

한국 연근해 갈치의 자원평가 및 관리방안 연구

2. 한국 연근해 갈치의 자원량 변동

장창익 · 손명호
부경대학교 해양생산관리학과

A Study on the Stock Assessment and Management Implications of the Hairtail, *Trichiurus lepturus* Linne in Korean Waters

2. Variations in Population Biomass of the Hairtail, *Trichiurus lepturus* Linne in Korean Waters

Chang Ik ZHANG and Myoung Ho SOHN

Department of Marine Production Management, Pukyong National University, Pusan 608-737, Korea

Annual biomasses of the hairtail, *Trichiurus lepturus*, were estimated from the biomass-based cohort analysis (Zhang, 1987), using data of annual catch in weight at age during 1970~1988 in Korean waters. Annual biomass of the hairtail was peaked at about 240,000 mt in 1975, and thereafter declined with a slight fluctuation. Adult biomass showed a peak in 1978 with about 55,000 mt. However, it has continuously decreased until 1980 to the level of 9,000 mt and remained at this level till 1988. Age compositions of the hairtail in the 1980s differed greatly from those in the 1970s. The proportions of older hairtail (>4 years) were very low in the 1980s and even the biomasses of young hairtail (1~3 years) were at a low level in the 1980s compared with the level in 1970s. The 1973 and 1974 year classes appeared to be relatively dominant. The mean value of instantaneous rate of fishing mortality (F) in the 1980s was significantly different from that of the 1970s (P<0.05). Recruitment of the hairtail exhibited a similar trend with stock biomass until 1974, indicating the density-dependent Ricker curve.

Key words : biomass-based cohort analysis, age composition, year class, fishing mortality, recruitment, Ricker curve

서 론

동중국해, 황해 및 우리나라 남해안에 널리 분포하고 있는 갈치(Hairtail, *Trichiurus lepturus* Linne)는 난류성 어종으로(신과 민, 1958), 참조기와 더불어 우리나라 연근해 어업생산에 매우 중요한 위치를 차지하여 왔다.

한국 연근해에 분포하는 갈치는 주로 황해계군과 동중국해북부계군으로 구성되어 있으며, 이 두 계군은 1월에서 3월사이의 월동기간에는 제주도 서남방과 동중국해 북부해역에서 합류하다가 수온이 상승하는 4월부터 북상 회유하기 시작하여 7~8월에는 한국 남해연안과 서해남부해역에 농밀군을 형성하는 것으로 알려져 있다. 서해로 북상한 어군은 가을철 수온의 하강과 더불어 남하하기 시작하여 10월에는 흑산도 근해와 제주도 서남해역에서 농밀한 어군을 형성하고, 남해연안으로 집안한 어군은 11월부터 남하하기 시작하여 제주도 서남방 및 동중국해 북부해역에서 월동한다(NFRDA, 1988). 우리나라의 연근해에서 어획되는 갈치는 상기 두 계군이 주를 이루고 있으며, 어획은 제주도 서남방 및 동중국해 북부어장의

이용율이 높은 것으로 알려져 있다(NFRDA, 1988). 이 어장은 중국과 일본의 어선들에 의해서도 어획이 경쟁적으로 이루어지고 있는 것으로 알려져 있으나, 그 이용규모가 어느 정도인지는 정확하게 밝혀져 있지 않은 상태이다.

우리나라의 연근해에서 어획되는 갈치의 어획량은 1970년 이전에는 연평균 약 3만톤의 수준에서 약간의 연변동을 보였으나, 1970년부터 급격히 증가하여 1974년에는 16만톤을 초과하는 최대의 어획수준을 보인 후 1977년에는 약 8만톤으로 감소하였다. 이후 다시 증가를 보여 1988년까지 10만톤에서 15만톤 수준을 나타내고 있다(Table 1). 갈치어업의 중심어장은 한반도 근해에서부터 점차 남하하는 경향을 보이고 있으며, 단위노력당어획량(CPUE)도 1970년 이후 근년까지 점차 줄어들고 있는 것으로 보고되었다(KORDI, 1990).

한국 연근해의 갈치에 관한 연구를 살펴보면 분포 및 자원생태에 관해서 신과 민(1958), Joo(1971), Hwang and Hong(1985) 등의 연구가 있으며, 갈치의 어획과 해황에 관해서 Baik and Park(1986)의 연구가 있다. 최근

Table 1. Catch in weight (mt) at age of the hairtail off Korea, 1970~1988

YEAR	Age						Total
	1	2	3	4	5	6	
1970	48,295	12,345	4,932	2,155	953	401	69,081
1971	65,789	10,483	3,787	1,724	762	307	82,852
1972	88,335	15,609	4,280	1,423	496	165	110,308
1973	112,170	9,187	1,999	571	174	50	124,151
1974	142,597	18,370	4,043	1,015	283	83	166,391
1975	110,170	8,199	1,469	397	120	36	120,391
1976	24,508	90,347	3,782	1,045	312	72	120,066
1977	52,020	15,014	5,350	1,816	623	203	75,026
1978	50,374	17,764	9,433	5,086	2,401	1,016	86,074
1979	57,790	22,068	16,950	12,410	7,485	4,032	120,735
1980	100,003	14,338	3,959	1,176	384	120	119,980
1981	129,764	13,188	3,323	975	325	103	147,678
1982	108,740	9,208	2,720	903	305	98	121,974
1983	138,698	10,257	2,579	794	244	76	152,648
1984	132,675	9,714	2,210	596	174	44	145,413
1985	111,107	11,217	3,433	1,251	459	153	127,620
1986	96,461	7,443	2,302	904	344	118	107,572
1987	99,032	9,653	3,153	1,100	374	125	113,437
1988	91,819	8,960	2,409	772	261	83	104,304

(Data source : National Fisheries Research and Development Agency)

년에 들어와서 Yoo and Zhang (1993)은 시계열 분석에 의한 어획량 예측에 관한 연구를, Zhang (1996)은 갈치의 자원생태학적 특성치를 추정하고 비교분석한 연구를 수행한 바 있다. 그러나 갈치 자원의 어업과 생태에 관한 연구가 부분적으로 수행되어 오기는 했으나, 갈치의 자원량 추정에 대한 연구는 전무한 실정이다.

본 논문에서는 한국 연근해 어업의 대상이 되는 갈치의 연도별 연령별 어획량 자료와 자원생태학적 특성치 추정값 (Zhang, 1996)들을 이용하여, 생체량을 기초로 한 연금근 분석법으로 갈치 자원의 연도별 연령별 자원량을 추정하고 그 변동상태를 분석하여 갈치 자원의 관리를 위한 기초자료로서 활용하는데 목적을 두고 있다.

자료 및 방법

한국 연근해 갈치의 자원량을 추정하는데는 성장개념을 포함시킨 생체량을 기초로 한 코호트 분석법 (Zhang, 1987; Zhang and Sullivan, 1988)이 기존의 다른 모델들에 비하여 몇 가지의 장점을 가지고 있으므로 이 모델을 적용하여 자원량을 추정하였다. 이 방법에서는 대상 연도의 연령별 어획중량과 연령별 성장률, 순간자연사망계수, 마지막 순간어획사망계수 등을 입력자료로서 사용하였다.

1. 연도별 연령별 자원량

국립수산진흥원에서 수집분석된 1970~1988년 기간에 대한 연도별 연령별 어획중량 (Table 1)을 사용하여 다음의 방법으로 연도별 연령별 자원량을 추정하였다.

이 방법에서는 어업자원역학에서 사용되는 Baranov의 어획방정식과 지수함수적 생산식 및 지수함수적 성장식 등 세 개의 기본식이 사용되었다. 먼저, 생체량에 대한 Baranov의 어획방정식은

$$C_{ij} = \frac{B_{ij}F_{ij}}{F_{ij} + M - G_{ij}} \{1 - \exp[-(F_{ij} + M - G_{ij})]\} \quad (1)$$

여기서, C_{ij} 는 i 년 j 연령어의 어획중량
 B_{ij} 는 i 년초 j 연령어의 자원중량
 F_{ij} 는 i 년 j 연령어의 순간어획사망계수
 M 은 순간자연사망계수 (상수)
 G_{ij} 은 i 년 j 연령어의 순간성장률

과 같고, 지수함수적 생산식 및 성장식으로부터 구한 자원중량의 변화를 나타내는 식은 아래와 같다.

$$B_{i+j+1} = B_{ij} \exp[-(F_{ij} + M - G_{ij})] \quad (2)$$

와 같다. 위의 식 (2)를 식 (1)로 나누면,

$$\frac{B_{i+j+1}}{C_{ij}} = \frac{(F_{ij}+M-G_{ij})\exp\{-(F_{ij}+M-G_{ij})\}}{F_{ij}[1-\exp\{-(F_{ij}+M-G_{ij})\}]} \quad (3)$$

과 같다. 위의 식들을 반복적으로 사용하여 자원증량과 순간어획사망계수를 구하는 방법이 있지만 계산과정이 복잡하므로, Pope (1972)의 개략치를 구하는 방법과 마찬가지로 위의 생체량을 기초로한 모델에 대해서도 개략치를 구하는 식으로써 연초의 자원량을 추정하였다 (Zhang, 1991). 즉,

$$B_{ij} = B_{i+j+1} \exp(M-G_{ij}) + C_{ij} \exp\left(\frac{M-G_{ij}}{2}\right) \quad (4)$$

순간어획사망계수는 식 (2)로부터 아래의 식에 의거 추정하였다.

$$F_{ij} = \ln\left(\frac{B_{ij}}{B_{i+j+1}}\right) - M + G_{ij} \quad (5)$$

이상의 모델을 이용하여 모든 연도와 연령에 대하여 자원량과 순간어획사망계수를 추정하였다. 여기서 추정된 B_{ij} 는 i 년초 j 세의 자원증량을 나타내며, 본 모델에서는 어획이 해당연도의 중간시점에서 순간적으로 이루어짐을 가정하고 있기 때문에 어획직전의 j 세의 자원증량을 다음의 식을 사용하여 구하였다.

$$B'_{ij} = B_{ij} \exp\left(-\frac{M-G_{ij}}{2}\right) \quad (6)$$

본 연구에서 위의 모델의 입력자료로서 필요한 G_{ij} 값들을 추정하는데 사용된 von Bertalanffy의 성장계수는 Zhang (1996)의 추정치인 $L_{\infty} = 46.01$ cm, $K = 0.3868/\text{년}$, $t_0 = -0.3220$ 값을 사용하였고, 체장-체중 관계식은 국립수산진흥원 (1994)의 $W = 0.06321L^{2.5456}$ (W : g, L : cm)을 각각 이용하였다. 한편, 다른 입력자료인 순간자연사망계수와 마지막 순간어획사망계수는 아래의 방법에 의해 구하였다.

2. 순간자연사망계수 (M)와 마지막 순간어획사망계수 (terminal F)

자연사망은 어획대상 크기로 성장한 개체들이 어장에 가입한 후, 어획을 제외한 다른 요인들에 기인된 사망을 자연사망으로 간주하고 이입과 이출은 고려하지 않았다. 순간자연사망계수는 Alvarson and Carney (1975) 방법에 의해 추정된 값과 Alagaraja (1984) 방법을 이용하여 추정된 값의 평균치인 0.441/년을 사용하였다 (Zhang,

1996). 마지막 순간어획사망계수는 어획물곡선법으로 추정된 생장을 값에서 변환하여 추정된 순간전사망계수 (Z)의 값 1.284/년에서 순간자연사망계수 0.441/년을 제한 0.843/년을 마지막 해의 전연령 및 전연도의 마지막 연령에 대한 마지막 순간어획사망계수로 사용하였다 (Zhang, 1996). 동일한 마지막어획사망계수를 사용했으므로, 식 (5)에 의하여 1차로 추정된 연도별 연령별 어획사망계수 (F)를 사용하여 실제의 자원구조를 반영하는 자원량과 어획사망계수를 구하기 위하여 다음과 같이 반복계산에 의한 보정을 하였다. 첫째, 어획사망계수는 연령별로 어구의 선택비가 다를 것 ($F(a) = s(a)F$)으로 가정하여 마지막 해의 전연령과 전연도의 마지막 연령을 제외한 연령별 평균 F 로부터 연령별 선택비 ($s(a)$)를 구해서 마지막해의 F 값을 각 연령별로 보정하였다. 둘째, 어획사망계수는 연도별로 어획강도가 다를 것 ($F(t) = qf(t)$)으로 가정하여 마지막 해의 전연령과 전연도의 마지막 연령을 제외한 연도별 평균 F 로부터 구한 연도별 어획강도비 ($f(t)$)를 구해서 전체 연도의 마지막 F 값을 보정하였다. 이와 같이 보정된 값들을 다시 입력자료로 사용하여 모델식에 의하여 연도별 연령별 자원량과 어획사망계수를 추정하였다. q 는 $f(t)$ 와 $F(t)$ 와의 관계를 나타내는 상수이다.

3. 순간성장율 (G_{ij})

갈치의 연도별 성장에 관한 자료를 이용할 수 없었기 때문에 매년 성장에 큰 차이가 없을 것이라 가정하고, 국립수산진흥원 (1994)의 체장-체중관계식을 이용하여 연령별 체중을 구한 다음, 연령별 순간성장율을 구한 Zhang (1996)의 결과를 인용하였다.

본 연구에서 연도별 연령별 자원량 및 순간어획사망계수를 추정하는데에는 컴퓨터 소프트웨어인 EXCEL을 이용하였다.

결 과

1. 연도별 자원량의 변동

한국 연근해 갈치의 1970~1988년간 연도별 어획직전의 자원량과 완전성숙연령으로 간주한 3세 (NFRDA, 1988) 이상의 성어자원량을 각각 추정하였다 (Fig. 1). 여기서 어획직전의 자원량은 해당연도의 중간시점의 자원증량을 의미한다. 연도별 어획직전의 자원량은 1975년까지 급격히 증가하여 1975년에 약 24만톤으로 가장 높은 수준을 보이다가 서서히 감소하기 시작하여 1980년에는 약 14만톤의 수준에 달한 후, 1987년까지 이 수준의

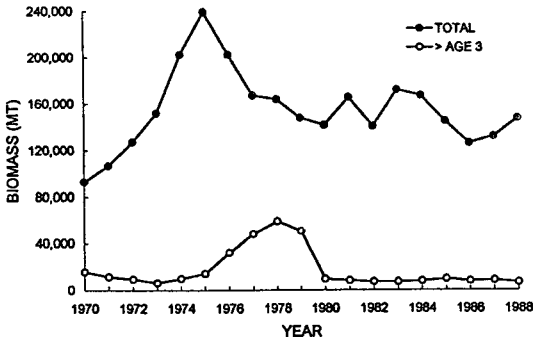


Fig. 1. Annual changes in total biomass and adult (ages 3 and older) biomass of hairtail in Korean waters, 1970~1988.

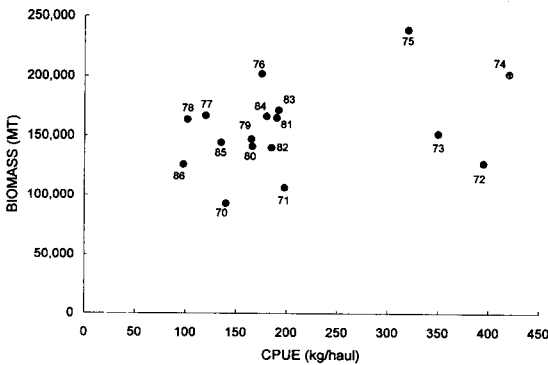


Fig. 2. Relationship between biomass estimates and CPUE (kg/haul) of hairtail by the Korean large stow net fishery, 1970~1986.

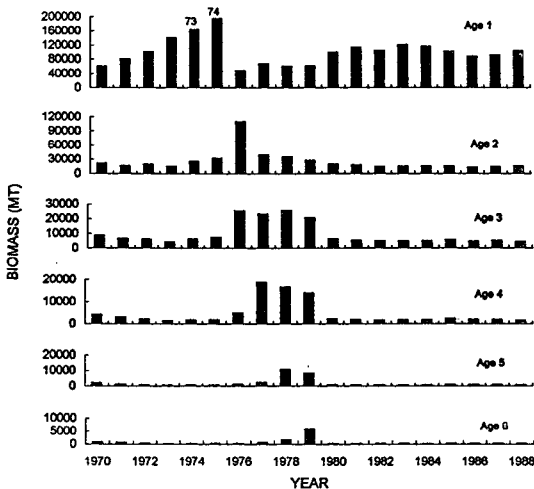


Fig. 3. Annual changes in biomass by age of hairtail in Korean waters, 1970~1988.

자원량을 유지하였고 1987년 이후부터 약간의 증가 경향

을 나타내었다. 성어자원량도 비슷한 경향을 보여 1978년에 약 5.5만톤으로 최대수준을 나타내다가 전체자원량의 변화 패턴과 유사하게 1980년까지 감소하여 약 9천톤의 수준을 나타냈으며, 이후 1988년까지 이 수준에서 일정하게 유지되고 있는 상태이다.

Fig. 2는 본 연구에서 추정된 갈치 자원량과 한국 대형안강망 어업으로부터 구한 1970~1986년의 연도별 갈치의 양망당 어획량(CPUE) 자료(NFRDA, 1988)의 관계를 보여준다. 상대자원량 지수인 CPUE의 변동경향을 살펴보면, 1970년에 약 150 kg에서 점차 증가하여 1972~1974년에는 약 350~430 kg 정도를 나타내다가 급격히 감소하였다. 1978년에는 약 100 kg 정도로 최소치를 나타낸 이후 약간 증가하여 1984년까지 약 180 kg의 수준을 유지하다가 다시 감소하여 1986년에는 약 100 kg 정도를 나타내었다. 자원량이 많았던 1974년과 1975년의 CPUE는 높았으나 1976년의 CPUE는 낮게 나타났으며, 또한 자원량이 적었던 1972년과 1973년의 CPUE는 높게 나타나는 현상을 보임으로써 CPUE가 자원량의 크기를 비례적으로 반영하지 못한 것으로 나타났다.

2. 연령별 자원량의 변동

생체량을 기초로 한 코호트 분석에 의하여 추정된 한국 근해 갈치의 1970~1988년 간의 연도별 연령별 자원량을 보면 (Fig. 3), 연령별 자원량은 가입대상인 1세에서 가장 높게 나타났으며, 그 다음으로 2세와 3세 등의 순서로 나타났다. 연도별 자원량을 보면 70년대와 80년대 사이에 큰 차이를 보여주고 있다. 특히 1980년대에는 연령 4세 이상의 대형어는 거의 나타나지 않고 있으며, 1세에서 3세까지 소형어 자원량도 70년대 수준에 비해 크게 감소된 현상을 나타내고 있다. 가장 두드러지게 나타나는 탁월연급군은 1973 및 1974년 연급군이었다. 1975년 연급군도 다른 연급군에 비해 우세한 연급군으로 나타났고, 4세부터 상대적으로 약해져서 5세부터는 거의 소멸되고 있다.

3. 연도별 순간어획사망계수와 어획량간의 관계

Table 2와 3은 1970~1988년의 연도별 연령별 어획사망계수의 계산과정표이다. Table 2는 1차 추정된 어획사망계수로부터 마지막 해의 전(全)연령을 제외한 연령별 평균 F와 이로부터 추정된 연령별 선택비, 연령별로 보정된 마지막 F를 보여준다. Table 3에는 마지막 연령의 전(全)연도에 해당하는 F값을 제외한 연도별 F와 이로부터 추정된 연도별 어획강도비 및 마지막 F값을 나타내었다.

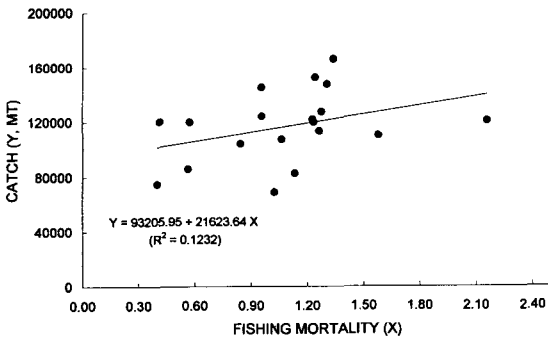


Fig. 4. Relationship between catch and fishing mortality of hairtail in Korean waters, 1970~1988.

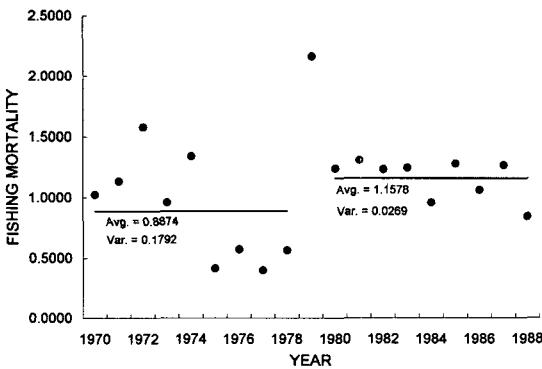


Fig. 5. Annual changes in fishing mortality of hairtail in Korean waters, 1970~1988.

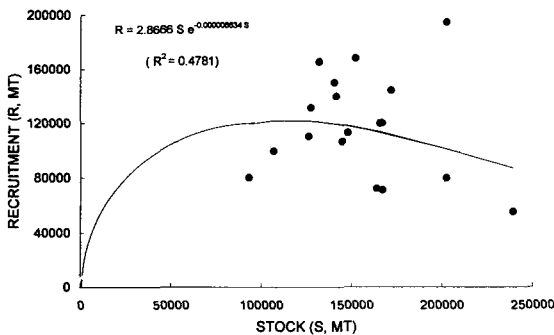


Fig. 6. Relationship between stock and recruitment of hairtail in Korean waters, 1970~1988.

연도별 순간어획사망계수와 연도별 어획량과의 관계를 보면, 전반적으로 어획사망계수가 증가할수록 어획량이 증가하는 경향을 나타내고 있다 (Fig. 4). 특히, 어획사망계수가 0.95~1.35일 때 전체적으로 높은 어획량을 나타내었다. 1970~1988년의 연도별 순간어획사망계수는, 1979년을 경계로 하여 1970년에서 1978년까지는 평균순간어획사망계수가 0.887 (분산 : 0.179)이었으나, 1980년

에서 1988년까지는 1.158 (분산 : 0.027)으로 나타나 1980년대의 어획강도가 높았음을 보여주고, 또한 1970년대의 어획강도는 1980년대에 비하여 연도 간에 훨씬 높은 변동을 보였다 (1970년대 변동계수, CV=47.7% ; 1980년대 변동계수, CV=14.2%) (Fig. 5). 따라서 이 두 시기의 평균치에 대한 차이를 검정하기 위하여 귀무가설, 즉 $H_0 : F_{70's} = F_{80's}$ 에 대하여 t-test를 실시한 결과, 70년대와 80년대의 평균순간어획사망계수는 $\alpha=0.05$ 에서 서로 유의성이 있는 것으로 나타났다 ($P < 0.05$).

4. 자원량과 가입량과의 관계

한국 연근해 갈치 자원의 가입량과 자원량의 관계분석을 위한 연도별 자원량 추정치 (Fig. 1 참조)에서 Zhang (1996)이 추정한 어획개시연령이 0.787세였으므로 1세의 자원량을 가입량으로 간주하였다. 따라서, 어느 해의 1세 자원량과 그 이전 해의 자원량과의 관계를 나타내는 자원량과 가입량의 관계는 Fig. 6에서 보는 바와 같이 밀도종속적인 관계를 나타내는 Ricker curve를 보여주고 있다.

고찰

한국 연근해의 갈치자원은 전통적으로 참조기와 더불어 경제적으로 가장 중요한 저서어업자원으로 이용되어 왔으나, 최근 참조기 자원의 감소 (Zhang et al., 1992)로 인해 상대적으로 갈치자원의 중요성은 더욱 부각되고 있는 실정에 있다. 그러나, 아직 이 자원에 대한 상세한 자원학적 연구가 결핍되어 있으므로 참조기 자원과 같은 전철을 밟지 않도록 심도있는 연구의 필요성이 요구되고 있다. 그러나, 본 연구에서는 한국 근해의 갈치자원이 감소되고 있다는 몇 가지의 징후가 나타났다. 먼저, 자원량의 수준에 있어서 1985~1987년의 평균 자원량 수준은 약 10년전인 1975년의 자원량에 비해 약 56% 정도 감소하였다. 코호트 분석에 의한 자원량의 추정치는 보통 불명확한 마지막 F값을 사용하는 경우, 추정되는 마지막 수년의 추정치는 마지막 F값에 영향을 받게 되어 신뢰성이 떨어지는 것으로 알려져 있다. 마지막 어획사망계수는 각 연도별 연령별 순간어획사망계수의 평균치를 이용하여 보정하였고, 이 보정된 값을 사용하여 자원량을 추정하였으나 여전히 1988년의 자원량 추정값은 신뢰도가 좀 떨어지는 것으로 생각되며, 실제로 자원량이 증가되었는지는 불확실해 보인다.

본 논문에서 추정된 자원량은 중국과 일본의 어획자료가 제외된 채 한국만의 어획자료에 의해 추정된 값이며

Table 2. Tuned instantaneous rate of fishing mortality by age of the hairtail off Korea, 1970~1988

Age	M_t	G_t	Mean F_a	$S(a)$	F'_t
1	0.441	0.999	1.895	1.000	0.843
2	0.441	0.507	1.077	0.940	0.792
3	0.441	0.295	0.882	0.769	0.648
4	0.441	0.182	0.895	0.781	0.658
5	0.441	0.117	0.983	0.858	0.723
6	0.441	0.117		1.000	0.843

Mean F_a : mean F by age excluding F_s for the last year (1998)

$S(a)$: Selection ratio by age

F'_t : terminal F tuned by age

Table 3. Tuned instantaneous rate of fishing mortality by year of the hairtail off Korea, 1970~1988

Year	Mean F_t	$f(t)$	F'_t
1970	1.071	0.934	1.024
1971	1.186	1.034	1.134
1972	1.652	1.441	1.579
1973	1.003	0.875	0.959
1974	1.402	1.223	1.340
1975	0.433	0.378	0.414
1976	0.600	0.523	0.573
1977	0.418	0.365	0.400
1978	0.590	0.514	0.564
1979	2.262	1.973	2.162
1980	1.293	1.128	1.236
1981	1.367	1.192	1.307
1982	1.287	1.122	1.230
1983	1.301	1.135	1.243
1984	1.001	0.873	0.957
1985	1.337	1.166	1.278
1986	1.111	0.969	1.062
1987	1.323	1.154	1.265
1988	-	1.000	0.843

Mean F_t : mean F by year excluding F_s for the last age (age 6)

$f(t)$: fishing intensity ratio by year

F'_t : terminal F tuned by year

로 실제 자원량은 본 추정치보다 클 것으로 예상된다. 따라서, 3개국에 의해서 이용되고 있는 대상계군과 이 계군들의 혼합정도, 각 계군들에 대한 국가별 이용규모 등에 대한 자료와 정보가 추가되어야 정확하고 완벽한 자원량의 추정이 가능할 것으로 사료된다.

어획량에 있어서는 가장 많은 어획량을 보인 1974년의 약 17만톤에 비하여 1986~1988년의 평균어획량은 약 11만톤을 나타냄으로써 약 35% 정도가 감소된 것으로 나타났다. 또한, 어획되고 있는 갈치의 연령구조를 보면 거

의 93% 이상이 미성어 자원인 1세 및 2세어로 구성되어 있으며, 이 가운데에도 1세어가 대부분을 차지하고 있으므로 성장남획이 심하게 일어나고 있는 실정이다. 갈치 자원의 재생산에 관련되는 3세 이상의 성어자원도 역시 비슷한 경향을 보여 1978년에 약 5.5만톤으로 최대수준을 나타내다가 1980~1988년까지 약 9천톤의 수준을 나타냈는데, 이는 약 84% 가량 감소된 값이다. 또 하나의 자원 감소를 나타내는 징후는 우리나라 대형안강망어업의 단위노력당어획량(CPUE)에서도 볼 수 있다. Fig. 2에서 상대자원량 지수인 CPUE의 변동경향을 살펴보면, 1972~1974년의 약 400 kg의 최고값을 나타내다가 그 이후에는 감소하기 시작하여 1980년대에는 약 100 kg의 수준을 나타내고 있는데 이는 약 75% 정도 감소한 값으로서 이러한 현상은 갈치자원의 감소경향을 간접적으로 보여주는 것이다.

Fig. 4에 나타난 바와 같이, 70년대보다 80년대의 어획 사망계수가 더 증가했다는 것을 알 수 있다. 심지어는 1970년대의 평균순간어획사망계수(0.887)도 순간자연사망계수(0.441)의 2배 이상을 보이므로 MSY 어획시의 순간어획사망계수는 순간자연사망계수와 거의 같은 값을 가진다는 Gulland (1971) 및 Alverson and Pereyra (1969)의 가설을 근거해 볼 때 엄청난 남획이 이루어지고 있음을 단적으로 보여준다. 따라서, 과도한 어획 및 다른 요인, 즉 성숙단계에 이르지 않은 미성어의 무분별한 남획 등도 갈치 자원의 감소에 중요한 요인이 되었을 것으로 보이며, 이 점은 가입당생산량 분석이나 가입당산란자원량 분석 등 좀더 깊이 있는 자원평가 연구를 통하여 차후 밝혀져야 할 연구과제로 보인다. Fig. 3에 나타난 바와 같이 1980년대에는 4세 이상의 대형어가 거의 나타나지 않았는데, 이는 어체가 충분히 성장되기 이전의 단계에서 어획되는 성장남획 현상을 보여주고 있다. 또한 1980년대에는 3세 이상의 성어자원량도 크게 떨어지는 것으로 나타났는데, 이것은 갈치 자원이 정상적인 재생산을 유지할 수 없을 만큼 자원이 허약해진 상태에 처해 있는 것으로 보인다.

우리나라 연근해의 갈치자원은 그 분포수역 중 특히 동중국해에서는 중국 및 일본 등 인근 국가들과 경쟁적으로 어업이 이루어지고 있으며, 현재 3개국에 배타적 경제수역제도(EEZ)의 채택을 표방하고 있으므로 앞으로 갈치와 같은 경계양립자원(Straddling stock)에 대한 자원평가는 3개국이 어획자료를 공개하고 어업정보를 상호교류하며, 가능하다면 공동연구에 의해서 자원평가가 이루어져야 할 것으로 보인다.

요 약

본 연구는 한국 연근해 갈치의 연도별 연령별 어획량 자료를 사용하여 생체량을 기초로한 코호트 분석법 (Zhang, 1987)에 의하여 갈치의 1970~1988년 자원량을 추정하였다. 연도별 자원량은 1975년 약 24만톤으로 가장 높은 수준을 보였으며, 1980년부터는 14만톤의 수준으로 떨어졌다. 성어자원량에 있어서는 1978년 약 5.5만톤의 최대수준을 보인 이후, 계속 감소되어 1980년 이후 약 9천톤의 낮은 수준에 머물러 있다. 연령별 자원량의 경년 변동에 의하면 1970년대와 1980년대의 연령조성은 큰 차이를 나타내었다. 1980년대의 연령조성에서는 4세 이상의 대형어는 거의 나타나지 않고 있으며, 1~3세까지의 소형어 수준도 70년대 수준에 크게 못미치고 있다. 또 1973년 연급군이 비교적 탁월연급군으로 나타났다. 코호트 분석에 의해 추정된 1970년대와 80년대의 연도별 순간어획사망계수는 서로 유의성 ($P < 0.05$)을 보여 80년대의 어획사망계수가 증가한 것으로 나타났다. 자원량에 대한 가입량에 있어서는 Ricker curve를 나타내 밀도종속적인 관계를 보여주고 있다.

감사의 글

본 연구는 1995년 한국학술진흥재단의 신진교수 연구비에 의하여 수행되었다.

참 고 문 헌

- Alagaraja, K. 1984. Simple methods for estimation of parameters for assessing exploited fish stocks. *Indian J. Fish.*, 31, 177~208.
- Alverson, D. L. and M. I. Carney. 1975. A graphic review of the growth and decay of population cohorts. *J. Cons. Int. Explor. Mer.*, 36, 133~143.
- Alverson, D. L. and W. T. Pereyra. 1969. Demersal fish exploitations in the Northeastern Pacific Ocean. An evaluation of exploratory fishing methods and analytical approaches to stock sizes and forecasts. *J. Fish. Res. Board Can.*, 26, 1985~2001.
- Baik, C. I. and J. H. Park. 1986. Relationship between oceanographic conditions and catch of the hairtail, *Trichiurus lepturus* Linne from the stow net. *Bull. Fish. Res. Dev. Agency*, 39, 29~41 (in Korean).
- Gulland, J. A. 1971. The fish resources of the ocean. Fishing News Books, West Byfleet. 255pp.
- Hwang, B. I. and B. Q. Hong. 1985. On the seasonal distribution, movement and abundance of hairtail, *Trichiurus lepturus* Linne, in the East China Sea and Yellow Sea. *Bull. Fish. Res. Dev. Agency*, 36, 13~22 (in Korean).
- Joo, W. I. 1971. A study on stow-net fishery resources on the Korean west coast. *Bull. Fish. Res. Dev. Agency*, 7, 79~95 (in Korean).
- KORDI. 1990. Studies on models for fisheries resources assessment and management and their software. BSPG 00097-306-3, 237pp (in Korean).
- NFRDA. 1988. Assessment of fisheries resources in Korean waters. 254pp (in Korean).
- Pope, J. G. 1972. An investigation of the accuracy of virtual population analysis using cohort analysis. *International Commission for the Northwest Atlantic Fisheries, Research Bulletin*, 9, 65~74.
- Yoo, S. and C. I. Zhang. 1993. Forecasting of hairtail (*Trichiurus lepturus*) landings in Korean waters by time series analysis. *Bull. Korean Fish. Soc.*, 26, 363~368 (in Korean).
- Zhang, C. I. 1987. Biology and population dynamics of Alaska plaice, *Pleuronectes quadrituberculatus*, in the eastern Bering Sea. Doctoral dissertation. University of Washington, Seattle, 225pp.
- Zhang, C. I. 1991. Fisheries Resources Ecology. Woosung Publ. Co., Seoul, Korea. 399pp (in Korean).
- Zhang, C. I. 1996. A study on the stock assessment and management implications of the hairtail, *Trichiurus lepturus* Linne in Korean waters. 1. Estimation of population ecological characteristics of the hairtail, *Trichiurus lepturus* Linne in Korean waters. *J. Korean Fish. Soc.*, 29, 567~577 (in Korean).
- Zhang, C. I. and P. J. Sullivan. 1988. Biomass-based cohort analysis that incorporates growth. *Trans. Amer. Fish. Soc.*, 117, 180~189.
- Zhang, C. I., Y. M. Kim, S. Yoo, C. K. Kim and S. M. Ahn. 1992. A study on the fluctuations in biomass of small yellow croaker, *Pseudosciaena polyactis*, off Korea. *Bull. Korean Fish. Soc.*, 25, 37~44 (in Korean).
- 국립수산진흥원. 1994. 연근해 주요어종의 생태와 어장. 예문사, 304pp.
- 신광윤, 민상기. 1958. 갈치 자원조사보고. 중앙수산시험장 수산자원조사보고, 3, 71~84.

1996년 12월 23일 접수

1997년 7월 2일 수리