

EMERGY 분석법에 의한 득량만의 환경용량 산정

엄기혁 · 손지호 · 조은일 · 이석모 · 박청길
부경대학교 환경공학과

The Estimation of Carrying Capacity in Deukryang Bay by EMERGY Analysis

Ki-Hyuk EUM, Ji-Ho SON, Eun-Il CHO, Suk-Mo LEE and Chung-Kil PARK
Department of Environmental Engineering, Pukyong National University, Pusan 608-737, Korea

The developments of mariculture fisheries depend on both the natural environmental inputs such as sun, rain, wind, tide and the economic inputs such as ships, fuels, facilities, labor. For the enhancement of mariculture productivity in Deukryang Bay, a new attempt has been made to connect the environmental resources and the economic activity within one system. This study applies EMERGY analysis that evaluates environmental energies, fuels, goods and services in terms of solar emjoelus. In total EMERGY use (69.65×10^{20} sej/yr) the natural environment inputs is 78% (54.60×10^{20} sej/yr). This means that the mariculture in Deukryang Bay depends on mainly environmental resources. Net EMERGY yield ratio was 4.63 which indicated high value as a resource, EMERGY investment ratio was 0.28 that means to gain 3.6 times energy from the natural environment than those of economy. If the fisherie's products are made by renewable EMERGY input to Deukryang Bay, the calculated carrying capacity of fishes, crustaceans, shellfish and seaweeds were 1,140, 110, 1,553 and 9,074 ton/yr, respectively. If the quantity of renewable EMERGY input to mariculture grounds in Deukryang Bay was calculated-based on only shellfish product, shellfish products was estimated as about 1,195 ton/yr.

Key words : EMERGY, net EMERGY yield ratio, EMERGY investment ratio, carrying capacity, Deukryang Bay

서 론

본 연구의 대상해역인 득량만은 우리나라 남해의 고흥 반도 서쪽편인 전남 장흥군과 보성군에 인접하고 있으며 가막만, 여자만과 더불어 남해안의 비교적 큰 만으로 만의 남쪽 입구에서 안으로 들어 갈수록 좁아지는 긴 사다리꼴 모양의 전형적인 반폐쇄적인 만의 특성을 가지고 있다.

주변에 대규모 산업시설이나 하천에 의한 담수의 유입이 적으므로 인위적인 오염에 의한 만의 생물상 변화는 다른 만에 비해 상대적으로 적은 편이다. 이러한 환경조건에 의해 이 지역에서 생산되는 수산물은 키조개와 같은 자연산 패류와 피조개, 키조개, 새고막, 바지락 등의 패류 양식장이 많이 분포하고 있

으며, 수산자원보전지역(건설부, 1982)으로 지정된 중요한 어장이다. 그러나, 근래에 이 지역의 환경변화로 인하여 피조개의 대량 폐사가 빈번할 뿐만 아니라 키조개 양식도 기복이 심하여 환경 변화의 영향을 파악할 필요성이 증대되고 있는 실정이다.

득량만의 양식에 관한 연구로는 전남 동부 연안 양식어장 기초환경 및 저서패류에 관한 조사(국립수산진흥원, 1982)와 수산자원보전지역의 환경평가를 위한 조사(국립수산진흥원, 1988), Kong and Lee (1994)가 조사한 득량만의 퇴적물 및 부유물 특성, Kim et al. (1992)의 득량만 일원의 국지 기상환경의 특성에 관한 연구 등이 있다.

양식 활동은 자연환경적인 요인(태양, 비, 바람, 조석 등)과 양식업에 투입되는 제화와 용역의 경제적

요인(선박, 연료, 양식시설, 노동력 등)에 의존하여 발전하는데 예를 들면, 1차생산에 요구되는 태양광선, 조석현상 그리고 육지로부터 영양염과 오염물질이 담수에 의해 유입되는 자연적인 현상과 어선 및 양식시설의 확보를 통한 경제적인 활동이 양식생산의 기본을 이루고 있다.

그러나, 득량만의 양식업은 투여되는 재화와 용역의 비용을 최소화하면서 최대의 수입을 얻으려는 경제적 활동만을 경주해 왔다. 그 결과 어장환경의 악화으로 인한 생산성과 품질의 저하를 초래하고 있다. 따라서 득량만 연안어장의 생산성 향상 또는 지속적인 관리를 위한 효율적인 어장환경 관리방안으로서 자연환경에 의한 어장환경용량의 산정이 절실히 요구되고 있다.

이에 자연환경과 인간경제활동을 하나의 체계에서 파악하는 EMERGY 분석법을 득량만의 양식업에 적용하여 어장환경용량을 산정하였다. EMERGY 분석법은 Odum (1972, 1988, 1994, 1996)에 의하여 에너지부호가 생태계 연구에 이용된 이래로 새로운 가치척도인 EMERGY 개념을 이용하여 환경이 경제활동에 미치는 영향을 파악하고, 국가나 도시정책의 대안을 제시하고 있다. 특히, 양식업에 대한 연구로는 Odum and Arding (1991)이 Ecuador의 새우양식에 대한 EMERGY 분석이 있다. 국내에서는 Lee and Odum (1994)에 의해 한국의 자연환경과 경제에 대한 EMERGY 분석이 처음으로 시도되었으며, Son (1994)은 한국수산업에 대한 EMERGY 분석을 시도하였는데, 이 연구는 지표를 통한 가치의 평가와 대안 제시를 하고 있다. 그러나, 본 연구에서는 보다 세분화된 시스템인 득량만의 양식업에 적용하여 구체적인 양식용량 산정에 초점을 맞추었다.

따라서, 본 연구에서는 자연환경과 인간활동을 동일한 가치 척도에서 파악하고 환경과 인간을 지배하는 기본원리를 밝혀내는 시스템 생태학에 기초를 둔 EMERGY 분석법으로 득량만의 자연환경에 의한 어장환경용량을 평가하였다.

재료 및 방법

1. 시스템 경계의 설정

득량만의 양식업은 경제적인 요인과 환경적인 요인이 결합한 시스템으로서 시스템 분석을 위해서는 자연환경에 의한 환경적인 경계와 어장관리에 의한 경제적인 경계로 구분하여 경계를 설정하여야 한다. 환경적인 경계로는 Fig. 1과 같이 득량만 내의 주요 패류양식이 이루어지고 있는 지역을 대부분 포함하였다.

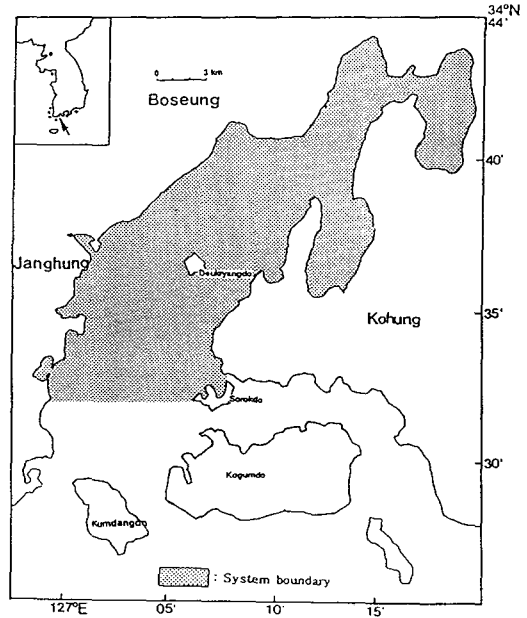


Fig. 1. System boundary of EMERGY analysis in Deukryang Bay.

2. 에너지 시스템 다이어그램 작성

득량만의 양식활동에 대하여 자연환경과 경제구조를 하나의 시스템으로 파악할 수 있도록 에너지 시스템 다이어그램을 다음과 같이 작성하였다.

첫째, 양식 활동이 이루어지고 있는 수역을 기준으로 시스템의 경계를 설정한다. 둘째, 시스템 내의 각 요소를 생산, 저장 그리고 소비의 요소로 분리하고 외부의 에너지원에 대한 상호 작용을 분석한다. 셋째, 중요한 외부의 에너지원에 대한 목록을 작성한다. 넷째, 경계 내의 주요 생산, 소비 과정에 대한 목록을 작성한다. 다섯째, 경계 밖의 외부 에너지원으로부터 시작하여 내부의 각 요소를 배치하고 에너지, 물질, 정보 그리고 화폐의 흐름에 따라 각 부호 사이를 연결한다.

Table 1. Data for EMERGY Analysis of mariculture in Deukryang Bay

- Area of Deukryang Bay
- Annual insolation
- Mean winds
- Wind gradient, Diffusion coefficient
- Rainfall
- Discharge of rivers entering Deukryang Bay
- Mean tidal height and depth of tidal gauges
- Mean wave height
- Culture management expenditure
- Used fuel
- Gross product

3. EMERGY 분석표 작성

양식업 시스템내의 주요 에너지원들과 이들의 역할에 대한 평가를 용이하게 하기 위해서 EMERGY 분석표를 작성하였다.

이를 위하여 Table 1과 같이 1994년을 기준으로 조사한 자료를 이용하여 실제에너지를 계산하였다. 다음 각 에너지원에 대한 기존의 Transformity 값을 수록하고 만약 기존의 값을 이용할 수 없을 경우에는 따로 계산하여 수록하였다. 그리고, 실제에너지량과 Transformity를 이용하여 EMERGY를 계산하였다.

4. 에너지 요약 도해 합성

에너지 시스템 다이어그램과 EMERGY 분석표를 바탕으로 득량만 양식 시스템의 경향을 용이하게 파악할 수 있도록 시스템 내의 성분들을 환경자원과 경제자원으로 분류하고, 이를 바탕으로 요약된 형태의 에너지 다이어그램을 작성하였다.

5. EMERGY 지표 계산

시스템을 분석하여 경향을 파악하기 위해 EMERGY indices (Net EMERGY yield ratio, EMERGY investment ratio)를 계산하였다.

Fig. 2와 같이 Net EMERGY yield ratio는 생산된 EMERGY량을 경제활동으로부터 양식업에 투입된 EMERGY량으로 나눈 비를 나타내며 자원으로서의 가치를 평가하는 지표이다. EMERGY investment ratio는 경제활동으로부터 투입된 EMERGY량을 이용한

환경자원의 EMERGY량으로 나눈 비를 나타내며 생산활동의 경제적인 경쟁력과 자연환경에 의한 개발의 정도를 알 수 있다.

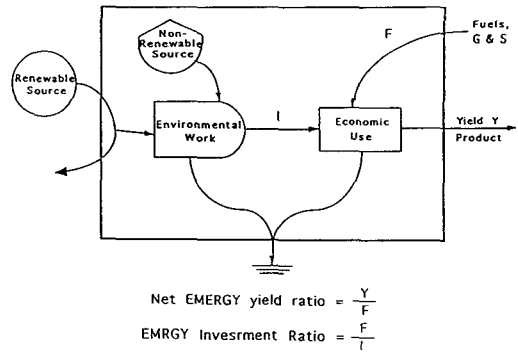


Fig. 2. Net EMERGY yield and EMERGY investment ratio.

6. EMERGY 분석법에 의한 환경용량산정

먼저, 득량만 지역에 유입되는 자연환경에 의한 영속성 에너지를 EMERGY로 계산하고, 현재 생산되는 수산물(어류, 갑각류, 패류, 해조류 등) 생체량을 EMERGY로 계산한 다음, EMERGY 구성비를 구한다. EMERGY 분석을 통해 계산된 자연환경에 의한 영속성에너지의 EMERGY량을 현재 EMERGY 구성비로 나눈 후, 나누어진 EMERGY량을 생물량으로 다시 환산하여 환경용량을 산정하였다.

결과 및 고찰

1. 양식업 시스템내의 에너지 흐름

Fig. 3은 득량만의 양식업을 나타내는 에너지 시스템 다이어그램으로 시스템 외부의 에너지원과 시스템 내의 생산, 소비, 저장의 요소들이 왼쪽의 환경적인 요인들을 시작으로 오른쪽의 경제적 요인과 함께 결합하여 하나의 시스템을 형성하고 있다.

외부의 에너지원중 태양에너지의 평균 일사량은 432.26 MJ/m²/month (Korea meteorological administration, 1994a)이고, 강수량은 964.2 mm/yr (Korea meteorological administration, 1994a)으로 전국평균치(1359.5 mm/yr)보다 약간 낮으며, 연 평균조차는 1.1 m (Office of hydrographic affairs republic of Korea,

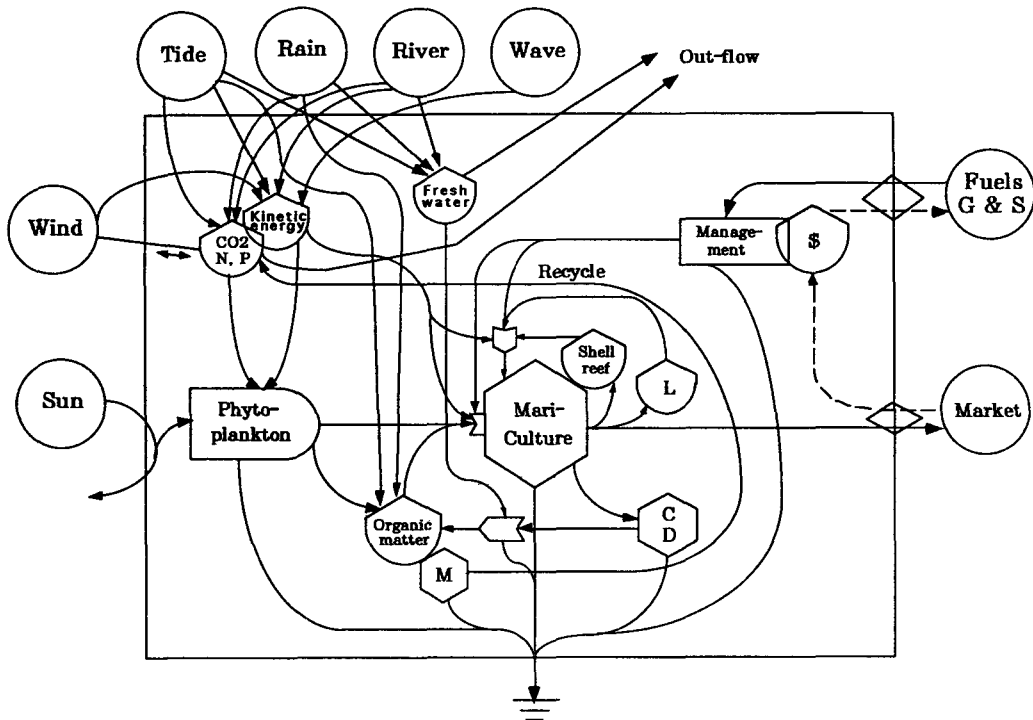


Fig. 3. System diagram of mariculture in Deukryang Bay.

1994), 유입 하천 유량은 $5.9 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{yr}$ (Ministry of construction, 1994)로 하천에 의한 담수의 유입이 적은 편이다. 그 이외에 바람경도는 $2.7 \times 10^{-3} \text{ m/sec/m}$ (Korea meteorological administration, 1994b)이고, 평균파고는 0.47 m이다. 총 양식어가수는 2565 (Ministry of agriculture, forestry & fisheries republic of Korea, 1990)가구이며 경제활동으로부터 양식업에 투입된 연료의 양은 가구당 1.42 bbl/yr (고흥·보성·장흥군청, 한국동력자원연구소, 1994)이고, 경영비는 가구당 3.03×10^6 원 (고흥·보성·장흥군청, 1994)이다. 그리고, 총 수산물 생산량은 어류; 920 ton/yr, 갑각류; 101 ton/yr, 패류; 1,229 ton/yr, 해조류; 7,619 ton/yr (National federation of fisheries cooperatives, 1994)이다.

시스템 내부에서 보면 양식업을 중심으로 원편에서 외부 에너지원에 의한 Kinetic energy, N, P 그리고 CO_2 등을 이용하여 양식 생물의 먹이가 되는 식물플랑크톤이 성장하고, 먹이 사슬과 Recycle, 오른편의 재화와 용역, 그리고 연료를 비롯한 어장관리비용이 투입된 양식생산을 통해 수산물이 생산된다.

2. EMERGY 분석의 결과

득량만의 양식업에 대한 EMERGY 분석을 실시한 결과는 Table 2와 같다. 태양에너지는 $1.94 \times 10^{18} \text{ sej/yr}$, 바람에너지는 $0.33 \times 10^{18} \text{ sej/yr}$, 비의 Chemical potential energy는 $27.45 \times 10^{18} \text{ sej/yr}$, 하천의 Chemical potential energy는 $0.45 \times 10^{18} \text{ sej/yr}$, 조석에너지는 $26.70 \times 10^{18} \text{ sej/yr}$, 파도에너지는 $14.62 \times 10^{18} \text{ sej/yr}$ 이었고, 연료량은 $1.50 \times 10^{18} \text{ sej/yr}$, 재화와 용역은 $13.55 \times 10^{18} \text{ sej/yr}$ 이었다.

종류별로 생산된 수산물의 EMERGY량을 계산한 결과 어류는 $14.01 \times 10^{18} \text{ sej/yr}$, 갑각류는 $4.39 \times 10^{18} \text{ sej/yr}$, 패류는 $25.42 \times 10^{18} \text{ sej/yr}$ 그리고 해조류는 $0.1 \times 10^{18} \text{ sej/yr}$ 로서 전체 생산된 수산물의 EMERGY량에 대한 각각의 구성비는 Fig. 4와 같이 어류; 32.0%, 갑각류; 9.8%, 패류; 58.0%, 해조류; 0.2%이었다 득량만의 양식업에 유입되는 에너지원의 EMERGY값을 Table 3과 같이 요약하여 Fig. 5의 요약된 다이어그램으로 나타내면 자연환경으로부터 유입된 영속성 에너지는 $54.60 \times 10^{18} \text{ sej/yr}$, 비 영속성 에너지원인 화석연

Table 2. Annual EMERGY flows of mariculture fisheries in Deukryang Bay, 1994

Note	Sources	Actual energy J/yr	Solar Transformity sej/J	Solar emergy 10 ¹⁸ sej/yr
Environmental input				
1	Direct sun	1.94×10 ¹⁸	1	1.94
2	Wind	4.98×10 ¹⁴	666	0.33
3	Rain	1.78×10 ¹⁵	15400	27.45
4	River	2.90×10 ¹³	15400	0.45
5	Tide	1.60×10 ¹⁵	16800	26.70
6	Waves	4.78×10 ¹⁴	30600	14.62
7	Total environmental inputs			71.49
Purchased input				
8	Fuel used	2.28×10 ¹³	66000	1.50
9	Goods & services	9.68×10 ⁶	1.40×10 ¹²	13.55
10	Total purchased inputs	(\$)	(sej/ \$)	15.05
Product yield				
11	Fishes	4.35×10 ¹²	3.22×10 ⁶	14.01
12	Crustaceans	3.38×10 ¹¹	13.0×10 ⁶	4.39
13	Shellfish	4.27×10 ¹²	5.95×10 ⁶	25.42
14	Seaweeds	8.72×10 ¹²	1.10×10 ⁴	0.10
15	Total Production			43.92

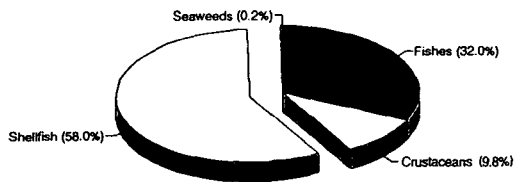


Fig. 4. EMERGY ratio of fisheries product in Deukryang Bay.

료는 1.50×10¹⁸ sej/yr, 재화와 용역은 13.55×10¹⁸ sej/

yr의 값을 각각 나타내었다.

영속성 에너지원에는 직사광선, 바람, 비, 하천, 조석, 파랑 등이 있지만 직사광선, 바람, 비, 파랑 등은 태양에너지에 의하여 직·간접적으로 유래된 것이므로 이중계산의 오류를 막기 위해 가장 큰 유입원인 비를 주 유입 에너지원으로 하고 달과 태양의 인력에 의해 생성된 조석에너지와 육지로 부터의 유입인 하천의 에너지를 합하여 득량만에 유입되는 영속성 EMERGY를 산정하였다.

Table 3. Summary flows for mariculture in Deukryang Bay

Letter	Item	Numerical value
R	Renewable sources used (rain, tide, river), sej/yr	54.60×10 ¹⁸
F	Fuel used, sej/yr	1.50×10 ¹⁸
PI	Goods and services, sej/yr	13.55×10 ¹⁸

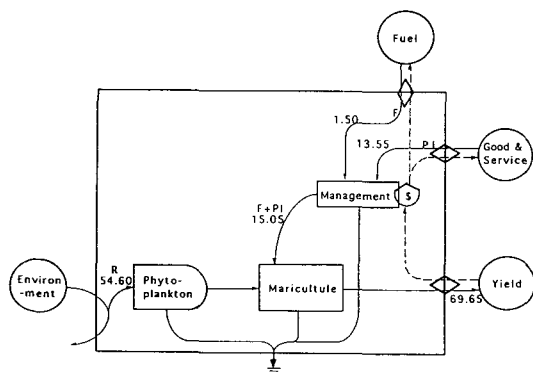


Fig. 5. Aggregated diagram of mariculture in Deukryang Bay.

3. Emergy 지표 해석

Table 4와 같이 지표를 계산하여 해석해 보면 1994년 통계를 기준으로 득량만의 양식에 투입되는 총 EMERGY량은 69.65×10^{18} sej/yr이고, 이 중 자연환경으로부터의 영속성에너지는 54.60×10^{18} sej/yr이며, 주 경제로부터 유입되는 비영속성 에너지는 15.05×10^{18} sej/yr이다.

자연환경으로부터의 유입이 전체 에너지원의 78%를 차지하고 있고, 주 경제로부터의 유입은 22%로서 자연환경자원에 대한 의존도가 높은 1차 산업의 구조적 특징을 나타내고 있다.

Net EMERGY yield ratio는 4.63으로 이는 득량만의 양식업이 경제활동으로부터 투입된 에너지의 4.63배만큼 전체 EMERGY를 얻을 수 있는 자원으로서의 가치를 가진다. EMERGY investment ratio 0.28은 경제활동으로부터 에너지를 유입시키면 약 3.6배에 해당하는 에너지를 자연환경에서 얻을 수 있음을 의미한다. 자연환경으로부터 유입된 EMERGY량이 모두 현재의 EMERGY 생산비대로 생산이 된다면 Table 5와 같이 득량만 전체에서는 최대로 어류; 1,140 ton/yr, 갑각류; 110 ton/yr, 패류; 1,553 ton/yr, 해조류; 9,074 ton/yr이 각각 생산가능하다. 그리고, 총 시설면적이 6,617ha (전체면적의 17.67%)인 양식장에 유입된 총 EMERGY에 대한 패류의 최대생산용량은 1,195 ton/yr으로 산정되었다.

이상의 결과에서 현재의 수산물 생산량과 EME-

Table 4. EMERGY indices for mariculture in Deukryang Bay

Item	Name of Index	Expression	Quantity
1	Renewable energy flow	R	54.60×10^{18} sej/y
2	Flow of purchased input	$K = F + PI$	15.05×10^{18} sej/y
3	Total emergy inflows	$R + K$	69.65×10^{18} sej/y
4	Total emergy used	$U = R + K$	69.65×10^{18} sej/y
5	Fraction of emergy used divided from environmental sources	R/U	0.78
6	Fraction of purchased input	K/U	0.22
7	Net EMERGY yielded ratio	U/K	4.63
8	EMERGY investment ratio	K/R	0.28

Table 5. Renewable carrying capacity in Deukryang Bay

Products	EMERGY sej/yr	Transformity ⁻¹ J/sej	energy ⁻¹ g/J	Carrying capacity ton/yr
Fishes	17.37×10^{18}	1/3.22	1/4,730 ¹	1,140
Crustaceans	4.81×10^{18}	1/13.0	1/3,349 ¹	110
Shellfish	32.10×10^{18}	1/5.95	1/3,474 ¹	1,553
Seaweeds	0.11×10^{18}	1/1.10	1/1,102 ¹	9,074
Shellfish in mariculture grounds	24.70×10^{18}	1/5.95	1/3,474	1,195

¹ Runal Nutrition Institute, R. D. A., 1991

RGY 분석법에 의해 산정된 환경용량을 Fig. 6과 같이 비교해 보면, 환경용량에 대해 현재 생산량이 어류와 패류는 80%, 갑각류는 92%, 해조류는 84%를 차지하고 있는 것으로 나타났다.

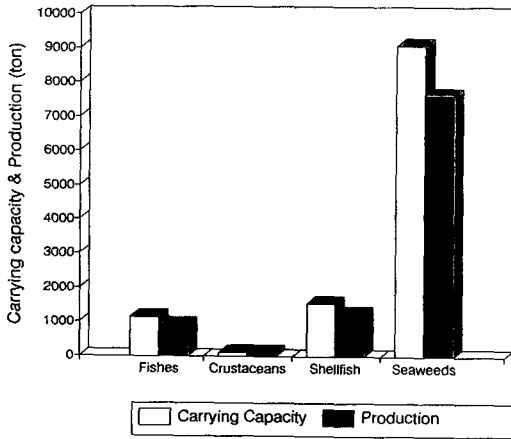


Fig. 6. Comparison of carrying capacity and the recent product quantity in Deukryang Bay.

요 약

득량만의 양식업에 대한 EMERGY 분석결과 연안해역에 대한 영속성 에너지원의 EMERGY 유입은 54.60×10^{18} sej/yr, 비영속성 에너지원인 화석연료의 유입은 1.50×10^{18} sej/yr 그리고 재화와 용역에 의한 유입은 13.55×10^{18} sej/yr 이고, 자연환경으로부터의 유입이 전체 에너지원의 78%를 차지하고 있어 환경자원에 대한 의존도가 높은 1차 산업의 구조적 특징을 나타내고 있다. Net EMERGY yield ratio는 4.63으로 자원으로로서의 가치가 높음을 나타내고, EMERGY investment ratio는 0.28로 주 경제로부터 유입된 에너지의 약 3.6 배에 해당하는 에너지를 자연환경으로부터 얻고 있음을 알 수 있다.

1994년 득량만의 환경용량은 영속성 에너지원에 근거하여 유입된 EMERGY량이 모두 현재의 EMERGY 생산비대로 생산이 된다면 득량만 전체에서는 어류; 1,140 ton/yr, 갑각류; 110 ton/yr, 패류; 1,553 ton/yr, 해조류; 9,074 ton/yr이며 1994년 생산량은 환경용량의 80%, 92%, 80%, 84%를 생산하고 있음을 알 수 있

었다. 그리고, 면적이 6,617 ha (전체면적의 17.67%)인 양식장만을 고려하여 유입된 EMERGY가 전부 패류의 생산에 이용된다면 패류양식장의 생산용량은 1,195 ton/yr로 산출되었다.

사 사

이 연구는 한국과학재단 지원 부산수산대학교 해양산업개발연구소의 「연안 양식어장의 환경용량증진을 위한 기술개발」에 관한 연구결과의 일부이며 이에 해양산업개발연구소에 감사드립니다.

참 고 문 헌

- Brown, M.T., R.D. Woithe, H.T. Odum, C.L. Montague, and E.C. Odum. 1993. EMERGY analysis perspectives on the Exxon Valdez oil spill in Prince William Sound, Alaska, pp. 95~96.
- Johnson, L.B. 1992. "EMERGY" analysis and public policy in Texas. School of Public Affairs, the University of Texas at Austin Policy Research Project Report 78, 139 pp.
- Kim, Y.K., B.I. Jeon, Y.S. Lee and Y.H. Ahn. 1992. A study on the local climate in the vicinity of Deukryang Bay, Korea. J. Kor. Fish. Soc. 29 (1), pp. 1~8 (in Korean).
- Kong, Y.S., and B.G. Lee. 1994. Surface sediment and suspended material in Deukryang Bay. J. Kor. Ocean. Soc. 29 (3), 269~277 (in Korean).
- Korea Meteorological Administration. 1994a. Annual Climatological Report, 140 pp.
- Korea Meteorological Administration. 1994b. Monthly upper air data, 1~12 (month).
- Lee, S.M. and H.T. Odum. 1994. EMERGY analysis over-view of Korea, J. Kor. Env. Sci. 3 (2), pp. 165~175.
- Ministry of Agriculture, Forestry & Fisheries Republic of Korea. 1990 Fisheries Census Report of Korea (II), pp. 364~366.

- Ministry of Construction. 1994. Hydrological Annual Report in Korea, pp. 756~757.
- National Federation of Fisheries Cooperatives. 1994. Annual statistics on cooperative sale of fishery products, 1~12 (month).
- Odum, H.T. 1972. An energy circuit language for ecological and social system: It's physical basis in system analysis and simulation in ecology, B. Patten, ed., Academic Press, Florida, Vol. 2, pp. 39~211.
- Odum, H.T., E.C. Odum, M.T. Brown, D. Lahart, C. Bersok and J.S. Endzimir. 1988. Energy, environment and public policy: A guide to the analysis of system, UNEP Regional Seas Reports and Studies No. 95, United States Environment Programme, Nairobi, Kenya, 78 pp.
- Odum, H.T. 1988. Self-organization, transformity, and information, *Science*, 242, 1132~1139.
- Odum, H.T. and J.E. Arding. 1991. EMERGY analysis of shrimp mariculture in Ecuador. Univ. of Florida, 61 pp.
- Office of Hydrographic Affairs, Republic of Korea. 1994. Tide Tables, Vol. 1, 234 pp.
- Odum, H.T. 1994. EMERGY and public policy. Univ. of Florida, pp. 13~166.
- Odum, H. T. 1996. Environmental accounting. John Wiley & Sons, New York, 370 pp.
- Runal Nutrition Institute, R. D. A. 1991. Food composition table, pp. 116~162.
- Son, J.H. 1995. EMERGY analysis of Korean fisheries. M.S. Thesis, Nat'l. Fish. Univ. of Pusan, pp. 34.
- 국립 수산 진흥원. 1982. 전남 동부 연안 양식어장 기초환경 및 저서패류에 관한 조사, pp. 98~123.
- 국립 수산 진흥원. 1988. 수산자원보전지역의 환경평가를 위한 조사, pp. 81~102.
- 고흥·보성·장흥군청. 1994. 품종별 세부 산출 내역.
- 한국 동력 자원 연구소. 1994. 에너지센서스 결과보고서, pp. 178~179.

1996년 6월 26일 접수

1996년 9월 3일 수리