單一漁法에 의한 複數魚族의 適正漁獲水準에 관한 硏究

玉 永 秀*

Ⅰ. 問題의 提起
Ⅱ. MSY 理論의 槪念
Ⅲ. 複數漁業資源의 同時漁獲問題
Ⅳ. 理論의 適用 및 分析
Ⅴ. 맺는 말

Ⅰ. 問題의 提起

漁業에 있어서 適正漁獲水準의 결정은 주어진 漁業資源을 효율적으로 이용하기 위한 가장 기본적인 과제에 속하게 된다. 그래서 어업 자원의 감소 문제가 제기된 19세기말 이후의 先進國水産政策은 이를 위해 꾸준한 노력을 기울여 왔다. 정확한 適正漁獲水準의 추정에는 다음 두 가지의 연구가 선행되어야 한다. 즉 어업자원이 가지고 있는 고유한 資源學的 정보를 어떻게 파악하느냐 하는 것과 어업자원과 실제 어업과의 사이에 존재하는 關係를 규명하는 것이다.

한편 종래의 適正 漁獲水準 決定은 單一漁法에 의한 單一魚種을 전제하는 것이 일반적이었다. 이는 종래의 어업 특징이 대개 特定漁法에 의해 特定魚種이 대량 어획된데 기인하였기 때문이다.

그러나 漁撈漁法의 기술발달과 어군탐지 장비가 개량되고 전반적으로 자원량이 감소함에 따라 특정어법에 의한 특정어종의 어획은 점차 변화되어 한 어법이 여러 어종을 어획 대상으로 하는 사례가 늘게 되었다. 이와 같은 현상은 業種間의 분쟁을 야기하기도 하지만 무엇보다도 어획노력의 增投效果를 가져오게 되어 자원감소를 촉진하는 요인이 되기도 한다. 따라서 보다 현실성있는 적정어획 수준을 추정하기 위해서는 複數漁法에 의한 單一魚種의 漁獲, 또는 單一漁法에 의한 複數魚種의 漁獲을 대상으로한 연구가 이루어질 필요가 있다.

本稿는 이런 관점에서 單一漁法을 기준으로 한 複數魚種의 適正漁獲 水準을 추정하는 방법을 고찰하고 이를 底引網漁業에 적용해 보는데 주안점을 두었다.

Ⅱ. MSY 理論의 槪念

1. 漁業資源의 特徵

漁業資源은 생물자원이기 때문에 대표적인 自律的更新資源(Self-regulating renewable resource)에 속하게 된다. 自律的 更新資源은 資源量

* 硏究員.

(stock)의 크기에 따라 자율적인 조절 작용을 하는 것이기 때문에 密度依存的인 성격을 지닌다고 할 수 있다. 따라서 일정기간의 자원량 변화는 다음과 같은 式으로 나타낼 수 있다.

$$(1) \qquad \Delta X_t = X_{t+1} - X_t = R_t + G_t - D_t$$

이때 X_t는 t시기의 자원량이며 R_t는 新規加入量(Recruitment)을 나타내고 G_t는 이미 가입된 계층의 成長量(Growth)을 나타낸다. D_t는 대상 어종의 自然的 死亡量(Natural Mortality)을 나타내는데 이는 자연상태 하에서 질병에 걸리거나 다른 생물의 먹이가 되거나 수명을 다하여 죽는 것이 포함된다. R_t와 G_t에 의해서 자원량은 증가하고 D_t에 의해서 감소하여 전체 X_t의 변화량이 결정된다.

한편 어업자원은 자원량의 크기에 영향을 받으므로 전체 변화율은 다음과 같은 微分方程式 형태로 표시할 수 있다.

$$(2) \qquad \frac{dX_t}{dt} = F(X_t) = rX_t$$

X_t : t시기의 자원량

$F(X_t)$: 自然增加率(natural growth rate)

r : 純比例 自然增加率(net proportional growth rate)

이 式의 解는, $X_t = X_0 e^{rt}$인데, 따라서 어업자원의 增減率은 다시 로지스틱(logistic) 函數 형태로 표시할 수 있다.

$$(3) \qquad \frac{dX_t}{dt} = F(X_t) = rX_t\left(1 - \frac{X_t}{K}\right)$$

여기서 K는 환경이 부양할 수 있는 最大平衡資源量으로서 인간의 손길이 닿지 않은 原始資源狀態 또는 處女資源狀態라고 불리워진다. 式 (3)의 모양은 〈그림 1〉과 같다. 이 로지스틱方程式은 두 개의 平衡資源量($X^*=0$와 $X^*=K$)을 갖게 되는데 자원량(X_t)이 K보다 작으면 $\frac{dX}{dt}$는 증가하고 반면에 자원량(X_t)이 일시적으로 K를 넘어서게 되면 生態學的인 균형파괴로 $\frac{dX}{dt}$는 감소하게 된다. 이런 현상이 반복적으로 되풀이 되면서 자원량은 점차 K에 접근해 간다.

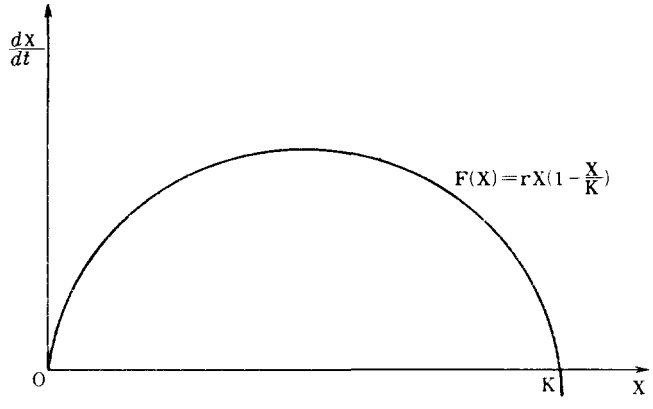
2. 쉐퍼모델

이상은 漁獲을 고려하지 않은 자연상태 하에서의 자원량 변화를 나타낸 것이나 어획량을 고려한다면 資源量의 變化率은

$$(4) \qquad \frac{dX_t}{dt} = F(X_t) - Y_t$$

단, Y_t는 漁獲量

그림 1 로지스틱 成長函數



로 나타낼 수 있다. 한편 單一魚種을 가정하고 어획량 Y_t는 어획노력량 E_t와 자원량 X_t의 관계에 있기 때문에 $Y=f(E, X)$가 되고 간단한 直線式을 상정한다면

$$Y_t=qE_tX_t \quad (5)$$

Y_t : 漁獲量
q : 漁獲能率 係數
E_t : 漁獲努力量
X_t : 資源量

로 나타낼 수 있다. 따라서 式 (5)를 式 (4)에 대입하여 어획시의 자원량 변화를 로지스틱函數 형태로 나타내면

$$\frac{dX_t}{dt}=rX_t\left(1-\frac{X_t}{K}\right)-qE_tX_t \quad (6)$$

가 된다. 이때 自然增加量과 漁獲量이 같다면 그 자원량의 증감은 平衡狀態에 있게 되며(즉, $F(X_t)=Y_t$이면 $F(X_t)-Y_t=0$가 되어 $dX_t/d_t=0$) 式 (6)은 $qE_t<r$의 조건 하에 $X_t=K(1-qE_t/r)$의 값을 가지게 된다. 이것을 式 (5)에 대입하여 Y_t에 대하여 풀면

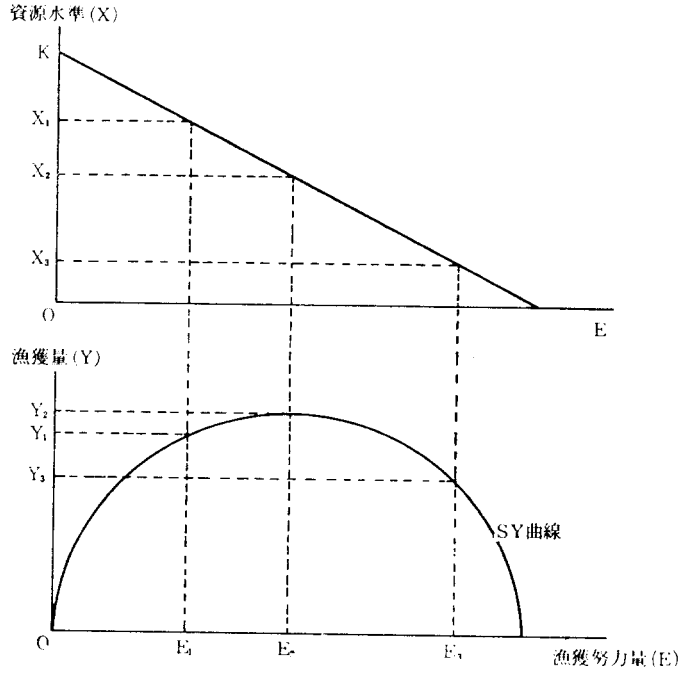
$$Y_t=qE_tX_t=qE_tK(1-qE_t/r) \quad (7)$$

로 나타낼 수 있고 式 (7)을 單位努力當漁獲量(catch per unit effort : CPUE)과 어획노력량의 관계로 나타내기 위해서 정리하면

$$\frac{Y_t}{E_t}=qK-\frac{q^2K}{r}E_t \quad (8)$$

가 된다. 이것은 單位努力當漁獲量(Y_t/E_t)과 어획노력량(E_t) 사이의 一次直線式이 된다. 그런데 資源量(stock)의 측정이란 현실적으로 거의 불가능에 가까운 일이므로 실제 漁業資源分析에서는 자원량의 상태를 간접적으로 나타낼 수 있

그림 2 漁獲量과 漁獲努力量과의 關係



는 단위노력당 어획량을 구하여 代替 사용하고 있다. 따라서 단위노력당 어획량의 정도를 자원량의 정도라고 한다면 어획노력량과 자원수준 또는 어획량과의 관계는 〈그림 2〉와 같다. 이 그림에서는 單位努力當漁獲量으로 나타나는 자원량이 어획노력량의 1차 직선식으로 나타나 있으며 어획량은 어획노력량의 2차 함수인 포물선 형태로 나타나 있다. 이 포물선의 궤적이 균형상태 하의 持續的 漁獲量을 나타내는 SY 曲線(sustainable yield curve)이 된다. 만일 어획노력이 0이라면 어획량은 0이고 자원수준은 K가 되어 原始資源狀態를 나타내게 되며 어획노력이 E_1에 이르면 균형 상태의 어획량은 Y_1이 되고 자원 수준은 X_1상태에 있게 된다. 어획노력이 E_2에 이르게 될 때 균형 상태의 어획량은 Y_2로 극대치를 나타내게 되는데 이것을 最大持續的漁獲量(maximum sustainable yield : MSY)이라고 하며, 이때의 어획노력량 E_2는 最大持續的漁獲努力量(maximum sustainable effort: MSE), 자원량 X_2는 最大持續的 資源量(maximum sustainable stock : MSS)이라고 한다. 어획노력량이 E_3로 증가하면 均衡漁獲量은 점차 감소하여 Y_3가 되고 자원량은 X_3가 되어 자원이 상당히 감소한 상태에 있게 된다.

한편 式 (8)은 $U_t=\alpha-\beta E_t$ (U_t는 t시기의 CPUE)의 일차식으로 나타나므로 $\alpha=qK$, $\beta=q^2K/r$가 된다. 따라서 q, K, r 중 어느 하나만 알면 나머지는 추정된 α, β를 이용하여 구할 수 있다. 여기서 폭스(Fox, 1975)는 주어진 데이타와 추정된 파라메타를 이용하여 q를 추정하는 방법을 제시하였는데[1] 이를 이용하여 K, r을 구하고, 추정된 α, β를 조합시키면 MSY, MSE, MSS 등은 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$\hat{K}=\hat{\alpha}/\hat{q}$$
$$\hat{r}=\hat{q}^2\hat{K}/\hat{\beta}$$
$$\mathrm{MSY}=\hat{\alpha}^2/4\hat{\beta}$$
$$\mathrm{MSE}=\hat{\alpha}/2\hat{\beta}$$
$$\mathrm{MSS}=\hat{K}/2$$

Ⅲ. 複數漁業資源의 同時漁獲問題

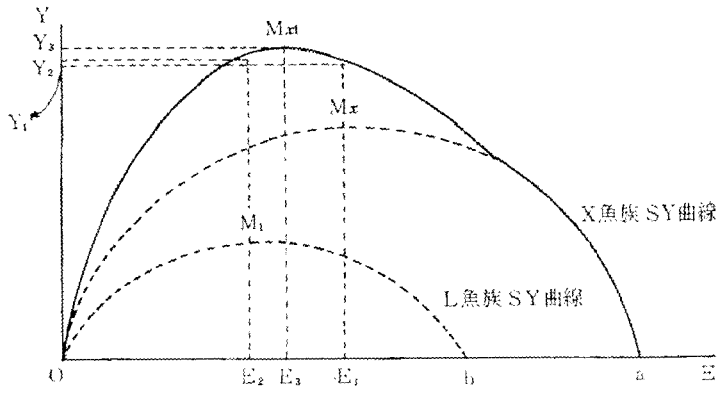
쉐퍼모델은 單一魚種을 가정한 것이나 실제 어업에서 단일 어종만을 어획 대상으로 하는 경우는 드물며 대개 複數魚種을 어획 대상으로 하고 있다. 이때 각 어종의 자원량 크기는 모두 다르기 때문에 각각의 어종이 가지는 資源 파라메타 즉 α, β, K 또는 MSY, MSS는 모두 다르다. 이와 같은 경우에 거의 無差別的으로 어획되고 있다고 할 수 있는 각각의 어종에 대한 어획 수준을 모두 MSY로 유지할 수는 없으며 한 어종을 MSY 수준으로 유지할 때 다른 어종은 過剩利用 또는 過少利用의 수준에 있을 것으로 짐작할 수 있다. 이럴 때 適正漁獲水準을 유지하기 위한 어획노력량은 어느 정도로 투하하여야 할 것인가를 구체적으로 설명하면 다음과 같다. 여기서 문제를 단순화시키기 위하여 두 개의 資源群으로 가정한다.

1. 魚族間 資源量差가 작을 경우

두 魚族의 자원량 차가 작을 경우 SY 曲線의 차이도 작다고 할 수 있다. 즉 〈그림 3〉에서와 같이 두 魚族의 SY 曲線을 그리면 OMxa는 X 魚族의 SY 곡선, OMlb는 L 魚族의 SY곡선, a, b

[1] $\hat{q}=\sum_{i=2}^{n-1}\left[\left(\left|\frac{\Delta U_t}{U_t}\right|\right)/\left(\left|\frac{U_t}{\hat{\beta}}-\frac{\hat{\alpha}}{\hat{\beta}}-E_t\right|\right)\right]/(n-2)$
단, n : 최종 데이타 포인트
$\Delta U_t=(U_t-U_{t-1})/2$

그림 3 複數魚族의 SY 曲線 (1)

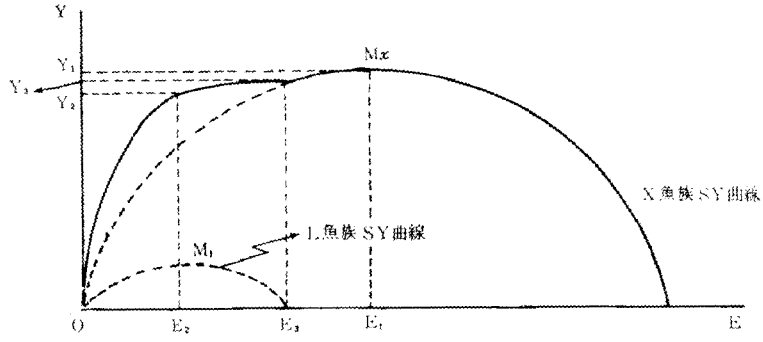


는 X 및 L 魚族의 자원량이 O이 되는 어획노력 수준이 되어 SY 曲線의 차는 크지 않다. 이때 X 魚族의 MSY는 MxE_1이 되며 E_1은 MSE가 된다. 또 L 魚族의 MSY는 MlE_2가 되며 이때의 MSE는 E_2가 된다. 그런데 여기서 X 魚族의 MSY를 실현시키기 위해서 E_1의 어획노력을 투하시키면 무차별적인 어업상태이므로 L 魚族은 MSY 수준을 지나 過剩漁獲의 수준에 있게 된다. 또 L 魚族의 MSY를 실현시키기 위하여 E_2의 어획노력을 투하시키면 X 魚族은 MSY 수준에 미달하는 過少漁獲의 수준에 있게 된다. 한편 두 魚族의 합계 어획량은 OMxla의 실선 부분이 되는데 두 魚族의 합계 어획량이 최대로 되는 것은 $MxlE_3$를 실현시키는 E_3點이 된다. 이는 X 魚族은 MSY 보다 다소 過少漁獲을 L 魚族은 MSY 보다 다소 過剩漁獲을 하는 수준이 된다.

2. 魚族間 資源量差가 클 경우

두 魚族의 자원량 차가 커서 SY 曲線差도 클 경우의 동시어획 문제는 다른 양상을 띠게 된다. 즉 〈그림 4〉에서와 같이 L 魚族의 SY 곡선이 X 魚族의 SY 곡선에 비해 현저히 작아 X 어족의 MSY를 실현시키기 위해 MSE인 E_1의 어획노력을 투입할 경우 L 어족의 SY 곡선은 이미 零의 상태에 있게 되어 L 어족이 絶滅되었다는 것

그림 4 複數魚族의 SY 曲線 (2)



을 알 수 있다. L어족은 E_3의 어획노력 수준일 때 자원량은 絕滅狀態에 이르기 시작하므로 두 어족을 동시 지속적으로 어획한다고 할 때 E_3 이상의 어획노력 투하는 자원보호상 금지되는 것이 바람직할 것이다. 이에 반하여 L어족의 MSY를 실현시키기 위하여 L어족의 MSE 수준인 E_2의 어획노력을 투하할 경우 X어족은 過少漁獲이 되어 두 어족의 합계어획량인 Y_2는 Y_1, Y_3보다 낮은 수준에 있다. 따라서 두 어족을 동시 지속적으로 어획하기 위해서 최적수준의 어획노력 투하는 E_2와 E_3 사이에서 결정하여야 하며 이때의합계어획량도 Y_2와 Y_3사이에서 결정된다.

3. 複數魚族의 適正漁獲量 算定

單一漁法에 의한 單一魚族의 어업생산 모델에서 통상 MSY를 목표로 하는 어업관리는 均衡資源狀態를 악화시키지 않는다. 그러나 複數魚族을 동시에 어획하는 어법 하에서는 한 魚族의 MSY 추구는 대체로 다른 魚族의 자원량을 絕滅狀態에 빠뜨리게 하거나 過剩또는 過少利用 상태에 있게 한다. 따라서 두 魚族의 동시 어획을 최대로 하기 위해서는 먼저 두 魚族의 生物資源學的 관계를 살펴본 다음 적정어획을 위한 어획노력량을 결정하여야 할 것이다. 즉 두 어족의 자원량 차가 작을 경우는 각 어족의 생산량 합계가 최대 수준이 되는 점에서 어획노력 투하를 결정해야 하며 두 어족의 자원량 차가 클 경우는 한 어족의 자원량이 絕滅狀態에 이르지 않는 범위 내에서 어획노력 투하를 결정해야 한다.

本稿에서는 두 魚族의 자원량 차가 작을 경우 최대 어획량을 실현시키기 위한 어획노력결정 방법을 살펴보았는데 이는 다음과 같다. 우선 두 魚族의 資源量增加率은 각각 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$(9)\qquad \frac{dX_t}{dt}=r_1X_t\left(1-\frac{X_t}{K_1}\right)-q_1E_tX_t$$

$$\frac{dL_t}{dt}=r_2L_t\left(1-\frac{L_t}{K_2}\right)-q_2E_tL_t$$

X_t, L_t : X, L 魚族의 資源量
K_1, K_2 : X, L 魚族의 環境扶養最大資源量
r_1, r_2 : X, L 魚族의 純比例 自然增加率
q_1, q_2 : X, L 魚族의 漁獲能率係數

이때 두 어족의 자원량을 극대화시키는 1차 조건으로서 式 (9)를 $dX_t/d_t=0$, $dL_t/d_t=0$으로 전개하면(단, $qE_t<r$),

$$(10)\qquad X_t=K_1\left(1-\frac{q_1}{r_1}E_t\right)$$

$$L_t=K_2\left(1-\frac{q_2}{r_2}E_t\right)$$

가 된다. 어획량은 $q_1E_tX_t$와 $q_2E_tL_t$이므로 $X_t=Y_{xt}/q_1E_t$, $L_t=Yl_t/q_2E_t$로 나타낼 수가 있으며 이를 式 (10)에 대입하여 각 어획량에 대해 풀면

$$(11)\qquad Yx_t=q_1E_tK_1\left(1-\frac{q_1}{r_1}E_t\right)$$

$$Yl_t=q_2E_tK_2\left(1-\frac{q_2}{r_2}E_t\right)$$

가 된다. 따라서 總漁獲量은 Yx_t+Yl_t가 된다.

Ⅳ. 理論의 適用 및 分析

1. 對象漁業 및 魚族區分

이상의 이론을 실제 어업을 적용시키기 위해 대상 어업은 底引網漁業을 선택하였다. 그 이유는 저인망어업이 底棲魚 및 中層魚類를 어획 대상으로 하나 다양한 어종을 비선택적으로 어획

表 1 底引網漁業의 種類(水産業法에 의한 分類)

분 류	정 의	내 용 예 시
대형트롤 어업	동력선에 의하여 망구, 전개판을 장치한 인망을 사용하여 채취하는 어업 (총톤수 80톤 이상 550톤 미만)	대형트롤어업
동해구트롤어업	〃 (총톤수 20톤 이상 80톤 미만)	동해구트롤어업
대형기선저인망어업 (2수인)	선박 총톤수 50톤 이상의 동력선에 의하여 저인망을 사용하여 채포하는 어업	대형기선 저인망어업(쌍끌이)
대형기선저인망 어업 (1수인)	〃	대형기선저인망어업(외끌이)
중형기선저인망어업 (2수인)	선박 총톤수 80톤 미만의 동력선에 의하여 저인망을 사용하여 채포하는 어업	동해구기선저인망어업
중형기선저인망어업 (1수인)	〃	서해구기선저인망 어업
기선형망어업	동력선에 의하여 형망을 사용하여 패류를 채포하는 어업	기선형망어업
범선형망어업	무동력선으로 형망을 사용하여 패류를 채포하는 어업	패류형망어업
범선저인망어업	무동력선에 의하여 풍력을 이용하여 저인망을 인예하여 채포하는 어업	타뢰망어업

表 2 底引網 漁業種類別 漁船勢力, 1985

	隻數(隻)	屯數(%)	馬力數(HP)
合 計	1,035	69,080	310,696
大型트롤	89	11,210	50,575
東海區트롤	42	2,914	15,880
大型機船底引網(쌍끌이)	380	38,534	167,160
大型機船底引網(외끌이)	92	7,285	24,331
中型機船底引網(쌍끌이)	30	1,287	6,785
中型機船底引網(외끌이)	93	4,871	24,105
機船桁網	155	1,058	13,875
其他底引網	154	1,940	7,985

資料 : 農林水産部, 「農林水産統計年報」.

하는 특성이 있기 때문이다. 또 어획노력의 여러 결정요인들 중 底引網漁業은 推進力에 의해 많은 영향을 받기 때문에 어획노력량의 계산도 용이하다. 즉 저인망어업의 실질 어획노력은 주로 漁具의 크기, 引網時間, 引網回數 등에 의해 결정되나 漁具의 크기, 單位時間當引網 距離 등이 推進力에 의해 크게 영향을 받기 때문이다.

底引網漁業의 분류는 水産業法에 의한 制度的 分類와 어업형태에 의한 漁撈學的 分類로 대별되는데, 制度的 分類는 〈表1〉과 같이 9개 業種으로, 漁撈學的 分類는 트롤漁業, 一般的 底引網漁業, 桁網漁業의 세 형태로 나눌 수 있다. 制度的인 분류가 어선의 크기에 중점을 둔 것이라면 漁撈學的인 분류는 어획방법에 따른 漁具의 차이, 漁獲對象物의 차이 등에 중점을 둔 것이다. 이중 트롤漁業은 底引網漁業에서 발달한 것으로 底引網漁業과의 가장 큰 차이점은 展開板(otter trawl)의 장치 여부이다. 桁網漁業도 저인망어업의 한 형태이나 패류를 주어획대상으로 하고 있기 때문에 桁網漁具를 갖추고 있다. 따라서 桁網漁業은 엄밀한 의미에서 어류를 대상으로 하는 본 분석에서 제외하여야 하나 어업 세력이 크지 않고 全體 底引網漁業을 모두 망라한다는 점에서 제외시키지 않고 포함시켰다〈表2〉.

한편 저인망어업의 대상어업자원중 분석에 이용된 資源群은 가자미·넙치類를 하나의 獨立魚族으로, 其他底魚 및 中層魚類를 또 하나의 獨立魚族(非가자미·넙치類)으로 크게 구분하였는데 이는 다음과 같은 점을 고려하였기 때문이다. 즉 가자미·넙치類는 같은 屬으로서 底魚 중 대

表 3 年度別 底引網 漁船實態

年 度	漁船隻數(隻)	馬 力 數(IP)	隻當馬力數 (IP／隻)
1972	1,155	147,198	127.4
1973	993	161,124	162.3
1974	1,463	176,591	120.7
1975	1,709	202,136	118.3
1976	1,714	194,529	113.5
1977	1,812	221,434	122.2
1978	1,574	268,003	170.3
1979	1,569	272,031	173.4
1980	1,673	292,767	175.0
1981	1,752	300,259	171.4
1982	1,560	300,396	192.6
1983	1,452	303,625	209.1
1984	1,081	307,916	284.8
1985	1,035	310,696	300.2

資料 : 農林水産部, 「農林水産統計年報」.

표적인 넙적고기群에 속하며 移動性이 적고 資源增加率이 낮다는 특징을 가지고 있다. 또 다른 底魚에 비해 비교적 高價魚이며 우리 나라 사람들이 즐겨 식용하는 중요한 어족이다.

이에 반해 非가자미·넙치類는 底魚 또는 中層魚이기는 하나 대체로 둥근고기群에 속하며 가자미·넙치類에 비하여 비교적 移動性과 資源增加率이 크고 低價魚에 속하게 된다.

2. 底引網漁業의 實態

底引網漁船의 연도별 변화는 〈表 3〉과 같은데 漁船隻數는 1972년의 1,155隻 이후 1977년의 1,812隻에 이르기까지 증가하였으나 1978~79년에는 다소 감소하였다. 이후 1981년에 이르러 1,752隻으로 다시 증가하였으나 1981~85년 사이에는 또 감소현상이 나타나 1985년에는 1,035隻이 되었다. 1981년 이후 어선척수가 감소하고 있는 것은 저인망어업의 어획강도가 너무 세기 때문에 자원보호 등의 이유로 정부의 減隻施策이 지속적으로 추진된데 기인한다.

漁船馬力數는 지속적인 증가를 보이고 있는데 1972년에 147千 馬力이던 것이 1985년에는 311

그림 5 底引網漁船 隻數 및 馬力數 變化

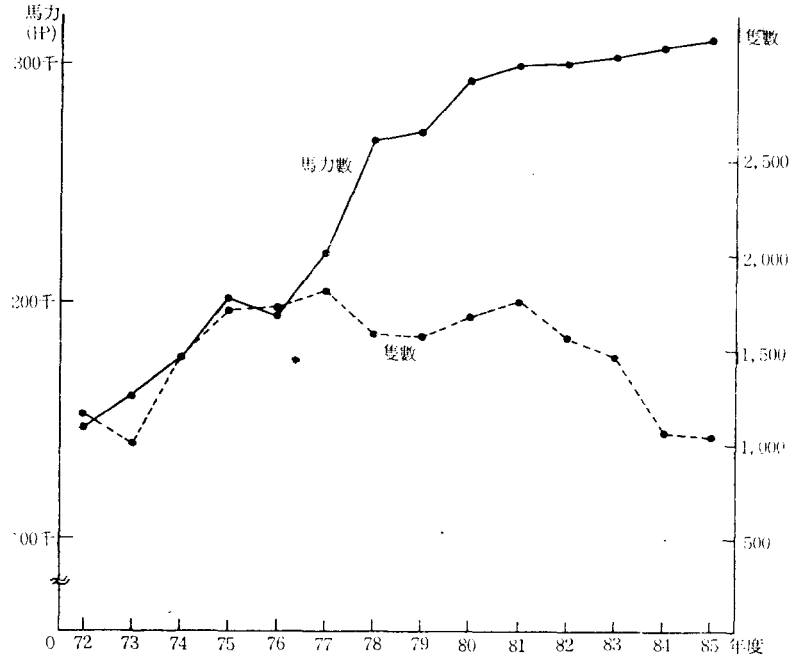


表 4 年度別 魚族別 底引網漁業 漁獲量

	計	가자미·넙치類	其他底魚類	명태·쥐치類	非魚類
1972	241,724 (100.0)	22,250 (9.2)	177,141 (73.3)	30,842 (12.8)	11,491 (4.7)
1973	267,361 (100.0)	23,347 (8.7)	192,618 (72.0)	34,884 (13.0)	16,512 (6.2)
1974	306,762 (100.0)	24,924 (8.1)	207,399 (67.6)	56,467 (18.4)	17,972 (5.9)
1975	330,125 (100.0)	19,897 (6.0)	176,457 (53.5)	99,824 (30.2)	33,947 (10.3)
1976	322,604 (100.0)	20,311 (6.3)	144,616 (44.8)	120,114 (37.2)	37,563 (11.6)
1977	349,596 (100.0)	18,634 (5.3)	139,164 (39.8)	152,037 (43.5)	39,761 (11.4)
1978	371,706 (100.0)	18,118 (4.9)	133,225 (35.8)	167,394 (45.0)	52,969 (14.3)
1979	358,528 (100.0)	15,894 (4.4)	185,629 (51.8)	114,510 (31.9)	42,495 (11.9)
1980	333,030 (100.0)	15,793 (4.7)	136,357 (40.9)	137,170 (41.2)	43,710 (13.1)
1981	414,310 (100.0)	19,513 (4.7)	146,536 (35.4)	193,059 (46.6)	55,202 (13.3)
1982	389,274 (100.0)	19,247 (4.9)	115,941 (29.8)	193,382 (49.7)	60,704 (15.6)
1983	379,858 (100.0)	16,803 (4.4)	130,650 (34.4)	184,674 (48.6)	47,731 (12.6)
1984	364,600 (100.0)	14,827 (4.1)	114,407 (31.4)	178,784 (49.0)	56,582 (15.5)
1985	337,568 (100.0)	13,408 (4.0)	117,095 (34.7)	148,815 (44.1)	58,250 (17.3)

資料 : 農林水産部, 「農林水産統計年報」.

千 馬力으로 2.1배 증가하였다. 따라서 隻當馬力數도 대체적인 증가추세를 보여 1972년의 127.4HP/隻에서 1985년에는 300.2HP/隻으로 2.5배가 증가하였다.

漁獲量의 연도별 변화는 〈表 4〉와 같은데 전체 底引網漁獲量의 경우 1981년 이후 약간의 감소에도 불구하고 대체로 증가추세를 보이고 있으나 魚族別로는 다소 상이한 양상을 나타내고 있다. 즉, 가자미·넙치類와 其他 底魚類의 경우 대체로 減少趨勢를 보이는데 비해 나머지 명태·쥐치류 등의 中層魚類와 非魚類는 增加趨勢에 있다. 따라서 1972년 전체 저인망어획량 241,724㎏ 중 가자미·넙치類가 22,250㎏으로 9.2%, 기타 저어류가 177,141㎏으로 73.3%를 보여 이 둘을 합한 底魚類가 82.5%로 대다수를 점하는 대신 명태·쥐치類 및 非魚類는 17.5%에 불과하였다. 그러나 1985년에는 전체 저인망어획량 337,568㎏ 중 가자미·넙치類가 13,408㎏으로 4.0%, 기타 저어류가 117,095㎏으로 34.7%를 보여 저어류는 38.7%를 점하는 대신 명태·쥐치類 및 非魚類는 148,815㎏과 58,250㎏으로 총 61.4%를 점하여 주된 어획대상 어족으로 변화하였다. 이와 같은 어획량의 구조변화는 底魚類의 資源減少가 지속적으로 일어난데 비해 中層魚類는 쥐치 등 新魚種이 대량 어획되었기 때문이다. 특히 쥐치는 1976년부터 어획되었기 시작한 것으로 급속한 어획증가를 가져와 1985년에는 쥐치만 94,285㎏이 어획되어 전체 저인망어업 어획량의 27.9%를 차지하였다.

어획량은 漁獲努力量과 資源量에 의해 영향을 받고 있으므로 어획량과 어획노력량과의 관계에서 자원량의 변화를 간접적으로 파악할 수 있다는 것은 앞에서 살펴보았다. 따라서 자원량의 변화를 간접적으로 시사해 주는 單位努力當 漁獲量(CPUE)의 변화를 보면 〈表 5〉와 같다. 이에 의하면 전반적인 CPUE는 감소추세에 있다. 특히 獨立魚族別로 볼 때 가자미·넙치類의 경우 1985년의 CPUE는 0.043㎏/HP로서 1972년의 CPUE 0.151㎏/HP에 비해 28.5% 수준에 불과하며 非가자미·넙치類의 경우 1985년의 CPUE는 1.043㎏/HP로서 1972년의 1.491㎏/HP에 비해 70.0% 수준으로서 가자미·넙치類의 자원량이 상대적으로 훨씬 많이 감소되었다는 것을 나타내고 있다.

表 5 年度別 底引網漁業 單位努力當漁獲量 變化

單位：㎏/HP

	全 體	가자미·넙치類	非가자미·넙치類
1972	1.642	0.151	1.491
1973	1.659	0.145	1.514
1974	1.737	0.141	1.596
1975	1.633	0.098	1.535
1976	1.658	0.104	1.554
1977	1.579	0.084	1.493
1978	1.387	0.068	1.319
1979	1.318	0.058	1.260
1980	1.138	0.054	1.084
1981	1.380	0.065	1.315
1982	1.296	0.064	1.232
1983	1.251	0.055	1.196
1984	1.184	0.048	1.136
1985	1.086	0.043	1.043

表 6 分析結果

	가 자 미·넙 치 類	非가자미·넙치類
CPUE와 漁獲努力量과의 關係式	$U_1=0.2325-5.9998\times10^{-7}E$ ($R^2=0.9267$)	$U_2=2.0301-2.7912\times10^{-6}E$ ($R^2=0.8032$)
MSY推定을 위한 諸파라메타	$q=1.49739\times10^{-7}$ $r=0.05803$ $K=1,552,702$(㎏)	$q=0.90880\times10^{-7}$ $r=0.06610$ $K=22,338,248$(㎏)
推定된 結果値	MSY=22,524(㎏) MSE=193,756(HP) MSS=776,351(㎏)	MSY=369,134(㎏) MSE=363,661(HP) MSS=11,169,124(㎏)

3. 分析結果

이상의 資料를 이용하여 가자미·넙치類와 非

그림 6 가자미·넙치類 및 非가자미·넙치類의 SY 曲線

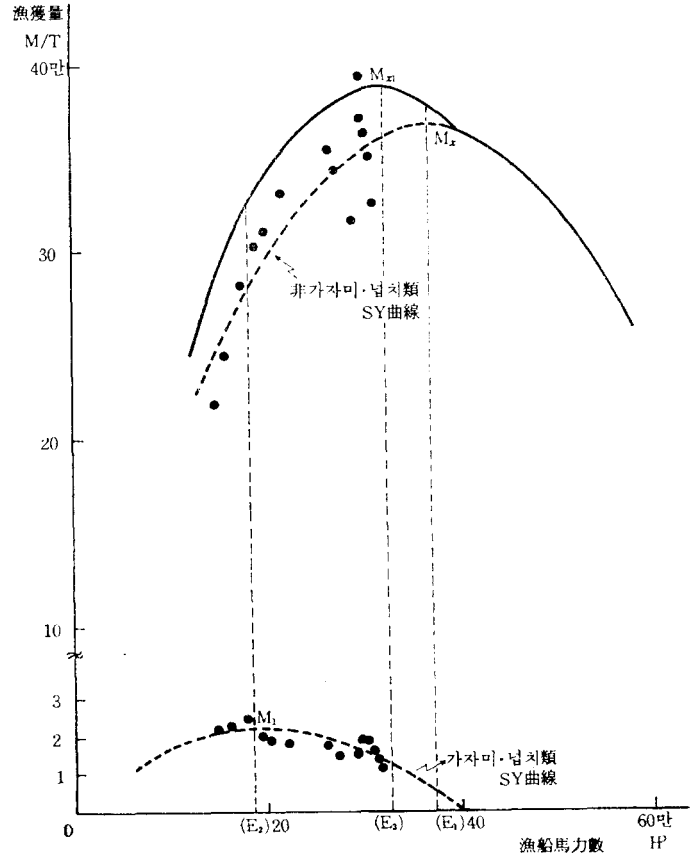


表 7 同時漁獲時 漁獲努力量別 漁獲量

單位 : ㎏

	193,756HP (E_2)	333,609HP (E_3)	363,661HP (E_1)
가자미·넙치類	22,524	10,796	5,210
非가자미·넙치類	288,559	366,615	369,134
計	311,083	377,411	374,344

가자미·넙치類의 分析結果를 요약하면 〈表 6〉과 같다. 이에 의하면 가자미·넙치類의 推定結果値는 MSY가 22,524㎏, MSE가 193,756 HP이며 이 상태하의 MSS는 776,351㎏이 된다. 이중 MSE는 1985년 현재의 어획노력량 310,696HP의 62.4% 수준으로 현재보다 어획노력량을 현저히 감소시키지 않고서는 MSY를 달성할 수 없다는 것을 나타내고 있다.

非가자미·넙치類의 추정 결과치는 MSY 369,134㎏, MSE 363,661HP로서 MSS는 11,169,124㎏이 된다. 이것은 현재보다 더 많은 어획 수준에서 MSY를 이룰 수 있다는 것인데 이는 명태·쥐치類 등의 최근 급증에 크게 영향을 받기 때문이다.

한편 분석결과를 이용하여 두 魚族의 SY曲線을 그려보면 〈그림 6〉과 같으며 동시어획시 漁獲努力量別 漁獲量을 추정하면 〈表 7〉과 같다. 〈그림 6〉과 〈表 7〉에서 非가자미·넙치類의 MSE인 E_1에서 가자미·넙치類 SY量은 5,210㎏으로서 대단히 過剩利用狀態에 있음을 알 수 있다. 즉 E_1이 363,661HP로서 가자미·넙치類를 絕滅狀態에 이르게 하는 漁獲努力點이 387,512HP임을 감안하면 가자미·넙치類 絕滅漁獲 努力點과는 불과 23,851HP의 차이밖에 나지 않는다. 또 가자미·넙치類의 MSE수준은 E_2인데 이때의 非가자미·넙치類 SY量은 288,559㎏으로서 非가자미·넙치類 MSY의 78.2%에 불과하다. 이것은 非가자미·넙치類에 대해서는 過少利用狀態에 있다고 할 수 있다. 따라서 두 독립어족의 합계 어획량이 최대가 되는 어획노력점은 E_2와 E_1의 중간인 E_3點으로서 이때의 어획노력량은 333,609HP가 되며 지속적 생산량은 가자미·넙치類 10,796㎏, 非가자미·넙치類 366,615㎏으로서 합계 377,411㎏이 된다.

Ⅴ. 맺는 말

漁獲量의 크기는 資源量의 크기와 資源成長率에 영향을 받고 있으므로 자원상태가 다른 複數魚族의 어획시 최대의 漁獲效果를 올리기 위해서는 각 魚族의 자원 상태를 감안하여 각기 다른 어획 비율을 유지하여야 한다. 그러나 한 漁法에서 비선택적으로 동시에 어획되는 두 어족을 각기 다른 어획 비율로 어획한다는 것은 실제 어업에 있어서 거의 불가능한 일에 속하게 된다. 즉 동시 어획되는 魚族중 한 어족의 자원량이 크고 성장률이 크다고 하여 그에 상응한 漁獲比率을 유지하고, 다른 魚族은 자원량이 작고 성장률이 작다고 하여 그에 상응한 만큼 작은 漁獲比率을 유지할 수가 없는 것이다.

이 결과 어느 한 어족을 主漁獲對象으로 할 경우 다른 어족은 過少利用, 또는 過剩利用상태에 있게 되며 과잉이용 상태가 극단적으로 커질 경우 그 자원은 絕滅狀態에 빠지게 된다.

따라서 한 어족이 絕滅狀態에 빠지지 않고 두 어족의 합계 어획량을 극대화시키기 위해서는 각 어족의 자원량과 자원 성장률을 감안한 수준에서 어획노력량을 결정하여야 하는데 이때 두 魚族의 자원 상태차가 클 경우 한 어족은 자신의 最大漁獲水準보다 過少利用狀態에서 다른 어족은 자신의 最大漁獲水準보다 過剩利用狀態에

서 어획노력량이 결정된다.

本稿에서 검토한 底引網漁業에서의 가자미·넙치類와 非가자미·넙치類의 합계 어획량이 극대로 되는 어획노력 수준은 333,609馬力이 되었다. 이 수준에서 가자미·넙치類의 어획 상태는 過剩利用狀態에, 非가자미·넙치類의 어획 상태는 過少利用狀態에 있게 된다.

즉 가자미·넙치類의 MSY는 22,524㎏이고 이를 위한 MSE는 193,756馬力이 되는데, 이때의 MSE 보다 높은 333,609馬力의 어획노력량을 투하하므로 가자미·넙치類 자원에 대해서 과잉이용 상태가 된다. 따라서 그때의 어획량은 MSY 보다 작게 된다. 또 非가자미·넙치類의 MSY는 369,134㎏이고 이를 위한 MSE는 363,661馬力이 되는데 이때는 MSE 보다 낮은 어획노력량을 투하하게 되므로 非가자미·넙치類에 대해서는 과소이용 상태가 된다. 따라서 그때의 어획량도 MSY 보다는 작게 된다.

그러나 실제 漁業政策에서 適正投下 漁獲努力量의 수준을 결정하기 위해서는 반드시 양적인 것만이 고려되지는 않는다. 양적인 문제외에 收益(價格)과 費用의 문제, 또는 國家政策的인 면을 고려하여 적정투하 어획노력량이 결정된다. 이런 점에 비추어 본다면 본 분석결과가 적정어획 수준의 결정을 위한 漁業政策에 적용되는 유일한 것은 아니다. 다만 각 魚族에 대한 資源關係의 究明과 政策決定의 한 방편을 제시한다는 점에서 意義를 찾을 수 있을 것이다.

한편 가자미·넙치類와 非가자미·넙치類의 합계어획량을 최대로 실현시키는 漁獲努力量은 1985년의 어획노력량을 상회하고 있다. 이 결과만으로는 1985년의 어획노력량보다 2萬馬力 정도를 추가 투하하면 4萬㎏의 어획을 증가시킬 수 있다는 해석을 할 수 있다. 따라서 一見 漁獲努力量의 增投가 바람직하게 보이기도 한다. 그러나 이것은 가자미·넙치類와 非가자미·넙치類의 가치를 동일하게 본다는 가정하에 외형적인 量만을 고려하였을 때 그렇다는 것이고 가자미·넙치類와 非가자미·넙치類의 가치를 다르게 파악하였을 때는 다른 수준에서 投下漁獲努力量을 결정해야 한다.

價値基準을 경제적인 측면에 둘 때 가자미·넙치類가 非가자미·넙치類보다 高價이기 때문에 가자미·넙치類의 어획량은 상대적인 중요성을 가지게 된다. 그 결과 새로운 適正漁獲努力量의 수준은 양적인 측면에서의 적정어획 노력량 333,609馬力과 가자미·넙치類의 MSE인 193,756馬力 사이에서 될 것이다. 또 價値基準을 낚시와 같은 레크리에이션 政策, 또는 隣接水域國과의 漁獲摩擦問題 등에 대응한 政策的인 측면에 둘 때도 각 魚族의 중요성에 따라 새로운 適正漁獲努力 水準이 결정될 수 있다.

정책적인 측면은 정책상황이 자주 변화될 뿐 아니라 係數化가 어렵기 때문에 적정어획 수준을 구체적으로 결정할 수 없으나 경제적인 측면에서는 각 魚族의 價格(收益)과 費用을 係數化하기가 용이하므로 구체적인 적정 어획수준을 결정할 수 있게 된다. 이때 구체적인 적정 어획수준은 가자미·넙치類가 非가자미·넙치類에 비해 어느 정도 高價인가와 각 投下努力別 費用의 정도는 어떻는가에 따라 결정되나 이에 대한 분석은 추후 다시 검토되어야 할 課題가 된다.

參 考 文 獻

金基柱, 孔 泳, 「水産資源學」, 太和出版社, 1977.
朴星快, 玉永秀, 「主要水産物의 需要·供給 및 價格構造에 관한 硏究」, 韓國農村經濟硏究院, 1987.
李秉錡, 朴丞源, 金鎭乾, 「沿近海漁業槪論」, 太和出版

社, 1983.
朱尤一, 「沿近海漁業資源의 適正利用管理方案」, 韓國農村經濟硏究院, 1980.
清光照夫, 岩崎壽男, 「水産政策論」, 恒星社厚生閣, 1986.
久保伊津男, 吉原友吉, 「水産資源學」,
長谷川彰, "漁業資源經濟論," 「現代水産經濟論」, 北斗書房, 1982.
Colin W. Clark, *Mathematical Bioeconomics: The Optimal Management of Renewable Resources*, John Wiley & Sons. 1976.
Richard Adu-Asamoah and Jon M. Conrad, "Fishery Management: The Case of Tuna in the Eastern Tropical Atlantics," Cornell Agricultural Economics Staff Paper, New York, 1982.
Rögnvaldur Hannesson, *Economics of Fisheries*, New York: Columbia University Press, 1976.