

경기만 한강하구역의 지속가능발전지표 개발과 적용

강대석[†] · 남정호* · 정용현

(부경대학교, *한국해양수산개발원)

Sustainability Indicators for the Han River Estuarine Area of Kyeong-gi Bay in Korea

Dae-Seok KANG[†], Jung-Ho NAM*, Yong-Hyun CHUNG

Pukyong National University, *Korea Maritime Institute

(Received March 4, 2005 / Accepted March 30, 2005)

Abstract

The Pressure-State-Response (PSR) framework was used to develop sustainability indicators for the Han River estuarine area. A total of 37 indicators in three categories were derived after reviewing previous studies. Some of these indicators were selected to assess the sustainability of the Han River estuary and its watershed. Some indicators provided contrasting information for judging the sustainability of the area. Even though very limited information was available for the meaningful assessment of the sustainability of the Han River estuarine area, there seems to be an appropriate base for the sustainable development of the area. Securing of reliable information seems to be the key for the indicators to produce meaningful assessment of the implementation of the sustainable development strategy for the Han River Estuary and its watershed. Integrated indices to synthesize the information provided by the sectoral indicators need to be developed to overcome the limitations of the sectoral indicators.

Key words : Sustainability indicators, Han river, Estuarine area

I. 서론

경기만 권역의 한강 하구역은 우리나라의 사회경제활동이 가장 집중되어 있는 수도권을 유역에 포함하고 있는데도 하구역의 자연적인 원형이 가장 잘 보존되어 있는 곳이다. 이는 지난 반세기동안의 분단이 가져다 준 행운이라고 할 수 있다. 한강과 임진강 어귀의 연안 습지는 노랑부리백로

같은 국제보호조류를 포함한 야생동식물의 서식지 및 월동지이며, 다양한 어종의 산란·서식지로서 중요한 역할을 수행하고 있는 공간으로 알려져 있다(이창희 등, 2003). 그러나 수도권의 고밀도 개발계획, 남북교류 활성화에 따른 개성공단조성으로 대표되는 접경지역 개발 때문에 한강하구역의 생태계와 자연환경 훼손 가능성은 아주 높다고 할 수 있다. 따라서 이러한 개발압력이 한강

[†] Corresponding author : 051-620-6442, dskang@pknu.ac.kr

하구역의 자연환경을 훼손하기 전에 이 지역의 생태계와 자연환경의 건강성을 유지하면서, 한강 하구역의 경제적 잠재력을 합리적으로 수용할 수 있는 지속가능발전전략의 수립이 시급한 실정이다.

그러나 이러한 전략의 개발에 앞서 한강하구역의 전반적인 환경·자원상태와 이를 훼손하는 현재·미래 위협요인이 무엇인지를 종합적으로 고찰하기 위한 분석·평가과정이 필요하다. 이와 같은 종합적인 분석과 평가는 지속가능발전의 관점에서 과학적인 평가 틀과 평가지표의 개발을 통해서 가능할 것으로 판단된다. 또한 이 전략의 이행이 한강하구역의 실질적인 지속가능성의 실현에 얼마나 기여하고 있는지, 전략의 이행 효과를 극대화하기 위하여 개선할 점은 무엇인지, 그리고 지속가능한 이용에 기여하지 못한다면 그 원인은 무엇이며 이를 해결하기 위한 방안은 무엇인지 찾아내기 위해서는 지속가능발전전략의 이행정도를 평가하기 위한 지표체계가 필요하다.

UN(2001)은 지속가능발전지표(sustainability indicators)를 지속가능한 발전의 정도를 평가하고, 이를 통해 경제적, 사회적, 환경적 피해를 방지할 수 있는 조기경보체제(early warning)의 역할을 수행하는 것으로 제시하였으며, 해양수산부(2002)는 해양수산분야 지속가능발전지표를 “해양수산자원의 지속가능한 이용을 보장하기 위한 다양한 정책의 시행을 통해 달성된 성과를 정확하게 평가하고, 지속가능발전 정책의 발전적 수정과 정책집행의 효율성을 제고하기 위한 지침을 제공하는 기준”으로 정의하였다. 이러한 일반적인 지속가능발전지표에 대한 개념을 토대로 이 연구에서는 하구역의 지속가능발전지표를 ‘하구의 육역과 해역을 대상으로 하는 사회경제적 생산성이 자연환경생산성과 균형을 이룰 수 있도록 수립한 통합관리정책의 목적달성 정도를 평가하고, 이 정책의 효율성 제고와 발전적 진화를 위한 방향성을 제공하는 기준’으로 정의하였다.

이 연구에서는 하구역의 지속가능성을 평가하

기 위해 국내와 외국에서 사용하고 있는 지표들을 고찰하고, 이를 토대로 한강하구역의 생태환경과 사회경제 여건을 반영하는 지속가능발전지표를 제시하였다. 또한 선정된 지표를 이용하여 한강하구역의 지속가능성에 대한 평가를 가용한 자료의 범위 내에서 시범적으로 시도하였다.¹⁾

II. 하구역 지속가능발전지표 국내의 사례

1. 하구역 관련 지속가능발전지표 국내 사례
우리나라의 경우 아직까지 하구역이라 하는 특수한 환경을 대상으로 지속가능발전지표를 선정하고, 이를 토대로 하구역의 지속가능성을 평가한 사례는 없다. 이는 육상과 해양의 전이지대인 하구역이 생태적·사회경제적 중요성에도 불구하고 해양수산부와 환경부로 나누어진 이원적 관리체제 때문에 관리의 사각지대로 남아 있기 때문이다. 이 연구에서는 국내에서 지속가능발전지표 개발과 관련한 일반적인 연구, 해양수산분야 지속가능발전지표 개발관련 연구, 하구역의 유형분류 연구사례를 통해 한강하구역의 지속가능발전지표 개발에 필요한 시사점을 도출하였다.

한국환경정책·평가연구원(2001)은 유엔지속가능발전위원회, 경제협력개발기구(OECD), 유럽연합, 미국, 영국, 아시아태평양 경제사회이사회 등이 제시한 지속가능발전지표를 토대로 사회, 환경, 경제, 제도 등 4개 분야에서 53개의 지표를 우리나라의 지속가능발전지표로 선정하였다. 이들 지표는 국가 전체의 지속가능성을 평가하기 위한 목적으로 제안되었기 때문에, 하구역의 지속가능발전을 평가하는데 활용하기는 힘들다. 그러나 육상과 해양을 통합하는 유역관리의 관점에서

1) 지속가능발전지표의 개발과 적용을 위해 사용가능한 자료의 항목이 다양하지 못하였고, 확보한 자료의 경우 시계열 분석에 필요한 형태로 구성되어 있지 않아 자료가 확보된 5년(1997~2001년)동안의 기간에 한정하여 평가를 수행하였다.

한강하구역의 지속가능성을 평가하기 위한 지표의 개발시 국가 전체의 지속가능발전지표와 일관성을 유지해야 한다는 점에서 고려해야 하는 지표체계라고 할 수 있다.

해양수산부(2002)는 기존의 해양수산분야 지속가능발전지표에 대한 검토를 바탕으로 해양환경·자원의 상태, 해양환경에 대한 압력요인, 해양환경·자원상태를 개선하기 위한 대응 등 OECD가 제시한 PSR 체계(Pressure-State-Response Framework)를 토대로 우리나라 해양수산부문의 지속가능발전지표를 제시하고, 이를 이용하여 해양수산부문의 지속가능성을 평가하였다. 이 연구는 지속가능발전지표를 평가에 필요한 자료의 이용가능성에 따라 현재 이용 가능한 지표와 향후 추가 활용할 필요가 있는 지표로 구분하여 제시하였다. 해양수산부(2002)가 제시한 해양수산분야 지속가능발전지표는 해역의 환경상태와 여기에서 이루어지는 사회경제활동뿐만 아니라 연안육역의 사회경제활동까지 포함하고 있다. 따라서 이 연구에서 제안된 지표가 하구역의 지속가능성 평가에 곧바로 이용될 수는 없지만 한강하구역의 지속가능발전지표의 선정과 평가에 아주 유용한 자료를 제공할 수 있을 것으로 보인다.

국내에서 하구역과 석호 등 육해전이수역을 단일 관리대상으로 삼아 최초로 통합관리방안을 제시한 이창희 등(2001)은 자연환경 특성, 사회경제 여건, 관리현황 등 우리나라의 각 하구역이 가지고 있는 특성을 고려한 관리방안을 제시하기 위하여 PSR 체계를 이용하여 하구역의 유형별 분류를 시도하였다. 이창희 등(2001)은 하구환경, 하구유역의 사회경제 현황에 대한 분석과 기존의 국내 PSR 연구를 토대로 하구역 유형을 분류하기 위한 기본 지표를 상태지표 6개, 압력지표 6개, 대응지표 5개 등 총 17개로 선정하였다(표 1). 비록 연구자들이 지속가능발전지표라는 관점을 염두에 두고 이들 지표를 선정하지는 않았지만, 이창희 등(2001)이 제시한 17개 지표에 시간에 따른 변화를 보여주는 시계열 자료를 추가한 지

표체계는 그 자체로 하구역의 지속가능발전지표로 기능할 수 있을 것으로 판단된다.

<표 1> 하구유형분류 PSR 지표체계

구분	세부 지표	
압력 지표 (P)	-인구 증가율 -공장용지 증가율 -건당 매립면적	-인구밀도 -공장용지 비율 -국가산업단지
상태 지표 (S)	-하천수질 -보호생물종 및 서식지 -자연성, 다양성, 보전가치	-해양수질 -지형경관 -항만 및 조선소
대응 지표 (R)	-보호지역 지정 -수계의 범위 -특별관리해역, 환경관리해역	-물관리종합대책 수립 -조사연구

자료 : 이창희 등(2001)

2. 하구역 지속가능발전지표 외국사례

가. 캐나다 프레이저 하구역

캐나다 브리티시 컬럼비아주에 있는 프레이저 하구역의 경우 프레이저유역관리위원회(Fraser Basin Council)가 정부, NGO, 민간부문, 지역사회구성원과 함께 프레이저 유역의 지속가능성을 평가하기 위한 지표를 개발하였다.²⁾ 프레이저유역의 지속가능발전지표는 유역 전체의 지속가능성과 소유역별 지속가능성을 평가할 수 있는 체제로 구성되어 있으며, 16개 부문, 43개 지표로 이루어져 있다(표 2).

프레이저유역관리위원회가 2003년 1월 지속가능발전지표 개발의 성과를 담아 출간한 보고서(A Snapshot on Sustainability)는 각 지표별로 시계열 자료를 제시하고 이에 대한 분석을 실시한 후, 각 지표가 나타내는 바를 악화(getting worse), 불확실(uncertain)³⁾, 개선(getting better)의 3가

2) <http://www.fraserbasin.bc.ca/indicators.html> (2003.6.18).

3) 여기에서 '불확실'은 현재 가용한 정보로는 지속가능성이 악화되고 있는지 또는 개선되고 있는지 판단하기 힘든 경우를 나타낸다.

<표 2> 외국의 하구관련 지속가능발전지표 현황

대상지역	부 문	범 위
캐나다 프레이저하구	16개 부문(43개 세부지표)	단일 하구
	-인구 -보건 -교육 -주택 -소득·고용 -경제적 다원성 -수질 -어류·야생동식물 -대기질 -에너지 소비 -기업의 사회적 책임 -원주민의 권리와 참여 -지역사회 참여 -산림상태·생물종다양성 -농업 -홍수피해 가능성·관리	
미국 델라웨어하구	8개 부문(11개 세부지표)	단일 하구
	-인구 -수자원 이용 -농업 -수질, -퇴적물 오염 -패류 -어류 -공원	
호주 하구·해양	8개 부문(61개 세부지표)	국가 차원
	-보호종 및 지정종 현황 -서식지 면적 -서식지의 질 -수질 및 저질 -재생가능자원 이용 -재생불가능자원 이용 -통합관리 -생태계 기능과 과정	

자료 : Fraser Basin Council, 2003; <http://www.delep.org/indicators.htm> (2003.6.18); Commonwealth of Australia, 1996, 1998

지로 구분하여 요약 제시하였다(Fraser Basin Council, 2003). 프레이저유역의 지속가능성 보고서는 각 부문의 현황 및 지속가능성과 관련하여 이들이 가지고 있는 의미를 설명하고, 각 부문별로 세부지표를 제시하여 프레이저 하구역의 지속가능성을 평가하고 있다. 또한 이 보고서는 지표가 나타내는 바를 토대로 각 부문별로 지속가능발전을 진전시키기 위해 필요한 대책은 무엇인지, 각 부문별로 지속가능성을 좀 더 정확하게 평가하기 위해 추가로 필요한 정보는 무엇인지를 담고 있다.

나. 미국 델라웨어 하구역

‘청정수법’에 근거하여 수립된 미국 환경보호청 국가하구프로그램(National Estuary System)의 하나인 델라웨어하구프로그램에서는 델라웨어 하구역의 환경상태와 사회경제적 요인 등 총 8개 분야 11가지 지표를 이용하여 델라웨어 하구역의 상태를 평가하고 있다(표 2).⁴⁾ 델라웨어하구프로

그램이 제시하고 있는 지표는 기본적으로 하구역의 환경상태를 평가하기 위한 환경지표의 성격을 띠고 있다. 그러나 인구, 개발된 토지면적 등 델라웨어 하구역의 환경·자원상태 변화에 압력요인으로 작용하는 사회경제 지표들을 포함하고 있기 때문에 지속가능발전지표로 간주하여도 될 것으로 판단된다.

다. 호주 하구역 및 해양환경

호주환경자문위원회는 호주정부가 1992년에 수립한 ‘생태적으로 지속가능한 발전을 위한 국가 전략(National Strategy for Ecologically Sustainable Development)’에 근거하여 국가 차원의 주기적 환경상태 평가에 필요한 지표를 1996년에 개발하였다(Commonwealth of Australia, 1996; 1998). 국내외 관련 지표, 전문가 제안 지표 등에 대한 검토와 관련 중앙부처 및 주정부의 자문을 거쳐 마련된 하구 및 해양의 환경상태 평가지표는 모

4) <http://www.delep.org/indicators.htm> (2003.6.18)

두 8개 주제에 걸쳐 61개의 지표로 제시되었다 (표 2).

환경지표는 생태계의 모든 생물·무생물 환경이 밀접하게 연결되어 있기 때문에 어느 정도의 중복은 불가피하다. 이에 따라 호주의 하구·해양 환경지표는 개별 지표와 연관된 지표를 함께 제시하고 있다. 초기 지표선정과정에서 고려된 많은 지표들이 국가차원의 중요성 미약, 다른 지표와 중복성, 자료측정 및 해석의 기술적 어려움 등의 이유로 최종 지표선정과정에서 제외되었다 (Commonwealth of Australia, 1998).

라. 외국사례 분석 시사점

지금까지 캐나다 프레이저하구역, 미국 델라웨어하구역, 호주 하구·해양부문의 지속가능발전지표 또는 환경지표에 대해 살펴보았다(표 2). 이들 지표체계는 대부분 각 개별지표가 다른 지표들과 밀접하게 연관되어 있다는 점을 인식하고 있지만, 세 가지 사례 모두 지속가능발전과 관련하여 개별지표들이 지속가능성과 관련하여 나타내는 바를 종합적으로 평가하지 않았다는 점에서 한계가 있다. 그 결과 일부 부문의 경우 개별지표가 서로 다른 방향의 지속가능성을 보여주기도 하였다. 예를 들어 캐나다 프레이저하구역 수질부문의 개별 지표인 수질상태는 2003년 보고서에서 개선으로 평가되었지만, 다른 수질지표인 식수불이 권고는 악화로 나타났다. 또한 호주 사례는 그 적용대상이 국가차원의 지표체계로 개별 하구에 대해 적용하기 어려운 점이 있으며, 델라웨어하구역의 경우에는 체계적인 지표체계를 개발하기 위한 초기 단계에 있어서 지표선정기준이나 선정과정에 대해서는 제시하지 않았다.

Ⅲ. 한강하구역 지속가능발전지표 체계 및 평가

1. 한강하구역 현황

한강하구역은 유역면적이 34,764km², 유로연장

459.3km인 한강과 유역면적 8,117.5km², 유로연장 254.6km인 임진강이 경기도 파주군 탄현면에서 만나 서해로 유입하면서 유역면적 4,048km², 유로연장 174km인 예성강과 만나 형성되는 생태계이다(이창희 등, 2003). 우리나라 다른 하구역과 달리 한강하구역은 1953년 정전협정 결과 설정된 비무장지대에 속해, 지난 50년 동안 인위적인 변형과 훼손이 가장 적은, 자연하구의 원형을 간직하고 있는 곳이다.

그러나 한강하구를 자연 원형에 가깝게 보호한 정치군사적 이유는 하구생태계에 대한 연구·조사를 제한하였고, 그 결과 한강하구 본 구간에 대한 생태계 조사는 전무한 실정이다. 현재 이용가능한 한강하구의 생태계 정보는 대부분 한강하구역에 속하는 인접 지역의 연구·조사결과 확보된 자료들이다.

<표 3> 한강하구생태계 현황

구 분	현 황	
습지	-총 면적 : 356.431km ² · 연안습지 : 346.979km ² · 내륙습지 : 9.452km ²	
생물상	식물	-한강유역 868종, 한강변 148종(1970년대 말) · 다양한 도서식물상 · 법적보호종인 고란초와 같은 특이식물 분포
	포유류	-고슴도치, 오소리, 고라니, 멧돼지 등 서식 · 법적보호종은 발견되지 않음.
	조류	-최대 108종의 조류 발견(2002년) · 천연기념물 서식(저어새, 재두루미, 검은머리물떼새, 노랑부리백로, 수리부엉이 등 20종 이상) · 노랑부리백로, 검은머리물떼새 번식지
	어류	-강화도 주변해역 : 실뱀장어, 황복 등 20여종 · 한강하류(신곡수중보 하류) : 송어, 바다새우, 황복 등 11종

자료 : 이창희 등(2003)

한강하구역에는 356.431km²의 보존상태가 좋은 습지가 비교적 넓게 발달해 있다(표 3; 이창희 등, 2003). 이 가운데 한강, 임진강, 예성강으로

부터 유입하는 퇴적물에 의해 한강하구역에 폭넓게 발달한 갯벌이 전체 습지면적의 97.3%를 차지하고 있다. 한강하구 주변의 육지와 도서에서는 다양한 종류의 식물이 관찰되었는데, 1970년대 말 한강유역의 식물조사 결과 한강변에는 총 148종의 식물이 서식하고 있는 것으로 나타났다. 특히, 강화도 불음도에는 자연환경보전법에 의해 보호야생식물로 지정된 고란초를 비롯한 특이식물이 분포하였다.

포유류의 경우 한강하구역에 법적 보호종이 서식하고 있지는 않지만, 한강하구 주변의 철책선으로 인해 비교적 서식처가 잘 보호되어 있기 때문에 하구의 습지나 주변 산지에 고라니 같은 포유류가 많이 나타나고 있다. 한강하구역의 연안지역과 하구주변 내륙에서 1990년대 이후 관찰된 조류는 최대 108종으로, 여기에는 저어새, 재두루미, 검은머리물떼새, 노랑부리백로, 수리부엉이와 같이 천연기념물로 지정된 조류가 20종 이상 발견되었다. 한강하구역의 유도는 노랑부리백로의 번식지로 알려져 있으며, 검은머리물떼새는 강화도 인근의 무인도에서 번식하는 것이 관찰되었다. 강화도 주변해역에서는 실뱀장어, 황복 등 20여종의 어류가 잡히고 있으며, 신곡수중보 하류의 한강에서는 송어, 바다새우, 황복 등 11종의 어류가 어획되고 있는 것으로 알려져 있다.

한강하구역⁵⁾은 경기도 15개 시군, 서울특별시 24개구, 인천광역시 3개구와 1개군이 포함되며, 면적은 2,557km²에 이른다(이창희 등, 2003). 대지, 공장용지, 학교용지 등 시가화지역의 비율이 14.4%인 한강하구역에는 2001년 기준 약 1,500만명의 인구가 거주하고 있다. 이 지역의 산업구조는 제조업, 도소매업 및 숙박·음식업의 비중이 높은 편이다. 한편, 농업과 광업에 종사하는 인구가 차지하는 비율은 대부분 1% 미만이며, 강화도 및 인근 도서에서 수산업에 종사하는 아주 미미하여 66,000여명에 불과하다.

5) 여기에서는 북한 자료의 가용성 문제 때문에 한강 하구역에 속하는 남한만의 자료를 제시하였다.

2. 한강하구역 지속가능발전 지표체계

국내외 하구역 관련 지속가능발전지표 사례분석을 토대로 한강하구역의 지속가능발전 정도를 평가할 수 있는 지표체계는 OECD에서 제안한 PSR 평가체계를 모델로 하였다. PSR 지표체계를 한강하구역 지속가능발전지표 개발에 적용한 근거는 다음과 같다.

첫째, 미국과 캐나다의 사례는 개별 지표나 관심 지표의 변화를 나열하는데 그치는 한계를 가지고 있는 반면, PSR평가체계는 하구역의 자원·환경상태와 상태변화의 원인을 연동시켜 체계적으로 분석할 수 있는 장점이 있다. 둘째, 환경과 사회경제활동과의 관계를 단일한 평가체계에서 통합적으로 고찰할 수 있어 현재 시행하고 있는 관리대책 및 정책의 한계와 문제점, 향후 정책의 조정과 개선이 필요한 부분을 도출하는데 용이하다.⁶⁾ 셋째, 관련 지표를 압력부문, 상태부문, 대응부문으로 구분하고 있어 각 부문 내의 세부지표 간 가중치와 부문간 가중치를 계산할 경우 지속가능발전 정도를 종합지수화할 수 있는 장점이 있다.

PSR평가체계를 기초로 외국의 하구역 지속가능발전지표 체계에서 제시한 세부지표 선정기준과 우리나라 하구역의 관리여건을 고려하여 향후 하구역의 지속가능발전을 평가하기 위한 세부지표는 ① 시계열성, ② 가용성, ③ 친밀성, ④ 과학성, ⑤ 주기성, ⑥ 활용성, ⑦ 비교용이성을 기준으로 선정할 수 있다.⁷⁾ 이러한 선정기준에 기초

6) 예를 들어 하구역의 생태계를 구성하는 산란·서식지의 면적이 줄어들었을 경우, 서식지 면적 감소의 원인이 무엇인지 파악하여, 서식지 면적 감소과정에서 나타났던 관리문제점을 도출할 수 있고, 이를 토대로 지속가능발전을 위한 정책을 개발하는데 활용하기가 용이하다.

7) 시계열성은 한강하구역의 환경상태, 압력요인, 대응노력의 시계열 변화를 명확하게 나타낼 수 있을 것, 가용성은 통계자료나 연구조사 자료로부터 쉽게 이용 가능할 것, 친밀성은 정책결정자 및 지역 이해당사자들이 쉽게 이해할 수 있을 것, 과학성은 신뢰성이 있고 과학적으로 타당한 자료일 것, 주기

<표 4> 한강하구역 지속가능발전 평가지표(미래 활용지표 포함)

구분	세부지표
압력지표(P) (12개)	-인구증가율 -인구밀도 -대지·공장용지 비율 -대지·공장용지 증가율 -오염물질부하량 -개발계획 -매립면적 -산업단지 -해양폐기물 발생량 -외래생물종 유입 -관광객수 -어획강도
상태지표(S) (16개)	-하천수질(BOD, TN, TP) -해양수질(COD, TN, TP) -중금속(해수, 담수, 퇴적물, 저서생물, 야생 동식물) -유해화학물질(해수, 담수, 퇴적물, 저서생물, 야생동식물) -보호생물종 서식현황 -서식지다양성, 면적, 상태 -생물종다양성 -지형경관등급 -어업자원량 -어업생산량(담수, 해수) -수산물식품안전성 -농업생산량 -지역내총생산(RGDP) -소득 및 고용 -자연재해(피해인구, 재산피해)
대응지표(R) (11개)	-하수처리율 -환경기초시설 -보호지역지정 -보호생물종 지정 -조사연구 -신규 오염원, 상태변화에 대한 능동적 대응 -물관리대책 -자원관리대책(e.g. 종묘방류) -생태계관리대책 -재해방지대책 -이해당사자 인식 및 참여 정도

하여 한강하구역의 지속가능발전 정도를 평가하는데 필요한 세부지표는 압력지표 12개, 상태지표 16개, 대응지표 11개로 제시할 수 있다(표 4). 지속가능발전지표를 선정하기 위한 한강하구역의 범위는 이창희 등(2003)이 제안한 관리범위를 적용하였는데, 육상 쪽 경계는 잠실수중보 하류 수역 및 유역, 해양쪽 경계는 강화군과 옹진군의 행정경계에 해당한다.

한강하구역 지속가능발전지표 가운데 상태지표의 경우 한강하구역이 가지고 있는 군사적 특수성 때문에 연구조사를 위한 접근이 어려워 당장 이용 가능한 자료가 거의 없는 실정이다. 이는 선정기준의 하나로 제시한 자료의 가용성을 충족시키지 못하지만, 이보다 더 중요한 기준이라고 할 수 있는 한강하구역의 환경상태, 압력요인, 대응노력을 대표할 수 있는 지표라고 판단되어 지표

체계에 포함하였다.

그러나 <표 4>에 제시한 지표를 모두 한강하구역의 지속가능성을 평가하는데 활용하는 것은 한계가 있다. 이는 한강하구역에 대한 물리적 접근이 제약되어 체계적인 조사와 연구가 이루어지지 않아 가용한 자료가 매우 부족하며, 일부 세부지표의 경우 지표 사이의 상관성이 높아 평가결과가 왜곡될 우려가 있기 때문이다.⁸⁾ 따라서 이 연구의 주제인 한강하구역의 지속가능발전 정도를 평가하는데 필요한 지표를 자료의 가용성과 상관성을 고려하여 다시 구성하면 <표 5>와 같다.

먼저, 압력지표로 인구증가와 오염물질배출부하량 2개 지표를 설정하였는데, 인구밀도, 산업단지, 매립면적의 경우 인구증가 및 오염물질 배출부하량과 상관성이 높아 제외하였다. 또한 외래생물종 유입, 어획강도, 해양폐기물 발생량과 같은

성은 정기적 모니터링이나 주기적인 연구조사가 가능할 것, 활용성은 지역 이해당사자들이 지속가능성 평가에 쉽게 사용할 수 있을 것, 비교용이성은 국내의 다른 하구역과 비교가 용이할 것을 특징으로 한다.

8) 각 세부지표의 속성이 중복될 경우 평가결과가 왜곡될 수 있어 최종 평가에는 이러한 중복성, 지표 사이의 상관성을 검증하여야 한다. 그러나 상태의 종합적 진단과 상태변화를 조래한 원인을 체계적으로 분석하고자 할 경우에는 가능한 다양한 지표를 포함시킬 필요가 있다.

<표 5> 한강하구역 지속가능발전 평가 가용지표

구 분	가용지표	비 고
압력지표 (P)	-인구증가 -오염물질배출부하량	○ 상관성 : 인구밀도, 대지공장용지 변화, 매립면적, 산업단지 ○ 가용성 취약 : 개발계획(정량화에 한계), 해양폐기물 발생변화, 관광객수, 어획강도, 외래생물종 유입
상태지표 (S)	-하천 수질 -해양 수질 -어업 생산량 -홍수피해 이재민수	○ 가용성 취약 : 중금속, 유해화학물질, 서식지 다양성, 생물종다양성, 지형경관 등급, 어업자원량, 식품안전성, 농업생산량(경계설정 한계), 소득 및 고용(경계설정, 지역내 총생산(경계설정 한계)에 한계)
대응지표 (R)	-하수처리율 -종묘방류 현황	○ 상관성 : 환경기초시설 ○ 가용성 취약(정량화 방법 개발 필요) - 보호지역·생물종 지정, 조사연구, 신규오염원 대응, 물관리대책, 생태계 관리대책, 재해방지대책, 인식 및 참여

기타 지표는 조사연구가 이루어지지 않아 제외하였다. 다만, 인구밀도의 경우 현재 인구에 의한 압력정도를 판단하는데 도움이 된다고 판단하여 보조 자료로 활용하였다.

둘째, 상태지표에서는 하천 및 해양수질, 수산자원 생산량, 홍수피해 이재민수를 평가가 가능한 지표로 설정하였다. 중금속, 유해화학물질, 생물종다양성 등과 같은 지표는 조사 자료가 없어 제외하였으며, 농업, 소득, 지역총생산량의 경우 지역의 경계를 기준으로 한 조사통계자료가 구축되지 않아 자료의 가용성이 낮아 제외하였다.⁹⁾ 셋째, 대응지표는 하수처리율과 종묘방류 현황자료를 활용하였는데, 환경기초시설은 하수처리율과 상관성이 높아 제외하였으며, 보호지역·생물종 지정, 환경관리대책, 지역주민의 인식과 참여는 정량화가 어려워 평가에 활용할 수 없었다.¹⁰⁾

3. 한강하구역 지속가능발전 평가

이 절에서는 압력지표, 상태지표, 대응지표의

각 세부지표 가운데 현재 가용한 자료가 있는 지표들의 시간에 따른 변화를 살펴보고, 각 지표별로 한강하구역의 지속가능성을 평가해 보았다.

가. 압력지표

한강하구 유역에 거주하는 인구의 증가는 주거 및 경제활동을 위한 공간 확보, 오염물질 배출량의 증가 등으로 인해 하구수질 악화, 생태계 훼손, 수산자원 감소 등을 초래하는 압력요인으로 작용한다. 즉, 인구의 지속적인 증가는 한강하구역의 지속가능성에 부정적인 영향을 미치는 것으로 판단할 수 있다. 본 연구에서는 한강하구역의 지속가능성에 미치는 영향을 인구증가¹¹⁾와 오염물질배출부하량으로 나누어 살펴보았다.

한강하구 유역의 인구는 지난 5년간 0.55% 증가하여(그림 1; 이창희 등, 2003), 인구에 의한 압력은 크게 증가하지 않은 것으로 판단할 수 있

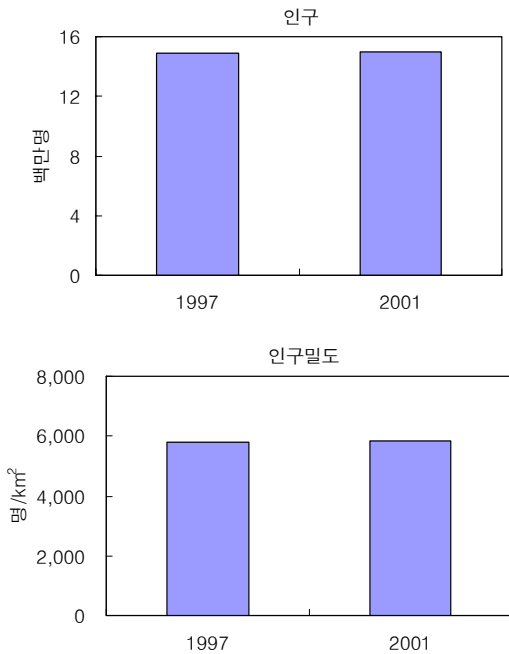
9) 한국환경정책·평가연구원, 한국해양수산개발원, 국토연구원, 농촌경제연구원이 공동으로 전국 17개 주요 하구역에 대해 유역별 기준으로 이러한 조사를 수행하고 있어 향후 이러한 지표는 평가에 활용할 수 있는 것으로 판단된다.

10) 이러한 지표를 정량화하기 위해서는 하구역 관련 주체의 참여와 집중적인 논의과정이 필요하다. 한편, 관리대책, 인식과 참여는 정성적으로 관리방안 개발에 활용할 수 있는 장점이 있다.

11) 인구자료를 이용하여 지속가능성을 평가하기 위해서는 한강하구역의 '환경수용력'을 동시에 고려해야 한다. 이는 한강하구 유역에 거주하는 인구의 수가 하구역의 환경수용력 범위 내에서 증가하는 경우에는 인구의 증가로 인한 압력이 한강하구의 지속가능성에 미치는 영향이 크지 않기 때문이다. 이창희 등(2001)이 에머지 개념을 이용하여 산정한 바에 따르면 현재 우리나라의 인구는 이미 국내의 자연환경이 수용할 수 있는 한계를 훨씬 넘어선 것으로 나타났다. 따라서 2001년 현재 약 1,500만 명의 인구가 거주하고 있는 한강하구 유역의 경우에도 이미 한강하구역의 자연환경이 수용할 수 있는 한계를 초과하고 있는 것으로 판단된다.

다. 한편, 한강하구 유역의 인구밀도는 1997년 5,790명/km²에서 2001년 현재 5,847명/km²로 증가하였는데(그림 1), 2001년 한강하구 유역의 인구밀도는 2001년 국내 전체 인구밀도 476명/km²의 약 12배에 이른다. 따라서 1997~2001년 5년간 한강하구 유역의 인구 증가는 크지 않지만, 한강하구 유역의 인구밀도는 이미 지나치게 높은 것으로 나타나 인구가 한강하구역의 지속가능성에 미치는 영향은 부정적인 것으로 판단할 수 있다.

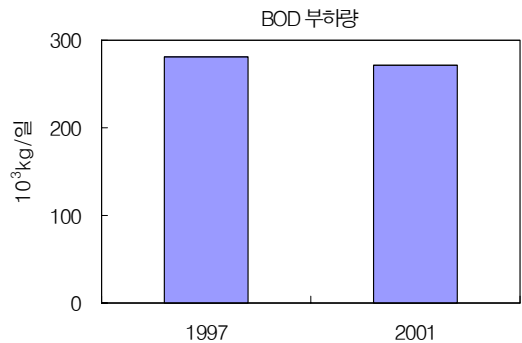
<표 4>에 제시한 12개의 압력지표 가운데 한강하구역의 수질환경에 영향을 미치는 오염물질 배출부하량 변화를 [그림 2]에 제시하였다.



[그림 1] 한강하구 유역인구 및 인구밀도 변화 (자료 : 이창희 등, 2003).

한강하구역으로 유입하는 오염물질 배출부하량의 증가는 한강하구역의 수질 및 저질 환경상태를 악화시키고, 유용생물자원의 산란·서식기능을 약화시켜 수산자원과 야생동식물의 감소, 생태계 훼손의 원인이 된다. 즉, 오염물질 배출부하량 증가는 한강하구역의 환경·생태자원의 지속가능성

을 감소시킨다고 할 수 있다. 한강하구역의 경우 다양한 오염원관리 대책으로 BOD 배출부하량이 1997년의 281,246kg/일에서 2001년에는 271,671kg/일로 약 3.4% 감소하였다(이창희 등, 2003). 총질소(TN), 총인(TP)의 경우에도 배출부하량이 1997년에 비해 2001년에 다소 감소한 것으로 나타났다. 이는 오염물질 배출부하량의 측면에서는 한강하구역의 지속가능성에 긍정적인 방향의 변화가 지난 5년 동안 나타나고 있음을 의미한다.

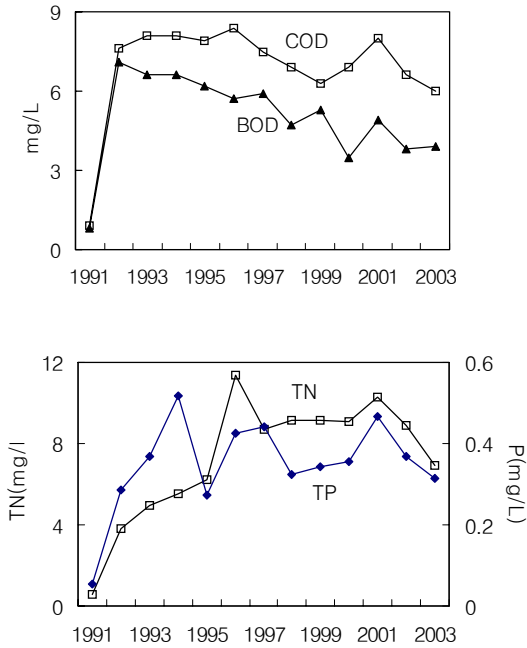


[그림 2] 한강하구 BOD 배출부하량 변화 (자료 : 이창희 등, 2003)

나. 상태지표

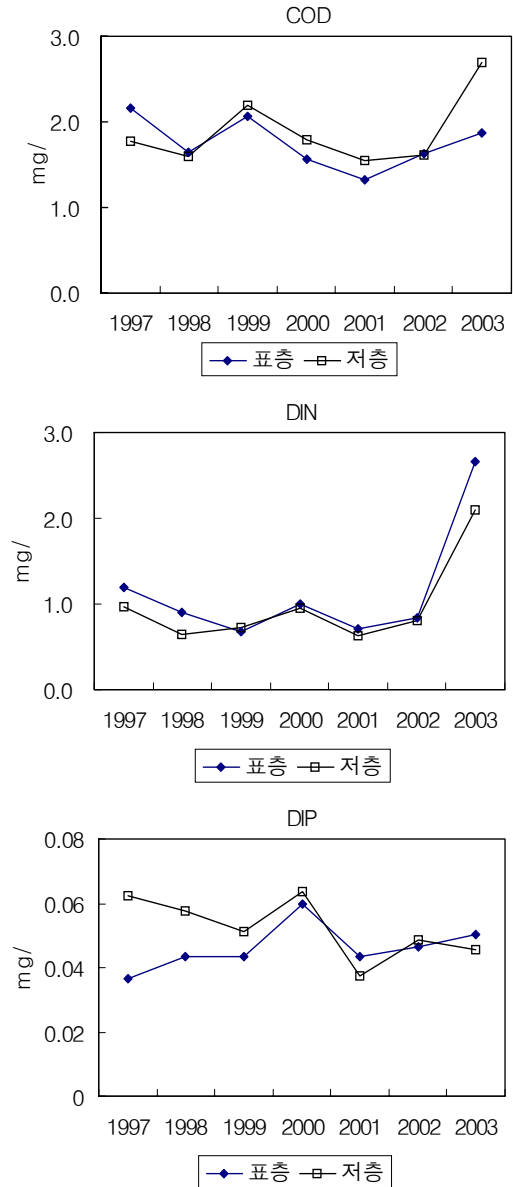
하천수질과 해양수질의 악화는 담수 및 해양생물자원의 서식과 산란환경 훼손, 수산자원의 식품안전성 감소, 여가와 휴식을 위한 심미적 가치의 훼손 등 한강하구역의 지속가능한 이용에 부정적인 영향을 미치는 요소라고 할 수 있다. [그림 3]에 제시한 하천수질의 경우 BOD와 COD는 1992년 이후 감소 추세에 있는데, 이는 하수처리장의 확충으로 유기물 오염이 감소하고 있음을 나타낸다. TN과 TP는 전반적으로 1990년대에 걸쳐 증가하였다가 2000년대 들어 감소하고 있지만, 여전히 아주 높은 농도를 유지하고 있다. 2000년대 들어 개선되고 있는 한강하구역의 하천수질은 이 지역의 지속가능성에 긍정적인 방향으로 작용할

것으로 판단되지만, BOD 기준 하천수질이 여전히 3등급에 머물고 있고 영양염류의 농도가 아주 높아 이를 개선하기 위한 대응노력이 강화될 필요가 있다.



[그림 3] 한강하류 및 인접하구의 수질변화
(자료 : <http://water.nier.go.kr>)

이 연구의 대상범위인 한강하구역의 해양수질 현황의 경우 남북 접경지역이라는 특수성에 의한 접근성 문제로 조사 자료가 없기 때문에 여기에서는 현재 운영하고 있는 해양환경측정망에 포함된 강화도 남단수역의 해양수질 변화를 통해 한강하구역의 해양수질을 간접적으로 살펴보았다 (그림 4). COD의 경우 1997년 이후의 감소 추세에서 2000년대 들어 증가추세로 돌아섰지만, 전체적으로 해양수질 II등급의 양호한 상태를 유지하고 있다. 용존무기질소의 경우 1997년부터 2002년까지 1mg/L 미만의 비교적 일정한 수질을 유지하다가 2003년 급격히 증가하여 2mg/L를 초

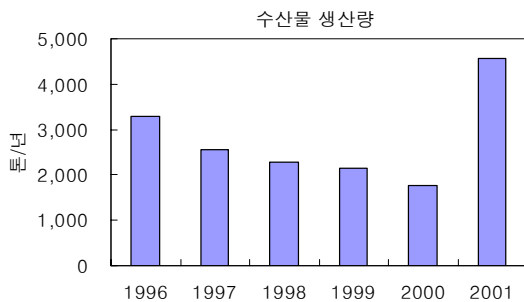


[그림 4] 강화도 남단수역(세어도)의 해양수질
(자료:<http://www.nfrda.re.kr/korea/tech/environment01.php>)

과하였다. 그러나 이 증가가 일시적인 것인지 지속될 것인지 현 단계에서는 판단할 수 없다. 용존 무기인은 1997년 이후 큰 변화 없이 평균 0.05mg/L의 농도를 유지하고 있다.

COD가 2000년대 들어 증가추세로 돌아섰고, 용존무기질소의 경우 2003년에 증가하였지만 전체적으로 해양수질 측면의 지속가능성은 낮지 않은 것으로 판단된다. 그러나 한강하구역의 지속가능성을 정확하게 평가하기 위해서는 현재 접근이 불가능한 한강하구 구간의 해양수질자료가 확보되어야 한다.

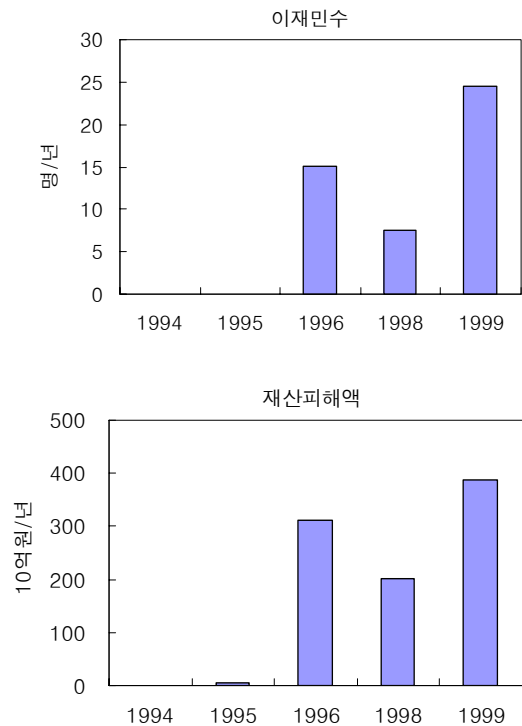
한강하구역의 수산자원 상태를 나타내기 위해 제시한 지표인 어업생산량은 강화도 주변해역의 어업생산량에 관한 자료로, 본 연구의 대상인 한강하구의 외측 해역 자료가 포함되어 있기는 하지만 현재 이용 가능한 최선의 자료로 판단된다. 강화도 주변해역의 어업생산량은 1996년 이후 지속적으로 감소하고 있는 것으로 나타나, 2000년의 어업생산량은 1996년에 비해 약 46% 감소하였다(한경남, 2003). 따라서 2001년의 어업생산량 증가는 갑각류의 어획량이 증가하여 나타난 결과로 지속적인 생산량의 증가를 의미하는지, 일시적인 생산량의 증가를 나타내는지 현재의 자료로는 명확하게 판단하기 힘들다. 2001년의 어업생산량 증가가 일시적인 현상이라면, [그림 5]는 강화도 주변해역 수산자원의 지속가능성이 악화되고 있다는 것을 의미한다.



[그림 5] 한강하구 어업생산량
(자료 : 한경남, 2003)

[그림 6]은 임진강 유역의 홍수로 인한 이재민수와 재산피해를 나타내고 있다. 자연재해로 인한 이재민과 재산피해의 증가는 한강하구의 지속가능성을 감소시키는 요인이라고 할 수 있다. 임진

강 유역의 경우 홍수로 인한 이재민과 재산피해가 1990년대 후반에 급격하게 증가하였다(강태호, 2003). 그러나 [그림 6]에 제시한 자료는 임진강 유역에 국한하고 있기 때문에 한강하구 유역 전체의 자연재해로 인한 피해 자료를 분석하여 지속가능성을 평가할 필요가 있다.

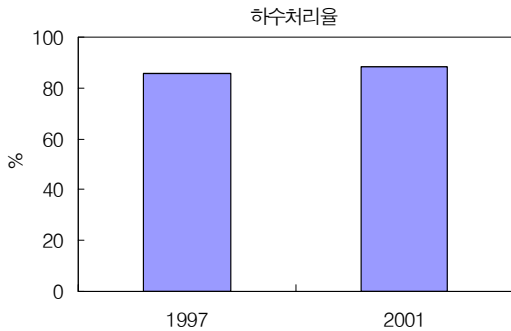


[그림 6] 임진강 홍수피해 이재민수와 재산피해 (자료 : 강태호, 2003)

다. 대응지표

대응지표는 앞에서 제시한 압력지표와 상태지표가 나타내는 결과를 토대로, 한강하구역에서 이루어지는 사회경제활동이 이 지역의 환경과 자원에 미치는 영향을 저감하고, 환경·자원상태를 개선하기 위한 정책과 수단을 나타낸다. 이 연구에서는 현재 자료가 이용 가능한 수질관리와 자원 관리에 관한 지표를 중심으로 살펴보았다.

압력지표에서 설명한 바와 같이 한강하구로 유입하는 오염물질 배출부하량의 증가는 수질악화, 서식지 훼손, 수산식품 안전성 저하 등을 초래하여 한강하구역의 환경과 자원의 지속가능성을 감소시킨다. 따라서 오염물질 배출부하량을 줄이기 위한 하수처리장의 확충은 한강하구역의 지속가능성을 증진시키는 대응이라고 할 수 있다.¹²⁾ 한강하구 유역의 하수처리율은 1997년 85.7%에서 2001년에는 88.1%로 증가하였는데(그림 7; 이창희 등, 2003), 이는 2001년 전국 평균 하수처리율 73.2%(환경부, 2002)보다 훨씬 높은 수준이다.

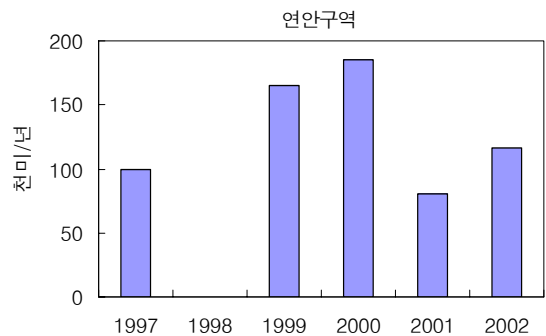
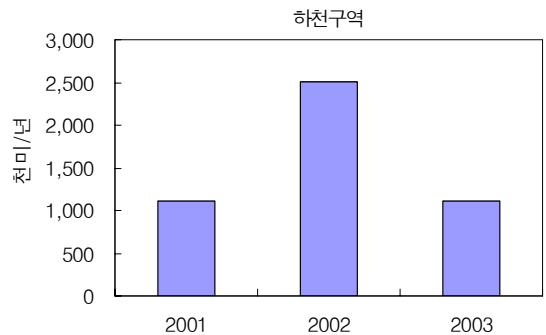


[그림 7] 한강하구 유역 하수처리율
(자료 : 이창희 등, 2003)

한강하구역 수산자원의 지속가능성을 증진시키는 방법은 크게, 한강하구의 자연생태계가 현재의 상태에서 유지할 수 있는 자원량의 범위 내에서 어획을 제한하는 소극적인 방법과 종묘의 방류를 통해 한강하구의 자원량을 증가시키는 적극적인 방법 두 가지로 구분할 수 있다. 즉, 적정어획량의 설정이나 종묘방류 모두 한강하구 수산자원의 지속가능한 이용을 증진하는 대응정책이라고 할 수 있다.

12) 하수종말처리장 설치에 따른 하수처리율 증가는 오염물질 배출부하량의 감소로 이어져 배출부하량과 상관성이 높은 지표이지만, 오염물질 배출부하량을 줄이기 위한 정책효과를 평가할 수 있기 때문에 포함하였다.

여기에서는 자료가 이용 가능한 한강하류와 강화도 부근해역의 종묘방류 현황을 이용하여 한강하구역 수산자원의 지속가능성을 평가하였다. 한강하류에서는 2001년 이후 뱀장어, 참게, 황복, 동자개 등이 방류되고 있으며, 강화도 주변해역에서도 1997년 이후 우럭, 황복 등의 종묘방류가 지속적으로 이루어지고 있다(그림 8; 한경남, 2003). 종묘방류로 인해 어획량이 증가한 것으로 나타나 향후 방류어종과 방류미수가 증가할 것으로 전망되며(한경남, 2003), 이에 따라 한강하구 수산자원의 지속가능성은 종묘방류를 통해 증진되고 있다고 할 수 있다.



[그림 8] 한강하구역 종묘방류 현황
(자료 : 한경남, 2003)

라. 종합평가와 전망

자료의 가용성이 낮아 제한된 지표를 이용하였지만, 3개 부문의 세부지표에 대한 평가결과를 종합하면 한강하구역은 지속가능발전을 위협하는

요소가 있는 데도 자원과 환경을 지속가능하게 이용할 수 있는 기반을 유지하고 있다고 평가할 수 있다(표 6). 그러나 한강하구역의 지속가능한 발전을 위협하는 잠재적 압력요인이 있고, 몇 가지 지표에서는 인과관계를 파악할 수 없는 한계를 가지고 있다. 한강하구역의 지속가능발전에 대한 지표평가 결과의 종합과 향후 전망을 개략적으로 살펴보면 다음과 같다.

첫째, 한강하구역의 인구밀도는 전국평균을 초과하는 높은 수준을 유지하고 있지만, 지난 5년 동안 인구의 추가 집중현상은 나타나지 않았으며, 환경기초시설 설치를 위한 투자가 확대되어 하구역의 환경과 자원상태를 악화시키는 압력요인은 감소하고 있는 것으로 평가할 수 있다.

둘째, 이러한 압력요인의 감소로 인해 이화학적 수질 지표인 COD, 질소, 인의 경우 2000년대 들어 감소추세에 있거나 큰 변화를 보이지 않아 생태계의 기반이 되는 자연환경 상태가 개선되고 있는 것으로 나타났다.

셋째, 환경기초시설 확충과 함께 어업생산량과 자원량 증가를 목적으로 한 종묘방류량 증가는 지속가능한 발전에 긍정적 영향을 주고 있지만, 이러한 방류량 증가가 2001년의 어업생산량 증가에 영향을 주었는지는 판단할 수 없다.

넷째, 상태에 영향을 미치는 압력요인의 둔화와 상태개선에도 불구하고 자연재해와 이재민수의 증가는 안정적인 사회경제활동을 위협하므로 지속가능한 발전에 부정적 영향을 줄 것으로 판단된다. 따라서 자연재해를 근본적으로 줄이기 위한 관리체제의 정비와 투자는 이 지역 사회경제 분야 지속가능발전대책에서 높은 우선순위를 가져야 할 것이다.

다섯째, 정부가 2003년에 수립한 ‘접경지역 10개년종합계획’은 지역개발사업으로 구성되어 있어 한편으로는 지속가능발전에 압력요인으로 작용할 수도 있다. 그러나 최근 들어 비무장지대 생태계와 환경보호 및 환경친화적 개발에 대한 정책적, 사회적 관심의 증대는 이 지역의 지속가능

한 발전에 긍정적 대응요인으로 작용할 것이다.

<표 6> 한강하구역 지속가능발전 평가 종합

구분		지속가능성 방향
압력	인구	↓
	인구밀도	↓
	BOD 배출부하량	↑
상태	하천 BOD 농도	↑
	하천 영양염류 농도	↑
	해양수질(COD)	↓
	어업생산량	↑(?)
	홍수피해/재산피해	?
대응	하수처리율	↑
	종묘방류	↑

주) ↑ : 지속가능성의 향상을 나타냄.

↓ : 지속가능성의 감소를 나타냄.

? : 변화경향을 판단하기에는 자료가 부족한 경우를 나타냄.

IV. 결 론

지금까지 하구역 관련 지속가능발전지표에 대한 국내외 사례 분석을 토대로 한강하구역 지속가능발전지표를 선정하고, 이를 이용하여 한강하구역의 지속가능발전 가능성을 평가해 보았다. 이 지속가능발전지표는 앞으로 수립·시행하게 될 한강하구역 지속가능발전전략의 이행성과를 평가하고 동 전략의 발전적 변화에 관한 방향을 제시하는데 활용할 수 있을 것으로 기대된다.

외국 사례분석에서도 지적하였듯이 현재 일반적으로 사용되고 있는 지속가능발전지표체계는 평가대상 시스템의 환경·경제·사회적 특성을 몇 개의 부문으로 구분하고, 각 부문별로 세부지표를 선정하여 지속가능성을 평가하는 체계를 따르고 있다. 그러나 이 과정에서 이들 개별지표를 통합하여 종합적인 지속가능성을 평가한 예는 없다. 이러한 개별지표 중심의 지속가능성 평가와 관련하여 해양수산부(2002)는 개별지표들이 서로 다른 측면에서 대상 시스템의 지속가능성을 평가하기 때문에 평가결과가 서로 상반될 수 있음을 지적하였다. 이러한 현상은 한강하구역의 지속가능

발전 지표 선정 및 적용과정에서도 나타났다. 예를 들어, 한강하구역의 상태지표인 하천수질과 해양수질의 경우 유기물과 영양염류의 변화 추세가 서로 상반된 형태를 보여주었다.

이는 개별지표가 제시하는 특정한 관점의 평가 이외에도 이들 지표가 나타내는 바를 종합할 수 있는 단일지수의 개발이 필요함을 시사한다. 그러나 단일지수는 지속가능성의 다양한 측면을 하나의 숫자로 요약하기 때문에 평가대상의 복잡하고 동적인 특성을 지나치게 단순화할 위험성이 있다. 이에 따라 해양수산부(2002)는 단일 종합지수 대신 몇 가지 종합지수를 선정하여 비교·검토할 필요가 있음을 강조하였다. 해양수산부(2002)는 종합지수로 이용가능한 몇 가지 지수에 대한 비교를 토대로 순생산지수(genuine progress index)¹³⁾, 에머지 지속가능성지수(emergy sustainability), PSR 종합평가지표¹⁴⁾를 활용할 것을 제안하였다. 이러한 과정을 통해 개별지표가 지향하는 부문별 목표지향성과 종합지수가 추구하는 통합성을 결합함으로써 평가대상의 지속가능성을 적절하게 평가할 수 있을 것으로 판단된다. 이런 점에서 앞으로 한강하구역의 지속가능발전지표체계를 본격적으로 구축할 경우 기존의 개별지표와 병행하여 사용할 종합지수를 개발할 필요가 있다.

이창희 등(2001)은 섬진강하구와 송지호의 생태적 가치를 평가하기 위하여 미국의 생태학자인 Howard T. Odum이 제안한 에머지(Emergy)¹⁵⁾

13) 한 나라의 부를 평가할 때 생산, 자본, 무역만을 포함하는 국내총생산(GDP)의 한계를 비판하고, 이러한 요소와 더불어 사회적, 환경적 요소를 국가의 부를 평가하는데 포함하고자 하는 시도이다(Cobb et al., 2001).

14) OECD의 PSR 평가체계를 이용하여 선정된 지표들을 각 지표별 가중치를 고려하여 통합하여 얻을 수 있는 지표로 제시되었다(해양수산부, 2002).

15) 에머지는 환경자원의 가치는 이 자원을 생산하기 위해 직접·간접적으로 소모된 에너지에 비례한다는 가정에 기반을 두고 있다(Odum, 1996). 에머지 개념에 따르면, 소비자의 지불의사능력(willingness-to-pay)에 기반을 둔 기존의 경제학적인 관점의 생태계 가치평가는 자원의 가치를 시장경제에서

라는 개념을 이용하였는데, 이 방법론은 연구의 대상이 되는 전체 시스템의 상태에 관한 정보를 제공하는 다양한 지수의 계산을 포함하고 있다. 에머지 지속가능성지수는 이러한 지수의 하나로 한강하구역의 지속가능성을 평가하기 위한 종합 지수로 고려해 볼 가치가 있다. 이창희 등(2001)의 연구는 섬진강 하구역이나 송지호에 대한 에머지 평가에서 지속가능발전지수를 계산하는 단계까지 연구가 진행되지 못하였다. 그러나 섬진강 하구나 송지호의 생태가치평가를 위해 제시된 우리나라 전체의 에머지 평가결과는 우리나라 경제의 지속가능성 지수를 계산하여 제시하고 있다. 이 연구결과에 따르면 우리나라의 1999년 에머지 지속가능성지수는 0.06에 불과한 것으로 나타났다.¹⁶⁾ 따라서 이창희 등(2001)이 제시한 연구결과를 좀 더 보완한다면 하구시스템의 에머지 지속가능성지수의 계산도 가능할 것으로 보인다.

이 연구의 주제인 한강하구역의 지속가능성 평가에서 가장 큰 문제는 한강하구역의 환경상태에 대한 자료 가용성이 매우 낮다는 것이다. 특히, 지속가능발전 평가에서 가장 핵심적인 자료라고 할 수 있는 환경상태에 대한 자료의 가용성이 현저히 낮아 한강하구역의 지속가능발전에 대한 적절한 종합 평가를 수행하기가 쉽지 않았다. 이는 한강하구역이 가지고 있는 군사적 특수성으로 인해 조사연구가 극히 제한적으로 이루어졌기 때문인데, 앞으로 한강하구역 관리를 위한 연구를 수행할 때 ‘상태자료의 확보를 위한 연구조사’가 높은 우선순위를 갖도록 할 필요가 있음을 시사한다.

비록 제한된 자료와 지표를 이용하였지만, 지속가능발전을 위협하는 요소가 있음에도 한강하

화폐로 표시하는 가격의 관점에서 평가하고 있기 때문에 자연환경이 무료로 제공한 일을 제대로 평가하지 못하고 있는 것으로 보인다.

16) 일반적으로 에머지 지속가능성지수가 1보다 작으면 선진국형 경제(즉, 지속가능성이 낮은 경제)로, 10보다 크면 저개발 경제(즉, 지속가능성이 큰 경제)로 분류한다(Brown and Ulgiati, 1997).

구역은 자원과 환경을 지속가능하게 이용할 수 있는 기반을 유지하고 있는 것으로 나타났다. 그러나 향후 연구에서는 평가자료 확보, 종합지수의 개발을 통해 이 연구에서 제시한 한강하구역의 지속가능발전지표체계를 개선할 필요가 있다.

참고문헌

- 강태호, 한강하구역의 치수현황 및 향후 대책, 한강하구역 환경보전을 위한 Workshop, pp.33~86, 2003.
- 이창희 · 강대석 · 남정호 · 이병국 · 유혜진, 하구석호 육해전이수역 통합환경관리방안연구, 한국환경정책평가연구원, 349pp, 2001.
- 이창희 · 구도완 · 노태호 · 문현주 · 전성우 · 허경미, 하구역 환경보전 전략 및 통합환경관리 방안 수립 - 한강하구역을 중심으로, 한국환경정책평가연구원, p.235, 2003.
- 한경남, 한강하구역의 수산자원, 한강하구역 환경보전을 위한 Workshop, pp.264~314, 2003.
- 한국환경정책평가연구원, 국가 지속가능발전 지표 개발 및 활용방안 연구, 한국환경정책평가연구원, p.211, 2001.
- 해양수산부, 해양수산분야 지속가능발전전략 수립연구, p.153, 2002.
- Brown, M.T. and S. Ulgiati, Emergy-based indices and ratios to evaluate sustainability: monitoring economics and technology toward environmentally sound innovation, Ecological Engineering, 9, pp.51~69, 1997.
- Cobb, C., M. Glickman, and C. Cheslog, The Genuine Progress Indicator 2000 Update, p.6, 2001.
- Commonwealth of Australia, Key environmental indicators for estuaries and seas: proceedings of a workshop, 3p.8, 1996.
- Commonwealth of Australia, Environmental Indicators for national states of the environment reporting-estuaries and the sea, p.81, 1998.
- Fraser Basin Council, A snapshot on sustainability, p.24, 2003.
- Odum, H.T., Environmental Accounting, Wiley, New York, p.370, 1996.
- UN(United Nations), Indicators of Sustainable Development: Guidelines and Methodologies, United Nations, New York, p.319, 2001.
- <http://www.delep.org/indicators.htm> (2003.6.18)
- <http://www.fraserbasin.bc.ca/indicators.html> (2003.6.18)
- <http://water.nier.go.kr> (2004.12.15)
- <http://www.nfrda.re.kr/korea/tech/environment01.php> (2004.12.15)