

韓國 東海 명태 漁業의 適正漁獲努力量 推定
—東海區機船底引網漁業과 東海區트롤漁業의 經濟性分析을 根據로—

李 章 旭*

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

Jang Uk, Lee

目	次
I. 序論	3. 東海區機船底引網漁業과 東海區트롤 漁業의 經濟性分析에 의한 相互作用
II. 資料 및 方法	IV. 考察
1. 資料	V. 結論
2. 方法	參考文獻
III. 結果	Summary
1. 명태 漁業 資源動向	
2. 剩餘生産量 推定	

I. 序 論

우리나라 東海에 분포하고 있는 명태는 오래 이전부터 우리나라 국민의 단백질 공급원으로 서 으뜸가는 수산물로 취급되어 왔다. 식품으로서의 이용은 과거 원시적 방법으로 동태, 황태, 마른 명태 등 여러가지 제품으로 생산하여 왔으며, 최근에는 명태를 이용한 가공기술의 급속한 발달로 수리미와 같은 高價의 식품원료로서 이용되기 시작하여 지금은 그 수요가 급증하고 있다. 명태는 寒流性 魚類로서 수온이 대체로 2~10°C 범위에서 200~350m층에 이르는 수심에까지 분포하며, 산란기는 12~3월간으로 산란수온은 1~3월로 알려져 있다(國立水産振興院, 1985). 이런 해황은 우리나라 東海岸에서 38°N을 기준으로 할 때 남부보다 북부

* 國立水産振興院, 海洋資源部, 遠洋資源科.

본 연구를 시작하기에 앞서 利用 가능한 資料의 量 및 質의 形態, 研究方向 등 유익한 논의를 해주신 國立水産振興院 연구해자원과 김 용문 과장님, 附隨的 資料와 情報가 필요할 때마다 적극 협조해 준 연구해자원과 연 인자 연구사에게 감사드리며, 資料處理에 많은 시간을 할애해 준 원양자원과 허 영희 연구사에게 고마움을 표합니다.

해역쪽에서 형성되고 있어 명태분포의 중심어장은 38°N 이북해역으로 추정된다. 1950년대 남북분단 이후부터 38°N 이북해역에서 명태資源에 대한 과학적 조사자료와 연구에 관하여 이용할 수 있는 정보가 없는 것이 본 연구를 수행함에 있어도 하나의 큰 흠이기는 하지만은 그래도 동해안 남부해역에 분포하는 명태資源에 대해 부분적이지만은 연구가 계속되어 과거의 자료 및 정보가 축적되어 온 것은 앞으로 38°N 이북 해역에 분포하는 명태資源에 대한 공동연구가 이루어질 때 대단히 중요하게 활용될 것이다.

韓國東海 명태資源에 관한 연구 및 보고서는 최 원순과 김 승제(1957), 주문진支場(1958), 허 종수와 주 종헌(1959) 등의 명태 해역별(道別) 생산량 조사와 박 병하 외 2인(1978)의 연령과 성장에 관한 연구, 그리고 최근 공 영외 4인(1991) 등의 韓國 東海명태를 포함한 북태평양 명태資源의 系統群 연구가 있다. 김 완수(1972) 및 國立水產振興院(1981, 1988, 1990)은 韓國 東海岸(38°N 이남) 명태資源에 대하여 最大持續的 生産量과 適正漁獲強度水準을 제시했다.

명태漁業과 관련된 漁業經營에 관한 연구를 보면, 최 정운(1990)은 韓國近海漁業의 경영구조 분석에서 명태를 주 대상으로 조업하고 있는 東海區機船底引網漁業과 東海區트롤漁業의 漁業收益을 근거로 하여 이들 漁業을 쇠퇴형 漁業으로 분류했다. 다른 한편으로는 우리나라 연근해漁業의 對象資源을 평가하고, 現存漁業의 어선세력과 經營收支狀況을 분석하여 업종별 어선척수, 톤수 조정을 목적으로 연근해 전체 어업에 대한 어업별 어선의 船腹量 기준개선에 관한 방대한 연구가 이루어졌다(부산수산대학교 해양과학연구소, 1990).

우리나라 東海岸(이하 별명이 없는 한 38°N 이남 해역으로 함)에서 명태를 대상으로 하는 漁業은 東海區機船底引網漁業, 東海區트롤漁業, 刺網 및 底延繩漁業으로 구분되며, 이 가운데서 첫 두 漁業에 의한 漁獲量이 대부분을 차지하고 있다.

漁業의 대상이 되는 수산자원이 개발되어 상업적 수준으로 이용되기 시작하면, 이 이용자원에 대한 자원상태를 정확히 평가하여 개발당시의 자원상태와 개발이후 이용단계에서의 자원수준을 분석하여, 이를 근거로 적정개발수준을 제시함으로써 자원의 濫獲 혹은 枯竭을 방지하고 持續的인 자원이용이 될 수 있도록 해야 할 것이다. 이와 같은 목표를 성취하기 위하여서는 대상자원에 대한 과학적 조사가 우선되어야 하겠고, 이를 바탕으로 자원구조를 분석한 후, 적절한 管理手段이 뒤따라야 할 것이다.

漁業資源의 성공적 管理를 위한 수단과 방법들이 많은 경험적 연구와 실행을 통해서 제시되고 있으나, 현재까지 자원관리와 관련되는 연구로부터 나타나고 있는 유효한 방법들은 資源評價에 의한 接近(Stock Assessment), 生態學的 方法(Ecological Approach), 그리고 經濟學的 接近方法(Economic Analysis) 등이 알려져 있다.

여기서, 첫번째 두 방법은 사회적·경제적 측면을 고려하지 않고 단지 순수한 자원조사로부터 얻어진 자료를 근거로 어업대상자원의 생물학적 특성치를 추정하고 이로 부터 현재의 자원수준을 평가하여 적정생산 가능량수준을 제시하고 있다. 그러나 어느 어업이던지 어업을

경영하는 관리자나 경영자는 어업활동에 투입한 투자액에 일정한 금액이상의 利益 없이는 어업에 재투자를 하지 않을 것이다. 동시에 최소의 경비로서 최대의 利益을 가져오는 어업에 참여하길 바랄 것이다. 이런 개념은 자연히 어업경영과 관련됨으로써 生物·經濟學的 側面에서의 資源管理(Bio-economical Management) 手段이 뒷받침되어야 할 것이다.

우리나라 近海漁業의 경영구조는 장기간 개선의 방향으로 형성되어 왔다고 볼 수 있으나, 1980년대 후반기에 漁獲量의 대폭 감소로 漁業利益의 저하, 어로기술의 과학화 및 발달로 어획노력의 과다한 증가는 資源濫獲의 징후가 서서히 나타나고 있어 이로 인한 近海漁業의 자원압박과 어업간 경쟁이 심화됨으로써 어업경영관리 개선의 노력이 절실히 요구된다(최정윤, 1990).

우리나라의 어업구조는 어느 한 어업이 어느 특정 생물자원만을 대상으로 조업하는 경우가 극히 드물며(예: 꽁치붕수망어업, 오징어유자망 및 채낚기어업), 대부분 여러 종을 대상으로 조업하는 多種漁業(Multispecies Fishery)과 어느 한 종을 대상으로 여러 어업이 경쟁적으로 조업하는 漁業(Multigear Fishery)으로 대별될 수 있다.

본 연구에서는 韓國東海 명태漁業資源에 대한 장기적 생산량 동향(38°N 이북해역 포함)을 분석하고, 최근의 漁獲量과 努力量資料를 이용하여 剩餘生産모델에 의한 자원을 평가하고 漁業別 利益과 漁業活動에 소요되는 조업경비로부터 利益곡선을 추정하여 最大經濟的 生産量과 漁業別 漁獲努力量을 각각 다른 수준으로 증가 혹은 감소시킴으로써 얻을 수 있는 漁業別 最大利益水準을 근거로 어업상호간 적정 투자수준 즉, 最適 漁獲努力量 水準을 추정하여 資源管理에 활용될 수 있도록 하는 데 그 목적을 두고 있다.

II. 資料 및 方法

1. 資 料

우리나라 東海명태에 대한 어획기록은 1911년부터 이용할 수 있으며(조선총독부, 1930), 1911~1988년까지 漁獲量資料를 이용하여 연도별 漁獲量의 經年變動을 분석했다. 이 기간 중 1926~1940년간은 38°N 이북해역에서 지역별(道別) 漁獲量 구분이 가능하며, 남북분단 이후 38°N 이남해역에서는 1952년부터 지역별 명태漁獲量 기록이 있으며, 漁業別 漁獲量 및 努力量資料는 1970년대부터 수집되어 왔다.

명태資源評價와 經濟性分析은 38°N 이북해역에서 이용자료가 없으므로 1970~1988년간 38°N 이남의 東海岸 全域에서 명태를 대상으로 조업한 東海區機船底引網漁業, 東海區트롤漁業, 刺網 및 底延繩漁業으로부터 수집된 漁獲量 및 努力量資料와 單位努力當 漁獲量 資料를 이용하였다.

經濟性分析에 필요한 명태의 年度別 販賣單價(원/kg)는 1983~1988년간 수산업협동조합을

통하여 판매된 「수산물 계통판매고 통계연보」(수산업협동조합, 1989)에서 매년의 명태 총위 판량과 판매금액으로부터 추정하여 사용하였다. 經濟性分析을 통한 漁業間 相互損益 관계는 1970년대 이후 연간 명태 總漁獲量의 약 71% 이상을 차지하고 있는 東海區機船底引網漁業과 東海區트롤漁業을 대상으로 분석했고, 이들 두 漁業의 연간 명태 혼획율은 각각 62.1% 와 77.2%였다(國立水產振興院, 1990).

東海區機船底引網漁業과 東海區트롤漁業의 經濟性分析으로부터 漁業間 適正努力量 水準을 推定하는데 사용된 자료는 「漁業別 漁船의 船腹量 基準改善에 관한 研究」(부산수산대학교 해양과학연구소, 1990)에서 어선규모별 損益構成 자료이다. 여기에는 어선규모별(大型, 中型, 小型) 損益構成 자료가 조사되어 있으나 본 연구에서는 中型規模 선박의 損益構成 자료를 이용하였다. 이는 漁業別 명태漁獲量이 어선 규모별로 조사되어 있지 않을 뿐만아니라 규모별 損益構成 자료 중 中型規模에 대한 비용이 大型 및 小型規模 선박의 구성비용을 대표(두 漁業의 평균 비용에 거의 일치)하고 있어 이 값을 사용했다.

명태를 주 대상으로 조업한 東海區機船底引網漁業과 東海區트롤漁業의 1일 평균 引網回數는 1987~1988년간 國立水產振興院 조사원들에 의해 양륙항에 입항하는 조업선을 대상으로 漁業日誌에 기록된 漁獲量 및 努力量 調査時에 수집된 자료로부터 추정했고, 이 추정치는 漁業別로 추정된 持續的 生産量을 유지하는 각각의 努力量 水準을 조업척수로 환산하는 데 사용했다. 우리나라 東海명태의 經濟的 生産量과 最適努力量推定에 사용된 자료와 東海區機船底引網漁業과 東海區트롤漁業間 漁業利益과 費用 관계로부터 適正努力量推定에 사용된 자료를 <표 1>에 요약했다.

<표 1> 東海區機船底引網漁業과 東海區트롤漁業 經濟性分析 基礎資料

業種別	出漁日數/年 ¹⁾	漁業費用/隻 ¹⁾ (천원)	명태 年平均魚價 ²⁾ (원/kg)	1日平均 引網回數 ³⁾
東海區機船底引網漁業 (中 型)	200	187,708	306.3	5.2
東海區트롤漁業 (中 型)	180	164,060	306.3	4.2
平 均	190	175,884	306.3	4.7

자료: 1)釜山水產大學校 海洋科學研究所, 漁業別 漁船의 船腹量 基準改善에 관한 研究, 1990.

2)水產業協同組合, 水產物 系統販賣高 統計年譜, 1989 (1983~1988년간 평균).

3)國立水產振興院 調査資料, 1987~1988.

2. 方 法

1) 剩餘生産모델

우리나라 東海명태에 대한 最大持續的 生産量(Maximum Sustainable Yield: MSY)을

추정하기 위하여 매년의 漁獲量, 努力量 및 單位努力當 漁獲量資料를 Schaefer(1954)의 剩餘生産모델에 적용하였고, 그 모델은 다음 식 (1)과 같다.

$$Y = af - bf^2$$

$$Y/f = a - bf \dots\dots\dots (1)$$

Y=漁獲量(重量), f=漁獲努力量, a 와 b; 常數,
Y/f=單位努力當 漁獲量(Catch per Unit of Effort, CPUE)

韓國東海 명태漁業은 東海區機船底引網漁業, 東海區트롤漁業, 刺網 및 底延繩漁業으로 구성되어 있고, 이들 漁業이 사용하고 있는 漁具가 각각 다르므로 조사된 漁獲努力量도 그 單位가 같지 않으므로 식 (1)의 剩餘生産모델에 적용하기 위해서는 각 漁業別 漁獲努力量을 하나의 努力單位로 標準化하여 사용해야 한다. 이를 위하여, 1970년대부터 조사된 漁獲努力量資料 중에서 자료수집이 본격적으로 시작되어 그 신빙성이 높다고 볼 수 있는 1977년 이후 東海區機船底引網漁業과 東海區트롤漁業의 漁業統計 資料를 이용했다. 이들 두 漁業間의 연도별 單位努力當 漁獲量(kg/haul) 자료로부터 회귀관계식을 추정하고, 이 회귀관계에서 東海區트롤漁業의 CPUE값을 東海區機船底引網漁業 CPUE값으로 수정한 후, 東海區트롤漁業 漁獲量을 수정된 CPUE값으로 나누어 東海區트롤漁業의 漁獲努力量을 추정했다.

우리나라 東海 명태資源을 대표하는 相對的 指數로서 CPUE는 매년 이들 두 漁業의 각각의 漁獲量과 漁獲努力量(東海區 트롤漁業 경우 수정된 引網回數)을 합한 값을 나누어서 구한 CPUE값으로 하였다. 따라서 우리나라 東海명태 漁業別 漁獲努力量(東海區機船底引網 및 東海區트롤漁業: 引網回數, 刺網漁業: 폭수, 底延繩漁業: 초리수)을 引網回數 단위로 수정된 연도별 總漁獲努力量은 매년의 명태 總漁獲量을 東海區機船底引網 및 東海區트롤漁業間 漁獲努力量을 標準化하여 얻은 CPUE값으로 나누어서 추정했다. 이들 수정된 1977~1988년간 CPUE와 漁獲努力量資料를 식 (1)의 剩餘生産모델에 적용했다.

2) 最大經濟的 生産量과 適正漁獲努力量

우리나라 東海 명태漁業의 最大經濟的 生産量(Maximum Economic Yield: MEY)과 이 생산량 수준에서 最適努力量(E-opt)은 식(1)에 의거 각각의 努力量水準에서 추정된 持續的 生産量에 年平均 販賣單價(<표 1> 참조)를 곱하여 漁業收益을 추정하고, 각각의 漁獲努力量水準에서 漁業收益으로부터 漁業費用을 공제한 純利益曲線을 근거로 식 (2)와 같이 추정하였다.

$$Q = P(af - bf^2) - C \dots\dots\dots (2)$$

Q=純利益, P=平均販賣價格(원/kg),
 C=漁業費用 (〈표 1〉에서 東海區機船底引網漁業과 東海區트롤漁業의 漁業費用
 평균값).

3) 東海區機船底引網漁業과 東海區트롤漁業間 相互作用

(1) 生産모델

東海區機船底引網漁業과 東海區트롤漁業의 純利益曲線을 근거로 두 漁業間의 相互關係를
 분석하여 適正漁獲努力量 水準을 추정하였다. 이들 두 漁業으로부터 持續的 生産量과 이 生
 産量을 유지하기 위한 漁獲努力量을 식 (1)에 의거 추정하고, 漁業別 각각의 漁獲努力量 水
 準에서 어느 한 漁業의 持續的 生産量은 이들 두 漁業에서 추정하고자 하는 漁業의 努力量이
 차지하는 비율에 의거 배분하였다. 즉,

$$Y_t = Y_A + Y_B \dots\dots\dots(3)$$

Y_t = A漁業과 B漁業으로부터 最大持續的 生産量,
 Y_A = A漁業의 最大持續的 生産量(이하 東海區機船底引網漁業으로 함),
 Y_B = B漁業의 最大持續的 生産量(이하 東海區트롤漁業으로 함).

식 (3)을 다시 쓰면

$$Y_t = af_t - bf_t^2 \dots\dots\dots(4)$$

$f_t = f_A + f_B,$
 f_A = A漁業의 漁獲努力量,
 f_B = B漁業의 漁獲努力量.

식 (4)에서 Y_A 를 추정할 때에는 f_t 에서 f_A 가 차지하는 비율을 곱해주면 된다. 즉,

$$Y_A = (af_t - bf_t^2) \left(\frac{f_A}{f_A + f_B} \right) \dots\dots\dots(5)$$

마찬가지로 Y_B 에 대해서도 f_t 중에서 f_B 의 비율을 곱해주면 된다. 즉,

$$Y_B = (af_t - bf_t^2) \frac{f_B}{f_A + f_B} \dots\dots\dots(6)$$

따라서, 식 (5)와 (6)에 의거 東海區機船底引網漁業과 東海區트롤漁業으로부터 명태의 持
 續的 生産量과 努力量을 추정했다. 이들 추정치가 經濟性分析에 기초자료로서 이용되었다.

(2) 漁業利益

東海區機船底引網漁業과 東海區트롤漁業의 명태漁獲量으로부터 漁業利益은 식 (5)와 (6)에 의해 漁業別로 추정된 持續的 生産量에 平均販賣單價를 곱하여 추정했다.

A漁業의 명태生産量으로부터 漁業利益은 식 (5)를 이용하여,

$$R_A = P_A (af_t - bf_t^2) \frac{f_A}{f_A + f_B} \dots\dots\dots (7)$$

R_A = A漁業의 利益,

P_A = A漁業의 명태 平均販賣單價 (원/kg).

B漁業에 대한 漁業利益은 식 (7)에서 B漁業의 명태 平均販賣單價(P_B)와 B漁業의 漁獲努力量比率(f_B)로서 대치하면,

$$R_B = P_B (af_t - bf_t^2) \frac{f_B}{f_A + f_B} \dots\dots\dots (8)$$

명태를 주 대상으로 조업하고 있는 東海區機船底引網漁業과 東海區트롤漁業의 漁業利益은 식 (7)과 (8)에 의거 추정된다.

(3) 純利益曲線

東海區機船底引網漁業과 東海區트롤漁業으로부터 어획되는 명태 純利益은 앞서 漁業利益에 관한 식 (7)과 (8)에서 漁業別 漁業費用(〈표 1〉 참조)을 공제함으로써 추정하였다.

A漁業의 純利益 Q_A 및 B漁業의 純利益 Q_B 는 각각 다음 식 (9)와 (10)과 같다.

$$Q_A = P_A (af_t - bf_t^2) \frac{f_A}{f_A + f_B} - C_A \dots\dots\dots (9)$$

$$Q_B = P_B (af_t - bf_t^2) \frac{f_B}{f_A + f_B} - C_B \dots\dots\dots (10)$$

C_A = A漁業의 조업척수에 따라 소요되는 漁業費用,

C_B = B漁業의 조업척수에 따라 소요되는 漁業費用.

東海區機船底引網漁業과 東海區트롤漁業의 純利益曲線으로부터 두 漁業의 適正漁獲努力量 水準을 추정하기 위하여 식 (9)와 (10)에서 A漁業의 漁獲努力量을 증가시키면, B漁業의 努力量은 감소시키고 반대로 A漁業의 漁獲努力量을 감소시키면 B漁業의 努力量은 증가시키는 반복과정을 통하여 명태漁業으로부터 두 漁業의 純利益을 等純利益曲線으로 나타내어 분석하였다.

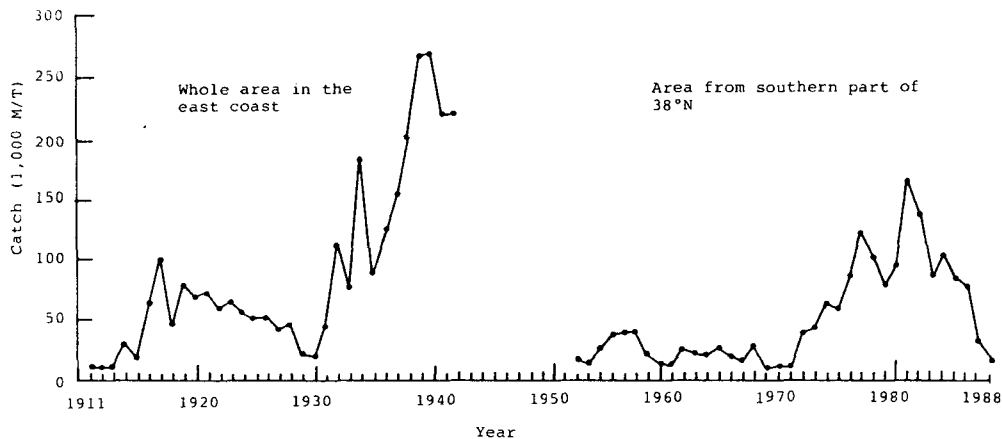
III. 結 果

1. 명태漁業資源動向

1) 漁獲量 및 單位努力當 漁獲量 變動

우리나라 東海명태 漁獲量의 기록이 시작되었던 1911~1913년간은 38°N 이북 해역에서 연간 11,000~12,000톤 내외의 생산량 수준이었다(〈그림 1〉 참조). 1917년에는 90,000톤으로 증가되었으나 이후 매년 감소하여 1930년에는 20,000톤을 어획하였고, 1931년부터는 다시 증가하여 1939~1940년에는 260,000~270,000톤의 최대생산량을 나타내었다. 지역별 명태 생산량이 구분되어 있는 1926~1940년 간에는 매년 명태 總漁獲量의 80%~97%가 38°N 이북해역의 함경북도와 함경남도 연안해역에서 생산되었고, 38°N 이남에서는 강원도 沿岸海域에서 연간 10,000톤 이하가 어획되었다(조선총독부, 1930). 이후 38°N 이북 해역에서 명태 漁獲量 기록에 대해 이용할 수 있는 정보는 없다.

東海岸의 38°N 이남 해역에서 연도별 漁獲量 變動을 보면(〈그림 1〉 참조), 1952년 18,700톤에서 1956~1958년에는 30,000~40,000톤으로 증가했으나 이후 감소하여 1960년부터 1971년까지 10,000~20,000톤의 낮은 수준에 있었다. 1972년부터 漁獲量이 증가하기 시작하여 1981년에는 166,000톤의 最大漁獲量을 보였고 이후 매년 감소하여 1988년에는 18,000톤을 어획하여 1960년대 수준으로 떨어졌다.



〈그림 1〉 1911~1988年間 韓國東海 명태漁獲量의 長期間 經年變動

資料根據, 1911~1925: 朝鮮의 漁業(1930), 朝鮮總督府.

1926~1964: 漁業漁獲量統計, 中央水產試驗場, 農林部, 大韓民國.

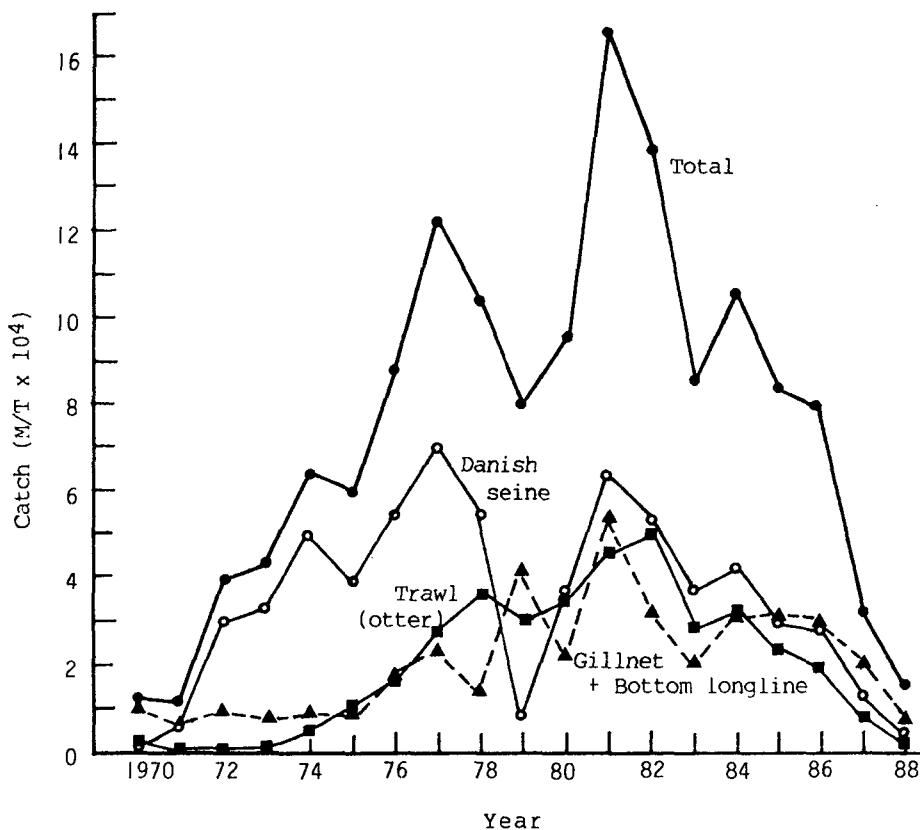
1960~1964: 水產統計年譜(1964~1977), 水產廳, 大韓民國.

1978~1988: 水產統計年譜(1979~1990), 農林水產部, 大韓民國.

본 연구의 經濟性分析과 관련하여 漁業別 漁獲量과 努力量資料의 이용이 가능한 1970년이 후 우리나라 東海岸(38°N 이남)에서 漁業別 명태漁獲量 變동을 보면(〈그림 2〉 참조), 1970~1976년 동안에는 東海區機船底引網漁業(Danish Seine)의 명태漁獲量이 매년 명태 總漁獲量의 70% 이상을 차지하였으나, 1980년부터는 東海區機船底引網漁業, 東海區트롤漁業(Otter Trawl), 刺網漁業(Gillnet)과 底延繩漁業(Bottom Longline)의 두 漁業을 합한 漁業別 명태漁獲量 비율이 거의 비슷한 수준에 있고, 이들 漁業의 연도별 漁獲量은 매년 감소추세를 나타내고 있다.

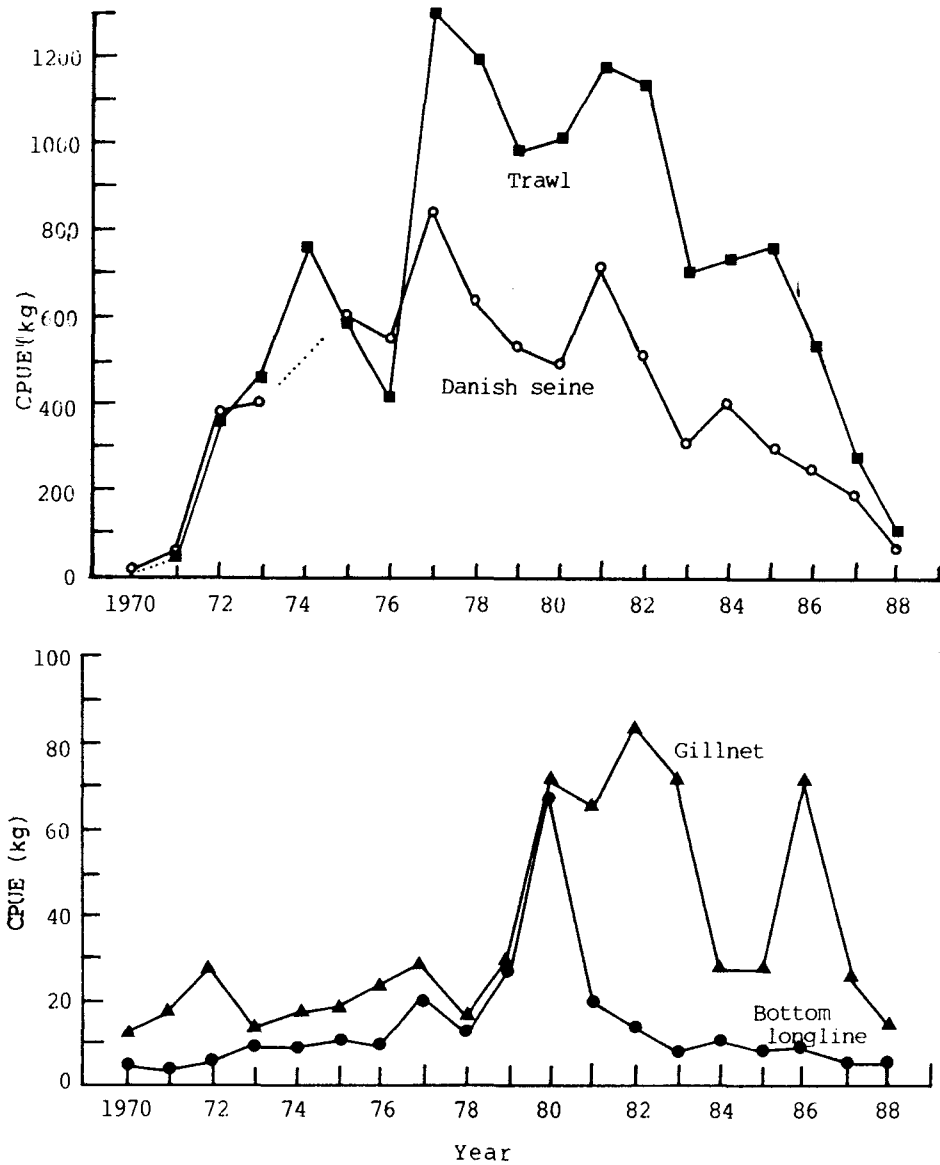
漁業別 單位努力當 漁獲量(CPUE)을 〈그림 3〉을 통해 보면, 연간 심한 變동을 보이고 있다. 명태를 주 대상으로 하는 東海區機船底引網漁業과 트롤漁業은 1970~1977년 동안은 대체로 증가 시기였고, 1977~1982년간은 증가와 감소를 반복하고 있으나 다른 해 보다 높은 CPUE값을 유지했으며, 이후에는 매년 감소추세를 나타내고 있다.

刺網漁業의 CPUE는 1970~1979년 동안은 낮은 수준(폭당 30kg미만)에서 거의 일정한 수준에 있었고, 1980~1983년과 1986년에는 1970~1979년간의 CPUE에 비해 약 3.5배 이



〈그림 2〉 1970~1988年間 韓國東海 명태의 漁業別 漁獲量 經年變動

상 증가한 값(70~80kg/폭)을 보인 후 최근에는 다시 1970년대 수준으로 감소했다. 底延繩漁業의 CPUE는 1980년의 가장 높은 값(65kg/초리)을 제외하면 매년 20kg/초리 이하의 낮은 수준에 있었다(그림 3 참조).



〈그림 3〉 1970~1988年間 韓國東海 명태의 漁業別 單位努力當 漁獲量 經年變動

努力의 單位, 一東海區機船底引網漁業과 東海區트롤漁業: 引網回數

一刺網漁業: 幅數

一底延繩漁業: 초리수

2) 漁業別 漁場分布

우리나라 東海명태의 漁業別 漁獲量과 單位努力當 漁獲量이 가장 높았던 시기에서 감소하기 시작한 1982~1983년을 택하여, 이 兩年의 漁業別 月別 海區別(30'x30') 平均 漁獲量 分布상태를 <그림 4>를 통하여 분석하였다.

東海區機船底引網漁業: 漁場分布는 연중 東海沿岸을 따라 38°N에서 35°N에 이르는 해역에만 한정되어 있다. 1~2월과 10~12월에는 속초와 주문진의 연안해역에서 높은 漁獲量(1,000톤 이상) 분포를 보였고, 하계~추계에는 東海 中南部 연안해역에서도 높은 漁獲量 分布를 보였다.

東海區트롤漁業: 漁場分布는 연중 대체로 東海中部海域에서 이루어지고 있으며 높은 漁獲量 分布도 이 沿岸海域에서 年中 형성되고 있다.

刺網 및 底延繩漁業: 春·夏季(4~8월)에는 漁業이 없었으며, 秋·冬季에만 주로 속초, 주문진연안에서 어장이 이루어지며 1~2월과 12월에 이 연안해역에서 높은 漁獲量 分布를 나타내고 있다.

2. 剩餘生産量 推定

1) 漁獲勞力量 標準化

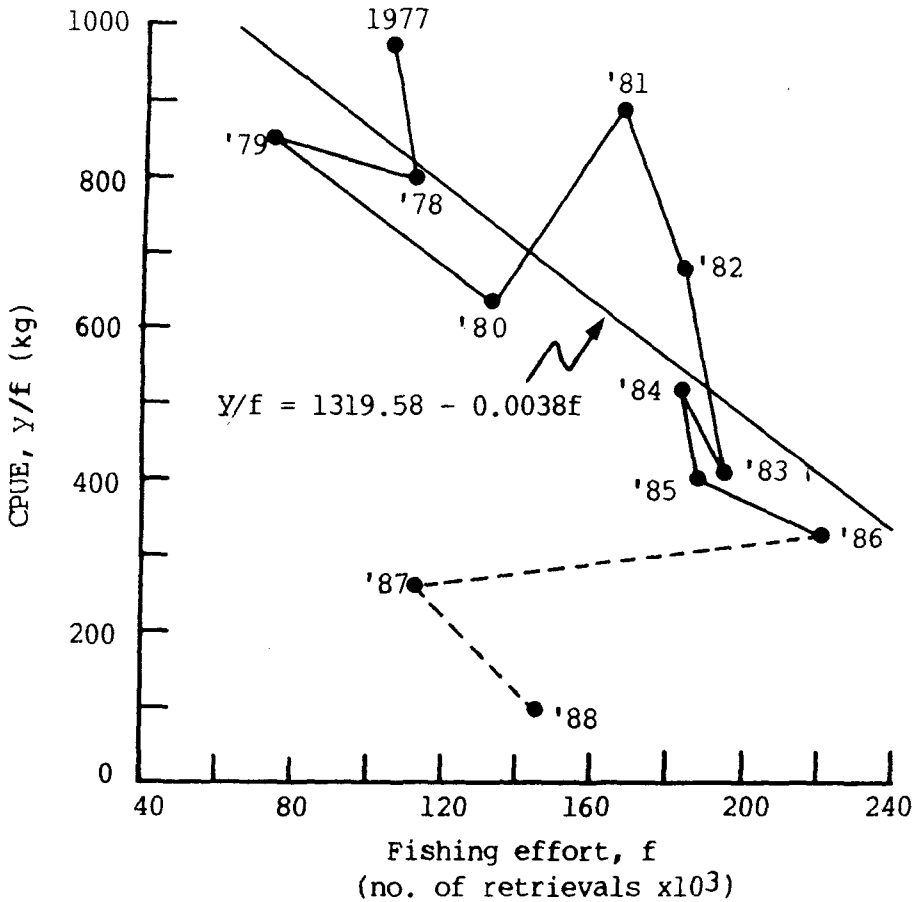
우리나라 東海명태 漁業別 漁獲勞力量을 標準化하여 식(1)에 의거 最大持續的 生産量 추정에 사용했다. 漁獲勞力量 標準化는 명태를 주 대상으로 조업하고 있고 勞力量單位(引網回數)가 같은 東海區機船底引網漁業과 東海區트롤漁業의 CPUE 자료를 이용했다(<그림 5> 참조).

<표 2> 韓國 東海명태의 漁業別 漁獲量, 單位努力當 漁獲量 및 漁獲勞力量 標準化

年 度	總漁獲量 (1)	東海區機船底引網漁業		東海區트롤漁業		東海區機船底及트롤 漁業의 加重平均 CPUE (6)	總漁獲量 勞力量 (1)/(6)
		漁獲量 (2)	CPUE (3)	漁獲量 (4)	CPUE (5)		
1977	122,851	70,240	857	28,498	1,307	975	125,988
1978	104,318	53,932	650	37,188	1,206	791	131,953
1979	79,872	7,234	542	30,146	989	849	94,092
1980	96,384	37,479	492	36,620	1,020	635	151,785
1981	165,837	63,497	723	47,515	1,184	886	187,248
1982	137,656	53,141	524	51,659	1,139	674	204,327
1983	85,909	36,822	312	28,252	708	398	215,826
1984	106,678	42,446	417	31,734	740	522	204,431
1985	84,545	29,754	314	24,555	770	405	208,718
1986	79,373	28,496	257	20,887	543	329	240,955
1987	33,719	13,168	200	8,757	280	256	131,477
1988	16,240	4,995	74	2,674	110	98	165,780

單位: 漁獲量=톤, 漁獲勞力量 = 引網回數, CPUE(單位努力當 漁獲量)=kg/haul,

資料: 國立水產振興院, "沿近海漁業資源의 適正漁獲強度," 水產資源調查報告 제11호, 1990, p. 147.



〈그림 6〉 1977~1988年間 韓國東海 明태의 漁獲努力量과 單位努力當 漁獲量 關係

〈표 2〉는 東海區機船底引網漁業과 東海區트롤漁業의 CPUE자료를 이용하여 標準化한 漁獲努力量과 수정된 CPUE값을 나타내고 있다. 이들 추정치들이 식 (1)의 剩餘生産모델에 사용되었다.

2) 最大持續的 生産量 및 適正漁獲努力量

剩餘生産모델에 사용되는 單位努力當 漁獲量은 자원의 풍도를 나타내는 相對指數로서 자원역학에서 널리 이용되고 있고, 이 값은 자원풍도 변화를 대표해야 한다(Gulland, 1974). 그리고 剩餘生産모델에 적용시 單位努力當 漁獲量과 漁獲努力量の 관계는 높은 역상관관계(직선회귀 혹은 지수함수적 회귀)를 요구한다 (Schaefer, 1954; Fox, 1970).

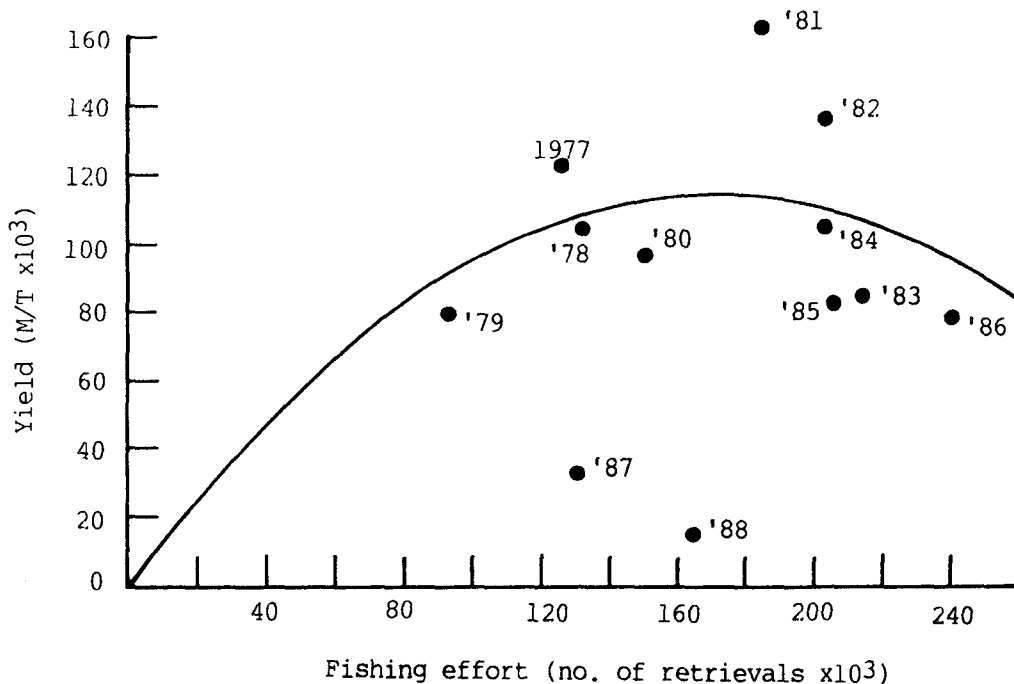
〈그림 6〉을 보면, 1977~1988년간 CPUE와 漁獲努力量の 분포는 1987년과 1988년의 자료를 제외하면 높은 역상관($r^2=0.64$) 관계를 나타내었다. 그러나 1987년과 1988년에는 漁獲

努力量이 낮음에도 불구하고 CPUE값들도 매우 낮은 수준에 있다. 이 때에 CPUE는 자원의 풍도를 대표하는 相對指數로서 간주될 수 없기 때문에 이들 자료는 본 연구에서 剩餘生産모델 적용시 제외하였다.

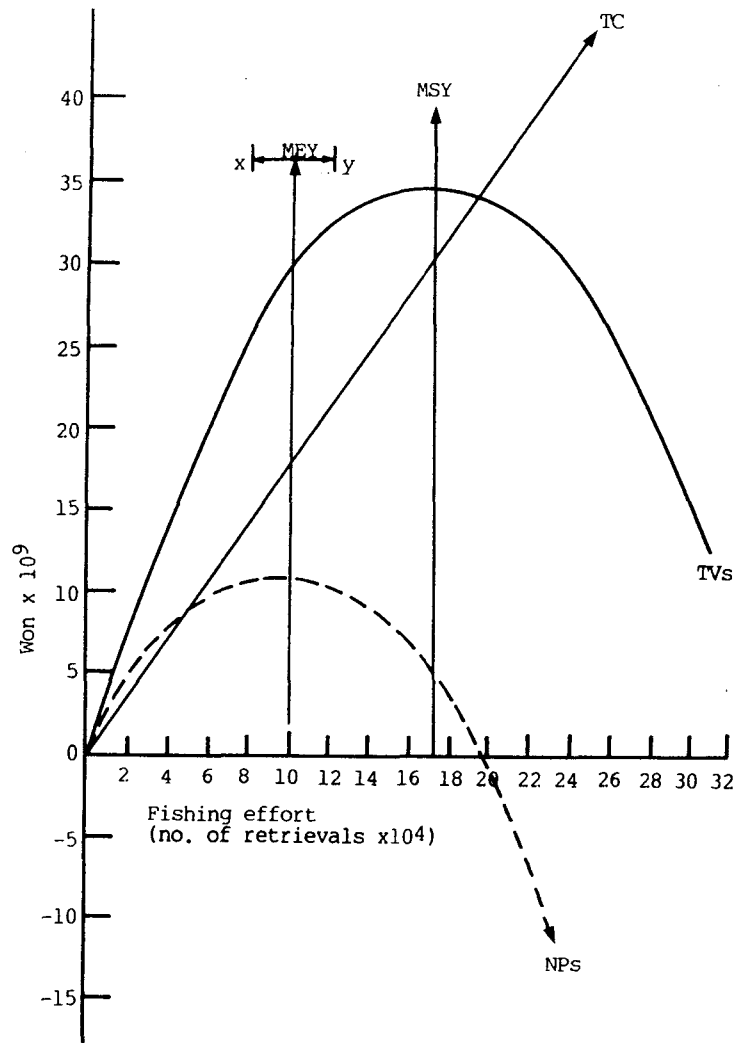
1977~1986년간 CPUE와 漁獲努力量관계를 식(1)에 적용하여 $Y/f=1319.58-0.0038f$ 의 관계식을 구하였고, 이 식에서 最大持續的 生産量($MSY=a^2/4b$)은 114,000톤, 그리고 MSY수준에서 漁獲努力量($F-opt = a/2b$)은 173,000引網回數로 추정되었다(〈그림 7〉 참조). 韓國東海명태 漁業資源의 이용은 최근, 특히 1983~1986년간에 漁獲努力量이 最大持續的 生産量을 유지할 수 있는 努力量 수준을 넘었고, 이 때에 漁獲量은 最大持續的 生産量 보다 낮은 수준에 있었다.

3) 最大經濟的 生産量 및 適正漁獲努力量

우리나라 東海 명태漁業의 總漁業利益과 漁業活動에 소요되는 비용관계로부터 식 (2)에 의해 추정된 最大純利益은 약 111억원으로 이 純利益을 가져올 수 있는 생산량(MEY)은 94,000톤, 이 때의 適正努力量($E-opt$)은 100,000引網回數로 추정되었다(〈그림 8〉 참조). 이 適正漁獲努力量을 東海區機船底引網漁業 조업척수로 환산하면 96척으로 추정되었고, 東海區 트롤漁業 어선으로서는 132척에 해당된다.



〈그림 7〉 韓國東海 명태의 最大持續的 生産量과 漁獲努力量



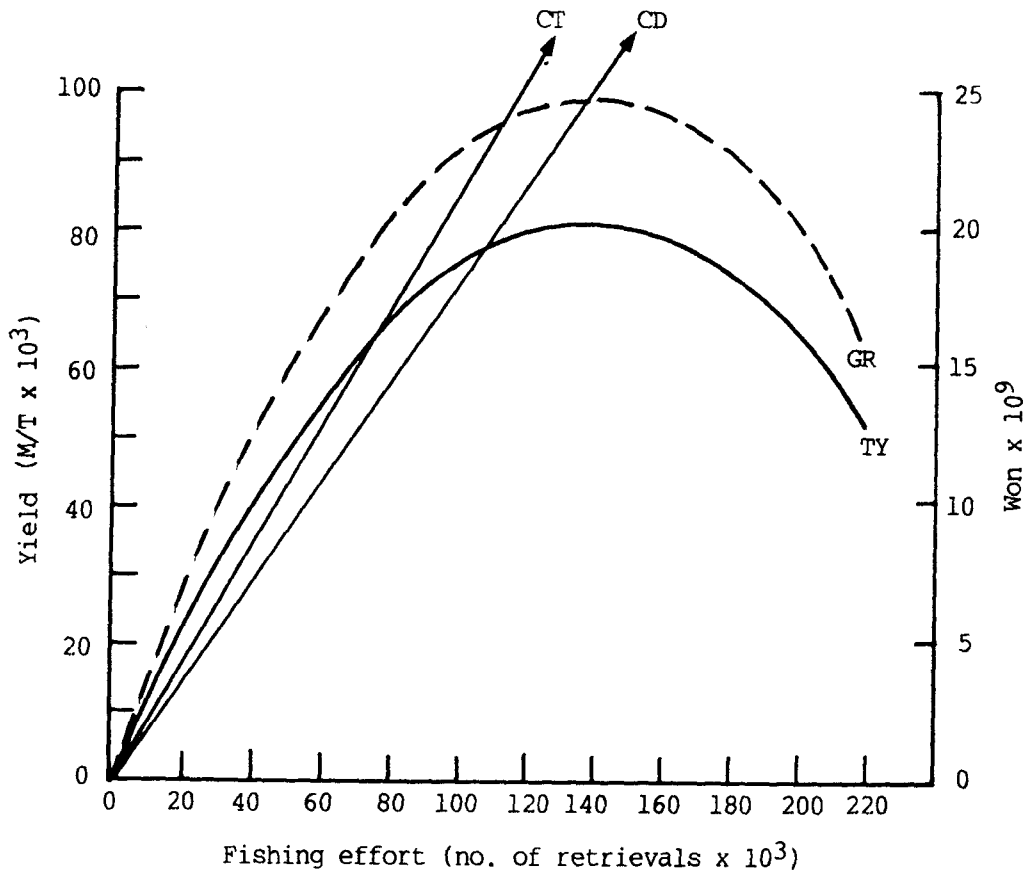
〈그림 8〉 韓國東海 명태漁業 利益과 費用關係

- MSY : 最大持續的 生産量,
- MEY : 最大經濟的 生産量,
- TVs : 漁業 總利益,
- TC : 漁業 費用,
- NPs : 純利益,
- X & Y : 100億원 이상의 純利益 範圍.

본 연구에서는 漁業別 漁獲努力量의 標準化, 剩餘生産모델 적용 및 漁業費用 등은 東海區 機船底引網漁業과 東海區트름漁業 資料를 근거로 하였고, 刺網과 底延繩漁業의 漁業費用 역시 이들 漁業과 같은 것으로 가정하였기 때문에 이들 추정치가 절대치로서 평가될 수 없을 것

이다. 따라서 純利益 곡선에서 100억원 이상의 純利益을 가져올 수 있는 생산량과 勞力量수준을 韓國 東海 明태漁業의 最大經濟的 生産量과 勞力量範圍로 간주하면, 생산량은 81,000~103,000톤 범위이며, 漁獲勞力量은 80,000~120,000引網回數 (<그림 8>에서 표시한 X - Y범위)로 추정되었다.

韓國東海 明태漁業資源(38°N 이남해역)의 MSY는 114,000톤, 이 때의 F-opt는 173,000引網回數, 그리고 MEY는 94,000톤, 이 때의 E-opt는 100,000引網回數로 보면 東海 明태의 MEY는 MSY의 82%, E-opt는 F-opt의 58% 수준에 있는 것으로 추정되었다.



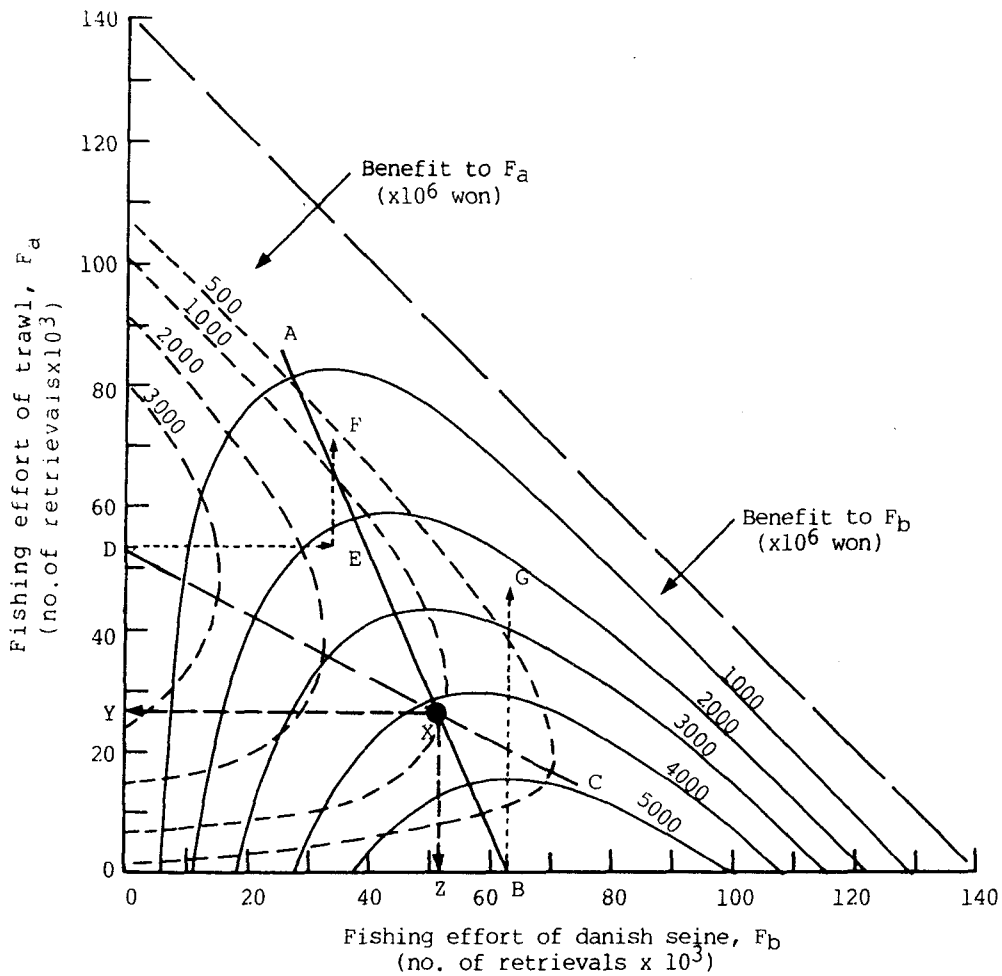
<그림 9> 東海區機船底引網漁業과 東海區트롤漁業의 持續的 生産量, 漁業利益 및 漁業別 費用

- TY: 東海區機船底引網漁業과 東海區트롤漁業의 持續的 生産量,
- CT: 東海區트롤 漁業費用,
- CD: 東海區機船底引網 漁業費用,
- GR: 漁業 總利益.

3. 東海區機船底引網漁業과 東海區트롤漁業의 經濟性分析에 의한 相互作用

東海區機船底引網漁業과 東海區트롤漁業에 의해 생산될 수 있는 持續的 生産量을 식 (1)에 의거 추정하였고, 또한 이들 두 어업의 總漁業利益과 費用도 추정했다 (<그림 9> 참조).

식 (5)와 (6)에 의거 持續的 生産量을 이들 漁業 각각의 어업별 어획노력량 비율에 따라 분배하고, 식 (7)과 (8)에 의거 두 漁業의 利益을 계산하여 식 (9)와 (10)에서 각각의 漁業 費用을 공제하여 純利益을 추정했다. 이들 漁業의 純利益에 대한 等純利益曲線의 분석으로 두 漁業間의 適正漁獲努力量 水準을 추정했다 (<그림 10> 참조).



<그림 10> 東海區機船底引網漁業(中型)과 東海區트롤漁業(中型)의 純利益曲線 關係

- X : 兩漁業의 最適漁獲努力量 水準

等純利益曲線에서 東海區機船底引網漁業의 最大利益曲線은 50억원으로 이 곡선상에서 두 漁業의 最適努力量수준은 東海區機船底引網漁業의 漁獲努力量이 55,000引網回數일 때 東海區 트롤漁業은 15,000引網回數 수준에 있다. 純利益曲線이 40억원에서는 東海區機船底引網漁業이 약 50,000引網回數, 東海區트롤漁業은 30,000引網回數였고, 30억원 純利益曲線에서는 45,000引網回數와 43,000引網回數, 20억원 純利益曲線에서는 38,000引網回數와 58,000引網回數, 그리고 利益曲線이 10억원에서는 27,000引網回數와 82,000引網回數에서 각각 最適努力量 水準을 보였다(<그림 10>의 A와 B를 잇는 선).

東海區트롤漁業의 最大利益은 30억원으로 이 利益曲線에서 두 漁業의 最適努力量 水準은 東海區트롤漁業의 漁獲努力量이 45,000引網回數일 때 東海區機船底引網漁業은 15,000引網回數이며, 20억원 利益曲線에서는 東海區트롤漁業은 38,000引網回數, 東海區機船底引網漁業은 22,000引網回數였고, 10억원 利益曲線에서는 각각 27,000引網回數와 52,000引網回數, 그리고 5억원 利益曲線에서는 각각 18,000引網回數와 70,000引網回數로 나타났다(<그림 10>의 C와 D를 잇는 선).

한편, 東海區機船底引網漁業의 等純利益曲線에서 東海區트롤漁業의 最適漁獲努力量 水準을 나타내는 꼭지점을 이은 AB선상에서 東海區機船底引網漁業 漁獲努力量을 B점(약 63,000引網回數)에서 고정시키고 東海區트롤漁業의 努力量을 증가시키면 東海區機船底引網漁業의 純利益은 계속 감소하고 東海區트롤漁業은 처음 純利益은 증가하나 이후에는 계속 감소한다(<그림 10>의 B와 G를 잇는 선). 이와 반대로 東海區트롤漁業의 等純利益曲線에서 東海區機船底引網漁業의 最適漁獲努力量 水準을 나타내는 꼭지점을 이은 CD선상에서 東海區트롤漁業 漁獲努力量을 D점(약 54,000引網回數)에 고정하고 東海區機船底引網漁業의 漁獲努力量을 E점까지 증가시키면 東海區 트롤漁業의 純利益은 계속 감소하나 東海區機船底引網漁業의 純利益은 어느 정도 증가한다. 그러나 E점에서 東海區機船底引網漁業의 漁獲努力量을 고정시키고 東海區트롤漁業의 漁獲努力量을 증가시키면 두 漁業의 純利益은 감소한다(<그림 10>의 D, E, F를 잇는 선).

韓國 東海 명태를 주대상으로 조업하고 있는 東海區機船底引網漁業과 東海區트롤漁業의 經濟性分析을 통한 漁業間 純利益곡선의 상호관계로부터 이들 두 漁業의 最適漁獲努力量 水準은 이 두 漁業의 純利益曲線의 꼭지점을 잇는 두 선 AB와 CD가 만나는 X점으로서 이 때의 東海區機船底引網漁業의 漁獲努力量은 52,000引網回數로서 조업척수로 추정하면 50척(<그림 10>의 Z점), 東海區트롤漁業의 漁獲努力量은 27,000引網回數로서 조업척수는 36척(<그림 10>의 D점)에 해당되며, 이들 漁獲努力量 水準에서 추정된 漁獲量을 기준으로 했을 때 純利益은 東海區機船底引網漁業이 약 38억원, 東海區트롤漁業은 약 10억원으로 추정되었다.

IV. 考 察

우리나라 東海 명태漁業이 시작된 이래 漁獲量 기록을 통한 年代로 구분해 보면 (<그림 1> 참조), 어획 기록이 시작되었던 초기인 1911~1915년에는 漁撈 技術의 未發達로 漁場探索이 원활히 이루어지지 않았고, 동시에 조업선으로부터 漁業統計 수집체계도 제대로 갖추어지지 못하였던 것으로 추측된다. 1915~1930년간은 漁獲量이 감소경향에 있었으나 이 때부터 명태를 대상으로 漁業이 본격적으로 이루어진 시기로 볼 수 있겠다. 비록 이에 관한 자료 및 정보는 없으나 이는 1930~1942년간 漁獲量의 급격한 증가가 이를 뒷받침하는 것 같다. 1943~1950년간에는 어획기록이 전혀 없었고, 1951년부터 1970년까지 약 20년간 38°N 이남 해역에서 연간 30,000톤 이하의 漁獲量 수준에 있었다. 이 시기에 낮은 漁獲量의 持續이 북한에서 명태의 과도한 어획의 영향으로 東海 중남부해역으로 南下回遊가 없었는지 혹은 韓國 東海 명태資源量의 감소에 의한 것인지는 알 수 없다. 특히 최근 1981년 이후의 38°N 이남 해역에서 연간 명태漁獲量의 급격한 감소(<그림 2> 참조)와 1977년부터 명태 주 대상어업(東海區機 船底引網漁業 및 東海區트롤漁業)의 CPUE 감소는 명태資源量(Biomass) 감소의 징후가 나타나는 것으로 추정되나 38°N 이북 북한의 명태에 관해 이용할 수 있는 자료가 없으므로 결론을 도출하기에는 이른 것 같다. 그러나 앞으로 본 연구에서 처럼 어업의존에 의한 자료의 지속적인 축적 및 분석과 병행하여 年齡, 成長, 死亡 및 加入 등 생물학적 측면에서의 연구가 이루어져 보다 정확한 자원구조가 밝혀져야 할 것이다.

韓國東海 명태漁業資源에 대한 평가결과를 보면(國立水產振興院, 1988), MSY는 115,000톤, 이때의 F-opt는 195,000引網回數로 추정했다. 이 추정치들은 본 연구에서의 MSY와는 거의 비슷한 값(114,000톤)을 보였으나 F-opt는 본 연구에서의 추정치가 11.3% 낮은 173,000引網回數였는데 이는 본 연구에서 漁獲努力量의 標準化에 의한 자료를 이용한 것에 그 원인이 있는 것 같다. 經濟性分析으로부터 추정된 MEY는 MSY보다 약 18% 낮은 수준에서 추정되었고, E-opt는 F-opt보다 무려 42%가 감축된 수준을 제시하고 있다. 이런 현상은 최근의 韓國 東海 명태漁獲量과 CPUE의 지속적인 감소를 고려하면, 經濟性分析에 의한 추정치를 명태 자원관리에 활용하는 것이 보다 유효한 접근이 될 것으로 생각된다.

어느 한 漁業資源을 이용하고 있는 여러 漁業間의 어업조정문제(특히 조업척수)는 漁業經營者間의 損益에 직접 관련되므로 매우 어려운 문제이다. 본 연구에서는 명태를 주 대상으로 조업하고 있는 東海區機船底引網漁業과 東海區트롤漁業간의 經濟性分析으로 두 漁業의 適正 漁獲努力量 水準을 추정하였으나 이들 漁業에 混獲되는 다른 어종의 經濟性分析 결과는 포함되지 않았다. 그러나 이들 漁業에 명태混獲率이 각각 60% 이상을 차지하고 있기 때문에 본 연구에서 얻은 결과들은 순수한 資源調査로부터 얻어진 資料의 分析(Stock Assessment 혹은 Ecological Approach) 결과보다는 새로운 資源管理 接近方法을 제시하고 있다고 생각된다.

다. Caddy(1982)는 새로운 해양질서에 따라 연안국의 관할어장이 점차 확대되므로 인접한 연안국간 200해리 경제수역내의 境界地域에 분포하거나 이들 나라를 往來하는 資源(Straddling Stocks)의 국가간 적절한 생산량 분배 및 할당량에 대하여 대상자원의 자원평가와 함께 각각의 나라에서 대상자원의 경제성을 감안하여 조절할 수 있음을 제시하고 있다. 이와 같은 개념을 바탕으로 한국, 일본, 중국 등 인접국들이 황해 및 동지나해에서 공동으로 이용하고 있는 漁業資源(예: 참조기, 고등어 등)에 대해서도 본 연구에서 처럼 적용이 가능할 것으로 생각된다.

V. 結 論

우리나라 東海에 분포하고 있는 명태를 대상으로 하는 漁業別 生産量 및 單位努力當 漁獲量의 經年 변동상태를 분석하였고, 漁業別 漁獲勞力量을 標準化하여 이들 자료를 剩餘生産모델에 적용, 最大持續的 生産量 및 最適漁獲勞力量을 추정하였다. 漁業利益과 費用 관계로부터 最大經濟的 生産量을 추정하여 이 때의 漁獲勞力量 水準을 最大持續的 生産量을 유지할 수 있는 漁獲勞力量 水準과 비교하였고, 명태를 주 대상으로 하는 東海區機船底引網漁業과 東海區트롤漁業의 純利益曲線으로부터 漁業別 상호작용을 분석하여 適正漁獲勞力量 水準을 추정하였다.

1. 漁獲量 및 單位努力當 漁獲量變動

우리나라 東海 명태漁獲量은 1911~1913년간 12,000톤에서 1920년대에는 연평균 50,000톤 수준을 유지하였으나 감소경향에 있었다. 1930~1942년간은 매년 급격히 증가하여 1939~1940년에는 260,000~270,000톤의 최대 漁獲量을 보였다. 1950년대와 60년대에는 연평균 30,000톤 이하의 漁獲量 수준에 있었고, 1978~1980년간에는 연평균 90,000톤 수준으로 漁獲量이 停滯되었으나 1981년에는 162,000톤으로 最大漁獲水準을 보인 후, 1982년부터 급격히 감소하여 1988년에는 18,000톤을 어획했다. 漁業別 漁獲量은 1970~1976년간에는 東海區機船底引網漁業에 의한 명태漁獲量이 總漁獲量의 70% 이상을 차지하였으나 1977년 이후에는 東海區트롤漁業과 刺網漁業 및 底延繩漁業 漁獲量 비율과 거의 같은 수준이었다. 漁業別 명태의 單位努力當 漁獲量은 東海區機船底引網漁業과 東海區트롤漁業은 1977년(東海區機船底引網漁業: 800kg/引網, 東海區트롤漁業: 1,300kg/引網) 이후 감소상태를 보였고, 刺網漁業은 1970~1979년 낮은 수준(연평균 20kg/폭)에서 1980~1983년 간에는 약 3.5배 증가했으며 1987~1988년에는 1970~1978년 수준으로 감소했다. 底延繩漁業은 1980년(65kg/초리)의 값을 제외하고 매년 낮은 수준(20kg/초리)에 있었다.

**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

Jang Uk, Lee

Summary

A quantitative analysis was carried out to monitor the commercial yield level of walleye pollock *Theragra chalcogramma* in the east coast of Korea, based on available data on catch and fishing effort, catch per unit of effort including fish prices from 1911 to 1988, using a traditional yield model.

The results from the quantitative assessment were based to estimate maximum economic yield (MEY) and optimal fishing effort (E-opt) at MEY. On the other hand, interaction aspects between danish seine fishery and trawl fishery mainly targeting walleye pollock in the east coast of Korea were studied to predict optimal situation in fishing effort level from economic point of view which gives the most benefits to the two fisheries.

Total production of walleye pollock in 1911 when its catch record was begun for the first time was about 12,000 metric tons (M/T), and then the catch trend maintained nearly at the level of 50,000 M/T per annum, showing a decreasing trend until 1930. The highest production from historical data base on walleye pollock fishery statistics was from the years in 1939 and 1940, about 270,000 M/T and 260,000 M/T, respectively. No production of the fish species was recorded during the years from 1943 to 1947, and from 1949 to 1951. From 1952 onwards, annual production was only available from the southern part of 38°N in the east coast. During two decades from 1952 to 1970, the production had sustained about less than 30,000 M/T every year. Annual production showed an increasing trend from 1971, reaching a maximum level of approximately 162,000 M/T in 1981. Afterwards, it has decreased sharply year after year and amounted to 180,000 M/T in 1988.

The catch composition of walleye pollock for different fishery segments during 1970~1988 showed that more than 70% of the total catch was from danish seine fishery until 1977 but from 1978 onwards, the catch proportion did not differ from one another, accounting for the nearly same proportion.

Catch per unit of effort (CPUE) for both danish seine fishery and trawl fishery maintained

a decline tendency after 1977 when the values of CPUE were at level of 800 kg/haul for the former fishery and 1,300 kg/haul for the latter fishery, respectively. CPUEs of gillnet fishery during 1980~1983 increased to about 3.5 times as high value as in the years, 1970~1979 and during 1987~1988 it decreased again to the level of the years, 1970~1978. The bottom longline fishery's CPUE was at a very low level (20 kg/basket) through the whole study years, with exception of the value (60 kg/basket) in 1980.

Fishing grounds of walleye pollock in the east coast of Korea showed a very limited distribution range. Danish seine fishery concentrated fishing around the coastal areas of Sokcho and Jumunjin during January~February and October~December. Distributions of fishing grounds of trawl fishery were the areas along the coastal regions in the central part of the east coast. Gillnet and bottom longline fisheries fished walleye pollock mainly in the areas of around Sokcho and Jumunjin during January~February and December.

Relationship between CPUEs' values from danish seine fishery and trawl fishery was used to standardize fishing effort to apply to surplus production model for estimating maximum sustainable yield (MSY) and optimum fish effort (F-opt) at MSY. The results suggested a MSY of 114,000 M/T with an estimated F-opt of 173,000 hauls per year.

Based on the estimates of MSY and F-opt, MEY was estimated to be about 94,000 M/T with a range of 81,000 to 103,000 M/T and E-opt 100,000 hauls per year with a range of 80,000 to 120,000 hauls. The estimated values of MEY and E-opt corresponded to 82% of MSY and 58% of F-opt, respectively.

An optimal situation in the fishing effort level, which can envisage either simultaneously maximum yield or maximum benefit for both danish seine fishery and trawl fishery, was determined from relationship between revenue and cost of running the fleet: the optimal fishing effort of danish seine fishery was about 52,000 hauls per year, corresponding to 50 danish seiners and 27,000 hauls per year which is equal nearly to 36 trawlers, respectively.

It was anticipated that the net income from sustainable yield estimated from the respective optimal fishing effort of the two fisheries will be about 3,800 million won for danish seine fishery and 1,000 million won for trawl fishery.