

## 동남권 신공항 건설에 대한 포괄적 환경영향평가 기법의 적용

이희수\* · 박종천\* · 김효섭\*\* · 장창환\*\*

\*부산대학교 조선해양공학과

\*\*국민대학교 건설시스템공학과

# Application of Inclusive Environmental Impact Assessment for Newly-Proposed Airport in Korea

Hee-Su Lee\*, Jong-Chun Park\*, Hyo-Seob Kim\*\* and Chang-Hwan Jang\*\*

\*Dept. of Naval Architecture and Ocean Engineering, Pusan National Univ., Busan, Korea

\*\*Dept. of Civil and Environmental Engineering, Kookmin University, Seoul, Korea

**KEY WORDS:** Quantitative environmental impact assessment 정량적 환경영향평가, Construction of airport 공항 건설, Ecological footprint 생태학적 발자국, Triple I 트리플 아이, Photosynthesis 광합성, Annual rate of change 연간변화율

**ABSTRACT:** The need and importance of developing and utilizing the oceans, not only as sources of renewable energy and mineral resources, but also as countermeasures to global warming such as for CCS (carbon capture and storage), have continued to increase, especially in countries with limited land areas and resources. Therefore, it is necessary to assess the sustainability of an ocean utilization technology or system not only from an economic point of view but also from an ecological one. For this purpose, it might be effective to develop a comprehensive evaluation method and/or index, by which the assessment of and decisions about a technology and system can be made more objectively. It would also be useful to have an environmental simulation model, which was developed and reported in a previous research. The aim of this study was to modify a reasonable and quantitative index, with which a comprehensive evaluation system can be established, to assess environmental sustainability and risk.

### 1. 서 론

2차 세계대전 이후 급속한 공업의 발달과 인구의 증가로 인해 세계 경제는 급속히 팽창해 왔다. 세계 경제의 발달은 폭발적인 항공 수요의 증가로 이어지게 되었으며, 이와 같은 항공 수요를 뒷받침하기 위해 많은 공항이 건설 되었다. 하지만 공업의 발달과 인구의 증가를 뒷받침하기 위해 행해진 과도한 육상의 개발로 인해 개발이 가능한 육지의 면적은 점차 줄어들고 있다. 이로 인해 육상에서의 공항 건설은 공간상의 제약을 받게 되었다. 따라서 이러한 문제를 해결하기 위한 대안으로 해상 공항의 건설이 주목 받고 있다. 최근 들어 한국의 인천 국제공항, 일본의 Kansai 국제공항, 그리고 홍콩의 Chek Lap Kok 공항과 같은 해상 공항의 건설이 늘어나고 있다. 하지만 공항의 건설로 인한 경제적 이익은 건설 예정지를 둘러싼 논란이 되며, 특히 건설 예정지에 대한 접근성, 경제성 및 환경문제가 논란의 쟁점으로 떠오르게 된다.

이러한 개발로 인한 환경영향을 평가하기 위해 국내에서는 현행 해양환경관리법 제84조(해역이용협의) 및 제85조(해역이용영향평가) 상 연안을 개발하고 이용하기 위해서는 개발계획을 실행하기 이전에 해양 환경영향평가(Environmental impact assessment, EIA)를 시행하도록 규정하고 있다. 하지만 현행 제도상에서는 환경영향평가의 일부항목(특히, 해양물리, 해양지형·지질, 해양퇴적물)의 평가에 대해서는 평가대행자의 임의적이고 정성적인

평가에 의존하고 있어 검토기관(해양환경영향평가센터)에서는 이를 제재할 방법이 전무한 실정이다. 따라서 이러한 문제점을 해결하기 위해 최근 들어 Rees and Wackernagel (Global footprint network, 2008)는 인간의 경제활동으로 인해 자원이나 에너지 이용 및 폐기물 처리 등에 필요한 생태계의 처리 능력(특히 CO<sub>2</sub>의 흡수)에 대해 생산성이 있는 토지(경작지, 목초지, 삼림, 생산력이 있는 수역, 생산력 저해지 등)의 면적이 어느 정도 소비되는가를 산출해 내는 생태학적 발자국(Ecological footprint, 이하 EF)을 제안했다. 하지만 EF는 기본적으로 현 시점에서의 통계 데이터를 반영하므로 장래적인 가치나 수명, 기술의 혁신 등이 반영되어 있지 않다는 비판도 있다. 이에 일본 조선회회는 2006년 IMPACT (Inclusive marine pressure assessment & classification technology) 연구위원회를 발족하여 해양의 대규모 이용에 대한 포괄적인 환경영향평가에 대한 연구를 수행하도록 하였다. 그리고 IMPACT 연구위원회는 EF를 기반으로 하여 경제성과 환경영향을 동시에 고려한 포괄적 환경영향평가 기법인 Inclusive impact index (Triple I, 이하 III)를 제안하였다(IMPACT 연구위원회, 2008). 즉, III는 EF를 기반으로 하여 경제성을 고려한 환경영향평가 기법이라 할 수 있다. 그러나 III의 기반이 되는 EF는 생산성이 각기 다른 토지에 대하여 오직 하나의 등가계수만으로 평가하고 있어 각각의 토지 특성에 따른 생산력의 차이점을 반영하지 못하는 단점이 있으며, III는 개발에 따른 연간 변

화량을 충분히 고려하지 못한다는 단점이 있다.

따라서 본 연구에서는 포괄적 환경영향평가 방법인 III와 EF의 단점을 보완하는 방법을 제시하고, 이를 이용하여 새로운 공항의 건설로 인하여 발생하는 이산화탄소로 인한 전 지구적인 환경영향을 육상과 해상에 건설될 경우를 예로 들어 비교 평가해 보았다.

## 2. 포괄적 환경영향평가 기법

### 2.1 Ecological Footprint (EF)

EF는 인간의 경제활동에 의한 자원이나 에너지 이용 및 폐기물 처리 등에 필요한 생태계의 처리 능력(특히 CO<sub>2</sub>의 흡수)에 대해 생산성이 있는 토지(경작지, 목초지, 삼림, 생산력이 있는 수역, 생산력 저해지 등)의 면적으로 환산한 값으로 나타낼 수 있다 (Global footprint network, 2008). 즉, EF는 인간의 생활에 필요한 생활용품이나 그것의 생산에 소비되는 에너지의 생산 과정에서 발생하는 이산화탄소의 양을 흡수할 수 있는 토지의 면적으로 환산하는 값이라 할 수 있다. 이러한 이산화탄소를 흡수할 수 있는 토지의 면적을 환산함에 있어, 각 유형의 토지들의 이산화탄소 흡수량에는 차이가 있기 때문에 토지 면적을 환산할 때, 등가계수(Equivalence factor)를 곱하여 평균적인 토지면적으로 환산한다. Table 1에는 등가계수에 대한 예를 나타낸다. 이러한 평균적인 토지 면적의 단위는 Global hectares (gha)가 이용된다. 또한 실제로 지구상에 존재하는 오염원을 정화시킬 수 있는 토지나 수역도 동일한 형태의 등가계수를 이용해 평균적인 토지면적으로 환산할 수 있으며, 그 토지를 Biocapacity (BC)라고 부른다.

EF는 인간활동으로 인해 생산력이 있는 토지가 얼마나 소비되었는가를 산출해 내는 지표이며, BC는 실제로 지구의 처리가능 용량을 나타내는 지표가 된다. BC와 비교하여 EF는 인류의 지속가능성을 측정하는 기준으로 이용할 수 있다. EF는 토지 면적이라는 매우 단순하고 알기 쉬운 지표이기 때문에, 유럽연합(EU)을 비롯한 세계 각국에 급속도로 보급되어 사용되고 있다. 하지만 EF는 기본적으로 현 시점에서의 통계 데이터를 기초로 계산되기 때문에, 장래적인 가치나 수명, 기술의 혁신 등이 반영되어 있지 않다는 비판도 있다(IMPACT 연구위원회, 2008). 따라서 정책결정에 이용할 때 장기적인 관점에서 어떻게 비교 평가해야 할지가 문제될 수 있다.

Table 1 Land classification and equivalence factor from EF

Area type	Equivalence factor (gha/ha)
Primary cropland	2.64
Forest	1.33
Grazing land	0.50
Marine	0.40
Inland water	0.40
Built-up land	2.64

### 2.2 Inclusive Impact Index (III)

III는 EF의 개념에서 출발하여 자연환경의 개발에 따른 환경오염과 개발에 소요되는 비용 및 손익을 포함시켜 개발의 타당성을 판단하는 지표로서 개발되었다(IMPACT 연구위원회, 2008). 개발의 영향을 생태계의 관점에서만 평가한다면 EF의 개념으로

충분하다고 할 수 있지만, 정책결정의 판단기준에 이용하기 위해서는 인간에 의한 위해도(Human risk, HR)나 경제적 가치 평가를 무시할 수 없다. 따라서 III에서는 환경적 측면에서의 평가 지표와 경제적 측면에서의 평가 지표를 통합하기 위해, 대상이 되는 해양이용기술이 적용되는 나라 또는 지역의 EF와 GDP (Gross domestic product)의 비, 혹은 세계의 총 EF와 총 GDP의 비를 도입한다. 따라서 이 환산계수의 값이 환경적인 측면과 경제적인 측면 평가의 가중치를 결정하는 중요한 의미를 갖게 된다. III는 다음의 수식으로 정의한다.

$$III = [(EF - BC) + \alpha ER] + \frac{EF_{region}}{GDP_{region}} [\beta HR + (C - B)] \quad (1)$$

여기서 ER은 환경위해도(Environmental risk)를, 그리고 HR은 인간의 건강에 영향을 주는 건강위해도(Health risk)로 정의한다. 또한  $\alpha$ 는 ER을 EF로 환산하는 계수,  $\beta$ 는 HR을 C(Cost)로 환산하는 계수, B는 편익(Benefit)이다. 하지만 식 (1)의 III의 계산에 있어서 ER이나 HR의 계산은 아직 불확실성이 크고 실제로 계산이 까다로운 문제점이 있다. 따라서 IMPACT 위원회(IMPACT 연구위원회, 2008)에서는 다음과 같이 식 (1)을 간략화한 III<sub>Light</sub>를 제안하고 있다.

$$III_{Light} = [EF - BC] + \frac{EF_{region}}{GDP_{region}} [C - B] \quad (2)$$

위의 식에서 III의 값이 0 보다 크면 EF가 개발로 얻을 수 있는 이익 보다 상대적으로 큰 값을 가지는 것이 되기 때문에, 자연환경을 개발하기 보다는 보전하는 방향으로 나아가야 하는 것을 나타낸다. 그리고 III의 값이 0 보다 작은 경우에는 개발로 얻을 수 있는 이익이 EF 보다 크기 때문에 개발이 타당하다는 것을 의미한다.

### 2.3 III<sub>Light</sub>의 개량

전절에서 상술한 바와 같이 III는 ER이나 HR의 계산에 있어 복잡하고 불확실성이 크다는 단점이 있다. 또한 III<sub>Light</sub>의 계산에 있어서는 공항운영으로 인한 비용-편익의 연간 변화량이나 개발국가의 EF 및 GDP의 연간 변화량을 충분히 반영하지 못한다는 단점이 있다. 따라서 본 연구에서는 이러한 문제점을 보완하기 위하여 비용-편익의 연간 변화량이나 개발 대상 국가의 EF<sub>region</sub> 및 GDP<sub>region</sub>의 연간 변화량 등을 고려할 수 있는 Delta-함수( $\delta(t)$ )를 도입하여 다음과 같이 III<sub>Light</sub>의 Delta 버전인 III<sub>Light- $\delta$</sub> 를 제안한다.

$$III_{Light-\delta} = [EF - BC] + \frac{EF_{region}}{GDP_{region}} \{ [B' - C'] \times y \} \times \delta(t) \quad (3)$$

여기서 B'와 C'는 공항의 운영으로 인한 연간 소요 비용과 편익이며, y는 공항의 운영기간을 나타낸다. 또한  $\delta$ 는 공항의 연간 이용에 따른 수익의 변화 또는 EF<sub>region</sub> 및 GDP<sub>region</sub>의 연간 변화 등의 요소를 반영할 수 있는 시간의 함수이다.

## 3. 신공항 건설지에 대한 포괄적 환경영향평가

본 장에서는 앞서 설명한 포괄적 환경영향 평가 기법인 III<sub>Light- $\delta$</sub> 를 이용하여 최근 국내에서 제안되었던 동남권 신공항 건설 예정 후보지 두 곳에 대해 이산화탄소 배출량을 고려한 포괄적 환경영향 평가를 수행하고 이를 비교·검토해 보았다.

3.1 신공항 건설의 개요

최근 국내에서 제안된 동남권의 신공항 건설 예정 후보지는 Fig. 1에 나타낸 바와 같이 경남 밀양과 부산 가덕도 동측 해안의 두 곳이다. 밀양의 경우에는 경남 밀양시 하남면에 건설되는 육상 공항의 형태이며, 부산 가덕도 동측 해안의 경우에는 일본의 Kansai 국제공항이나 Chubu 공항과 같은 매립식 해상공항의 형태이다. 두 후보지의 공항의 건설에 따른 세부 사항은 Table 2에 나타낸다(부산발전연구원, 2010).

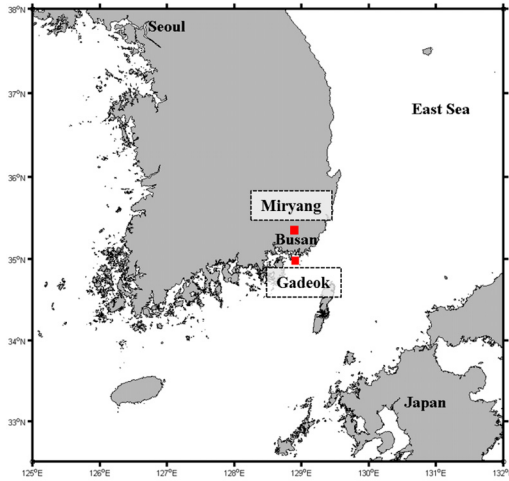


Fig. 1 Location for newly-proposed airport

Table 2 Outline of construction for newly-proposed airport

	Gadeok	Miryang
Area	594 ha	748 ha
Cost	$7.9 \times 10^{12}$ won	$8.5 \times 10^{12}$ won

Table 3 EF due to construction of newly-proposed airport

	Gadeok	Miryang
CO <sub>2</sub> emission caused by sand mining	$2.03 \times 10^6$ (t-CO <sub>2</sub> )	$2.81 \times 10^6$ (t-CO <sub>2</sub> )
CO <sub>2</sub> emission caused by sand transporting	$1.51 \times 10^6$ (t-CO <sub>2</sub> )	$4.65 \times 10^6$ (t-CO <sub>2</sub> )
EF due to sand mining	$5.35 \times 10^5$ (gha)	$5.40 \times 10^5$ (gha)
EF due to sand transporting	$3.97 \times 10^5$ (gha)	$8.94 \times 10^6$ (gha)
Total EF	$9.32 \times 10^5$ (gha)	$1.43 \times 10^6$ (gha)

Table 4 BC due to construction of newly-proposed airport

	Gadeok	Miryang
Reduced productivity due to construction of airport	$2.22 \times 10^4$ (gha)	$1.57 \times 10^5$ (gha)
Appeared productivity due to construction of airport	$1.30 \times 10^5$ (gha)	$1.64 \times 10^5$ (gha)
Total BC	$1.52 \times 10^5$ (gha)	$3.21 \times 10^5$ (gha)

3.2 EF의 계산

Table 4로부터 가덕도의 경우 총 공사면적은 594(ha), 밀양의 경

우에는 748(ha)의 면적이 각각 소요되는 것으로 나타났다. 이러한 자료를 바탕으로 신공항의 건설에 따른 EF를 계산하기 위해 건설 작업에 따른 원재료의 조달 및 가공, 그리고 자재의 수송·건설 작업에 따른 CO<sub>2</sub>의 배출량을 합산하여 총 CO<sub>2</sub> 배출량을 추정하고, 이를 흡수하는데 필요한 삼림지의 면적으로 나눈 뒤 등가계수를 곱하여 EF를 산출하였다. 그리고 본 연구에서는 Murai and Yoan(2008)를 참고하여 신공항의 건설로 인한 EF를 산출하였다. EF를 산출하기 위한 세부 항목별 계산 결과는 Table 3에 나타낸다.

Table 5에 나타낸 공사 기간 중에 배출될 이산화탄소 양에 의한 EF 계산 결과는 밀양이 가덕도에 비해 약 1.5배 큰 초기 EF를 갖는 것으로 나타났다. 이는 비행기의 진입표면 확보를 위해 밀양 후보지 주변의 산지 절개량이 해상공항 건설을 위해 채취되는 매립토의 양보다 약 1.38배 많기 때문으로 분석된다.

3.2 BC의 계산

신공항의 건설에 의한 BC는 공항의 건설로 인해 사라지는 영역의 생산력과 이로 인해 새롭게 생겨나는 생산력 저해지의 생산력을 더하는 것으로 계산이 된다. 따라서 공항의 건설로 인해 사라지는 영역의 등가계수와 생산력 저해지의 등가계수를 서로 더하여 얻어진 값에 최종적으로 공항의 면적을 곱해서 BC를 산출해 낼 수 있다. 그 결과를 Table 4에 나타낸다.

Table 5 Calculated factors for assessment of  $III_{Light_\delta}$  due to construction of newly-proposed airport

	Gadeok	Miryang
EF due to construction	$9.32 \times 10^5$ (gha)	$1.43 \times 10^6$ (gha)
BC due to construction	$1.72 \times 10^5$ (gha)	$3.21 \times 10^5$ (gha)
$EF_{region}/GDP_{region}$	$1.90 \times 10^{-7}$ (gha/won)	
Cost-Benefit per year	$-6.70 \times 10^{10}$ (won/year)	

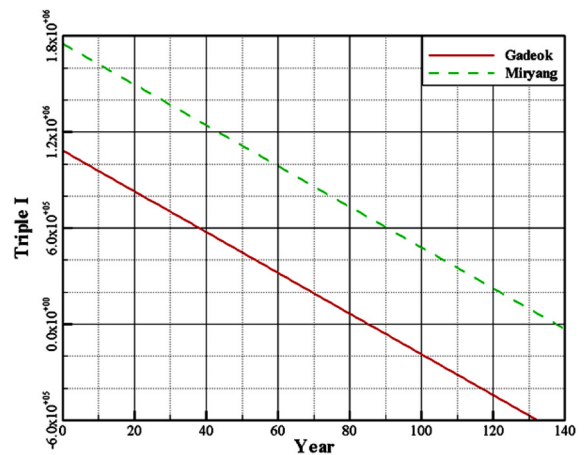


Fig. 2 Annual variation of  $III_{Light_\delta}$  ( $\delta(t)=0.0$ )

신공항의 건설로 인해 줄어들게 되는 BC는 밀양이 가덕도에 비해 약 1.86배 크게 나타난다. 이는 밀양의 경우 신공항 부지의 대부분이 현재 농경지로 이용되고 있기 때문이다. 즉, 대부분 농경지를 포함하는 밀양 후보지의 경우, 상대적으로 넓은 건설부지면적에 연안역에 비해 높은 등가계수가 곱해서 결과적으로 BC의 값이 크게 산출되기 때문이다.

3.3  $III_{Light_\delta}$ 의 계산

$III_{Light_\delta}$ 를 계산하기 위해 필요한 국내의  $EF_{region}$ 는 Global Footprint Network(2008)을 참고하였으며, 국내  $GDP_{region}$ 는 IMF(2009)를 참고하였다. 또한 공항의 연간 수입과 지출에 관해서는 정확한 예측 결과의 부재로 인해 인천국제공항의 2008년 여객수(IAC, 2009)와 예측된 신공항의 2020년 여객수(부산발전연구원, 2010)의 비를 곱하여 신공항의 손익을 계산하였다. 그 결과는 Table 5에 나타낸다.

상술한 모든 자료를 바탕으로 신공항의 건설에 의한  $III_{Light_\delta}$ 를 계산하여 그 결과를 Fig. 2에 나타낸다. 결과적으로 신공항의 건설로 인한 환경부하를 경제적인 이익으로 상쇄하는데 소요되는 기간은 가덕도의 경우 약 86년, 밀양의 경우에는 약 137년이 소요되는 것을 알 수 있다.

신공항의 건설에 따른 가덕도와 밀양의  $III_{Light_\delta}$  계산 결과가 큰 차이를 보이는 원인은 다음과 같이 분석된다.

(1) 신공항의 건설을 위한 토사의 채취량의 차이가 크며, 밀양의 경우 항공기가 운항하기 위한 진입 표면의 확보를 위한 산지의 절개량이 많기 때문으로 분석된다.

(2) 채취된 토사를 운반하는데 있어서 가덕도의 경우는 주로 선박을 이용하며, 밀양의 경우는 주로 화물차량을 이용하게 되는데, Murai and Yoan(2008)의 계산 결과를 이용하여 추산한 토사의 이동에 따른 이산화탄소의 배출량은 화물차량의 경우  $1.79 \times 10^4$  (t-CO<sub>2</sub>/km/ton)이 배출되는데 비해 선박의 경우는  $4.03 \times 10^5$  (t-CO<sub>2</sub>/km/ton)으로 화물차량의 경우보다 약 77% 가량 적게 배출되기 때문으로 분석된다.

(3) BC 계산을 위한 등가계수를 산정함에 있어 밀양의 BC 계산에 사용된 농경지의 등가계수는 2.64 이나, 가덕도의 경우는 연안의 등가계수인 0.40이 적용되었으며, 이는 농경지의 등가계수보다 약 85%가 작은 값이 이용되었기 때문으로 분석된다.

따라서 공항의 건설로 인해 동일한 손익이 예상된다면, 가덕도 동측해안에 공항을 건설하는 것이 환경적인 측면에서 더욱 효과적일 것으로 판단된다.

3.4 손익의 연간 변화율을 고려한  $III_{Light_\delta}$ 의 계산

앞선 계산에서는 공항의 손익을 2008년 인천국제공항의 실적을 바탕으로 계산하였다. 하지만 IAC(2009)의 인천국제공항 연차 보고서에 의하면 공항의 연간 수익률은 매년 변화하고 있으며, 최근 5년간의 손익 증가율은 약 8%를 기록하고 있다. 따라서 본 연구에서는 인천공항의 최근 5년간의 손익 증가율의 절반인 4%의 손익 증가율을 가정하여 신공항에 대한  $III_{Light_\delta}$ 를 산출하고, 그 결과를 Fig. 3에 나타낸다.

신공항의 손익증가율을 가정할 경우,  $III_{Light_\delta}$ 의 값이 0 이하가 되는데 소요되는 기간은 가덕도의 경우가 약 38년, 밀양의 경우 약 48년이 소요되는 것으로 나타났다. 따라서 공항의 손익증가율을 고려한다면, 공항의 건설로 인한 환경부하를 경제적인 이익으로서 상쇄하는데 걸리는 기간이 대폭 감소하는 것으로 나타난다. 한편, 공항의 손익증가율을 고려한 경우에도 가덕도 동측해안 후보지가 밀양 후보지에 비하여 유리하다는 것을 알 수 있다.

4. 일차생산량을 고려한 등가계수의 개량

4.1 등가계수의 개량

EF에서 자연환경의 생산성을 EF의 값으로 환산하기 위해서는

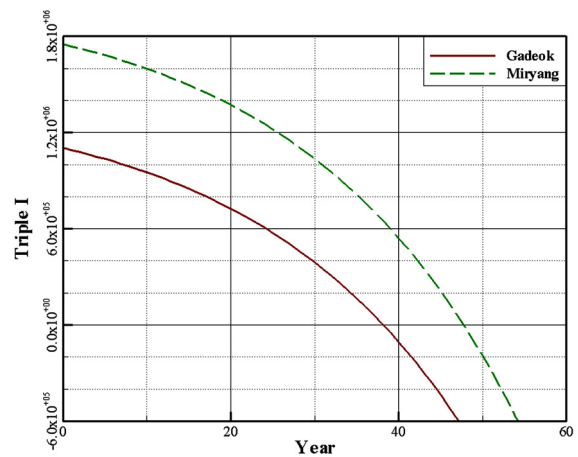
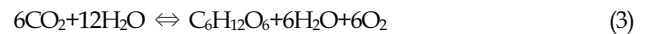


Fig. 3 Annual variation of  $III_{Light_\delta}$  (  $\delta(t) = 0.04$  )

Table 1에 보이는 바와 같이 등가계수가 필요하다. 하지만 앞서 3장에서 지적한 바와 같이, 해양의 등가계수의 경우 일부 특정 해역에서는 육상에서의 생산력에 비해 큰 값을 갖게 되는 등 육상에 비해 다양한 해양환경의 특성이 고려되지 않고 일률적인 등가계수가 적용되고 있어서 육상의 등가계수의 값에 비해 상대적으로 작게 산출되고 있다. 이는 실제의 해역에 적용하는데 있어서 다소 문제점이 있어 보인다. 따라서 본 논문에서는 이러한 육상과 해상에서의 등가계수의 차이를 보정할 수 있는 방법에 대한 고찰해 보았다.

먼저, 본 연구에서는 연안역에서의 일차 생산력의 차이에 따른 EF의 등가계수를 산출하였다. 이를 위해 한반도 주변 해역에서의 일차 생산량을 기준으로 다음과 같은 식물의 광합성 식(Campbell and Reece, 2005)을 이용하여 이산화탄소 흡수량으로 환산하였다.



위 식의 분자량을 기준으로 살펴보면, 일차생산량은 당(C<sub>6</sub>H<sub>12</sub>O<sub>6</sub>)의 무게만을 기준으로 산출되며 이러한 일차생산량을 얻기 위해서는 당의 무게의 1.47배에 달하는 이산화탄소(6CO<sub>2</sub>)가 흡수된다는 것을 알 수 있다.

Table 6 Primary production of South Korea

Region	Primary Productivity	Region	Primary Productivity
Kyunggi-bay	320	Straits of Korea	40.56
Yellow sea	141	Straits of Jeju	270
Hansan-bay	189	East sea	547.5
Gamak-bay	334		

Table 6에는 한반도 주변 해역에서의 일차 생산량(이인규, 2001)을 나타낸다. Lalli and Parsons(1997)는 외해역(Open sea), 연안역, 그리고 용승역의 평균 일차 생산력이 각각 50, 100, 그리고 300 (gC · m<sup>2</sup> · yr)이라고 보고하였다. 따라서 Table 2에 보이는 한반도 주변 해역의 일차 생산력은 Lalli and Parsons(1997)의 평균 일차 생산력에 비해 상대적으로 상당히 높은 것으로 판단된다.

본 연구에서는 이러한 한반도 주변 해역의 높은 일차생산량을 다음과 같은 과정을 통해 등가계수로 변환하였다.

(1) 광합성 식을 이용하여 각 해역별 이산화탄소 흡수량을 추정하기 위해, 광합성 식에 나타나고 있는 이산화탄소와 포도당의

분자량을 이용하여 일차생산량에 따른 이산화탄소의 흡수량을 계산하였다.

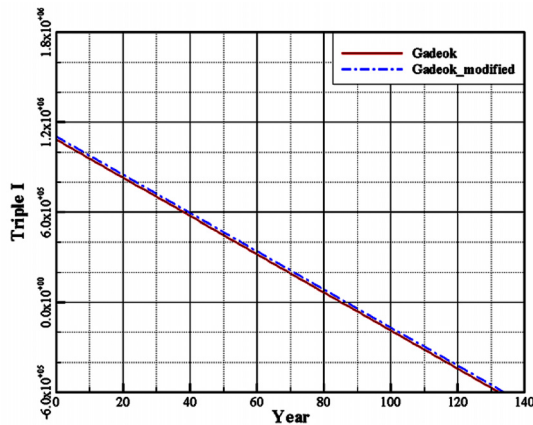
(2) 다음으로 구해진 각 해역의 이산화탄소 흡수량을 바탕으로 숲의 연간 이산화탄소 흡수량인  $5.20 \times 10$  (t-CO<sub>2</sub>/ha/year)와 등가계수인 1.33을 이용하여 식 와 같은 비례식을 세워 한반도의 각 해역별 등가계수를 새롭게 산정하였다.

$$2.77(\text{t-CO}_2/\text{ha/yeat}) : 5.20(\text{t-CO}_2/\text{ha/year}) = x : 1.33 \quad (4)$$

이러한 과정을 통해 새롭게 얻어진 한반도 주변 해역의 등가계수는 Table 7에 나타낸다. 이렇게 산출되어진 한반도 주변해역의 등가계수를 원래의 EF에서 사용하고 있는 연안의 등가계수인 0.40과 비교해 보면 대상 해역에 따라 상당히 큰 차이가 있음을 알 수 있다.

**Table 7** Modified equivalent factors around coast of South Korea

Region	Equivalent factor	Region	Equivalent factor
Kyunggi-bay	1.20	Straits of Korea	0.15
Yellow sea	0.52	Straits of Jeju	1.01
Hansan-bay	0.71	East sea	2.05
Gamak-bay	1.25		



**Fig. 4** Annual variation of  $III_{Light, \delta}$  due to application of modified equivalent factor ( $\delta(t)=0.0$ )

**4.2 개량된 EF의 적용**

개량된 등가계수를 적용한  $III_{Light, \delta}$ 의 계산 결과와 원래의 등가계수를 적용하여 비교한 결과는 Fig. 4에 나타낸다. 이를 분석해 보면 등가계수의 차이에 의한 계산 결과는 큰 차이를 보이지 않음을 알 수 있다. 따라서 공항의 건설에 따른  $III_{Light, \delta}$ 의 계산에 큰 영향을 미치는 요소는 토사의 채취량과 채취된 토사의 운송 수단의 차이임을 알 수 있다.

**5. 결 론**

본 논문에서는 최근 일본에서 제안된 포괄적 환경영향평가 기법인  $III_{Light}$ 에 시간의 함수인 Delta-함수를 적용하여  $III_{Light}$ 의

연간 변화율 및 경제 성장률 등을 고려할 수 있는  $III_{Light, \delta}$  기법을 수정·제안하였다. 또한  $III$ 의 요소 중 하나인 EF를 추산하는데 중요한 역할을 하고 있는 연안역에서의 등가계수에 관한 문제점을 지적하고, 일차생산력을 기반으로 우리나라 연안의 실정에 맞는 새로운 등가계수를 도출하였다. 이를 바탕으로 동남권 신공항의 건설 후보지 두 곳에 대해 포괄적 환경영향평가 기법인  $III_{Light, \delta}$ 를 적용하여 건설로 인한 환경부하를 비교·평가하였다. 이를 통해 신공항의 건설로 인한 환경부하의 증가를 상쇄시키는데 걸리는 기간은 가덕도 후보지의 경우가 밀양 후보지의 경우 보다 짧게 나타났다. 또한 기존의  $III$  기법에서는  $III$ 의 연간 변화율 및 경제 성장률과 같은 요소를 반영할 수 없었으나, 본 연구에서 제안한 Delta-함수를 적용한 결과, 환경부하를 경제적인 이익으로 상쇄시키는데 더욱 적은 기간이 소요됨을 추정할 수 있었다. 이러한  $III$  평가기법은 EF를 기반으로 하므로, 향후 개발되는 각 유형의 개발지에 대한 더욱 정확하고, 해당 지역의 실정을 반영할 수 있는 등가계수의 산출이 필요할 것이다.

**후 기**

본 연구는 국토해양부 해양환경보전기술 개발사업의 연구비 지원(과제번호#E20810808H200000120)에 의해 수행되었습니다. 연구비 지원에 감사드립니다.

**참 고 문 헌**

부산발전연구원 (2010). 동남권 신공항(제2관문공항) 입지 및 타당성조사를 위한 기초연구, 부산발전연구원 연구보고서.  
 이인규 (2001). 한국의 조류 생태와 응용, 아카데미서적, 서울.  
 Campbell, N. and Reece, J. (2005). Biology 7th ed., Benjamin Cummings, San Francisco, USA.  
 Global Footprint Network (2008). Calculation Methodology for the National Footprint Accounts, 2008 ed, Global Footprint Network annual report.  
 IIAC (2009). Incheon International Airport 2009 Annual Report, 인천국제공항 연차보고서.  
 IMF (2009). World Economic Outlook Database: October 2009 Edition, International Monetary Fund report.  
 IMPACT 연구위원회 (2008). 해양의 대규모 이용에 대한 환경영향 평가, 일본조선해양공학회.  
 Lalli, C.M. and Parsons, T.R. (1997). Biological Oceanography an Introduction. 2nded., Elsevier, Vancouver, Canada.  
 Murai, M. and Yoan, A. (2008). "Inclusive Environmental Impact Assessment for Construction of Offshore Airport." Journal of Japan Society of Naval Architects and Ocean Engineers, Vol 8, pp 27-34.

2011년 6월 14일 원고 접수  
 2011년 7월 20일 심사 완료  
 2011년 8월 16일 게재 확정