

환경지표를 이용한 연안습지의 평가

이동근* · 방광자* · 이진희* · 박태운** · 윤소원*** · 강현경*** · 김훈희***

*상명대 환경조경학과, **한국환경정책·평가연구원, ***상명대 대학원

Evaluating Coastal Wetland Using Environmental Indicators

Lee Dong-Kun* · Bang Kwang-Ja* · Lee Jin-Hee* · Park Tae-Youn** · Youn So-Won*** ·
Kang Hyun-Kyung*** · Kim Hoon-Hee***

*Dept. of Environmental Science & Landscape Architecture, SangMyung University

** The Environment Institute

***Graduate School, Dept. of Environmental Science & Landscape Architecture, SangMyung University

ABSTRACT

The objective of this study was to enforce systematic evaluation on the present condition and ecosystem of coastal wetland to use frame of environmental indicators. For this, the indicators for evaluation of coastal wetland were established and were applied to the present condition. Then, the application possibility of this evaluation indicators and management method by group of coastal method are presented.

These results present the following consideration in case that the ideal management method on the conservation and development of coastal wetlands was proposed.

In case of Kang-hwa island which had the good natural environment, the minimum development with maintenance of the present state must be driven.

In case of Tae-an which had the good natural environment and development potential, the development that was in harmony with the nature must to be driven.

In case of Seo-chon which was previously developed region, the various development programs which had the minimum effects on the natural, living and socio-economic environment must to be provided.

I. 연구의 배경 및 목적

최근 연안 습지의 환경 및 생태학적 가치가 인식되기 시작하면서 습지보전 및 이용방안에 관심이 집중되고 있다.

연안습지는 기초생산력이 풍부하여 생물자원의 산란장, 서식지이며 오염물질의 정화지 기능을 하고 바다와 육지를 이어주는 완충지대의 역할 및 홍수, 폭풍조절기능을 가지는 등 인간에 많은 혜택을 제공한다.(박&이, 1997)

이처럼 연안습지는 생태학적으로 가치가 높음에도 불구하고 국토개발과 경제발전을 위하여 개발위주의 매립·개간이 계속되어 왔다. 그리하여 그동안 서남해안의 많은 연안습지가 대규모 개발되어왔으며 이러한 결과로 부족한 토지공급 및 식량증산등 많은 성과를 거둔 것은 부인할 수 없으나 간척·매립으로 인해 조간대와 인근해역이 영구적으로 상실되었고 해안투기, 각종 배출물질 등은 해수를 오염시켜 다양한 생물상과 생태적 기능의 상실과 같은 문제점이 발생되었다.

최근 국내에서도 연안습지의 가치가 재인식되기 시작하여 관심이 집중되고 있어 연안습지의 생태적·경제적 가치에 대한 연구(건설교통부,1996 :환경부,1996 :농어촌진흥공사,1996)등이 이루어지고 있으나 기초적인 생태조사와 국내·외 제도분석 등을 파악하는데 그치고 있어 지역특성에 맞는 연안습지의 보전·관리방향과 주민들의 의식등은 반

영되고 있지 않다.

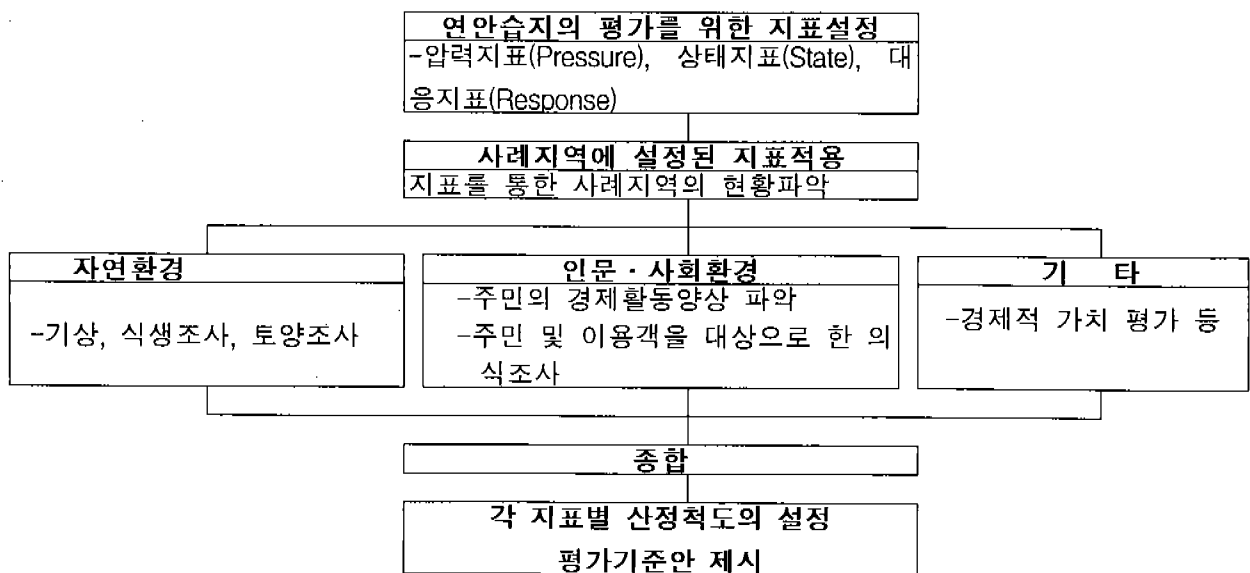
이것은 아직 습지생태계에 관한 현황 및 특성조사가 체계적으로 실시되지 않아 습지의 구체적이고 객관적인 평가와 이를 바탕으로한 적절한 유지관리 방안의 확립이 되지 못한다. 따라서 기인한다고 할 수 있다. 그러므로 연안습지를 체계적으로 관리하기 위해서는 먼저 연안습지의 인문환경은 물론이고 자연환경에 대한 광범위한 현황조사를 바탕으로 이를 평가한 다음, 이에 기초하여 지역특성에 맞는 권역을 설정한 뒤 권역별 보전 및 이용방안이 모색되어야 할 것이다.

그러므로 본 연구에서는 현황파악이나 환경지표를 이용하여 연안습지의 생태계 및 현황에 대한 체계적인 평가와 이 평가지표의 적용가능성 및 평가기준안을 제시하고자 한다.

II. 연구의 내용 및 방법

1. 연구의 내용

연안습지 보전을 위하여 개발에 따른 주변환경에 대한 영향을 최소화할 수 있는 관리방안을 제시하기 위해서는 연안습지의 권역을 설정하여 각각의 알맞은 관리방안을 제시하여야 할 것이다. 이를 위해서 연안습지를 보전지역, 개발과 자연이 공존하는 지역(이하 공존지역), 개발지역으로 구분하여 연안습지의 현황평가 및 그 대응책 마련을 위하



〈그림 1〉 연구의 내용 및 흐름

여 문헌과 기존 연구를 통해 OECD의 PSR(Pressure(압력지표), State(상태지표), Response(대응지표))구조(OECD, 1993)를 기본으로 하여 환경지표를 설정한 다음 개발된 지표 중 개별지표를 각각의 권역에 적용하여 연안습지에 영향을 주는 요소와 현황, 대응책을 평가한다.

본 연구의 내용 및 수행과정은 <그림 1>과 같다.

지표적용에 따른 조사내용은 자연환경 및 인문사회환경, 경제성 평가를 실시하였다. 이는 세 지역의 특성과 차이점을 파악하여 향후 세지역 각각에 맞는 관리방안을 제시하는 근거가 될 것이다.

권역설정 및 관리방안 제시를 위해 필요한 조사항목과 내용은 자연환경은 식물생태계를 중점적으로 식생 및 토양 조사를 실시한다. 인문·사회환경부문은 각 지역의 문화·역사적 가치 등을 통하여 정리하고, 주민 및 이용객 의식 조사를 통하여 개발 및 보전에 대한 의식 및 가능성을 모색하여 적절한 대안을 강구한다.

연안습지의 경제적 가치평가를 위하여 연안습지의 기능 중 수산물생산기능의 경제적 가치를 평가한다.

2. 연구방법

가. 대상지 선정

조사대상지를 선정하기 위하여 먼저 우리나라 서해안 지역의 도시계획현황(1994년 기준)을 살펴보면 녹지지역의 전국 평균 비율이 76.5%에 비하여 높은 지역은 14지역이며 85%를 넘는 지역은 4개지역이었다. 또한 개발지역이라 할 수 있는 주거지역과 상업·공업지역이 가장 높은 지역은 전체면적의 55%로 서천지역이 가장 높았다. 이를 토대로 보면 우리나라의 연안 습지를 크게 자연상태를 유지하고 있는 보전지역과 환경과 개발이 공존하는 지역(이하 공존지역이라 함), 이미 개발된 지역으로 구분할 수 있으며 본 연구에서도 보전지역과 공존지역, 개발지역의 주민들이 각각 인지하는 습지의 의미가 다르고 향후 관리방안도 다를 것이라는 전제하에 구분하였다.

그 결과 보전지역은 녹지면적이 높은 85%이상인 지역 중 조사의 용이성과 신뢰성을 높일 수 있으며 녹지자연등급 8등급이상의 산림이 많으며 자연환경이 잘 보전되어 있는 강화도를 선정하였다. 공존지역은 보전과 개발이 공존하는 지역으로 대안반도 신두리를 선정하였고 개발지역은 개발지역의 비율이 55%로 가장 높으며(건설교통부, 1995)

1989년 화력발전소가 건설된 서천 마량리 지역을 선정하였다.

나. 자연환경조사

자연환경조사에서 식물과 토양 뿐만 아니라 동물조사도 함께 실시하여 자연환경에 대한 전반적인 조사를 하여야 하나 본 연구에서는 식생조사와 토양조사를 중심으로 하였다.

식생조사는 식물군집구조분석을 중심으로 실시하였다. 각 조사구의 수관층위별 중간 상대적 우세를 비교하기 위하여 Curtis & McIntosh(1951)방법으로 상대우점치(I.V.:importance value)를 구하였고 수고를 고려하여 평균상대우점치(M.I.V.: mean importance value)를 다음과 같이 구하였다.

$$I.V. = \frac{\text{상대밀도} + \text{상대피도}}{2}$$

$$M.I.V. = \frac{3 \times \text{교목상층 I.V.} + 2 \times \text{아교목층 I.V.} + 1 \times \text{관목층 I.V.}}{6}$$

수관투영 및 층위구조분석은 식물군집구조 조사구 중 대표되는 지역의 교목층과 아교목층의 수관투영도 및 층위 구조를 도면으로 작성하여 그 구조를 분석하였다.

본 연구대상지의 주요수종별 생장상태를 파악하기 위하여 강화도지역의 곰솔, 상수리나무, 신갈나무, 굴참나무, 오리나무, 태안의 아까시나무, 곰솔, 서천의 곰솔에 대하여 높이 12m에서 생장추를 추출하고 연령을 산출하였다.

토양조사는 각 조사구별로 3개소에서 A0층을 걷어내고 표층으로부터 10~15cm깊이에서 토양을 채취·혼합하여 1kg정도의 시료를 실험실로 운반하여 토양산도, 수분함량, 유기물함량을 측정하였다. 토양산도는 토양과 증류수의 비율을 1:5로 하여 pH meter(TOA HM 30V)로 3반복 측정하였다. 수분함량은 건조기에서 105℃로 24시간 건조시켜 측정하였으며 유기물함량은 회화로에서 600℃로 4시간을 회화후 평량·계산하였다(농업기술연구소, 1988).

다. 인문·사회환경조사

인문·사회환경으로 인구 및 산업시설 현황 및 규모, 주민의 경제활동 양상 및 발전정도 등은 해당 통계연보 등을

참조로 하였으며 주민들에 의한 우리나라의 연안 습지의 현황 평가와 그 평가에 기초한 관리방안을 제시하기 위하여 주민의식조사를 실시하였다. 조사기간은 1997년 8월 14일부터 17일까지 실시하였으며 조사대상지역은 총 강화도와 서천, 태안 각각 60부를 조사하였으나 태안의 경우 습지 인근에 상주하는 주민들의 수가 적었던 관계로 38부가 되었으며 태안 신두리 해수욕장을 찾은 관광객들을 대상으로 20부를 실시하여 총 주민을 대상으로 158부, 이용자들을 대상으로 20부를 조사하였다. 이는 $\pm 6\sim 7\%$ 이내의 샘플오차를 지닌다.(杉山, 1990)

설문표본추출방법으로는 각 지역을 대표성이 있는 주거지를 목적표본추출법에 의해 표본추출하였다. 또한 조사의 편중성을 제거하기 위하여 남과 여, 우리나라 평균연령의 전·후를 기준으로 구분하여 의식조사를 실시하였다.

조사방법은 위에서 나눈 표본추출에 따른 기준에 따라 각 가구를 직접 방문하여 1대 1 면접을 통한 방문면접조사방법을 실시하였다.

만족도에 대해서는 「만족」을 100점, 「조금만족」을 75점, 「보통」을 50점, 「조금불만」을 25점, 「불만」을 0점으로 하는 등간척도의 평점으로 변환하여 각 평가항목별 평점을 평균하였다.

분석방법으로는 SAS 통계프로그램을 이용하여 빈도분석 및 만족도 평가와 각 지역별 주민들이 각 문항에 대한 집단간의 동일성 여부를 알기 위하여 분산분석을 실시하였다. 또한 각 환경에 대한 하위평가항목간의 관계를 추정하기 위해 회귀분석을 실시하였다. 의식조사내용은 크게 조사 대상지의 습지주변환경을 평가하기 위한 만족도 조사와 습지의 향후 관리방안을 제시하기 위한 습지에 대한 질문으로 나누었다.

이용객들을 대상으로한 의식조사의 내용은 위와 동일하며 여행전반에 관한 질문을 추가하였다.

경제성 평가를 위하여 강화를 대상으로 시장가격법을 이용, 기준문헌 및 관련통계연보의 조사·분석을 통하여 수산물의 수량 및 가격, 양식면적을 조사하였다.

III. 환경지표에 따른 연안습지의 평가

본 연구에서는 OECD의 지속가능한 개발을 위해 제안된 PSR구조(OECD, 1993)의 환경지표에 기초하여 연안습지에 적합한 새로운 환경지표를 제안하여 이를 사례지역에

적용시킨 뒤 평가기준안을 제시하였다.

즉, 1단계로 연안습지의 평가를 위한 지표설정을 위하여 자연과 인간의 관계속에서 그 영향을 받고 있는 압력지표(Pressure), 지역특성에 기초한 자연상태를 나타내는 상태지표(State), 문제점 도출에 따른 복원 및 유지방안으로서 대응지표(Response)로 나누어 각 기준인자를 추출하였다. 2단계로 추출된 기준인자를 사례지역에 적용하여 사례지역의 현황을 파악하였다. 마지막으로 1단계와 2단계를 종합하여 각 지표별 산정척도를 설정하여 평가기준안을 제시하였다.

1. 평가지표체계와 항목 설정

평가지표체계는 OECD의 PSR구조를 근거로 하였으며 중요 기준 인자는 국토개발연구원(1997)의 「환경친화적 산지개발」의 선정 기준에 기초하여 연안습지 특성에 맞도록 보완·첨가하였다.

〈표 1〉은 기준설정을 위해 먼저 기준설정시 골격이 되는 평가지표체계와 각 기준인자를 나타낸 것이다.

자연환경에 영향을 미치는 압력지표로는 환경악화지표, 토지이용변화지표, 사회·경제적 지표로 나누어 파악하였다. 환경악화지표에는 귀화 식물의 출현빈도, 병충해정도, 대기오염·수질오염·폐기물 배출량으로 세분화하였으며 토지이용 변화지표에는 개발정도에 따라 나타나게 되는 토지이용 변화율, 습지개간율, 습지이용현황, 개발사업으로 나누었다. 사회·경제적 지표로 지역별 인구 증가율, 고용율, 소득변화, 지가변화, 수산물생산으로 구분하였다.

외부압력에 영향을 받고 있는 자연상태지표는 생태적 다양성지표, 생태적 안정성지표, 생태적 잠재성지표, 환경자원, 경관지표로 구분하였다. 생태적 다양성과 안정성지표는 육상, 해양 생태계로 나누어 구분하였으며 생태계 다양성지표 중 육상 생태계에서 동·식물상(종수 및 개체수), 식생종고, 식생층위로 세분화하였고, 해양생태계는 동·식물상(종수 및 개체수), 수생식물 피복면적으로 구분하였다.

생태적 안정성지표로 육상생태계 중에서 동·식물상(우점종), 식생천이단계, 녹지자연도, 식생수령, 해양생태계에서는 동·식물상(우점종)으로 나누었다.

생태적 잠재성지표로써 생물 서식지 공간 유무에 따라 분류하였고 환경자원으로는 수량, 토양 비옥도, 수질상태, 대기상태로 구분하였다. 경관지표는 지역별 형태, 색채, 질감, 복잡성, 스카이라인 침해율로 나누어 설정하였다.

현상태의 생태적 향상과 자연보전 및 복원을 위한 대응 방안으로써 물리지표, 행동지표, 법제도 지표로 나누어 제시하였다.

<표 1> 기준설정을 위한 평가지표 체계와 항목 설정

구분	환경에 미치는 압력지표 (PRESSURE)	영향을 받는 자연상태지표 (STATE)	회복하기 위한 대응지표 (RESPONSE)
구성 요인	환경악화지표 -기화식물종면적비 -방출해당도 -대기오염물질배출량 -수질오염물질배출량 -폐기물배출량 토지이용변화지표 -토지이용변화율 -도시화율 -습지개간율 -습지이용현황 -개간사업(종류 및 규모) 사회·경제지표 -인구증가율 -고용률 -소득변화 -작가변화 -수산물생산	생태적 다양성지표 -종다양성지표 -종·식물상(종수, 개체수) -식생종교 -식생종회 -해당생태계 -종·식물상(종수, 개체수) -수생식물 피복면적 생태적 환경성지표 -종다양성지표 -식생종교(우점종) -식생원이단계 -유지지연도 -해당생태계 -종·식물상(우점종) 생태적 잠재성지표 -생물서식지 공간유무 (소노지, 초지 등) 환경자원지표 -수량 -토양비옥도 -수질상태(BOD, COD) -대기상태(NO _x , SO _x) 경관지표 -수질 -색채 -경관 -식생상 -스카이라인 친해율	물리적 지표 -수경개천사업 -생태적 이용사업 -생태적 보전사업 (방풍림조성사업) 행동지표 -친화활동(민간단체) -주민참여율 -주민회의 -환경친화적 이용방안에서 -동생의 서식지(먹이,공간) -수상자원의 보고 (생산성, 경제성) -오염물질의 정화지 (수질, 갯벌보전정도) -생태관광지의 자원화 (환경교육프로그램개발, 지역특성에 따른 교육 자원이용) 법제도지표 -연안지역 보전지역선정 (호수보호지역) -협약가입
	환경악화지표 -기화식물종면적비 -방출해당도 -대기오염물질배출량 -수질오염물질배출량 -폐기물배출량 토지이용변화지표 -토지이용변화율 -도시화율 -습지개간율 -습지이용현황 -개간사업(종류 및 규모) 사회·경제지표 -인구증가율 -고용률 -소득변화 -작가변화 -수산물생산		

<표 2> 사례지역 적용을 통한 기준설정 검토

구분	신청 범주	신청 제도	보전 가능 정도		
			보전지역 (강화)	공존지역 (태안)	개발지역 (서천)
P (압력)	환경악화지표	기화식물종면적비		미국자리공유원	
		종수	9~10종	2~3종	3~4종
S (상태)	생태적 다양성지표 (육상생태계·식생)	종수	100개체	74개체	78개체
		식생종회 (DNN)	· 참나무군생육 · 울고 47~42cm · 대경목 6주 조사 · 관목중에서 높은 · 우점종 차지	· 공존: 울고 22~32cm · 울고조사 · 아까시나무: 울고 2~12cm내에 80% 분포	· 공존: 울고 22~32cm · 7주조사
		식생종회	· 자연상태의 교목· 아교목· 관목중의 다중 · 적 식생구조	· 공존과 아까시나무가 · 교목· 아교목을 위주 · 의 단층식생구조	· 공존위주의 단층식생 · 구조
	생태적 안정성지표 (육상생태계·식생)	우점종	상수리나무, 참나무	공존, 아까시나무	공존
		식생원이단계	참나무류등의 · 원이이원단계	공존과 아까시나무 · 결정단계	공존 위주의 단층림
		유지지연도	· 75%이상의 자연림 · 적자수 86% · 종 격차수대비 20.6%	· 75%이상의 자연림 · 적자수 23% · 종 격차수대비 4.9%	· 75%이상의 자연림 · 적자수 14% · 종 격차수대비 3.9%
	생태적 잠재성지표	수령 (과고)	· 상수리나무: 25~30년 · 참나무: 25~30년	· 공존: 15~20년 · 아까시나무: 10~15년	· 공존: 20~25년
		생물서식지양 · 양 · 유무	· 양	· 소노지형식, 초지	
	환경자원지표	토양비옥도 (수분함량 및 유기물함량) (유용한 비옥도)	· 수분함량 27.5% · 유기물함량 7.5% (유용한 비옥도)	· 수분함량 22% · 유기물함량 4.1% (토양비옥도 전조 · 하며 비옥도가 낮음)	· 수분함량 34.4% · 유기물함량 3.73%
		현 대 · 선 해 · 결 감 · 스카이라인 (선)	· 단원형태 우수 · 구조적비율 80%	· 단원형태 존재 · 구조적비율 50%	· 단원형태 부재 · 구조적비율 40%
R (대응)	생물지표	의식 조사	· 전체적으로 만족도 가장 · 높음 · 주변 습지 및 해수욕장 · 등 자연을 이용한 시설 · 에 대한 만족도 높음 · 습지가 가장 중요한 이 · 유로 경제적인 측면이 · 가장 높음	· 전체환경에 대한 만족 · 도 가장 낮음 · 생활환경 중 습지 및 · 대기질에 대하여 가장 · 불만 · 습지가 가장 중요한 이 · 유로 경제적인 측면이 · 가장 높음	
		환경 · 친화적 이용 · 방안	· 원하는 개발유형: 선 · 생태계보전>교목>관목 · 단지>생태단지	· 원하는 개발유형: 생태 · 유원화단지>생태단지 · >공업단지	

* P(Pressure): 압력, S(State): 상태, R(Response): 대응

물리적 지표는 수질오염에 따른 개선사업, 정화식물 개발 등의 적극적인 연구활동, 생태적 이용 및 보전방안(방풍림 조성)으로 구분하였다. 행동지표는 환경보호활동을 위한 민간 단체의 적극성, 지역별 주민참여율 및 주민의식정도, 각 지역에서 도출할 수 있는 환경친화적 이용방안으로써 물세의 서식처, 수자원 보고, 오염물질의 정화지, 생태관광의 자원화로 세분화하였다. 법제도 지표으로써, 현재 습지에 대한 관심이 높아지고, 연안습지의 환경 및 생태학적 가치가 인식되면서 국제 습지를 보호하기 위한 람사(Ramsar)협약이 1971년 채택되었으며, 습지보호를 위한 다각적 움직임이 활발해지고 있다. 연안지역 보전지역 설정에 대한 법제도의 설정 및 국제협약가입 등의 구성인자로 나누어 세분화하였다.

2. 사례지역 적용을 통한 지표체계 검토

앞에서 제시한 평가지표 체계와 기준을 사례지역의 현황조사 결과에 적용하여 검토하였다.

그 결과 압력지표(Pressure) 중 환경악화지표의 귀화식

물출현빈도는 공존지역인 태안에서 미국자리공의 출현율이 높다. 그리고 육상생태계에 한정한 상태지표(State) 중 생태적 다양성지표로서의 식생종회는 서천과 태안지역은 교목 위주의 단층식생구조, 강화지역은 교목· 아교목, 관목 위주의 다층적 식생구조를 나타내었다. 생태적 안정지표으로써 식물상조사 결과 우점종은 서천·태안 지역은 곰솔과 아까시나무이며, 강화지역은 상수리나무위주의 참나무류이다. 생태적 잠재성지표로서 생물 서식지의 장소가 될 수 있는 공간의 유무에 따른 결과 태안의 소노지를 포함하고 있는 초지가 소동물의 서식지와 산림과의 자연스러운 연결을 유지할 수 있는 잠재공간으로 작용할 수 있다.

대응지표의 행동지표로서 주민의식 결과 세지역 모두 습지가 가장 중요한 이유로 경제적인 측면이 가장 높으며 강화지역은 생활환경 중 대기질에 대하여 가장 만족하고 있으며 태안지역은 다른 지역에 없는 소노지와 초지의 존재, 레크레이션 경관과 깨끗한 해안, 해수욕장 등의 존재로 자연환경과 생활환경 등 전체적인 환경에 가장 만족하고

있었다. 서천지역은 전체환경에 대한 만족도가 가장 낮으며 이는 주변 발전소의 영향으로 볼 수 있다. 환경친화적 이용 방안으로서 강화는 현재 습지를 개간하여 사용하고 있는 경작지에 대해 더많은 확보를 원하고 있었다. 태안의 경우 원하는 개발유형이 생태단지개발)위락단지개발순으로 분석되어 기존의 해수욕장의 존재로 위락단지화할 수 있는 잠재성이 있으며 소늪지공간이 생태관광지의 자원이 될 수 있다는 주민들의 의식을 파악할 수 있었다. 서천의 경우에는 원하는 개발유형으로 교육문화단지)생태단지)공업단지순으로 분석되었으며 다른 지역에 비하여 개발성향이 있는 시설들을 원하고 있었다.

3. 기준안 제시

앞에서 연구된 결과를 바탕으로 연안습지의 바람직한 보전 및 개발 방향을 위한 기준안을 다음 <표 3>, <표 4>, <표 5>와 같이 제시할 수 있다.

<표 3> 압력지표에 기초한 권역별 기준설정

구분	산정변수	절대보전 ← 공존가능 → 개발가능 (산정척도)	
환경악화 지표	없음	← 귀화식물출현빈도 →	있음
	없음	← 병충해유무 →	있음
	적음	← 대기오염배출량 →	많음
	적음	← 수질오염배출량 →	많음
	적음	← 폐기물 배출량 →	많음
압력 지표 (Pressure)	낮음	← 토지이용변화율 →	높음
	노립	← 도시화율 →	빠름
	노립	← 습지 개간율 →	빠름
	직접적	← 습지 이용원활 →	간접적
	소규모 단순	← 개발사업 (종류 및 규모) →	대규모 복잡
사회·경제 지표	낮음	← 인구증가율 →	높음
	낮음	← 고용율 →	높음
	없음	← 소득변화 →	많음
	없음	← 지가변화 →	많음
	많음	← 수산물 생산 →	적음

압력지표(Pressure)의 산정변수는 환경악화지표, 토지이용변화지표, 사회·경제지표로 구분하였다. 환경악화지표의 귀화식물출현빈도와 병충해유무는 연안습지의 절대보전을 위한 절대평가가치를 없음과 있음으로 구분하였으며 대

기오염·수질오염·폐기물배출량은 개발이 될수록 증가되는 요인으로 적음과 많음으로 나누었다. 토지이용변화지표의 토지이용변화율은 낮고 높음으로 제시하였으며 도시화율 및 습지개간율은 개발이 가속화될수록 빠르게 진행되므로 느림, 빠름으로 나누었다. 습지이용현황은 개발적인 측면에서 직접적·간접적, 개발사업(종류 및 규모)은 소규모·단순, 대규모·복잡으로 제시하였다. 사회·경제적 지표로 인구증가율 및 고용율은 개발이 진행될수록 증가하므로 높고 낮음으로 구분하였으며 소득변화 및 지가변화에 있어서도 인구증가와 고용율에 비례하여 없음과 있음으로 세분하였다. 수산물생산은 보전정도에 따라 증가하게 되는 요인이므로 많고 적음으로 구분하였다.

상태변수(State)의 산정변수로는 생태적 다양성지표, 생태적 안정성지표, 생태적 잠재성지표, 환경자원지표, 경관지표로 구분하였다. 생태적 다양성 지표에서 동·식물상에 있어 육상생태계의 보전지역일수록 다양한 종과 개체수를 나타내므로 많음, 적음으로 제시하였으며 식생의 흉고 및 층위에 있어 원수종이 잘 보전된 지역일수록 대경목이 많이 생육하고 다층적 식생구조를 형성하고 있기 때문에 개발정

<표 4> 상태지표에 기초한 권역별 기준설정

구분	산정변수	절대보전 ← 공존가능 → 개발가능 (산정척도)		
생태적 다양성지표 (육상생태계)	많음	← 동·식물상 (종수 및 개체수) →	적음	
	대경목 다층	← 식생 흉고 식생 층위 →	소경목 단순	
(해양생태계)	많음	← 동·식물상 (종수 및 개체수) →	적음	
	대밀집	← 수생식물의복원력 →	소밀적	
생태적 안정성지표 (육상생태계)	고유종	← 동·식물상 (유일종) →	이원종	
	안정	← 식생권이안계 →	불안정	
	높은 비윤	← 수리지안도 (7등급이상) →	낮은 비윤	
	싱글립	← 식생 수명 (20년생 이상) (20년생 이하) →	유목립	
상태 지표 (State)	(해양생태계)	고유종	← 동·식물상 (유일종) →	이원종
		유	← 생물시식지 유무 (소늪지, 호지 늪) →	무
환경자원지표	풍산	← 수 양 →	부족	
	높음	← 토양 비옥도 →	낮음	
	양호	← 수질 상태 (BOD, COD) →	불량	
	양호	← 대기 상태 (NO _x , SO _x) →	불량	
경관지표	수세	← 형태 (단일형태) →	약세	
	높음	← 색 채 (우초비유) →	낮음	
	가	← 전 간 →	강	
	단순	← 부 장 상 →	복잡	
낮음	← 스카이라인 취해율 →	높음		

도에 따라 대·소경목, 다층·단층으로 구분하였다. 해양생태계도 육상생태계와 같이 보전지역일수록 다양한 종과 개체수, 대면적의 수생식물피복도를 나타내므로 많고 적음과 대면적·소면적으로 제시하였다. 생태적 안정성지표에서 동·식물상(우점종)은 보전지역일수록 고유종의 비율이 높으며 개발정도에 따라 새로운 이질종의 출현이 증가하게 된다. 즉, 고유종과 이질종으로 구분하였고 식생수령 및 천이단계에서 보전지역일수록 20년생이상의 수령이 높은 성숙림이며 생태적 천이단계상 안정적이므로 성숙림·유목림, 안정·불안정한 상태로 나누었다. 환경부기준에 따른 녹지자연도에서 7등급이상의 차지율이 보전지역→개발지역으로 갈수록 낮아지는 경향을 보이므로 높고 낮은 비율로 구분하였다.

환경자원지표로서 보전정도에 따라 풍부한 수량 및 비옥한 토양조건, 양호한 수질·대기상태를 나타내므로 설정기준으로 풍부·부족, 높고 낮음, 양호·불량으로 제시하였다.

경관지표로서 단일형태의 우세·약세로 나누었으며 색채에 있어 주변과의 조화색인 주조색의 비율에 따라 높고 낮음으로 구분하였다. 질감과 복잡성은 전체경관에 있어 약·강, 단순·복잡, 스카이라인 침해율은 보전지역일수록 낮으므로 높고 낮음으로 구분하였다.

〈표 5〉 대응지표에 기초한 권역별 기준설정

구분	산정변수	공존가능 (산정척도)		
		← 절대보전	→ 개발가능	
대응지표 (Response)	물리적 지표	적당적	수질개선사업	소극적
		적당적	생태적 이용사업	소극적
		적극적	생태적 보전사업 (방풍림조성)	소극적
	행동지표	환반	보호 활동 (민간단체)	침체
		낮음	주민참가율	낮음
		높음	주민의식	낮음
		높음	환경친화적 이용방안제시	낮음
		높은 잠재성	목재 서식지	낮은 잠재성
		높음	수산자원의 보고 (생산성·경제성)	낮음
		높음	오염물질의 정화능	낮음
		가능성 높음	생태관광지의 자원화 (환경교육프로그램 개발)	가능성 낮음
		법제도 지표	있음	연안지역 보전지역선정
	있음		협약 가입	없음

대응지표(Response)의 산정변수로서 물리적 지표, 행동지표, 법제도지표로 구분하였다. 물리적 지표에서 수질개선사업과 생태적 이용 및 보전사업은 보전지역일수록 적극적인 대책방안이 이루어져야 한다.

행동지표로서는 민간단체의 보호활동, 주민참가율, 주민의식으로 나누어 볼 수 있으며 민간단체의 활동은 보전지역일수록 활발하고, 주민의식수준 및 참가율을 높여야 한다.

환경친화적 이용방안으로는 물새의 서식지, 수산자원의 보고, 오염물질의 정화능, 생태관광지의 자원화에 있어 보전지역일수록 높은 잠재성과 수산자원의 풍부한 생산성, 다양한 환경교육프로그램개발 등이 제시되어야 한다.

법제도지표로는 보전지역에 연안지역의 보전지역설정, 국제적 협약가입 등 법적 체계가 마련되어야 한다.

IV. 결론

연안습지의 보전과 효율적인 이용을 위하여 우리나라의 연안습지를 보전, 공존, 개발지역으로 구분하여 대표적인 지역을 대상으로 OECD 환경지표에 기초해 새롭게 작성된 평가지표에 의해 습지생태계 현황을 평가한 결과는 다음과 같다.

보전지역은 압력지표의 환경악화지표 중 귀화식물출현빈도나 대기오염배출량, 수질오염배출량은 없는 쪽에 가까우며 토지이용변화지표 중 도시화율이나 습지개간율이 느린쪽에 가깝다. 상태지표의 경우 생태적 다양성지표 중 동·식물상은 많은 쪽에 가까우며 식생층위는 다층구조이다. 생태적 안정성지표의 경우 동·식물상은 고유종이 많으며 식생천이단계는 안정적이다. 대응지표의 물리적 지표 중 수질개선사업이나 생태적 보전사업 등이 적극적으로 이루어지며 또한 행동지표로서 보호활동이나 주민참가율, 주민의식 등이 높다. 결과적으로 보전지역은 주민참가율이나 주민의식 등을 고양시킴과 현재의 상태를 유지하면서 최소한의 개발을 유도하는 관리방안이 필요하다.

개발지역은 압력지표의 환경악화지표 중 귀화식물출현빈도는 있는 쪽에 가까우며 대기오염배출량, 수질오염배출량은 많은 쪽에 가깝다. 토지이용변화지표 중 도시화율이나 습지개간율이 빠른쪽에 가깝다. 상태지표의 경우 생태적 다양성지표 중 동·식물상은 적은 쪽에 가까우며 식생층위는 단층구조에 가깝다. 생태적 안정성지표의 경우 동·식물상은 이질종이 많으며 식생천이단계는 불안정한 지역이다. 대

용지표의 물리적 지표 중 수질개선사업이나 생태적 보전사업 등이 소극적으로 이루어지며 또한 행동지표로서 보호활동이나 주민참가율, 주민의식 등이 낮다. 결과적으로 사례지역인 서천과 같이 기개발이 되어 있는 지역의 경우 개발에 대한, 자연, 생활, 사회·경제환경의 영향을 최소화시키면서 다양한 개발프로그램이 마련되어야 할 것이다. 또한 개발로 인하여 주변에 남아있는 산림의 개발을 최소화하는 유지방안이 마련되어야 하며 적극적으로 보호활동을 추진하고 주민의식을 고양시켜야 할 것이다.

공존지역은 압력지표, 상태지표, 대응지표의 각각의 산정변수 척도의 중간정도를 차지하는 지역으로 보전지역과 개발가능지역의 중간정도를 나타낸다. 공존지역의 관리방안으로 사례지역인 태안반도 신두리를 예를 들어 설명하면 태안은 신두해수욕장의 이용객들로 인한 텐트설치 등으로 산림의 황폐화, 나지화 등 자연이 훼손되어 있는 지역이었

다. 이 지역은 50m×25m의 소늪지공간을 포함하고 있는 100m×60m의 초지가 있어 생물다양성 증진 및 서식지로서 생태적 잠재성이 내재되어 있는 지역으로 사료된다. 대응지표는 전체적으로 태안과 같이 양호한 자연환경과 개발 잠재력이 있는 공존지역은 생태단지개발이나 생태관광개발 자연학습로 조성하고 같이 습지생태계를 보전하면서 자연과 어우러지는 개발 즉, 자연훼손의 최소화와 다양한 생물서식 공간으로써의 중요성을 이용자 및 주민들에게 재인식시킬 수 있어야 할 것이다.

본 연구에서 제시하는 권역별 기준은 설정한 지표를 사례지역에 적용한 결과를 토대로 작성되었으나 우리나라 전역의 연안습지에 해당되기 위해서는 많은 연구와 검토가 필요하다는 한계를 지니고 있으며 본 연구에서는 연안습지의 효율적인 관리를 위한 기준안을 시험적으로 제시하였다고 할 수 있다.

參 考 文 獻

1. Curtis, J.t. and R.R. Mcintosh(1951), An upland Forest continuum in the prairie-forest border region of Winsconsin, Ecology 32 : 487-496.
2. Edward B Barbier, Mike Acreman and Duncan Knoweler(1997), Economic Valuation of Wetland : 127.
3. OECD(1993), Indicators for the Integration of Environmental Concerns into Transport Policies, -Environment Monographs No. 79, GD : 133.
4. The Environment Agency(1997), " Wetland in Japan" : 15-16.
5. 각 지역별 통계연보(1994, 1995).
6. 건설교통부(1995), 도시계획현황.
7. 건설교통부(1996), 국토이용계획결정조서.
8. 건설교통부(1996), 연안역 통합관리체제 구축을 위한 조사연구 최종보고서 - 서해안 실태조사와 국내·외 제도분석 : 558.
9. 경기개발연구원(1997), 경기 21세기 제11호 : 120.
10. 국토개발연구원(1997), 자연친화적 산지개발에 관한 연구 : 231.
11. 농림수산부(1995), 농촌마을 생태관광지 조성 기본 계획 제 1차년도 결과보고서 : 209.
12. 농어촌진흥공사 농어촌연구원(1996), 습지의 특성분석 및 관리대책연구(I) : 92.
13. 농업기술연구소(1988), 토양화학분석법-토양·식물체·미생물-, 농업진흥청 : 450
14. 박태윤&이동근(1997), 연안습지의 보전 및 효율적 이용방안에 관한 연구, 한국환경정책·평가원 : 1.
15. 성현찬(1997), 전략환경평가 모형의 개발과 적용에 관한 연구, 서울대학교 박사학위논문 : 105-111.
16. 李東根(1993), 住民意識に基づく地域環境評價に関する研究, 東京大學農學部綠地學研究室 : 30-32
17. 이동근(1997), 자연환경에 대한 주민의 평가와 평가요인에 관한 연구, 환경영향평가 제6권 제1호 : 68-69
18. 환경부 자연생태과(1996), 갯벌조사결과.
19. 환경부(1990), '90 자연생태계 전국조사지침.
20. 환경부(1991), 녹지자연도, -경기도-, · 환경부(1996), 갯벌보전과 이용의 경제성평가.
21. 환경부(1996), 습지보전 및 현명한 이용을 위한 세미나, 118쪽.
22. 杉山明子(1990), 「現代人の統計-社會調査の基本」 : 34-35.