唆している。
- (4) 網生簀における5～6月にかけての斃死は成熟によるエネルギーの消費に加えて、網生簀漁場に

おける波浪による遊泳運動エネルギーの消耗が原因として考えられる。

- (5) 雄と雌の死亡割合は雌の方が高い。このことは(2)で述べた雄と雌でGS I, 筋肉中の水分, および脂肪含有率に差があることに関係しているものと思われる。
- (6) 斃死の危険性は筋肉中の水分が81%以上, 筋肉中の脂肪含有率が0.5%以下となると生じて来る。
- (7) ヘラブナはコイやティラピアに比べて体内蓄積エネルギー量が少ない。このことはヘラブナの網生養殖がコイ, ティラピアよりも技術的に難しいことを示唆している。

以上の斃死原因究明試験結果に基づき, 網生養殖における生残率向上対策として体内に不足するエネルギーを給餌により補給することを考え, その効果を調べたところ次の結果が得られた。

- (8) ヘラブナの網生養殖での生残率向上対策として11月～6月の越冬期間中に給餌を行うことは有効である。
- (9) 越冬期間中に給餌した飼料の蛋白含有率の違いによる生残率の差は明確に認められなかったが, CP:15%の低蛋白飼料においても生残率向上効果が認められる。

5. 引用文献

- (1) 浜田篤信他, 1975: 魚類の成長構造解析に関する研究-I. コイの最大成長日誌V o 1.41, N o. 2, P.147~154
- (2) 山崎耿二郎, 1973: 養殖魚の越冬の研究-I. 絶食時のコイの体成分変化と物質代謝について本誌 N o.11, P.61~75
- (3) 熊丸敦郎他, 1984: 赤潮対策技術開発試験報告書(水産庁委託試験) P.34-37