

海上 가두리에서의 은연어 養殖實驗

I. 種苗 나이에 따른 成長比較

金炳起 · 明正求 · 金鍾萬 · 許亨澤 · 金炯培

韓國海洋研究所

Rearing Experiment of Coho Salmon, *Oncorhynchus kisutch*, in Seawater Cage.

I. Comparison of Growth Between Underyearling and Age One

Pyong-Kih Kim, Jung-Goo Myoung, Jong-Man Kim,
Hyung Tak Huh and Hyung Bae Kim

Korea Ocean Research and Development Institute,
Ansan P.O. Box 29, Ansan 425-600, Korea

ABSTRACT

Growth Comparisons of two age groups of coho salmon, *Oncorhynchus kisutch*, underyearling and age one, were made at Chungmu Experimental Fish Culture Station from December 17, 1988 to April 26, 1989.

During the first 66 days of experimental period, the fish of underyearling group grew from 167.0 g to 633.1 g in average weight and the feed coefficient (FC) and daily growth rate (DGR) were 1.1 and 2.0%, respectively. In the same period, the fish of age one group grew from 396.0 g to 854.6 g in average weight and the FC and DGR were 1.1 and 2.0%, respectively.

During the second 63 days, the fish of underyearling and age one group grew up to 1171.9 g and 1239.7 g respectively. FCs of these two groups were 1.5 and 2.6, respectively and DGRs were 1.0% and 0.7%, respectively.

Underyearling fish consumed more feed and performed better FC and DGR than age one fish. FC and DGR sharply decreased as the fish weight increased. Therefore underyearling fish of this species seems better as seeds for seawater cage culture. For this purpose it is necessary to increase smolting rate in the underyearling group fish within a single season.

序 論

1980年代 들어와 본격적으로 시작된 海面養殖業은 溫水性 魚類인 방어(*Seriola quinqueradiata*), 참돔(*Pagrus major*)을 中心으로 發達되어왔다. 그러나 겨울철 연안 水温이 10℃ 以下로 내려가기 때문에 방어와 같은 溫水性 魚類의 越冬이 불가능하여 현재 대부분이 種苗로서 日本에 輸出되고 있다. 이들 魚類를 出荷한 가을부터 이듬해 방어 養殖이 시작되는 초여름까지 쉬고 있는 남해안 유희 가두리 養殖業을 계속 活用하기 위해서는 이 기간동안 商品 크기로 成長할 수 있는 冷水性 魚類의 가두리 養殖 技術 開發이 필요한 실정이다.

冷水性 魚類인 연어, 송어류 중에서 은연어는 孵化後 淡水에서 1~2 年만에 smolt가 되며 자연 상태에서의 成長은 홍연어의 3 배, 굽사연어의 1.7 배 빠른 것으로 알려져있다(資源協會, 1986). 또한

棲息水温 범위는 5~15°C로 耐温성이 커 飼育이 쉽고, 근육중의 astaxanthin 함유량이 높아 독특한 맛을내어 그 인기가 아주 높은 어종이다.

冷水性 魚類의 海上 가두리 양식에 대한 研究는 1950年代 부터 미국, 노르웨이를 中心으로 實施되기 시작하여 最近에는 日本에서도 그 飼育이 活潑한 實情이다(Peterson, 1957; 栗倉, 1962; 栗倉 等, 1962; 花村, 1970; 遠藤, 1983; Patino *et al.*, 1986; 北海水産新聞社, 1986; 資源協會, 1986; David, 1987; 海洋研究所, 1989). 그러나 은연어의 養殖을 위해서는 淡水와 海水의 2次元의 養殖 環境을 利用해야 하고, 當年생의 種苗를 늦가을 海上 種苗로 利用하지 못할 경우 1年 더 淡水 漁場에서 成熟되지 않은 상태의 海上 飼育 種苗로 유지해야 하는 어려운 점이 있다. 그러므로 0, 1才 種苗의 成長 比較 實驗을 通하여 養殖 種苗로서 적합성을 알아보는 일은 매우 重要하다. 은연어 海上 飼育에 있어 種苗의 나이에 따른 成長 比較 實驗은 日本 宮城県에서 實施된 바 있으나(資源協會, 1986), 韓國과 같이 7~8 個月의 짧은 養殖 기간동안 商品 크기로 成長시켜야 하는 제한된 環境 下에서는 實施된바 없다. 이에 本 研究는 은연어를 對象으로 海上 가두리에서의 養殖種苗의 나이에 따른 成長 比較 實驗을 實施하였다.

材料 및 方法

은연어는 江原道 襄陽內水面研究所 陸上 飼育 漁場에서 각각 11個月(0⁺才, A 實驗區), 20個月(1⁺才, B 實驗區) 飼育하여 smolt 된 것으로 3~4 日間の 海水 馴致 과정을 거쳐 海上 가두리로 옮겼다. 實驗 開始時(1988年 12月 17日)의 平均 體重은 0⁺세 167.0 g, 1⁺세 396.0 g이었다.

實驗은 慶南 統營군 산양면 저도 북쪽 내만에 위치한 海洋研究所 가두리 實驗 어장에서 實施하였으며, 5×5×5 m(1988. 12. 17~1989. 2. 21)와 10×10×5 m, 10×5×5 m(1989. 2. 22~1989. 4. 26) 크기의 가두리를 사용하였다.

1次 實驗 開始時 가두리(5×5×5 m)內的 飼育 密度를 맞추어 주기 위하여 A 區에는 800마리(1.3 kg/m³), B 區에는 400마리(1.6 kg/m³)를 수용하였다. 또한 1989年 2月 22日부터 실시된 2次 實驗에서는 0⁺才魚 (A 區)는 10×5×5 m 가두리에 平均 體重이 633.1 g인 개체 796마리를 수용하였으며, 1⁺才魚(B 區)는 10×10×5 m 가두리에 平均體重이 799.9 g인 개체, 1,193 마리를 수용하였다. 2次 實驗開始時의 수용 밀도는 A, B 區가 각각 2.0 kg/m³, 1.9 kg/m³이었다.

飼料는 冷凍 魚類 (전갱이, 고등어)와 配合 飼料(무지개 송어용)를 約 2:1(건중량으로 계산)로 섞어 초퍼로 습식 펠릿을 만들어 1日 1~2回 공급하였다. 계측은 2個月마다 各 實驗區에서 各 30尾씩 무작위 추출하여 아미노산식향산에틸로 마취시킨 후 체장, 체중을 測定하였다.

實驗 期間中의 表層水温(水深 1 m)은 Fig. 1 에서 보는 바와 같이 9.5~14.5°C범위였다.

結果 및 考察

1988年 12月 17日부터 1989年 2月 21日까지(1次 成長 比較 實驗, 66日間)와 1989年 2月 22日부터 1989年 4月 26日까지(2次 成長 比較 實驗, 63日間)의 飼育 實驗 結果는 Table 1, 2 에 나타내었다. 實驗 開始時의 平均 體重은 0⁺세어가 167.0 g(110~220 g), 1⁺세어가 396.0 g (260~520 g)이었으나 1차 實驗이 完了된 66일후에는 0⁺세어가 633.1 g(470~980 g), 1⁺세어가 854.6 g(570~1,200 g)으로 성장하였다. 이 기간중의 生存率은 A, B 實驗區가 각각 99.5%와 99.3%로 높았다. 飼料는 포식량에 가까이 공급하여 1日 飼料供給率은 A 區(0⁺세)가 체중의 2.2%, B 區(1⁺

海上 가두리에서의 은연어 養殖實驗

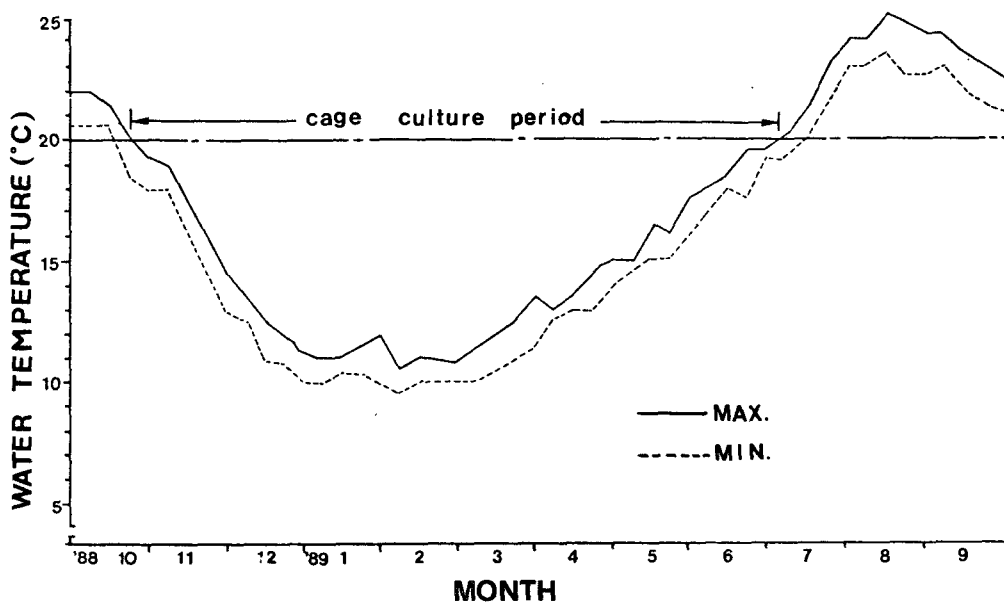


Fig. 1. Maximum and minimum water temperature on surface area at Chungmu Experimental Fish Culture Station.

Table 1. Comparison of growth between underyearling and age one coho salmon at sea cage (I)

Period		Dec. 17, 1988~Feb. 21, 1989 (66 days)	
Experimental group		A	B
		(Underyearling)	(Age one)
Cage		5m×5m×5m	5m×5m×5m
Initial	Number of fish	800	400
	Total weight(kg)	133.6	158.4
	Mean body weight(g)	167.0	396.0
Final	Number of fish	796	397
	Total weight(kg)	503.9	339.3
	Mean body weight(g)	633.1	854.6
Mortality	Number of fish	4	3
	Weight(kg)	1.6	1.9
Survival rate (%)		99.5	99.3
Increment (%)		371.9	182.8
Dry weight of feed (kg)	Raw feed	272.6	144.4
	Formulated diet	125.4	68.7
	Total	398.0	213.1
Daily feeding rate (%)		2.2	1.4
Daily growth rate (%)		2.0	1.2
Feed coefficient		1.1	1.2
Food conversion rate (%)		93.4	85.8

Table 2. Comparison of growth between underyearling and age one coho salmon at sea cage (II)

Period		Feb. 22, 1989~April 26, 1989 (63 days)	
Experimental group		A	B
		(Underyearling)	(Age one)
Cage		10m×5m×5m	10m×10m×5m
Initial	Number of fish	796	1,193
	Total weight(kg)	503.9	854.3
	Mean body weight(g)	633.1	700.9
Final	Number of fish	794	1,186
	Total weight(kg)	930.5	1,470.6
	Mean body weight(g)	1,171.9	1,239.7
Dead	Number of fish	2	7
	Weight(kg)	1.8	7.1
Survival rate (%)		99.7	99.4
Increment (%)		428.4	523.4
Dry weight of feed (kg)	Raw feed	399.1	496.8
	Formulated diet	266.1	331.2
	Total	655.2	1,352.0
Daily feeding rate (%)		1.5	1.8
Daily growth rate (%)		1.0	0.7
Feed coefficient		1.5	2.6
Food conversion rate (%)		64.4	38.7

세)가 1.4%로 1⁻세보다 0⁺세의 경우가 하루에 약 0.8%를 더 많이 먹은 것으로 나타났다. 1일 성장률은 A, B區에서 각각 2.0% 및 1.2%로 나타나 0⁺세어가 1⁺세어보다 약 0.8% 정도 빨랐던 것으로 나타났다. 사료계수는 각 실험구에서 1.1, 1.2로 나타나 사료 효율도 A區가 93.4%로 B區 85.8%보다 높았다.

1차 실험이 끝난 0⁻세와 1⁻세어는 각각 10×5×5 m와 10×10×5 m 가두리로 옮겨졌다. 0⁻세어는 收容密度가 2.0 kg/m³ 되도록 796尾가 放養됐으며, 1⁻세어는 다른 가두리에서 飼育中이던 1⁻세어와 합쳐서 1,193마리를 수용하였다(1.9 kg/m³). 2차 飼育이 끝난 1989년 4월 26일의 平均體重은 0⁻세어가 1171.9 g(850~1,500 g), 1⁺세어가 1239.7 g(940~1,620 g)으로 成長하였다. 이 期間中 生存率도 1차 실험과 마찬가지로 99.7% 및 99.4%로 각각 높게 나타나 疾病이나 2차 실험時 계측 작업으로 인한 大量 폐사는 나타나지 않았다. 1일 飼料供給率は 0⁻세어가 1.5%, 1⁻세어가 1.8%로 1차 실험과 달리 1⁻세어가 0⁻세어 보다 조금 높게 나타났다. 그러나 1일 成長率이 0⁻세어(1.0%)가 1⁻세어(0.7%)보다 높았던 것으로 보아 2차 실험이 시작된 후 1⁺세어의 가두리에서 飼料供給時 허실이 많았던 것으로 생각된다. 飼料係數는 0⁻세어가 1.5로 1⁻세어의 2.6보다 월등히 飼料效率이 우수한 것으로 나타났다.

이상의 1, 2차 실험을 통한 結果를 보면 전 실험 期間동안 99% 이상의 높은 生存率을 나타냈으나, 적정 수온 범위내에서 實施된 2차 실험에서는 1차 보다 훨씬 나쁜 성장율을 나타내 비록 130일의 짧은 飼育 期間에도 불구하고 幼연어는 成長함에 따라 成長率 및 飼料效率이 낮아지는 傾向을 보였다. 그러나, 0⁻세어가 1⁻세어 보다 비록 初期에는 海上種苗로서의 크기가 작았으나 사료 효율이 높고

海上 가두리에서의 은연어 養殖實驗

成長 速度가 2차 實驗 종료시에는 1⁺세어와 거의 비슷한 크기로 成長하였고, 수확을 하기 시작한 1989年 6月에는 오히려 0⁺세어가 더 크게 成長하였기 때문에 (Fig. 2) 海上 飼育用種苗로는 0⁺세 smolt가 1⁺세 보다 우수한 것으로 나타났다.

本 實驗 結果를 日本 宮城縣의 은연어 海上 飼育 實驗과 比較해 보면, 150 g 전후의 0⁺세어 種苗를 11月 중순 부터 익년 7月 初旬까지 宮城縣, 志津川灣에서 飼育한 結果 海水 溫度가 10°C以下로 유지된 4月 中旬에 1 kg, 16°C에 도달한 6月 中旬에 2 kg, 18°C에 도달한 7月 中旬의 수확시 2.57 kg(±0.53)으로 成長하였다. 또한, 1⁺세어의 경우 체중 200 g의 미성숙어가 12月 下旬에 1 kg, 6月 上旬에 2 kg, 17°C에 도달한 7月 下旬에는 3.40(±0.87) kg으로 成長하여 本 實驗과 달리 1⁺세어의 成長이 우수하였고, 實驗期間동안의 增肉係數는 4.69~5.34으로 유지되었다(資源協會, 1986). 따라서 0⁺세어의 경우는 本 實驗과 비슷한 반면, 1⁺세어는 本 實驗 보다 빠른 成長을 나타냈다. 이러한 이유는 본 실험의 경우 海水 水溫은 4月末 以後 은연어의 成長을 위한 好適水溫 범위를 벗어나 20°C에 접근하는 반면, 宮城縣의 경우는 7月 下旬까지도 적정 수온을 유지하여 은연어의 成長을 가속화시킨 때문으로 사료된다. 또한, 溫水性 魚類인 방어, 참돔을 대상으로 海上 가두리에서 실험한 海洋研究所

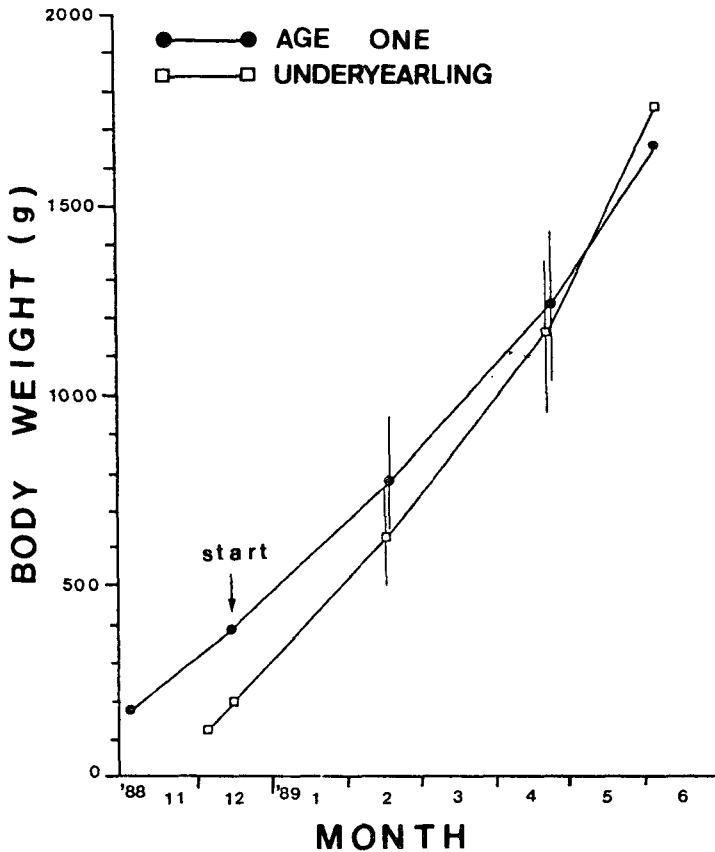


Fig. 2. Comparison of body weight change between underyearling and age one coho salmon reared at the sea cage.

(1986) 보고와 比較해 보면 本 實驗의 은연어 0⁺ 및 1⁺세어는 實驗 期間동안 1日成長率 1.7~2.0%, 飼料係數 1.1~2.6(건중량)으로 나타난 반면, 방어의 경우, 수온이 20℃ 이상 유지된 여름철 고수온기에 100 g 前後의 種苗로 飼育했을때 1日成長率 2.0~2.1%, 飼料係數 2.1~2.4(건중량)로 나타나 本 結果와 비슷한 成長度를 나타냈다. 그러나 20℃ 이하로 하강한 가을철에는 1日成長率 및 飼料係數 각각 0.9~1.3%, 2.2~3.6으로 성장도가 감소했으며, 참돔은 1年生의 경우, 水温 20~33℃에서 1日成長率 및 飼料係數가 각각 0.7%, 3.1로, 2年生은 0.02~0.6%, 5.1~19.3으로 각각 나타나 방어의 주성장기를 제외한 기타 실험구에서는 은연어보다 나쁜 성장도를 나타냈다. 이러한 比較는 동절기에 實施된 은연어가 温水性 魚類의 최고 성장율과 비슷하여 동절기 유향 양식장의 대체 양식 품종으로 은연어가 우수한 대상종임을 뒷바침해 주고있다.

은연어는 일정한 크기까지 淡水에서 成長하고 나면 海水를 내려간다. 그러나 養殖時 smolt에 달한 은연어를 海水를 옮기지 않고 淡水에서 계속 飼育할 경우 生理的인 變化로 말미암아 폐사가 增加하고 成長이 억제된다고 알려져 있다(田口, 1984). 淡水에서의 은연어 飼育은 무지개 송어 養魚場에서 보통 實施되는데, 淡水에서 生産된 種苗가 당년에 smolt되지 않아 海水 飼育 種苗로서 利用되지 못할 경우, 1年 더 淡水 漁場에서 飼育하므로써 양식 경영상의 성패를 좌우할 수 있는 문제가 초래될 수 있다. 그러므로 1年안에 smolt 生産率을 最高로 높일 수 있도록 飼育 環境을 개선하고 세심한 飼育 管理를 하는것은 물론, 陸上 및 海上 飼育 漁場에서 飼育중인 親魚로 부터 早期에 種苗를 生産하거나 12月 以前에 早期 採卵된 發眼卵을 輸入하여 淡水 飼育 기간을 연장하므로써 당년에 smolt될 수 있는 비율을 增加시키는 것이 필요하다.

要 約

은연어 海上 飼育 種苗의 나이에 따른 成長을 알아보기 위하여 1988年 12月 17日 부터 이듬해 4月 26日 까지 平均水温 9.5~14.5℃의 조건을 가진 慶南 통영군 산양면 저도에 위치한 海上 가 두리에서 實驗을 實施하였다.

1차 實驗에서 平均 體重 167.0 g 되는 0⁺세어는 66日後 633.1 g으로 成長하여 1日成長率 2.0%, 飼料係數 1.1을 나타냈다. 반면, 平均 體重 396.0 g되는 1⁺세어는 854.6 g으로 성장하여 1日 成長率 및 飼料係數 각각 2.0% 및 1.1을 기록하였다. 2차 實驗에서는 0⁺세어가 64일 후 1171.9 g으로 성장하여 1日成長率 1.0%, 飼料係數 1.5로 나타났고, 1⁺세어는 1239.7 g으로 성장하여 1日 成長率 및 飼料係數 각각 0.7% 및 2.6을 기록하였다.

은연어의 海上 飼育에 있어서 그 크기가 增加함에 따라 1日成長率 및 飼料效率이 급격히 감소하는 것으로 나타났다. 實驗 기간 동안 0⁺才魚가 飼料攝取率이 훨씬 우수하여 0⁺세어가 海上 飼育 種苗로 적합한 것으로 나타나 당년에 海上 飼育用 種苗를 smolt 될 수 있도록 할 필요가 있다.

參 考 文 獻

- 遠藤記忠. 1983. サケ・マス 養殖への期待. 養殖20(7): 44~55.
 David, J. E. 1987. Salmon and Trout Farming in Norway. Fishing News Books Limited, Farnham, Surrey, England. 195 p.
 海洋研究所. 1986. 高級魚種 養殖技術開發에 관한 研究(II), 海洋研報告書, BSPG 00044-160-3. 서울.

- _____. 1989. 연어·송어류 養殖技術開發에 관한 연구. 海洋研報告書, BSPG 00089-265-3. 서울.
- 花村宣言. 1970. 사케·마스의生長. 日水誌 36(3) : 276~288.
- 北海水産新聞社. 1986. 銀魚養殖 핸드북 北海水産新聞社, 札幌, 167p.
- 栗倉輝彦. 1962. 니즈마스의海水에對する抵抗性について(1). 孵化場研報告. 17號. 41~48.
- 栗倉輝彦, 紫田尚志, 本間 馨. 1962. 니즈마스의海水飼育例. 孵化場研報告 17號 : 49~57.
- Patino, R., C. B. Schreck, J. L. Banks, and W. S. Zaugg. 1986. Effects of rearing conditions on the developmental physiology of smolting coho salmon. Trans. Amer. Fish. Soc., 115 : 828~837.
- Peterson. 1957. Rainbow trout bred in salt water. Prog. Fish Cult., Vol. 19(4). 31~43.
- 資源協會. 1986. 淺海養殖. 大成出版社, 東京. 638p.
- 田口壽三郎(譯). 1984. 노르웨이における사케屬魚類의養殖一. 水産の研究 3卷 2號(9) : 91~95.