J. Korean Fish. Soc. 34(4), 359~364 한수지, 34(4), 359~364, 2001

한국 근해 복수어구 및 다종어업 자원 평가모델 연구
II. 복수어구에 의한 단일 어종 자원의 이용

서영일 · 장창익
부경대학교 해양생산관리학과

A Study on the Multi-gear and Multi-species Fisheries Assessment Models in Korean Waters
II. Single-species by Multiple Fisheries

Young Il SEO and Chang Ik ZHANG
Department of Marine Production Management, Pukyong National University, Pusan 608-737, Korea

This paper presents case studies on the multi-species fisheries in Korean waters. Multi-species fisheries were divided into two types, that is, multi-species by a single fishery and single species by multiple fisheries. For the case of single species by multiple fisheries, the small yellow croaker stock caught mainly by the Korean pair trawl fishery and the Korean stow net fishery was selected. This approach uses both standardized fishing efforts for the two fisheries by a general linear model and some data for the economic analysis, and then estimates maximum sustainable yield (MSY), maximum economic yield (MEY) and fishing efforts for MSY and MEY. An analysis of interaction aspects between pair trawl and stow net fisheries was carried out to predict the optimal level of fishing effort from the economic point of view, which gives the largest benefits to the two fisheries.

Key words: Multiple fishery, General linear model, Standardized fishing effort, Maximum sustainable yield, Maximum economic yield

서 론

우리나라의 어업구조는 어느 한 어업이 어느 특정 생물자원만을 대상으로 조업하는 경우는 매우 적으며, 대부분 다종자원을 대상으로 하거나 또는 어느 한 어종을 여러 어업이 경쟁적으로 조업하는 어업으로 구분된다 (Lee, 1991). 우리나라 참조기의 경우 대형기선저인망어업과 근해 안강망어업에서 각각 44.5%와 47.1%가 어획되므로 단일 어종을 다 어구에서 어획하는 전형적인 경우라 할 수 있다. 이러한 참조기에 대한 자원평가는 Zhang et al. (1992)에 의해 이루어진 바 있다. 하지만 참조기가 여러 어구에서 어획됨에도 불구하고 대형기선저인망쌍끌이어업에서 어획된 어획량만을 고려한 단일 어구에 의한 단일 어종의 자원평가 방법을 그대로 적용하였다.

이러한 상황을 감안하여 외국에서는 다종어업의 평가 및 관리에 대한 연구가 여러 차례 수행되어 왔다. 다종의 잉여생산량에 대한 연구로는 Caddy (1982), Ould Dedah et al. (1999) 등이 있으며, Tjelmeland and Bogstad (1998)는 트롤 음향조사를 통해 VPA 분석 모델을 시도하기도 하였다. 최근에는 Fowler (1999)에 의해 해양생태계를 고려한 다종어업의 관리개념이 도입된 바 있다. 그러나 우리나라에서는 경제성 분석을 이용한 단일어종 대상의 다어구 어업에 대한 평가가 Lee (1991)에 의해 실시된 바 있으나 현재는 거의 단일 어종 모델을 사용하여 자원을 평가하고 있는 실정이다.

따라서, 본 연구는 다종어업 관리방안의 수립을 위한 기초연구로서 복수어구에 의한 단일 어종 자원의 이용 형태에 대해 분석하였다. 한국 근해에서 어획되는 참조기에 대해 대형기선저인망쌍끌이어업과 근해안강망어업의 경제성을 고려한 어획량과 어획노력량 분석 모델로 나타냈다.

자료 및 방법

가. 모 델

우리나라의 참조기 자원은 대형기선저인망쌍끌이어업과 근해안강망어업에 의하여 각각 44.5%와 47.1%가 어획되고 있다. 우리나라의 참조기의 지속가능한 생산량을 추정하기 위하여 잉여생산량 모델을 적용하였다. 적절한 모델을 선정하기 위하여 상기의 두 어업에 의한 참조기 자원의 연도별 노력량과 단위노력당어획량 (Catch Per Unit Effort, CPUE)의 관계를 나타내 본 결과 노력량의 증가에 따른 CPUE의 감소가 지수 함수적인 경향을 보였기 때문에 Fox 모델을 선정하였으며, 그 모델식은 다음과 같다.

$$Y_t = U_\infty \exp(-\frac{q}{r} f_t) \cdot f_t \quad (1)$$

여기서 Y_t는 년간평형생산량, U_∞는 평형 단위노력당어획량을 나타내는 매개변수이며, q는 어획능률계수, r은 자원의 내적 증가율, f는 어획수준을 나타내는 어획노력량이다.

대형기선저인망쌍끌이어업과 근해안강망어업에 의한 참조기의 지속적 생산량과 이 생산량을 유지하기 위한 어획노력량을 Fox 모델에 의거 추정하였다. 어업별 각각의 어획노력량 수준에서 어느 한 어업의 지속적 생산량은 이들 두 어업에서 추정하고자 하는

어업의 노력량이 차지하는 비율에 의거 배분된다. 즉,

$$Y_t = Y_p + Y_s, \quad f_t = f_p + f_s \tag{2}$$

여기서, Y_t: 두 어업의 최대지속적 생산량
Y_p, Y_s: 각 어업의 최대지속적 생산량
f_p, f_s: 각 어업의 어획노력량

위 식에서 Y_p, Y_s를 추정하기 위하여 두 어업의 노력량에서 각 어업의 노력량이 차지하는 비율을 곱하였다. 즉,

$$Y_p = Y_t\left(\frac{f_p}{f_p+f_s}\right), \quad Y_s = Y_t\left(\frac{f_s}{f_p+f_s}\right) \tag{3}$$

여기서, $\frac{f_p}{f_p+f_s}$ $\frac{f_s}{f_p+f_s}$는 각 어업의 노력량비이다. 따라서 위 식에 의거 대형기선저인망쌍끌이어업과 근해안강망어업에서 참조기의 지속적 생산량과 노력량을 추정하였다.

나. 입력자료

어획량은 농림수산통계연보 및 해양수산통계연보의 1988~1997년까지 어획량자료를 사용하였다. 경제성 분석에 필요한 참조기의 연도별 판매단가 (원/kg)는 1988~1997년간 수산업협동조합을 통하여 판매된 수산물 계통판매고 통계연보의 자료를 사용하였으며, 어업비용은 1988~1997년간 수산업협동조합의 어업경영조사보고의 자료를 사용하였다. 1인(양)망당 어업비용은 출어 일수와 1일 평균 인(양)망 횟수를 추정하여 척당 년평균 인(양)망 횟수를 계산한 후, 이 값으로 척당 총 어업비용을 나누어 구하였다. 생산액 비율은 두 어업의 총생산액에서 참조기가 차지하는 생산액의 비율이다 (Table 1).

Table 1. Data for the economic analysis of small yellow croaker in the Korean pair trawl fishery and the Korean stow net fishery, 1988~1997

Fishing gear	Fishing cost (thousand won/ship)	Fishing effort (haul/ship)	Price (won/kg)	Cost (won/haul)	Rate of production
Pair trawl	857,205	1,287	4,285	1,092,657	0.110
Stow net	258,229	128	3,926	517,396	0.080
Mean	557,717	-	4,106	805,027	0.095

다. 어획노력량의 표준화

한국 근해 참조기는 대형기선저인망쌍끌이어업과 근해안강망어업 등에 의하여 어획되고 있다. 이들이 참조기를 어획하는데 투입하는 어획노력량은 그 단위가 같지 않다. 참조기에 대한 최대지속적생산량과 최대경제적생산량을 추정하여 적정어획량을 결정하고, 경제성 분석을 통하여 두 어업에 대한 적정어획량을 배분하기 위해서는 각 어업별 어획노력량을 하나의 노력단위로 표준화하여야 한다.

본 연구에서는 일반선형모델 분석방법을 사용하여 노력 단위를 표준화하였다. 여기서는 독립변수에 분류형 변수 (연도, 어구)가 포함된 경우이므로 dummy 변수가 포함된 회귀모형을 사용하여 표준화하였으며 (Quinn and Deriso, 1999), 사용된 자료는 Table 2와 같다. 일반선형모델의 회귀계수 추정에 사용된 프로그램은 SAS PROC (1996)를 이용하였다.

Table 2. Catch per unit effort data, setup for general linear model, and predicted values

Year	F	Obs. U	Dummy variables									Est. U
			89	90	91	92	93	94	95	96	97	d1	
1988	P	74.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	138.9
1989	P	85.2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	138.9
1990	P	127.7	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	175.2
1991	P	170.7	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	201.9
1992	P	163.5	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	199.6
1993	P	152.8	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	189.6
1994	P	153.6	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	198.6
1995	P	160.3	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	190.7
1996	P	144.6	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	198.1
1997	P	175.3	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	197.8
1988	S	1.7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20.8
1989	S	11.0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20.8
1990	S	21.5	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	57.1
1991	S	31.9	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	83.8
1992	S	34.4	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	81.4
1993	S	25.1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	71.4
1994	S	42.4	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	80.5
1995	S	19.8	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	72.5
1996	S	20.3	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	79.9
1997	S	19.1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	79.7

U: catch per unit effort (CPUE).
F: fishery (P, pair trawl; S, stow net).

라. 최대지속적생산량 및 최대경제적생산량의 추정

(1) 최대지속적생산량 (Maximum Sustainable Yield: MSY)

우리나라 근해 참조기의 최대지속적생산량은 위의 식 (1)을 이용하여 추정하였다. 식 (1)을 f에 관해서 미분하여 최대치를 구하기 위하여 0으로 놓고, 그때의 노력량과 연간평형생산량을 구하면, $f=\frac{r}{q}$, $Y=\frac{U_\infty r}{eq}$이 되며, 이때의 Y가 MSY이고, f가 f_{MSY}이다.

(2) 최대경제적생산량 (Maximum Economic Yield: MEY)

최대지속적생산량에 연평균 판매단가를 곱하여 생산되는 이익을 추정하고, 각 어업의 이익으로부터 어업비용을 공제하여 총순이익을 추정하였다.

$$Q = P[U_\infty \exp(-\frac{q}{r}f)\cdot f] - C = P[U_\infty \exp(-\frac{q}{r}f)\cdot f] - \alpha R f \tag{4}$$

여기서 Q는 총이익, P는 평균판매단가 (원/kg), C는 어업비용, α는 가중 평균한 1인망당 비용이고 R은 각 어업에 있어서 참조기의 생산액비율이다. 위 식을 f에 대해 미분하여 0으로 놓고 이때의

노력량을 추정하였다. 여기서 추정된 노력량 f가 f_{MEY}이고 MEY는 아래와 같이 계산할 수 있다.

$$\frac{dQ}{df}=0=P[-\frac{q}{r}U_\infty\exp(-\frac{q}{r}f)\cdot f+U_\infty\exp(-\frac{q}{r}f)]-\alpha R \quad (5)$$

$$\ln(f_{MEY})-2(\frac{q}{r})f_{MEY}=\ln(\frac{\alpha rR}{U_\infty qp}) \quad (6)$$

$$MEY=P[(U_\infty\exp(-\frac{q}{r}f_{MEY})\cdot f_{MEY}]-\alpha Rf_{MEY} \quad (7)$$

마. 경제성 분석에 의한 상호작용

(1) 각 어업의 총이익

대형기선저인망쌍끌이어업과 근해안강망어업의 참조기 어획량으로부터 어업이익은 위 식에 의해 어업별로 추정된 최대지속적 생산량에 평균단가를 곱하여 계산하였다. 대형기선저인 망쌍끌이어업 (P)의 참조기 어획량으로부터 총이익은 Y_p의 식을 이용하여,

$$TB_p=P_p\cdot Y_t\cdot\frac{f_p}{f_p+f_s} \quad (8)$$

여기서 TB_p는 P어업의 총이익, P_p는 P어업의 참조기 평균판매단가이다. 근해안강망어업 (S)에 대한 총이익 (TB_s)은 위 식에서 판매단가 (P_s)와 근해안강망어업의 노력량비를 대치시켜 구하였다.

(2) 각 어업의 순이익

대형기선저인망쌍끌이어업과 근해안강망어업으로부터 어획되는 참조기의 순이익은 어업이익에 관한 식에서 어업별 참조기의 어업비용을 제함으로써 계산하였다. 어업비용은 Table 1의 값을 사용하였으며 참조기의 어획에 드는 비용은 각 어업에서 소요되는 전체 어업비용에 각 어업에서 생산되는 참조기의 판매액비율을 곱함으로써 참조기에 대한 어업비용을 산출하였다.

두 어업의 순이익 곡선식 NP_p, NP_s는

$$NP_p=P_pY_p-C_p,\quad NP_s=P_sY_s-C_s \quad (9)$$

여기서 C_p, C_s는 두 어업의 조업척수에 따라 소요되는 어업비용이고 참조기에 대한 비용만을 나타낸다.

대형기선저인망쌍끌이어업과 근해안강망어업의 순이익곡선으로부터 두 어업의 적정어획노력량 수준을 추정하기 위하여 대형기선저인망쌍끌이어업의 어획노력량을 증가시키면 근해안강망어업의 노력량은 감소시키고 또는 반대로 대형기선저인망쌍끌이어업의 어획노력량을 감소시키면 근해안강망어업의 어획노력량을 증가시키는 과정을 통하여 참조기에 대한 두 어업의 순이익을 등순이익곡선으로 나타내었다.

(3) 두 어업의 노력량비에 따른 순이익의 변동

식 (1)에 의해 계산된 참조기의 최대지속적생산량 ($MSY=Y_t$)은 식 (3)에 의해 두 어업의 어획량인 Y_p, Y_s로 나눠진다. 노력량비에 의해 나눠진 어획량은 식 (9)에 대입하여 두 어업의 순이익의 계산에 사용된다. 따라서 어획량을 배분하는 기준인 각 어업의 노력량비에 따른 두 어업의 순이익 변동을 살펴보았다.

결 과

가. 어획노력량의 표준화

한국 근해 참조기의 어획노력량은 대형기선저인망쌍끌이어업과 근해안강망어업의 CPUE를 이용하여 일반선형모델 (General Linear Model)에 적용, 대형기선저인망쌍끌이어업에 대한 근해안강망어업의 CPUE를 표준화하여 구하였으며, 일반선형모델에서 추정된 회귀계수는 Table 3에 나타냈다. 추정된 값 중에서 1989년의 회귀계수의 값이 유의하지 않은 수준을 나타냈으며, 1990년 ($p=0.053$)을 제외하고는 높은 유의수준 ($p<0.05$)의 값을 보였다. Table 3의 회귀계수의 추정치에 따라 두 어업의 표준화된 CPUE를 구하였으며, 대형기선저인망쌍끌이어업에 대한 근해안강망어업의 표준화된 어획노력량을 추정하였다 (Table 4). 표준화하여 추정된 어획노력량의 비는 대형기선저인망쌍끌이어업이 0.23이었고 근해안강망어업이 0.77이었다.

Table 3. Estimates of regression coefficients, related statistics in the general linear model for small yellow croaker fishery data in Korean waters

Factor level	Coef.	Est.	SE	p-value
Est. U	β_0	20.8	14.331	0.000
Year 89	β_1	10.1	19.324	0.615
Year 90	β_2	36.3	19.324	0.053
Year 91	β_3	63.0	19.324	0.009
Year 92	β_4	60.7	19.324	0.012
Year 93	β_5	50.7	19.324	0.027
Year 94	β_6	59.7	19.324	0.012
Year 95	β_7	51.8	19.324	0.025
Year 96	β_8	59.2	19.324	0.048
Year 97	β_9	58.9	19.324	0.013
d1	β_{10}	118.2	8.642	0.000

p-value: significant level.

Table 4. Standardization of small yellow croaker data for two types of fisheries

Year	Pair trawl			Stow net			Standardized
	Catch (mt)	CPUE (kg/haul)	Effort (haul)	Catch (mt)	CPUE (kg/haul)	Effort (haul)	Effort (haul)
1988	10,774	138.9	77,516	6,424	20.8	308,995	386,511
1989	9,896	138.9	71,199	7,439	20.8	357,816	429,016
1990	13,868	175.2	79,115	12,385	57.1	216,938	296,053
1991	15,037	201.9	74,444	20,874	83.8	249,123	323,567
1992	19,976	199.6	100,060	17,962	81.4	220,555	320,615
1993	15,276	189.6	80,553	13,467	71.4	188,508	269,060
1994	12,827	198.6	64,558	21,429	80.5	266,232	330,790
1995	10,820	190.7	56,726	11,253	72.5	155,128	211,855
1996	7,296	198.1	36,822	12,376	79.9	154,816	191,639
1997	7,149	197.8	36,126	11,111	79.7	139,428	175,554

나. 최대지속적 및 최대경제적생산량

(1) 최대지속적생산량 (MSY) 및 MSY시 어획노력량 (f_{MSY})

Table 3의 한국 근해 참조기에 대한 1988~1997년의 표준화된 인망당 어획량 자료와 어획량자료를 사용하여 Fox 모델에 적용시킨 결과 (R^2=0.487), 5% 유의수준에서 유의한 회귀관계 (p=0.024)를 나타냈으며, 추정된 MSY는 25,645톤, MSY시 어획노력량 f_{MSY}는 305,347 인망수였다 (Fig. 1).

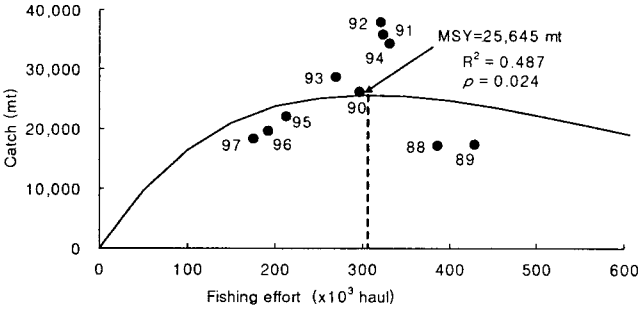

Fig. 1. Equilibrium yield curve for small yellow croaker in the Korean pair trawl and stow net fisheries using the Fox (1970) model.

(2) 최대경제적생산량 (MEY) 및 MEY시 어획노력량 (f_{MEY})

우리나라 근해 참조기의 대형기선저인망쌍끌이어업과 근해안강망어업의 총 어업이익과 어업활동에 소요되는 비용관계식으로부터 추정된 최대순이익은 약 830억원 이었으며 (Fig. 2) 이 순이익을 가져올 수 있는 생산량 (MEY)은 25,104톤, 이때의 어획노력량 f_{MEY}는 246,551 인망수였다. 이 어획노력량을 두 어업의 표준화된 총 인망횟수인 1,415 인망수로 나누어 전체 조업척수로 환산하면 총 172척이고, 여기에 두 어업의 노력량비 0.23과 0.77을 곱하여 두 어업의 조업척수로 나타내면 대형기선저인망쌍끌이어업의 조업척수는 40척, 근해안강망어업의 조업척수는 132척에 해당된다.

이들 두 어업에서 추정된 참조기의 최대지속적생산량 (MSY) 및 최대경제적생산량 (MEY)과 이 때의 어획노력량을 비교 분석해보면 MEY는 MSY의 98%수준이고, f_{MEY}는 f_{MSY}의 81%수준에 있었다.

다. 경제성 분석에 의한 상호작용

두 어업에 의해 생산될 수 있는 지속적생산량을 추정한 후 이들 두 어업의 총이익과 비용과의 관계를 나타냈다. 순이익곡선식에 의거 지속적생산량을 이들 어업의 각각의 어업별 어획노력량 비율에 따라 분배하고 두 어업의 총이익에서 각각의 어업비용을 공제하여 순이익을 추정했다. 이들 어업의 순이익에 대한 등순이익곡선의 분석으로 두 어업간의 적정어획노력량 수준을 추정하였다 (Fig. 3).

대형기선저인망쌍끌이어업과 근해안강망어업의 등 순이익곡선에서 최적 노력량 수준은 대형기선저인망쌍끌이어업의 노력량이 55,200 인망수일 때 근해안강망어업의 노력량은 207,900 인망수의 수준이었다. 근해안강망어업의 순이익곡선에서 대형기선저인망쌍

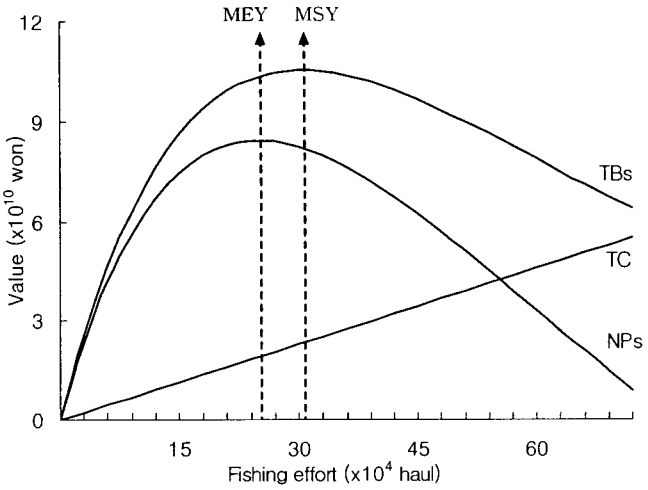

Fig. 2. Relationships among total benefit (TB_s), net profit (NP_s) and total cost (TC) for small yellow croaker in Korean waters.

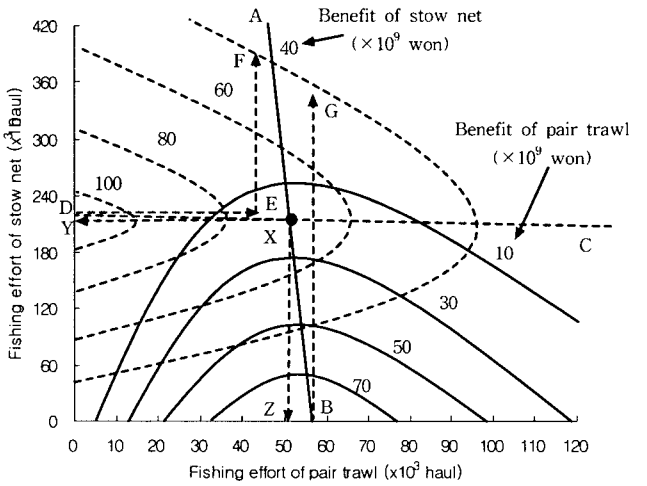

Fig. 3. Net profit isopleths of Korean pair trawl and stow net fisheries: X represents the optimum fishing effort in two fisheries.

끌이어업의 최적어획량 수준을 나타내는 꼭지점을 이은 AB선상에서 대형기선저인망쌍끌이어업의 어획노력량 B점 (약 55,200 인망수)에서 고정시키고 근해안강망어업의 노력량을 증가시키면 대형기선저인망쌍끌이어업의 순이익은 계속 감소하고 근해안강망어업은 처음엔 순이익이 증가하나 이후 계속 감소한다 (BG). 이와 반대로 근해안강망어업의 순이익곡선에서 어획노력량을 D점 (약 207,900 인망수)에 고정시키고 대형기선저인망쌍끌이어업의 어획노력량을 E점까지 증가시키면 근해안강망어업의 순이익은 계속 감소하나 대형기선저인망쌍끌이어업의 순이익은 어느 정도 증가한다. 그러나 E점에서 대형기선저인망쌍끌이어업의 어획노력량을 고정시키고 근해안강망어업의 어획노력량을 증가시키면 두 어업의 순이익은 모두 감소한다 (DE, EF).

이런 방법으로 한국 근해 참조기의 약 92%를 어획하고 있는

대형기선저인망쌍끌이어업과 근해안강망어업의 경제성분석을 통한 어업간 상호관계로부터 이들 두 어업의 최적어획노력량 수준은 이 두 어업의 등순이익곡선 (Fig. 3)의 꼭지점을 잇는 두선 AB와 CD가 만나는 점이다. 이때의 순이익과 적정어획노력량은 대형기선저인망쌍끌이어업이 약 180억원, 근해안강망어업이 약 680억이었으며, 적정어획노력량은 대형기선저인망쌍끌이어업이 약 55,200인망수, 근해안강망어업이 약 207,900 인망수였다.

위에서 추정된 값은 대형기선저인망쌍끌이어업과 근해안강망어업의 노력량비가 현재의 수준인 0.23과 0.77일 때의 값이다. Fig. 4는 두 어업의 노력량비에 따른 순이익의 관계를 나타낸 것으로 대형기선저인망쌍끌이어업의 노력량비를 0~1까지 변화시켰을 때 근해 안강망어업의 순이익은 점점 감소하고 대형기선저인망쌍끌이어업의 순이익은 증가하였다. 두 직선이 만나는 점 A는 두 어업의 순이익이 같아지는 점으로 이때의 두 어업의 노력량비는 각각 0.53과 0.47이고 총순이익은 약 830억원이었다. 현재의 노력량비 수준 (0.23, 0.77)일 때와 총 순이익의 차이는 약 30억원이었다.

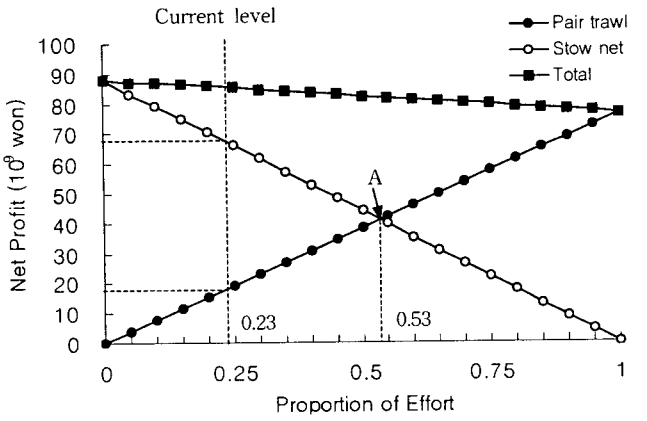

Fig. 4. Relationship between net profit and proportion of effort of two types fisheries for targetting small yellow croaker in Korean waters: A represents the same net profit in two fisheries.

고 찰

한국 근해 참조기의 대형기선저인망쌍끌이어업과 근해안강망어업 등 복수어구에 대한 자원평가 결과를 보면 최대지속적생산량 (MSY)은 25,645톤이고, 이때의 어획노력량은 305,347 인망수였다. 경제성 분석으로부터 추정된 MEY와 이때의 어획노력량은 각각 25,104톤과 246,551 인망수였다 (Fig. 3). 경제성 분석으로부터 추정된 MEY와 f_{MEY}는 두 어업의 MSY와 f_{MSY}보다 약 2%와 19%낮은 수준을 보여준다 (Fig. 4). 이 사실은 어획노력량을 MEY수준 (19%)으로 감소하여도 어획량의 감소폭 (2%)은 낮다는 점을 보여준다. 이런 현상은 자원량의 감소에 따른 어획량 감소에도 불구하고 경쟁적 조업 체제하에서의 과도한 노력량을 투입한 결과라고 할 수 있다.

참조기를 어획하는 두 어업의 경제성을 비교해 볼 때 근해안강망어업이 대형기선저인망쌍끌이어업보다 더 많은 노력량을 투입하여 더 큰 순이익을 얻을 수 있는 것으로 나타났으며, 이것은 최근 근해안강망어업에 의한 참조기 어획량이 대형기선저인망쌍끌이어업보다 더 증가하고 있는 사실을 반영하고 있다고 볼 수 있다.

현재의 어획노력량비 수준에서는 근해안강망어업이 대형기선저인망보다 경제성이 더 나은 것으로 분석되었지만, 두 어업의 순이익을 같게 하는 어획노력량의 배분을 얻기 위해서는 근해안강망어업의 어획노력량은 줄이고 대형기선저인망쌍끌이어업의 어획노력량을 증가시키야 한다 (Fig. 4). 노력량비로 나타냈을 경우 대형기선저인망쌍끌이어업과 근해안강망어업의 어획노력량비는 각각 0.53과 0.47이다.

따라서 참조기에 대한 TAC설정시 대형기선저인망쌍끌이어업과 근해안강망어업의 경제성 분석에 기초하여 배분한다면 두 어업간의 어획량을 둘러싼 분쟁을 해소할 수 있을 것으로 판단된다. 또한 경쟁적 조업으로 인한 과도한 노력량 투입을 방지하고 경제적 손실을 줄이기 위해서는 이와 같은 경제성 분석결과를 자원관리에 활용할 수 있을 것으로 생각된다.

어느 한 어업자원을 이용하고 있는 여러 어업간의 어업조정 문제는 어업경영자간의 이익에 직접 관련되므로 매우 어려운 문제이다. 여기서는 참조기를 주 대상으로 조업하고 있는 대형기선저인망쌍끌이어업과 근해안강망어업간의 경제성 분석으로 두 어업의 적정어획노력량을 추정하였으나 이들 어업에 혼획되는 다른 어종의 경제성 분석 결과는 포함되지 않았으므로 이 결과만을 두 어업의 척수 조정에 이용하는 것에는 다소 무리가 있을 것으로 보인다.

본 연구에서 분석된 결과는 어업자원관리에 직접 활용되기보다는 다종어업 자원에 대한 새로운 평가방법으로서 더 큰 의미가 있다. 다종자원의 정확한 평가와 효율적인 관리를 위해서는 자원생물 상호간의 연관성이나 어구특성, 그리고 해양환경의 변화 등 많은 변수들을 고려한 보다 더 발전되고 적합한 평가방법의 연구가 많이 이뤄져야 한다고 생각된다.

요 약

복수어구에 의한 단일 어종 자원의 평가모델은 단일 어종에 대한 복수어구의 어획노력량이 다르므로 어업별 어획노력량을 하나의 노력단위로 표준화하여, Fox (1970)에 의한 잉여생산량모델에 적용함으로써, 최대지속적생산량, 최대경제적생산량 및 적정어획노력량의 값을 추정하였다. 여기서는 참조기에 대한 대형기선저인망쌍끌이어업과 근해안강망어업에 대해 적용하였고, 이 두 어업에 대한 경제성 분석을 통하여 순이익을 추정하였다. 참조기에 대한 어업별 순이익의 변동을 비교 분석한 결과 두 어업의 경제성은 근해안강망어업이 대형기선저인망쌍끌이어업 보다 더 나은 것으로 분석되었으며, 두 어업의 순이익을 같게 하기 위해서는 대형기선저인망쌍끌이어업의 노력량을 현재보다 증가시키고 근해안강망어업의 노력량은 낮춰야 한다.

참 고 문 헌

Caddy, J.F. 1982. Some consideration relevant to the definition of shared stock and their allocation between adjacent economic zones. FAO Fisheries Circular, No. 749.

Fowler, C.W. 1999. Management of multi-species fisheries: from overfishing to sustainability. ICES Journal of Marine Science, 56, 927~932.

Fox, W.W., Jr. 1970. An exponential surplus yield model for optimizing exploited fish populations. Trans. Amer. Fish. Soc., 90, 80~88.

Lee, J.U. 1991. Estimation on optimum fishing effort of walleye pollock fishery in the east coast of Korea: Based on the economic analysis between danish seine fishery and trawl fishery for walleye pollock. J. Korean Man. Soc., 22, 75~99 (in Korean).

Ministry of Maritime Affairs and Fisheries. 1988~1997. Statistical Year Book.

National Federation of Fisheries Cooperatives. 1988~1997. Report of Fishery Management Research (in Korean).

Ould Dedah, S., R.E. Condrey and R.F. Shaw. 1999. Conservative fit of the Schaefer model for a multispecies fishery. Fish. Research, 41, 155~168.

SAS Institute Inc. SAS/STAT. SAS/ETS. 1996. User's Guide Release 6.12 ed. Cary, NC : SAS Institute Inc.

Tjelmeland, S. and B. Bogstad. 1998. MULTSPEC-a review of a multispecies modelling project for the Barents Sea. Fish. Research, 37, 127~142.

Quinn, T.J., II and R.B. Deriso. 1999. Quantitative Fish Dynamics. Univ. of Oxford. U.S.A. 542pp.

Zhang, C.I., S. Kim and S.B. Yoon. 1992. Stock assessment and management implications of small yellow croaker in Korean waters. J. Korean Fish. Soc., 25, 282~290 (in Korean).

2001년 4월 10일 접수
2001년 6월 20일 수리