

複數의 어업에 의해 어획되는 수산자원의 관리를 위한 연구

A Study on the Rational Utilization of Resource Caught by Multiple Fisheries

金 炳 浩*

Byoung-Ho Kim

目 次

I. 序 言	IV. 多變量 모델의 吟味
II. 本 研究의 필요성	1. 경쟁어업의 어획노력량이 변화될 때 SY 곡선의 Shift
1. 한국 연근해어업 생산의 概觀	2. 자원에 대한 濫獲과 어업생산상의 濫獲
2. 전통적 분석방법의 제한성	3. 다수의 어종을 혼획하고 있는 경우의 분석
1) 자원학적 측면에서의 제한성	
2) 자원관리 측면에서의 제한성	V. 結 語
III. 多變量 모델	Summary
1. 多變量化의 意義	
2. 多變量 모델의 假定	
3. 모델식	

I. 序 言

근래 한국의 수산업은 沿岸 各國의 200해리 경제수역 선포에 따른 해양분할화 추세에 따라 연근해 어업의 중요성을 재인식하게 되었으며, 국민경제의 향상에 따른 수산물 수요의 지속적인 증가는 수산업 생산의 증대를 요구하게 되어 연근해 어업의 생산성 향상 및 생산량 증대가 절실히 됨으로써 연근해어업 재편성이라는 문제가 대두되게 되었다.

따라서 本 研究는 한국연근해어업 재편성의 필요성을 認識하여 어업생산의 기초가 되는 어획노력과 자원의 量的變動의 관계를 정확히 파악하고, 이것으로부터 자원학적 측면에서 어획노력의 어업별 配分 문제를 분석하려 하였다.

그러나 從前의 수산자원에 대한 분석 방법으로는 同一魚種을 多數의 어업이 경쟁적으로 어획하고 있는 우리나라의 경우 특정자원에 대해 다수의 어업으로부터 투하된 어획노력을 同一單位의 어획노력량으로 산정하는 데 많은 어려움이 있어서 어종별 자원분석은 실제로 거의 불가능한 상태이며, 이에 대한 次善策으로 어업별 자원분석을 하고 있으나 생물학적으로 性質이 다른 어종을 총괄해서 분석함으로써 자원학적 측면에서는 별로 의미가 없고, 어업별·어종별 분석도 경쟁어업의 어획노력 변화를 고려하지 못하므로 문제성을 많이 가지고 있다. 뿐만 아니라 傳統的 분석은 자원관리를 위한 어업별 어획노력의 配分에 대해서도 情報를 제공할 수 없다.

따라서, 本 研究는 연근해어업 재편성 문제에 대한 자원학적 측면에서의 기초적 연구로서 異質的인 어업별 어획노력을 자원에 대한 總體的인 漁獲強度로서 同一單位로 算定하여 취급하지 않고 資

* 동영수산전문대학 전임강사

複數의 어업에 의해 어획되는 수산자원의 관리를 위한 연구

源管理單位로서의 意味를 重視하여 각각의 어업별 어획노력을 獨立變數로 하는 多變數 모델을 소개하여 傳統的 분석방법이 가진 制限성을 극복함으로써 한국 연근해어업의 對象資源에 대해 보다 恰當한 기초이론을 제시하고 연근해어업 資源성에 合理的인 指針을 제공하고자 한다.

Ⅱ. 本 研究의 필요성

1. 한국 연근해어업 생산의 概觀

한국 연근해 어장은 寒·暖流가 교차하는 湖境水域에 위치하므로 수산자원이 매우 다양하여 어업은 거의 대부분이 다수의 魚種을 混獲하는 multiple-species fishery이다. 또한 어업은 어구·어법이 近代적이고, 영세적인 경영형태가 지배적이어서 어업의 불확실성이 매우 크며, 선택적 조업을 하지 못하고 있어서 대부분의 魚種이 다수의 어업에 의해 경쟁적으로 어획되고 있다. 따라서 어업별로 특정 어종에 대한 생산의 依存度가 각기 다르며, 어획노력 투입의 판단기준 역시 다르게 나타난다.

<표-1>은 1981년에 연근해 어업으로부터 어획된 魚種 중에서 생산량이 많았던 10개 魚種에 대해 魚種別로 가장 어획량이 많았던 어업과 두번째로 많았던 어업의 어획량이 총어획량 중에서 차지하는 비율을 A, B란에 나타내고 이 두 비율의 합을 A+B란에 나타낸 것이다.

<표-1>

어종	구분		어획량(%)	A(%)	B(%)	A+B(%)
취	치		187,625	39.8	38.8	78.6
멸	치	류	184,351	62.1	9.0	71.1
갈	치		147,677	63.3	16.8	83.1
노	가	리	115,554	41.1	35.6	76.7
고	등	어	108,082	93.0	2.2	95.2
정	어	리	63,068	75.9	18.4	94.3
명		테	50,283	29.6	19.6	49.2
강	달	이	38,559	72.2	19.5	91.7
참	조	기	34,477	47.1	15.3	62.4
가	자	미 류	22,242	29.8	20.9	50.7

자료: 수산통계연보, 1982.

<표-1>에서 어종별로 최대어획 어업의 어획량이 전체 어획량의 50% 이하였던 魚種은 5개 魚種이 있으며, 두번째로 어획량이 많았던 어업의 어획량이 최대어획어업 어획량의 70% 이상되는 어업도 3魚種이나 되었다. 따라서 경쟁어업의 어획이 자원에 미치는 영향을 무시하고 單一漁業의 어획노력만으로 자원의 量的變動을 분석한다는 것은 본질적으로 謬誤를 범할 수 밖에 없는 것이다. 이러한 사실은 <표-1>에 열거된 주요 魚種 이외의 다른 어종에서는 최대어획어업 어획량의 전체 어획량에

<표-2>

어업	어획량(%)	A(%)	B(%)
근해안장망	251,315	13.8	26.0
대형선망	250,007	40.2	70.1
대형기저 2수인	117,998	23.6	37.4
기선권현망	116,715	98.1	98.7
대형트롤	86,790	83.8	86.5
중형기저 1수인	71,109	66.8	72.1
연안유자망	63,337	23.7	37.9
동해구트롤	56,599	72.7	80.9
근해유자망	50,650	32.6	52.0
근해채낚기	36,607	99.4	99.7

자료:수산통계연보, 1982

대한 비율이 보다 낮게 나타난다는 점을 생각할 때 더욱 심각한 것이다.

<표-2>는 연근해 중요 10개 어업에 대해 어업별로 최대어획어종 및 두번째로 어획량이 많은 어종의 전체 어획량에 대한 비율을 A, B란에 나타낸 것이다.

10개 어업 가운데 5개 어업은 최대 어획어종의 어획량이 어업별로 전체 어획량의 40% 이하인 것으로 나타났고, 그 이상되는 어업 가운데서도 대형트롤, 중형기저 1수인, 동해구트롤은 최대어획 어종이 魚價가 아주 낮은 쥐치와 노가리라는 점을 볼 때 한국 연근해어업의 대부분은 單一魚種에만 의존하여 어획활동을 할 수 없으므로 다수의 어종을 비선택적으로 어획하고 있

는 것으로 생각된다.

2. 傳統的 분석방법의 제한성

한국 연근해어업은 上述한 바와 같이 單一魚種이 다수의 어업에 의해 어획되고 있으므로 자원의 量的變動을 분석함에 있어서 傳統的 방법은 많은 제한을 가진다.

1) 자원학적 측면에서의 제한성

자원량의 相對的 크기를 나타내는 單位努力當 漁獲量(C. P. U. E.)은 자원에 투하된 相對的 漁獲強度인 어획노력량에 따라 변화한다.

이러한 관계는 Gulland 모델에 따르면

$$CPUE = \frac{Y}{E} = a + b \cdot E \quad (a, b; \text{常數} \quad E: \text{어획노력량})$$

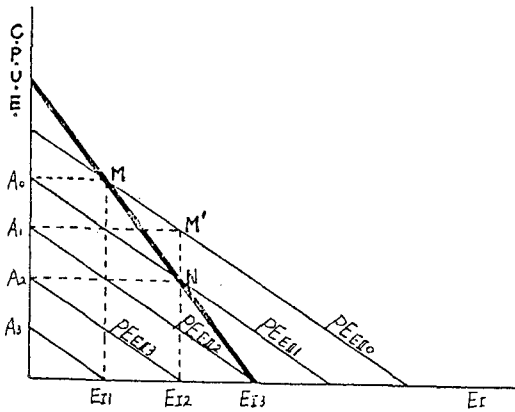
으로 표시할 수 있다. 여기서 常數 a, b의 결정은 어획통계로부터 어획량과 어획노력량의 자료를 가지고 最小自乘法에 의해 구하게 되는데 여기에 사용되는 어획노력량이 문제가 된다.

傳統的 분석방법을 통하여 자원을 평가하고자 하는 경우 여기에 사용되는 어획노력량은 상대적 漁獲強度이므로 單位漁獲努力은 모두 漁獲強度가 동일한 것이어야 한다. 따라서 어떤 자원이 單一漁業에 의해 어획되는 경우라 하더라도 어획노력량의 단위인 操業日이라든지 揚網 등은 어선·어구의 규모나 기관의 馬力數에 따라 그것이 자원에 미치는 漁獲強度는 다르므로 어획노력을 標準化하여 단위어획노력의 漁獲強度가 동일한 표준화된 어획노력으로 調整하여야 한다. 더우기 우리나라와 같이 단일 어종이 다수의 어업에 의해 어획되는 경우 표준화된 어획노력을 구하기 위해서는 어업간에 단위 어획노력의 漁獲強度를 비교하여 相對漁獲性能을 측정해야 하지만 異質的인 漁業들을 비교한다는 것은 매우 어렵고 또한 많은 문제성을 포함한다. 뿐만 아니라 각각의 어업들은 同資源

複數의 어업에 의해 어획되는 수산자원의 관리를 위한 연구

의 혼획율도 다르고, 혼획하고 있는 어종도 다르므로 각 어업의 어획노력 가운데서 同 資源에 투하된 부분을 구하는 일도 아주 어렵다.

따라서 이러한 경우 전통적 분석방법은 제한을 갖게되어 실제로는 어업별·어종별 분석을 하게된다. 그러나 어업별·어종별 분석도 경쟁어업의 어획노력변화를 전혀 고려치 않음으로써 합리적인 자원평가를 할 수 없게 된다.



〈그림-1〉

〈그림-1〉은 單一魚種이 어업 I 과 어업 II 의 두 어업에 의해 어획되는 경우 어업별·어종별 분석방법의 결함을 설명하기 위한 것이다.

單一魚種이 두 어업에 의해 어획되는 경우 그 자원의 C.P.U.E.는 투하된 漁獲強度에 따라 변하게 되나 〈그림-1〉에서는 어업 I 의 어획노력만을 독립변수로 두고 어업 II 의 어획노력은 외부적인 것으로 하여 어업 II 의 어획노력 변화에 따른 C.P.U.E.의 변동을 직선의 shift로서 나타내었다. 즉 어업 II 의 어획노력이 E_{10} 로 고정되어 있다면 C.P.U.E.는 어업 I 의 어획노력 E_1 이 변화할 때 $PE_{E_{10}}$ 의 직선을 따라 이동(movement)한다. 이제 外部的

要因인 어업 II 의 어획노력이 E_{11} , E_{12} , E_{13} 로 계속 증가된다고 하면 이 자원에 대한 漁獲強度는 어업 I 에서의 어획노력이 변하지 않더라도 증가될 것이므로 C.P.U.E.는 감소되어 $PE_{E_{10}}$ 를 $PE_{E_{11}}$, $PE_{E_{12}}$, $PE_{E_{13}}$ 와 같이 下向으로 shift시킬 것이다.

이제 M에서 N으로의 이동에 대해 살펴 보기로 하자. 경쟁어업인 어업 II 의 어획노력이 E_{10} 일 때 어업 I 이 E_1 만큼의 어획노력을 투하하면 장기적으로 C.P.U.E.는 A_0 가 될 것이다. 어업 I 이 이 어획노력을 E_{12} 로 증가시키면 C.P.U.E.는 $PE_{E_{10}}$ 를 따라 이동하여 M' 에 도달할 것이므로 A_1 이 된다. 이제 이러한 어업 I 의 어획노력 증가와 동시에 경쟁어업인 어업 II 도 E_{11} 으로 어획노력을 증가시켰다면 M_1 로의 이동과 동시에 $PE_{E_{10}}$ 가 $PE_{E_{11}}$ 으로 shift함으로써 N점에 도달하게 되어 C.P.U.E.는 A_2 가 된다. 여기서 어업 I 이 어업별·어종별 분석에서와 같이 경쟁어업인 어업 II 의 어획노력 변화를 인식하지 못한다면 어업 I 의 어획노력을 E_1 에서 E_{12} 로 증가시키므로써 C.P.U.E.가 A_0 에서 A_2 로 감소되었다고 생각할 것이며 계속적으로 어업 I 은 자신의 어획노력을 E_{11} , E_{12} , E_{13} 로 변화시킬 때 C.P.U.E.가 그림의 굵은선을 따라 이동한다고 느끼게 된다. 이것은 어업 I 이 자신의 어획노력이 자원에 미치는 漁獲強度를 과대 평가하는 것이며 逆으로는 자원을 과소 평가하는 것이 된다. 따라서 우리나라와 같이 單一魚種을 다수의 어업에서 경쟁적으로 어획하고 있는 경우 어업별·어종별 분석방법은 이러한 점에서 제한성을 가지게 된다.

2) 자원관리 측면에서의 제한성

수산자원의 관리란 인간의 어획노력을 관리하는 것이며 특정 자원이 相異한 생산적, 경제적 특성

을 가진 다수의 어업에 의해 어획되는 경우 그 자원에 대한 漁獲強度인 총체적 어획노력으로 관리한다는 것은 자원관리 측면에서 많은 제한성을 가진다.

經濟的 利害關係가 相反되는 複數의 어업이 관리대상이되는 자원을 경쟁적으로 어획하고 있는 경우 총체적 어획노력이나 어획량을 가지고 관리한다는 것은 어업간의 경쟁을 深化시킬 뿐이며 이러한 점에 있어서 從前의 자원관리를 위한 분석방법은 우리나라와 같이 다수의 어업이 경쟁적으로 어획하는 경우 자원에 대한 적정어획 노력을 管理單位인 어업별로 어떻게 配分할 것인가에 대한 정보를 제공할 수 없다.

연근해어업 재편성이 추구하는 목표는 생산적 측면에서 어획노력의 합리적인 어업별 배분이라고 볼 수 있으며 이러한 점에서도 從前의 분석방법은 제한성을 가지고 있다.

Ⅲ. 多變量 모델

우리나라 연근해어업의 실정에 비추어 볼 때 傳統的 분석방법의 適用은 많은 제한성을 가지므로 이러한 제한을 극복하고 자원관리를 위해 보다 합리적인 指針을 제공하고자 多變量 모델을 소개한다.

1. 多變量化的 意義

傳統的 분석방법은 단위노력당 어획량을 단순히 그 자원에 투하된 相對的 漁獲強度에 대한 函數로 표시하여 $C.P.U.E. = f(E)$ 로 하였으나 이것은 앞서 언급한 바와같이 異質的인 어업으로부터의 어획노력을 漁獲強度가 동일한 單位로 調整해야 한다는 어려움이 있고 또 이렇게 하여 얻어진 적정 어획 노력수준은 실제의 자원관리를 위한 어업별 어획노력 배분에 도움을 주지 못한다는 제한성을 가지고 있다. 따라서 어획노력을 어업별로 구분하여 그 각각을 變數로 하였을 때 $C.P.U.E. = f(E_1, E_2, E_3, \dots)$ 로 나타낼 수 있으며 이렇게 함으로써 생산적, 경제적 특성을 가진 어업들의 어획노력을 부리하게 同一單位로 調整할 때의 誤謬를 막을 수 있고 관리단위인 어업별로 구별함으로써 실제의 자원관리에 있어서 보다 有用한 情報을 제공할 수 있다. 그리고 <표-2>에서와 같이 각각의 어업은 複數魚種을 어획대상으로 하므로 어업마다 그 목적에 따라 어종별로 漁獲性能이 각각 다르게 나타나므로 어종별로 어업별 相對漁獲性能이 다르기 때문에 어업별 어획노력을 각각 별개의 변수로 취급하게 되었다.

2. 多變量 모델의 假定

먼저 다변량 모델을 분석의 단순화를 위해 특정자원의 어획이 2種의 어업에 의해서만 어획되는 것으로 보고, 이를 소개함에 있어서 아래의 2가지 사실을 假定한다.

- ① 어획의 선택성이 없다.
- ② 두 어업의 漁獲性能 向上이 동일한 속도로 이루어졌다.

가장 ①은 현재 우리나라 어업의 선택과 그리 틀리지 않는다고 보아지며, 또 선택적 어업이 다소

複數의 어업에 의해 어획되는 수산자원의 관리를 위한 연구

이루어진다고 하더라도 分散化하기가 곤란하므로 그렇게 하였다. 따라서 어떤 어업에서 100회의 揚網이 있었다면 어획된 모든 어종에 대해 100회의 揚網이 이루어졌다고 본 것이며, 이것은 C.P.U.E. 즉 $\frac{Y}{E}$ 를 資源量指數로 볼 때 비선미적 揚網時 특징이중이 어획되는 비율 역시 相對的인 資源의 크기를 나타낼 수 있다고 보았기 때문이다. 가정②는 對象期間동안 어업간의 漁獲性能이 일정한 채로 유지되어 왔다는 것을 가정하는 것이다.

3. 모델식

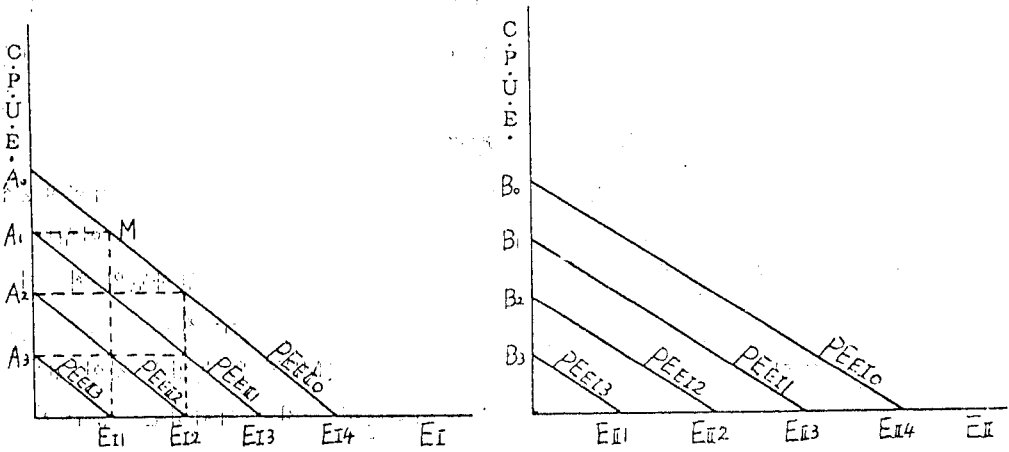
$$C.P.U.E. = f(E_I, E_{II}) \quad (E_I, E_{II}; \text{어업 I, 어업 II의 어획노력})$$

이라 볼 때 어업 I과 어업 II의 각각의 입장에서 본 對象資源의 C.P.U.E.는

$$C.P.U.E. = \frac{Y_I}{E_I} = a_1 + b_1 \cdot E_I + C_{12} \cdot E_{II}$$

$$C.P.U.E. = \frac{Y_{II}}{E_{II}} = a_2 + b_2 \cdot E_{II} + C_{21} \cdot E_I$$

가 된다.



<그림-2>

<그림-2>는 上記한 모델식의 圖式이다. 어업 I의 觀點에서 이 資源에 대한 경쟁어업이 없다면 CPUE곡선은 PE_EI1로 표시될 수 있으며 이것은 $CPUE_I = a_1 + b_1 \cdot E_I$ 으로 되어 傳統的인 분석의 그것과 같다. 그러나 경쟁어업인 어업 II의 어획노력이 E_II1으로 되면 同 資源에 대한 총체적 어획노력은 어업 I의 어획노력과 어업 II의 어획노력의 和와 같게 된다. (어업 I은 어업 II의 어획노력이 E_II1일 때 어업 I의 어획노력이 E_I1이면 CPUE가 A1으로 되며, E_I2이면 A2로 된다.) 이제 어업 II의 어획노력이 E_II1으로 增加하면 資源에 대한 漁獲強度는 어업 I의 어획노력에 변화가 없더라도 總체적으로 어업 II의 어획노력 增加分만큼 增加하게 되므로 CPUE가 높아져서 E_I1일 때 A2, E_I2일 때 A3로 된다. M점은 어업 I의 어획노력이 E_I1이고 어업 II는 어획노력을 0이하하지 않은 때 어업 I의 CPUE가 A1이 되는 점인데 여기서 어업 I이 어획노력을 E_I2로 增加시키면 그 때의 어업 I의 CPUE는 A2로 되며, M점에서 어업 I의 어획노력은 0대로 두고 어업 II의 어획노력을 E_II1으로 增加시키거나

도 어업 I의 CPUE는 A_2 가 된다. 즉 $E_{12}-E_{11}$ 과 $E_{11}-E_{10}$ 는 어획노력의 단위는 서로 다르나 자원에 미친 漁獲強度는 동일한 것이다. 이와 같은 論理를 $CPUE_1$ 에 적용시킬 수 있으며 여기서도 $CPUE_1$ 과 $CPUE_2$ 는 單位가 다르다.

이 모델식의 兩邊에 E_1 과 E_2 를 각각 곱하면

$$SY_1 = (a_1 + C_1 \cdot E_1) \cdot E_1 + b_1 \cdot E_1^2$$

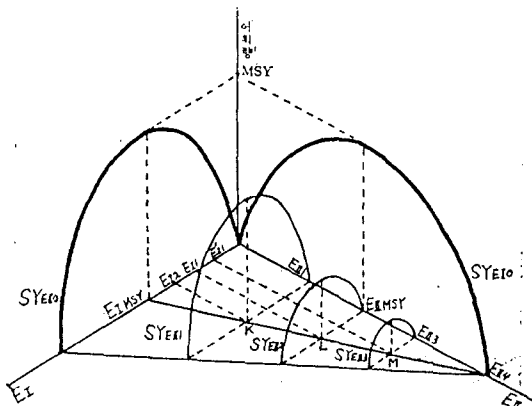
$$SY_2 = (a_2 + b_2 \cdot E_1) \cdot E_2 + C_2 \cdot E_2^2$$

로서 持續的 生産曲線式을 얻을 수 있다.

IV. 多變量 모델의 吟味

1. 경쟁어업의 어획노력량이 변화할 때 SY 곡선의 Shift

앞에서의 두 SY式을 空間座標上에 圖視한 것이 <그림-3>이다.



<그림-3>

어획량軸과 E_1 軸에 의해 만들어진 평면위의 곡선 SY_{E10} 는 $E_2=0$ 일 때이므로 이 자원이 어업 I의 어획노력 E_1 과 지속적 어획량과의 관계를 나타낸 것이며, 어획량軸과 E_2 軸에 의해 만들어진 座標平面上的 곡선 SY_{E20} 는 $E_1=0$ 일 때, 즉 어업 II에 의해서만 어획될 때 어업 II의 지속적생산 곡선이 된다. 그러나 이 자원이 어느 어업에 의해서 어획되든지에 관계없이 동일자원의 최대지속적 생산량은 同一하므로 이 두 지속적생산곡선의 최대지속적 생산량(MSY)은 동일한 것이 된다.

두 어업에서 동시에 어획하는 경우 어업 II에서 어획노력을 증가시킬 때 어업 I에서의 이 자원에 대한 지속적생산곡선의 Shift를 보면 어업 II에서 어획노력을 E_{11} , E_{1MSY} , E_{12} 로 증가시키에 따라 相應한 어업 I의 지속적생산곡선은 SY_{E11} , SY_{E1MSY} , SY_{E12} 로 된다. 따라서 어업 I이 E_{11} 에서 어획노력을 변동시키지 않는다 하더라도 어업 I이 이 자원에 대해 투하하고 있는 어획노력의 자원에 대한 壓力은 어업 II가 어획노력을 증가시키에 따라 어업 I의 지속적생산곡선 위에서 점차 커진다는 것을 알 수 있다. 즉 어업 I의 어획노력을 변화시키지 않는다 하더라도 경쟁어업의 어획노력 증가에 의해 자원에 대한 漁獲強度가 커져서 어업 I이 직면하는 SY곡선상에서의 生産的 位置가 달라진다.

이러한 論理는 어업 II의 位置에서도 마찬가지로 성립하므로 두 어업은 同 資源에 대해 경쟁적 어획을 하게 되며 이러한 경우 濫獲이 일어나기 쉽고, 두 어업의 어획노력의 합인 자원에 대한 漁獲強度만을 가지고 자원을 관리할때 두 어업에 비해 어획량이나 어획노력의 quota를 선정하지 않고서는 자원관리의 효과를 기대하기가 어렵게 된다.

<그림-3>에서 E_{1MSY} 와 E_{12} 를 연결한 직선위의 점들은 어업 II가 어획노력을 변화시킬 때 어업 I

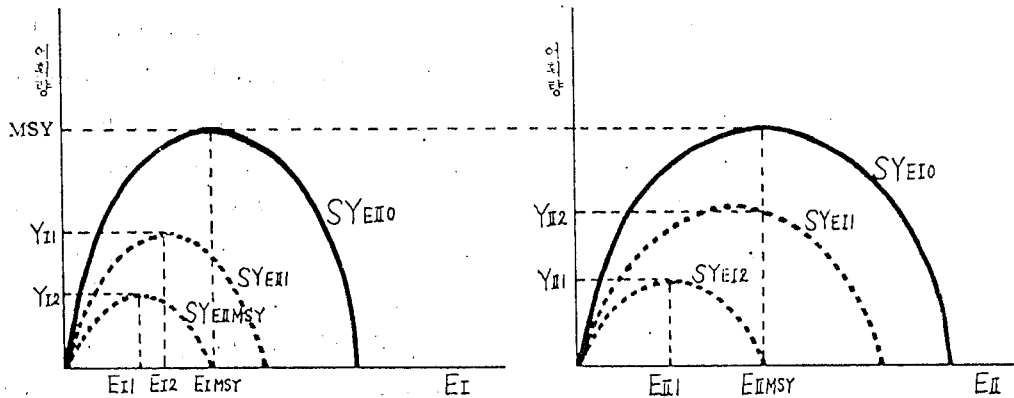
複數의 어업에 의해 어획되는 수산자원의 관리를 위한 연구

이 이 자원으로부터 msy 를 생산할 수 있는 어획노력 수준을 나타내고 있다. $E_{I,MSY}$ 는 어업Ⅱ가 이 자원에 대해 어획노력을 투하하지 않을 때 어업Ⅰ이 MSY 를 생산할 수 있는 어획노력수준이며 K, L, M 점에 對應하는 E_{I2}, E_{I1}, E'_{I1} 는 어업Ⅱ가 $E_{I1}, E_{I,MSY}, E_{I3}$ 만큼 어획노력을 투하할 때 어업Ⅰ이 msy 를 생산할 수 있는 어획노력수준이 된다.

2. 자원의 濫獲과 어업생산상의 濫獲

傳統的 분석은 어업이 어획노력을 변화시킬 때 자원으로부터 지속적으로 생산할 수 있는 어획량을 나타내는 SY 곡선上에서 적정어획 노력수준을 求하는 것이나, 多變量 모델은 지속적으로 어획량에 관계하는 變數로서 자신의 어획노력 뿐 아니라 경쟁어업의 어획노력까지 포함함으로써 자원으로부터 지속적으로 어획되는 어획량은 두 어업의 어획노력 결합에 의해 좌우되며 同 資源으로부터의 총체적 어획량이란 두 어업으로부터의 지속적 생산량의 합이 된다.

앞의 <그림-3>으로부터 어업Ⅱ가 同 資源에 대해 어획노력을 $E_{I1}, E_{I,MSY}$ 로 변화시킬 때 어업Ⅰ의 지속적 생산곡선과 어업Ⅰ의 어획노력이 E_{I1}, E_{I2} 로 변화될 때 어업Ⅱ의 지속적생산곡선을 <그림-4>에 나타내었다.



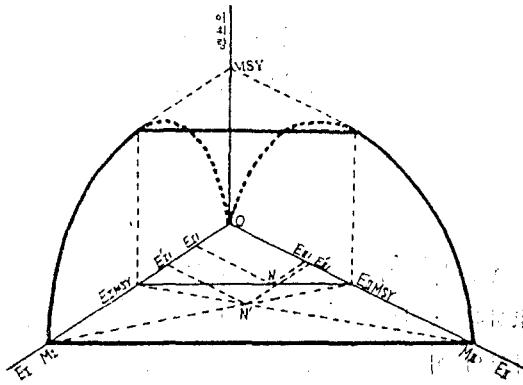
<그림-4>

<그림-3>의 K 점은 어업Ⅰ, Ⅱ가 어획노력을 각각 E_{I2}, E_{I1} 만큼 투하하고 있는 경우이므로 <그림-4>에서 어업Ⅰ의 지속적 어획량은 Y_{I1} 이 되고, 어업Ⅱ의 그것은 Y_{II1} 이 되므로 두 어업으로부터의 총체적 어획량은 $Y_{I1}+Y_{II1}$ 이 된다. <그림-3>의 L 점은 어업Ⅰ, Ⅱ로부터 어획노력이 $E_{I1}, E_{I,MSY}$ 만큼 투하되고 있는 것이므로 이 경우 <그림-4>에서 어업Ⅰ의 어획량은 Y_{I2} , 어업Ⅱ에서는 Y_{II2} 만큼을 어획하게 되어 총체적 어획량은 $Y_{I2}+Y_{II2}$ 가 된다. 그러나 두 어업으로부터의 어획량의 합인 총체적 어획량은 MSY 를 초과할 수 없다.

이러한 어획노력 결합의 변화에 따른 총체적 어획량의 변화를 <그림-5>에서 살펴 보자.

<그림-5>에 나타난 立體圖形의 높이는 각각의 어획노력 결합에 對應한 총체적 어획량을 나타낸다. $E_{I,MSY}$ 와 $E_{I,MSY}$ 를 연결한 직선위의 두 어업의 어획노력 결합은 MSY 와 동일한 총체적 어획량을 생산할 수 있다. 두 어업의 어획노력은 異質의인 것이긴 하나 相對漁獲性能을 그래프上에서 비교해 볼 수 있는데, 동일한 자원에 대해 어업Ⅰ은 $E_{I,MSY}$ 의 어획노력으로 MSY 를 생산할 수 있

영론집



<그림-5>

과 M_1 의 어획노력으로 자원을枯竭시킬 수 있는
 게 바히, 어업 II는 $E_{IMS\bar{V}}$ 의 어획노력으로 MSY
 를 생산할 수 있고 M_2 를 투입함으로써 자원을枯
 竭시킬 수 있기 때문에 어업 I의 어획노력 M_1 과
 어업 II의 어획노력 M_2 는 同 資源에 대해 동일한
 漁獲強度를 가진다고 볼 수 있으므로 어업 I과 II
 의 相對漁獲性能은 이들의 逆數가 되며 그래프상
 에서 $\overline{O \cdot M_1} : \overline{O \cdot M_2}$ 으로 생각할 수 있다. 여기서
 $E_{IMS\bar{V}}$ $E_{IMS\bar{V}}$ 를 연결한 직선위의 任意의 점 N에 대
 해서 보면 이 점은 어업 I로부터 E_{I1} , 어업 II
 로부터 E_{I2} 의 어획노력이 투입된 것을 나타내며
 이 두 어업으로부터의 어획노력의 합은 $\overline{O \cdot E_{I1}}$

$= \overline{E_{I1} \cdot N}$ 이고, 어업 II의 어업 I에 대한 相對漁獲性能이 $\frac{\overline{O \cdot M_1}}{\overline{O \cdot M_2}}$ 이므로 $\overline{E_{I1} \cdot N} = \overline{E_{I1} \cdot E_{IMS\bar{V}}}$ 가 되어
 어업 I의 어획노력 단위로 나타내면 $E_{IMS\bar{V}}$ 가 되고 어업 II의 어획노력단위로는 $E_{IMS\bar{V}}$ 가 된다. 따라서
 $E_{IMS\bar{V}}$ 와 $E_{IMS\bar{V}}$ 를 연결한 직선상의 모든 어획노력의 결합은 자원에 대한 漁獲強度가 모두 $E_{IMS\bar{V}}$ 나
 $E_{IMS\bar{V}}$ 와 같아서 그로부터 어획되는 총체적 어획량은 모두 MSY가 된다. 이러한 原理로 $E_{IMS\bar{V}}$ 와
 $E_{IMS\bar{V}}$ 를 연결한 직선과 平行인 동일 직선상의 모든 어획노력의 결합은 동일한 총체적 어획량을 생
 산하게 되는 等 生産量線이 되며 어업 I과 II의 相對漁獲性能이 不變이므로 어업 I과 II의 어획노
 력의 代替率 역시 일정하여 等生産量線은 직선으로 나타나게 된다. 일반적인 等量線은 原點에서 멀
 어질수록 높은 생산량 수준을 나타내는 것이나, 어업은 자원메카니즘의 特性 때문에 $E_{IMS\bar{V}}$ 와 $E_{IMS\bar{V}}$
 를 잇는 等量線에서 최대가 되고 그 이후 어획량은 감소된다.

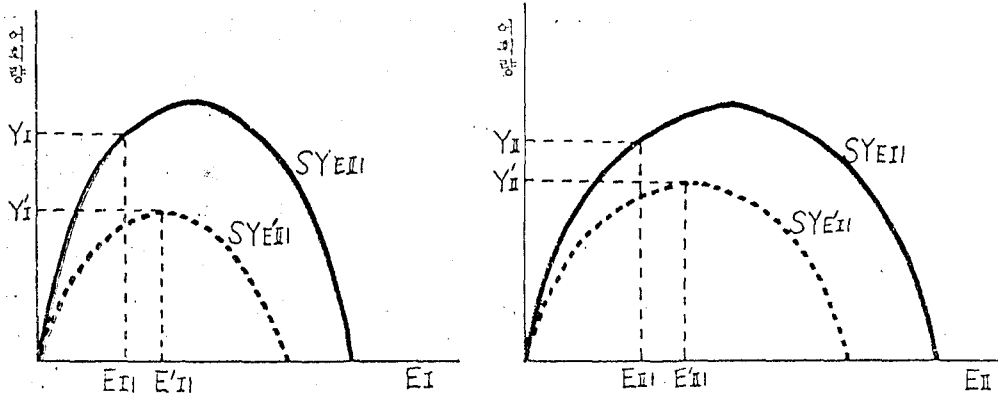
생물학적 측면에서의 資源開發의 궁극적인 목표가 MSY를 추구하는 것이라면 자원의 관리는 두
 어업에서의 어획노력 결합이 $E_{IMS\bar{V}}$ 와 $E_{IMS\bar{V}}$ 를 잇는 직선상에 위치하도록 어획노력을 관리해야하나
 이것만으로는 실제적인 자원관리에 별 도움을 주지 못한다. 실제적인 관리에 대한 指針을 제공하
 기 위해서는 생물학적 MSY를 목표로 하더라도 이 직선상의 어느 결합을 선택할 것인가에 대한 情
 報가 제공되어야 하며 이것은 두 어업에서의 어획노력에 대한 비용이라든지, 두 어업이 混獲하고
 있는 다른 어종에 대한 것까지 고려하여 결정지워질 문제이다.

同 資源의 MSY를 어획하는 어획노력은 <그림-5>에서 $E_{IMS\bar{V}}$ 와 $E_{IMS\bar{V}}$ 를 잇는 직선상의 어획 노
 력의 결합이며 이 두 어업으로부터의 어획노력은 單位가 다르기 때문에 MSY를 어획하는 어획 노
 력은 단순히 이들의 합은 아니다. 等生産量線은 다른 의미에서 等漁獲強度線이라고 할 수 있으며
 $E_{IMS\bar{V}}$ 와 $E_{IMS\bar{V}}$ 를 잇는 직선 바깥쪽의 어획노력 결합은 이 직선상의 漁獲強度보다 크므로 濫獲단계
 의 과잉 어획노력이 된다.

그러나 MSY를 어획하는 어획노력의 결합인 N에서 개개의 어업이 느끼는 자원의 어획노력수준
 은 <그림-6>에서 어업 I의 경우 어업 II의 어획노력이 E_{I1} 일 때 지속적 생산곡선 $SY_{E_{I1}}$ 상에서 투하
 된 어획노력 E_{I2} 은 MSY 수준을 넘고 있기 때문에 어획노력을 증가시킬 때 어획량을 증가시킬

複數의 어업에 의해 어획되는 수산자원의 관리를 위한 연구

수 있는 것으로 생각할 것이며 어업 II 역시 어업 I의 어획노력수준이 E_{II} 인 때의 지속적 생산곡선 $SY_{E_{II}}$ 위에서 투하된 어획노력 E_{II} 이 MSY 수준을 넘고 있지 않으므로 어획노력을 증가할 때 어획량을 증가시킬 수 있다고 생각한다. 이런 결과 두 어업이 동시에 어획노력을 증가시킬 경우 두 어업이 동시에 각각의 SY곡선에서의 msy 에 도달하는 N' 점에서 어획노력의 증가가 멈추게 될 것이다. 그러나 각각의 어업은 실제로는 同 資源에 대한 漁獲強度를 MSY를 어획할 수 있는 수준이상



<그림-6>

으로 투입함으로써 두 어업의 SY곡선이 <그림-6>과 같이 下向으로 Shift함으로써 결과적으로 어획량을 감소시키게 된다.

單一漁業에 의해 어획되는 경우 자원에 대한 MSY 어획노력수준과 어업의 SY곡선에서의 MSY 어획노력수준이 同一하지만 複數의 어업에 의해 경쟁적으로 어획되는 경우, 총체적 어획량을 최대로 하는 자원에 대한 MSY 어획노력 수준과 개개의 어업이 msy 에 도달할 때의 총체적 어획노력수준은 다르며 자원에 대한 어업간의 경쟁적 어획으로 자원을 더욱더 濫獲시키는 결과를 가져오게 된다.

3. 다수의 어종을 혼획하고 있는 경우의 분석

<표-2>에 나타난 바와 같이 한국 연근해어업은 매우 다양한 어종을 혼획하고 있으며 主 魚種에 대한 依存의 정도가 매우 낮아서 선택적 조업이 거의 이루어지지 못하고 있다. 이것은 역시 어업생산의 特性인 不確實性에도 基因한다고 할 수 있으며, 특히 우리나라의 경우 어업이 零細性을 탈피하지 못하고 있는 것도 原因이 된다.

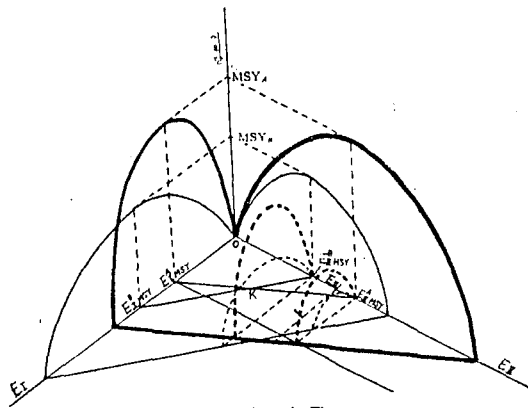
이렇게 선택적 조업이 이루어지지 못하는 狀況下에서 單一魚種에 국한시켜서 자원관리를 위해 어획노력을 관리한다는 것은 많은 의미에서 비현실적일 수 밖에 없다.

다수의 어종을 혼획하고 있는 경우의 분석은 생물학적으로 자원 상호간의 相互依存關係가 거의 밝혀져 있지 않고 또한 많은 어종을 혼획하고 있는 현실에 비추어 볼 때 현재로서는 이론적인 것만으로서의 가치 밖에 가질 수 없는 것으로 여겨지나, 本節에서는 初步的인 연구로서 다수 어종을 혼획하고 있는 경우 관리기준을 정함에 있어서 생산적 측면에서의 특성에 기인한 몇가지 사실을 지적하고자 한다.

먼저 분석의 단순화를 위해 두 어업이 두가지 어종만을 혼획하고 있다는 것과 魚種間의 생물학적 相互依存關係가 없다는 것을 가정하였다.

〈그림-7〉에서 혼획의 경우를 간단히 분석하고자 한다.

동일한 어종을 대상으로 하는 두 어업이 共存하기 위해서는 經營學的인 이유 및 기타 특수한 경우가 아니라면 각각 특정어종에 대해 경쟁어업보다 漁法上 能率的이어야 한다. 〈그림-7〉에서 어업 I, 어업 II의 두 어업이 A, B어종을 혼획하고 있으며 어업 I은 A어종에 대해, 어업 II는 B어종에 대해 경쟁어업보다 상대적으로 能率的인 어업이다. 그리고 두 어종 사이에는 자원학적인 優劣이 있어 A어종이 B어종보다 多獲性魚種이며 그림에서 A어종의 SY곡선은 굵은 선으로, B어종의 그것



〈그림-7〉

은 가는선으로 그려져 있다. $E_1^A_{MSY}$ 와 $E_1^B_{MSY}$ 를 연결한 직선은 A어종의 총체적 어획량을 최대로 하는 두 어업에서의 어획노력 결합을 나타내며 $E_1^B_{MSY}$ 와 $E_1^A_{MSY}$ 를 연결한 직선은 B어종의 그것을 나타내며, 두 직선의 交點이 K로 표시 되어있다. 따라서 K점에서의 어획노력의 결합은 두 어종으로부터 동시에 총체적 어획량을 최대로 할수 있는 것이 되며 O, $E_1^A_{MSY}$, K, $E_1^B_{MSY}$ 에 의해 만들어진 平面속의 모든 어획노력의 결합은 두 어종이 다 같이 MSY의 단계에 이르지 않은 어획노력수준이

될 것이며, $E_1^A_{MSY}$, K, $E_1^B_{MSY}$ 에 의해 만들어진 삼각형 속의 어획노력의 결합은 B어종은 생물학적 濫獲의 단계가 아니나 A어종은 MSY 수준을 넘어선 어획노력의 과잉투하상태를 나타내고, $E_1^B_{MSY}$, K, $E_1^A_{MSY}$ 로 만들어진 삼각형 속의 어획노력 결합은 A어종은 MSY수준을 넘지 않고 있으나 B어종이 생물학적 濫獲의 단계이며, 이 밖의 영역에서의 어획노력 결합은 두 어종이 다 같이 생물학적 남획의 단계가 되는 어획노력의 과잉투하 상태를 나타낸다. 따라서 이러한 경우 생물학적으로 最適인 어획노력의 결합은 K이며 이 때 두 어종의 어획량의 합도 최대가 된다.

이제 어업 I은 어획노력을 $E_1^A_{MSY}$ 에서 변화시키지 않고 어업 II가 어획노력을 증가시킬 때 어업 I의 어획노력 $E_1^A_{MSY}$ 은 어업 II의 어획노력이 변화함에 따라 두 어종에 대한 자원학적 의미에서의 위치가 변화한다. 어업 II가 어획노력을 전혀 투하하지 않는 경우 어업 I의 어획노력 $E_1^A_{MSY}$ 은 두 어종에 대해 다같이 濫獲狀態가 아닌 수준이나 어업 II의 어획노력이 $E_1^B_{MSY}$ 일 때는 A, B 두 어종이 모두 濫獲되는 어획노력수준이고, E_{11} 이 되면 A어종에 대해서는 濫獲수준이며 B어종에 대해서는 同資源을 완전히 枯竭시키는 수준이며, 다시 어업 II의 어획노력이 $E_1^A_{MSY}$ 가 되면 A어종까지도 枯竭시키는 수준이 된다.

이렇게 어업 II의 어획노력 변화에 따라 동일한 어업 I의 어획노력 E_{1MSY} 의 두 어종에 대한 자원학적 의미가 달라지게 되는 이유는 비선형적 어획이므로 어업 II의 어획노력 변화는 두 어종에 대해 어획노력의 單位는 동일하게 변화하였지만 그것이 두 자원에 미치는 漁獲強度는 어종별로 경쟁어업인 어업 I과의 相對漁獲性能이 다르므로 A어종에 비해 B어종에 漁獲強度를 相對的으로 더 많이

複數의 어업에 의해 어획되는 수산자원의 관리를 위한 연구

증가시켰기 때문이다.

요약해서 어업 I의 觀點에서 어업 II가 어획노력을 증가시킬 때 두 어종間에는 어업 II의 漁獲性能이 어업 I에 비해 相對的으로 높은 어종이 더욱더 자원학적 위치가 악화된다는 것이다.

V. 結 言

한국 연근해어업은 대부분의 어종이 다수의 어업에 의해 경쟁적으로 어획되고, 主 어업의 어획량이 어종 전체어획량에서 차지하는 비율도 몇몇 多獲性어종을 제외하고는 아주 낮으며, 또한 대부분의 어업이 다수의 어종을 거의 비선택적으로 어획하고 있었다. 이러한 현실에서 傳統的인 자원분석 방법은 자원학적 측면에서 자원에 대해 투입된 총체적 어획노력을 算定하는데 있어서의 어려움 때문에 어종별 자원분석을 하지 못하고 있는 실정이고 자원관리 측면에서는 자원에 대한 適正漁獲努力의 어업별 配分에 대한 情報를 제공하지 못하는 제한성이 있다.

그러나 多變量 모델을 사용하여 어업별 어획노력을 각각 자원에 대한 독립변수로 둘 때 異質的인 어획노력단위인 어업별 어획노력을 총체적인 어획노력량으로 換算할 필요가 없을 뿐 아니라 적정어획노력의 어업별 배분의 문제에 대해서도 傳統的 분석보다는 더 구체적인 정보를 제공해 준다.

그러나 다변량 모델은 우리나라와 같이 어업이 다수의 어종을 혼획하고 있는 경우에 있어서 어획의 선택성이 전혀 없다는 것을 假定하고 있으므로 이러한 假定이 破棄되었을 때 다변량 모델에 의한 분석이 어느 정도 有用할 것인가가 문제된다.

끝으로 經濟學的 측면에서의 분석과 선택성이 있을 때의 분석에 대해 차후 보완할 것을 약속한다.

참 고 문 헌

張設鎔, 수산경영학, 친학사, 1966.

張設鎔 外 4人, 연근해어업 재편성 방안, 부산수산대학, 1980.

국립수산진흥원, 연근해어업 대상자원의 진단과 평가, 1981.

Lee G. Anderson, The Economics of Fisheries Management, The Johns Hopkins University Press, 1977.

농수산부, 수산통계연보, 1982.

A Study on the Rational Utilization of Resource Caught by Multiple Fisheries

Byoung-Ho Kim

Summary

This study is attempted to serve the fundamental theory for 'The reorganization of Korean coastal and adjacent water fishery.'

On the Korean coastal and adjacent water fishery where one species stock is caught by multiple fisheries, traditional analysis is not suitable, as analyzing through adjusting the heterogeneous fishing effort among the fisheries to an unit having same fishing strength

Therefore, this study presents the 'Multi-Variable Model', adopting fishing effort from each fishery as independent variable, respectively, in order to analyze the quantitative fluctuation of fishery resource not with fishing strength but with amount of fishing effort, measured by the unit of each fishery.

For the sake of simplification, this study assumes that one species is caught by two fishery, premise two assumption.

- 1) Every fishery has not the selectivity in fishing
- 2) The promotion of fishing efficiency is accomplished in the same speed.

Resource equilibrium equation of each fishery is;

$$CPUE_1 = \frac{Y_1}{E_1} = a_1 + b_1 \cdot E_1 + c_1 \cdot E_1$$

$$CPUE_2 = \frac{Y_2}{E_2} = a_2 + b_2 \cdot E_2 + c_2 \cdot E_2$$

Sustainable yield equation is;

$$SY_1 = a_1 \cdot E_1 + b_1 \cdot E_1^2 + c_1 \cdot E_1 \cdot E_1$$

$$SY_2 = a_2 \cdot E_2 + b_2 \cdot E_2 \cdot E_2 + c_2 \cdot E_2^2$$

This study is rudimentary, hereafter, refinemental analysis will be supplemented.