

東京灣産 문치가자미의 年齡과 成長

朴 鍾 洙 · 清水 誠*

群山水産專門大學 · *東京大學

(1990년 10월 10일 접수)

Age and Growth of the Marbled Sole *Limanda yokohamae* in Tokyo Bay, Japan

Jong Soo PARK and Makoto SIMIZU*

Kunsan National Fisheries Junior College and *University of Tokyo

(Received October 10, 1990)

Age and growth of the Marbled Sole *Limanda Yokohamae* in Tokyo Bay were studied by otolith reading of 1,070 fishes from May 1986 to April 1988.

Examination of the outer margins of the otoliths showed that the hyaline zone as annulus was formed once a year and that its formation was completed at the end of the spawning season (Feb. to Apr.). Growth of the fish was expressed by the von Bertallinffy's equation as $L_t = 255.7 \{1 - \exp[-0.505(t - 0.149)]\}$ for males and $L_t = 376.9 \{1 - \exp[-0.303(t - 0.202)]\}$ for females, where L_t is standard length in mm and t is age in years. It was found that the growth of males and females differs, with the females showing a higher growth than the males at each estimated age. Growth in body weight was also examined. Most of the fish examined were found to be not more than three years old, although the oldest fish were four years old for males and seven years old for females.

緒 論

문치가자미는 韓半島 沿海와 발해 東支那海를 비롯하여 日本의 北海道 南部에서 九州까지 分布하고 있다(山田, 1986), 本種은 魚價도 높을 뿐만 아니라 底引網 및 刺網의 對象魚로서 重要한 水産資源中的 하나이다. 最近에는 種苗生産技術도 確立되어 栽培漁業의 對象魚로서도 重要한 位置를 차지하고 있다. 문치가자미의 年齡과 成長에 關係서는 日本 仙臺灣에서 Hatanaka(1953)가, 周防灘에서는 正木等(1986)이, 우리나라 釜山近海에서는 姜等(1985)이 報告한 바 있다. 또한 東京灣에서는 Solomon 등 (1987)의 研究結果가 있다. 本 報告는 1986년 以後에 東京灣에서 採集된 문치가자미의 年齡과 成長에 關係서 檢討하였다.

材料와 方法

年齡調査을 하기 위하여 1986年 5월부터 1988年 4월까지 每月 定期的으로 採集한 545 個體와 東京灣 內灣部에 設定한 20個 定點 (Fig. 1)에서 採集한 525 個體, 合計 1,070 個體의 耳石을 摘出했다. 有眼側의 耳石核은 中心에서 약간 遍在해 있어서 年齡査定에 適合하지 않다고 判斷되어 核이 中心 付近에 있는 無眼側의 耳石을 使用하였다(Fig. 2). 耳石 輪紋의 板讀과 測定은 Solomon 등 (1987)의 方法에 따라, 實體顯微鏡(Nicon S M-10)으로 그리세린이 담긴 紗에 耳石을 넣어 反射光을 投光하여 實施하였다. 測定은 核 中心으로부터 耳石緣까지(R)와 透明帶 緣邊部까지의 直線距離를 0.01mm 單位로 하였다. 동시에 耳石 緣邊部가 透明帶인가 不透明

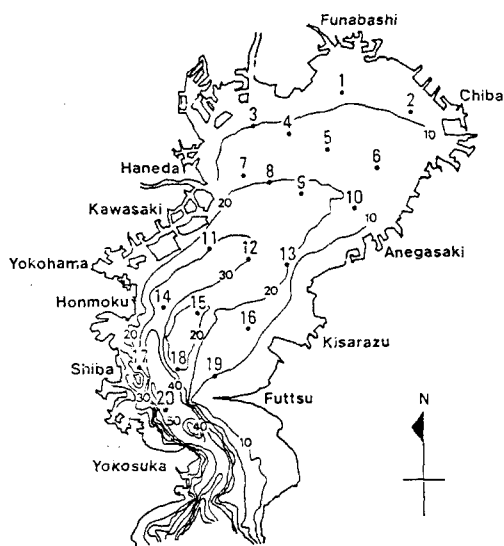


Fig.1. Location of the 20 stations of the sampling survey in Tokyo Bay.



Fig.2. Otolith of a 4 years old female(333mm in standard length) of *Limanda yoko-hamae* from Tokyo Bay in September, 1987. R, otolith radius(3.46mm); r_1-r_4 , annual ring radii 1-4; F, focus.

帶인가의 判讀 結果를 記錄하였다.

結果와 考察

1,070個體의 耳石 中에서 輪紋 判讀이 不可能 했던 29個體를 제외한 1,041個體는 確實히 判讀 할 수 있었다.

輪紋이 形成된 時期를 確認하기 위하여 耳石 緣邊에 透明帶를 띠고 있는 個體의 比率을 測別,

雌雄別로 조사하였다(Fig.3). 雌雄 모두 다 透明帶 形成時期는 5月이며, 6月이 되면서 거의 全 個體가 透明帶로 되어있음을 알 수 있었다. 또한 不透明帶 形成時期는 1月이며 3-4月에 이르러 모든 個體가 不透明帶를 띠었다.

이처럼 東京灣 문치가자미의 耳石은 透明帶와 不透明帶가 各各 1年에 한번 形成되므로 耳石 輪紋을 年齡查定의 基準으로서 利用할 수가 있다. 日本 仙臺灣 문치가자미의 透明帶와 不透明帶의 形成時期는 各各 11-1月과 6-7月(Hatanaka, 1953)이며, 周防灘에서는 各各 5月과 12月中旬-3月(正木等, 1986), 東京灣에서는 5-6月과 2-4月(Solomon et al, 1987)로 報告되어 있다. 本 研究에서의 輪紋形成時期는 仙臺灣보다 約 3個月 빠르고 周防灘의 結果와 一致한다. 또한 不透明帶 形成時期와 産卵期가 거의 一致한다(朴, 1988)는 事實로부터 透明帶의 外緣部를 年齡調查 基準으로 定함으로서 滿年齡을 決定할 수가 있다.

耳石半徑과 體長의 關係를 雌雄別로 Fig.4,5에 表示했다. 最小自乘法에 의해 耳石半徑과 體長과 의 사이에는 다음과 같은 관계가 성립하였다.

$$\text{Male } SL = 65.2R^{1.17} \quad (r^2 = 0.750)$$

$$\text{Female } SL = 61.6R^{1.27} \quad (r^2 = 0.850)$$

여기서 SL은 標準體長이고, R은 耳石半徑이다. 多少 散漫하지만 雌雄 모두 曲線關係를 나타 내었다. 共分散分析을 行한 結果, 回歸係數가 雌雄間에 有意差($p < 0.05$)가 認定되었으므로 資料는 雌雄別로 取扱하였다. 또한 本 種의 成長에 관한 過去의 研究를 보면 全長을 基準으로한 報告가 있다는 점에서 全長과 標準體長과의 關係를 Fig.6에 表示했다.

Fig.6에서 全長과 標準體長과의 사이에는 다음과 같은 관계가 성립하였다.

$$TL = 1.18SL - 3.88$$

여기서 TL은 全長(mm)이고, SL은 標準體長이다. 各 個體의 年齡查定과 各 輪의 計測 結果로 부터 雌雄別, 年齡別로 各 輪의 平均半徑을 구한 結果는 Table 1,2와 같다. 雌雄보다 Lee現狀은 認定되지 않았기 때문에 Table 1, 2와 耳石半徑과 標準體長의 關係式으로부터 各 年輪 形成

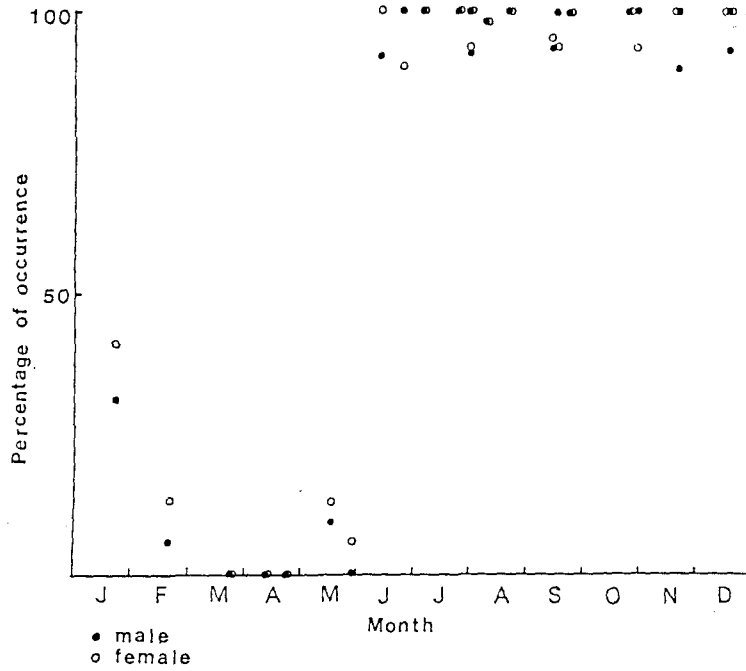


Fig.3. Monthly changes in percentages of occurrence of otoliths with hyaline margin for *Limanda yokohamae* from Tokyo Bay. Only fish having less than 4 rings were used.

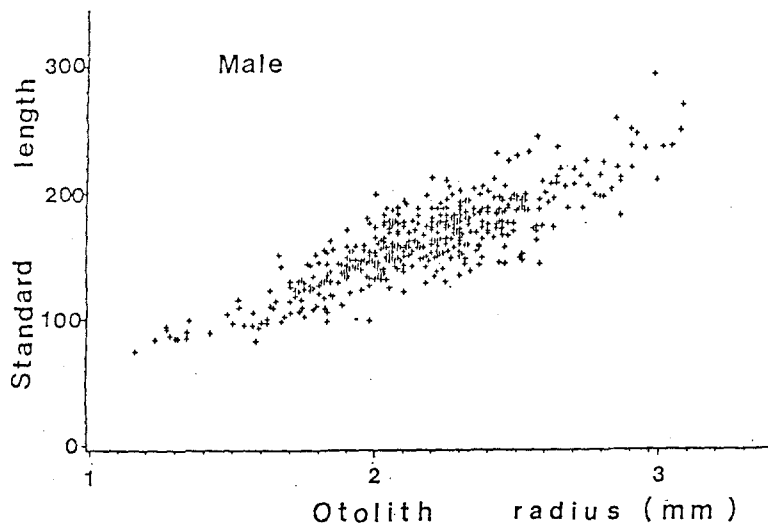


Fig.4. Relationship between otolith radius and standard length for male *Limanda yokohamae* from Tokyo Bay.

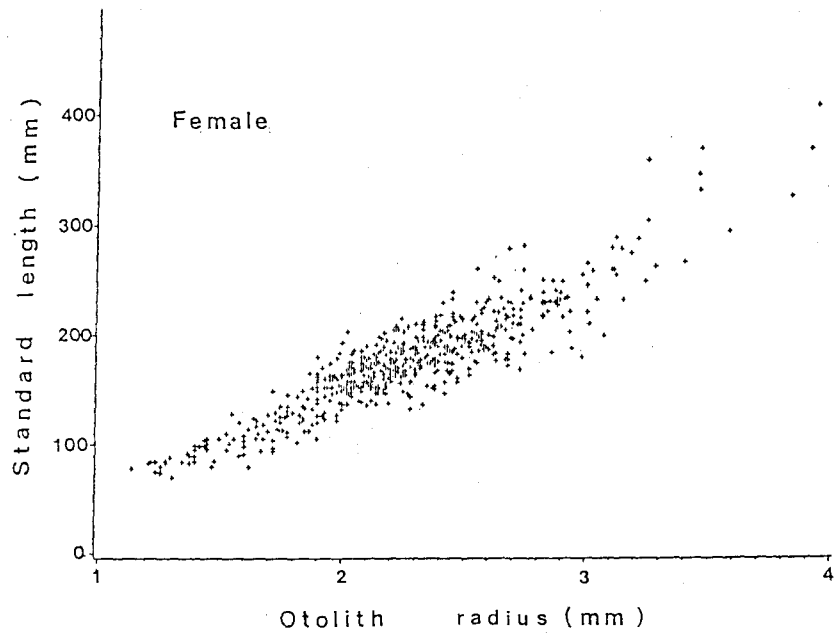


Fig.5. Relationship between otolith radius and standard length for female *Limanda yokohamae* form Tokyo Bay.

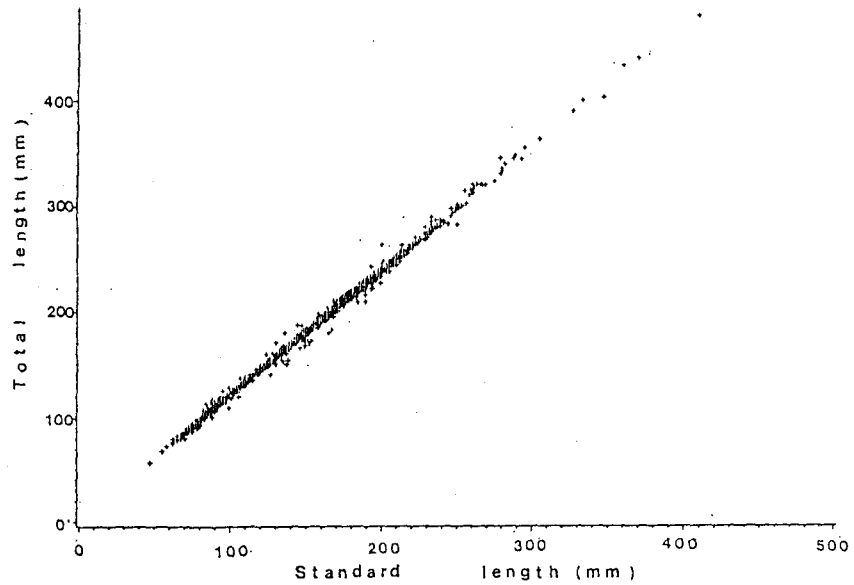


Fig.6. Relationship between standard length and total length.

Table 1. Mean otolith ring radii(±SD) at estimated age for male *Limanda yokohamae* in Tokyo Bay

Estimated age	N*	Mean otolith ring radii in mm			
		r ₁	r ₂	r ₃	r ₄
1	334	1.59±0.10			
2	57	1.59±0.13	2.25±0.14		
3	10	1.56±0.09	2.26±0.18	2.67±0.15	
4	1	1.65	2.20	2.57	2.87
Weighted mean		1.59±0.11	2.25±0.14	2.66±0.15	2.87
N*		402	68	11	1

* N, number of fish examined.

Table 2. Mean otolith ring radii(±SD) at estimated age for female *Limanda yokohamae* in Tokyo Bay

Estimated age	N*	Mean otolith ring radii in mm						
		r ₁	r ₂	r ₃	r ₄	r ₅	r ₆	r ₇
1	395	1.61±0.11						
2	80	1.56±0.11	2.32±0.16					
3	13	1.52±0.12	2.34±0.19	2.81±0.18				
4	6	1.60±0.09	2.38±0.18	2.83±0.13	3.09±0.13			
5	2	1.63	2.36	2.82	3.07	3.27		
6	3	1.67±0.08	2.41±0.08	2.79±0.15	3.17±0.08	3.44±0.03	3.63±0.03	
7	2	1.67	2.43	2.87	3.22	3.40	3.62	3.72
Weighted mean		1.60±0.11	2.33±0.16	2.81±0.16	3.1±0.12	3.37±0.10	3.63±0.10	3.72
N*		501	106	26	13	7	5	2

* N, number of fish examined.

時 혹은 各 年齡에 있어서 標準體長은 推定하였다. 또한 全長과 標準體長의 關係式으로부터 全長을 구해 Table 3에 表示했다. 이를 Von Bertalanffy 成長式에 適用하여 다음과 같은 關係式을 얻었다.

$$\text{Male } Lt = 255.7 \{1 - \exp[-0.505(t-0.149)]\}$$

$$\text{Female } Lt = 376.9 \{1 - \exp[-0.303(t-0.202)]\}$$

여기서 Lt는 標準體長(mm)이고, t는 年齡이다.

Table 1의 各 年齡에 있어서 표준체장과 Von Bertalanffy의 성장곡선을 Fig. 7에 표시했다. 成長曲線으로 求한 各 年輪 形成時에 있어서 標準體長과 TL-SL 關係式으로 求한 全長을 Table 3에 表示했다. 1歲魚는 雌雄 모두 거의 體長이 같았으나 2歲魚 以上은 암컷이 숫컷보다 成長이 빨랐다. 共分散分析結果, 標準體長과 體重과의 關係는 雌雄間에 有意差가 있었으므로 雌雄別로 Fig. 8과 9에 表示했다. 이 關係는 다음과 같다.

Table 3. Mean back-calculated standard lengths(mm) at estimated age and those predicted using von Bertalanffy equation for *Limanda yokohamae* in Tokyo Bay

Estimated age	Back calculated				Predicted using von Bertalanffy growth equation			
	Male		Female		Male		Female	
	SL	TL	SL	TL	SL	TL	SL	TL
I	112	129	112	128	113	129	113	129
II	168	195	180	209	169	196	180	207
III	205	238	223	266	204	236	229	266
IV	224	260	260	303	224	261	265	309
V			288	336			292	341
VI			317	370			312	364
VII			327	382			327	381

$$\text{Male } BW = 5.342SL^{3.2824} \times 10^{-6} (r^2 = 0.9899)$$

$$\text{Female } BW = 7.0924SL^{3.2227} \times 10^{-6} (r^2 = 0.9863)$$

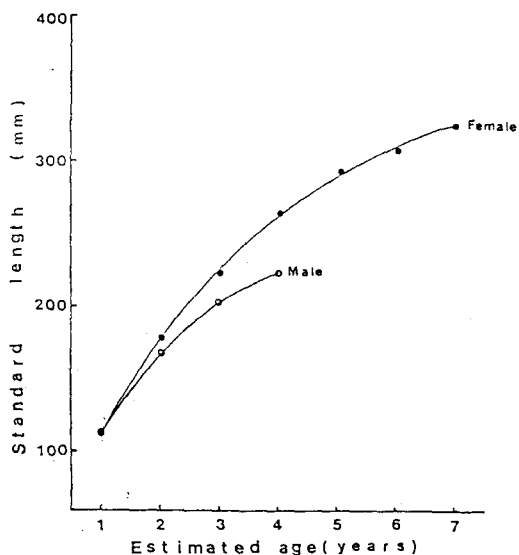


Fig.7. Von Bertalanffy's growth curve for male and female *Limanda yokohamae* from Tokyo Bay. The data points (○ : male, ● : female) are the back-calculated standard lengths at estimated age.

여기에서 BW는 體重(g), SL은 標準體長이다.

體重은 Von Bertalanffy 成長式에 適用시키면 다음 式이 얻어진다.

$$\text{Male BW} = 427.5 \{1 - \exp[-0.505(t - 0.419)]\}^{3.824}$$

$$\text{Female BW} = 1,337.2 \{1 - \exp[-0.303(t - 0.202)]\}^{3.2227}$$

本 種의 年齡과 成長에 關한 最近의 報告로서 正木等(1986)이 周防灘産에 關해서, 福島현(1987)은 福島현의 北部海域에 關해서, 姜等(1985)은 釜山 近海産에 關한 것이 있다. 東京灣 문치가자미의 年齡과 成長에 關해서는 Solomon 등(1987)이 1974년 부터 1983년까지의 기간중에 採集한 161個體를 調査 報告한 바 있다.

따라서 本 研究에서는 1986年 以後에 採集한 個體를 利用하여 다소 標本수가 적었던 Solomon 등의 結果와 比較 檢討한 結果(Table 4), 雌雄

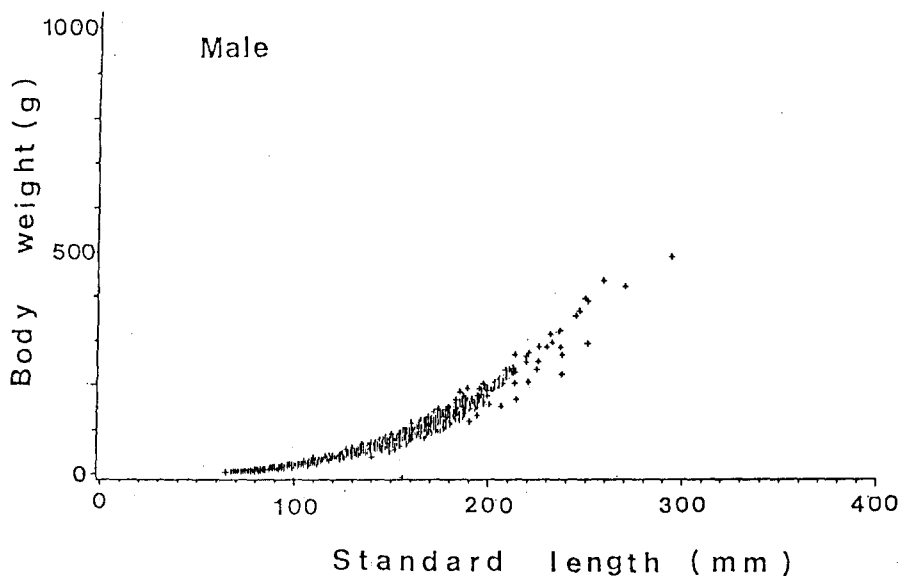


Fig.8. Relationship between standard length and body weight of male *Limanda yokohamae* in Tokyo Bay.

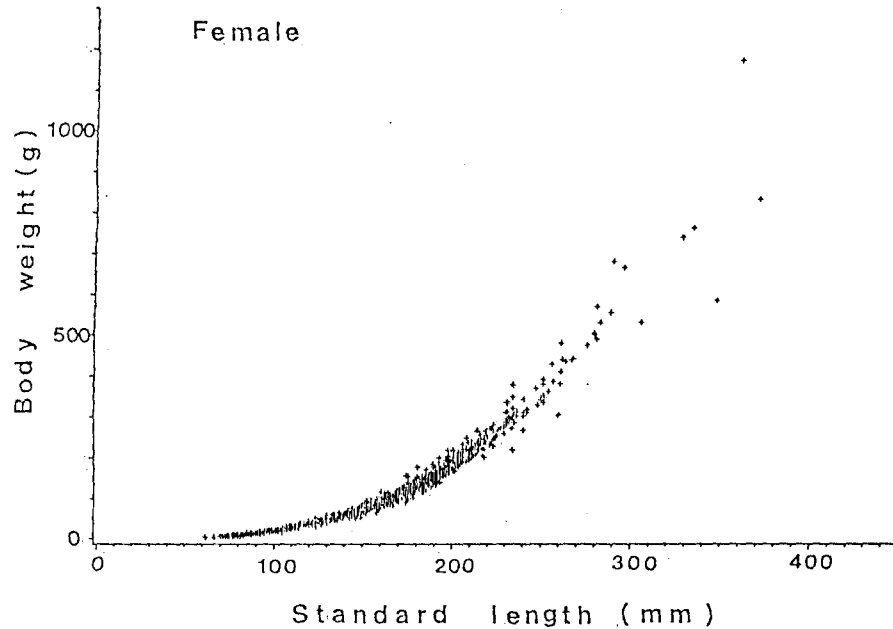


Fig.9. Relationship between standard length and body weight of female *Limanda yokohamae* in Tokyo Bay.

Table 4. Comparison of mean back-calculated standard lengths (mm) at estimated age and those predicted by von Bertalanffy equation for *Limanda yokohamae* in Tokyo Bay

Estimated age	Male		Female	
	Solomon et al. (1987) 1974-1983	This study 1986-1988	Solomon et al. (1987) 1974-1983	This study 1986-1988
I	108.3	112.2	119.4	112.6
II	169.1	168.4	184.5	179.5
III	205.6	204.8	232.2	228.7
IV	227.5	223.9	267.1	265.1
V	240.6		292.7	292.0
VI			311.5	311.9
VII				326.5

모두 각 年齡別 體長이 비슷하였으므로 본 研究의 結果를 東京灣의 代表値로 간주하였다.

L_{∞} 는 周防灘(正木等, 1986)에서는 雌雄 各各 24.0cm와 31.3cm, 福島현 北部海域에서는 30.2cm와 42.3cm였다. 본 研究 結果는 25.6cm와 36.8cm로서 周防灘에 비해서는 약간 크나 福島현 北部 보다는 작다. 最高齡魚의 年齡은 周防灘에서는 雌雄 各各 6歲와 7歲이고, 福島현 北部海

域에서는 5歲와 10歲, 釜山 近海에서는 3歲와 5歲였으나, 본 研究에서는 4歲와 7歲였다.

要 約

1986년 5월 부터 1988년 4월 까지 定期 採集한 545 個體와 定點 採集한 525個體等 合計 1,070個體의 耳石을 摘出하여 年齡 形質로서 使用했다.

耳石 緣近의 透明帶와 不透明帶의 觀察 結果, 透明帶 形成開始時期는 5월이며, 不透明帶 開始時期는 1월이었다.

透明帶와 不透明帶는 年1回 形成되므로 透明帶 外緣을 年齡表示로서 이용했다. 耳石 半徑과 標準體長의 關係式으로부터 各輪 形成時의 體長을 逆算했다. Lee 現象은 보이지 않았으며, 耳石半徑과 標準체長은 曲線關係를 나타냈다.

各 年輪 形成時의 計算體長은 利用하여 von Bertalanffy 成長式을 다음과 같이 求했다.

$$\text{Male ; } Lt = 376.9 \{1 - \exp[-0.303(t-0, 202)]\}$$

$$\text{Female ; } Lt = 255.7 \{1 - \exp[-0.505(t-0, 149)]\}$$

여기서, Lt는 標準體長(mm)이고, t는 年齡이다.

參考文獻

山田海芳(1986) : 東シナ海·黃海의 さかな, 水産廳 西海區水産研究所.
Hatanaka, M. and S. Iwahashi(1953) : Studies on

the Population of the FLAT-FISHES is SENDAI Bay. III The Biology of *Limanda Yokohamae* (GUNTHER). Tohoku J. Agricultural Res., 3(2), 303-309.

正木康昭·伊東 弘·東海 正·山口義昭(1985) : 周防灘産マコガレイ의 年齡と成長, 日本誌, 52(3), 423-433.

姜龍柱·李澤烈·李秉墩(1985) : 문치가자미 *Limanda Yokohamae*의 生殖機構 및 個體群動態, 2. 個體群 動態, 韓水誌, 18(3), 261-265.

Solomon, G., M. Sano, M. Simizu and Y. Nose(1987) : Age and Growth of the Pleuronectid Flounder *Limanda Yokohamae* in Tokyo Bay, Japan. Nippon Suisan Gakkaishi, 53(5), 711-716.

朴鍾洙(1988) : 東京灣의 마코가레이 資源에 關する 研究, 東京大學大學院學位論文.

福島縣(1987) : 昭和61年度沿岸域漁業管理適正化 方式開發調査委託事業, 福島縣沿岸域海域別 調査事業報告書, 1-311.