

한국 은어, *Plecoglossus altivelis* 양식의 현황과 문제점



박경대, 기술담당관
경상남도 수산중요 배양장
Tel) 055-649-0985, 5504 Fax) 055-640-5588
E-mail) kdpark20@yahoo.co.kr

1. 序 言

銀魚(*Plecoglossus altivelis* 英名 sweet fish)는 年魚目(Order Salmoniformes) 銀魚科(Family Plecoglossidae)의 小型淡水魚로 우리나라를 비롯한 日本, 中國의 一部에 分布하는 極東 Asia 地域의 特産 魚種이다. 우리나라에서는 東海岸과 南海岸의 크고 작은 河川, 特히 洛東江, 蟾津江, 江口 五十川 三陟, 南大川 等に 많이 遡上하여 棲息한다. 成熟된 銀魚는 9~10月頃에 産卵하고 孵化된 仔魚는 바다로 내려가 越冬, 成長하여 이듬해 3~4月頃에 河川으로 遡上하는 生活史를 가진 1年生 魚類이다. 特히 이 魚種은 맛이 淡白하고 산뜻할 뿐만 아니라 수박쥬스 또는 오이쥬스 같은 特有의 香氣를 含有하고 있어 옛부터 많이 食用되어 왔으나, 最近에는 産業化 都市化에 따른 河川의 水質 汚染과 用水 確保를 위한 Dem 築造 等に 의한 河川의 遮斷 등으로 自然 資源이 急激히 減少하여 1998년에는 自然産 生産量이 約 10餘屯에 不過하였으나, 養殖産 銀魚의 生産量은 400餘屯으로 養殖産 銀魚가 大部分을 차지하고 있다. 이러한 養殖 銀魚는 生活 水準의 向上과 美食家들의 要求로 國內 需要가 漸次 增加되고 있으며 또한 日本 및 臺灣 等に 主要 輸出品目으로서 漁業人 所得 增大에 寄與 되고 있다.

한편, 慶南 密陽을 비롯한 河東 等 一部 地方에서 是 여름철 避暑客들에 觀光 商品으로 位置를 確保하

여 貴重한 觀光 資源으로도 脚光을 받고 있으며, 外來 種에 의해 우리나라 內水面 魚族 資源의 種이 減少되고 있는 實情을 勘察할 때 貴重한 土産 魚種으로서도 養殖의 必要性이 漸次 要求되고 있다.

慶尙南道에서는 銀魚 養殖의 産業的인 重要性을 認識하여 養殖 銀魚의 品質을 向上시켜 國際 競爭力을 強化하고 漁業人의 所得 增大을 위하여 지난 '98년 부터 慶尙大學校 海洋科學大學과 日本 東京水産大學 共同으로 養殖銀魚의 品質 向上을 위한 研究를 實施한 바 있고, 今後에도 持續的으로 産·學·研 共同으로 養殖 銀魚의 生産性 向上을 위하여 研究, 努力을 傾注할 豫定이다.

2. 銀魚 養殖 現況

1) 銀魚 養殖의 發達史

우리나라 銀魚 養殖의 歷史는 매우 짧고 記錄에 남을 만한 實積이 거의 없으나, 1971年 慶尙南道에서 內水面 魚族 資源 造成 方案의 一環으로서 主要 河川에 銀魚 人工受精 卵 放流 事業을 最初로 實施하였다. 受精卵 放流 事業은 至今까지 每年 洛東江, 蟾津江, 黃江, 慶湖江 等地에 實施하고 있으며, 1980年代 初에는 密陽 等 一部地 域에서 自然産 銀魚를 採捕하여 一時的으로 畜養한 後 販賣하는 程度였다. 그 後 海産 魚類 養殖의 發達로 飼料 開發이 可能함에 따라 長期

的인 畜養으로 進展되어 1990年代에는 養殖 體制로 轉換이 되었으나, 種苗 生産에서 食用魚 養成까지의 完全 養殖으로는 發展되지 못하였다. 그러나 國立水産 振興院과 市道 內水面試驗場 및 銀魚 養殖에 關心을 갖은 養殖 漁業者들의 努力으로 人工種苗 生産에 의 한 養殖 過程이 確立되어, 1992年 부터는 本格的으로 銀魚 養殖이 一般化되기 始作하였다.

1993年 부터는 進一步된 養殖 技術로 光週期 調節에 의한 早期 産卵과 産卵 抑制 效果를 利用한 養殖 技術이 發展되었고, 1994年 부터는 鎭海 內水面研究所에서 染色體造作에 의한 3倍體 銀魚 生産 技術이 確立되어 年中 養殖이 可能하게 되었다.

2) 銀魚 養殖 現況

銀魚 養殖은 銀魚의 生態的인 特性으로 因하여 初創期에는 季節的 養魚에 編中되었는데, 卽 봄철에 種苗가 放養되어 가을철에 出荷하는 方式이었으나 現在에는 養殖 技術의 發達로 養殖 段階가 細分化되어 3 段階의 養殖 方法이 施行되고 있는데 그 過程은 아래 과 같다.

- (1) 早期産 養殖 : 8월에 人工 種苗 生産하여 12月 부터 養魚場에서 養殖하여 이듬해 4月頃 부터

出荷 可能

- (2) 後期産 養殖: 10월에 人工 種苗 生産하여 이듬해 2月부터 養魚場에서 養殖하여 이듬해 5月頃 부터 出荷.
- (3) 自然産 養殖: 江에서 알을 採集하여 이듬해 4 月부터 養魚場에서 養殖하여 6月頃에 出荷.

以上과 같은 條件과 함께 養殖業者들의 光週期 調節을 利用한 親魚 管理 技術이 向上되고, 飼育 過程의 經濟性(冬節期 暖房 調節에 의한 種苗 生産 時期 調節)을 考慮하여 年中 種苗 生産과 商品으로서 價値있는 크기의 銀魚 出荷가 可能하게 되었다. 最近의 統計 年報에 收錄된 우리나라 銀魚 生産量을 살펴보면 表 1과 같이 '92年까지는 自然産 銀魚 卽, 漁撈 漁業에 의한 銀魚 生産量이 많았으나, '93년부터 養殖 技術의 發達로 養殖 生産量이 꾸준히 增加하고 있는 趨勢이다.

'98年度와 '99年度の 全國 市道別 銀魚 生産量은 表 2와 같다. '98년과 '99年度 2年間 銀魚 生産量은 慶南이 全體 生産量 649吨中 380吨을 生産하여 約 60%를 占하고 있으며, 全南이 165吨으로 全體 生産量의 25%를 占有하여 銀魚의 生産이 主로 우리나라 南海岸에 偏重 生産되고 있음을 알 수 있다.

한편 '99年末 基準으로 全國의 銀魚 養魚場 現況을

Table 1. Production of wild and cultured sweet smelt for 10 years (M/T)

Year	'90	'91	'92	'93	'94	'95	'96	'97	'98	'99
Total	35	78	23	22	31	13	43	94	441	208
Fishing	33	76	19	10	6	4	10	5	13	-
Culture	2	2	4	12	25	9	33	89	428	208

Source : National Statistical Office.

Table 2. Production of wild and cultured sweet smelt by province (M/T)

Division	Total	Gyeongnam provin	Chomam provin	Gyeongbok provin	Gangwon provin	Gyeonggi provin
'98	441	295	85	51	10	-
'99	208	85	80	25	1	17
Rate (%)	100	59	25	12	1.5	2.5

Source : National Statistical Office.

把握한 資料는 다음과 같다(表 3). 現在까지 把握된 全國 銀魚 養殖場은 53個所에 面積은 52,115 m²로 主로 東·南海岸에 偏重 分布하는 現狀은 예전부터 自然産 銀魚의 棲息地와 密接 한 關聯이 있는 것으로 思料된다.

銀魚는 種苗 生産 其間이 4個月 程度 所要되며 全國의 銀魚 種苗生産 現況은 慶南과, 全南, 慶北의 11 個所에서 約 1,300萬 마리가 生産되어 養魚場에서 種苗로 使用되는 것은 900萬 마리 前後로 推定되며, 市販 可能한 成魚의 生産量은 250餘屯 程度까지 發展하였다(표 4).

銀魚 種苗 生産에 使用되는 海水는 一般 海水와 濾

過 海水로 區分 되는데, 濾過 海水는 바다와 거리가 多少 떨어진 慶南 密陽 地域과 全南 光陽 地域에서 主로 使用하고 있고, 慶尙南道 水産種苗培養場에서는 '99年度 淡水에서 發眼시켜 孵化 直後 부터는 10% 程度의 海水에서 適應시켜 漸次 完全 海水에서 養殖하였다. 年度別 市中の 去來된 種苗의 單價는 5~7 cm (1 g 前後) 크기 마리當, '95年度에 200~250원, '96年度에 150~220원, '97年度 150~180원, '98年度 130원~150원, '99年度 100원~120원 程度로 價格이 漸次 下落되고 있는 趨勢이다(표 5). 種苗 生産 業體 數의 增加와 養殖 技術의 發達로 養殖 技術이 一般化되어 種苗 生産量의 增加에 따른 原因으로 볼 수 있으나, 種苗 生産 業者들의 事業性을 考慮할 때 種苗의 價格은 마리 當 100~150원 程度가 適切한 水準이라고 여겨진다.

Table 3. Present condition of sweet smelt farm (1999)

Province	Number	Area (m ²)	Production of adult fish
Total	53	52,115	256.4
Gangwon provin	1	130	1.5
Gyeonggi provin	5	5,353	13.1
Chungbuk provin	1	555	1
Gyeongbuk provin	10	9,225	30
Gyeongnam provin	23	19,101	83.8
Chonnam provin	17	17,751	127

Source : National Chinhae Inland Resresearch Institute.

3) 銀魚 養殖 展望

銀魚는 養殖 條件으로 보아 既 開發된 송어 養魚場에서 使用되는 水溫 15~18℃의 地下水로 飼育이 可能하고, 汚染되지 않은 溪谷水나 河川水를 一時的으로 利用할 수 있다. 또한, 다른 溫水性 魚種과는 달리 別途의 加溫이나 保溫施設이 必要하지 않고 틸라피어 養魚場에서와 같이 타포린 水槽나 水槽用 PE 또는 PP sheet를 콘크리트 水槽로 代用할 수 있어 施設費가 節減되며, 飼育 技術도 一般化되어 今後에도 銀魚는 養

Table 4. Production of sweet smelt seeds by province (1999)

Provin	Area		Seeds production (10,000 fish)	Consumption of year		
	Number	Water Area (m ²)		Export (M/T)	Size (g)	Price (10,000won/kg)
Total	46	42,309	1,295	74.3	20~100	0.7~2.0
Gangwon provin	1	130	-	-	80	2.0
Gyeonggi provin	5	5,353	-	-	50~80	0.9~1.2
Chungbuk provin	1	555	-	-	100	1.2
Gyeongbuk provin	9	8,575	100	13.5	20~70	0.7~1.2
Gyeongnam provin	17	14,088	345	21.3	50~100	0.7~1.5
Chonnam provin	13	13,608	850	39.5	20~100	1.0~1.3

Source : National Chinhae Inland Resresearch Institute.

Table 5. Production of sweet smilt seeds by province (1999)

Division	Area		Seed (10,000 fish)	Price			Fish 26,150
	Number	Water Area (cm ²)		Fish number (10,000)	Size (cm, g)	(₩/fish)	
Total	11	9,806	1,295	1,260	5~7/1	100~150	26,150
Gyeong nam	6	5,013	345	320	5~7/1	100~150	2,000
Chon nam	4	4,143	850	840	5~7/1	100~130	11,650
Gyeong buk	1	650	100	100	5~7/1	100~150	12,500

Source : National Chinhae Inland Resresearch Institute.

殖 潛 在 力 이 많 은 魚 種 이 다. 또 한 地 域 的 으 로 偏 重 된 現 在 의 養 魚 場 實 態 로 볼 때 全 國 的 으 로 擴 大 될 可 能 性 이 充 分 하 다. 그 러 나 늘 어 나 는 生 產 量 에 비 하 여 消 費 할 수 있 는 市 場 의 開 拓 이 問 題 이 다.

우 리 나 라 는 年 間 內 需 市 場 에 서 約 150~200 屯 의 銀 魚 가 消 費 되 는 것 으 로 推 定 되 는 데, 모 두 活 魚 狀 態 로 流 通 되 고 있 다. 日 本 의 境 遇 는 年 間 約 10,000 屯, 臺 灣 은 約 500 屯 의 內 需 市 場 과 比 較 해 볼 때, 國 內 市 場 에 서 消 費 擴 大 方 案 이 時 急 하 다 (표 6).

Table 6. The stock of artificial insemination eggs of sweet smelt to some rivers in Gyeongnam provin (1999)

	Sweet smelt	
	Amount (10,000 eggs)	River
Total	61,300	
1971~1996	53,800	Mirayng river etc
1997	3,500	Miryang river 1,000
		Sumjin river 1,000
		Hapcheon river 700
		Chinyang river 800
1998	2,000	Mirayng river 500
		Sumjin river 500
		Hapcheon river 500
		Chinyang river 500
1999	2,000	Mirayng river 500
		Sumjin river 500
		Hapcheon river 500
		Chinyang river 500

3. 銀 魚 養 殖 의 問 題 點

1) 輸 出 市 場 의 多 邊 化

銀 魚 의 年 度 別 輸 出 現 況 은 表 7 과 같 다. '95 年 1 月 臺 灣 에 2.5 屯 을 冷 凍 形 態 로 輸 出 한 것 을 起 點 으 로 每 年 輸 出 量 이 增 加 하 여 '97 年 부 터 는 臺 灣 과 日 本 市 場 에 約 27 屯 (30 萬 불) 을 輸 出 하 였 다. '99 年 에 는 129 屯 (950 萬 불) 을 輸 出 하 면 서 輸 出 主 力 品 種 으 로 발 관 을 닦 는 한 편, 內 水 面 에 서 生 產 된 魚 種 이 輸 出 되 면 서 銀 魚 養 魚 家 의 意 慾 을 鼓 吹 시 켜 주 었 다.

銀 魚 는 國 內 生 產 量 의 40% 以 上 이 輸 出 用 으 로 利 用 될 만 큼 內 需 市 場 은 좁 다. 反 面 에 이 웃 日 本 은 生 產 量 만 도 年 間 平 均 約 12,000~16,000 千 屯 에 육 박 하 며, 大 部 分 을 自 體 消 費 할 만 큼 消 費 가 普 遍 化 되 었 다. 臺 灣 의 境 遇 는 年 間 銀 魚 消 費 量 이 約 1,600 屯 에

Table 7. Actual exports of sweet smilt in Gyeongnam provin

Year	Country	Amount (M/T)	Price (1,000 \$)	
Total		240.3	1,963	
'95	Taiwan	2.3	22	Frozon
'96	Taiwan	8.9	111	Frozon
'97	Taiwan	23.5	255	Frozon
	Japen	3.6	42	Fresh
'98	Taiwan, Japen	73	581	
'99	Taiwan, Japen	129	952	

Source : Gyeongnam Trade.

달하지만 國內 生産量은 450~600톤에 그쳐, 約 1,000 餘톤을 輸入에 依存하고 있는 狀態로 主로 日本에서 約 500톤 程度를 輸入하고 있고 우리나라 등에서 殘量을 채우는 實情이다. 輸入 國家別로 選好하는 銀魚의 크기도 諸各各으로 臺灣의 境遇는 kg當 9~10마리 크기(마리當 80~120 g)를 願하는 한편, 日本은 kg當 13~14마리 크기(마리當 50~80 g)를 좋아하기 때문에, 輸出用으로 銀魚를 養殖한다면 各 輸出 對象國에서 要求하는 크기의 商品 供給에 注力하여야 할 것이다(표 8).

現在의 日本과 臺灣 등에 大部分을 輸出하고 있는 狀況에서, 香港이나 싱가포르 등의 東南亞 市場과 美國 등 歐洲에도 새로운 市場을 開拓하여 輸出 市場을 多邊化하고 消費를 擴大시켜야 하는 것이 큰 課題다.

2) 品質 向上 및 優良 種苗 生産

銀魚의 主 輸出國인 日本과 臺灣에서는 肉質보다 內臟이나 알을 더 選好하고 있으며, 암컷 價格이 수컷보다 비싸기 때문에 抱卵率이 魚 體重의 15% 以上되는 것이어야 商品으로 認定하고 있다. 따라서 全암컷 銀魚 生産을 위하여 産·學·研이 交流를 活潑히 하고 이밖에 銀魚의 體色과 體形向上(등줄을 中心으로 위쪽은 짙은 草綠色이며 아래는 흰색이 뚜렷이 나타나고, 體形은 살이 토실토실하게 썬 流線型이 適合)에도 關心을 기울여야 할 것이다.

銀魚 養殖 過程中 1 g 未滿 稚魚期때 密植하거나 먹이가 不足할 境遇, 公食 現狀이 發生하여 大量 廢死를 불러올 수 있다. 꼬리나 肉質 部分에 조금이라도

傷處가 생기면 B品으로 轉落하기 때문에, 注意를 要하고 觀賞魚를 키운다고 生覺하고 나름대로의 養殖 技術을 쌓아야 한다. 바이어들은 이들 要件中 하나라도 마음에 들지않으면 低級品으로 取扱하기 때문에, 모든 商品 要件을 充足시킬수 있는 섬세한 養殖 技術과 自身만의 know-how가 반드시 必要하다. 만약 低級品으로 判定될 境遇 出荷量의 90% 以上이 같은 取扱을 받아 輸出 價格은 kg 當 3~4달러로 暴落하여 飼料값도 견딜수 없게되는 境遇도 있으므로, 選拔 育種을 통한 優良 種苗의 生産 補給으로 品質을 向上시키고, 또한 特有의 香味 維持를 위하여 銀魚專用 優良 養魚 飼料의 開發이 切實하다. 效率的인 養殖 銀魚 專用 飼料를 開發하므로서 良質의 銀魚 生産 技術을 確立하여 競爭力을 強化하는 것이, 輸出 市場의 擴大는 勿論 漁業人 所得 增大에도 寄與하게 될 것이다.

3) 販路 및 流通問題

(1) 體系的인 流通網 確保

種苗 生産과 食用魚 兩性에 못지않게 重要한 것은 流通이다. 海面 養殖에 比하여 特히 內水面 分野는 流通이 落後되어 있는데, 그 直接的인 現狀으로 販賣價가 下落해도 消費는 여전히 萎縮되는 境遇가 頻繁하다. 現在 內水面 魚種의 價格 算定은 生産者가 아닌 流通業者들에 의해 左右되고 있는 實情이다. 特히 銀魚는 國內 消費가 不振하여 大部分 輸出을 해야 되기 때문에, 다른 品種과는 달리 養殖 漁業者가 養殖에서 부터 加工은 勿論, 流通까지 直接 參與하여 三拍子를 맞춰야 成功할 수 있는 産業이다.

日本 市場에서는 銀魚 商品이 全部 規格(크기 別, 品質 別, ♀·♂ 別)에 의해 流通되고 있으며, 規格 別로 用度도 多樣하게 나누어져 販賣되고 있다. Size別 規格은 普通 kg 當 마리수에 의해 決定되며, kg에 7~9마리는 一般 需要가 적어 大部分 臺灣 등으로 輸出되고 있고, kg에 10~11마리는 中間 商人을 中心으로 去來되고 있으며, 日本 國內 消費는 kg에 12~15마리가 大部分을 차지하고 있는데 이것은 "소금구이" size로 불려지고 있으며, kg에 16~20마리는 加工品으로 받

Table 8. Price of sweet smelt by month

Month	Price (kg)
April~May	₩ 25,000
June	₩ 20,000
July	₩ 18,000
August	₩ 15,000
September	₩ 8,000~12,000

Source : Gyeongnam Trade.

찬, 다시마 말이 등으로 消化되고 있다. 日本은 銀魚 主産地인 시코쿠의 도쿠시마에서 生産 되는 것이 全國의 價格 決定 및 品質 區分에 絶對的인 影響을 미치고 있는 것으로 알려져 있다.

臺灣에서의 流通 構造는 主로 日食 專門 食堂과 高級 호텔에서 消費되는 形態였으나, 一般 슈퍼마켓 등에서 손쉽게 求할수 있을 程度로 大衆化가 되어 있다. 우리나라에서는 銀魚 生産 漁業者가 서울의 有名 百貨店과 契約을 맺고 賣場에서 銀魚를 販賣한 적이 있었다. 그러나 海産 魚類에 比하여 價格이 多少 비싸고 內水面 魚種에 대한 選好度가 不足하여 流通에 失敗한 事例가 있었는데, 銀魚 養殖도 하나의 産業으로 定着되기 위하여는 體系的인 流通網을 確保하여야 할 것이다.

(2) 多樣的 料理 方法의 開發 普及

銀魚는 예부터 內臟을 包含한 全魚體를 즐겨 먹은 魚類로서 調理 方法으로는 生鮮회, 튀김, 소금구이 등이 있으나, 銀魚의 獨特한 香氣를 즐기면서 먹을수 있는 調理 方法은 꼬챙이에 소금을 뿌려 구워먹는 소금구이가 代表的인 料理이다. 또한 內臟을 除去하고 말린 다음 양념을 하여 구워먹는 料理도 一品이다. 한편 銀魚의 알, 精巢 內臟으로 젓갈을 담구어 먹거나, 全魚體를 잘게 썰어 젓갈을 만들어 먹기도 한다. 國內에서는 위의 料理 方法(生鮮회, 튀김, 소금구이 등)이 있다고 하나 90% 以上이 活語로 消費되는 形態로 消費 패턴이 短調롭다. 이에 比하여 臺灣에서는 소금구이를 비롯한 튀김류 등 銀魚를 利用한 料理가 數十가지가 될 만큼 大衆化되어 있고, 消費 形態도 우리와 正反對로 活魚의 消費는 거의 없고 冷凍魚(鮮魚)로만 販賣되고 있는데, 特히 冷凍 銀魚 料理는 臺灣의 高級 飲食으로 相當한 高價의 메뉴로서 一般 食堂은 銀魚구이 正食 마리당 7,000원 程度에 販賣 한다고 한다.

우리나라도 銀魚의 需要를 擴大하기 위하여는, 主婦들이 손쉽게 料理할 수 있도록 生鮮회나 튀김, 소금구이는 勿論 加工品, 다시마말이 등 多樣的 料理 方法을 開發 普及하고, 또한 銀魚의 營養價에 대하여도 積

極的인 弘報가 있어야 할 것으로 思料된다.

4) 其 他

(1) 包裝 材 및 包裝 디자인 開發

- 國內産 銀魚를 輸入해간 바이어들의 品質 評價는
- 肉質이나 맛은 日本産에 比해 결코 뒤떨어지지 않으나,
 - 加工時 크기別로 選別이 未洽하고, 包裝 處理 未熟에 의한 암수 區分의 混沌, 個體 크기가 비닐 包裝 보다 크므로 魚箱子 破損에 의한 商品性 低下,
 - 急速 冷凍으로 新鮮度 維持 및 個體 크기別 適定한 包裝材의 使用과,
 - 生産 地別 銀魚 色相 및 香의 差異로, 商品性 低下 등을 指摘하고 있는데, 이에 대한 對策으로서
 - 高附加價值 商品의 이미지 改善을 위한, 包裝 디자인 開發 및 品質 認證 表示로 信賴度를 提高하고,
 - 加工時 size 別, 암수 別 選別의 徹底와 個體 크기 別 適定 包裝 材의 活用,
 - 新市場 開拓 및 새로운 바이어 開發로 輸出 價格이 有利하도록 交涉하고,
 - 過剩 生産으로 物量 增加時 冷凍 保管 倉庫 確保,
 - 輸出 協商 窓口의 一元化(慶南 貿易) 등과 그 外, 適正한 排水 處理場 施設로 環境親和的 養殖方法을 確保 方法 등으로 對處하여야 할 것이다.

參 考 文 獻

1. National Statistical Office, 1999. Fisheries Statistic. Seoul, pp. 224.
2. Gyeong Sang Nam Do, 2000. Present condition of fisheries source.
3. W. S Jeong, J. B. Ku, C. H. Lee, 1996. Mature control and growth of sweet fish (*Plecoglossus altivelis*), by photoperiod Treatment 52, 42~54.

4. C. H Lee, O. H. Kim, E. J. Kang, 1998. Triploid induction and it growth of sweet fish *Plecoglossus altivelis*, 54, 87~98.
5. B. Y. Jeong, S. K Moon, W. G. Jeong, and T, Ohshima, *Fisheries Sci.*, 2000, 66, 716-724.
6. Gyeong Sang Nam Do Hatchery, 2000. Inland Fisheries Development Experiment.
7. National chinhae inland research institute, 1992. cultur of sweet smilt Techncl Report No. 25, 52pp.
8. National chinhae inland research institute, 1994. Techncl Report No. 31, 552pp.
9. National chinhae inland research institute, 1999. Techncl Report. 143~164.
10. 高橋昭夫, 1988a. 染色体工學手法によるアユの三倍體作出- I. 神奈川縣淡水試報, 24 : 1-3.
11. 高橋昭夫・戸井田伸一 1989. 染色体工學手法によるアユの三倍體作出-II. 神奈 縣淡水試報, 25 : 6-13.
12. 高橋昭夫, 1990b. 染色体工學手法によるアユの三倍體作出-III. 神奈川縣淡水試報 26 : 6-10.
13. 高橋昭夫, 1991c. 染色体工學手法によるアユの三倍體作出-IV -四倍體魚の作出と 三倍體魚特性. 神奈川縣淡水試報, 27 : 4-6.
13. 高橋昭夫, 1992d. 染色体工學手法によるアユの三倍體作出-V -雌雄混合三培體魚の成長, 生殘. 神奈川縣淡水試報, 28 : 1-5.
14. 谷口順彦, 1986. 染色体 培化技術と魚類育種(上). 水産の研究, 5 : 86-90.
15. 稻葉傳三郎・本莊鐵夫, 1976. アユの養殖. 淡水養殖, 324-341.
16. 稻葉善和, 1985. 魚類の成熟,産卵抑制に關する研究. 昭和60年度 指定調査研究綜合助成事業 報告書. ㉔

