

한국 근해 참조기의 자원평가 및 관리방안

장창익 · 김수암 · 윤성봉
한국해양연구소

Stock Assessment and Management Implications of Small Yellow Croaker in Korean Waters

Chang Ik ZHANG · Suam KIM and Seong-Bong YOON
Korea Ocean Research & Development Institute
Ansan, P. O. Box 29, Seoul 425-600, Korea

Based on surplus production models using fishery data for the last 20 years, a stock assessment was conducted for the small yellow croaker in Korean waters. The maximum sustainable yields (MSY) from the Schaefer and Fox models were estimated to be 37,000 metric tons (mt) and 33,450 mt. Zhang's model using time-series biomass with instantaneous coefficients of fishing mortality (F) and using time-series biomass and catch yielded MSY estimates of 45,328 mt and 40,160 mt, respectively. A yield-per-recruit analysis showed that the current yield per recruit of about 20g with $F=1.11 \text{ yr}^{-1}$, where the age at first capture (t_c) is 0.604, was much lower than the maximum possible yield per recruit of 43g. Fixing t_c at the current level and reducing fishing intensity (F) from 1.11 yr^{-1} to 0.4 yr^{-1} yielded only a small increase in predicted yield per recruit, from 20 to 25g. However, estimated yield per recruit increased to 43g by increasing t_c from the current age (0.604) to age three with F fixed at the current level. This age at first capture corresponded to the optimal length which was obtained from the $F_{0.1}$ method. According to the analysis of stock recovery strategies employing the Zhang model, the optimum equilibrium biomass (B^*_{MSY}) which produces the maximum yield could be achieved after approximately five years at the lower fishing intensity ($F=0.5$).

서 론

참조기(small yellow croaker, *Pseudosciaena polyactis*)는 우리나라 연근해 어업에 있어서 경제적으로 중요한 위치를 차지하고 있는 어종으로서 황해 및 동지나해에 널리 분포하고 있으며, 절강군, 강소군, 한국군, 발해군 등 네 개의 계군이 있는 것으로 알려져 있다(Ikeda, 1964). 우리나라 근해에 회유하는 한국군은 12월부터 이듬해 2월까지 제주도 서남부의 심해에서 월동한 후 3월이나 4월부터 서해 연안을 따라 북상 회유를 시작하여 4월부터는 산란을 하면서 계속 북상, 5~6월에는 연평도 근해

까지 도달하며 산란을 마친다. 북상 회유한 한국군은 10월 하순부터 남하하여 11월 이후에는 월동장에 이르게 되는 것으로 알려져 있다(배, 1960).

최근 우리나라 근해의 참조기 어획량은 70년대 중반에 비해 20% 이하로 줄어들었고, 단위노력당 어획량(CPUE)도 동 기간에 30% 이하로 감소한 것으로 나타났으며, 전체 자원량과 재생산이 가능한 성어 자원량은 70년대에 비하여 각각 20%와 14% 정도로 감소된 것으로 추정되었다(장 등, 1992a). 따라서 한국근해의 참조기는 자원이 크게 감소하여 재생산 능력까지 잃어가고 있는 것으로 알려져 있다(장 등, 1992b). 이러한 상황에서 참조기

자원을 회복시켜 합리적으로 관리하기 위해서는 이 자원에 대한 적정 어획량이나 적정 노력수준, 최대의 생산을 위한 적정 어획계시연령 등에 관한 정확한 정보를 알아야 효율적인 관리 대책의 수립이 가능할 것이다.

본 연구는 현 시점에서 이용 가능한 한국 근해 참조기자원에 대한 어획통계 자료와 자원생태학적 특성치 및 기타 생물학적인 자료를 가지고 참조기 자원의 종합적 관리 방안 수립에 필요한 자원평가 및 진단과 아울러 적정 어획을 위한 관리 매개변수를 추정하여 참조기 자원의 효율적 관리를 위한 기초자료를 제공하는데 목적을 두고 있다.

자료 및 방법

1. 어획자료

참조기의 총어획량과 인망당어획량자료는 한국 대형기선저인망 쌍끌이어업에 의한 자료를 적용하였고(국립수산진흥원, 1985), 순간어획사망계수와 생체량 자료는 생체량을 기초로 한 코호트 분석(장 등, 1992a)에 의하여 추정된 자료를 사용하였다 (Table 1).

2. 최대지속적생산량(MSY)와 MSY시 어획수준의 추정

1) Schaefer 및 Fox 모델에 의한 추정

이 모델들은 최대지속적생산량(MSY)과 MSY시의 어획노력량(f_{MSY})을 추정하기 위하여 사용되었다.

이들의 모델식은 각각 아래와 같다. 먼저 Schaefer(1954) 모델식은 :

$$Y^* = U_{\infty} f - [U_{\infty} (q/r)] f^2$$

여기서, Y^* 는 연간 평형 생산량, U_{∞} 는 최대단위 노력당어획량을 나타내는 매개변수이며, q 는 어획능력계수, r 은 자원의 내적자연증가율, f 는 어획노력량이다. 위 식을 미분해서 최대치를 구하기 위하여 0으로 놓고 그 때의 노력량(f)과 연간평형생산량(Y^*)를 구하면, 각각 $f=r/2q$, $Y^*=U_{\infty}r/4q$ 가 되며, 이때의 Y^* 가 최대지속적생산량(MSY)이고 f 가 MSY시의 노력량(f_{MSY})이다.

Fox(1970) 모델식은 :

$$Y^* = U_{\infty} \exp(-q/r) f$$

이 식을 f 에 관해서 미분하여 최대치를 구하기 위해서 0으로 놓고, 그때의 노력량(f)과 연간평형생산량(Y^*)을 구하면, $f=r/q$, $Y^*=U_{\infty}r/eq$ 이 되며,

Table 1. Catch(in mt), CPUE(kg/haul), F and biomass (in mt) values of small yellow croaker in Korean waters, 1970~1988(source : 국립수산진흥원, 1988 ; 장 등, 1992a)

Year	Catch	CPUE	F	Biomass
1970	31765	102.8	0.683	55569
1971	24554	83.8	0.494	55439
1972	25352	83.2	0.472	61918
1973	24947	125.4	0.342	74943
1974	54130	245.1	0.728	98283
1975	40056	174.9	0.571	86253
1976	45456	226.9	0.743	83285
1977	26216	104.6	0.510	62143
1978	25048	55.8	0.564	55914
1979	34754	66.8	0.809	59570
1980	48843	107.8	1.073	64735
1981	34477	127.6	1.356	43277
1982	18330	61.7	1.210	23185
1983	10133	43.6	1.054	13852
1984	7711	47.9	0.996	10991
1985	6872	49.6	0.698	12023
1986	9644	65.0	0.515	19620
1987	19835	80.5	0.951	28890
1988	18703	80.0	1.110	24396

이때의 Y^* 가 MSY이고, f 가 f_{MSY} 이다(여기서 $e=2.718282\cdots$).

이 두 모델에 의거 참조기자원의 MSY와 f_{MSY} 를 추정하기 위하여 Table 1의 한국 대형기선저인망 쌍끌이어업에 의한 참조기의 총어획량과 인망당어획량 자료를 적용하였다.

2) Zhang(1987) 모델에 의한 추정

이 모델의 목적은 자원군 크기와 잉여생산량간의 관계를 구명하고, 최대지속적생산량(MSY)와 MSY시의 순간어획사망계수(F_{MSY})를 추정하는 것이다.

Table 1의 생체량을 기초로 한 코호트분석에 의하여 추정된 한국 근해 참조기자원의 순간어획사망계수와 생체량 자료를 적용하기 위한 모델식은 :

$$\ln\left(\frac{B_{t+1}}{B_t \exp(-F_t)}\right) = r - \frac{r}{B_{\infty}^{m-1}} B_t^{m-1} + e$$

여기서 B 는 생체량이고, F 는 순간어획사망계수, B_{∞} 는 환경수용최대생체량, r 은 자원의 내적자연증가율이다. 또한, m 은 상수이며 e 는 오차항이다. 위

식으로부터 F_{MSY} , B^*_{MSY} 및 MSY 를 구하면 아래와 같다.

$$F_{MSY} = r(m-1)/m,$$

$$B^*_{MSY} = B_{\infty} m^{\frac{1}{m-1}},$$

$$MSY = r(m-1) m^{\frac{m}{m-1}} \cdot B_{\infty} \text{이다.}$$

또한 이 모델은 순간어획사망계수 대신에 어획량 자료를 사용하여 매개변수의 추정을 가능하게 하므로, Table 1의 생체량 추정치와 어획량 자료를 이용하여 아래의 식을 적용할 수 있다.

$$\ln\left(\frac{B_{t+1}}{B_t}\right) + \frac{C_t}{B_t} = r - \frac{r}{B_{\infty} m^{-1}} \bar{B}_t m^{-1} + e$$

여기서 C 는 어획량이다. 따라서, 이 식을 적용하여 매개변수를 추정하였으며, 자원관리 특성치인 MSY 와 F_{MSY} 를 추정하였다.

3. 적정어획사망계수 및 적정어획연령의 추정

1) Beverton and Holt 모델에 의한 추정

참조기 자원의 최대의 생산량을 만들게 되는 적정어획사망계수 및 적정어획연령을 구하기 위하여 아래의 Beverton and Holt(1957) 모델을 사용하였다.

$$\frac{Y}{R} = F \exp[-M(t_c - t_r)] W_{\infty} \sum_{n=0}^3 \frac{U_n \exp[-nK(t_c - t_0)]}{F + M + nK} \\ (1 - \exp[-(F + M)(t_i - t_c)])$$

여기서, $U_0=1, U_1=-3, U_2=3, U_3=-1$ 이며, W_{∞}, K, t_0 는 von Bertalanffy 성장식의 계수들이고, M 은 순간자연사망계수, t_r 은 어장가입연령, t_c 는 어구가 입연령, 혹은 어획개시연령이고, t_i 는 최고연령이다. 참조기자원을 이 모델에 적용시키기 위하여 사용한 자료는 다음과 같다. 장 등(1992b)에서 추정된 값들인 $L_{\infty}=36.17cm, W=0.0196L^{2.802}, K=0.3313, t_0=-0.2389, t_c=0.604, M=0.4$ 를 사용하였고, 국립수산진흥원(1988)에 의한 $t_r=0.295$ 와 $t_i=10$ 을 사용하였다.

2) 적정 $F_{0.1}$ 방법에 의한 추정

이 모델은 Deriso(1987)에 의해서 제안된 것으로 수산자원관리에 사용이 되고 있는 $F_{0.1}$ 값에 대한 다음과 같은 가정을 바탕으로 하고 있다. 즉 $F_{0.1}$ 방법을 Beverton and Holt(1957) 이론에 적용할 때, 가입당생산량을 최대화시키는 고유의 어획개시체장이 존재하므로 이와 관련된 두 개의 매개변수(어획개시체장과 $F_{0.1}$ 값)는 개개의 자원생물의 고유한 특성치인 M/K (순간자연사망계수와 von Bertalanffy 성장계수의 비)에 따라 결정이 된다는 것이다. 따라서 이 값을 사용하여 한 자원의 적정 개발율($E_{0.1}$)이나 적정가입체장 등을 다음의 다항식을

사용하여 개략적으로 추정한다(장, 1991).

적정개발율($E_{0.1}$) 추정식은

$$E_{0.1} = \exp[-0.400 - 0.263(M/K) + 0.079(M/K)^2 - 0.009(M/K)^3]$$

이며, 적정가입체장(L_{opt})을 추정하기 위하여 먼저 적정 가입체장비($C_{opt}=L_{opt}/L_{\infty}$)를 아래의 수식으로 구한다.

$$C_{opt} = \exp[-0.072 - 0.392(M/K) + 0.063(M/K)^2 - 0.006(M/K)^3]$$

상기의 수식을 사용하여 $E_{0.1}$ 과 L_{opt} 를 추정하는데는 입력자료로서, 장 등(1992b)에서 추정된 $M=0.4$ 와 $K=0.3313$ 을 적용하였다.

4. 자원상태의 변동

Zhang 모델식을 아래와 같이 정리하면 순간어획사망계수(F)를 조절함에 따라 미래 자원량의 변동을 예측할 수 있어, 어업자원의 회복 방안을 고찰하는 데 사용하였다.

$$B_{t+1} = B_t \exp\left(r - \frac{r}{B_{\infty} m^{-1}} \bar{B}_t m^{-1} - F_t\right)$$

여기서 r, B_{∞}, m 값은 최대지속적생산량(MSY)과 MSY 시의 어획수준을 추정하는 데 사용된 Zhang 모델에 의해 계산된 값을 적용하였다. 자원의 회복 방안을 알아보기 위하여 현재의 자원량을 기준으로 하여 다양한 F 값에 따라 자원량의 변화를 예측하였다.

결 과

1. 최대지속적생산량과 MSY 시 어획수준

1) Schaefer 모델과 Fox 모델에 의한 추정

Table 1에서 참조기의 1970~88년의 인당당 어획량 자료와 총 어획량 자료를 Schaefer 모델에 적용시켰으나, 83~88년의 CPUE가 자원의 상대적인 풍도치로서 대표될 수 없음으로 인해 모델에 잘 맞지 않았다($R^2=0.027$). 그러나 최근 6개년의 83~88년의 자료를 제외하여 1970~82년의 자료만을 사용하였을 경우에는($R^2=0.401$) 5% 유의수준에서 유의한 회귀관계를 나타내었으며, 추정된 MSY 는 37,000mt, f_{MSY} 는 316,400 인망수였다(Fig. 1).

Schaefer 모델에서와 동일하게 1970~82년 만의 자료를 Fox 모델에 적용시켰을 때, $R^2=0.463$ 으로 Schaefer 모델보다는 조금 높은 값을 보였고, 역시 5% 유의수준에서 유의하였다. 이 때의 MSY 는 33,450mt, f_{MSY} 는 325,700 인망수로 추정이 되었다(Fig. 1).

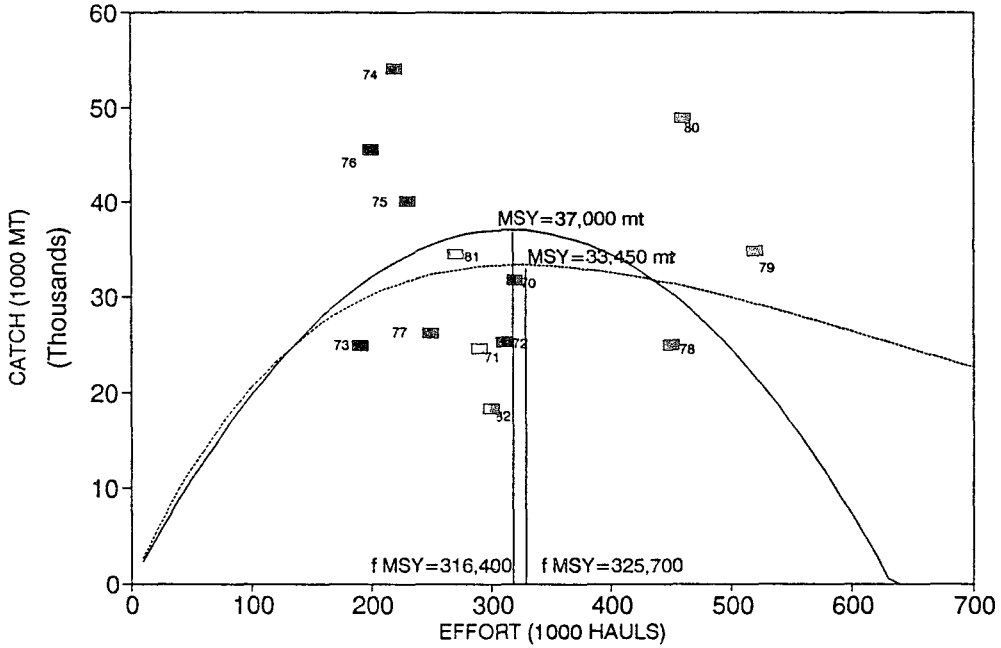


Fig. 1. Equilibrium yield curves for small yellow croaker off Korea from the Schaefer (1954) (solid line) and Fox (1970) (dotted line) models.

2) Zhang 모델에 의한 추정

Table 1의 자료에서 1970~88년의 자원량과 순간어획사망계수를 Zhang 모델에 적용시킨 결과, $m=2$, $r=0.985$, $B^*=184,000\text{mt}$ 로 추정되었고, 5% 유의수준에서 유의($R^2=0.503$)하였다(Fig. 2). 여기서 MSY는 45,328mt, F_{MSY} 는 0.493이었다. 또한, 자원량과 어획량 자료를 이용하는 방법에서 1970~88년의 자료를 이용하였을 때에는 $m=2$, $r=0.707$, $B^*=226,800\text{mt}$ 로 추정되었고, 5% 유의수준에서 유의($R^2=0.300$)하였다(Fig. 2). 이때의 MSY는 40,160 mt, F_{MSY} 는 0.353이었다.

2. 적정 어획사망계수 및 적정어획연령

1) Beverton and Holt 모델에 의한 추정

Fig. 3은 순간어획사망계수(F)에 대한 가입당생산량(Y/R)과 어획개시연령(t_c)과의 관계를 나타낸 것이다. 점선으로 표시된 종선은 현재의 어획개시연령(t_c)인 0.604, $F=1.11$ 에서의 가입당 생산량이 약 20g임을 나타낸다. 현재의 어획개시연령에서 가입당생산량의 최대치를 만들기 위해서는 F를 0.4 정도로 낮추어야 하나 가입당 생산량의 증가는 5g에 불과하며, F값이 현재의 수준인 1.11에서 최대의 가입당생산량을 얻기 위해서는 어획개시연령을 2.6세 정도로 높여야 한다. 또한 F를 지금보다는 현재

히 적은 0.2 정도로 낮추더라도 가입당 생산량이 최대가 되는 연령은 2세 정도이다. 그러나 Fig. 3이 보여주는 중요한 점은, F가 높을 때는 어획 개시연령이 낮아질수록 가입당 생산량이 급격히 떨어진다는 것이다.

Fig. 4는 어획개시연령(t_c)에 대한 순간어획사망계수(F)와 가입당생산량간의 관계를 나타낸 것이다. t_c 가 1.0세 이하에서는 F가 0.5 이하일 때, 최대의 가입당 생산량이 얻어진다. t_c 가 3.0세일 때, 가입당생산량은 가장 높은 수준에 있으나, 그 이상으로 t_c 를 증가시켜도 $t_c=3.0$ 세와 거의 같은 값을 보인다. 점선의 종선으로 표시된 현재의 F값에서는 t_c 가 3.0세에서 가입당생산량의 최대치가 나타나며, 3.0세 이하에서는 가입당생산량의 감소가 나타났다. 현재의 t_c 인 0.604에서는 F값이 0.4 정도에서 최대의 가입당생산량이 나타났다.

어획개시연령과 순간어획사망계수간의 상호변화에 따른 가입당생산량의 변동을 검토하기 위하여 Fig. 5와 같은 등생산량 곡선을 구하였다. 점선 A A'는 주어진 t_c 에 따라 최대의 가입당생산량을 산출하는 점들을 연결한 점이며, BB'는 F값에 따라 최대가입당생산량을 산출하는 점들을 연결하는 선으로 적정어획곡선이라 부른다. 현재 수준의 어획개시연령에서는 어획강도를 높이면, 가입당생산량

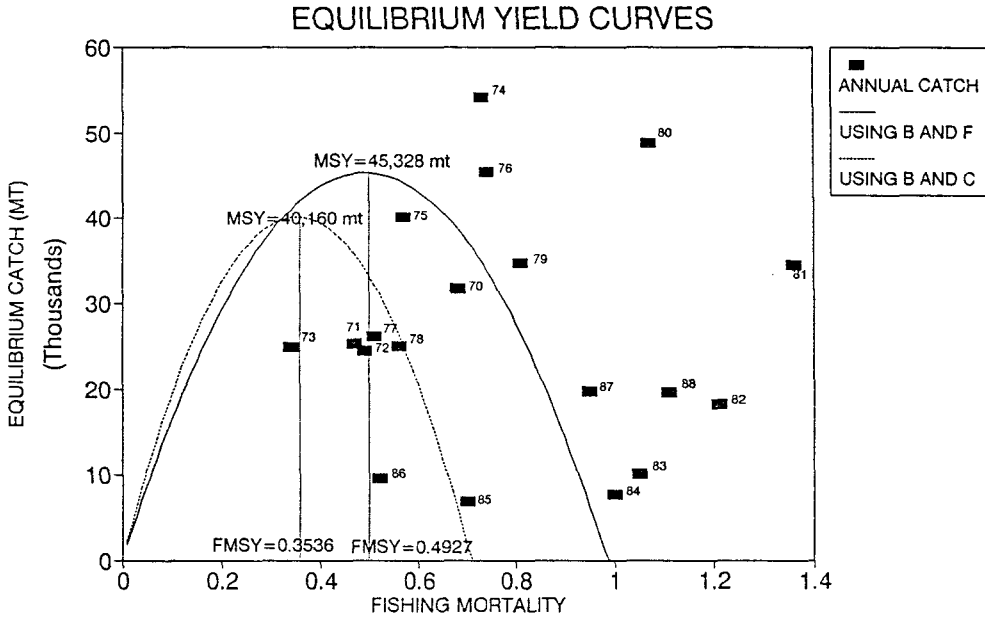


Fig. 2. Equilibrium yield curves for small yellow croaker off Korea from the biomass-based approach to the production model using biomass and fishing mortality (solid line) and biomass and catch (dotted line) as input data.

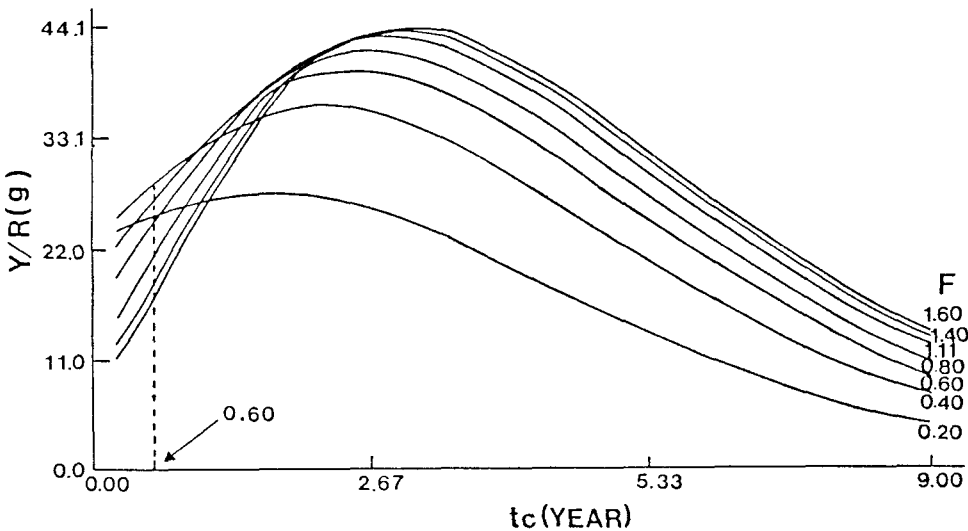


Fig. 3. Yield-per-recruit curves of small yellow croaker off Korea. Y/R against the age at first capture (t_c) for various fishing mortalities (F).

은 줄어들게 되며, 어획강도를 0.4 정도까지 낮추면, 가입당생산량은 약간 증가한다. 현재의 어획강도에서는 t_c 를 약 3.0세 정도로 높이면 최대의 가입당생산량을 얻게 된다.

2) 적정 $F_{0.1}$ 방법에 의한 추정

$F_{0.1}$ 방법에 의해 추정된 적정개발률($E_{0.1}$) 추정값

은 0.539였으며, $E = F/(M+F)$ 이므로 $F_{0.1}$ 은 0.468로 추정이 되었다. 또한, $C_{opt} = 0.6288$ 로 여기서, $L_{opt} = L_{\infty} \cdot C_{opt}$ 이므로 L_{∞} ($L_{\infty} = 36.17cm$) 값을 대입하여 추정된 적정가입체장(L_{opt})은 22.74cm로 추정되었다. 이것은 연령으로 환산하면 약 3세에 해당된다. 이 결과는 Beverton and Holt 모델에서 $t_c = 3$ 세일 때

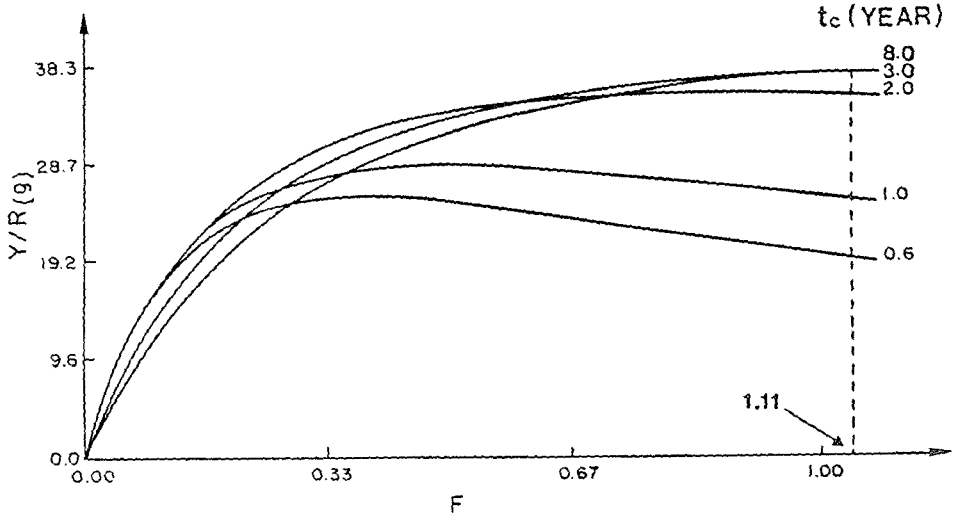


Fig. 4. Yield-per-recruit curves of small yellow croaker off Korea. Y/R against fishing mortalities (F) for various ages at first capture (t_c).

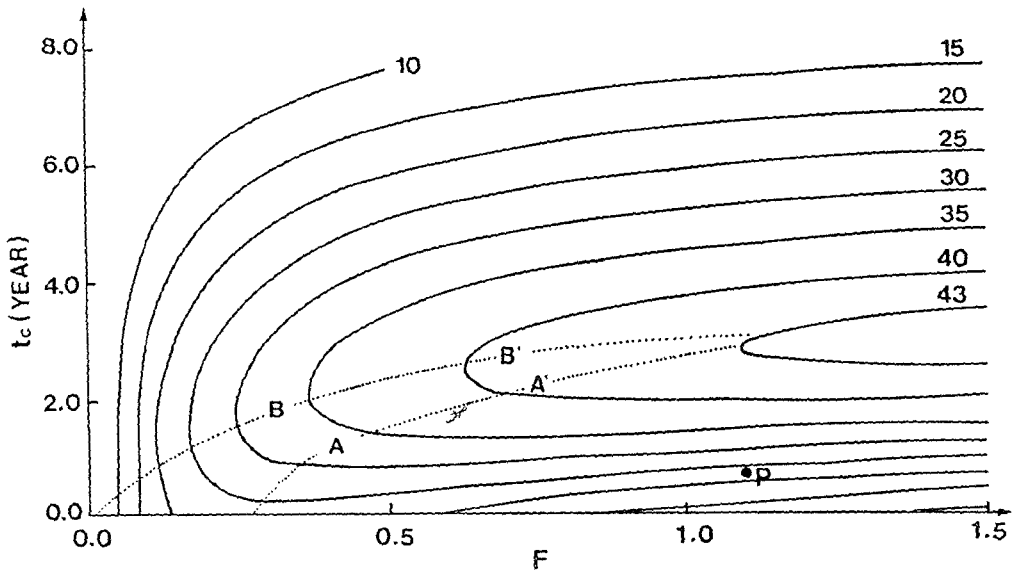


Fig. 5. Yield isopleths for small yellow croaker off Korea. P represents the current state of fishing mortality (F) and age at first capture (t_c).

최대의 가입당 생산량(43gram)을 얻은 것과 일치하고 있다(Fig. 3).

3. 자원의 변동 및 예측

Zhang의 잉여생산량 모델에 의한 자원량의 추정치와 생체량을 기초로 한 코호트분석에 의하여 추정된 참조기의 자원량이 비슷하게 나타남을 알 수 있었는데(Fig. 6), 이것은 실제 참조기 자원량의 변

동이 모델에 의해 잘 설명될 수 있음을 반영하는 것이라 할 수 있다. 또한, 이 모델을 사용하여 향후 자원량의 변화를 예측해 보고, 어획 강도의 수준을 조절함으로써 자원의 회복 방안을 모색해 보았다. 현재의 F 수준인 1.11을 포함해서 0.1~1.1 범위의 어획강도에 대해서 향후 20년 동안의 자원량의 예상 변동상황을 알아본 결과는 Fig. 7과 같다. 여기에서 나타난 바와 같이 F=1.11 수준으로 계속해

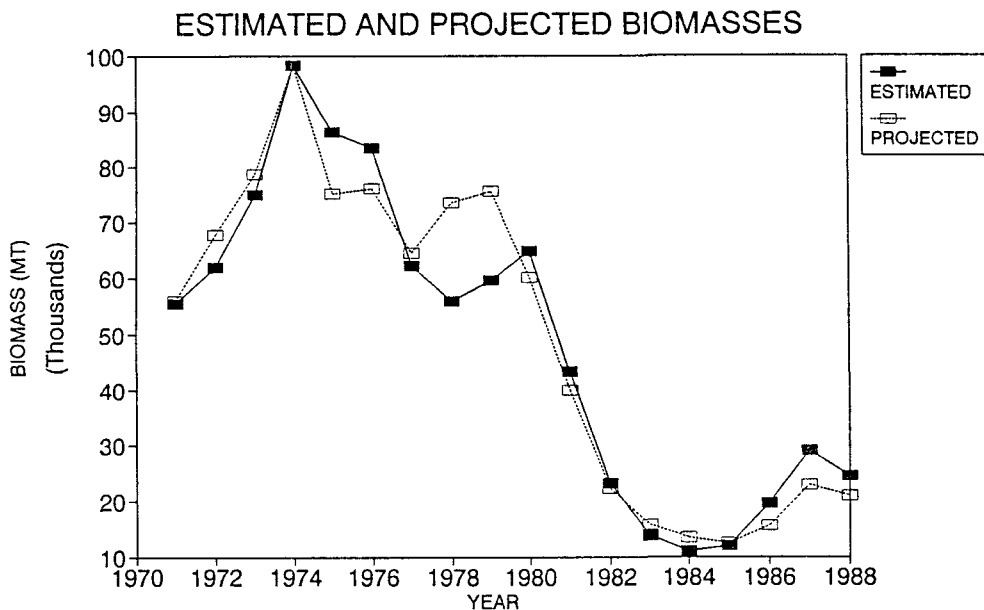


Fig. 6. Estimated biomass from the biomass-based cohort analysis and projected biomass from a difference equation derived from the biomass-based approach to the production model for small yellow croaker off Korea, 1970~1987.

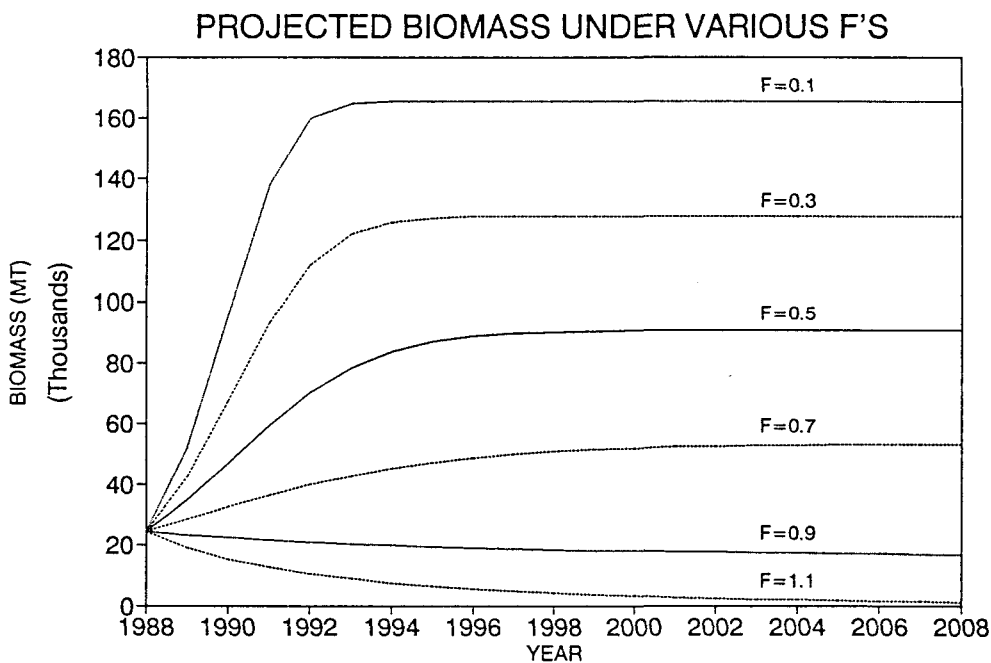


Fig. 7. Projected biomass of small yellow croaker for various levels of fishing mortality using the biomass-based approach to the production model.

어획한다면 약 10년 후에는 이 자원이 거의 소멸 되는 것으로 나타났다.

고 찰

참조기의 지난 20여년 동안의 어획량은 7,000~40,000mt 수준에서 감소되어 오고 있다. 잉여생산량 모델에 의해 추정된 MSY는 대략적으로 40,000mt 수준으로서 최근 년인 83~88년의 어획량 수준은 MSY에 비해 상당히 낮은 상태에 있음을 알 수 있다. 각 모델에서 추정된 MSY를 비교하여 보면, Shaefer와 Fox 모델에 의하여 인망당 어획량 자료와 총어획량 자료를 적용시켜 추정된 값들이 각각 37,000mt와 33,450mt였고, Zhang 모델에 의하여 자원량과 순간어획사망계수를 적용시킨 MSY는 45,328mt, 자원량과 어획량 자료를 이용하는 방법에서는 40,160mt로 각각 추정되었다. 이 현상은 이 모델들이 각기 독립된 다른 자료를 이용하여 MSY를 추정하였으나, 추정된 값은 거의 비슷한 결과를 보였다. 결정계수(R^2)에 있어서는 자원량과 순간어획사망계수를 이용한 Zhang 모델에서 가장 높게 나타났다.

그러나 잉여생산량 모델은 연도별 어획량 및 노력량과 같은 최소한의 자료로 MSY 및 적정 어획량을 추정할 수 있다는 장점이 있으나 자원의 상태가 안정된 평형상태임을 전제로 해야 하는데, 실제로는 이러한 가정이 비판없이 받아들여질 수가 없다. 즉, 비정상적인 환경조건으로 인한 연평균의 양적 차이가 클 때에는 이러한 모델들의 적용 결과는 신뢰성이 떨어질 것이다. 그 외에 CPUE와 노력량간의 비례관계가 정확하게 성립되지 않거나, 어획지역이 참조기 자원이 분포하는 전 지역을 대상으로 하지 않았을 때는 마찬가지로 결과를 유발시킬 것이다. 이러한 관점에서 볼 때, 본 연구에 사용된 자료들은 약간의 문제점을 포함할 수 있다. 과거 20년간에 걸쳐 해양의 환경이 참조기 자원의 가입에 심각한 영향을 미쳤으리라 생각하지만, 아직 그들의 가입기작을 조절하는 중요한 환경요인은 밝혀지지 않았다. 또한 자연 환경의 변동 이외에도 연근해 어업의 발달에 따라 어획 지역의 확장 내지 변화는 자원량 및 MSY 추정을 위한 모델 적용의 결과에 고려되어야 한다.

참조기자원을 가입당 생산량 모델에 적용시킨 결과를 사용하여 자원관리 방안을 모색해 보면, 현재의 $t_c=0.604$, $F=1.11$ 에서 가입당 생산량은 약 20g 정도에 불과하다. 여기서 최대의 가입당생산량을

만들게 되는 조합을 생각해 보면, 현재의 t_c 인 0.604세에서는 F 를 0.4 정도로 낮추어야 하나, 가입당생산량의 큰 증가는 없다. 즉, 현재의 20g에서 25g밖에 증가되지 않는다. 그러나, 한편으로 t_c 를 3세 부근으로 조정하면 최대의 가입당생산량(43g)을 얻을 수 있고, 이 값은 역시 $F_{0.1}$ 방법에서 추정된 적정가입체장을 연령으로 환산한 결과와 거의 일치함을 알 수 있다(Fig. 3). Zhang 모델을 이용한 자원의 회복방안에서 $F=0.7$ 을 유지한다면 지금과 거의 같은 자원량을 유지할 수 있을 것이고, F 가 이보다 낮아져 $F=0.5$ 이 되면 8년 이내에 현재 자원량의 두배가 될 것이다. 즉, 1970년 초에는 $F=0.5$ 에 자원량이 8만톤 정도 존재하였는데, 지금이라도 어획 강도를 그 수준으로 조절한다면 8년 이내에는 8만톤 이상의 자원량이 확보되어 참조기자원이 20년 전의 상태로 회복될 수 있는 것으로 나타났다.

감사의 글

이 논문이 완성되기까지 많은 도움을 주신 해양연구소의 유신재, 김종관 박사님께 감사를 드리며, 자료의 정리 및 교정에 도움을 주신 안순모군과 윤선희양에게도 감사를 드립니다. 또한 기본 자료의 제공과 더불어 아낌없는 조언을 해주신 국립수산진흥원의 김용문 과장님, 박차수 연구관, 김진영 연구관, 이동우 연구사, 연인자 연구사에게도 감사를 드립니다. 끝으로 이 논문은 해양연구소의 1991~1992년 기본연구과제(PE00250)의 일환으로 수행되었습니다.

요 약

한국근해 참조기의 지난 20여년 동안의 어획자료를 사용하여 잉여생산량 모델에 의해 추정된 MSY를 비교하여 보면, Shaefer와 Fox 모델에 의하여 추정된 값들은 각각 37,000mt와 33,450mt였고, Zhang 모델에 의하여 자원량과 순간어획사망계수를 적용시킨 MSY는 45,328mt, 자원량과 어획량 자료를 이용하는 방법에서는 40,160mt로 각각 추정되었다. 이 현상은 이 모델들이 각기 독립된 다른 자료를 이용하여 MSY를 추정하였으나, 추정된 값은 거의 비슷한 결과를 보였다.

참조기자원을 가입당생산량 모델에 적용시킨 결과를 사용하여 자원관리 방안을 모색해 보면, 가능한 최대 가입당 생산량이 43g임에 비하여 현재의

$t_c=0.604$, $F=1.11$ 에서의 가입당생산량은 약 20g 정도에 불과하다. 여기서 t_c 를 현재 상태로 고정시킨 후, 가입당생산량을 높이는 방안을 생각해 보면, F 를 현재의 1.11에서 0.4 정도로 낮추어야 하나, 가입당생산량의 큰 증가는 없다. 즉, 현재의 20g에서 25g밖에 증가되지 않는다. 그러나, 현재의 어획강도 (F)를 고정시키는 경우에는 t_c 를 현재의 0.604세에서 3세 부근으로 조정하면 최대의 가입당생산량 (43g)을 얻을 수 있고, 이 t_c 값은 역시 $F_{0.1}$ 방법에서 추정된 적정어획체장을 연령으로 환산한 결과와 거의 일치함을 알 수 있다. Zhang 모델을 이용한 자원의 회복 방안에서 참조기 자원의 최대생산가능 자원량(B^*_{MSY})를 유지시키려면 F 를 약 0.5 수준으로 낮추어야 하고, 이 수준에서 약 8년 뒤에는 자원량이 적정 수준에 거의 접근하게 된다.

참 고 문 헌

- 국립수산진흥원. 1988. 연근해 어업자원 평가. 수산자원조사보고. 제10호, 254 p.
- 배동환. 1960. 한국근해에 있어서 참조기 자원의 자원생물학적 연구. 수진 수산자원 조사보고, 4(53) : 61~62.
- 장창익. 1991. 수산자원 생태학. 우성문화사. 399 p.
- 장창익, 김용문, 유신재, 김종관, 안순모. 1992a. 한국근해 참조기의 자원량 변동에 관한 연구. 한수지, 25(1): 37~44.
- 장창익, 김용문, 유신재, 박차수, 김수암, 김종관, 윤성봉. 1992b. 한국 근해 참조기의 자원생태학적 특성치 추정. 한수지, 25(1): 29~36.
- Beverton, R. J. H. and S. J. Holt. 1957. On the dynamics of exploited fish populations. Fishery investigations, Series II, Marine Fisheries, Great Britain Ministry of Agriculture, Fisheries and Food 19.
- Deriso, R. B. 1987. Optimal $F_{0.1}$ criteria and their relationship to maximum sustainable yield. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 44(Suppl. 2) : 339~348.
- Ikeda, I. 1964. Studies and fishery biology of the yellow croaker in the East China Sea and the Yellow Sea. Bull. Seikai Reg. Fish. Res. Lab. 31 : 49~81.
- Fox, W. W., Jr. 1970. An exponential surplus yield model for optimizing exploited fish populations. Trans. Amer. Fish. Soc. 90 : 80~88.
- Schaefer, M. B. 1954. Some aspects of the dynamics of populations important to the management of commercial marine fisheries. Inter. Am. Trop. Tuna Comm. Bull. 1 : 25~56.
- Zhang, C. I. 1987. Biology and population dynamics of Alaska plaice, *Pleuronectes quadrituberculatus*, in the eastern Bering Sea. Doctoral dissertation. University of Washington, Seattle. 225 p.

1991년 12월 23일 접수

1992년 3월 6일 수리