

東京灣産 문치가자미 *Limanda yokohamae* (GÜNTHER)의 資源量 變動의 解析

朴鍾洙 · 清水 誠

群山水産專門大學 漁業科 · *東京大學農學部 水産學科

Population Dynamics of Mabled sole *Limanda yokohamae* (GÜNTHER) in Tokyo Bay, Japan

Jong-Soo PARK and Mako-to SIMIZU*

Department of Fishery, Kunsan National Fisheries Junior College,
Kunsan 511, Korea

*Department of Fisheries, Faculty of Agriculture, University of Tokyo, Yayoi, Bunkyo,
Tokyo 113, Japan

Population dynamics of Mabled sole *Limanda yokohamae*(GÜNTHER) in Tokyo bay, Japan has been studied by virtual population analysis (VPA) for multi cohort and experimental fishing.

Based on the biological data, the present parameters of the *Limanda yokohamae* stock at the Tokyo bay, Japan were estimated as follows: natural mortality coefficient(M) were 0.313 for male and 0.250 for female, terminal fishing mortality coefficient(F) were 2.190 for male, and 0.798 for female, rate of exploitation(E) was 30% to 50%.

From the result of virtual population analysis for multi cohort, the population size were estimated from 3,500,000 to 9,200,000 fishes, according to the result of experimental fishing, estimated stock size were 2,400,000 to 8,700,000 fishes. Stock size difference of the two methods were about two times in 1987, however, other years has been showed from 0.8 to 1.5 times. Both method has been showed same increase and decrease tendency of the c. p. u. e. and catches.

From the isopleth diagram plot by Beverton and Holt's yield per recruit, the catches could be increase two times for female, 1.3 times for male than present aspects by the fishing management. And further, as reducing fishing effort, extension of mesh size and rising the length at first caputre, are reasonable in order to manage the stock at the optimum level.

緒 論

문치가자미 *Limanda yokohamae*는 가자미目 PLEURONECTIFORMES 가자미科 Pluronectidae 문치가자미屬 *Limanda*에 屬하는 魚類로서 韓半島를 비롯 日本의 北海島 南部에서 九洲까지, 그리고 東支那海에도 많은 分布를 보인다(山田, 1986). 본

種의 漁業 生物學的인 研究로서는 姜 등(1985), 李 등(1985)이 부산근해산에 관하여 보고한 바 있고, 일본의 Hatanaka et al.(1953)은 仙台灣, 北森(1964)는 瀨戶内海, 藤 等(1975)은, 正木 等(1986)은 周防灘, 高橋 等(1983a, 1983b), 遊佐(1972)는 陸奥灣, 愛知県水産試驗場(1974, 1976)은 三河灣과 伊勢灣産 문치가자미에 關해서 報告한 바 있다.

東京灣에 있어서는 中込(1980), 杉浦 등(1986), Solomon et al.(1987), 清水(1987)가 각각 漁獲量, 産卵期, 年齡과 成長, 個體群生態에 관해서는 報告한 바 있으나, 資源解析에 관한 報告는 찾아보기가 힘들다.

문치가자미는 東京灣에서 행해지고 있는 小型機船底引網 漁業의 重要한 資源중의 하나이다. 그러나 最近 漁獲努力이 增加하는 傾向이 보이고 특히 漁業者 間에는 小型化를 염려하는 사람이 많다. 本報告는 資源을 永續的으로 有效하게 利用하기 위하여 資源評價를 行함과 동시에 資源管理의 지침을 마련하고자 하는데 그 目的을 두고 있다.

材料 및 方法

橫浜市 漁業協同組合 柴支所의 魚種別, 漁船別 漁獲量 日計表를 정리해서 만든 문치가자미의 크기別 漁獲量을, 年齡 査定 資料(朴, 1989)를 利用하여 雌雄別, 크기別 年齡組成을 作成(Table 1), 1980년부터 1987년까지의 漁獲 重量을 雌雄別, 年齡別 漁獲尾數로 換算(Table 2)한 후 복수 年級군에 대한 Virtual Population Analysis(VPA)(Pope, 1972)를 行하였다. 自然死亡係數(M)는 田中(1966)의 方法에 의해, 그리고 最高 年齡의 漁獲係數는 각각 다음 式에 의해 求했다.

Table 1. Calculated age compositions for market category

Category	L		M		S		SS		
	Sex	Female	Male	Female	Male	Female	Male	Female	Male
Age									
0							0.036	0.073	
1		0.112		0.803	0.519	0.909	0.836	0.964	0.927
2		0.592	0.579	0.197	0.426	0.091	0.164		
3		0.183	0.368		0.055				
4		0.085	0.053						
5		0.028							

L; >26.5cm, M; 23.0~26.5cm, S; 20.0~23.0cm, SS; 16.5~20cm

Table 2. Estimated catches in number of *Limanda yokohamae* for each year.

The Number was obtained by allotting market category composition to each age group baed on the result of age determination

<CATCH IN NUMBER> Male

YEAR AGE	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987
4	1,423	842	642	2,206	1,334	1,351	1,627	1,123
3	18,706	10,231	8,980	26,692	13,912	19,912	23,846	15,142
2	102,274	68,069	58,597	185,854	66,280	177,859	210,586	122,180
1	367,764	268,762	162,716	762,274	161,679	968,773	986,215	550,430
0	7,803	7,902	2,802	22,018	2,984	35,737	29,957	16,606

<CATCH IN NUMBER> Female

YEAR AGE	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987
5	3,203	1,896	1,577	4,965	3,166	3,208	3,863	2,666
4	9,722	5,756	4,788	15,073	9,612	9,737	11,726	8,094
3	20,931	12,392	10,309	32,451	20,695	20,964	25,246	17,424
2	196,730	108,857	104,530	291,823	132,570	247,960	302,324	179,376
1	797,973	502,150	442,383	1,387,320	386,598	1,591,190	1,733,120	965,671
0	4,170	4,223	1,498	11,808	1,600	19,166	16,067	8,906

$$F_x = Z_x - M$$

$$Z_x = \ln\left\{ \frac{(C_{x+1.81} + C_{x+1.82} + \dots + C_{x+1.87}) / (C_{x.80} + C_{x.81} + \dots + C_{x.86})}{M} \right\}$$

$$M = 2.5/X_d$$

여기서 F_x 는 最高年齡의 漁獲係數이고 Z_x 는 近年에 있어서의 平均的인 最高年齡의 全減少係數, M 은 自然死亡係數, $C_{x,year}$ 는 x 歲魚의 漁獲尾數, X_d 는 壽命을 表示한다. 또한 여름철(6, 7, 8월)의 試驗操業에 의한 漁獲量의 資料를 利用하여, 다음 式에 의거 資源量을 推定하였다(能勢, 1984).

$$N = S/s \times n$$

N 은 資源量이고, S 는 東京灣 內灣面積인 700 km^2 , s 는 사용한 底引網의 掃海面積(網幅×船速×曳引時間; $0.0052 \text{ km} \times 2 \text{ knot's} \times 1.852 \text{ km/hr} \times 1/6 \text{ hr's} = 0.0034 \text{ km}^2$), n 은 여름철의 試驗操業 1曳網 平均 漁獲尾數(Table 3)이다. 資源診斷은 Beverton and Holt(1957)의 方法으로 等漁獲量 曲線을 作成하여 수행하였다. 여기에서 使用한 現在의 漁獲係數(F)는 다음 式으로 推定했다.

$$F = Z - M$$

$$Z = -\ln\left\{ \frac{(C_{2-3.84} + \dots + C_{2-4.87}) / (C_{1-2.83} + \dots + C_{1-2.86})}{M} \right\}$$

또한, 여름철의 試驗操業 結果인 小(14.3 cm 미만)의 漁獲量과 이듬해의 東京灣 문치가자미의 全 漁獲量과의 相關關係도 아울러 檢討했다.

Table 3. Mean number of catch by one tow of sampling survey in summer.

Year	< 14.3 cm	<	Total
1980	4.1	7.7	11.8
1981	0.4	13.6	14.0
1982	13.5	19.5	33.4
1983	-	-	-
1984	12.7	13.6	26.3
1985	24.3	18.3	42.6
1986	16.0	16.8	32.8
1987	11.8	7.0	18.8

結果 및 考察

1. 資源量 推定

自然死亡係數는 年齡別로 하지 않고 一定하게, 壽命과 自然死亡係數關係로 부터 숫컷은 0.310, 암

컷은 0.250으로 推定했다. 또한 最高年齡의 漁獲係數는 숫컷은 2.190, 암컷은 0.798로 推定했다. 以上의 推定値를 利用하여 cohort 解析한 結果를 Appendix table 1에 表示했다.

能勢(1984)는 標識率法으로 1980년의 資源量을 700萬 마리로 推定했다. 그러나 cohort 解析의 推定値는 376萬 마리로 標識率法에 의한 推定値의 54%에 불과했다. Table 4와 Fig. 1에 cohort 解析結果로 부터 얻은 資源量 推定値와 試驗操業 結果로 부터 推定한 資源量을 比較하여 表示했다. cohort 解析 結果는 1980년 부터 1987년 까지 加入完了後의 資源量이 350萬 마리에서 920萬 마리로 나타났다. 또한 試驗操業에 의한 推定量은 약 240萬 마리에서 870萬 마리였다. 兩者의 差는 1987년에 約 2倍였으나 그 밖의 해는 0.8~1.5배로서 그다지 큰 差는 보이지 않았다. 양쪽 다 漁獲量 및 單位 努力當 漁獲量의 增減 傾向이 類似함을 보였다. 또한 漁獲率도 대다수의 해에 30~50%로 상당히 높았다.

Table 4. Annual catch and estimated stock.

A; Catch, B; Estimated stock from catch of, sampling survey, C; Estimated stock from cohort analysis

Year	A	B	C
1980	1,530,699	2,429,412	3,761,610
1981	991,080	2,882,353	3,508,320
1982	798,822	6,876,470	5,351,040
1983	2,742,485	-	5,330,890
1984	799,830	5,417,706	6,426,050
1985	3,095,857	8,770,588	9,202,020
1986	3,344,577	6,752,941	7,881,430
1987	1,887,618	3,870,588	8,848,300

2. 資源診斷

資源診斷을 위한 parameter, 즉 現在의 漁獲係數는 숫컷이 1.377, 암컷은 1.609로 推定했다. 漁獲開始 年齡은 두가지 경우를 생각했다. 먼저 1歲群이 加入하기 시작하는 것은 6월로서 生後 17개월이 經過했으므로 이 경우 漁獲開始 年齡은 1.41歲가 된다(朴, 1988). 또한 柴支所의 出荷制限體長 14.3 cm를 漁獲開始 體長으로 보아 成長式으로 부터 逆算하면 雌雄 모두 1.8歲가 된다. 以上 2가지 경우에 대하여 資源診斷을 하였으나 出荷制限體長 以下의 個體는 海上에 버려져서 生殘을 期待하기 어려우므로 前者의 경우가 보다 實態에 가깝다고 생각된다.

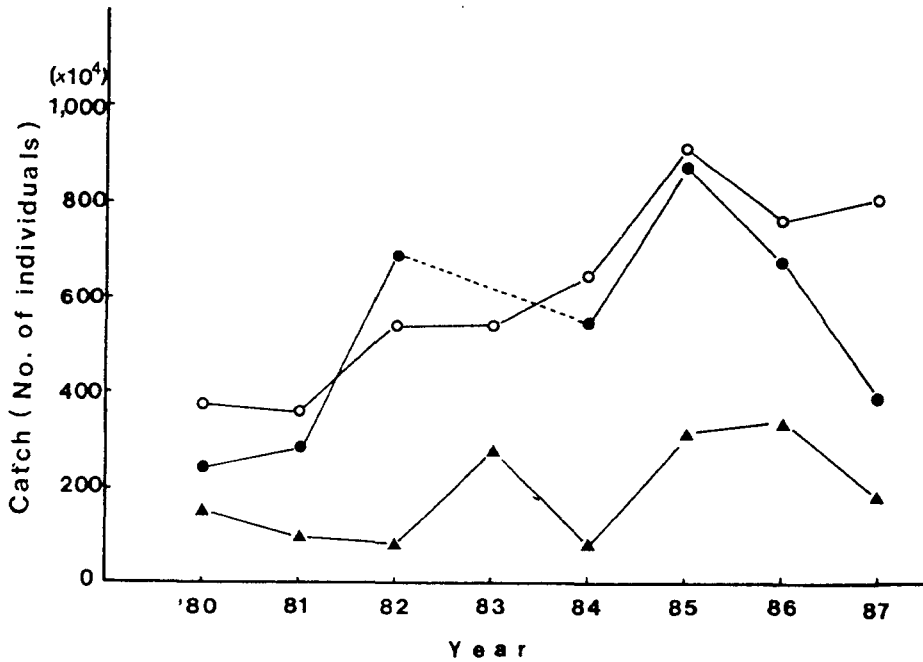


Fig. 1. Isopleth diagram plot by Beverton and Holt's per recruit(Male).

F: fishing mortality coefficient,

X_0 : age at first capture

●: $X_0=1.41$, ○: $X_0=1.8$

資源診斷은 Beverton and Holt(1957)의 方法에 의해 等漁獲量線曲線(Fig. 2)를 그려 檢討했다. 加入當 漁獲量의 最大值를 目標로 漁業管理를 하게 되면, 漁獲開始 年齡을 1.41歲로 보았을 경우는 암컷이 2배, 숫컷은 30% 程度, 1.8歲로 보았을 경우는

각각 60%와 15% 程度의 漁獲量 增加가 期待된다. 理想的인 漁業管理 方案으로서는 漁獲開始年齡을 높이는 것이 바람직하다. 또한, 漁具改良을 통하여 그해에 태어난 個體가 漁獲되지 않도록 研究할 필요가 있다.

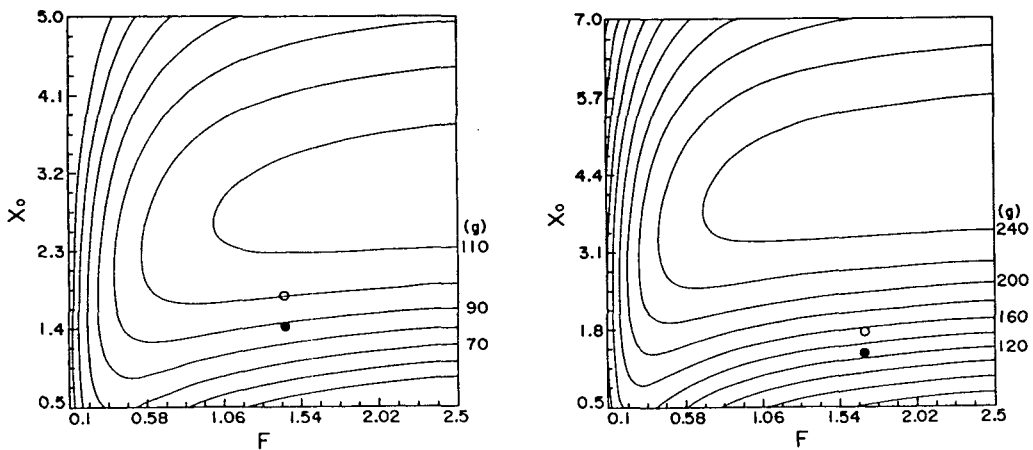


Fig. 2. Isopleth diagram plot by Beverton and Holt's yield per recruit(Female).

F: fishing mortality coefficient,

X_0 : age at first capture

●: $X_0=1.41$, ○: $X_0=1.8$

3. 試驗操業에서 漁獲된 出荷制限體長 以下の 漁獲量과 그 다음해의 漁獲量과의 關係

Fig. 3에 1977년 부터 1987년 까지의 試驗操業에서 漁獲된 出荷體長 以下の 漁獲量과 그 이듬해의 漁獲량을 表示했다. 이를 보면 兩者의 變動이 거의 같은 傾向임을 알 수 있다. Fig. 4에는 兩者의 相關關係를 表示했다. 相關係數가 0.89로 상당히 높은 값을 보인다. 이 結果로 試驗操業에서 漁獲된 出荷制限體長 以上の 漁獲량이 다음해의 漁況을 나타내는 指標로서의 可能性이 充分히 있음을 알 수

있다.

以上 東京灣의 문치가자미 資源에 關係 檢討함으로써 管理에 따라서는 漁獲량을 增大시킬수도 있음을 지적하였다. 그러나 이러한 檢討는 아직 豫備의인 것으로서 앞으로 漁獲能率解析에 의한 資源量 推定, 親子關係의 解析, 加入量變動의 要因等 檢討해야 할 과정이 많다. 또한, 小型底引網으로서는 他種에의 影響을 배제할 수가 없다. 將來에는 單一種 만이 아닌 複數種을 고려한 管理方案과 生態系 MODEL에 의한 管理도 檢討할 必要가 있다.

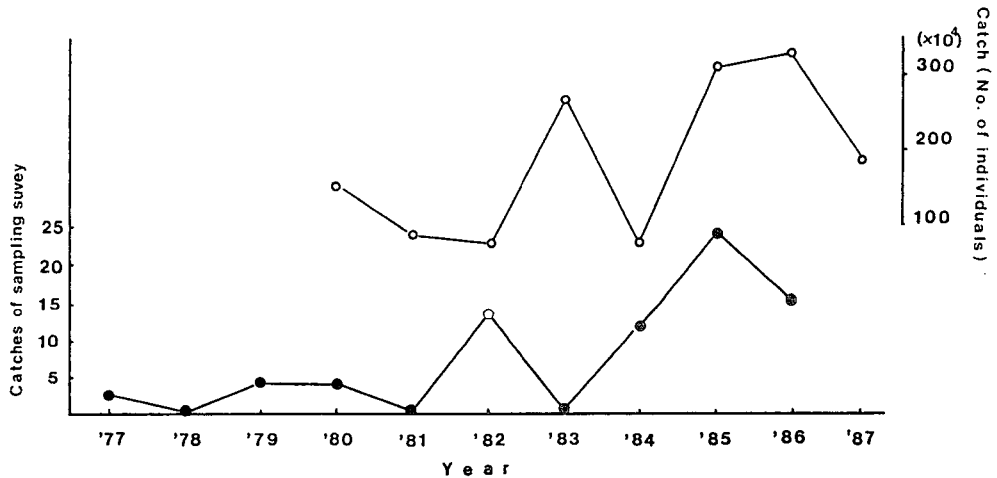


Fig. 3. Relationship between the catch of sampling survey in summer (under 14.3cm) and next year's commercial catch.

●: catch of sampling survey, ○: commercial catch

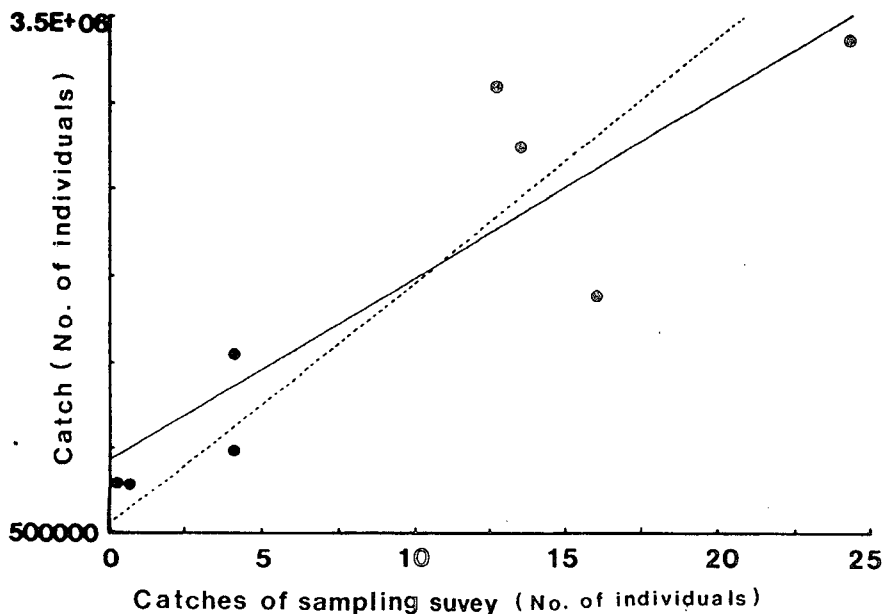


Fig. 4. Relationship between catches of sampling survey in summer and commercial catches in next year.

要 約

문치가자미는 東京灣의 小型底引網 漁業의 重要한 對象種이나 最近 漁獲努力이 增加하는 傾向이 있어 資源을 永續적으로 有效하게 利用하기 위하여 資源 評價를 하였다. 複數年級群에 대한 VPA 解析 結果, 1980년부터 1987년까지의 資源尾數는 約 350萬 마리에서 920萬 마리였고, 1985년에 最大 値를 보였다. 試驗操業에 의한 推定量은 240萬에서 870萬 마리였고 最大 値를 보인 해도 같았다. 兩者의 差는 1987년에 約 2倍였으나 그 밖의 해에는 0.8~1.5倍의 差로 그다지 큰 差를 보이지 않았다. 양쪽 다 漁獲量과 單位努力當 漁獲量의 增減 傾向이 類似했다. 漁獲率은 大部分의 해에 30~50%로 상당히 높은 數值를 보였다.

COHORT 解析을 하여 漁獲係數를 推定하고, 壽命으로 推定한 自然死亡係數와 漁獲物과 成長에 의해 檢討한 漁獲開始年齡을 利用하여 等漁獲量曲線을 그려 資源現狀을 評價하고 漁獲増大의 可能性을 檢討한 바 加入當 漁獲量의 最大 値가 앞것은 2倍, 숫것은 1.3倍 程度 増大 可能性을 보였다. 漁獲 増大를 위해서는 網目을 크게 하여, 漁獲開始年齡을 높이는 管理方案이 바람직하다.

參 考 文 獻

愛知県水産試験場. 1974. 太平洋中區栽培漁業漁場 資源生態調査事業. pp. 163~177.
 愛知県水産試験場. 1976. 太平洋中區栽培漁業漁場 資源生態調査事業. pp. 26~30.
 Beverton, R. J. H. and S. J. Holt. 1957. On the dynamics of exploited fish populations. Fish. Invest. Ser. II, Vol. 19, 533p.
 Hatanaka, M. and S. Iwahashi. 1953. Studies on the Population of the FLAT-FISHES IN SENDAI BAY. III The Biology of *Limanda yokohamae* (GÜNTHER). Tohoku J. Agricul. Res., 3(2), 303~309.
 Pope, J. G. 1972. An investigation of the accuracy of virtual population analysis using cohort analysis. Int. Comm. Northwest Atl. Fish. Bull., 9, 65~74.
 姜龍柱 · 李澤烈 · 李秉暎. 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.

北森良之介. 1964. 瀬戸内海とその近接水域における異體類の生態, とくに分布と成長について. 内海區水産研究刊行物C輯, 1~22.
 李澤烈 · 姜龍柱 · 李秉暎. 1985. 문치가자미, *Limanda yokohamae*의 生殖機構 및 個體群 動態. 1. 生殖機構. 韓水誌, 18(3), 253~281.
 正木康昭 · 伊東 弘 · 東海 正 · 山口義昭. 1986. 周防灘産マコガレイの年齡と成長. 日水誌, 52(3), 423~433.
 杉浦暁裕 · 本田和民. 1986. 東京灣産マコガイ *Limanda yokohamae*(GÜNTHER)의 産卵期について. 南西外海の資源 · 海洋研究, 第2號, 71~80.
 中込 淳. 1980. 東京灣南部におけるマコガレイの漁獲量と魚體特性の變動. 神奈川水試業績, No. 77~11, 91~97.
 能勢幸雄. 1984. 東京灣内灣のカレイ類の分布と移動, 海洋の生物過程. 恒星社厚生閣, 東京. pp. 183~185.
 朴鍾洙. 1989. 東京灣のマコガレイ資源に関する研究. 東京大學大学院 學位論文.
 島本信夫. 1988. 複數年級群のための Virtual Population Analysis-1. パソコンによる資源解析プログラム集. 東海區水産研究所數理統計部. 134~143.
 清水 誠. 1987. 東京灣の魚介類(5)マコガレイの個體群生態. 海洋と生物 No. 53, 9(6), 434~439.
 Solomon, G., M. Sano, M. Shimizu and Y. Nose. 1987. Age and Growth of the Pleuronectid Flounder *Limanda Yokohamae* in Tokyo Bay, Japan. Nippon Suisan Gakkaishi, 53(5), 711~716.
 高橋豊美 · 齊藤重男 · 前田辰昭 · 木村 大. 1983a. 陸奥灣におけるマガレイとマコガレイ成魚の生活年周期. 日水誌, 49(5), 663~670.
 高橋豊美 · 富永武治 · 前田辰昭 · 上野元一. 1983b. マガレイおよびマコガレイの攝餌日周期について. 日水誌, 48(9), 1257~1264.
 田中昌一. 1960. 水産生物のpopulation dynamicsと漁業資源管理. 東海區水研報, 28, 1~200.
 山田梅芳. 1986. 東シナ海 · 黃海のさかな. 水産廳西海區水産研究所. pp. 388~389.
 遊佐多津雄. 1972. カレイ類を中心とした沿岸魚類の生態と海洋開發. 水産海洋研究會報 第20號, 68~75.

1990년 11월 2일 접수
 1991년 1월 21일 수리

Appendix table 1. Results of Multi-cohort analysis using the program of Simamoto(1988).

〈ESTIMATED STOCK IN NUMBER〉		Male						
YEAR AGE	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987
4	1,626	962	734	2,521	1,525	1,544	1,860	1,284
3	21,756	12,245	13,555	31,301	17,515	24,522	27,830	18,849
2	130,130	94,686	109,439	229,129	108,476	236,185	258,048	152,089
1	542,763	454,019	500,571	996,049	509,069	1,442,220	1,306,300	685,173
0	632,561	692,872	1,372,490	720,718	1,965,080	1,828,600	970,931	1,116,110
TOTAL	1,328,840	1,254,790	1,996,790	1,979,720	2,601,670	3,533,070	2,564,970	1,973,500

〈ESTIMATED STOCK IN NUMBER〉		Female						
YEAR AGE	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987
5	4,206	2,490	2,071	6,520	4,158	4,213	5,073	3,501
4	13,868	9,007	13,729	21,900	16,036	17,302	17,394	16,370
3	34,699	31,469	39,692	56,520	45,267	45,680	49,064	35,239
2	254,902	171,031	188,439	376,153	204,760	334,178	373,377	362,774
1	1,093,270	796,001	975,750	1,773,760	859,873	2,223,840	2,362,700	1,952,990
0	1,031,820	1,243,530	2,134,570	1,116,310	2,694,280	3,043,740	2,508,850	4,503,920
TOTAL	2,432,770	2,253,530	3,354,250	3,351,170	3,824,380	5,668,950	5,316,460	6,874,800

Appendix table 1. (Continued)

〈ESTIMATED STOCK IN WEIGHT〉		Male						
YEAR AGE	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987
4	599	354	270	928	561	568	684	472
3	6,483	3,649	4,039	9,328	5,219	7,308	8,293	5,617
2	25,636	18,653	21,560	45,138	21,370	46,528	50,836	29,962
1	55,362	46,310	51,058	101,597	51,925	147,106	133,243	69,888
0	23,405	25,637	50,782	26,667	72,708	67,658	35,925	41,296
TOTAL	111,484	94,603	127,709	183,657	151,783	269,169	228,981	147,234

〈ESTIMATED STOCK IN WEIGHT〉		Female						
YEAR AGE	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987
5	4,072	2,410	2,005	6,312	4,025	4,078	4,911	3,389
4	9,639	6,260	9,541	15,221	11,145	12,025	12,089	11,377
3	15,892	14,413	18,179	25,886	20,732	20,921	22,471	16,139
2	66,530	44,639	49,183	98,176	53,442	87,221	97,452	94,684
1	143,219	104,276	127,823	232,363	112,643	291,323	309,514	255,842
0	30,955	37,306	64,037	33,489	80,829	91,312	75,266	135,118
TOTAL	270,305	209,304	270,768	411,446	282,816	506,880	521,702	516,549

Appendix table 1. (Continued)

〈ESTIMATED FISHING MORTALITY COEFFICIENT〉		Male						
YEAR AGE	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987
4	2.1900	2.1900	2.1900	2.1900	2.1900	2.1900	2.1900	2.1900
3	2.8052	2.5017	1.3690	2.7089	2.1155	2.2662	2.7635	2.1900
2	2.0505	1.6309	0.9387	2.2582	1.1739	1.8255	2.3037	2.1900
1	1.4332	1.1097	0.4684	1.9042	0.4550	1.4078	1.8375	2.1900
0	0.0145	0.0134	0.0024	0.0362	0.0018	0.0230	0.0366	0.0175
TOTAL	8.4934	7.4456	4.9684	9.0976	5.9362	7.7125	9.1312	8.7775

〈ESTIMATED FISHING MORTALITY COEFFICIENT〉		Female						
YEAR AGE	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987
5	0.7980	0.7980	0.7980	0.7980	0.7980	0.7980	0.7980	0.7980
4	1.4674	1.2199	0.4946	1.4116	1.0867	0.9769	1.3530	0.7980
3	1.0988	0.5794	0.3445	1.0098	0.7117	0.7156	0.8476	0.7980
2	1.8419	1.2106	0.9542	1.8675	1.2502	1.6685	2.1104	0.7980
1	1.6052	1.1909	0.7033	1.9090	0.6950	1.5344	1.6238	0.7980
0	0.0046	0.10038	0.0008	0.0120	0.0007	0.0071	0.0073	0.0022
TOTAL	6.8158	5.0027	3.2954	7.0079	4.5423	5.7005	6.7401	3.9922