

GIS 기반 연안 용도해역 적성평가 방안

이근상¹ · 임승현^{2*}

GIS-Based Suitability Assessment Plan of Coastal Zoning System

Geun-Sang LEE¹ · Seung-Hyeon LIM^{2*}

요 약

본 연구에서는 정부의 연안용도해역제 법제화에 따른 실질적인 용도해역 분류에 필요한 GIS 기반의 연안해역 적성평가 모형을 개발하였다. 먼저 본 연구에서는 연안지역과 관련된 여러 가지 법규, GIS 데이터베이스 그리고 활용시스템을 조사하였다. 또한 용도해역 적성평가 지표들을 계산하기 위한 GIS 분석 모델은 격자자료 모델을 선정하였으며, 물리적 특성을 비롯한 해역 및 공간적 입지특성을 구성하는 지표들을 계산하기 위한 격자 기반의 분석 기법을 제시하였다. 지표들의 임계치는 연안관련 법규와 토지적성평가에서 제안된 기준들을 이용하여 제시하였으며, 특히 GIS 자료의 특성을 반영하기 위해 퍼지함수와 같은 연속적인 형태의 산정 기법을 제시하였다. 그리고, 본 연구에서는 표준화점수를 이용하여 적성등급을 구분하고, 이로부터 보전관리우선해역, 이용관리우선해역 그리고 계획관리우선해역을 지정하는 모형을 개발하였다. 본 연구에서 제시된 연안 용도해역 적성평가 모형이 실무에 적용될 때, 대상지역의 공간적 범위와 GIS 데이터베이스를 고려한다면 매우 효과적인 업무 수행이 가능해질 것으로 판단된다.

주요어 : 용도해역, 적성평가, 격자모델, 퍼지이론

ABSTRACT

This study developed a GIS-based suitability assessment model of coastal zoning system that is needed in the substantial classification of coastal zoning system according to the establishment of law about coastal zoning system. First, this study investigated several kinds of regulations, GIS database and application system related coastal area. Also, grid data model was selected as the GIS analytical model for

2013년 3월 25일 접수 Received on March 25, 2013 / 2013년 5월 2일 수정 Revised on May 2, 2013 /
2013년 6월 16일 심사완료 Accepted on June 16, 2013

1 전주비전대학 지적부동산과 Dept. of Cadastre and Real State, Vision University of Jeonju

2 전북발전연구원 새만금지역개발연구부 Dept. of Semangum & Regional Development, Jeonbuk
Development Institute

* Corresponding Author E-mail : shlim@jthink.kr

calculating items of suitability assessment of coastal zoning system. And Grid-based analytical method was suggested for calculating items composing of sea and spatial location characteristics including physical one. Critical values of items were presented using standards that were suggested in coastal regulations and land suitability assessment. Especially, this study presented a calculation method of continuous pattern as fuzzy set function for reflecting the characteristics of GIS data. And this study classified the suitability grade using Z-score and developed model designating coastal zone as conservation management priority, utilization management priority, and planning management priority. This study is judged that very efficient business performance is possible if we consider the spatial coverage of study area and GIS database when the suitability assessment model of coastal zoning system that is suggested in this study, is applied to business works.

KEYWORDS : *Costal Zoning System, Suitability Assessment, Grid Model, Fuzzy Theory*

서 론

정부는 연안용도해역제 및 자연해안관리목표제의 법제화를 통해 연안환경을 보전하고 지속가능한 개발을 도모하기 위해서 연안을 그 특성에 따라 관리하도록 하는 연안관리법 개정안을 2009년 3월 공포하였으며, 2010년 3월 동법이 시행됨에 따라 신(新) 연안관리제도의 도입을 위한 후속 조치를 추진 중에 있다. 특히 신 연안관리제도의 도입을 감안하여 제2차 연안통합관리계획 수립을 추진하고 있으며 계획이 완료되면 하위계획인 연안관리지역계획의 전면 재수립이 불가피한 상황이다.

신 연안관리제도의 핵심인 연안용도해역제에 따라 연안해역을 구분하는 연안용도해역적성평가 제도는 연안해역의 이용과 보전의 방향을 결정하는 데 있어 합리적이고 객관적인 방법과 기준을 필요로 한다. 따라서 본격적으로 해역공간의 적성평가를 실시하기 이전에 평가체계에 대한 제반 내용을 고찰하고 현행 「국토의계획및이용에관한법률」에 의거하여 실시되고 있는 토지적성평가제도의 주요내용과 비교 검토하여 해역공간을 대상으로 한 적성평가의 평가모형을 정립하는 것은 매우

중요하다.

토지적성평가는 보전할 지역과 개발할 지역을 합리적으로 구분하여 질서있는 국토이용과 보전을 도모할 목적으로 2003년 1월부터 시행된 「국토의계획및이용에관한법률」의 제정과 더불어 도입된 제도이다(Ministry of Construction & Transportation, 2003; Chae and Oh, 2004). 정부는 토지적성평가제도의 원활한 시행을 지원하기 위해 「국토계획법 운용지침」을 마련하였으며, 이에 따르면 토지적성에 영향을 주는 요인을 크게 물리적 특성요인, 토지이용 특성요인, 공간적 입지요인으로 구분하고, 각 요인별로 평가에 이용하는 지표를 선정한 바 있다(Korea Research Insitute for Human Settlements, 2002). 토지적성평가에 관한 기존 연구를 살펴보면, 먼저 Kim(2005), Lee(2005), Jeong and Lee(2005)는 토지적성평가시 GIS DB의 정확도 향상 및 GIS 공간중첩 기법을 통한 개선방안을 제시하였으며, Oh and Hwang(2004)은 토지적성평가의 지표개발 및 가중치 설정에 관한 연구를 수행하였다. 또한 Yuh and Lim(2004)은 토지적성평가중 평가체계Ⅱ를 중심으로 평가지표 및 활용 등에 관한 개선방안을 연구하였다.

연안의 적정 용도해역 지정에 필요한 모형을 개발하기 위해서는, 기본적으로는 국내의 토지적성평가 지침에서 제시된 지표들과 각 지표들을 분석하기 위한 다양한 GIS 적용 연구들을 분석해야 하며, 아울러 연안이 가지고 있는 공간적 특성을 고려하여 한다. 이를 위한 외국의 연안관리 법안이나 프로그램들을 살펴보면, 미국의 경우 연안역관리법(Coastal Zone Management Act)에 근간을 두고 있으며, 그 외에 해양대기청(NOAA)이 추진하고 있는 연안관리프로그램 및 국가해양보호프로그램이 대표적이다(Ehler, 2002). 연안역관리법의 제정목적으로는 먼저, 연안자원 이용간의 이해상충 관계를 해소하는 기능을 비롯하여 연안자원보호와 경제·문화적 차이의 균형을 추구하고, 주정부 및 지방정부에 연안자원 관리에 관한 결정권을 부여하는 것이다(Lott, 2002). 캐나다는 연방정부의 수산해양부에서 해양자원관리를 담당하고, 주정부는 관할구역 내 연안육역 이용계획 뿐만 아니라 해안선과 일부 해역에 대한 권한을 가지고 있어 관리부문은 연방정부와 주정부로 이원화되어 있다(Gibson, 1999). 그리고 일본의 연안 보전이 이용개발과 관련된 법률로는 해안법, 공유수면 매립법, 항만법 등이 있어 있으며 연안관리법을 제외하고는 우리나라와 유사한 법체계를 가지고 있다.

본 연구의 목적은 효율적이고 체계적인 연안관리 업무 추진에 필요한 용도해역 적성평가 방안을 제시하는 것으로서, 이를 위해 먼저 토지적성평가에서 제시된 분류체계 및 지표항목 그리고 각 지표를 계산하기 위해 이용되는 GIS 기반의 다양한 활용 방법들을 분석하였다. 또한 국내외 연안관련 법률 및 프로그램 그리고 2009년 3월 「연안관리법」을 통해 제시되고 있는 연안해역 적성평가 항목들을 검토하였다. 이를 통해 GIS 기반의 용도해역 적성평가를 위한 후보 지표군을 도출하였으며, 각 지표별 임계치 설정 및 평가방법을 제시하

였다. 아울러 각 지표별 평가점수와 가중치로부터 등급을 설정하고 각 등급별로 용도해역을 구분하는 절차를 소개하고자 하였다.

연안용도해역제와 해양 공간정보

1. 연안용도해역제

2009년 3월 「연안관리법」이 개정됨에 따라 연안용도해역 지정에 위한 연안해역 적성평가의 고려사항 및 평가항목 등을 정하고 자연해안선 길이 및 자연해안에 연접한 연안식지 등과 같은 연해안 관리목표를 대상으로 연안의 보전과 지속가능한 이용·개발을 위하여 연안용도해역제 등 새로운 제도가 도입되었다(Korea Maritime Institute, 2007).

연안용도해역제는 국토계획법의 용도지역체계와 비슷한 제도로써, 연안해역에도 4가지 용도지역을 두어 관리하기로 한 것이다. 연안용도해역은 연안해역의 효율적인 보전·이용 및 개발을 통하여 공공복리를 증진할 목적으로 4개 연안해역으로 구분하여 관리하도록 용도를 미리 정하여 중복되지 아니하게 연안관리지역 계획으로 결정한다. 연안해역기능구는 연안용도해역의 기능을 증진·보완하기 위하여 연안해역의 이용 상태 및 기능에 따라 연안관리법 제9조에 따라 연안관리계획으로 결정하는 연안해역을 말한다. 연안해역기능구는 연안해역을 해역의 기능에 따라 19개 기능구로 구분하고 있으며, 동일 해역 내에서 지역의 특성에 따라 중복이나 세분화도 가능하도록 하여 연안해역기능구의 운용의 효율성을 높일 수 있도록 하고 있다. 4개 연안용도해역은 바다 이용의 효율성 제고와 지속 가능한 이용체계를 확립하기 위해 이용연안해역, 특수연안해역, 보전연안해역, 관리연안해역으로 구분되며 이들은 다시 19개의 연안해역기능구로 세분화된다.

이용연안해역은 이용 또는 개발이 확정되어 있거나 예상되는 해역으로 주요 연안해역기능구로는 항만구, 어항구, 레저관광구, 해수욕장

TABLE 1. Marine spatial information

구분	사업명	해양 공간 DB 구축 내용
기본지리 정보 구축	해안선조사측량 및 DB구축	해안선 11630km(육지부 6230km, 도서지역 5,690km) 조사 및 측량도면
	연안해역 해저정보조사 및 DB구축	해저지형, 수심, 조석, 조류, 해양시설물
	해양기본지리정보구축	항만기본도, 연안기본도
	전자해도제작 및 갱신	전자해도, 보정도, 소형선용전자해도 등
활용유통 체계 구축	해양공간정보시스템	수치해도, 연안정보도, 측량원도, 항만기본도, 어업정보도, 어초어장도
	해양GIS포탈 (www.mgis.go.kr)	기본도(국가해양기본도, 연안기본도, 항만기본도, 지자기전자력도, 천부지층분포도 등) 주제도(수치해도, 어업정보도, 어초어장도, 전자해도, 어업용해도, 항만접근도, 항해도 등)
	국가해양환경정보통합시스템 (www.meis.go.kr)	수질정보, 오염정보, 관측정보, 생태정보, 대기정보, 폐기물정보, 적조정보, 화학물질정보
	연안관리정보시스템 (www.coast.kr)	연안정보도, 갯벌지도, 연안이용현황도, 연안구역, 수산자원보전지역, 공유수면매립현황도 등

구, 광물자원구 등이다. 항만구는 항만 건설과 항만의 기능 유지를 위하여 필요한 구역이고, 어항구는 어항건설과 어항의 기능 유지를 위해 필요한 구역, 레저관광구는 연안에서의 레저관광활동을 지원하기 위하여 필요한 구역, 해수욕장구는 해수욕장 기능을 유지하기 위하여 필요한 구역, 광물자원구는 광물 또는 골재를 채취하기 위하여 필요한 구역으로 구분된다. 특수연안해역은 군사 및 국가중요시설의 보호를 위하여 필요하거나 해양 환경이 훼손되어 특별한 관리가 필요한 해역으로 주요 연안해역기능구로는 재해관리구, 군사시설구, 산업시설구등으로 구분된다. 재해관리구는 해일, 침식 또는 적조 등 연안재해가 자주 발생하여 관리가 필요한 구역, 군사시설구는 군사시설을 보호하기 위하여 필요한 구역, 산업시설구는 발전소, 유류비축시설 등 국가 기간산업 시설을 유지를 위해 필요한 구역으로 구분된다. 보전연안해역은 연안환경 및 자원의 보호 등을 도모하기 위하여 관리가 필요한 해역으로 주요 연안해역기능구로는 수산생물자원보호구, 해양생태보호구, 공원구, 어장구 등으로 구분된다. 수산생물자원보호구는 수산자원

을 보호·육성하기 위하여 필요한 구역, 해양생태보호구는 해양생물 서식지를 유지하기 위하여 필요한 구역, 공원구는 자연공원의 기능을 유지하기 위하여 필요한 구역, 어장구는 마을 어업, 양식어업 등 어장의 기능을 유지하기 위한 구역으로 구분된다. 관리연안해역은 용도가 정해지지 않았거나 둘 이상의 용도해역에 해당되며 용도구분이 곤란한 해역이다(Korea Maritime Institute, 2007; Korea Maritime Institute, 2008; Ministry of Land, Transport and Maritime Affairs, 2009).

2. 해양 공간정보 현황

GIS 기반 연안 용도해역 적성평가 모형 개발을 위해, 국내 해양 관련 공간정보 구축 현황을 조사하여 분석하였다. 해양관련 공간정보 구축사업은 2001년 이후 당시 해양수산부와 산하 기관인 국립해양조사원에서 사업을 총괄하였으며, 표 1과 같은 주요 해양 공간 DB는 연안용도해역 적성평가의 주요 자료원으로 활용될 수 있다(Choi *et al.*, 2008; Kim *et al.*, 2011).

용도해역 적성평가 체계 및 지표 선정

1. 용도해역 적성평가 체계 구성

연안해역의 공간적 범위는 2009년 개정된 연안관리법 제2조에 명시된 연안해역과 연안육역으로 규정할 수 있으며, 그림 1과 같이 연안해역은 만조수위선으로부터 영해 외측 한계까지의 바다와 바닷가를 의미한다. 여기서 바다는 해안선으로부터 영해의 외측한계까지의 사이를 지칭하며 바닷가는 해안선으로부터 지적공부에 등록된 지역까지의 사이를 말한다. 또한 기준이 되는 해안선은 만조수위선이며, 연안해역과 함께 연안을 구성하는 연안육역은 무인도서와 연안해역의 육지경계선으로부터 최대 500m 또는 1km(지정항만, 국가어항, 산업단지) 이내의 육지지역을 의미한다(Gochang-Gun, 2009).

연안해역의 해상경계는 육지로부터 약 50km~80km이상 떨어진 영해한계선까지이며, 적성평가의 공간적 범위가 연안해역의 전체지역으로 설정될 경우에는 다음과 같은 문제가 예상된다. 첫째, 해안선으로부터 원거

리에 있는 외해역으로 갈수록 평가대상해역의 개별 공간사이에 큰 차이가 발생하지 않고 결과가 거의 비슷하게 나타날 가능성이 크다. 둘째, 외해역으로 갈수록 해양관련 조사가 미비하여 평가에 적용할 수 있는 지표가 현재로서 많지 않다. 셋째, 용도해역 적성평가의 경우 육지에서 실시하는 토지적성평가와 달리 해역이라는 위치적 특수성으로 적용 가능한 평가지표가 담고 있는 기준 객체가 위치적으로 편중되어 존재할 가능성이 많다. 따라서, 이러한 용도해역 적성평가의 현실적 제약요소로 인하여 본 연구에서는 적성평가의 공간적 범위를 영해직선기선까지의 연안으로 한정하는 것이 타당할 것으로 판단된다.

현재 시행되고 있는 토지적성평가의 경우 평가의 기초단위를 필지 또는 일정 크기의 격자로 정하여 실시되고 있다. 그러나 연안해역을 대상으로 용도해역 적성평가를 실시하는데 있어 기초가 되는 공간단위는 토지와 달리 해역을 구분하는 경계선이 지정·관리되고 있지 않기 때문에 적성평가의 대상이 되는 공간을 임의로 설정하여 설정된 개별공간을 대상으로 적성평가를 수행해야 한다. 하지만 적성평가를 실시하기 위해서 연안해역을 어떤 크기와 모양으

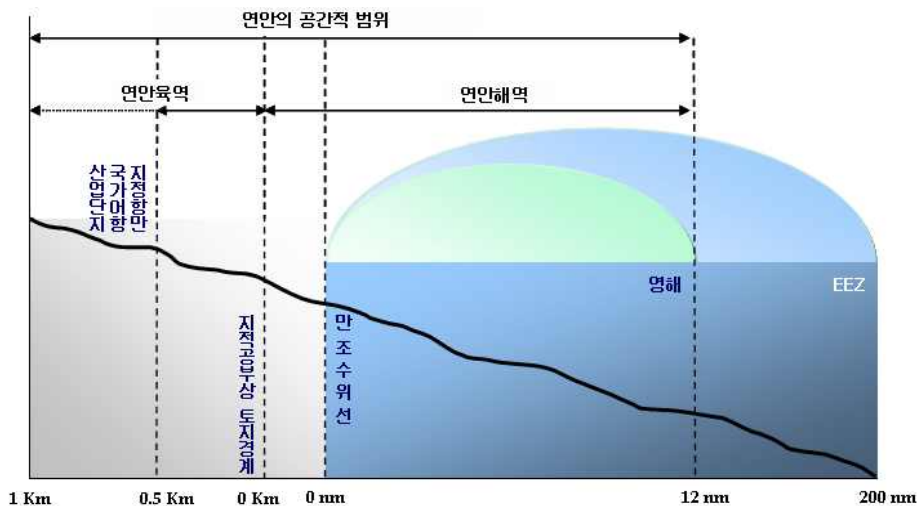


FIGURE 1. Spatial boundary of costal area

로 분할하여 평가의 대상으로 정해야 합당한지에 대한 뚜렷한 기준이 현재로서는 제시되어 있지 않다. 다만, Korea Maritime Institute (2008) 에서는 해역평가를 격자방식으로 실시하되, 평가대상 해역의 특성을 고려하여 격자크기는 100m×100m에서 1km×1km 이내에서 적용하도록 제안하고 있다. 본 연구에서는 보다 상세한 연안해역의 적성평가를 위해 100×100m의 격자크기를 활용하는 것이 바람직하다고 사료된다.

연안용도해역 적성평가 체계는 연안관리법 제15조의 연안해역의 용도구분에 따른 용도해역의 지정과정으로 타법에 의해 기지정된 법적인 용도 및 연안해역기능구 등을 감안하여 이용연안해역, 특수연안해역, 보전연안해역, 관리연안해역으로 분류하게 된다. 따라서 현실적으로 관계법상의 해당용도에 따라 1차적인 용도해역은 연안관리법 제 17조에 따른 연안용도해역 지정에 대한 의제처리에 따라 결정되는 구조이다.

2. 용도해역 적성평가 지표 선정

적성평가의 평가지표는 현실성, 정확성, 그리고 대표성을 갖추어야 한다. 여기서 현실성은 GIS 공간정보 등이 구축되어 있거나 혹은 구축이 가능한 지표로서, 실제 적용이 가능한 것을 의미하며, 정확성은 평가지표로 사용될 공간자료의 위치정확도와 속성 정확도가 확보될 수 있는 지표가 선정되어야 함을 의미한다. 마지막으로 대표성은 해당 평가특성을 최대한 반영할 수 있는 대표지표가 선정되어야 함으로 의미한다.

본 연구에서는 용도해역 적성평가에 필요한 지표를 선정하기 위해, 먼저 표 2와 같은 토지 적성평가에서 제시된 평가지표를 참고로 하여 (Ministry of Construction & Transportation, 2003), 표 3과 같은 용도해역 적성평가 후보 지표군을 선정하였다.

먼저 물리적 특성 지표를 살펴보면, 격자단위의 용도해역 적성평가지 각 격자의 수심과

TABLE 2. Items for land suitability assessment

평가특성	평가지표
물리적 특성	경사도, 표고, 재해발생위험지역
토지이용특성	도시용지비율, 용도전용비율, 인근용도가 불부합성, 지가변동률 또는 지가수준, 농업진흥지역비율, 전·답·과수원면적비율, 경지정리 면적비율, 생태자연도상 상위 등급 비율, 보전지역 면적비율, 녹지자연도 상위등급 비율, 임상도 3등급 이상 비율, 토지적성등급
공간적 입지특성	기개발지와의 거리, 공공편의시설과의 거리, 도로와의 거리, 농업진흥지역과의 거리, 보전지역과의 거리, 하천·호소·농업용 저수지와의 거리

TABLE 3. Items for the suitability assessment of coastal zoning system

평가특성	평가지표군 및 지표	
물리적 특성	해저지형 경사도, 수심, 해저저질	
해역특성	이용성 지표	공유수면매립/점사용 비율, 골재채취/해저광구 면적비율
	보전성 지표	갯벌/습지보호구역 면적비율, 보전구역지정 면적비율
공간적 입지특성	이용성 지표	유인도서/인공해안선과의 거리, 해수욕장/레저관광지와의 거리, 항만/어항구역과의 거리, 선박통행로와의 거리, 대규모개발사업/예정지와의 거리, 에너지/산업시설/조선소와의 거리, 해저케이블/송수관과의 거리
	보전성 지표	어장과의 거리, 보전/보호구역과의 거리, 영해한계선/영해직선기선과의 거리, 우수경관지점과의 거리, 하구로부터의 거리, 무인도서/자연해안선과의 거리

경사에 대한 특성값은 수치해도나 연안정보도에서 추출된 수심자료를 이용하여 GIS 지형분석 기법에 의해 TIN 표면을 구성한 후 격자해역의 평균수심과 경사를 추출하여 사용할 수 있다. 수심의 경우에는 습지를 규정하는 데 있어 수심의 6m를 넘지 않는 해역을 습지로 정하고 있다. 또한 수산업법 시행령 제9조의 마을어업 및 협동양식어업 어장의 수심한계에 대한 조항을 살펴보면 마을어업은 평균수심 5m 이내 그리고 협동양식어업은 5~10m 이내로 수심에 대한 제약을 두어 양식장을 이용하도록 하고 있다. 해저 경사에 따른 해역의 이용 및 보전과의 관련성은 크지 않지만 해상시설물 설치공사와 해수욕장의 입지 결정에 중요한 요인으로 작용하며, 본 연구에서는 토지적성평가 지침에 제시되어 있는 기준을 적용하여 이용적성과 보전적성을 구분하였다.

해역특성 지표는 해역의 이용과 보전을 위해 지정된 각종 구역의 면적비율을 산정하여 해역이 지니고 있는 이용압력과 보전기능을

평가하는 것이다. 토지적성평가의 경우에는 법정동리 단위를 측정단위로 하여 도시용지비율, 용도전용비율, 경지정리지역비율, 생태자연도 상위등급비율 등을 산정하여 개발적성, 농업적성, 보전적성 등을 평가하고 있으나 연안해역의 경우 법정동리 단위와 같은 측정단위를 적용할 수 없으므로 대(大) 격자를 측정단위로 설정하여 지표의 특성값을 산정하는 방안을 활용하는 것이 바람직하다. 그림 2는 대격자와 대격자내의 단위격자 간의 관계를 나타내고 있으며, 예로서 김양식장의 면적비율을 평가하는데 활용되는 것을 보여주고 있다. 대격자와 단위격자간의 면적비율은 GIS 격자 기반의 통계함수를 적용하여 계산할 수 있으며, 특히 대격자를 ZONE 으로 지정한 후 단위격자의 통계학적 처리가 가능한 ZONALSTATS 격자 함수를 적용하면 효과적이다(ESRI, 1998).

공간적 입지특성 지표의 특성값은 단위격자의 중심과 인접하는 입지특성 지표와의 최단

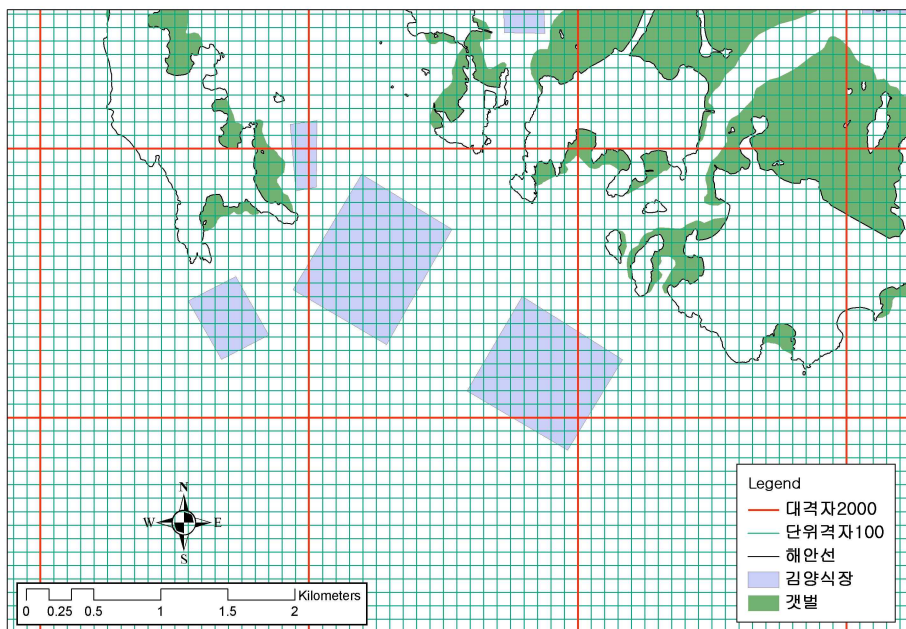


FIGURE 2. Configuration of GRID for the calculation of area ratio

거리를 이용하여 분석할 수 있다. 이때 섬이나 방파제와 같은 지형지물에 의해 해역이 단절된 경우에도 각각의 단위격자의 중심과 입지특성 지표의 최근접 경계와의 직선거리를 적용하면 된다. 실제 격자단위의 분석시 GIS 최단거리분석 방법인 유클리드거리(euclidean distance) 분석방법이 활용되면 효과적이다 (Lee *et al.*, 2002; Park and Yoo, 2005).

용도해역 적성평가 모형 개발

1. 평가 지표별 임계치 설정

연안 용도해역 적성평가의 지표별 임계치 설정은 적성점수를 부여하는데 있어 중요한 관계값으로 사용된다. 임계치 설정방식은 법상의 각종 지침 등에서 규정한 기준을 활용하는 것이 가장 현실적이나 평가지표별로 관련 문헌이나 규정이 명확히 제시되지 않은 지표가 대부분이다. 따라서 용도해역 적성평가에서 적용할 수 있는 기준은 현행 관련법이나 토지적성평가의 임계치 설정방법을 참고하여 평가지표의 특성값에 맞는 방법을 적용하는 것이 현재로서는 가장 현실적인 대안이다.

먼저, 물리적 특성지표 중 수심은 해역의 이용과 보전에 관한 법률상의 기준을 적용하여 정할 수 있으며 전술한 바와 같이 습지 지

정시 수심한계와 양식장 허가 기준 등을 참고하여 표 4와 같이 이용적성과 보전적성으로 구분하여 결정하였다. 또한 경사는 관련 법률이 없는 관계로 토지적성평가 지침을 참고하여 이용적성과 보전적성을 결정하였다.

해역특성과 공간적 입지특성 지표의 특성값은 비율과 거리값으로 결정되어 진다. 따라서 지표값이 가지는 통계값을 산출하여 표준화점수(Z_i)로 환산하여 임계치를 결정할 수 있다. 즉, 용도해역의 평가단위인 단위 격자의 중심까지 거리값에 대한 분포와 연안해역을 대단위 격자로 구분한 각 구역(zone)에 대한 평가 지표별 면적비율 분포를 기초로 하여 임계치를 결정할 수 있다. 표 5는 정규분포 모형에서 면적비율에 따른 표준화점수의 범위를 나타내고 있다.

2. 적성값 산정 방법

용도해역 적성평가 지표별 최소임계치와 최대임계치가 결정되면 이들 임계치를 이용하여 각 지표의 특성값에 따라 적성점수를 산정할 수 있다. 지표의 임계치와 특성값에 따라 적성점수를 산정할 때 이진적인 분류 방법에 의한 점수부여 방식과 공간적 연속성을 반영할 수 있는 퍼지함수에 의한 점수 산정 방식이 있다. 용도해역 적성평가의 경우 물리적 특성

TABLE 4. Threshold values of water depth and slope

평가지표	적성구분	최소임계치	최대임계치	임계치 설정 근거
수심	이용적성	5m	10m	1. 마을어업 : 평균수심 5m 이내 2. 협동양식어업 : 평균수심 5~10m 이내
	보전적성	- 30m	6m -	평균수심 6m 이내, 30m 이상
경사도	이용적성	5°	15°	육지의 경우 경사도 5° 이내는 평탄지로서 도시적 용도로 활용이 가능함
	보전적성	15°	-	육지의 경우 경사도 15° 이상은 보전형 용도로 지정함

TABLE 5. Z-scores according to the area ratio

표준화점수	$Z_i < -1.5$	$-1.5 \leq Z_i < -0.5$	$-0.5 \leq Z_i < 0.5$	$0.5 \leq Z_i < 1.5$	$Z_i \geq 1.5$
분포	80%미만	60~80%이상	40~60%이상	20~40%이상	상위 20%이상

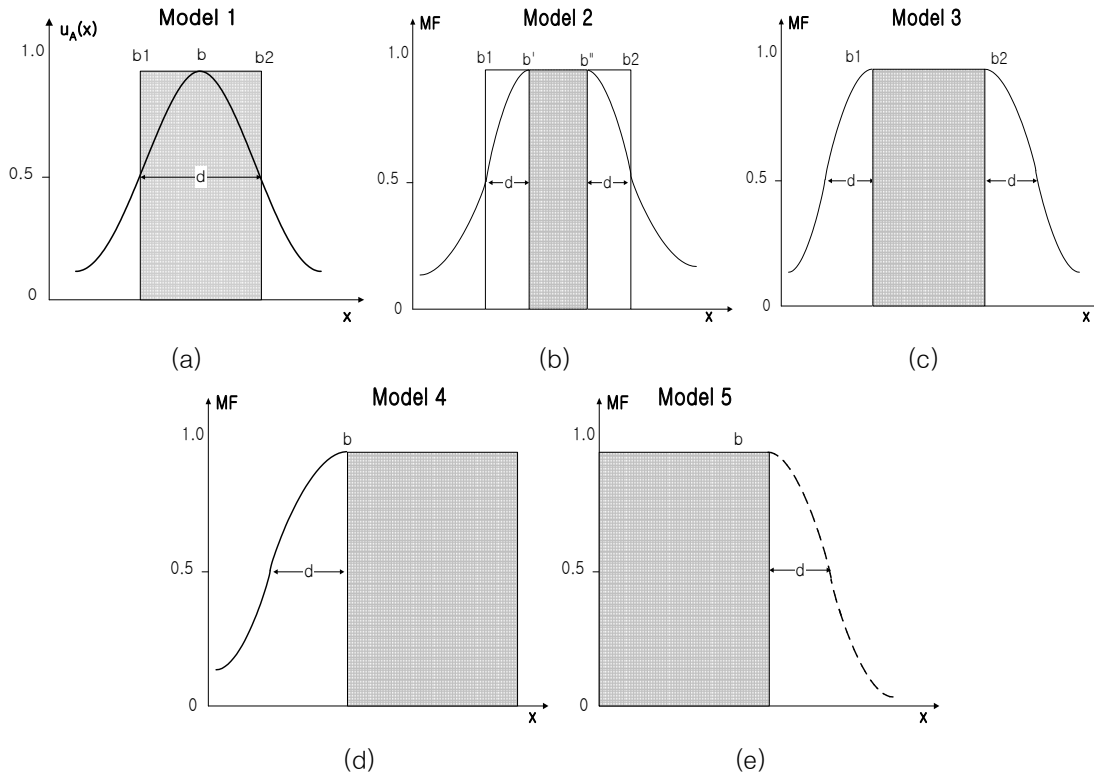


FIGURE 3. S-shape fuzzy membership function

지표의 지형 수심이나 경사값이 연속적인 변화특성을 나타내고 있고, 또한 공간적 입지 특성 지표 계산시에도 유클리드 거리와 같이 격자 구조에서 연속적인 값이 할당되므로 이진 분류에 의한 점수부여 방식 보다는 퍼지함수에 의한 점수 산정 방식이 바람직할 것으로 판단된다.

그림 3에서 매개변수 b 는 자료값 중심이며, 표준지수(standard index)로 된 자료의 속성값이다. 이들 퍼지함수의 형태와 교차점들의 위치는 분산지수(dispersion index) d 값에 따라 쉽게 변경된다. 매개변수 d 값은 교차점에서 종형 곡선의 중심까지의 폭을 결정하고 집합의 중심과 동일한 단위로 집합의 중심(central core) 근처의 변이구역을 정의한다. 여기서 교차점이라 함은 소속정도가 0.5 일 때의 속성값을 의미한다(Nisar, 2000).

이러한 퍼지함수는 (b), (c)와 같은 중심이 범위값(b_1, b_2)을 갖는 모형과 (d), (e)의 왼쪽 및 오른쪽 비대칭형 종형 소속함수로 확장될 수 있다. 따라서 상이한 폭의 하한과 상한의 변이구역을 갖고 있는 많은 변형들이 있을 수 있으며 이들을 조정함으로써 여러 종류의 공간자료에 대한 퍼지함수를 정의할 수 있다. S형 퍼지함수는 연속적인 특성값을 갖는 용도해역 적성평가의 접근성 지표에 적용할 수 있으며, 함수식은 식 (1)과 같이 2차 곡선의 형태를 갖는 함수로 적용된다.

$$Score = \frac{1}{1 + ((x - b)/d)^2} \quad (1)$$

여기서 d 는 함수의 모양을 결정하는 매개변수로서 중심과 교차점간의 간격이며, 매개변

TABLE 6. Classification of suitability grade and management coastal zone

적성등급	제1등급	제2등급	제3등급	제4등급	제5등급
Zi.	$Z_i < -1.5$	$-1.5 \leq Z_i < -0.5$	$-0.5 \leq Z_i < 0.5$	$0.5 \leq Z_i < 1.5$	$Z_i \geq 1.5$
분포비율	6.7	24.2	38.2	24.2	6.7
관리해역	보전관리우선해역		계획관리우선해역	이용관리우선해역	

수 b 는 집합의 중심에서 특성값 x 를 정의한다. 그러므로 d 값을 변경함에 따라 교차점의 위치가 변경되어 여러 가지의 소속함수의 형태를 정의할 수 있다.

3. 적성 등급 부여

적성값은 이용적성과 보전적성에 대해서 각각의 단위격자별로 산정되며, 적성평가 지표별로 단위격자의 특성값에 따라 부여된 적성값과 가중치를 곱하고 이들을 합산하는 과정을 수행하면 된다. 단위격자별로 이용적성값과 보전적성값이 산정되면 이용적성값에서 보전적성값을 차감하여 필지별로 토지의 종합적성값을 산정하도록 설계하였다. 또한 산정된 종합적성값을 기초로 적성등급을 구분하게 되며, 이때 대상해역의 전체 격자의 종합적성값의 평균과 표준편차를 이용하여 표준정규분포상의 표준화 점수(Z_i)를 산정하게 된다.

연안해역적성평가의 도입목적은 둘 이상의 용도해역에 해당되거나 특정용도해역으로 지정되지 않은 해역에 대해서 해역의 환경적 특성, 이용특성 및 활용가능성을 고려하여 이용 또는 보전적성을 평가하고 이를 기초로 하여 해당연안해역의 용도와 기능의 우선순위를 정하는 연안용도해역제의 기초자료를 제공하고자 함에 있다. 본 연구에서는 이용연안해역과 보전연안해역은 그대로 유지한다고 가정하고, 관리연안해역에 대해 적성평가를 통해 보전관리우선해역, 이용관리우선해역 그리고 계획관리우선해역으로 구분하고자 하였다. 계획관리우선해역은 보전관리우선해역과 이용관리우선해역의 중간적인 표준화 점수를 보이는 구간으로서, 보전관리우선해역과 이용관리우선해

역의 완충적인 역할을 담당하고 향후 개발가능지역으로서의 후보지에 해당되는 지역을 의미한다.

이와 같은 측면을 고려하여 본 연구에서는 표 6과 같이 5개 등급으로 구분하였으며, 1등급과 2등급은 보전관리우선해역, 3등급은 계획관리우선해역, 4등급과 5등급은 이용관리우선해역으로 구분하는 모형을 개발하였다. 그리고 대상지역에 대한 실질적으로 연안 용도해역 적성 평가시, 대상지역의 공간적 범위, 지역적 여건, 그리고 GIS 공간정보 구축 여부 등을 종합적으로 고려하여 적용하는 것이 매우 중요하다고 사료된다.

결론

본 연구에서는 정부의 연안용도해역제 법제화에 따른 실질적인 용도해역 분류에 필요한 지표 및 임계치 설정 그리고 등급을 분류하기 위한 GIS 기반의 연안해역 적성평가 모형을 개발하였다. 이를 위해 국내외 연안관련 법규 및 제도를 조사하였으며, 특히 연안용도해역제에서 분류하고 있는 이용연안해역, 특수연안해역, 보전연안해역, 관리연안해역에 관한 개념 및 특징을 분석하였다. 또한 연안용도해역 분류에 이용되는 GIS 자료의 현황을 파악하기 위해 해양분야의 기본지리정보 구축 및 활용시스템 현황을 분석하여 제시하였다.

연안해역은 만조수위선으로부터 영해 외측한계선 까지를 의미하나, 연안해역의 자료 구축현황 및 연안해역 특성상 자료가 편중되어 나타나는 부분을 고려하여 실질적인 용도해역의 공간적 범위는 만조수위선으로부터 영해직선기선까지로 한정하는 것이 바람직하다고 사

료된다.

용도해역 적성평가 지표를 선정하기 위해, 먼저 토지적성평가 모델에서 지정되어 있는 지표항목들을 분석하였으며, 이를 통해 물리적 특성, 해역 특성, 공간적 입지특성 항목별로 후보지표군을 선정할 수 있었다. 또한 후보지표군을 계산하기 위한 GIS 분석 모델은 벡터 보다는 격자모델이 합리적인 것으로 판단되었다.

용도해역 적성평가 항목의 지표들을 계산하는 방법론을 분석한 결과, 먼저 물리적 특성에 포함되는 지표들은 GIS 지형자료를 이용하여 분석한 TIN 및 DEM 모델로부터 연속적인 형태의 경사도와 표고값을 추출하여 분석할 수 있는 것으로 분석되었다. 또한 해역 특성의 지표들은 대격자와 단위격자간의 면적비율을 이용하여 평가하는 것이 바람직하며, 이 때 ZONE 개념이나 ZONALSTATS 와 같은 격자함수를 활용하면 효과적인 계산이 가능함을 알 수 있었다. 그리고 공간적 입지특성의 지표들은 유클리드 거리와 같은 GIS 최단거리 분석방법 활용이 효과적이라고 판단된다.

평가항목별 지표 계산방법 중, 물리적 특성 지표들의 임계치는 수산업법 등과 같은 연안 관련 법규 등의 자료를 기반으로 하였으며, 관련법에 제시되지 않거나 적용이 모호한 지표들의 경우에는 토지적성평가 지침에 제시되어 있는 임계치 기준을 적용하였다. 또한 해역특성과 공간적 입지특성 지표들은 면적비율에 따른 표준화점수의 분포특성을 이용하여 계산하도록 설계하였다. 각 지표별 임계치 기준을 이용하여 적성점수를 산정함에 있어, GIS 자료 특성의 장점을 최대한 반영하기 위해서는 토지적성평가와 같이 이진 분류보다는 퍼지함수와 같은 연속적인 변화 특성을 반영한 적성값 산정이 바람직할 것으로 판단된다. 또한 본 연구에서는 퍼지함수에 의해 산정된 적성값과 각 지표별 가중치를 통해 종합 적성값을 계산하고, 이로부터 표준화점수를 산정

하여 등급별 연안 용도해역을 구분하는 모형을 설계하였다.

본 연구에서는 관리연안해역을 대상으로 표준화 점수 구간을 통해 5개의 적성등급을 제시하였으며, 이러한 적성등급 구간에 대해 보전관리우선해역, 이용관리우선해역 그리고 계획관리우선해역을 지정하는 모형을 개발하였다. 아울러 이러한 연안 용도해역 적성평가 모형은 대상지역의 공간적 범위, 지역적 여건, 그리고 GIS 공간정보 구축 여부 등을 종합적으로 고려하여 적용할 경우 매우 효과적인 업무 처리가 가능해 질 것으로 판단된다. [KAGIS](#)

참고문헌

- Chae, M.O. and Y.J. Oh. 2004. A study on the land suitability assessment methods for effective land management. *Journal of Korean Planning Association* 39(1):45-58 (채미옥, 오용준. 2004. 국토의 효율적 관리를 위한 토지적성평가 기법에 관한 연구. *대한국토·도시계획학회지* 39(1):45-58).
- Choi, Y.S. Y.T. Im, Y.J. Hwang and Y.J. Lee. 2008. A study on GIS DB building plan for maritime boundary determination. *Journal of the Korean Association of Geographic Information Studies* 11(4):41-50 (최윤수, 임영태, 황유정, 이유정. 2008. 우리나라 해양경계 확정을 위한 GIS DB 구축 항목 선정에 관한 연구. *한국지리정보학회지* 11(4):41-50).
- Ehler, N. 2002. *The Evolution of Integrated Coastal Management in the United States : Lessons Learned and Next Steps.*
- ESRI. 1998. *GRID Command References.*
- Gibson, J. 1999. *Legal and regulatory*

- bodies : appropriateness to integrated coastal zone management. European Commission-DG XI.D.2.
- Gochang-Gun. 2009. Costal Management Regional Planning of Gochang-Gun (고창군. 2009. 고창군 연안관리지역계획).
- Jeong, J.C. and S.G. Lee. 2005. The study of land aptitude assessment system improvement plan. Journal of Environmental Impact Assessment 14(2) :75-81 (정종철, 이상길. 2005. 토지적성평가 체계의 개선방안 연구. 환경영향평가 14(2):75-81).
- Kim, H.J. 2005. A study on the improvement of land suitability assessment results using GIS database. Journal of the Korean Association of Geographic Information Studies 8(1):1-12 (김항집. 2005. 디지털 지리정보DB를 활용한 토지적성평가 결과의 향상을 위한 실행방법 연구. 한국지리정보학회지 8(1):1-12).
- Kim, J.A., C.S Kim and J.A. Park. 2011. Implementation of Saemangeum coastal environmental information system using GIS. Journal of the Korean Association of Geographic Information Studies 14(4) :128-136 (김진아, 김창식, 박진아. 2011. 지리정보시스템을 이용한 새만금 해양환경정보시스템 구축. 한국지리정보학회지 14(4): 128-136).
- Korea Maritime Institute. 2007. Study of improvement of costal management system (한국해양수산개발원. 2007. 연안관리제도 개선 연구).
- Korea Maritime Institute. 2008. Redevelopment planning of managing agency according to the reorganization of costal management system (한국해양수산개발원. 2008. 연안관리제도 재편에 따른 관리기관 재정비 방안 연구).
- Korea Research Insitute for Human Settlements. 2002. Guideline for Application of The National Land Use and Planning Act (국토연구원. 2002. 국토계획법운용지침).
- Lee, G.S., H.S. Jeon, S.H. Lim and G.S. Cho. 2002. The construction of stream-recognition DEM using voronoi diagram in GIS environment. The Journal of GIS Association of Korea 10(3):439-453 (이근상, 전형섭, 임승현, 조기성. 2002. GIS 기반에서 Voronoi Diagram을 이용한 하천인식 DEM 생성에 관한 연구. 한국GIS학회지 10(3):439-453).
- Lee, J.Y. 2005. The guideline of building database for the land suitability assessment. Journal of Korean Planning Association 40(3):7-19 (이종용. 2005. 토지적성평가 데이터베이스의 정확도 향상방안. 대한국토·도시계획학회지 40(3):7-19).
- Lott, J. 20002. Federal and State Interactions in the US Coastal Zone Management Program : Assistance, Oversight, and Mediation.
- Ministry of Construction & Transportation. 2003. Guideline about Land Suitability Assessment (건설교통부. 2003. 토지의 적성평가에 관한 지침).
- Ministry of Land, Transport and Maritime Affairs. 2009. A study for establishment of environmental management masterplan of coastal area (국토해양부. 2009. 해역환경관리 기본계획 수립 연구).
- Nisar Ahamed, T.R., K. Gopal Rao and

- J.S.R. Murthy. 2000. GIS-based fuzzy membership model for crop-land suitability analysis. *Agricultural Systems* 63:75-95.
- Oh, Y.J. and H.Y. Hwang. 2004. A study on land suitability assessment factors specific to islands : case of Namhaegun. *Journal of Korean Planning Association* 39(5):73-85 (오용준, 황희연. 2004. 토지 적성평가의 적정성 제고를 위한 도서지역의 고유지표 개발 및 적용에 관한 연구. *대한국토·도시계획학회지* 39(5):73-85).
- Park, H.C. and J.H. Yoo. 2005. Clustering algorithm using a center of gravity for grid-based sample. *Journal of the Korean Data & Information Science Society* 16(2):217-226 (박희창, 유재현. 2005. 한국데이터정보과학회지 16(2):217-226).
- Yuh, H.K. and J.H. Lim. 2004. Land suitability assessment improvement focused on "Assessment System II". *Journal of Korean Planning Association* 39(2):107-116 (여홍구, 임중훈. 2004. 토지적성평가 개선방안에 관한 연구 : 평가체계 II를 중심으로. *대한국토·도시계획학회지* 39(2):107-116). **KAGIS**