

漁業生産性 推定을 위한 統計的 應用에 關한 實證 研究

金 元 在*

An Empirical Study to Estimate Fisheries Productivity Using a Statistical Application

Kim, Weon-Jae

目	次
I. 序 論	III. 事例研究 結果
II. 生産函數 推定에 關한 既存研究 및 模型의 設定	1. 바지락 양식어업 生産性
1. 既存 研究	2. 건간망 어업 生産성
2. 模型의 設定	IV. 結 論
	Summary

I. 序 論

최근 간척매립사업, 해난사고 등에 기인한 유류오염피해¹⁾, 기타 공단 등으로부터 바다에 무단방류된 각종폐수 오염피해 등으로 인한 어업권 보상문제가 그 規模나 件數에 있어 크게 증가되고 있는 실정이다.²⁾

이러한 漁業權補償問題가 대두될 때마다 가장 큰 변수로서 논란이 되는 것이 각종어업권의 어장생산성을 결정하는 과제이다. 본 연구는 농어촌진흥공사가 시행중인 화옹지구 간척매립 사업에 따른 어업권보상 문제를 다루는데 있어 화성군내 제1종 양식어업 가운데 주종을 이루는 바지락 양식어업과 허가어업으로서 역시 어장생산성 추정에 있어 논란이 큰 건간망어업을 사례로써 회귀분석(regression analysis) 등의 통계적 방법을 이용해 어업생산성을 파악해 보는 과정을 다루고자 한다.

일반적으로 一個企業 또는 産業의 生産性은 勞動(labor)과 資本(capital)의 投入量에 의해

* 韓國海洋研究所 産業經營 研究室

1) 지난 90년 한해 동안 우리나라 해역에서 발생한 유류오염 발생건수는 248건에 유류유출량은 2077 M/T에 이르렀으며, 최근 해상유류오염사고가 대형화되는 추세이다.
 2) 예를 들어, 화옹지구 간척사업에 따른 어업권 보상대상조사건수를 보면 공동어업, 양식어업 등 면허어업이 92건, 어선어업등 허가어업이 510건, 도수어업 등 신고어업이 약 1400건으로 그 규모나 건수에 있어 과거보다 매우 방대함을 알 수 있다.

결정되는 것으로 알려져 왔다.³⁾ 즉 生産量은 노동력과 자본(또는 토지)의 결합에 의해 변화하는 함수관계로 표시된다는 것이다. 이러한 兩大要素 및 생산량간의 함수관계 규명은 생산성의 추정문제 뿐만 아니라 자본과 노동력의 최적 결합문제 해결에 있어서도 선결과제이다.

어업생산성의 추정문제로 돌아가 볼 때, 면허어업의 경우 일정면적에서 수확되는 수산물의 양이란 어장면적과 어업권을 행사하고 있는 행사인원수에 의해 결정된다고 볼 수 있고, 건간 어업이나 어선어업과 같은 허가어업은 조업일수, 조업인원 및 어구시설투자액 등에 따라 어업생산성이 결정된다고 볼 수 있다. 따라서 최근 조사된 화성군내 일부 어업권 생산성의 실증적 분석은 그 결과로써 여타 어업권 생산성의 추정과 아울러 생산요소의 변화가 생산성에 어느정도 영향을 주는가에 대한 통계적 검증을 통해 자본 및 노동으로 분류되는 생산요소 투입량에 대한 합리적 의사결정을 가능케 한다는데 그 의의가 있다. 더우기 어장간 생산성의 상대적 평가문제도 어업권 손실보상 등 사회적 형평을 유지해야하는 업무처리에 있어 이론적으로 해결되어야 할 과제이다.

다음에서 이러한 어업권 생산성을 추정하기 위한 이론적 배경, 실증연구결과, 그리고 추가 연구과제 및 논문의 한계 등에 관해 논술하고자 한다.

II. 生産函數 推定에 관한 既存研究 및 모델의 設定

1. 既存 研究

생산함수추정에 관한 연구는 주로 2차 세계대전 이후 경제학자 및 통계학자에 의해 수행되어왔다. 이러한 기존 연구의 방향은 크게 3가지로 요약될 수 있는데, 첫째는 과거의 생산량과 요소투입량의 시계열자료(time series data)를 통계분석함으로써 생산함수를 추정하는 연구방법이다. 이러한 방법은 Lewis(1975)⁴⁾ 등에 의해 시도된 바 있다. 둘째는 일정시점에서 다수의 기업이나 산업분야의 생산량과 요소투입량의 자료를 동시에 통계분석하여 생산함수를 추정하는 방법으로서 Walters(1963)⁵⁾가 그 대표적인 사례이다. 셋째는 技士나 科學者들로부터 제공되는 기술정보에 근거하여 생산량 및 투입요소간의 함수관계를 밝히는 것으로 Dobell(1972)⁶⁾이 그 대표적인 연구이다.

전술한 3가지 연구방법은 모두 장단점을 보이는 데, 그 공통된 문제점은 생산함수추정에 관련된 자료인 생산량과 투입요소인 노동력과 자본을 정확히 측정하는 것이다. 그리고 첫째와 두번째 추정방법은 개별기업 또는 산업부문이 동질적이라는 가정하에서 가능한 만큼 실제

3) Seo, K.K., Managerial Economics(Richard D. Zrwin, Inc., 1991), pp.330-31.

4) Mansfield, E., Microeconomics: Theory and Application(W.W. Norton and Company, Inc., 1970), p. 162.

5) Lewis, J.P., "Postwar Economic Growth and Productivity in the Soviet Communications Industry," Bell Journal of Economics and Management Sciences, Autumn 1975, pp. 113-27

6) Walters, A.A., "Production and Cost Functions," Econometrica, Jan. 1963, pp.36-47.

7) Dobell, A., "Communications in Canada," Bell Journal of Economics and Management Science, 1972, pp. 68-79.

로 각기 다른 생산함수를 가질 경우 문제가 된다는 것이다.

그러나 주어진 현실에서 가장 합리적으로 생산함수를 추정하는 것이 바람직하다고 보는데, 지금까지의 연구에서 가장 보편적으로 이용되어온 생산함수의 가정은 아래와 같은 콥더글라스 함수(Cobb-Douglas function)이다.⁸⁾

$$Q = A L^\alpha K^\beta M^\gamma \quad (1)$$

여기서 Q : 생산량

L : 노동 투입량

K : 자본 투입량

M : 원료 투입량

식 (1)에서 α, β, γ 등은 개별기업별로 다른 매개변수인데 보통 1 이하의 값을 갖는다. 이는 투입요소의 단위당 한계생산량이 체감함을 의미한다. 만약 $\alpha + \beta + \gamma > 1$ 이면 요소투입량의 증가에 따른 생산량 증가가 그 만큼 큰 것을 의미하고 $\alpha + \beta + \gamma < 1$ 이면 그 반대임을 뜻한다.

수산업에 있어서의 생산함수형태도 역시 식 (1)과 같은 형태로 표현할 수 있다. 본 논문에서 다루는 실증연구의 경우 한 시점에서 다수의 개별어업권 요소투입량 및 생산량간의 함수관계로서 어업생산성을 추정하는 방법을 사용하였다.

2. 모델의 설정

이미 전술한 바와 같이 바지락 양식어업 및 건간망어업의 생산성도 노동력과 자본(또는 토지) 등의 요소투입량에 의해 결정되는 콥더글라스 함수형태를 가정할 수 있다. 단지 1차산업인 만큼 자본요소를 어장면적 등 토지로 대체할 수 있어야 한다는 가정과 원재료가 없다는 가정이 추가될 수 있겠다. 이러한 가정하에 식 (1)을 다소 변형시켜 어업생산함수를 표시하면 다음과 같다.⁹⁾

$$Q_t = A L_t^\alpha K_t^\beta \quad (2)$$

여기서 Q_t : t 년도 어업생산량

L_t : t 년도 어업권 행사 인원

K_t : t 년도 어장면적(또는 어업시설투자액)

한편, 건간망어업 생산함수의 추정에 있어서는 보조적인 가정이 요구된다. 그것은 건간망어업이 바지락 양식어업과는 달리 다수의 어종을 채포하고 어업생산이 면적에 비례적이라기 보다 건간망 길이나 높이 등 어구 규모에 따라 변화하는 특성이 있기 때문이다. 따라서 건간

8) Mansfield, E., op. cit., p.164

9) ibid.

$$\ln \hat{Q} = 1.2994 + 0.3139 \ln L + 0.9011 \ln K + 0.2154 D_1 \quad (7)$$

(3.16)* (3.16)* (19.68)** (2.78)*

d.f.10 R² 0.989 F 259.3

※ 괄호안의 수치는 't-value'를 나타내며 *는 5% 수준에서 **는 1% 수준에서 각각 통계적으로 유의함을 의미함.

식 (7)의 경우도 t값, R²값, F값 등이 모두 양호하여 통계적으로 유의한 추정 생산함수식임을 알 수 있다. 여기서 D₁이란 H어촌계 박지락어장을 나타내는 의사변수(dummy variable)이다. 그리고 D₁의 계수 0.2154는 다른 박지락어장과 비교할 때 H어촌계 소속 어장의 생산성이 약 21.5% 정도 높다는 것을 뜻한다.

2. 건간망 어업 생산성

건간망 어업이라 함은 조수간만이 크고 넓은 간사지가 발달된 해안지역에 지주목을 세우고 이에 그물을 설치하여 농어, 송어, 모치 등의 어류와 꽃게, 새우 등을 채포하는 어업을 말하며, 수산업법상으로 허가어업에 속한다.

먼저 건간망어업의 생산성, 즉 어획량에 영향을 주는 요인들을 살펴보는 것이 생산함수 추정에서 중요한 단계가 된다. 건간망어업 생산성을 결정하는 요인으로서 검토될 수 있는 것은 조업일수, 행사인원수, 행사자의 어업종사년수, 시설투자액, 어망설치길이 등이 있겠다.

이러한 요인들은 결국 생산을 가져오는 노동과 자본으로 대별되는데 조업일수, 행사자수, 그리고 조업숙련도를 반영하는 어업종사년수 등은 투입되는 노동력으로 나타나고, 조업을 위한 어망, 지주목, 채취선 등은 건간망어업 시설투자로서 투입된 자본액으로 표시될 수 있다. 그런데 건간망어업 생산함수 추정을 위해서는 이러한 요소를 적절히 반영할 수 있는 대리변수(proxy variable)를 찾는 것이 요구된다.¹³⁾ 예를 들면, 노동력을 반영하는 변수는 건간망어업 1틀당 투입된 행사인원수 뿐만 아니라 조업일수 및 그들의 숙련도 등을 감안한 변수가 사용되는 것이 합리적이다.¹⁴⁾

화성군내 건간망어업은 20건에 이르는데, 이 가운데 과거 3년간의 어업실적을 추정할 수 있는 자료를 제시한 어업건수는 14건이다. 이들에 대한 생산량, 노동투입량, 자본투입량 등을 요약하면 <Table 2>와 같다. 여기서 조업일수와 행사자수를 곱한 값에 어업종사년수 요인을 감안하여 투입노동력의 대리변수로 하고, 어구 등 시설에 투자한 액수로서 투입자본 변수로 하여 역시 콕더글라스함수 형태로서 건간망어업 생산함수를 추정한 결과는 다음과 같다.

$$\ln \hat{Q} = 1.4058 + 0.3752 \ln L + 0.4634 \ln K \quad (8)$$

(4.82)** (3.71)** (4.63)**

$d.f.11 \quad R^2.988 \quad F 455.6$

※ 팔호안의 수치는 't-value'를 나타내며 **는 1% 수준에서 각각 통계적으로 유의함을 의미함.

건간망어업 생산함수 추정결과인 식 (8)에서 추정계수의 표준오차(standard error), R^2 , F 등의 통계치로 볼 때, 매우 양호한 통계분석 결과임을 알 수 있다. 생산함수의 특성을 만족하는 조건 (5)와 (6)에 식 (8)의 α 와 β 를 각각 대입한 결과, $\alpha=0.3752$ 와 $\beta=0.4634$ 로서 조건 (5)를 만족하고 $t_1=-7.703$ 과 $t_2=-4.296$ 으로서 역시 조건 (6)을 만족하여 추정식 (8)이 건간망어업 생산함수로서 통계적으로 무난함을 의미한다.

<Table 2> Data for estimating the fixed net fishing production function

No.of fixed net	Q*	K**	L***
1	8270	5124	315
2	14042	6029	609
3	9256	5236	240
4	10311	5236	117
5	10795	5286	95
6	30019	16045	2254
7	27585	12714	1500
8	27906	14866	2880
9	30454	16012	3060
10	27548	13886	1326
11	27232	14420	1974
12	25577	11716	1500
13	23212	12714	690
14	28837	13986	2184

* Annual catch in Kg

** Capital investment in thousand Won

*** Index composed of the fishermen's experience, number and fishing days

그리고 추정계수로 볼 때, 노동력을 10% 증가시키면 어업생산량은 약 3.8% 정도 증가되며 투입자본을 10% 증가시키면 어업생산량은 약 4.6% 정도 증가되는 것으로 나타났다. 이는 건간망어업 생산성에 자본요소가 노동요소보다 다소 큰 영향을 주는 것을 의미한다. 그러나 바지락어장과는 달리 $\alpha + \beta = 0.839 < 1$ 로서 생산요소 투입량증가에 대한 어업생산량 증가를 의미하는 한계생산성(marginal productivity)이 1 이하로 나타나 그 만큼 화성군에 산재한 건간망어장의 생산잠재력도 낮은 것을 알 수 있다.

IV. 結 論

지금까지 경기도 화성군에 소재하는 바지락 양식어업 및 건간망어업의 생산성 추정을 위한 통계적 응용사례를 다루어 보았다. 그 통계적 검증결과와 의미를 요약하면 다음과 같다.

첫째, 본 논문에서 다룬 2개 어업분야의 생산함수를 콥더글라스 생산함수 가정으로써 추정

해 본 결과, 어업생산량에 대한 생산요소 K 및 L의 탄력도를 나타내는 추정 계수 $\hat{\alpha}$ 및 $\hat{\beta}$ 가 통계적으로 10% 이상 수준에서 유의성을 보일 뿐만아니라 기존의 생산함수 조건들을 모두 만족함에 따라 수산업의 생산성 추정에 있어서도 콥더글라스함수 가정에 의한 추정모델이 적절함을 알 수 있다.

둘째, 추정된 계수의 통계적 의미를 볼 때, 바지락어장의 생산성은 어장면적의 탄력도가 0.902 이고 투입노동력의 탄력도가 0.372 로서 어장면적이 그 생산성에 결정적인 요소임을 시사한다. 그리고 H 어촌계의 바지락어장 생산성이 타 어장보다 무려 21.5% 정도 높다는 통계분석결과로 보아 어장생산성 평가에 있어서 어촌계 또는 지역별로 차등이 적지않음을 보여주고 있다. 따라서 어업권 보상평가 등에 있어 표본조사 등에 의한 어장별 생산성조사가 필수적이어야 할 것으로 보인다.

셋째, 어업 생산성에 대한 노동 및 자본의 탄력도에 있어 바지락어장의 경우는 1.274인 반면 건간망어업은 0.839로 나타나, 전자는 생산요소투입량 증가비율 보다 어업생산성 증가비율이 높아 그 만큼 어업생산성의 잠재력이 큼을 알 수 있고, 후자는 생산요소투입에 따른 어업생산성 증가율이 체감하여 그 만큼 어업생산성 향상전망이 어두운 것을 나타낸다. 그것은 패류양식에 있어서는 종패를 살포하는 등 어장관리가 이루어지는 반면 건간망어업 등은 어류등을 자연채취하는데 해양환경이 악화되고 남획됨으로써 점차 어족자원량이 절대감소하기 때문인 것으로 여겨진다.

따라서 패류양식어업은 어업적지를 발굴하여 어장면적을 확대함으로써 그 생산성을 높일 수 있고, 건간망어업이나 어선어업 등은 근본적으로 수산자원이 부족한 상태로 생산성 저하 현상이 뚜렷한 만큼 점차 자본투자를 감소시켜 나가는 것이 바람직하다고 보아진다.

추가연구과제로서 바지락어장 뿐만 아니라 김, 굴, 가무락, 맛 등의 어장생산성 추정을 위한 통계분석도 향후 이들 어업 생산을 위한 자본 및 노동효율을 판단하는데 매우 중요한 기준이 될 수 있다. 본 논문의 한계점을 간략하게 언급해 보고자 한다. 먼저 생산함수 추정에 이용된 어업생산실적이 불과 3년에 걸친 실적을 평균한 자료인 만큼 시계열자료분석이 이루어질 수 없다는 문제가 있다. 그리고 건간망 어업에 있어 다양한 어종별 채포량이 건간망 어업자들간에 동일하다고 한 가정도 다소무리가 있다고 보아지므로 향후 이에 대한 자료분석이 좀더 면밀히 이루어져 어종별 생산성 파악을 시도하거나 어획량 대신 연간판매수익을 종속변수로 하는 방안도 아울러 검토되어야 하겠다. 또한 화성군내 어업생산성과 여타 해역의 어업생산성 간에 어떠한 구조적 차이가 있는가에 대한 연구도 병행되어야 하겠다.

**An Empirical study to estimate fisheries productivity
using a statistical application**

KIM, Weon-Jae

Summary

It has been one of the critical issues that the researchers properly evaluate the fishing rights foregone by the coastal development activities like wetland reclamation. Particularly, estimating the productivity of concerned fishing rights is known to play a significant role in their monetary compensation.

As a result, this paper attempts to develop a statistical model characterized by Cobb-Douglas production function in conjunction with the fisheries' productivity estimation. The primary hypotheses involving their statistical production function are as below :

1. The quantity of fisheries production is hypothesized to be expressed as a function of capital(K) and labor(L) put into fishing activities.
2. The estimated parameters of K and L are hypothesized to satisfy the conventional condition of production function as a form of Cobb-Douglas.

These statistical tests reveal that the shellfish farming productivity heavily depends on the acre of mariculture while the input of labor force also considerably affects its productivity. In case of the fixed net fishing productivity, both the factors of capital and labor similarly affect the marginal change in its productivity. In addition, the productivity of shellfish farming turns out to follow the increasing returns to scale, whereas that of fixed net fishing comes up with the decreasing returns to scale.

Key Word : Fisheries productivity function