Bull. Korean. Fish. Soc, 16(2), 75—81, 1983 韓水誌 16(2) 75—81, 1983

韓國沿岸淺海生物群集의 構造와 生産*1, *2

2. 椎體에 의한 노래미(*Agrammus agrammus*)의 年齡査定

姜 龍 柱·金 鍾 觀
釜山水産大學 資源生物學科

Studies on the Structure and Production Processes of Biotic Communities in the Coastal Shallow Waters of Korea*1, *2

2. Using the Vertebrae for Age Determination of the Spottybelly Greenling, *Agrammus agrammus*

Yong Joo KANG and Chong Kawn KIM
Department of Marine Biology, National Fisheries University of Pusan
Namgu, Pusan, 608 Korea

The studies on the age determination of the spottybelly greenling, *Agrammus agrammus*, caught in the shore of Tongbaeksom were done by the articulative fossae of the vertebra through a stero-dissecting microscope. For determining annunli the vertebra had been cleaved lengthwise in the dorsoventral direction. Half of the vertebra had been fixed on Canada balsam with the flat side directed upwards. The alternation of two zones on the vertebra was observed. One is wide and light-colored, and the other is narrow and dark-colored. The annual layer, where the dark-colored zone shifts to the light-colored one, was appeared extending from July to August once a year. Study of the growth of *A. agrammus* was carried out by the method of back calculation from the vertebra.

序 論

沿岸淺海生物種 中의 하나인 노래미 (*Agrammus agrammus*)는 우리 나라와 日本의 岩礁性 해안에서 흔히 發見되는 沿岸 淺海 底棲 定着性 魚類이다 (Chyung, 1977).

이 魚種은 沿岸零細漁民들의 重要漁獲對象種中의 하나이며, 우리 나라에서 沿岸資源涵養策의 일환으로 投下되고 있는 人工魚礁에서 많이 發見되는 種이기도 하다.

魚類의 年齡形質은 비늘·耳石·脊椎骨·上後頭骨·鰓蓋骨·鰭骨·鰭條·鰭棘 등 骨組織에서 찾아 볼 수 있다(Ushiyama and Sturhsaker, 1981; Beamish, 1981; Westrheim, 1973; Chugunova, 1963; Kang, 1982). 그러나, 一般的으로 動物體의 硬組織(hard tissue)에 나타나는 것이 보통이며, 현재 널리 사용되는 것이 魚類에 있어서는 비늘이다. 다음으로 耳石과 脊椎骨이 使用되며, 다른 것은 특수한 경우에 한해서만 使用된다.

동백섬 沿岸産 노래미의 경우, 비늘에서는 輪紋解讀이 어려웠다. 한편, 小嚢 속에 들어 있는 耳石은 어느 정도 可能性이 있을 것 같았으나 耳石의 크기(약 2 *mm* 정도)가 너무 작은 관계로 薄板을 만드는 데 難點이 많아 年齡査定에 사용하기에는 부적당하였다. 그러나, 脊椎骨中 腹椎骨의 椎體에서는 輪紋判讀이 可能함을 알았다.

*1 이 논문은 1981年度 대우문화복지재단의 연구지원비에 의하여 연구된 것임.
*2 부산수산대학 해양과학연구소 연구업적 제90호 (Contribution No. 90 of Institute of Marine Sciences, National Fisheries University of Pusan)

本研究는 우리 나라 沿岸에 棲息하는 노래미 個體群의 動態를 밝히기 위해 先決되어야 할 年齡形質을 찾아내고 이를 토대로 한 成長을 檢討한 것이다.

材料 및 方法

本研究에 使用된 標本은 1981年 7月부터 1982年 6月에 걸쳐 釜山 海雲臺 동백섬 해안을 따라 展開되는 岩礁性 淺海에서 (Fig. 1) 낚시와 함께 刺網을 사용하여 採集한 것이다 (Table 1). 낚시로 採集할 경우는 줄낚시와 대낚시를 사용하였고, 刺網의 경우는 內網目 28 *mm*, 폭 90 *cm*, 길이 500 *m*의 三重刺網을 사용하였다.

採集된 標本은 현장에서 10% 포르말린 溶液으로 固定시킨 후 採集場所와 隣接해 있는 釜山水產大學 海洋科學研究所의 實驗室로 옮겨서 全長 (*mm*)과 體重 (*mg*)을 計測한 다음, 椎骨을 切取하였다. 椎骨은 透明帶와 不透明帶가 잘 나타나는 腹椎骨의 10번째를 절단하여 얻었다. 절단된 腹椎骨은 腹椎骨에 붙은 筋肉質 및 기타의 부착물을 충분히 제거한 椎體만을 8% KOH 수용액에 3~5日 담근 후 물로 씻고 건조기 (50°C, 24 hs)에서 乾燥시켰다. 그리고 椎體의 中心을 基準으로 縱으로 兩斷하여 한 쌍의 標本을 만든 다음, 카나다발삼 용액이 발린 슬라이드 글라스 위에 평행하게 착상시켜 永久標本으로 만들었다.

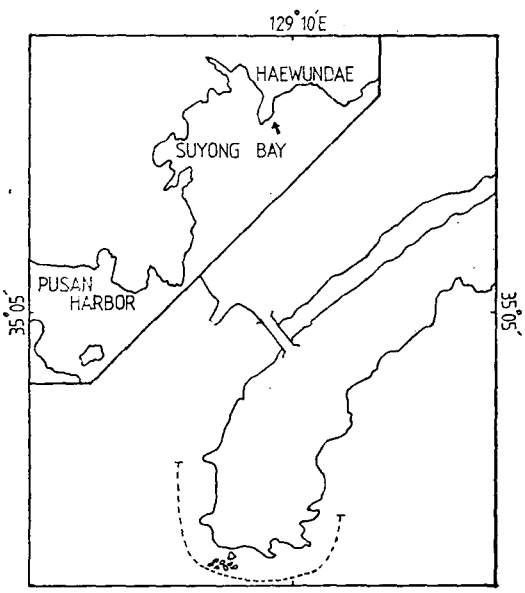

Fig. 1. Map showing the sampling locality.

노래미의 椎體는 圓筒形의 前·後面이 원추상으로 오목하게 들어간 모양을 하고 있으며, 椎體의 中心을 지나는 縱斷面의 前·後 兩緣部의 V字狀의 좁고 緻密한 부분에는 同心圓的으로 透明帶와 不透明帶가 交代로 나타난다. 透明帶에서 不透明帶로의 移行은 不明瞭하나, 不透明帶에서 透明帶로의 移行은 아주 선명하였다. 따라서 不透明帶에서 透明帶로 移行하는 境界를 輪紋으로 읽었다.

Table 1. Sampling date and number of specimens of *Agrammus agrammus* from Tongbaeksom

Sampling date	No. of specimens	Range of total length (*cm*)	Sampling* method
July 21, 1981	45	12.8-17.0	A
29, 1981	34	10.0-22.5	G
Aug. 14, 1981	16	9.4-17.0	A
31, 1981	43	13.5-23.5	G
Sept. 20, 1981	38	10.5-16.8	A
20, 1981	43	16.0-21.9	G
Oct. 18, 1981	12	10.4-20.6	A
25, 1981	64	17.0-20.3	G
Nov. 14, 1981	42	12.4-21.3	G
28, 1981	39	10.3-19.3	A
Dec. 28, 1981	11	11.0-17.0	A
31, 1981	12	14.8-18.4	G
Jan. 22, 1982	10	14.9-19.0	G
31, 1982	15	10.4-16.8	A
Feb. 26, 1982	37	11.0-20.1	A
27, 1982	37	14.3-21.0	G
Mar. 20, 1982	67	14.8-20.2	G
21, 1982	48	11.5-19.1	A
Apr. 25, 1982	42	9.4-18.2	A
25, 1982	92	15.2-22.0	G
May 23, 1982	53	9.5-18.0	A
23, 1982	49	15.8-22.4	G
June 12, 1982	38	10.1-18.4	A
30, 1982	39	12.0-22.0	G

*A : Angling, G : Gill net

椎體에 대한 測定은 雙眼立體解剖顯微鏡 (24×)으로 椎體의 中心部에서 왼쪽 緣邊部의 軸을 測定基準線으로 定하여 行하였다 (Fig. 2). 測定項目은 추체 중심부에서 測定基準線을 따라 n 番째 輪紋까지의 거리 r_n과 椎體外緣까지의 거리 R이다.

椎體의 不透明帶에서 透明帶로 移行하는 境界에 나타나는 輪紋이 年齡形質로서 적합한가는 椎體半徑과 輪徑 間의 相似性과 椎體緣邊部成長의 月別變化를 追跡하여 檢討하였다. 椎體緣邊部成長의 月別變化는 椎體緣邊部成長係數 (MI, $MI=(R-r_n)/(r_n-r_{n-1})$)

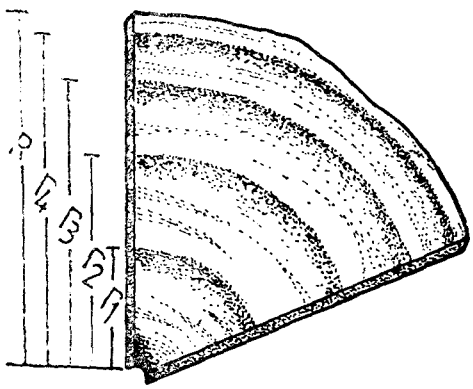

Fig. 2. Diagram of the vertebra from *Agrammus agrammus* with notation measurements.

를 求하여 分析하였다.

그리고, 高年齡魚의 低年齡時의 全長과 體重을 알기 위해 椎體의 中心部에서 各 輪紋까지의 平均 거리를 測定하고, 椎體半徑과 全長 間의 回歸關係를 求하였다. 이 回歸關係式에 平均輪徑을 代入하여 各 輪紋形成時의 平均全長을 推定했다. 各 輪紋形成時의 平均體重은 全長과 體重 間에서 얻은 相對成長式에 逆計算全長을 代入하여 推定했다. 이러한 推定値에서 버트란피의 成長式을 求하여 노래미의 全長과 體重에 대한 成長을 檢討하였다. 버트란피의 성장식의 定數인 成長係數와 極限體長은 월포드의 定差圖를 利用하여 推定하였으며, 이 極限體長을 全長과 體重 間의 相對成長式에 代入하여 極限體重을 推定하였다.

産卵에서 初輪形成까지의 경과 시간을 알기 위해 魚體의 全長 (L) 과 體重 (W) 으로부터 肥滿度 (f, $f=(W/L^3)\times10^3$)의 月別變化를 追跡하고 肥滿度가 갑자기 激減하여 가장 낮아지는 時期를 産卵期로 看做하였다.

버트란피 成長式에서 얻은 推定全長이 자연 狀態에서의 노래미의 成長을 잘 反映시켜주는지 그리고, 椎體에 나타나는 輪紋이 年齡形質로 적합한지를 檢討하기 위해 實測全長의 月別變化를 追跡하였다.

結　　果

輪徑의 相似性 : 椎體의 不透明帶에서 透明帶로 移行하는 境界에서 읽은 輪紋이 年齡形質로 사용될 수 있는지를 알아보고 판독한 輪紋中 魚類의 外部環境條件 또는 魚類自體의 內部生理條件의 一時的 變化에 따라 생기는 異常輪紋의 存在를 確認하기 위해 各 標本魚體에 대해 椎體半徑과 輪徑 間의 관계를 檢討하였다 (Fig. 3).

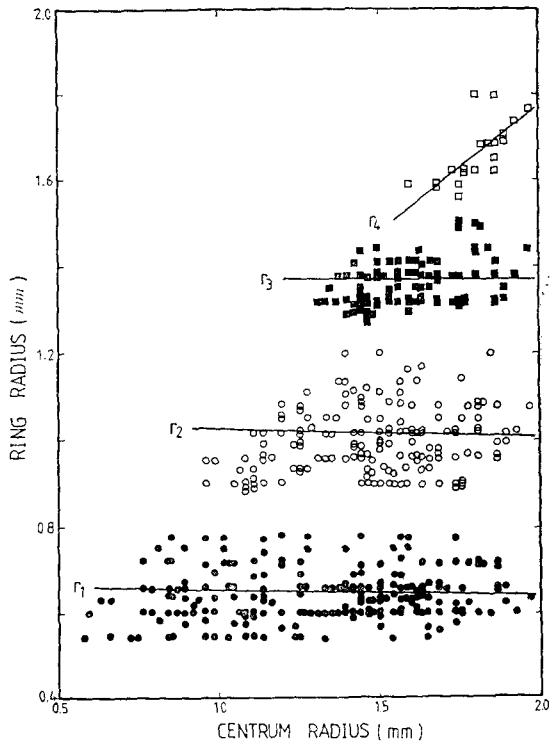

Fig. 3. Similarity of the ring to the centrum radius in *Agrammus agrammus* from Tongbaeksom.

一般的으로 同一 輪紋數를 가지는 椎體에 있어서는 椎體半徑이 클수록 輪徑이 컸다. 輪紋數가 2개이상 나타나는 椎體에 있어서는 各 輪紋 사이의 간격이 어느 정도 分離되어 있었다. 第4輪徑을 除外한 第1, 2, 3 輪徑들 間에는 오른쪽으로 약간 下向하는 直線回歸關係를 나타냈다.

輪紋形成時期 : 透明帶와 不透明帶가 어떤 간격을 두고 교대로 나타나는 것이 確認된 椎體의 輪紋이 1年에 몇 번 그리고 어느 時期에 形成되는지를 把握하기 위해 椎體緣邊部의 成長狀況을 每月 追跡하였다 (Fig. 4).

1981年 7月부터 1982年 6月까지의 1年間 追跡한 椎體緣邊部成長係數는 6月에 가장 높은 水準을 나타내었다. 그리고, 7月에 접어들면 椎體緣邊部成長係數가 0.0~0.2의 낮은 값을 나타내는 個體들이 出現하기 시작한다. 8月에는 各 魚體의 椎體緣邊部成長係數의 大部分이 0.3 이하의 낮은 값으로 年中 최하

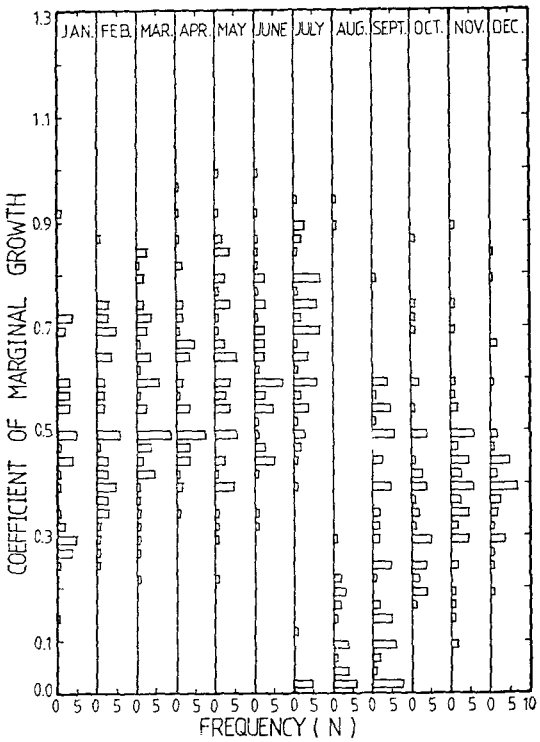

Fig. 4. Monthly change of the marginal growth rate in the vertebrae of *Agrammus agrammus* from Tongbaeksom.

水準을 나타낸다. 그 후 椎體緣邊部成長係數는 增加하기 시작하여 이듬해 4月까지 계속 增加하다가 4月以後부터 6月까지는 더 이상 增加하지 않았다.

이러한 觀察 결과로 보아 노래미 椎體의 透明帶는 9月부터 이듬해 3月까지 形成되고 不透明帶는 4月부터 6月까지 形成됨을 알 수 있다. 그리고, 不透明帶에서 透明帶로 移行하는 境界는 7~8月에 걸쳐 나타났다.

輪徑 : 椎體의 中心部에서 各 輪紋까지의 평균거리를 採集輪紋數別로 求하였다 (Table 2). 椎體의 中心部에서 外緣쪽으로 同一順番째의 輪徑일지라도 輪紋數가 많은 椎體에서 輪紋數가 적은 椎體에서 보다 그 값이 작게 나타났다. 椎體의 中心部에서 各 輪紋까지의 平均輪徑은 $r_1=0.65\,mm$, $r_2=1.01\,mm$, $r_3=1.34\,mm$, $r_4=1.60\,mm$ 이었다.

Table 2. Mean ring radius of each annulus from the focus of a vertebra of *Agrammus agrammus* from Tongbaeksom

Ring group	No. of samples	Ring radius (*mm*)			
		r_1	r_2	r_3	r_4
1	239	0.66			
2	201	0.65	1.04		
3	146	0.64	1.01	1.35	
4	21	0.63	0.98	1.32	1.60
Mean		0.65	1.01	1.34	1.60

輪紋形成時의 全長과 體重 : Table 2에 提示된 各 輪徑推定値로부터 輪紋形成時의 全長을 推定하기 위해 全長과 椎體半徑 間의 回歸關係를 檢討하였다 (Fig. 5).

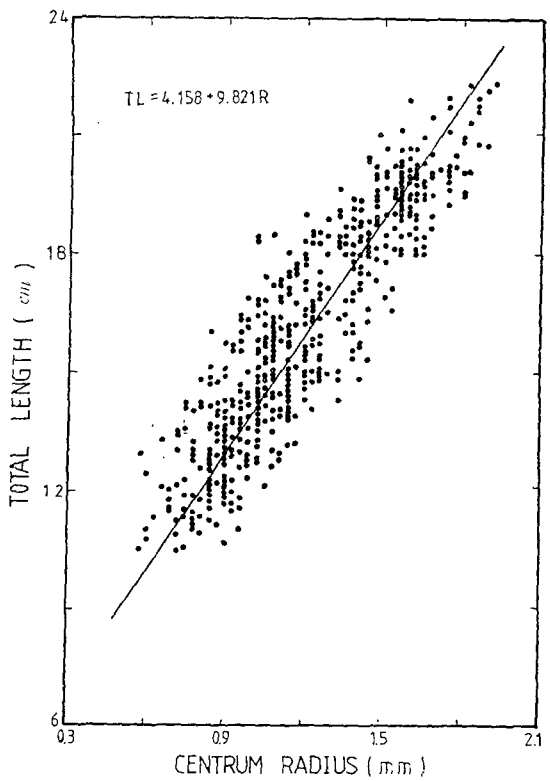

Fig. 5. Relationship between centrum radius and total length in *Agrammus agrammus* from Tongbaeksom.

全長 9.4 *cm* 에서 23.5 *cm* 까지의 範圍에서 椎體半徑 (R) 과 全長 (L) 間에는 直線回歸關係 ($L=4.158+9.821\,R$) 가 近似的으로 適用될 수 있었다. 그리고, 輪紋形成時의 體重을 推定하기 위해 全長 (L)과 體重 (W) 間의 관계를 檢討하여 $W=5.9448\times10^{-6}L^{3.1785}$의 相對成長式을 얻었다 (Fig. 6). 이들로부터 椎體의 輪紋形成時 全長과 體重을 推定하였다(Table 3).

輪紋數가 많은 魚體일수록 輪紋形成時의 全長과 體重의 推定値가 작아지는 傾向이 보이지만, 椎體의 中心部로부터 第1輪에서 第4輪까지의 各 輪徑에 對應

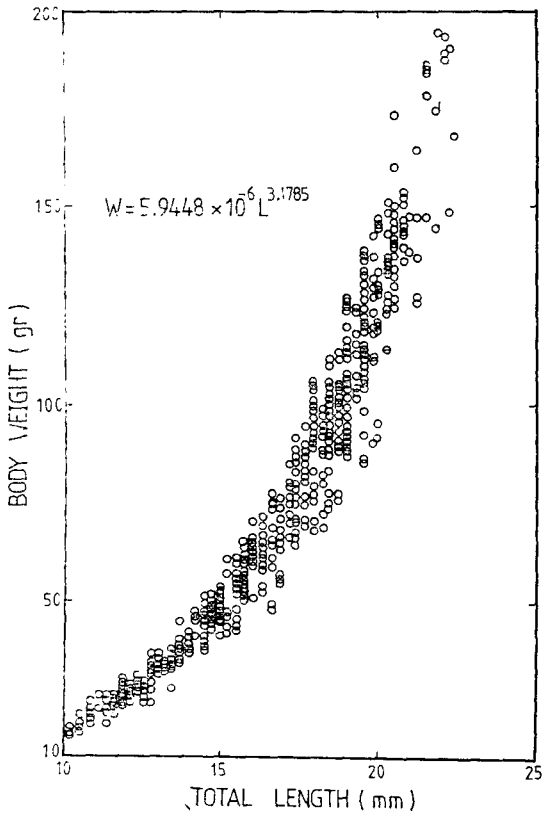

Fig. 6. Relationship between total length and body weight in *Agrammus agrammus* from Tongbaeksom.

Table 3. Back-Calculated total length and body weight at the formation of ring on the vertebrae of *Agrammus agrammus* from Tongbaeksom

	Ring group	Ring			
		r_1	r_2	r_3	r_4
Total length (*cm*)	1	10.64			
	2	10.54	14.37		
	3	10.44	14.08	17.42	
	4	10.35	13.78	17.12	19.69
	Mean	10.49	14.08	17.27	19.69
Body weight (*gr*)	1	16.47			
	2	15.99	42.82		
	3	15.51	40.13	78.94	
	4	15.09	37.47	74.70	116.52
	Mean	15.77	40.14	76.82	116.52

하는 逆計算全長 및 體重은 10.49 *cm*와 15.77 *g*, 14.08 *cm*와 40.14 *g*, 17.27 *cm*와 76.82 *g*, 19.69*cm*와 116.52 *g*으로 各各 推定되었다.

肥滿度 : 1981年 7月부터 1982年 6月까지의 肥滿度의 月別變化를 보면 (Fig. 7), 11月에 가장 높은 水準을 나타내고 12月에 들면 갑자기 떨어져 年中 最下水準을 나타낸다. 그 후 이듬해 11月까지는 계속 增加했다. 이로 보아 노래미의 산란기는 12月인 것으로 推定된다.

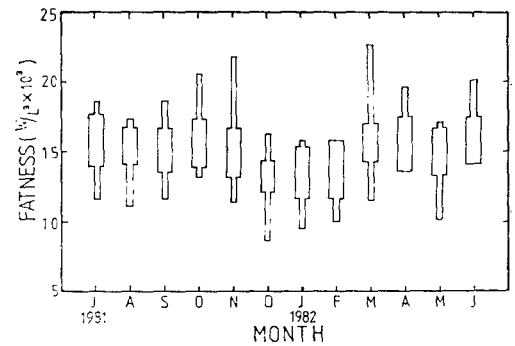

Fig. 7. Monthly variations of fatness condition in *Agrammus agrammus* from Tongbaeksom.

成長 : 釜山 동백섬 沿岸産 노래미의 生殖巢가 成熟하여 放卵放精하는 時期를 12月로 看做하고, 輪紋形成時期가 7~8月임을 감안하면 (Fig. 3), 椎體에 첫 輪紋이 形成되기 까지의 소요 기간은 約 8個月로 計算된다. 따라서 Table 3에 提示된 輪紋形成時 全長의 平均値는 $l_{0.67}=10.49\ cm$, $l_{1.67}=14.08\ cm$, $l_{2.67}=17.27\ cm$, $l_{3.67}=19.69\ cm$가 되며, 體重의 平均値는 $W_{0.67}=15.77\ g$, $W_{1.67}=40.14\ g$, $W_{2.67}=76.82\ g$, $W_{3.67}=116.52\ g$이 된다.

以上과 같이 求한 輪紋形成時 全長推定値의 平均値를 使用하여 定差圖를 그리면 연속하는 두 輪紋의 輪徑에 對應하는 全長推定値 間에는 거의 直線的인 回歸關係 ($L_{n+1}=5.456+0.828\,L_n$)가 있었다(Fig. 8). 이 式으로부터 노래미가 최대로 成長할 수 있는 크기는 全長 31.68 *cm*, 體重 528.30 *g*으로 推定되었으며, 成長係數는 0.189, 體長 및 體重이 0 일 때의 年齡은 −1.458歲로 各各 推定되었다. 이로부터 나타낸 버트란피의 成長方程式은 $l_t=31.68\,(1-e^{-0.189(t+1.458)})$, $W_t=528.30\,(1-e^{-0.189(t+1.458)})^3$이었다. 버트란피의 成長式으로부터 求한 滿 1, 2, 3, 4歲의 推定全長은 11.77 *cm*, 15.20 *cm*, 18.04 *cm*, 20.39 *cm* 였다.

實測體長 : 月別 全長組成으로부터 魚體全長의 月別成長變化를 보면 (Fig. 9), 4月에 잡힌 標本 中에서 全長 9.0~10.0 *cm*의 범위에 있는 低體들의 椎體

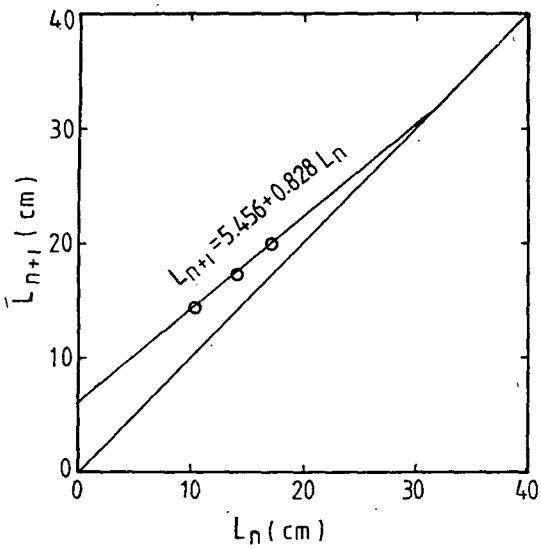

Fig. 8. Walford graph for the growth of *Agrammus agrammus* from Tongbaeksom.

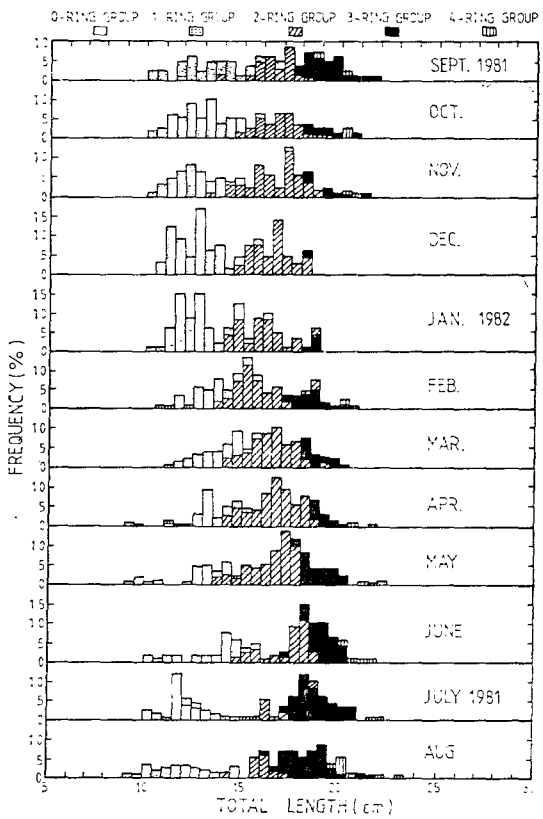

Fig. 9. Monthly variations of length distribution and ring composition of *Agrammus agrammus* from Tongbaeksom.

에는 輪紋이 없었다. 따라서, 이 個體들은 0輪群이며 前年度 12月에 産卵된 個體들이다. 이들이 成長하여 輪紋形成時期인 7~8月에 이르면 椎體에 初輪이 形成되고, 全長은 10.0~14.0 *cm* 범위에 있다. 그 후 계속 성장하여 다음해 7~8月에 이르면 椎體에 第2輪이 形成되고, 全長은 14.0~16.0 *cm* 의 범위에 있다. 그리고, 産卵後 3년째의 7~8月에는 全長 16.0~20.0 *cm*, 4년째 7~8月에는 全長 20.0~23.0 *cm* 의 범위에 있다.

考 察

椎體에 나타나는 輪紋이 年齡形質로서 使用되기 위해서는 魚類의 成長을 직접·간접으로 나타내 주는 痕迹이 되어야 한다. 이 痕迹이 魚類의 成長과 年輪을 반영해 주는 것인지는 다음과 같은 검토 과정을 거치는 것이 必要하다.

우선 同一年齡群일지라도 個體마다의 成長狀態가 같다고는 볼 수 없다. 왜냐하면, 個體마다 接하는 成長要因들이 조금씩 다르기 때문이다. 좋은 성장조건을 만난 魚類의 크기(體長·體重)는 나쁜 조건을 만난 魚類의 크기보다 크다. 이렇게 成長이 좋거나 오래 살아 體型이 큰 魚體일수록 그것의 椎體는 상대적으로 크고 이로부터 測定한 輪徑도 커야 한다. 이를 確認하기 위해서는 魚體, 椎體, 輪徑을 두고 이들 3者 間의 相似性의 有無를 검토할 必要가 있다. 3者 間에 相似性이 있음이 確認되면, 定하고저 하는 輪紋은 魚體의 成長程度를 相對的으로 나타낼 수 는 있다. 그러나, 새로운 輪紋이 生成되기 까지의 期間과 이 期間의 週期性이 있는 지는 나타내지 못한다. 이를 보완하기 위해서는 輪紋形成의 週期性을 검토해야 한다. 輪紋形成의 週期性은 椎體緣邊部의 成長 또는 狀態를 定期的으로 追跡하여 把握한다.

本研究에서 觀察한 椎體의 中心으로부터 멀어진 輪徑과 椎體 및 魚體의 크기 間에는 相似性이 있음이 確認되었다. 또한 輪紋은 매년 7~8月에 걸쳐 年1回 形成됨을 알 수 있어, 輪紋形成의 週期性도 確認되었다. 따라서 연속하는 두 輪紋 間에는 1年의 시간 간격이 있다고 할 수 있다. 그러나, 椎體의 中心에서 初輪까지의 시간 간격은 알 수 없었다. 이 시간 간격은 産卵에서 初輪形成까지의 경과 시간으로 決定된다.

本研究에서 産卵期는 體長과 體重 間의 관계에 의한 肥滿度의 月別變化를 추적함으로서 12月임을 알

았다. Kang and Lee (1982)의 노래미의 生殖巢成熟週期에 의해 推定한 産卵期는 10~12月 이었다. 이 時期는 本研究에서 推定한 産卵期와 거의 一致하였다. 産卵期를 12月로 간주하고, 初輪形成時期가 7月임을 감안하면, 産卵된 알이 孵化·成長하여 최초의 輪이 生成되기 까지의 기간은 約 8個月로 계산된다. 따라서, 産卵後 第1輪, 第2輪, 第3輪, 第4輪이 形成되기까지의 경과 기간은 各各 0.67年, 1.67年, 2.67年, 3.67年으로 推定된다.

採集方法中 낚시에 의해서는 第1輪群과 第2輪群이 많이 잡혔고, 刺網에 의해서는 第3輪群과 第4輪群이 많이 잡혔다. 그물에 의한 採集時에는 漁具의 選擇性이 고려되므로 같은 年輪群이라도 成長이 좋은 큰 魚體들이 주로 잡힌다. 따라서, 3輪群과 4輪群의 實測全長은 이들 年輪群의 모집단의 實際平均全長보다는 약간 높게 반영되었을지도 모른다.

本研究의 月別 實測全長組成에서 (Fig. 9) 輪紋形成時期인 7~8月의 3개의 모-드에 해당하는 각각의 實測全長 범위는 逆計算全長과 잘 一致하였다.

이상과 같이 實測全長과 비교하여 보건데, 노래미의 椎體에 形成되는 不透明帶와 透明帶의 境界는 노래미의 年齡形質로서 적합하다고 할 수 있다.

노래미의 椎體外에 꼬리지느러미의 鰭條에서도 輪紋의 存在 可能性이 發見되었다. 이에 대한 年齡形質로서의 가치는 吟味中에 있다.

要　　約

1981年 7月부터 1982年 6月까지 每月 釜山 海雲臺 동백섬 海岸에서 낚시와 三重刺網으로 採集한 노래미(*Agrammus agrammus*)의 椎體를 使用하여 年齡과 成長을 調査하였다. 椎體半徑과 魚體의 全長 間에는 直線回歸關係가 있었다. 椎體의 不透明帶에서 透明帶로 移行하는 境界를 輪紋으로 간주한 本研究에서의 輪紋은 매년 7~8月에 形成되었고, 第1, 2, 3, 4輪紋이 形成되는 데는 各各 0.67年, 1.67年, 2.67年, 3.67年이 걸렸다. 肥滿度의 月別變化로 조사한 産卵期는 12月로 推定되었다. 各 輪紋이 形成될 때의 全長을 逆計算하여 다음과 같은 버트란피 成長式을 구할 수 있다.

$$l_t = 31.68(1-e^{-0.189(t+1.458)})$$

$$W_t = 528.30(1-e^{-0.189(t+1.458)})^3$$

이 式으로부터 求한 推定全長은 實測全長과 잘 一致하였다.

文　　献

Beamish, R. J. 1981. Use of fin-ray sections to age walleye pollock, pacific cod and albacore, and the importance of this method. Trans. Ameri. Fish. Soc. 110, 287—299.

Chugunova, N. I. 1963. Age and growth studies in fish. Published for the National Science Foundation, Washington, D. C. by the Israel Program for Scientific Translations Jerusalem 1963 (Translated from Russian), p. 132.

Chyung, M.K. 1977. The fishes of Korea. p. 522. ILJISA, Seoul. (in Korean)

Kang, Y.J. 1982. Age and growth of *Sebastes inermis* from Namhae Island, Korea. Publ. Inst. Mar. Sci. Nat. Fish. Univ. Pusan 14, 51—58. (in Korean)

Kang, Y. J. and T. Y. Lee. 1982. Population dynamics of the rock trout, *Agrammus agrammus* Publ. Inst. Mar. Sci. Nat. Fish. Univ. Pusan 14, 23—36. (in Korean)

Ushiyama, J. H. and P. Struhsaker. 1981. Age and growth of skipjack tuna, *Katsuwonus pelamis*, and yellow-fin tuna, *Thunnus albacares*, as indicated by daily growth increments of sagittae. Fishery Bull. 79(1), p. 151—162.

Westrheim. 1973. Age determination and growth of pacific ocean perch(*Sebastes alutus*) in the Northeast Pacific Ocean. J. Fish. Res. Bd. Can. 30, 235—247.