

海産魚類蓄養殖試験

—ヒメマス・サクラマスの海水飼育試験—

小 倉 大二郎 五十嵐 照 明

はじめに

昭和49年度以来淡水産マス類の海中養殖試験を実施してきたが、本年度は昨年種苗養成飼育を行なったヒメマス、サクラマスの1年魚について、引き続き飼育水別の飼育を試み、淡水下（水槽内）及び海水下（海中網生簀内）における成長、その他の比較を行なった。

1 ヒメマス1年魚の飼育水別飼育試験

材 料 と 方 法

○淡 水 区

期 間：昭和51年5月6日～昭和52年7月20日、440日間

供 試 魚：昭和50年8月12日より屋内700ℓポリ水槽内で淡水種苗養成を行なった1年魚202尾。

飼育方法：当初12月10日まで屋外8トンコンクリート水槽内（1 m^3 容の砂礫濾過槽を併設し、ポンプにより飼育水を220ℓ/分濾過循環）で、同日以降は屋外に設置した5トン円型キャンバス水槽内でそれぞれ淡水（地下水）40ℓ/分かけ流しで飼育。

餌 料：市販配合飼料（ニジマス用、5～8号）をライトリッツの表の0.7～2.5倍量、1日2～3回に分けて給餌

○海 水 I 区

期 間：昭和51年5月6日～昭和52年7月18日、438日間

供 試 魚：昭和50年11月10日に前述の淡水種苗養成魚を分散し、10日間の段階的海水馴致を経て屋内700ℓポリ水槽内で生海水かけ流しで海水種苗養成を行なった1年魚327尾。

飼育方法：7月20日まで当所前沖水深5 m に設置した海中網生簀（鋼管筏式、ハイゼックス製5号、13節、4 m ×2 m ×深さ3 m ）で飼育し、その後直接的淡水移行により屋内700ℓポリ水槽内で淡水15～20ℓ/分かけ流して越冬飼育したのち、さらに10月12日より6日間の段階的海水馴致を行ない、11月15日より再度海中網生簀（ハイゼックス製5号、13節、2 m ×2 m ×深さ3 m 、但し昭和52年5月28日以降は8号・10節、4 m ×2 m ×深さ3 m のものを使用）で飼育。

餌 料：市販配合飼料（5～8号）をライトリッツの表の0.5～1.5倍量、1日2～3回に分けて給餌。なお試験開始当初において配合飼料に対する摂餌状況が思わしくなかったため、約3週間にわたって重量比で配合飼料の約3倍相当の凍結イカナゴを給餌。

註 本文中におけるヒメマス及びサクラマスの年令は、ふ化後経過した冬の数で示す

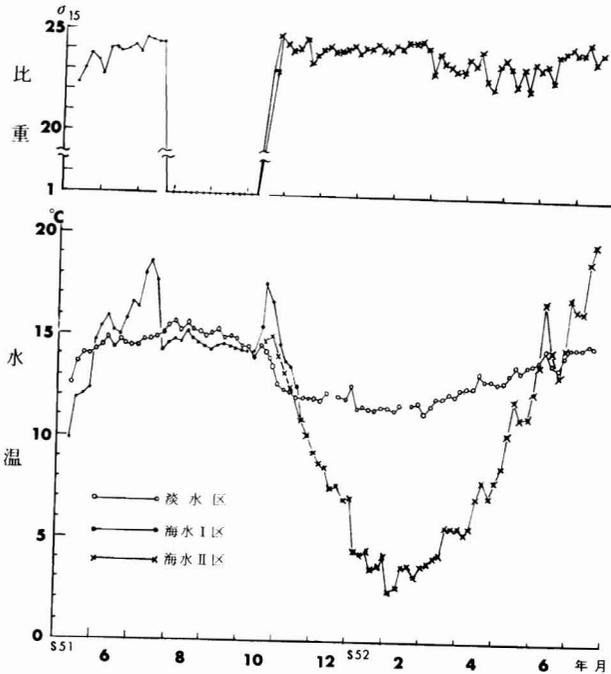
○海水Ⅱ区

期 間：昭和51年10月8日～昭和52年7月18日、283日間。

供 試 魚：試験開始当日に上記の淡水区より分散した1年魚93尾（成熟♂親魚11尾を含む）

飼育方法：10月12日より屋外8トンコンクリート水槽において6日間の段階的海水馴致を経て海水飼育を行なったのち、11月15日より海中網生簀（ハイゼックス製8号、10節、4m×2m×深さ3m、但し昭和52年5月28日以降は8号、10節、4m×4m×深さ3mのものを使用）で飼育。

餌 料：市販配合飼料（8号）をライトリッツの表の0.5～1.5倍量1日2～3回に分けて給餌。



第1回 試験区別の飼育水温、比重変化

結果と考察

各試験区における飼育水温、比重の変化を第1図に、飼育結果を第1表～第3表に、また昭和47年以降の海水飼育結果をも含めた体重成長結果を第2図に示した。

まず飼育水温についてみると、淡水区は11.0～15.9℃と大きな変化がみられなかったのに対し、海水区はⅠ区、Ⅱ区とも1.9～22.1℃と極めて大きな変化を示した。また成育適温が7～18℃の範囲というこれまでの知見をもとに各区の全飼育期間に占める適温期間の割合を求めると、それぞれ淡水区で440日間、100%、海水Ⅰ区で309日間・70.5%、海水Ⅱ区で161日間・56.9%という結果で、水温条件は海水区が大巾に劣っていた。なお今回11月以降試験終了時までの海面水温（茂浦地先）は、月平均値で昭和43年～50年の過去8ケ年の平年値を何れも0.2～1.8℃（平均1.0℃）下回っており、特に1.2.4月の各月は過去最低の水温を示したほか、2月下旬には生簀を設置した茂浦内にかなり広い範囲にわたって軟氷が張るという特異的な現象もみられた。

次ぎに成長についてみると、各試験区とも飼育開始時のサイズならびに飼育期間が異なるが、

	開始時体重	終了時体重	増重倍率	日間増重率	体重成長の回帰直線
淡水区	113.7(37～213)g	1430.5(950～2,130)g	11.58倍	2.63%	$w = 2.9749D + 32.9$
海水Ⅰ区	52.9(16～114)	470.0(95～755)	7.88	1.80	$w = 1.0046D + 22.7$
海水Ⅱ区	429.8(178～686)	729.6(490～1,185)	0.70	0.25	$w = 1.1293D + 392.5$

という結果で、体重成長は回帰直線式から淡水区>海水Ⅱ区>海水Ⅰ区の順で淡水飼育期間が長いものほど良い傾向にあった。なお海水Ⅱ区は10月に淡水区より分離したものであるため、比較のため淡水区における5月～8月の間の成長結果を加えて他の区と期間をそろえてみると、増重倍率、日間増重

第1表 淡水区におけるヒメマス1年魚の飼育結果

測定年月日	51.5.6	6.4	8.15	10.8	12.10	52.5.28	7.20	51.5.6	52.7.20
飼育尾数	202	200	190	86	13	11	10	202	10
平均全長 <i>cm</i>	21.1	23.8	28.6	31.6	34.9	43.2	47.2	21.1	47.2
平均体長 <i>cm</i>	18.4	20.6	24.5	27.7	30.0	37.3	41.1	18.4	41.1
平均体重 <i>g</i>	113.7	154.8	319.0	468.4	592.6	1,108.0	1,430.5	113.7	1,430.5
肥満度 1)	18.25	17.71	21.69	22.04	21.95	21.35	20.60	18.25	20.60
飼育日数	29		72	54	63	169	53	440	
水温範囲 $^{\circ}\text{C}$	11.9 ~ 14.8		14.2 ~ 15.9	13.9 ~ 15.8	11.1 ~ 15.5	11.0 ~ 14.0	13.0 ~ 15.9	11.0 ~ 15.9	
斃死尾数	1	10	5	73	2	1	92 (45.54%)		
取揚尾数	1	0	99 a)	0	0	0	100 (49.50%)		
総給餌量 <i>g</i>	19,040	52,700	48,300	22,900	18,600	8,700	170,240		
総増重量 <i>g</i>	8,263	30,983	23,083	8,816	6,184	3,417	80,746		
増重率 2)%	36.15	106.07	46.83	26.52	86.97	29.11	増重倍率 6) 11.58		
日間増重率 3)%	1.25	1.47	0.87	0.42	0.51	0.55	2.63		
餌料効率 4)%	43.40	58.79	47.79	38.50	33.25	39.28	47.43		
餌料係数 5)	2.30	1.70	2.09	2.60	3.01	2.55	2.11		

註) 1) $\frac{\text{平均体重}}{(\text{平均体重})} \times 1000$ 2) $\frac{\text{終了時平均体重} - \text{開始時平均体重}}{\text{開始時平均体重}} \times 100$ 3) $\frac{\text{終了時平均体重} - \text{開始時平均体重}}{\text{飼育日数} \times \text{開始時平均体重}} \times 100$

4) $\frac{\text{総増重量}}{\text{総合飼量}} \times 100$

5) $\frac{\text{総合飼量}}{\text{総増重量}}$

6) $\frac{\text{終了時平均体重} - \text{開始時平均体重}}{\text{開始時平均体重}}$

a) 10月8日に93尾を取り揚げ、海水Ⅱ区に供試

第2表 海水I区におけるヒメマス1年魚の飼育結果

測定年月日	51. 5. 6	6. 4	7. 5	10. 12	11. 13	52. 5. 28	7. 18	51. 5. 6	52. 7. 18
飼育尾数	327	236	177	100	87	52	20	327	20
平均全長 <i>cm</i>	17. 5	18. 6	21. 8	23. 9	25. 0	32. 6	33. 1	17. 5	33. 1
平均体長 <i>cm</i>	14. 9	15. 8	18. 6	20. 6	21. 6	28. 1	28. 6	14. 9	28. 6
平均体重 <i>g</i>	52. 9	56. 2	94. 6	146. 7	170. 9	437. 3	470. 0	52. 9	470. 0
肥満度	15. 99	14. 25	14. 70	16. 78	19. 55	19. 71	20. 09	15. 99	20. 09
期間内日数	29	31	99 a)	32 b)	196 c)	51	438		
水温範囲 $^{\circ}\text{C}$	9. 3 ~ 16. 6	12. 1 ~ 17. 5	13. 9 ~ 20. 1	11. 9 ~ 17. 9	1. 9 ~ 14. 0	12. 1 ~ 22. 1	1. 9 ~ 22. 1		
比重範囲 σ_{15}	21. 52 ~ 24. 68	23. 10 ~ 24. 66	1. 00 ~ 24. 91	1. 00 ~ 24. 95	20. 23 ~ 25. 01	21. 94 ~ 25. 03	1. 00 ~ 25. 03		
斃死尾数	1	36	57	4	2	4	104 (31. 80 %)		
不明尾数	90	3	0	0	31	9	133 (40. 67 %)		
取揚尾数	0	20	20	9	2	19	70 (21. 41 %)		
総給餌量 <i>g</i>	20, 450 d)	12, 550	8, 650	3, 700	18, 650	6, 400	70, 400		
総増重量 <i>g</i>	875	6, 994	3, 374	2, 086	3, 167	74	16, 570		
増重率 %	6. 24	68. 33	55. 07	16. 50	155. 88	7. 48	7. 88 e)		
日間増重率 %	0. 22	2. 20	0. 56	0. 52	0. 80	0. 15	1. 80		
餌料効率 %	4. 28	55. 73	39. 01	56. 38	16. 98	1. 16	23. 54		
餌料係数	23. 37	1. 79	2. 56	1. 77	5. 89	86. 49	4. 25		

註) a) 7月20日まで海中網生簀飼育、同日以降は水槽内で淡越夏飼育 b) 10月12日より段階的海水馴致(6日間)

c) 11月15日より海中網生簀飼育 d) 凍結イカナゴ18,300gを含む e) 増重倍率

第3表 海水Ⅱ区におけるヒメマス1年魚の飼育結果

測定年月日	51. 10. 8	11. 13	52. 5. 28	7. 18	51. 10. 8	52. 7. 18
飼育尾数	93	82	18	13	93	13
平均全長 cm	31. 2	32. 5	36. 6	37. 5	31. 2	37. 5
平均体長 cm	27. 1	28. 4	31. 8	33. 1	27. 1	33. 1
平均体重 g	429. 8	393. 6	639. 3	729. 6	429. 8	729. 6
肥満度	21. 59	17. 18	19. 88	20. 12	21. 59	20. 12
期間内日数	36 a)	196 b)	51		283	
水温範囲 °C	1. 9 ~ 18. 5	1. 9 ~ 14. 0	12. 1 ~ 22. 1		1. 9 ~ 22. 11	
比重範囲 σ_{15}	1. 00 ~ 24. 99	20. 23 ~ 25. 01	21. 94 ~ 25. 03		1. 00 ~ 25. 03	
斃死尾数	10	39	5		54 (58. 06)	
不明尾数	0	0	0		0	
取揚尾数	1	25	0		26 (27. 96)	
総給餌量 g	14, 500	12, 830	7, 300		34, 630	
総増重量 g	- 1, 876	240	1, 302		- 334	
増重率 %	- 8. 42	62. 42	14. 13		69. 75	
日間増重率 %	- 0. 23	0. 32	0. 28		0. 25	
飼料効率 %	- 12. 94	1. 87	17. 84		- 0. 96	
餌料係数	- 7. 73	53. 46	5. 61		- 103. 68	

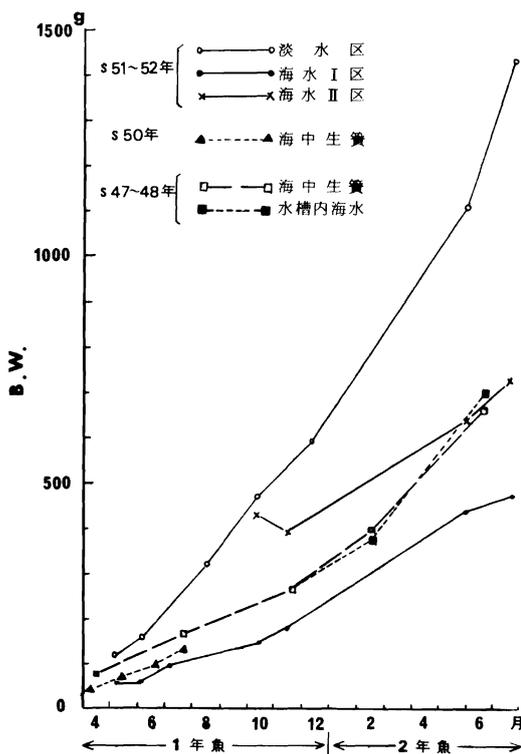
註： a) 10月12日より段階的海水馴致(6日間) b) 11月15日より海中網生簀飼育

率、体重成長の回帰直線はそれぞれ5. 42倍、1. 24%、 $w = 1. 3354 D + 14. 88$ となる。

以上のように海中での成長が淡水のそれよりも劣った原因としては、餌料の生簀網目通過による損失、時化の際の生簀の動揺による影響なども挙げることができるが、やはり海水馴致等による影響、飼育水温条件の差などが主な原因となっているものと考えられる。

なお海水Ⅱ区において11月の平均体重が試験開始時の値を下回っているが、これは海水馴致の際に大型の成熟親魚(平均体重548. 5g)が、飼育水が100%海水に到達したのち3日以内に殆んど斃死(11尾中10尾、残り1尾も11月下旬に斃死)したことのほか、他の供試魚も海水馴致による影響で肥満度に低下をきたしたことが原因であろうと思われる。

また前述のように今回の飼育では淡水区のものを一部に成熟魚が認められ(7月下旬より体高の増加、9月上旬より体色の黒化ないしは淡橙色化が



第2図 試験区別ならびに年度別のヒメマス体重成長結果

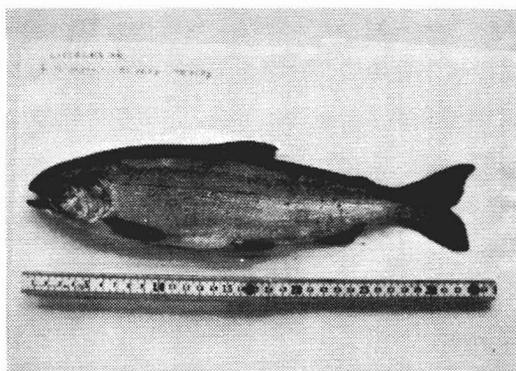
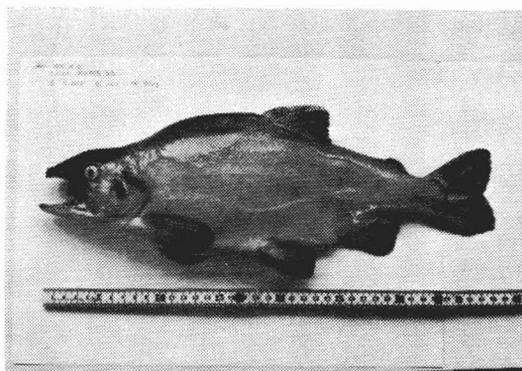


写真1 淡水区におけるヒメマス♂1年魚
(T.L.38.2cm, B.L.34.0cm, B.w.792g)

写真2 淡水区におけるヒメマス♀1年魚
(T.L.33.3cm, B.L.28.4cm, B.w.408g)

観察された)、10月上旬で飼育魚179尾中38尾(21.2%)の成熟♂親魚を数えたが、これらの多くは腹部を指で圧迫することによって放精が認められる程度に成熟が進んでいた。なおこれらの♂親魚のうち海水Ⅱ区へ供試した11尾を除き、残りのものについての飼育を継続したが、成熟が進むにつれて遊泳に異常をきたすようになり、10月下旬よりワタカムリ病を併発して斃死するものが出はじめ、その後12月上旬の薬浴事故死も含めて12月下旬までに成熟♂親魚の全てが斃死した。

また上述の薬浴事故死魚における体重、生殖巣重量、成熟度指数はそれぞれ

♂ 19尾 : 617.0 (325~990)g 22.9 (4.8~50.3)g 37.15 (8.21~57.19)

♀ 15尾 : 558.0 (355~720)g 1.45 (0.3~3.6)g 2.53 (0.85~5.00)

性別不明 15尾 : 596.1 (250~790)g 生殖巣未発達 —

という値で、♀に関しては成熟は2年魚以上であるように思われた。写真1~2に11月中旬現在の淡水区における♂♀1年魚を示した。

減耗は淡水区が92尾、45.5%、海水Ⅰ区が237尾、72.5%、海水Ⅱ区が54尾、58.1%であったが、こ

第4表 各試験区における月別、原因別の斃死魚出現状況

(単位:尾)

区分	年月 斃死原因	昭・51										昭・52					小計	合計	
		5	6	7	8	9	10	11	12	1	2~4	5	6	7					
淡水区	ビブリオ病		1	1		2											4	92 45.5%	
	エラグサレ病							3	5				2	1			11		
	ワタカムリ病						2	6	7								15		
	事故	1	8		1	2	1		49								62		
海水Ⅰ区	ビブリオ病	1	3	59	25	1									2		2	93	104 31.8%
	網ズレ							2										2	
	海水馴致事故		4		1		1											6	
海水Ⅱ区	ビブリオ病														2	2	1	5	54 58.1%
	網ズレ 海水馴致							10	30	8	1							39	
																		10	

のうち斃死魚についてみるとその出現状況は第4表のとおりであり、斃死率は海水Ⅱ区>淡水区>海水Ⅰ区の順に高く、また原因別では淡水区が事故死、海水Ⅰ区がビブリオ病、海水Ⅱ区では生簀放養後の網ズレによるものが多かった。なお各試験区でみられた病害は肉眼観察によりビブリオ病、ワタカムリ病、エラグレ病と診断されたが、それぞれビブリオ病は水温13℃以上(5~9月)の範囲、ワタカムリ病は水温7~15℃(10~12月)の範囲、エラグレ病は10~14℃(11~12月及び5~6月)の範囲で発生が観察された。また網ズレによる斃死魚を写真3に示したが、何れも吻端部尾柄~尾部にかけての損傷が特徴的であった。なお網ズレによる斃死魚は海水Ⅰ区でもみられたが、数量的には非常に少なく、その理由として海水Ⅱ区と比区と比較してサイズが小型であったこと、海水馴致後の体調の回復が比較的速度やかでありこのため生簀放養後網に馴れるまでの期間も短かったことなどが考えられる。

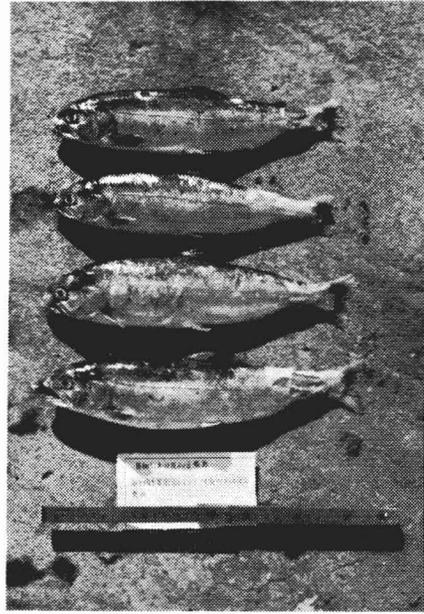


写真3 海水Ⅱ区における網ズレによる斃死魚

一方不明魚は海水Ⅰ区のみでみられたが、それらは生簀破損時の散逸(昭和51年5月下旬)、釣獲による盗難(昭和52年6月下旬)のほかは飛び出しによる散逸によるものとみられる。

さらに餌料効果についてみると、各試験区における餌料効率、餌料係数はそれぞれ配合飼料給餌の淡水区が47.4%、2.11、配合飼料に一部凍結イカナゴを含む(26.0%)海水Ⅰ区が23.5%、4.25という結果であったが、海水Ⅱ区は配合飼料のみの給餌にもかかわらず-0.96%、-10.37と極めて不良であり、海水馴致の影響で摂餌状況が悪化し、餌料の過給を生じたこと、またその後の海中飼育でも網ズレ等の発生により海水馴致の際に低下した肥満度の回復に長期間を要したことなどが原因と考えられる。

以上、述べてきた事柄を要約してみた場合次ぎのようなことがいえる。

- ①ヒメマスの成長は、0年魚の秋に海水馴致した群(海水Ⅰ区)、1年魚の秋に海水馴致した群(海水Ⅱ区)、淡水飼育を継続した群(淡水区)の比較では、2年魚の夏までで体重は1:1.6:3(平均体重470.0g:729.6g:1,430.5g)の比率、最大成長値はそれぞれ755g、1,185g、2,130gと淡水飼育期間が長いものほど良い傾向を示すが、これは海水馴致、淡水馴致等による影響、飼育水温条件の差などが育成不良の主な原因をなしているものと考えられる。
- ②ヒメマスの海水馴致は1年魚でも可能であるが、0年魚と比較するとそれによって受ける生理的な影響が大きいようであり、また同一年級のものでも小型サイズのものよりは大型サイズの方がその影響が大きいようであるため短期間の馴致には注意が必要である。また成熟魚は馴化能力が乏しいため、馴致に当ってはあらかじめ除去する必要がある。
- ③淡水飼育の場合にはその一部は1年魚の秋に成熟するが、成熟魚は飼育を継続しても斃死するものと考えられる。
- ④海中飼育では大型サイズの魚ほど生簀による網ズレを生じやすくなるため、飼育に当っては生簀のサイズ、収容密度、収容魚の活力等に充分留意する必要がある。

⑤病害による減耗は、ビブリオ病（淡水及び海水下）、ワタカマリ病（淡水下）、エラゲサレ病（淡水下）等によるものであったが、その発生はそれぞれ水温13～14℃以上、7～5℃、10～14℃の範囲で見られており、各水温下においてはその発生の防止に注意する必要がある。なお淡水下及び海水下を問わず1月～4月の間は病害の発生率は極めて低いようである。

2 サクラマス1年魚の飼育水別飼育試験

材 料 と 方 法

期 間：昭和51年5月6日～7月9日、64日間

供試魚：昭和50年5月10日より屋内700ℓポリ水槽内で淡水種苗養成を行なった1年魚のうち、淡水区はヤマメ型個体104尾、海水区はギンゲ型個体107尾を供試

飼育方法

淡水区：屋内700ℓポリ水槽内で淡水40ℓ/分かけ流しで飼育

海水区：屋内700ℓポリ水槽内で5日間の段階的海水馴致を行なったのち、5月13日より海中網生簀（鋼管筏式、ハイゼックス製5号13節、2m×2m×深さ3m）で飼育。

餌 料

淡水区：市販配合飼料（ニジマス用、5～6号）をライトリッツの表の0.8～1.5倍量、1日2～3回に分けて給餌。

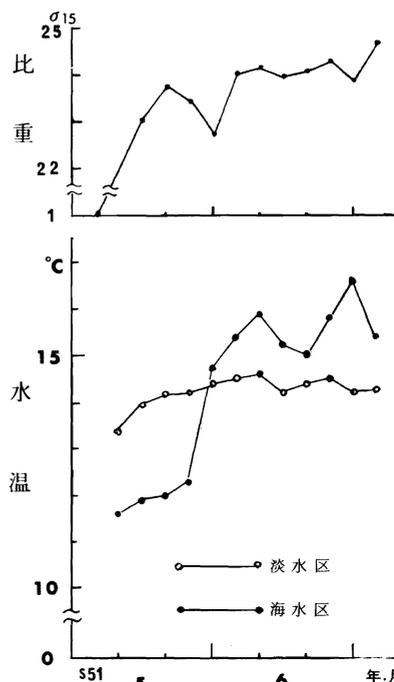
海水区：凍結イカナゴをライトリッツの表の0.7～6倍量、1日2～3回に分けて給餌。

結 果 と 考 察

試験区別の飼育水温、比重の変化を第3図に、飼育結果を第5表に示した。

海水区における海水馴致は50%海水より毎日10%ずつ海水濃度を増加させる方法で行なったが、馴致の期間を通じて活発な摂餌行動が観察され、馴致による影響は特に認められなかった。

淡水区ならびに海水区における成長は、それぞれ体重が67.0(15～181)g及び129.7(88～181)g、増重倍率が0.42倍及び2.23倍、日間増重率が0.65%及び3.48%、体重の回帰直線が $w = 0.3053D + 48.2$ 及び $w = 1.4112D + 35.5$ という結果で、海水区が淡水区を大巾に上回る成長を示しまた成長のバラツキも淡水区よりも少なかった。この理由としては海水下での飼育がギンゲ化した魚の成育に生理的に適合していたこと、また前述のヒメマスの場合と異なり飼育水温が10.0～18.0℃の範囲と成育適温範囲にあったことなどを考えることができるが、反面、供試魚の収容密度において海水区8.9尾/㎡に対し淡水区173.3尾/㎡と



第3図 試験区別の飼育水温、比重変化

第5表 サクラマス1年魚の飼育水別飼育結果

試験区分	淡水区			海水区		
	51.5.6	6.4	7.9	51.5.6	6.4	7.9
飼育尾数	104	99	65	107	98	93
平均全長 cm	16.2	16.2	18.3	16.9	18.9	23.3
平均体長 cm	13.8	13.9	15.7	14.4	16.2	20.5
平均体重 g	47.3	58.8	67.0	40.2	67.6	129.7
肥満度	18.00	21.89	17.31	13.46	15.90	15.06
期間内日数	29		35	29		35
水温範囲 °C	12.2 ~ 14.8		14.0 ~ 14.8	10.0 ~ 16.6		13.0 ~ 18.0
比重範囲 σ_{15}	—		—	1.00 ~ 24.68		23.10 ~ 24.80
斃死尾数	5	33	2	5	0	0
不明尾数	0	0	7	0	0	0
取揚尾数	0	1	0	0	0	0
※総合餌量 g	3,220	2,935	11,610	25,600		
総増重量 g	1,134	212	2,741	6,087		
増重率 %	24.31	13.95	68.16	91.86		
日間増重率 %	0.84	0.40	2.35	2.62		
餌料効率 %	35.22	7.22	23.61	23.78		
餌料係数	2.84	13.84	4.24	4.21		

※ 淡水区は配合餌料、海水区は凍結イカナゴを給餌

20倍前後の開きがあり、密度効果の上で試験の設定に問題があったことも否めない。なお肥満度についてみた場合、飼育期間を通じて淡水区が海水区を上回っているが、これはヤマメ型の個体とギンゲ型の個体の体形上の相異によるものである。

両試験における減耗は、淡水区が斃死魚38尾(36.5%)、海水区が斃死魚、不明魚各7尾(13.1%)であったが、斃死魚の内訳はそれぞれ淡水区で事故4尾、ピブリオ病34尾、海水区で事故2尾、ピブリオ病5尾であった。なおピブリオ病の発生は淡水区で5月中旬より、海水区で7月上旬より認められたが、両試験区とも斃死魚の多くは病害の蔓延しだした6月中旬～7月上旬に集中していた。

また両試験区における餌料効果は、餌料効率、餌料係数でそれぞれ淡水区が21.9%、4.57、海水区が23.7%、4.21という結果で大きな差はみられなかった。なおこれらの値は淡水区が乾燥餌料給餌である点からみればやや不良な値であり、また逆に海水区が生餌給餌という点からみれば非常に良好な値であるが、それらの原因としては前者の区ではピブリオ病の蔓延により6月以降の期間で肥満度の低下、餌料の過給等を生じたためと思われる、また後者の区では給餌した給料のほかに生簀内で他の生物を捕食した可能性が考えられる。

以上のように今回の試験では、試験区間の収容密度の差という点で問題を残したが、ギンゲ化したサクラマス1年魚の海水馴致、海水飼育は容易であり、また海水下での成長も早いことが明らかになった。なお本試験は7月以降も継続する予定であったが、両区ともピブリオ病の蔓延、事故の発生等により7月下旬までに供試魚の殆んどを失ってしまったことから、その後の試験は中止した。