수산경영론집, 제38권 제1호 2007. 6

어류양식장의 입지선택을 위한 계층분석과정(AHP)모형†

이 강 우*

AHP Model for Selecting a Fish Farm Site

Lee, Kang-woo

〈 목 차 〉

Ⅰ. 서 론
Ⅱ. 문헌연구
Ⅲ. 해상가두리 어류양식장의 입지요인
1. 경제적 요인
2. 사회적 요인
3. 자연환경적 요인
4. 기반시설
Ⅳ. 계층분석과정모형
1. 의사결정문제의 목표와 대안 설정
2. 평가요소의 설정
3. 계층구조도의 작성
4. 설문지 작성과 평가
5. 쌍대비교행렬과 가중치벡터 추정
6. 쌍대비교행렬의 일관성 검정
7. 대안의 종합 우선순위 평가
8. 민감도 분석
Ⅴ. 결 론
참고문헌
부록 : 설문지 및 평가결과
Abstract

Ⅰ. 서 론

우리나라의 어류양식업은 1964년 최초로 동해안에서 방어양식을 시작한 이래 1990년대까지는 주로 대일 수출용 방어의 중간종묘 생산을 목적으로 한 생산형태를 취하고 있었다(송정헌, 2005). 우리나라의 양식종별 생산량의 추이를 보면 1980년 전체 양식종별 생산량 540,564톤 중에서 어류양식 생산량이 38톤으로 어류양식 생산량이 차지하는 비중이 극히 미미하였으나, 2003년에는 전체 어류양식 생산량이 72,393톤으로

접수 : 2007년 3월 13일 게재확정 : 2007년 4월 20일
† 이 논문은 2005년도 부경대학교 연구년 교수지원에 의하여 연구되었음(PS-2005-010).
* 부경대학교 경영대학 경영학부 교수(gwlee@pknu.ac.kr)

증가하여 전체 양식종별 생산량 826,245톤의 8.8%로서 양식종별 생산증가율 측면에서 어류의 양식생산량의 증가속도가 다른 양식종(갑각류, 연체동물, 해조류, 기타 수산동물)의 생산량의 증가속도에 비하여 가장 두드러지게 나타났다(신용민, 2005).

최근 수산물의 수입자유화에 따른 수입 수산물의 증가와 국내 어류양식 생산량의 증가로 인한 어류의 가격하락으로 어류양식업자의 수익성이 크게 악화되고 있는 실정이다. 이는 2003년 수협중앙회의 조사결과 가두리양식업의 수익률이 5.5%에 불과하다는 사실로부터 어류양식업자의 수익성이 매우 저조하다는 사실을 알 수 있다. 여기에 최근에 와서 빈번하게 발생하고 있는 적조나 태풍과 같은 자연재해로 인한 어류 양식장의 피해가 증가하여 양식장이 폐쇄되는 경우도 발생하고 있다.

현재 우리나라의 어류양식업은 일부 대기업에 의한 집단적인 어류양식장을 제외하면 대부분 영세 어류양식업자와 어촌계의 면허 어류양식장 행사자의 개인에 의한 단일 어종의 소규모 생산형태를 취하고 있다. 여기서 통영시와 거제시의 해상가두리 양식장의 규모별 수익성 자료에 의하면 해상가두리 양식규모가 10조 미만[1], 10~20조, 20조 이상인 경우의 수익률이 각각 24.57%, 36.42%, 44.40%로 나타났다(정신작 · 진상대, 1997). 한편, 우리나라와 유사한 어업환경을 갖고 있는 일본의 경우 해상가두리 양식업의 시설규모는 기업형이 어가형에 비하여 평균 2.3배 크며, 어업 이익률도 기업형이 3.1%인데 비해 어가형은 -4.6%로서 시설규모가 큰 기업형의 수익률이 큰 것으로 나타나고 있다(옥영수, 2004). 따라서 해상가두리 양식업은 규모의 경제가 실현되고 있다고 말할 수 있다.

이상으로부터 금후 우리나라의 해상가두리 어류양식업의 수익성을 제고하기 위해서는 소규모의 해상가두리 어류양식장을 통합하여 어류양식장의 규모를 증대시키는 방법과 신규로 대규모의 해상가두리 어류양식장을 개발하는 방법이 있다. 신규로 해상가두리 어류양식장을 개발할 경우 필연적으로 수반되는 의사결정은 해상가두리 어류양식장의 입지선정문제이다. 해상가두리 어류양식장의 입지선정문제는 장기적이고 전략적 차원에서 정량적인 입지요인과 정성적인 입지요인을 동시에 고려하여 입지선정을 위한 모형을 개발하고 이를 토대로 해상가두리 어류양식장의 최적 입지를 선정하여야만 한다. 그러나 현재까지 정량적인 입지요인과 정성적인 입지요인을 동시에 고려한 해상가두리 어류양식장의 입지선정을 위한 체계적인 연구는 미흡한 실정이다.

해상가두리 어류양식장의 입지는 그 특성상 자연적 요인(수질이나 수온 및 수심 등)이나 사회적 요인(수산정책, 법규, 면허 취득의 용이성 등)에 의해 크게 영향을 받기 때문에 특정 해역을 대상으로 하여 최적 후보지를 찾는 접근방법보다는 몇 개의 가능한

1) 1조는 10m×10m규격의 가두리 양식장임.

후보지를 선정하고 이들 후보지를 평가하여 최적 후보지를 찾는 접근방법이 보다 현실적이라고 할 수 있다. 따라서 본 연구에서는 후자의 접근방법을 채택하여 해상가두리 어류양식장의 가능한 후보지(이하에서는 간단히 후보지라고 부르기로 한다)를 선정하고 이들 후보지를 평가하기 위한 모형을 개발하여 최적 후보지를 결정하기로 하였다.

이에 본 연구에서는 여러 대안들을 체계적으로 순위화시키고 대안의 상대적 중요도를 비율척도로 도출할 수 있는 1970년대 초반 T. Saaty에 의해 개발된 계층분석과정(Analytic Hierarchy Process: AHP)에 의해 후보지를 평가하여 최적 후보지를 선정하고자 한다. AHP는 정량적 요인과 정성적 요인이 포함된 복잡한 비구조적인 의사결정문제를 쉽게 모형화할 수 있으며 작성된 모형을 이용하여 대안의 상대적 중요도를 체계적으로 비율척도(ratio scale)화하여 정량적 형태로 구할 수 있다는 장점이 있다. 뿐만 아니라 AHP는 이론의 단순성 및 명확성, 적용의 간편성 및 보편성이라는 특징을 갖고.있다. 이와 같은 장점과 특징으로 인하여 AHP는 경제, 경영, 정치, 사회, 기술 등 다양한 분야에서의 의사결정문제에 널리 적용되고 있다.

본 연구에서는 먼저 문헌연구 및 학계와 어류양식 전문가의 자문을 통하여 후보지를 평가하기 위한 입지요인을 설정한 후 후보지를 평가하기 위한 AHP모형을 개발하였다. 그리고 어류양식장 후보지의 시설규모가 동일하다는 전제하에서 앞으로 해상가두리 어류양식어업을 경영하고자 하는 개인 사업자를 대상으로 본 연구에서 개발한 AHP모형의 적용과정을 예시함으로써 해상가두리 어류양식장의 입지선택을 위한 AHP모형의 현실성과 유용성을 입증하고자 한다.

II. 문헌연구

입지의사결정문제는 입지의사결정과 관련된 정량적 요인과 정성적 요인을 고려한 다차원적 접근방법이 필수적이나 현재까지 해상가두리 어류양식장의 입지선택과 관련된 다차원적 접근방법에 의한 연구는 미흡한 실정이다. 따라서 본 연구에서는 여러 분야에서 수행된 입지의사결정문제에 AHP기법을 적용한 학술논문을 중심으로 입지의사결정과 관련된 입지요인을 조사하고 이를 토대로 후보지를 평가하기 위한 입지요인을 결정하고자 한다.

먼저 수산분야에서의 입지의사결정문제와 관련된 문헌에서 선정한 입지요인을 살펴보면 다음과 같다. 강연실(1986)은 어장입지의 요인을 자연적 요인, 경제적 요인, 사회적 요인으로 구분하고 자연적 요인으로는 기후, 조류, 수질, 지형, 지질, 경제적 요인으로는 운반, 노동력, 시장 그리고 사회적 요인으로는 수산정책, 연안국의 인습, 관습, 법규를 제시하였다. 윤민석 · 이준석(2001)은 수산물 산지종합처리장의 입지요인으로

비용요인(직접투자비용과 운영비용), 경영 · 전략적 요인(부지 가용성, 노동력의 수급 용이성, 기반시설 요인), 지역 · 정책적 요인(경제적 효과, 정책적 개발요인), 환경 · 기술적 요인(주거 및 환경폐해, 자연입지요인)을 제시하고 이들 요인을 토대로 AHP모형을 설계하여 수산물 산지종합처리장의 후보지를 평가하였다.

한편, 관광경영학 분야에서는 관광객의 관광지 선택문제, 관광호텔의 입지선택문제, 관광개발입지의 선택문제, 공원입지의 선택문제, 골프장입지의 선택문제, 회의개최 장소의 선택문제 등과 같은 입지의사결정과 관련된 많은 연구가 수행되어 왔다. 염진철 · 박한나(2003)는 패밀리레스토랑의 입지를 선정하기 위하여 재무경제, 접근성, 경쟁환경, 사업장, 주변환경의 입지요인을 설정하고, 이들 입지요인의 하위 계층에 각각 3개의 입지요인을 포함시켜서 AHP모형을 이용하여 후보지를 평가하였다. 박재현(2004)은 AHP를 이용한 관광지 입지선정에 관한 연구에서 후보지 선정을 위한 주요 입지요인으로 접근성(접근 용이성, 접근 편의성, 주요 관광지와의 인접성), 자연 입지성(기상조건, 지형조건), 토지 이용성(토지이용 제약성, 토지이용 가능성), 기반시설(진입로 개설여부, 용수공급의 용이성), 계획 타당성(스키장 시설의 타당성, 골프장/기타 시설의 타당성), 경제성(사업 추진성, 투자계획 합리성, 재원조달 능력)을 선택하고 AHP기법을 이용하여 2개의 후보지에 대한 상대적 중요도를 평가하였다. 김영문 · 채수원(1996)은 대학생들의 졸업여행의 최적 관광지를 선택하기 위하여 후보지로서 지리산, 매물도, 제주도, 울릉도를 선정한 후에 이들 후보지의 평가요소로서 비용, 시간, 교통, 경치를 선택하고 AHP기법을 이용하여 4개의 후보지에 대한 상대적 중요도를 평가하였다. 홍성언 · 박수홍(2003)은 공원의 입지를 선택하기 위하여 후보지역을 선정한 후 이들 후보지역의 평가기준으로 인구밀도, 부지 매입비, 면적, 접근성, 기존시설과의 거리, 토지이용 상황, 경사, 표고, 식생을 선택하고 AHP기법을 이용하여 공원의 후보지역에 대한 상대적 중요도를 평가하였다. 전효재 · 송성인(2001)은 호텔의 입지를 선정하기 위하여 다섯 개의 후보지를 선정한 후 이들 후보지의 평가기준으로 호텔의 방문객 수요, 공항으로부터의 접근성, 도로 접근성, 호텔건설 투자비용, 호텔확장 보유지, 추정 수익률, 주변 환경, 정책적 지원, 지역민과의 협력을 선택하고 AHP기법을 이용하여 호텔 후보지에 대한 상대적 중요도를 평가하였다.

그리고 공공시설물의 입지의사결정문제와 관련된 문헌의 입지요인을 살펴보면 다음과 같다. 고준환 외 4인(2001)은 서울 강남구의 무인민원발급기(kiosk)의 위치 선정을 위한 요인으로 동별 거주인구분포, 민원 다량취급 사업체분포, 동별 민원 발급량, 무인 민원발급기별 발급량, 지하철 이용량에 대하여 쌍대비교행렬을 작성하여 가중치 벡터를 구하고 강남구의 무인 민원발급기의 상대적 중요도를 평가하였다. 석종수 외 2인(2001)은 지능형 교통시스템(intelligent transport system)의 최적 입지선정을 위

한 주요 입지요인으로 담당업무의 연계성, 용지확보의 용이성, 기존장비의 활용성, 현장 접근성, 전문 인력의 활용성, 통신시설의 이전비, 기존 건물의 활용성을 선택하고 AHP기법을 이용하여 4개의 후보지에 대한 상대적 중요도를 평가하였다. 이창원 외 4인(1999)은 우편집중국의 최적 입지선정을 위한 주요 입지요인으로 우편 집배송권역 내의 인구, 우편 집배송권역의 면적, 우편 집배송권역의 연간 총 접수물량, 운송비(= 연간 총 접수 행랑수 x 행랑당 단가), 허브(hub)역활을 하는 집중국과의 거리를 선택하고 AHP기법을 이용하여 3개의 후보지에 대한 상대적 중요도를 평가하였다. 이희연 · 임은선(1999)은 쓰레기 소각장의 입지선정을 위하여 퍼지집합(fuzzy set)과 AHP 이론을 활용하여 후보지에 대한 적합도 수준을 평가하였다. 이들은 쓰레기 소각장 입지에 영향을 주는 입지요인을 특정 대안의 적합성을 상승 또는 감소시키는 입지기회요인과 법적 제한과 같은 입지제한요인으로 대별하였다. 입지기회요인으로는 주변환경에 대한 영향(주거지역으로부터의 거리, 풍향, 수계망으로부터의 거리)과 경제적 요인(시설 건설비용, 수집운반 효율)을 선택하고, 입지제한요인으로는 상수도 보호지역, 생태환경 보전지역, 주거지역 및 상업지역을 선택하고 AHP기법을 이용하여 후보지에 대한 적합도 수준을 평가하였다.

마지막으로 공장의 입지의사결정문제와 관련된 문헌으로 변대호 · 서의호(1998)는 자동차공장의 입지선정을 위한 입지요인으로 운송비(원재료업체 근접성, 거래기업 근접성, 수출시장 근접성, 내수시장 근접성), 지역성(행정지원 능력, 주민태도, 상거래 활동, 세제), 부지(부지 구입비, 확장성), 노동력(일반 노동력, 고급 노동력, 흡인력, 근로 분위기), 사회간접자본(용수 공급능력, 육상 운송능력, 육상운송 효율성, 해상 운송능력)을 선택하고 AHP기법을 이용하여 3개의 후보지에 대한 상대적 중요도를 평가하였다.

이상의 여러 분야에서의 입지의사결정문제와 관련된 연구에서 살펴 본 바와 같이 각 분야별 대상의 용도나 목적에 따라서 선택된 입지요인이 매우 다양하다는 것을 알 수 있으나 이들 입지요인을 대별하면 경제적 요인, 자연환경적 요인, 사회적 요인 기반시설로 구분할 수 있다.

Ⅲ. 해상가두리 어류양식장의 입지요인

본 연구에서는 해상가두리 어류양식장의 주요 입지요인[2]을 제Ⅱ장의 문헌연구와 학계 및 어류양식 전문가의 자문을 통하여 경제적 요인, 사회적 요인, 자연환경적 요인, 기반시설로 선정하였다. 경제적 요인과 관련된 세부 입지요인으로는 수송비와 어장의

2) 입지요인은 특정한 시스템이 유리하게 경영활동을 전개할 수 있는 장소적 적합성이다(김해천 외 2인, 1971).

설치비를 선정하고, 사회적 요인과 관련된 세부 입지요인으로는 어장주변 어민의 협조성, 기술자문의 용이성, 교통수단의 편의성 및 시장 근접성을 선정하였다. 그리고 자연환경적 요인과 관련된 세부 입지요인으로는 수질의 적합성, 수온의 적합성, 어장의 확장성 및 자연재해 위험도를 선정하고, 기반시설과 관련된 세부 입지요인으로 선착장의 진입로, 전력확보의 용이성, 용수공급의 용이성 및 어장과 선착장간의 거리를 선정하였다. 다음에 본 연구에서 선정한 이들 입지요인에 대하여 설명하기로 한다.

1. 경제적 요인

1) 수송비

수송비는 어류양식에 필요한 자원을 생산현장으로 수송하고 생산된 제품을 시장으로 공급하는데 소요되는 비용이다. 어류 양식업의 경우 생산된 제품의 수송비는 관행적으로 구매자가 부담하고 있으며, 건 사료의 수송비는 판매자가 부담하고 있다. 따라서 본 연구에서는 어류 양식업자가 실제로 부담하는 종묘와 생 사료의 수송비만을 고려하였다. 한편, 종묘와 생 사료의 수송비는 수송수단별로 수송비용이 다르기 때문에 종묘 및 생 사료의 산지로부터 후보지까지의 거리를 이용하여 후보지별로 수송비의 상대적 중요도를 평가하였다.

2)어장의 설치비

해상가두리 어류양식장의 기본시설로는 어류양식장, 선박, 사료제조기계, 사료저장고, 종업원 숙사 및 주방시설 등이 있다. 이들 기본시설 중에서 특히 후보지의 위치에 따라서 어류양식장 설치비가 차이가 있는 어류양식장의 자재(설치판, 어망, 부이, 로프 등)와 어류양식장의 건설공사비만을 고려하였다. 해상가두리 어류양식장은 대게 수심이 20－30m되는 곳에 설치되는데 동일한 어장의 규모라 하더라도 어류 양식장의 자재 구입비나 어장의 건설공사비용은 어장의 저질, 수심, 풍속, 파고 등에 따라 시설자재의 양과 종류가 다르므로 어류양식장의 위치에 따라서 어장의 설치비가 상이하게 된다. 따라서 본 연구에서는 어장의 설치비로서 자재 구입비나 어장의 건설공사비용만을 고려하여 어장의 설치비용의 상대적 크기를 추정하여 후보지별로 상대적 중요도를 평가하였다.

2. 사회적 요인

1) 어장주변 어민의 협조성

어장이 설치되어 장기간에 걸쳐서 생산활동을 할 경우 항로 방해나 해양오염이 발생하여 인근의 어장이나 어업에 피해를 끼쳐서 후보지의 인근에서 어업을 하고 있는

어민과의 마찰이 발생할 가능성이 있다. 특히 최근에는 공해문제에 대한 어민의 관심이 고조되고 있는 상황이므로 공해문제 등과 관련하여 어장 신설에 대하여 반대하는 경우가 발생할 수도 있다. 또한 태풍이나 해일 등으로 어장이 파손될 경우 보수작업에 필요한 노동력을 인근에서 조달하여야 한다. 이에 본 연구에서는 후보지 주변에서 어업을 경영하고 있는 어민의 협조성을 입지요인으로 선정하고 후보지별로 어장주변 어민의 협조성의 정도를 평가하였다.

2) 기술자문의 용이성

어류의 양식기술, 어병의 예방 및 치료, 적조 예보 등 어류 양식업과 관련된 기술은 나날이 발전을 거듭하고 있다. 이에 본 연구에서는 기술자문의 용이성을 입지요인으로 선정하고 이를 어류양식장의 위치와 양식기술 관련기관(해양과학연구소, 관공서, 대학, 어촌지도소 등)과의 거리로서 기술자문의 용이성의 정도를 후보지별로 평가하였다.

3) 교통수단의 편의성

어류양식장의 운영비용에 영향을 주는 수송비용과 선착장까지의 소요시간을 최소로 하기 위해서는 운임이 저렴하고 어느 때나 이용할 수 있는 교통수단이 필요하다. 본 연구에서는 후보지와 근접한 선착장에서 이용할 수 있는 대중 교통수단의 종류와 운행시간 간격을 기준으로 후보지별로 교통수단의 편이성의 정도를 평가하였다.

4) 시장 근접성

수산물은 부패성 식품이므로 어류양식장을 판매시장에 근접해서 설치할 경우 수송시간이 단축되어 신선도 유지에 유리하며, 고객의 수요를 창출할 수 있는 이점이 있다. 따라서 시장 근접성은 어류양식장의 입지결정에 중요한 요인이 된다. 본 연구에서는 후보지에서 인근 대도시까지의 거리로서 후보지별로 시장 근접성의 정도를 평가하였다.

3. 자연환경적 요인

1) 수질의 적합성

양식어류의 성장속도는 어류양식장의 용존 산소, 해수 비중(염분농도), 해수의 투명도, 해수유동 및 저질 환경 등에 의하여 영향을 받는다. 따라서 어류를 양식하기 위한 어장의 입지 중에서 수질은 중요한 입지요인이 된다. 유성규(1979)에 의하면 방어와 참돔의 적정 해수비중은 각각 1.022(염소 16.5%)~1.027(염소 20.12%), 1.0229~1.026이고, 방어의 적정 용존 산소량은 0.9~1.0라고 한다. 이에 본 연구에서는 후보지별로 수질의 적합성의 상대적 정도를 평가하였다.

2) 수온의 적합성

일반적으로 양식어류는 적정 수온이하가 되면 수온의 하강과 더불어 사료의 섭취량이 줄어들다가 월동을 하게 된다. 또한 양식어류는 적정수온 이상이 되면 생리 장애를 일으켜서 죽게 된다. 따라서 양식장의 입지요인으로서 해수의 연간 수온의 범위는 매우 중요한 요인이 된다. 조규대(1997)에 의하면 넙치와 농어의 서식 적정수온은 각각 10~25°C, 10~27°C이며, 방어와 참돔 그리고 복어의 서식 적정수온은 각각 15~29°C, 15~30°C, 15~25°C라고 한다. 한편, 양식장의 수온이 적정 수온의 범위 이내일 경우에도 양식장의 수온의 변동 폭이 심할 경우에는 양식어류가 폐사할 수도 있다. 따라서 해수의 연간 수온의 범위와 수온의 변동 폭은 어류양식장의 중요한 입지요인이 된다고 할 수 있다(조규대, 1996). 이에 본 연구에서는 후보지별로 수온의 적합성의 상대적 정도를 평가하였다.

3) 어장의 확장성

어류양식장은 어장의 입지가 결정되고 어장이 설치된 다음에 어류양식을 개시하게 된다. 어류양식을 시작하여 일정 기간이 지난 후에 양식어종의 수요증대나 사업의 다각화 등으로 인하여 어장을 확장할 필요성이 있을 경우 어장의 확장을 위한 여유 공간이 필요하게 된다. 따라서 장래 어장의 확장을 위한 여유 공간은 중요한 어장의 입지요인이 된다. 본 연구에서는 어장 확장성의 정도를 확장 가능한 총 면적을 기준으로 후보지별로 평가하였다.

4) 자연재해의 위험도

태풍, 해일, 파고, 적조 등은 어류양식장의 생산활동에 직접적으로 영향을 주므로 자연재해의 위험도는 어장의 입지를 선정할 때 필수적으로 고려하여야 할 입지요인이다. 본 연구에서는 과거의 후보지의 태풍, 해일, 파고, 적조 등을 종합적으로 검토하여 평가자로 하여금 후보지별로 자연재해의 위험도의 정도를 평가하도록 하였다.

4. 기반시설

1) 선착장 진입로

선착장은 사료운반이나 제품의 수송을 위한 어류양식장의 출입구의 기능을 한다. 본 연구에서는 후보어장의 선착장 진입로의 포장여부와 도로의 폭을 기준으로 후보지별로 선착장 진입로의 적합성을 평가하였다.

2) 전력확보의 용이성

어류양식장에서 생산활동을 할 경우 사료 제조기계, 사료 저장고, 주방 용구 등을 사

용해야 하므로 이들을 가동하기 위하여 전력이 필요하게 된다. 육지에서 가까운 어장의 경우에는 육지로부터 직접 전력을 공급받아서 안정적으로 전력을 사용할 수 있다. 이에 본 연구에서는 육지에서 어류양식장까지의 전력확보의 용이성을 입지요인으로 선정하고 후보지별로 전력확보의 용이성의 정도를 평가하였다.

3) 용수공급의 용이성

어류양식장에서 생산활동을 할 경우 어민은 매일 어류양식장에 상주하여 생활을 하게 된다. 따라서 어류양식장에서 필요로 하는 생활용수를 육상으로부터 공급해야 하므로 후보지별로 용수공급의 용이성의 정도를 평가하였다.

4) 어장과 선착장간의 거리

어장에서 선착장까지는 주로 자가 선박을 이용하여 사료, 약품, 식품, 생활용품 등을 수송하게 된다. 이때 이들 품목의 수송에 따른 비용과 시간이 후보지별로 차이가 있기 때문에 어장에서 기반시설인 선착장까지의 거리도 중요한 입지요인이 된다. 이에 본 연구에서는 어장에서 기반시설인 선착장까지의 거리를 기준으로 후보지의 적합성의 상대적 정도를 평가하였다.

이상에서 고려한 입지요인은 정량적 측정이 가능한 정량적 입지요인과 전문가 또는 평가자의 주관적 판단에 의존하는 정성적 입지요인이 포함되어 있다. 정량적 입지요인은 학술적으로 검증이 되어 있거나 관행적으로 사용되는 척도를 사용하여 평가하고, 정량적 측정이 기술적으로 불가능하거나 비용이 과다하게 소요되는 입지요인은 평가자의 경험과 지식에 의한 주관적 판단에 의해 입지요인의 쌍대비교를 통하여 평가하기로 하였다.

Ⅳ. 계층분석과정모형

이 장에서는 후보지를 평가하기 위한 AHP모형을 제안하고, 가상의 후보지를 설정하여 AHP의 적용절차에 따라서 이들 후보지의 종합 우선순위를 평가하기로 한다.

1. 의사결정문제의 목표와 대안 설정

본 연구의 의사결정문제의 목표는 최적 후보지의 선택이며, 본 연구에서는 대안으로서 가상의 후보지 A, B 및 C를 설정하였다. 단, 후보지는 자연환경적 요인이나 수산업법의 제약으로 설치가 불가능하거나 다른 후보지에 비하여 열등하다고 판단될 경우는 사전에 평가대상 후보지에서 제외함으로써 후보지 평가의 효율성을 높이는 것이 바람직하다.

2. 평가요소의 설정

후보지를 평가하기 위한 평가요소는 Ⅲ장에서 기술한 입지요인으로 하였다. 본 연구에서는 이들 입지요인을 주요 입지요인과 세부 입지요인으로 분류하고, 세부 입지요인을 평가기준으로 하여 각 후보지를 상호 비교한 결과는 〈 표 1 〉과 같다.

〈 표 1 〉 세부 입지요인에 대한 후보지의 개괄비교

주요 입지요인 (계층 2)	세부 입지요인(계층 3)		대안(계층 4)	
		후보지 A	후보지 B	후보지 C
경제적 요인	수송비(거리)	20km	30km	60km
	어장의 설치비	5000만원	6000만원	4000만원
사회적 요인	어장주변 어민의 협조성	매우 협조적	협조적	보통
	기술자문의 용이성	매우 용이	용이	매우 용이
	교통수단의 편의성	용이	매우 용이	용이
	시장 근접성(거리)	15km	30km	40km
자연환경적 요인	수질의 적합성	매우 적합	약간 적합	적합
	수온의 적합성	매우 적합	적합	약간 적합
	어장의 확장성(총 면적)	7,000	5,000	10,000
	자연재해 위험도	매우 안전	안전	매우 안전
기반시설	선착장 진입로	양호	보통	매우 양호
	전력확보의 용이성	약간 용이	매우 용이	보통
	용수공급의 용이성	매우 용이	용이	보통
	어장과 선착장간 거리	2km	4km	8km

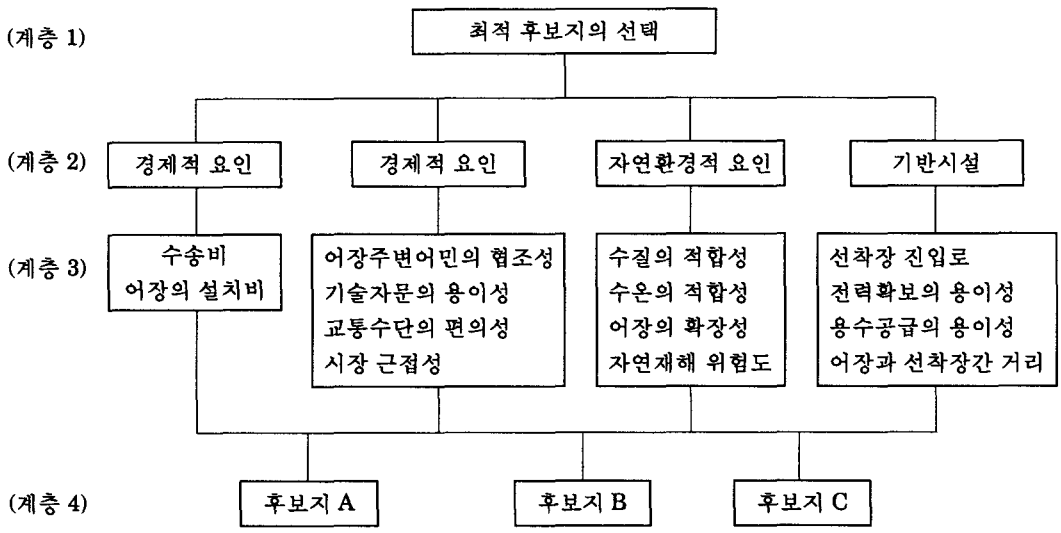
3. 계층구조도의 작성

이상에서 설정한 목표, 입지요인(평가요소) 및 대안을 계층화하여 후보지를 평가하기 위한 계층구조도를 작성하면 〈 그림 1 〉과 같다. 〈 그림 1 〉은 총 4단계의 계층구조를 갖고 있으며, (계층 1)에는 의사결정의 목표인 최적 후보지의 선택, (계층 2)와 (계층 3)에는 각각 평가요소로서 주요 입지요인과 세부 입지요인, (계층 4)에는 선택가능한 대안으로서 3개의 후보지로 구성된다.

4. 설문지 작성과 평가

〈 그림 1 〉의 (계층 2)와 (계층 3)의 입지요인 및 (계층 4)의 후보지의 상대적 중요도를 바로 직계 상위계층의 입지요인을 평가기준으로 하여 평가하기 위한 설문을 작성하였다(설문 내용은 부록 참조). 단, (계층 4)의 후보지들이 (계층 3)의 평가기준에 대하여 정량적 자료(비율자료나 구간자료)로 주어진 경우에는 객관적 방법으로 후보지

어류양식장의 입지선택을 위한 계층분석과정(AHP)모형



〈그림 1〉 최적 후보지 선택문제의 계층구조도

들의 상대적 중요도를 구할 수 있으므로 이들 후보지의 상대적 중요도를 평가하기 위한 설문은 작성하지 않았다. 본 연구는 금후 해상가두리 양식어업을 경영하고자 하는 개인 사업자를 대상으로 하였기 때문에 이 분야에 대한 전문적 지식을 갖고 현재 어류양식업을 하고 있는 어업자를 평가자로 선정하였다. 그리고 이 평가자로 하여금 〈표 1〉의 자료를 참고로 하여 정성적인 입지요인에 대한 후보지의 상대적 중요도를 쌍대비교에 의해 주관적으로 평가하게 하여 평가결과를 설문지에 기입하도록 하였다.

5. 쌍대비교행렬과 가중치벡터의 추정

위에서 작성된 설문지의 쌍대비교에 의한 평가결과를 토대로 먼저 후보어장의 선택을 위한 (계층 2)의 주요 입지요인의 쌍대비교행렬과 주요 입지요인의 가중치[3]로 구성된 가중치벡터를 추정하고, (계층 2)의 주요 입지요인을 평가기준으로 한 (계층 3)의 세부 입지요인의 쌍대비교행렬과 쌍대비교행렬의 가중치벡터를 추정하였다. 다음에 (계층 3)의 세부 입지요인을 평가기준으로 한 (계층 4)의 대안의 쌍대비교행렬과 쌍대비교행렬의 가중치벡터를 추정하였다. 여기서는 예시로서 부록의 설문 Ⅰ의 평가결과를 이용하여 (계층 2)의 주요 입지요인의 추정 쌍대비교행렬을 구하면 〈표 2〉와 같다.

다음에 〈표 2〉의 추정 쌍대비교행렬의 가중치벡터를 추정하여야 한다. 본 연구에서는 근사적 방법에 의해 다음과 같이 〈표 2〉에 표시한 (계층 2)의 주요 입지요인의

3) 가중치는 우선순위벡터(priority vector)의 원소가 되며, 이는 입지요인들의 상대적 중요도나 선호도가 된다.

〈 표 2 〉 (계층 2)의 주요 입지요인의 추정 쌍대비교행렬

(후보지의 선택)	경제적 요인	사회적 요인	자연환경적 요인	기반시설
경제적 요인	1	5	1	6
사회적 요인	1/5	1	1/5	1
자연환경적 요인	1	5	1	5
기반시설	1/6	1	1/5	1

쌍대비교행렬의 가중치벡터를 추정하였다.

① 〈 표 2 〉의 추정 쌍대비교행렬의 각 열의 원소의 합을 t_j라고 하면 각 열의 원소의 합 t_j는 다음과 같다.

(후보지의 선택)	경제적 요인	사회적 요인	자연환경적 요인	기반시설
경제적 요인	1	5	1	6
사회적 요인	1/5	1	1/5	1
자연환경적 요인	1	5	1	5
기반시설	1/6	1	1/5	1
열의 합계 (t_j)	2.36667	12	2.4	13

② 위의 표에서 추정 쌍대비교행렬의 원소 $\hat{a}_{ij}$를 각 열의 원소의 합 t_j로 나누어서 정규화된 쌍대비교행렬을 구하고, 정규화된 쌍대비교행렬의 각 행의 원소의 평균을 구하여 (계층 2)의 주요 입지요인의 가중치벡터를 추정하면 다음 표와 같다.

(후보지의 선택)	경제적 요인	사회적 요인	자연환경적 요인	기반시설	가중치벡터
경제적 요인	0.42254	0.41667	0.41667	0.46154	0.42935
사회적 요인	0.08541	0.08333	0.08333	0.07692	0.08203
자연환경적 요인	0.42254	0.41667	0.41667	0.38462	0.41012
기반시설	0.07042	0.08333	0.08333	0.07692	0.07850

한편, (계층 3)의 입지요인 중에서 수송비, 어장 설치비, 시장 근접성, 어장 확장성, 어장과 선착장간의 거리는 (계층 4)의 각 후보지별로 정량적 자료가 〈 표 1 〉에 제시되어 있다. 따라서 본 연구에서는 이들 정량적 자료를 이용하여 객관적으로 이들 입지요인에 대한 후보지의 가중치벡터를 산출하였다. 여기서 (계층 3)의 수송비에 대한 각 후보지의 정량적 자료를 이용하여 〈 표 3 〉과 같이 대안의 가중치벡터를 산출하였다. 단, 정량적 자료의 크기가 클수록 후보지의 중요도가 증가할 경우에는 〈 표 3 〉의 (2)열과 같이 역수를 취하지 않고 각 자료를 자료의 합으로 나누어서 가중치벡터를 산출하면 된다.

〈표 3〉 (계층 3)의 수송비에 대한 대안의 가중치벡터

(수송비)	(1)거리(km)	(2) = 1/(1)	(3)가중치 = (2)/0.10000
후보지 A	20	0.05000	0.50000
후보지 B	30	0.03333	0.33333
후보지 C	60	0.01667	0.16667
합 계	-	0.10000	1.00000

같은 방법으로 (계층 3)의 입지요인 중에서 후보지별로 정량적 자료가 주어진 어장 설치비, 시장 근접성, 어장 확장성, 어장과 선착장간의 거리에 대한 가중치벡터를 구하여 표시하면 〈표 4〉와 같다.

〈표 4〉 정량적 자료가 주어진 세부 입지요인에 대한 대안의 가중치벡터

세부 입지요인	(수송비)	(어장 설치비)	(시장 근접성)	(어장 확장성)	(어장과선착장간거리)
후보지 A	0.50000	0.32258	0.53336	0.31818	0.57143
후보지 B	0.33333	0.27419	0.26664	0.22727	0.28571
후보지 C	0.16667	0.40323	0.20000	0.45455	0.14286
합 계	1.00000	1.00000	1.00000	1.00000	1.00000

6. 쌍대비교행렬의 일관성 검정

이상에서 각 쌍대비교행렬의 입지요인별 가중치를 계산한 후 쌍대비교행렬의 일관성비율을 계산하여 쌍대비교행렬의 일관성 유무를 검정하여야 한다. 여기서는 예시로서 (계층 2)의 주요 입지요인에 대한 쌍대비교행렬의 일관성비율을 다음과 같이 근사적 방법으로 구하여 평가자의 평가결과에 대한 일관성 유무를 검정하였다.

① (계층 2)의 주요 입지요인에 대한 추정 쌍대비교행렬 $\hat{A}$에 추정 쌍대비교행렬의 입지요인의 가중치벡터 $\hat{\boldsymbol{w}}$를 곱하여 다음과 같이 가중치합벡터 $\hat{\boldsymbol{s}}$를 구한다.

$$\hat{\boldsymbol{s}} = \hat{A}\,\hat{\boldsymbol{w}} = \begin{pmatrix} 1 & 5 & 1 & 6 \\ 1/5 & 1 & 1/5 & 1 \\ 1 & 5 & 1 & 5 \\ 1/6 & 1 & 1/5 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 0.42935 \\ 0.08203 \\ 0.41012 \\ 0.07850 \end{pmatrix} \fallingdotseq \begin{pmatrix} 1.72061 \\ 0.32842 \\ 1.64211 \\ 0.31411 \end{pmatrix}$$

② 추정 쌍대비교행렬 $\hat{A}$의 최대 고유치 λ_{max}를 다음과 같이 추정한다.

$$\lambda_{max} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}\frac{\hat{s}_i}{\hat{w}_i}$$

$$= \frac{1}{4}\left(\frac{1.72061}{0.42935} + \frac{0.32842}{0.08202} + \frac{1.64211}{0.41012} + \frac{0.31411}{0.07850}\right)$$

$$= 4.00416$$

③ 다음 식을 이용하여 일관성지수(consistency index : CI)를 계산한다.

$$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n-1} = \frac{4.00416 - 4}{4-1} = 0.00139$$

④ 다음 식에 의해 추정 쌍대비교행렬 $\hat{A}$의 일관성비율(consistency ratio : CR)을 구하면 다음과 같다.

$$CR = \frac{CI}{RI} = \frac{0.00139}{0.90} = 0.00154$$

위에서 구한 주요 입지요인에 대한 추정 쌍대비교행렬 $\hat{A}$의 일관성비율이 0.1[4]보다 작기 때문에 이 쌍대비교행렬은 일관성이 있다고 할 수 있다.

본 연구에서는 설문조사 결과로부터 구한 추정 쌍대비교행렬의 일관성이 결여된 경우에는 평가자로 하여금 입지요인에 대한 상대적 중요도를 재평가하도록 하였다. 이와 같은 과정을 거쳐서 추정한 모든 쌍대비교행렬의 일관성비율을 구한 결과 일관성비율이 0에서 0.0252사이에 있는 것으로 나타났다. 따라서 본 연구의 설문조사 결과로부터 추정된 모든 쌍대비교행렬은 일관성이 있는 것으로 검정되었다.

7. 대안의 종합 우선순위 평가

각 대안의 종합 우선순위를 평가하기 위하여 (계층 2)의 주요 입지요인별 대안의 합성 가중치벡터를 산출하여야 한다. 여기서는 예로서 (계층 2)의 두 번째 기준인 사회적 요인에 대한 대안의 합성가중치벡터 ($\hat{c}_{22}$)를 구해보기로 하자. (계층 2)의 사회적 요인의 직계 하위 계층인 (계층 3)의 세부입지 요인은 주민의 협조성, 기술자문의 용이성, 교통수단의 편의성, 시장 근접성으로 구성되어 있다. 따라서 이들 세부입지 요인에 대한 대안의 가중치벡터로 구성된 가중치행렬 ($\hat{B}_{32}$)을 작성하면 〈 표 5 〉와 같다.

한편, (계층 3)의 두 번째의 사회적 요인에 대한 세부 입지요인의 가중치벡터($\hat{d}_{32}$)는 〈 표 6 〉과 같다.

〈 표 5 〉 사회적 요인의 세부 입지요인에 대한 대안의 가중치행렬($\hat{B}_{32}$)

사회적 요인의 세부 입지요인	(어장주변 어민의 협조성)	(기술자문의 용이성)	(교통수단의 편의성)	(시장 근접성)
후보지 A	0.66870	0.42857	0.14915	0.53336
후보지 B	0.24310	0.14286	0.69020	0.26664
후보지 C	0.08820	0.42857	0.16065	0.20000

4) 일관성비율의 임계치 0.1에 대한 이론적 근거는 조근태 조용곤 강현수의 저서 "계층분석적 의사결정" pp. 79 - 84를 참조.

〈표 6〉 사회적 요인에 대한 세부 입지요인의 가중치벡터

(사회적 요인)	가중치벡터($\hat{d}_{32}$)
어장주변 어민의 협조성	0.23280
기술자문의 용이성	0.18959
교통수단 편의성	0.08928
시장 근접성	0.48833

(계층 2)의 사회적 요인에 대한 대안의 합성 가중치벡터($\hat{c}_{22}$)는 〈표 5〉의 사회적 요인의 세부입지 요인에 대한 대안의 가중치행렬($\hat{B}_{32}$)과 〈표 6〉의 사회적 요인에 대한 세부입지 요인의 가중치벡터($\hat{d}_{32}$)를 곱하여 구하면 다음과 같다.

$$\hat{c}_{22} = \hat{B}_{32}\,\hat{d}_{32} = \begin{pmatrix} 0.66870 & 0.42857 & 0.14915 & 0.53336 \\ 0.24310 & 0.14286 & 0.69020 & 0.26664 \\ 0.08820 & 0.42857 & 0.16065 & 0.20000 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 0.23280 \\ 0.18959 \\ 0.08928 \\ 0.48833 \end{pmatrix} \fallingdotseq \begin{pmatrix} 0.51070 \\ 0.27551 \\ 0.21379 \end{pmatrix}$$

위의 계산결과로부터 사회적 요인에 대한 대안별 합성 가중치는 다음과 같다.

사회적 요인에 대한 후보지 A의 합성가중치 ≒ 0.51070
사회적 요인에 대한 후보지 B의 합성가중치 ≒ 0.27551
사회적 요인에 대한 후보지 C의 합성가중치 ≒ 0.21379

같은 방법으로 (계층 2)의 주요 입지요인에 대한 대안의 합성 가중치벡터를 구하여 정리하면 〈표 7〉의 주요입지요인에 대한 대안의 합성 가중치행렬 $\hat{c}_2$를 구할 수 있다.

〈표 7〉 (계층 2)의 주요 입지요인에 대한 대안의 합성 가중치행렬($\hat{C}_2$)

주요 입지요인의 합성가중치벡터	경제적 요인의 합성 가중치벡터 ($\hat{c}_{21}$)	사회적 요인의 합성 가중치벡터 ($\hat{c}_{22}$)	자연환경적 요인의 합성가중치벡터 ($\hat{c}_{23}$)	기반시설의 합성가중치벡터 ($\hat{c}_{24}$)
후보지 A	0.34476	0.51070	0.51140	0.49083
후보지 B	0.28158	0.27551	0.15678	0.31525
후보지 C	0.37366	0.21379	0.33182	0.19392

마지막으로 각 대안의 종합 우선순위를 평가하기 위하여 각 대안의 종합적 평점을 구해야 한다. 각 대안의 종합적 평점($\hat{p}$)은 〈표 7〉의 (계층 2)의 주요 입지요인의 대안별 합성 가중치행렬($\hat{C}_2$)과 〈표 8〉의 최적 후보지선택에 대한 (계층 2)의 주요 입지요인의 가중치벡터($\hat{d}_2$)를 곱하여 다음과 같이 산출하면 된다.

〈표 8〉 (계층 2)의 주요 입지요인의 가중치벡터

(최적 후보지선택)	가중치벡터($\hat{d}_2$)
경제적 요인	0.42935
사회적 요인	0.08203
자연환경적 요인	0.41012
기반시설	0.07850

$$\hat{P}=\hat{C}_2\,\hat{d}_2=\begin{pmatrix}0.34476 & 0.51070 & 0.51140 & 0.49083\\ 0.28158 & 0.27551 & 0.15679 & 0.31525\\ 0.37366 & 0.21379 & 0.33182 & 0.19392\end{pmatrix}\begin{pmatrix}0.42935\\ 0.08203\\ 0.41012\\ 0.07850\end{pmatrix}\fallingdotseq\begin{pmatrix}0.43818\\ 0.23254\\ 0.32928\end{pmatrix}$$

위의 계산결과로부터 각 대안의 종합 평점은 다음과 같다.

후보지 A의 종합 평점 = 0.43818
후보지 B의 종합 평점 = 0.23254
후보지 C의 종합 평점 = 0.32928

이상에서 구한 각 대안의 종합 평점을 비교하여 각 대안의 종합 우선순위를 평가하면 후보지 A의 종합평점이 0.43818, 후보지 C의 종합평점이 0.32928, 후보지 B의 종합평점이 0.23254로서 후보지 A의 종합평점이 가장 높으므로 후보지 A가 최적 후보지로 선택된다.

한편, 각 대안의 종합 평점을 주요 입지요인별로 구하여 표시하면 〈표 9〉와 같다. 〈표 9〉로부터 각 대안의 종합 평점을 비교하여 보면 후보지 A가 사회적 요인, 자연환경적 요인 및 기반시설에서 모두 후보지 B와 C보다 상대적 중요도의 비중이 높은 것으로 나타났다. 다만 후보지 C는 후보지 B와 C에 비하여 어장 설치비용이 가장 낮기 때문에 경제적 요인에 있어서는 후보지 C의 상대적 중요도의 비중이 가장 큰 것으로 나타났다.

〈표 9〉 주요 입지요인별 대안의 평가결과

주요 입지요인	가중치	후보지 A	후보지 B	후보지 C
경제적 요인	0.42935	0.14802	0.12090	**0.16043**
사회적 요인	0.08203	**0.04189**	0.02259	0.01754
자연환경적 요인	0.41012	**0.20974**	0.06430	0.13609
기반시설	0.07850	**0.03853**	0.02475	0.01522
합 계(종합 평점)	1.00000	**0.43818**	0.23254	0.32928

이상에서 수행한 AHP에 의한 후보지의 평가결과를 정리하여 표시하면 〈표 10〉과 같다. 〈표 10〉에서 주요 입지요인 중에서 경제적 요인과 자연환경적 요인의 중요

〈 표 10 〉 AHP에 의한 후보지의 평가결과

주요 입지요인	세부 입지요인	세부입지 요인의 가중치	후보지 A	후보지 B	후보지 C
경제적 요인 (0.42935)	수송비 (0.12500)	0.05367	(0.50000)	(0.33333)	(0.16667)
	어장 설치비 (0.87500)	0.37568	(0.32258)	(0.27419)	(0.40323)
			(0.34476)*	(0.28158)*	(0.37366)*
사회적 요인 (0.08203)	어장주변 어민 협조성 (0.23280)	0.01910	(0.66870)	(0.24310)	(0.08820)
	기술자문의 용이성 (0.18959)	0.01555	(0.42857)	(0.14286)	(0.42857)
	교통수단 편의성 (0.08928)	0.00732	(0.14915)	(0.69020)	(0.16065)
	시장 근접성 (0.48833)	0.04005	(0.53336)	(0.26664)	(0.20000)
			(0.51070)*	(0.27551)*	(0.21379)*
자연환경적 요인 (0.41012)	수질의 적합성 (0.35071)	0.14383	(0.48656)	(0.07817)	(0.43528)
	수온의 적합성 (0.35071)	0.14383	(0.64795)	(0.22987)	(0.12218)
	어장의 확장성 (0.10933)	0.04484	(0.31818)	(0.22727)	(0.45455)
	자연재해 위험도 (0.18925)	0.07762	(0.41601)	(0.12632)	(0.45767)
			(0.51140)*	(0.15678)*	(0.33182)*
기반시설 (0.07850)	선착장 진입로 (0.20022)	0.01572	(0.38730)	(0.16984)	0.44286)
	전력확보의 용이성 (0.14177)	0.01113	(0.17414)	(0.72253)	0.10333)
	용수공급의 용이성 (0.16450)	0.01291	(0.64795)	(0.22987)	0.12218)
	어장과 선착장간 거리 (0.49351)	0.03874	(0.57143)	(0.28571)	0.14286)
			(0.49083)*	(0.31525)*	(0.19392)*
		종합 평점	0.43818	0.23254	0.32928

주1. 위 표의 괄호내의 수치는 입지요인 및 대안의 그룹내의 가중치이다.

주2. 위 표에서 *표시가 있는 수치는 주요 입지요인에 대한 각 후보지의 합성 가중치이다.

주3. 세부 입지요인의 가중치의 계산은 세부 입지요인의 직계 상위계층인 주요 입지요인의 가중치와 세부 입지요인의 가중치를 곱하여 계산한다.

도(가중치)가 각각 0.42935, 0.41012로서 높게 나타났으며, 사회적 요인과 기반시설이 각각 0.08202, 0.07850으로 상대적으로 매우 낮게 나타났다. 한편, 〈 표 10 〉에서 세부 입지요인의 중요도(가중치)를 보면 어장 설치비가 0.37568로 가장 높게 나타났으며, 다음으로 수질의 적합성과 수온의 적합성의 중요도가 똑같이 0.14383으로 높게 나타났다.

8. 민감도 분석

AHP의 장점은 입지요인의 가중치의 변화에 따른 대안의 종합 평점에 대한 민감도를 쉽게 분석할 수 있다는 점이다. 본 연구에서는 4개의 주요 입지요인의 가중치가 모두 0.25로 같다고 가정할 경우 각 대안의 종합 평점이 어떻게 변화하는지를 분석하였다. 〈 표 11 〉은 주요 입지요인의 가중치가 모두 0.25일 경우의 후보지의 종합 평점에

〈표 11〉 후보지의 종합 평점에 대한 민감도 분석결과

주요 입지요인	가중치	후보지 A	후보지 B	후보지 C
경제적 요인	0.25	0.08619	0.07040	**0.09341**
사회적 요인	0.25	**0.12767**	0.06888	0.05345
자연환경적 요인	0.25	**0.12785**	0.03919	0.08296
기반시설	0.25	**0.12271**	0.07881	0.04848
합 계(종합 평점)	1.00000	**0.46442**	0.25728	0.27830

대한 민감도분석 결과이다. 〈표 11〉의 후보지의 종합 평점에 대한 민감도분석 결과에 의하면 후보지 A의 종합평점이 0.46442, 후보지 C의 종합평점이 0.27830, 후보지 B의 종합평점이 0.25728로서 각 후보지의 종합평점의 순위는 차이가 없는 것으로 나타났으며, 후보지 A의 종합평점은 0.43818에서 0.46442로 증가하였다.

이상의 종합 평점에 대한 민감도분석 결과로부터 주요 입지요인별 가중치가 상당히 변화할 경우에도 후보지 A가 최적 후보지가 된다는 것을 알 수 있다. 다만 후보지 C와 후보지 B의 종합평점이 각각 0.27830, 0.25728로서 민감도분석 전과 비교할 때 종합평점의 차이가 근소하게 나타났다.

한편, 〈표 11〉로부터 각 대안의 종합 평점을 주요 입지요인별로 비교하여 보면 민감도분석 전과 동일하게 후보지 A가 사회적 요인, 자연환경적 요인 및 기반시설에서 모두 후보지 B와 C보다 상대적 중요도가 높은 것으로 나타났다.

V. 결 론

본 연구는 해상 가두리 어류양식장의 후보지 선택에 관한 의사결정에 정성적 입지요인과 정량적 입지요인을 동시에 고려할 수 있는 AHP를 이용한 체계적인 평가모형을 개발하여 제시하였다. 그리고 본 연구에서 제시한 평가모형을 통하여 입지요인의 상대적인 가중치(중요도)를 분석하고, 3개의 해상 가두리 어류양식장의 후보지에 대한 종합평점을 구하여 각 후보지의 종합 우선순위를 결정하고 주요 입지요인의 가중치의 변화에 따른 각 후보지의 종합 평점에 대한 민감도분석을 수행하였다. 특히 본 연구에서는 AHP에 의한 의사결정과정을 단계적으로 상세하게 제시함으로써 입지의사결정문제와 같은 비구조적인 의사결정문제의 해결에 AHP를 쉽게 적용할 수 있도록 하였다.

본 연구의 의의는 다음과 같이 요약할 수 있다. 첫째, 입지의사결정과 관련된 문헌과 학계 및 전문가의 조언을 토대로 해상 가두리 어류양식장의 입지요인을 체계적으로 분석하고 계층적으로 구조화하여 해상 가두리 어류양식장의 후보지를 선택하기 위한 계층구조도를 제시하였다. 둘째, 본 연구에서 제시한 평가모형의 적용과정을 제시함

으로써 본 연구에서 제시한 평가모형의 이론적 근거와 실용성을 동시에 입증하였다. 셋째, 본 연구의 적용과정에서 제시한 입지요인의 가중치는 어류양식장의 후보지를 평가하는데 그대로 활용할 수 있으리라 기대되기 때문에 어류양식장의 후보지를 결정하는데 시간과 비용을 절감할 수 있으리라 기대된다. 넷째, 본 연구에서 제시한 평가모형의 입지요인을 약간 수정함으로써 육상 수조식 양식장이나 해조류 양식장의 후보지를 평가할 수 있는 모형을 쉽게 구축할 수 있을 것이다.

본 연구의 한계점으로는 계층구조도의 각 계층의 입지요인들은 통계적으로 독립성이 검정되어야 하나 본 연구에서는 이들 입지요인에 대한 통계적인 독립성 검정을 수행하지 못하였다. 또한, 본 연구에서는 어류 양식장의 후보지를 결정하는 의사결정자가 1명이라는 전제하에 어류 양식장의 후보지의 우선순위를 도출하였으나 의사결정자가 다수인 경우 이들의 다양한 의견과 판단을 합의나 수치적 통합을 통해 각 후보지의 우선순위를 도출할 수 있는 그룹의사결정(group decision making)은 다루지 못하였다.

참고문헌

강연실, "어장입지에 관한 고찰" 수산경영론집, 제17권 제1호, 1986. 6, pp.1 – 17

고준환 외 4인, "강남구 무인민원발급기의 위치 선정에 관한 연구 : GIS와 AHP기법을 이용하여" 대한토목학회 2001학술발표회 논문집(창립50주년), 2001, pp.2291 – 2294

김영문 · 채수원, "관광지선택에 있어서 AHP의 활용에 관한 연구" 관광학연구, 제20권 제1호(통권22호), 1996, pp.63 – 81

김해천 · 고정섭 · 지청, 경영의사결정론, 박영사, 1971, p.230

박재현, "분석적 계층과정(AHP)을 이용한 관광지 입지선정에 관한 탐색적 연구 : – H 지역을 중심으로 –" 호텔관광연구, Vol.14, 2004, pp.134 – 152

변대호 · 서의호, "자동차 공장 입지 선정을 위한 AHP 모형" 한국의 의사결정학회 경영과학연구, 제7집, 1998, pp.15 – 30

석종수 외 2인, "계층분석법(AHP : Analytic Hierarchy Process)을 이용한 ITS 센터 최적 입지 선정 방안에 관한 연구" 대한토목학회 2001학술발표회 논문집(창립50주년), pp.171 – 174

송정헌, "해상 어류양식업에 있어서 기업적 경영의 전개과정에 관한 연구" 수산경영론집, 제36권 제1호, 2005. 6, pp.139 – 153

신용민, "지속적 어업을 위한 자원 · 환경보전적 양식어업의 전개방향" 수산경영론집, 제36권 제1호, 2005. 6, pp.27 – 50

염진철 · 박한나, "AHP를 이용한 패밀리레스토랑의 입지선정" 외식경영연구 Vol.6 No.3, 2003, pp.161 – 178

옥영수, "어촌계 어류양식업에 관한 연구" 한국해양수산개발원, 2004. pp. 65 – 69

유성규, 천해양식, 새로출판사, 1979. pp.543 – 544, 578

윤민석 · 이준석, "수산물 산지종합처리장 부지선정 모형 개발 및 적용에 관한 연구" 경영과학, 제18권 제2호, 2001.11, pp.73 – 85

이창원 외 4인, "AHP 방법론을 이용한 우편집중국 입지선정에 관한 연구" 정책분석평가학회보, 제9권 제2호, 1999, pp.171 – 183

이희연 · 임은선, "쓰레기 소각장 입지선정에 있어서 퍼지집합과 AHP이론의 활용" 한국GIS학회지, Vol.7 No. 2, 1999, pp.223 – 236

전효재 · 송성인, "호텔입지선정에 있어서 AHP의 활용에 관한 연구" 호텔관광연구, 제6권, 2001. pp.57 – 73

정신작 · 진상대, "해수어류양식업의 수익성 제고방안" 수산경영론집, 제28권 제2호, 1997. 12, pp.48 – 54.

조규대 · 이동식 가두리 양식공학, 태화출판사, 1996, p.332

조규대 · 박성은, 고우진, "이동식 가두리 양식장의 이동적지 선정에 관한 연구" 한국환경과학회, 가을학술발표 초록집, 1997, pp.133 – 135

조근태 · 조용곤 · 강현수, 앞서가는 리더들의 계층분석적 의사결정, 동현출판사, 2005. p.4

홍성언 · 박수홍, "GIS와 AHP 의사결정 방법을 이용한 도시 근린 공원의 입지 분석" 대한지리학회지, 제38권 제5호, 2003, pp.849 – 860

부 록

설문지 및 평가결과

※ 다음 사항을 유의하여 아래의 설문에 답변하여 주시기 바랍니다.

각 설문의 평가표에서 평가항목(i)와 평가항목(j)를 쌍대비교하여 평가항목의 상대적 중요도를 평가하여 주시기 바랍니다.

설문의 평가표의 평가방법의 예를 들면, "최적 후보지의 선택"을 평가기준으로 만일 평가항목(i)의 "경제적 요인"이 상대적으로 평가항목(j)의 "사회적 요인"보다 "매우 중요"하다고 판단하시면 다음 표의 2행과 같이 왼쪽의 "매우 중요"의 하단의 빈칸에 V표시를 하여 주시기 바랍니다. 만일 평가항목(j)의 "사회적 요인"이 상대적으로 평가항목(i)의 "경제적 요인"보다 "중요"하다고 판단하시면 다음 표의 3행과 같이 표의 오른쪽의 "중요"의 하단의 빈칸에 V표시를 하여 주시기 바랍니다.

평가항목 (i)	극히중요 (9)		매우중요 (7)		중요 (5)		약간중요 (3)		같다 (1)		약간중요 (3)		중요 (5)		매우중요 (7)		극히중요 (9)	평가항목 (j)
평가항목			V															평가항목
(i)													V					(j)

Ⅰ. "최적 후보지의 선택" 측면에서 다음의 평가항목(i)와 평가항목(j) 중에서 어느 평가항목이 상대적으로 얼마나 더 중요한지를 비교 평가하여 주시기 바랍니다.

평가항목 (i)	극히중요 (9)		매우중요 (7)		중요 (5)		약간중요 (3)		같다 (1)		약간중요 (3)		중요 (5)		매우중요 (7)		극히중요 (9)	평가항목 (j)
경제적 요인					V													사회적 요인
경제적 요인									V									자연환경적요인
경제적 요인				V														기반시설
사회적 요인													V					자연환경적요인
사회적 요인									V									기반시설
자연환경적요인					V													기반시설

Ⅱ－1. "경제적 요인" 에 대해서 다음의 평가항목 "수송비"와 "어장의 설치비" 중에서 어느 평가항목이 상대적으로 얼마나 더 중요한지를 비교 평가하여 주시기 바랍니다.

평가항목 (*i*)	극히중요 (9)	(8)	매우중요 (7)	(6)	중요 (5)	(4)	약간중요 (3)	(2)	같다 (1)	(2)	약간중요 (3)	(4)	중요 (5)	(6)	매우중요 (7)	(8)	극히중요 (9)	평가항목 (*j*)
수송비															V			어장 설치비

Ⅱ－2. "사회적 요인"에 대해서 다음의 평가항목(*i*)와 평가항목(*j*) 중에서 어느 평가항목이 상대적으로 얼마나 더 중요한지를 비교 평가하여 주시기 바랍니다.

평가항목 (*i*)	극히중요 (9)	(8)	매우중요 (7)	(6)	중요 (5)	(4)	약간중요 (3)	(2)	같다 (1)	(2)	약간중요 (3)	(4)	중요 (5)	(6)	매우중요 (7)	(8)	극히중요 (9)	평가항목 (*j*)
어장주변주민의 협조성									V									기술자문의 용이성
어장주변주민의 협조성							V											교통수단의 편의성
어장주변주민의 협조성										V								시장 근접성
기술자문의 용이성								V										교통수단의 편의성
기술자문의 용이성											V							시장 근접성
교통수단의 편의성													V					시장 근접성

Ⅱ－3. "자연환경적 요인"에 대해서 다음의 평가항목(*i*)와 평가항목(*j*) 중에서 어느 평가항목이 상대적으로 얼마나 더 중요한지를 비교 평가하여 주시기 바랍니다.

평가항목 (*i*)	극히중요 (9)	(8)	매우중요 (7)	(6)	중요 (5)	(4)	약간중요 (3)	(2)	같다 (1)	(2)	약간중요 (3)	(4)	중요 (5)	(6)	매우중요 (7)	(8)	극히중요 (9)	평가항목 (*j*)
수질 적합성									V									수온 적합성
수질 적합성							V											어장 확장성
수질 적합성								V										자연재해 위험도
수온 적합성							V											어장 확장성
수온 적합성								V										자연재해 위험도
어장 확장성										V								자연재해 위험도

Ⅱ－4. "기반시설"에 대해서 다음의 평가항목(*i*)와 평가항목(*j*) 중에서 어느 평가항목이 상대적으로 얼마나 더 중요한지를 비교 평가하여 주시기 바랍니다.

평가항목 (*i*)	극히중요 (9)	(8)	매우중요 (7)	(6)	중요 (5)	(4)	약간중요 (3)	(2)	같다 (1)	(2)	약간중요 (3)	(4)	중요 (5)	(6)	매우중요 (7)	(8)	극히중요 (9)	평가항목 (*j*)
선착장 진입로								V										전력확보의 용이성
선착장 진입로									V									용수공급의 용이성
선착장 진입로											V							어장과 선착장간 거리
전력확보의 용이성									V									용수공급의 용이성
전력확보의 용이성											V							어장과 선착장간 거리
용수공급의 용이성											V							어장과 선착장간 거리

Ⅲ－1. "어장주변 주민의 협조성" 측면에서 다음의 후보지(*i*)와 후보지(*j*) 중에서 어느 후보지가 상대적으로 얼마나 더 협조적인가를 비교 평가하여 주시기 바랍니다.

평가항목 (*i*)	극히협조적 (9)	(8)	매우협조적 (7)	(6)	협조적 (5)	(4)	약간협조적 (3)	(2)	같다 (1)	(2)	약간협조적 (3)	(4)	협조적 (5)	(6)	매우협조적 (7)	(8)	극히협조적 (9)	평가항목 (*j*)
후보지 A							V											후보지 B
후보지 A			V															후보지 C
후보지 B							V											후보지 C

Ⅲ－2. "기술자문의 용이성" 측면에서 다음의 후보지(*i*)와 후보지(*j*) 중에서 어느 후보지가 상대적으로 얼마나 더 기술자문을 받기가 용이한가를 비교 평가하여 주시기 바랍니다.

평가항목 (*i*)	극히용이 (9)	(8)	매우용이 (7)	(6)	용이 (5)	(4)	약간용이 (3)	(2)	같다 (1)	(2)	약간용이 (3)	(4)	용이 (5)	(6)	매우용이 (7)	(8)	극히용이 (9)	평가항목 (*j*)
후보지 A							V											후보지 B
후보지 A									V									후보지 C
후보지 B											V							후보지 C

Ⅲ－3. "교통수단의 편의성" 측면에서 다음의 후보지(*i*)와 후보지(*j*) 중에서 어느 후보지가 상대적으로 얼마나 더 교통수단을 활용하기가 용이한가를 비교 평가하여 주시기 바랍니다.

평가항목 (*i*)	극히 용이 (9)	(8)	매우 용이 (7)	(6)	용이 (5)	(4)	약간 용이 (3)	(2)	같다 (1)	(2)	약간 용이 (3)	(4)	용이 (5)	(6)	매우 용이 (7)	(8)	극히 용이 (9)	평가항목 (*j*)
후보지 A													V					후보지 B
후보지 A									V									후보지 C
후보지 B						V												후보지 C

Ⅲ－4. "수질의 적합성" 측면에서 다음의 후보지(*i*)와 후보지(*j*) 중에서 어느 후보지가 상대적으로 얼마나 더 적합한가를 비교 평가하여 주시기 바랍니다.

평가항목 (*i*)	극히 적합 (9)	(8)	매우 적합 (7)	(6)	적합 (5)	(4)	약간 적합 (3)	(2)	같다 (1)	(2)	약간 적합 (3)	(4)	적합 (5)	(6)	매우 적합 (7)	(8)	극히 적합 (9)	평가항목 (*j*)
후보지 A			V															후보지 B
후보지 A									V									후보지 C
후보지 B										V								후보지 C

Ⅲ－5. "수온의 적합성" 측면에서 다음의 후보지(*i*)와 후보지(*j*) 중에서 어느 후보지가 상대적으로 얼마나 더 적합한가를 비교 평가하여 주시기 바랍니다.

평가항목 (*i*)	극히 적합 (9)	(8)	매우 적합 (7)	(6)	적합 (5)	(4)	약간 적합 (3)	(2)	같다 (1)	(2)	약간 적합 (3)	(4)	적합 (5)	(6)	매우 적합 (7)	(8)	극히 적합 (9)	평가항목 (*j*)
후보지 A							V											후보지 B
후보지 A					V													후보지 C
후보지 B								V										후보지 C

Ⅲ-6. "자연재해 위험도" 측면에서 다음의 후보지(*i*)와 후보지(*j*) 중에서 어느 후보지가 상대적으로 얼마나 더 안전한가를 비교 평가하여 주시기 바랍니다.

평가항목 (*i*)	극히안전 (9)	(8)	매우안전 (7)	(6)	안전 (5)	(4)	약간안전 (3)	(2)	같다 (1)	(2)	약간안전 (3)	(4)	안전 (5)	(6)	매우안전 (7)	(8)	극히안전 (9)	평가항목 (*j*)
후보지 A							V											후보지 B
후보지 A									V									후보지 C
후보지 B												V						후보지 C

Ⅲ-7. "선착장 진입로" 측면에서 다음의 후보지(*i*)와 후보지(*j*) 중에서 어느 후보지가 상대적으로 얼마나 더 진입로의 도로상황이 양호한가를 비교 평가하여 주시기 바랍니다.

평가항목 (*i*)	극히양호 (9)	(8)	매우양호 (7)	(6)	양호 (5)	(4)	약간양호 (3)	(2)	같다 (1)	(2)	약간양호 (3)	(4)	양호 (5)	(6)	매우양호 (7)	(8)	극히양호 (9)	평가항목 (*j*)
후보지 A								V										후보지 B
후보지 A									V									후보지 C
후보지 B											V							후보지 C

Ⅲ-8. "전력확보의 용이성" 측면에서 다음의 후보지(*i*)와 후보지(*j*) 중에서 어느 후보지가 상대적으로 얼마나 더 동력확보가 용이한가를 평가하여 주시기 바랍니다.

평가항목 (*i*)	극히용이 (9)	(8)	매우용이 (7)	(6)	용이 (5)	(4)	약간용이 (3)	(2)	같다 (1)	(2)	약간용이 (3)	(4)	용이 (5)	(6)	매우용이 (7)	(8)	극히용이 (9)	평가항목 (*j*)
후보지 A													V					후보지 B
후보지 A								V										후보지 C
후보지 B				V														후보지 C

Ⅲ－9. "용수공급의 용이성" 측면에서 다음의 후보지(*i*)와 후보지(*j*) 중에서 어느 후보지가 상대적으로 더 용수공급이 용이한가를 비교 평가하여 주시기 바랍니다.

평가항목 (*i*)	극히용이 (9)	(8)	매우용이 (7)	(6)	용이 (5)	(4)	약간용이 (3)	(2)	같다 (1)	(2)	약간용이 (3)	(4)	용이 (5)	(6)	매우용이 (7)	(8)	극히용이 (9)	평가항목 (*j*)
후보지 A							V											후보지 B
후보지 A					V													후보지 C
후보지 B								V										후보지 C

AHP Model for Selecting a Fish Farm Site

Lee, Kang-woo

Abstract

There have not been many studies which considered both quantitative and qualitative location factors on the issues of site selection problems for a fish farm. This study develops AHP(analytic hierarchy process) model to resolve site selection problem for a fish raising farm by using quantitative and qualitative factors. In order to evaluate the validity of the location factors found in the literature review, the study used advice from fish raising farmers and related academic experts. Four major factors have been selected as economic factors, social factors, natural environmental factors and infrastructures. An AHP structural diagram has developed by considering the factors and potential sites proposed for fish farming. Through the survey on the preference of factors and potential sites, pairwise comparison matrices have been estimated and used to calculated the relative weights of each potential site. The AHP model process shown in the study can be applied to resolve site selection problems for fish raising farmers.

key words : AHP(analytic hierarchy process), site selection problem, location factors, fish raising farm