

문치가자미, *Limanda yokohamae*의 生殖機構 및 個體群 動態*

2. 個體群 動態

姜 龍 柱 · 李 澤 烈 · 李 秉 暉

釜山水產大學 資源生物學科
(1985년 2월 25일 수리)

Reproduction and Population Dynamics of Marbled Sole *Limanda yokohamae**

2. Population Dynamics

Yong Joo KANG, Taek Ytil LEE and Byung Don LEE

Department of Marine Biology, National Fisheries University of Pusan
Nam-gu, Pusan 608, Korea
(Received February 25, 1985)

Limanda yokohamae was studied on its growth, age at maturity, fecundity and survivorship, based on the specimens off the southeastern coast of Korea from December 1983 to November 1984. The total lengths at the formation of annulus on the otolith were back-calculated. The age at the first reproduction is 2yrs in both sexes. Fecundity was estimated to be $121 \times 10^3 \sim 429 \times 10^3$. Annual survival rate is 0.435 in female and 0.335 in male.

서 론

문치가자미(*Limanda yokohamae* Günther)는 우리나라 부산·원산·일본 홋카이도 남부 이남에 분포하는 연안 냉수성 저서 어류이다.

문치가자미에 관해서는 遊佐(1960)의 胚發生, 金(1972)의 體長-體重關係, 高橋 等(1983)의 成魚生活年周期, 金(1984)의 變態期에 있어서 먹이 공급이 成長率과 生殘率에 미치는 연구 등이 있다.

本種은 최근에 연안의 수산 자원 조성의 일환으로 중요 생산과 관련된 연구가 시작되었다(古賀 等, 1973; 丹下 等, 1980). 그러나 이러한 연구의 기초가 되고, 또 중요 방류 후의 자원 관리에 있어서 요구되는 자원생물학적인 자료에 관한 보고는 우리나라에서는 찾기 힘들다.

본 연구는 문치가자미의 성장·성숙연령·포란수 및 성어의 생장에 관해 수행한 것이다.

본 연구의 수행에 있어서 표본어의 수집과 처리를 도와준 김종관군, 김영혜양 및 김성연군에게 사의를 표한다.

재료 및 방법

본 연구에 사용된 표본은 1983년 12월에서 1984년 11월까지 매월 1회씩 부산 광안동의 海岸에 있는 魚市場에서 어민들이 漁場(Fig. 1)에서 소형기선저인망으로 어획하여 양육중인 것에서 무작위로 추출하여 구득한 것이다. 한편, 성숙 연령 및 포란수의 조사에서 고평어를 다수 확보하기 위해 무작위 추출한 표본과는 별도로 고평어를 선별적으로 구입하였다. 어체의 구입 일자와 미수, 크기는 Table 1과 같다.

표본 어체는 구입 즉시 실험실로 가져와 전장파 제장을 mm 단위까지, 체중을 g 단위까지 측정하였다.

* 이 논문은 1983년도 문교부 학술연구 조성비에 의하여 연구되었음.

* 부산수산대학 해양과학연구소 연구업적 제117호(Contribution No. 117 of Institute of Marine Sciences, National Fisheries University of Pusan)

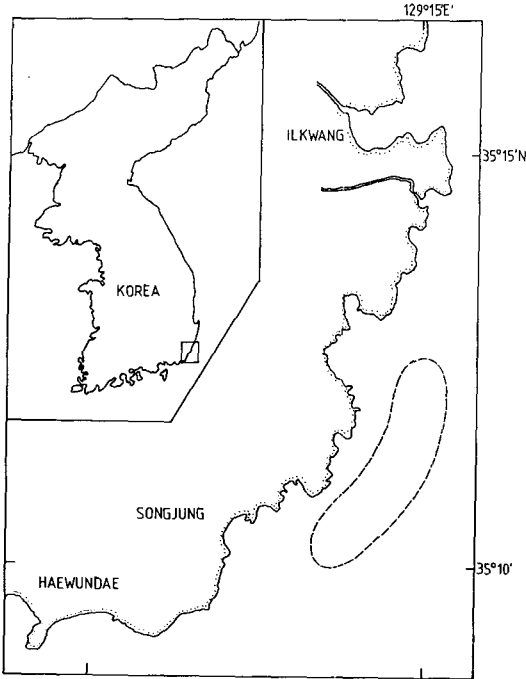


Fig. 1. The map showing the location where the specimens were fished.

Table 1. Sampling date and number of specimens of *Limanda yokohamae*

Sampling date	No. of specimens	Range of total length (cm)
Dec. 28, 1983	54	17.2~26.3
Jan. 30, 1984	59	16.8~38.1
Feb. 27, 1984	86	11.4~28.2
Mar. 23, 1984	37	14.8~26.0
Apr. 23, 1984	62	11.1~30.4
May 22, 1984	41	12.9~41.1
June 14, 1984	38	12.8~38.0
July 24, 1984	17	12.4~37.7
Aug. 27, 1984	27	10.9~26.1
Sept. 19, 1984	37	12.3~31.5
Oct. 18, 1984	36	12.4~30.9
Nov. 22, 1984	25	14.4~33.6
Total	519	

표본 어체의 성숙과 미성숙은 생식소 조직 표본을 검경하여 배란 및 방정 여부로 판정하였다. 포란수는 성숙 개체의 난소를 改良 Gilson 용액으로 처리하여 Bagenal and Braum(1978)의 습중량법으로 추정하였다.

어체의 연령과 성장은 姜과 金(未發表)에 의거해 추정하였다. 성숙 전장 및 연령은 李等(1985)의 보고에 의거해 생식소가 발달하기 시작하는 10월에서

산란이 이루어지는 1월까지의 4개월간에 미성숙 어체의 출현 상황을 조사하여 성숙 어체의 출현비, 즉 군성숙도가 50%가 되는 전장 계급의 중앙값을 성숙 전장으로 간주하고, 이를 연륜 형성시의 역계산 전장과 비교하여 성숙 연령을 추정하였다.

문치가자미의 생잔율은 표본어 성어의 연령조성으로부터 Ricker (1975)에 의해 추정하였다.

결 과

1. 成 長

이석의 투명대에서 불투명대로 이행하는 경계선을 연륜으로 읽고, 이석의 중심부에 각 연륜까지의 윤경을 모든 연령군으로부터 구하여 평균을 내었다. 암컷에 있어서 이석의 중심부에서 n 번째 연륜까지의 윤경(r_n)을 보면, $r_1=1.89\text{ mm}$, $r_2=2.59\text{ mm}$, $r_3=3.26\text{ mm}$, $r_4=3.94\text{ mm}$, $r_5=4.52\text{ mm}$ 이었다. 그리고 숫컷에서는 $r_1=1.56\text{ mm}$, $r_2=2.42\text{ mm}$, $r_3=3.04\text{ mm}$ 이었다.

이 평균 윤경에 의해 연륜 형성시의 전장과 체중을 역계산하기 위해 이석장(R)과 전장(L)간의 관계식 및 전장(L)과 체중(W)간의 관계식을 구하였다. 암컷에서는 $L=2.344+6.901R$ 과 $W=1.02 \times 10^{-2} \cdot L^{3.048}$ 이고, 숫컷에서는 $L=7.797+4.475R$ 과 $W=1.85 \times 10^{-2} \cdot L^{2.831}$ 이었다.

각 연륜의 평균 윤경과 이 두 관계식을 이용하여 역계산 전장을 구한 결과, 1월의 산란기를 起點으로 해서 이듬해 3월에 첫 연륜이 형성되고, 이후 매년 3월에 연륜이 하나씩 형성되는 시점에 있어서의 각 연령군의 전장은 $l_{1,2}=15.54\text{ cm}$, $l_{2,2}=20.42\text{ cm}$, $l_{3,2}=25.10\text{ cm}$, $l_{4,2}=29.85\text{ cm}$, $l_{5,2}=33.90\text{ cm}$ 이었다. 그리고 숫컷의 역계산 전장은 $l_{1,2}=14.78\text{ cm}$, $l_{2,2}=18.63\text{ cm}$, $l_{3,2}=21.40\text{ cm}$ 이며, 암컷이 숫컷 보다 성장이 현저하게 좋았다.

그리고 연륜 형성시의 역계산 체중은 암컷에서 $W_{1,2}=43.70\text{ g}$, $W_{2,2}=100.47\text{ g}$, $W_{3,2}=188.46\text{ g}$, $W_{4,2}=319.65\text{ g}$, $W_{5,2}=471.09\text{ g}$ 이고, 숫컷의 경우 $W_1=37.93\text{ g}$, $W_2=73.06\text{ g}$, $W_3=108.17\text{ g}$ 이었다.

전장(TL)과 체장(SL)간에는 암컷에서 $TL=0.500+1.172SL$, 숫컷에서 $TL=0.477+1.173SL$ 의 직선 회귀를 보였다.

2. 성숙 연령

10월에서 1월까지 입수된 표본 어체 중에서 전

장 15~31 cm의 암컷과 수컷 각각 43마리와 59마리를 전장별로 어체의 생식소 조직 표본상에서 검경하여 실제로 放卵·放精의 조직상을 나타내는 어체를 식별하고, 생식에 참여한 어체의 출현 비율, 즉 군성숙도를 알아 보았다.

월별로 성숙 개체의 출현율을 보면, 암컷의 경우 11월까지의 미성숙 어체가 26 cm 이하의 全長群에서 보이며, 특히 全長 18 cm 이하의 어체는 모두 미성숙 상태를 보였다. 그러나 12월 이후에는 全長 19 cm 이상의 모든 표본 어체가 성숙하고 있었다. 한편, 수컷에서는 11월까지의 19 cm 이하의 全長群이 아직 미숙한 상태에 있으나, 12월 이후가 되면 全長 18 cm 이상의 어체에서는 모두 성숙하여 있다.

전장별 군성숙도를 보면(Fig. 2), 암컷의 경우 18 cm 이하의 어체에서는 성숙 개체가 한 마리도 발견되지 않았다. 성숙이 빠른 개체는 全長 18 cm의 크기에 달하면 生殖에 참여하며, 全長 22 cm 이상의 크기에 달하면 성숙이 늦은 어체도 모두 생식에 참여함을 알 수 있다. 群成熟度가 50%에 달하는 어체의 크기는 약 19.5 cm이다. 한편, 수컷에서는 15 cm 이하의 어체에서는 성숙 개체가 전혀 없었고, 전장 16.5 cm가 되면 이 全長群의 절반이 성숙하며, 늦어도 전장 20.5 cm에 달하면 모두 성숙한다.

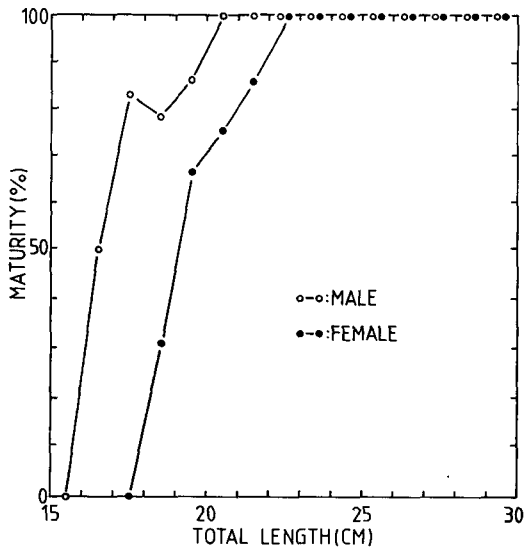


Fig. 2. The relationship between the percentage of mature fish and total length of *L. yokohamae* off the southeastern coast of Korea.

성숙 연령을 보면, 암컷에서 문치가자미가 50% 및 100%의 군성숙도를 보이는 크기가 각각 全長 19.5 cm와 22.5 cm이고, 생식소의 발달 비후가 최

대에 달하는 12월과 산란을 행하는 1월에 19 cm 이상의 어체가 100% 성숙하고 있으며, 연륜이 형성되는 3월에 있어서 1.2세에 달하는 어체의 평균 전장은 15.54 cm, 2.2세에 달한 어체의 평균 전장은 20.42 cm, 3.2세에 달하는 어체의 평균 전장은 25.10 cm임을 고려하면, 문치가자미의 암컷은 2세가 되어야 성장이 빠른 개체부터 성숙하여 생식에 참여하며 3세가 되면 同時出生群의 모든 개체가 생식 활동을 함을 알 수 있다. 그리고, 수컷의 경우는 50% 및 100%의 군성숙도를 보이는 어체의 크기가 각각 全長 16.5 cm와 20.5 cm이며, 생식소의 비후가 최대에 달하는 12월과 放精하는 1월에 18 cm 이상의 어체가 100% 성숙하고 있고, 연륜이 형성되는 3월에 있어서 1.2세에 달한 어체의 평균 전장이 14.78 cm, 2.2세에 달하는 어체의 평균 전장이 18.63 cm, 3.2세에 달하는 어체의 평균 전장이 21.40 cm임을 볼 때, 문치가자미 수컷도 암컷과 동일하게 生後 2세가 되어서 비포소 생식에 참여하며 늦어도 3세가 되면 모두 生殖活動을 한다.

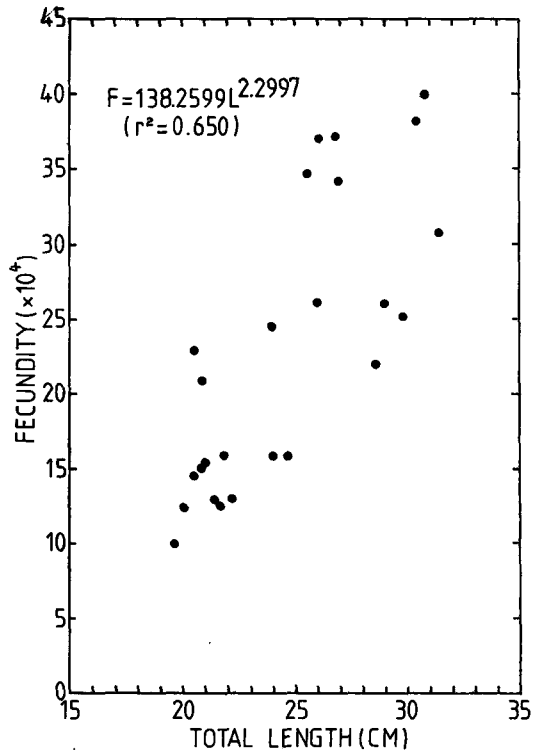


Fig. 3. The relationship of fecundity to total length in *L. yokohamae* off the southeastern coast of Korea.

3. 포란수

문치가자미 개체군의 번식력을 나타내는 포란수를 알기 위해 난소가 최대로 발달 비후되는 10월에서 12월 사이에 입수된 암컷 중 성숙 어체의 난소에서 성숙될 가능성이 없는 미숙란을 제외한 성숙란의 수를 제측하였다. 총 25개체를 대상으로 성숙란의 포란수(F)와 전장(L)간의 관계를 추정한 결과 $F = 138.3 L^{2.300}$ 의 포선물식이 구해졌다(Fig. 3).

생후 처음으로 생식에 참여하는 전장 18.5 cm의 어체에서 성숙란의 평균 포란수는 약 113×10^3 개, 군성숙도가 50%에 달하는 전장 19.5 cm 어체에서 성숙란의 평균 포란수는 약 128×10^3 개, 그리고 군성숙도가 100%에 달하는 전장 22.5 cm의 어체는 평균 178×10^3 개의 성숙란을 가진다.

연령별로 성숙란의 평균포란수를 보면, 2세군은 121×10^3 개, 3세군은 206×10^3 개, 4세군은 319×10^3 개, 5세군은 429×10^3 개로 추정된다.

4. 사 망

본 연구에서 사용된 무작위 추출표본 391미에서 암수의 연령 조성을 보면 수컷이 0세군 14미, 1세군 127미, 2세군 55미, 3세군 9미이었고, 암컷이 0세군 18미, 1세군 92미, 2세군 53미, 3세군 14미, 4세군 8미, 5세군 1미이었다.

수컷과 암컷의 가입 연령을 2세로 간주하고 연간 성장율을 추정하면 수컷은 0.335이고, 암컷은 0.435이다.

표본어에서 확인된 최고 연령이 수컷에서 3세이고 암컷에서 5세이었다.

이상으로 보아 암컷의 수명이 수컷보다 긴 것 같다.

고 찰

문치가자미의 성장은 모든 연령군에서 수컷의 전장이 암컷의 그것에 비해 작아 암수 간에 성장의 차가 현저함을 알 수 있었다. 수컷이 암컷보다 성장이 느린 것은 문치가자미와 같이 가자미亞科에 속하는 물가자미에서도 확인되고 있다(黃, 1978). 그리고 문치가자미는 암컷이 5세군까지 채집되었으나, 수컷의 최고 연령은 3세이었다. 이로 보아 수명이 암컷에서 더 긴 것 같다. 암수 간에 전장과 체중 간의 관계를 나타내는 상대 성장이 차이가 났으며($P < 0.05$),

이는 물가자미에서도 보인다(黃, 1978). 이처럼 문치가자미 또는 물가자미에서 체장(또는 전중)-체중 간의 상대 성장에 보이는 암수 간의 차이는 절대 성장과 수명의 암수 차에서 기인되는 것으로 생각된다. 가자미亞科에 속하는 어류들의 체장-체중 간의 상대 성장에 관한 金(1978)의 연구는 이 점에 대한 고려가 不明하다.

문치가자미가 성숙하는 크기와 연령에 대해서 高籾等(1983)의 보고를 보면, 일본 陸奥灣의 문치가자미는 수컷의 경우만 2세가 되면 전장 15 cm에 달한 극히 일부의 어체가 성숙하고, 암컷은 만 3세가 되어 전장 17.9 cm의 어체부터 성숙하기 시작하며, 50%의 군성숙도를 보이는 전장이 암수 각각 22~24 cm 및 18~20 cm이다. 그리고, 100%의 군성숙도를 보이는 연령은 만 4세~5세이다. 이로 보아 한국 동해 남부산 문치가자미는 성숙이 일본 陸奥灣의 문치가자미에 비해 1~2년 빠른 것 같다. 이는 陸奥灣이 북위 41°에 위치하고, 본 연구에서의 문치가자미 채집 해역은 북위 35°에 위치하고 있어, 서식 해역의 수온의 차이가 성장과 성숙에 차이를 가져온 때문인 것 같다.

본 연구에서는 이석의 투명대에서 불투명대로 이행하는 경계선을 연륜으로 읽고 역계산 전장을 구해 성장을 추적하였다. 그 결과, 암컷에서는 최대 5개의 연륜을 가진 어체까지 입수되었으나, 수컷은 3개 이하의 연륜을 가진 어체만이 입수되어, 연속하는 연령군의 체장 관계를 나타내는 회귀 직선에 의한 방법(Gulland, 1969)을 적용하여 성장의 파라미터를 추정할 수가 없었다.

문치가자미의 이석에서는 중심부에 불투명대를 두고 투명대와 불투명대가 번갈아 나타난다. 불투명대에서 투명대로의 이행은 투명대에서 불투명대로의 이행만큼 선명하지는 않지만 불투명대에서 투명대로 이행하는 경계선을 연륜으로 읽는다면 본 연구에서 사용한 자료에서 수컷의 경우에 최대 4개의 연륜을 가진 어체를 확인할 수 있을 것이고, 성장에 대해서 보다 상세한 연구가 가능할 것으로 본다.

要 約

한국의 동해 남부 해역에서 1983년 12월에서 1984년 11월까지 채집한 문치가자미를 대상으로 성장·성숙 연령·포란수 및 사망에 대해서 조사하였다.

연륜 형성시의 전장을 보면 암수 각각 $L_{1.2}$ 가 15.54

문치가자미, *Limanda yokohamae*의 生殖機構 및 個體群 動態

cm 및 14.78 cm, $l_{2,2}$ 가 20.42 cm 및 18.63 cm, $l_{3,2}$ 가 25.10 cm 및 21.40 cm 이고, 암컷의 경우에만 $l_{4,2}$ 가 29.85 cm, $l_{5,2}$ 가 33.90 cm 로서 암컷의 성장이 수컷보다 좋았다.

성숙은 암수 모두 만 2세가 되면 절반 이상이 성숙하였고, 성숙 전장은 암컷에서 19.5 cm, 수컷에서 16.5 cm 이었다.

성숙란의 포란수는 2 세군이 121×10^3 개, 3 세군이 206×10^3 개, 4 세군이 319×10^3 개, 5 세군이 429×10^3 개이었다.

연간 생산율은 암컷이 0.435, 수컷이 0.335 로 암컷의 수명이 수컷보다 길다.

문 헌

Bagenal, T.B. and E. Braum. 1978. Eggs and early life history. In T.B. Bagenal (editor), Methods for assessment of fish production in fresh waters. p.165—201. IBP Handb., 3.
 Gulland, J.A. 1969. Manual of methods for fish stock assessment, Part I. Fish population analysis. FAO Man. Fish. Sci. 4, 1—154.
 黄繁一. 1978. 韓國南西海産물가자미(*Eopsetta grigorjewi*)의 漁業生物學的研究(I). 一年齡과 成長一. 수진연구보고 20, 21—30.

金庚吉. 1984. 문치가자미 *Limanda yokohamae*의 種 苗生産時 變態期の 먹이 공급이 成長과 生殘率 에 미치는 影響. 釜山大碩士學位論文, pp. 27.
 金容億. 1972. 가자미亞科魚類의 體長과 體重의 關係. 釜山大研報 14(1), 68—71.
 古賀文洋・大隈迎・渡邊一民・一松正直. 1973. イン ガレイ, マコガレイ의 種苗生産基礎試驗. 福岡 水試研報(昭和 46年度) 225—230.
 李澤烈・姜龍柱・李秉澈. 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—260.
 Ricker, W.E. 1975. Computation and interpretation of Biological statistics of fish populations. Bull. Fish. Res. Bd. Can. 191. pp. 382.
 高橋豊美・齊藤重男・前田辰昭・木村大. 1983. 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. Bull. Japanese Soc. Sci. Fish. 49(5), 663—670.
 丹下勝義・中本幸一. 1980. マコガレイ의 種苗生産試 驗. 兵庫水試事報(昭和 55年度), 237—240.
 遊佐多津雄. 1960. 北海道周邊水域におけるカレイ類 의卵と稚魚. 第四報, マコガレイ *Limanda yokohamae* Günther의發生. 東北水研報 17, 14—30.