

AHP - 군집분석을 이용한 주요어종의 자원감소 원인 비교분석에 관한 연구[†]

박철형* · 이상고**

The Comparative Analysis of the Reasons for Decreases in Marine Fishery Resources Based on AHP & Cluster Analysis

Cheol-Hyung Park* and Sang-Go Lee**

〈 목 차 〉

I. 서 론	2. 군집분석
II. 수산자원 감소 요인별 구성요소	IV. 실증분석결과
1. 생태환경적 자원생물의 지속성 구성요소	1. 분석대상 어종
2. 수산기술적 생산성 구성요소	2. 설문조사의 개요
3. 수산경제적 유지·발전성 구성 요소	3. AHP를 이용한 가중치 도출 결과
4. 어촌사회적 안정성 구성요소	4. 군집분석을 이용한 어군별 특성 의 도출
III. 분석모형의 이론적 배경	V. 결 론
1. 계층분석적 의사결정 기법	참고문헌
	Abstract

I. 서 론

지속적 개발개념을 정립한 1992년 리오회담 이후 세계 각국이 수산자원에 대한 개발중심의 자원정책에서 균형 있는 보존개발과 남획된 자원에 대한 책임 있는 자원회복

접수 : 2009년 12월 5일 최종심사 : 2009년 12월 22일 게재 확정 : 2009년 12월 25일

[†]본 연구는 2008학년도 부경대학교 연구년 지원사업비에 의하여 이루어진 것임.

* 부경대학교 인문사회과학대학 경제학부 교수(Corresponding author: 051-629-5319 chpark@pknu.ac.kr)

** 부경대학교 수산과학대학 해양산업경영학부 교수(051-629-5955 sglee@pknu.ac.kr)

을 시작하였다. 이러한 국제적 동향은 2002년 지속적인 개발을 위한 세계정상회의 (the 2002 World Summit on Sustainable Development)에서 남획된 수산자원을 2015년까지 건강한 생체수준(healthy biomass levels)으로 회복하는 목표가 지구적 과제임을 재차 확인하였다.

캐나다의 경우 1970년대 연간 80만톤의 어획을 자랑했던 대서양 대구어업이 1980년대에 들어와 20만 톤으로 줄고, 1990년에는 2만 톤의 어획에 머물자 1992년 7월 대구어장을 폐쇄하고 자원회복계획에 들어갔으나 수년이 지난 현재(2007년)에도 자원회복이 제대로 되지 않고 있는 상태에 있다. 한편, 미국은 1976년에 만들어진 어업법을 1996년에 개정 어업법(*Magnuson-Stevens Fishery Management Act, Sustainable Fisheries Act*)으로 수정하여 어업자원이 남획된 것으로 평가되면 해당 지역의 어업관리위원회가 어업을 중단시키고, 자원회복을 위한 계획을 세우도록 법제화하고, 자원회복 기간은 최대 10년으로 규정하여 가장 효과적인 수단을 선택으로 목표 자원량 달성을하도록 하고 있다. 일본의 경우는 2001년 제정된 일본 ‘수산기본법’ (2001년 6월)에서 자원관리 정책의 이념을 수산자원 회복과 유효이용의 제고아래 주체별 개별적인 대응보다는 관련 어업인, 도도부현, 정부가 함께 협동적으로 회복계획을 수립하고 있다. EU는 2003년, 2006년 공동수산정책을 개정하면서 수산자원회복에 대한 기반을 구축하여 어종에 따라 5년 내지 10년을 자원회복기간으로 설정하였고, 현재 자원회복이 수립된 어업자원은 북해의 대구류와 북방 민대구, 프랑스 서해안의 만과 영국해협 서부의 가자미류, 칸타브리안 해와 서이베리아 반도 해역의 남방 대구와 노르웨이 가재 등으로 향후 더 많은 어종에 대해 자원회복을 추진할 계획에 있다 (Caddy J. F. and D. J. 2006).

우리나라의 경우도 2005년에 수립된 중장기 수산자원회복계획은 대상어종의 수산자원의 조사평가를 실시하면서 자원회복계획을 추진토록 되어 있다. 최적의 자원회복 수단을 강구하기 위해서는 대상 어종 어업에 대한 적정생산가능량을 추정하여야 하지만 이에 우선하여 자원감소 원인에 대한 철저한 분석이 선행되어야 한다. 이러한 자원감소원인에는 생태환경 중심의 생물적 요인, 어업기술 중심의 생산적 요인, 어업경영 중심의 경제적 요인, 어촌사회 중심의 사회적 요인 등을 종합적으로 분석해야 할 필요가 있을 것이다.

본 연구에서는 수산자원회복계획에 따라 단기적으로는 2012년의 회복목표량 및 장기적으로는 2017년의 회복가능량이 설정된 20개 어종에 대하여 AHP 기법을 이용하여 4가지 자원감소원인에 대한 가중치를 추정하고, 이를 가중치에 근거하여 20개 어종을 비계층적 군집분석방법에 따라 분류하는 작업을 수행하였다. 이러한 작업의 의의는 20개 어종에 대한 개별적인 자원회복방안과 더불어 그 감소원인에 따른 어종의

AHP - 군집분석을 이용한 주요어종의 자원감소 원인 비교분석에 관한 연구

그룹화를 통하여 시너지효과를 발생할 수 있는 종합적이며 체계적인 정책대안의 도출에 도움을 줄 수 있을 것이다.

1970년대 초반 T. Saaty에 의해서 개발된 AHP기법은 의사결정의 계층구조를 구성하고 있는 요소간의 쌍대비교를 통하여 평가자의 지식, 경험 및 직관을 포착하는 의사결정방법이다. AHP기법은 이론의 단순성 및 명확성, 적용의 간편성 및 범용성이라는 특징으로 말미암아 여러 의사결정 분야에서 널리 응용되어 왔으며, 이론구조 자체에 관해서도 활발한 연구가 진행되고 있는 의사결정기법이다. 그러나 AHP기법이 수산분야의 연구논문들에 적용되기 시작한 것은 비교적 최근의 사례로, 박 철형과 표희동(2007)의 통영지역 바다목장화사업의 성공요인의 가중치 도출에 대한 연구가 있으며, 장영수와 박철형(2006)에서 수입수산물의 민감도를 분석한 경우와 이강우(2007)에서 어류양식장의 입지선택과 관련한 연구들이 있다.

주어진 관측치들의 유사성을 각 관측점들의 거리를 척도로 계량화하여 분류해주는 통계기법인 군집분석은 마케팅분야에서 소비자들의 특성에 따라 주로 시장세분화에 많이 이용되어온 기법이다. 이러한 군집분석의 최근 연구는 심성우 등(2009)의 비무장지대의 외래관광객에 대한 시장세분화 연구가 있으며, 유윤식 등(2009)에서 농촌관광형태와 그 특성을 연구한 사례가 있다. 또한, 안광호 등(2009)의 최적의 시장세분화 도출을 위해서 기준변수와 군집변수들의 선정방법에 관한 연구도 있다. 그러나 수산분야에 대한 군집분석의 적용연구는 찾기 어려운 실정이다. 하지만 수산분야의 특성이 다양한 어종들을 분석의 대상으로 삼아야 하는 경우가 많으며, 따라서 이들 어종들을 연구주제의 특성에 따라 분류하고 각 유형의 특성을 도출하는 작업은 수산분야에 접목의 여지가 많은 통계기법이 될 수 있을 것이다.

본 연구의 구성은 II장에서 우선 어자원감소원인의 구체적인 내용을 살펴보고, III장에서 AHP 기법과 군집분석의 이론적 배경을 간략히 소개한다. IV장에서는 AHP 기법을 통한 쌍대비교로 어종별 자원감소 원인의 가중치를 추정하였다. 또, 이들 가중치를 기반으로 군집분석을 적용하여 자원회복계획에 따라 장, 단기 목표자원량이 설정된 20개 어종을 분류하는 작업을 진행하였으며, 각 군집의 특성프로파일을 도출하였다. 마지막으로 V장에서는 추정및 분석결과들로부터 얻은 정책적 함의를 정리하고 결론을 맺는다.

II. 수산자원 감소 요인별 구성요소

어업관리의 목표의 기준에는 생태생물 지속성, 사회적 안정성, 경제경영적 수익성, 발전성, 기술적 생산성, 제도적 효율성 등이 있다. 본 연구에서는 수산자원감소 요인

은 우선 자원생물적 지속성(sustainable), 수산기술적 생산성(productivity), 수산경제적 성장발전성(viable), 그리고 어촌사회적 안정성(stable)으로 구분하였다. 이러한 구분의 근거는 대부분의 연구가 어업관리의 4-5가지 목표(목적)의 기준에 따라서 4가지 요인으로 구분하기 때문에 선행연구의 분류나 통상적인 어업관리 연구의 관행에 따른 것이다. 통상적으로 자원 및 어업관리에 관한 각종 정책이나 사업에 대한 평가는 자연과학연구나 사회과학연구나 생물적, 사회적, 경제적, 제도적 또는 기술적으로 구분하여 분석한다. 이렇게 구분된 수산자원감소 요인별 주요 구성요소는 다음과 같다.

1. 생태환경적 자원생물의 지속성 구성요소

생태환경적 자원생물적 지속성은 어업의 대상자원이 생물자원이라는 관점에서 적정수준의 어획량은 자원의 지속성을 가능케 한다. 그러나 어획량이 적정수준을 능가하면 궁극적으로 자원은 점차 줄어들어 결국 자원은 고갈된다. 이는 곧 어업이란 생산활동의 대상 자원이 어업 그 자체로 인하여 없어지게 된다는 것이다. 기본적으로 어업의 생산함수는 생태환경이 지니는 자연성장함수에 의해서 좌우된다. 따라서 생태환경적 지속성은 곧 수산자원의 지속성을 가능케 한다. 따라서 TAC와 같은 연도별 주어진 어획량에 대하여 자원량의 연도별 예상치, 가입량, 성장률과 같은 계량화된 변화량의 값을 이용하여 수산자원의 지속성 유지에 미치는 영향이나 효과를 평가하게 된다. 이 같은 평가에는 수산자원이 지니는 생물다양성의 지속성도 포함된다.

생태환경적 자원생물적 감소 요인의 구체적인 주요 구성요소는 다음과 같은 것들을 들 수 있다. 즉, 어업자의 평균어획량(어획량/어업자), 어획량의 변동지수(variability), 수산자원이용상태, 치어생산상태, 가입량 상태, 치어 어획량 상태, 대상 어업관련 어촌의 수, 혼획의 해상투기상태, 혼획의 양육상태, 그리고 기초생산량 등이다.

2. 수산기술적 생산성 구성요소

어업기술의 발달은 주로 어구의 개량 및 개발, 어군의 탐지기 등의 어업생산성과 안전성 기술, 어획물의 저장, 냉동 및 냉장, 가공기술 등 어획물 가치의 증대 기술, 그리고 대상 어류와 혼획을 줄이는 선별성 높은 생태친화적 기술에 둔다. 이러한 기술의 발달은 생산성 증대를 통한 어획량의 증대, 비용절감을 통한 이윤의 증대로 인하여 어업투입노력량을 증대시키는 효과를 지니며, 자원의 과잉개발 이용의 원인이 되기도 한다. 한편 생태친화적 어업기술은 오히려 자원의 자연성장량을 증대시키는 효과를 가져온다.

수산기술적 생산성 감소요인의 주요 구성요소는 다음과 같은 것들이 있다. 상업어

업의 규모, 생계어업의 규모, 유어의 가능성, 어선 상태, 조업기간, 양륙지, 어구어법의 상태, 저장상태, 그리고 선별성 어구어업상태 등이다.

3. 수산경제적 유지·발전성 구성요소

어업이 지니는 산업적 특성에서 생산활동이 경제적으로 성장발전할 수 있는 생산량, 가격 및 비용과 같은 경제적 투입요소나 산출물에 대한 일반적 이윤창출을 통하여 적정수준의 소득을 향유 할 수 있게 한다. 우리나라의 경우 주로 연근해 어업의 가격안정을 위한 운영자금, 해외자원 보조금 등과 같이 대부분 수산보조금의 기본목적이 어업의 경제적 유지발전성에 두고 있다. 수산경제의 유지 발전은 주로 자원의 개발이용에 따른 소득의 흐름과 부가가치, 그리고 순가치 흐름, 그리고 어업비용구조의 변화, 국내외 시장접근의 경쟁력의 변화를 포함한 계량화된 변화량으로 평가된다.

수산보조금이 지니는 궁극적인 정책목표는 수산자원 이용에 따른 자원지대를 포함한 사회경제적 편익의 극대화란 관점에서 수산자원이 지니는 사회경제적 잠재가치를 극대화하는 것이다. 따라서 수산자원 이용에 따른 자원지대의 실현과 이의 극대화 추구는 수산보조금의 중요한 정책적 요인으로 작용하게 된다.

모든 경제 활동의 최적조건에서는 항상 시장가격체계가 경제적 효율성을 보장한다. 이는 곧 시장가격체계에 의해서 자원의 효율적 배분이 이루어진다는 것이다. 그러나 어업부분에서는 수산자원이 지니는 자원생물적 사회경제적 특성으로 인하여 경제활동의 최적조건이 시장가격체계에 의해서 성립되기 어렵기 때문에 수산보조금을 통하여 경제적 효율성을 달성하게 된다. 따라서 수산보조금에서는 자원생물적, 경제적 남획을 초래할 수 있는 어획물의 가격왜곡과 외부효과와 같은 경제적 비효율성의 주요 요인을 제거할 수 있는 기능을 갖추어야 한다.

수산경제적 성장 발전성 감소요인 구성의 주요 요소는 다음과 같은 것들을 들 수 있다. 가격, 수산업의 산업적 비중(수산업 부가가치/국내총생산액), 수산보조금수준, 투입노력량 통제상태, 어업관리의 시장요소의 적용상태, 어업 이외 수입상태, 어업의 고용 및 실업 상태, 어선의 소유상태, 사회할인율, 그리고 어획물 시장상태 등이다.

4. 어촌사회적 안정성 구성요소

어업의 사회적 안정성은 주로 어촌사회의 정주력 유지 및 향상, 어업의 고용력 유지 및 증대, 그리고 어업부문과 가공처리부분의 나누어 고용량, 실업률, 노동소득과 같은 어촌사회의 기본적 사회현상의 형평성 유지에 있다. 어촌사회의 형평성은 동일한 기대, 대변성(representation), 과정의 투명성(process clarity), 동질의 기대성(homogeneous expectations), 배분효과(distributive effects)로 구분한다.

어촌사회의 안전성에는 수산물의 질적 양적 안정화를 통한 소비자의 만족도의 유지, 장기적인 관점에서 동물성 단백질 공급원로서의 식품의 안정성 유지, 그리고 고용과 수산식품에 연계한 지역개발도 포함된다.

어촌사회적 안정성 감소 요인의 주요 구성 요소는 다음과 같다. 선원의 사회적 조직, 임금구조 및 방법, 선원의 어업 숙련도, 어촌의 경제지리상태, 어업의 의존도, 교육수준, 공공서비스 상태, 어업의 타산업과의 상충정도, 어업정보의 공유도, 어업자의 사회적 공헌도, 그리고 어업수입 등이다.

III. 분석모형의 이론적 배경¹⁾

1. 계층분석적 의사결정 기법

다기준 의사결정기법의 하나인 AHP(Analytical Hierarchy Process) 기법은 1970년 대 T. Saaty에 의해 개발된 이후 급속히 보급되어, 현재 여러 분야의 의사결정문제에 성공적으로 적용되고 있다. AHP 기법은 종합적 목표(overall goal)를 달성하기 위해 고려해야 할 기준들(criteria)의 상대적 가중치와 각 기준에 있어서 대안들의 상대적 가중치를 결정한 뒤, 이들을 곱한 평점의 합을 비교하여 대안들 간의 종합적 우선순위를 평가하는 방법으로 그 적용절차는 다음과 같다.

1) 첫 번째 단계 : 의사결정문제의 계층적 네트워크를 작성한다.

주어진 의사결정문제를 계층적 네트워크 구조로 표현하기 위하여 먼저 종합적 목표마디를 최상위계층에 두고, 그 목표를 달성하기 위하여 고려해야 할 주요 기준마디들을 둘째 계층에 둔 뒤 목표마디와 가지로 연결한다. 만약 어떤 주요 기준을 구성하는 세부 기준들이 있다면 그 다음 계층에 두고, 해당 주요 기준과 세부 기준들을 서로 연결한다. 마지막 계층에는 여러 가지 대안 마디들을 두며, 이들을 평가할 주요 기준 또는 세부 기준들과 연결하면 된다.

2) 두 번째 단계 : 기준과 대안들의 상대적 가중치를 결정한다.

(1) 쌍대비교를 한다.

종합적 목표를 달성하기 위한 기준들의 상대적 가중치를 평가하기 위하여 두 기준씩 쌍대비교(pairwise comparison)를 한다. 쌍대비교의 결과는 표, 또는 행렬로 나타나는데, 이 표의 각 원소는 1부터 9까지의 자연수 또는 그 역수로 표현된다. 만약 i행의 요소(기준 또는 대안)와 j열의 요소가 똑같이 선호되면 i행 j열의 원소에 1의 값을

1) AHP 기법과 군집분석 기법의 이론적인 배경은 각기 김기석(2006)과 성웅현(2000)의 해당내용을 인용하여 발췌, 정리하였다.

AHP - 군집분석을 이용한 주요어종의 자원감소 원인 비교분석에 관한 연구

주고, i 행 j 열의 원소의 요소보다 선호되면 그 정도에 따라 i 행 j 열의 원소 원소에 2부터 9까지의 값을 준다. 이 때 j 행 i 열 원소의 값은 i 행 j 열의 원소 값의 역수가 된다. 한편 i 행의 요소보다 j 열의 요소가 선호되면 그 정도에 따라 j 행 i 열의 원소에 2부터 9까지의 값을 준다. 또한 각 기준에 있어서 대안들의 상대적 가중치를 평가하기 위하여 두 대안씩 쌍대비교를 하여 그 결과를 각각 표로 나타낸다.

(2) 상대적 가중치를 결정한다.

기준 또는 대안들이 상대적 가중치를 결정하기 위해서는 이들을 쌍대비교하여 얻은 행렬을 합성하여 벡터로 표현해야 한다. 이 때 정확한 가중치를 구하기 위해서는 수학적으로 복잡한 합성절차를 거칠 수 있으나, 여기서는 가중치의 근사값을 제공하는 간편한 합성절차를 적용한다. 이 절차에서는 먼저 쌍대비교 행렬을 각 열 원소의 합이 1이 되도록 표준화 한 뒤, 각 행 원소값들의 평균을 구하여 상대적 가중치 벡터를 만들었다. 즉, 이 벡터의 i 번째 원소는 i 번째 기준 또는 대안의 상대적 가중치를 나타낸다.

(3) 쌍대비교의 일관성을 점검한다.

기준 또는 대안들을 쌍대비교한 결과는 일관성(consistency)이 있어야 한다. 쌍대비교는 주관적인 판단이므로 완벽한 일관성은 불가능하지만, 일관성이 지나치게 부족하다고 판단이 되면 쌍대비교를 다시하여야 한다. AHP 기법에서는 일관성 비율(consistency ratio : CR)이라는 척도를 사용하여 그 값이 0.1 이하이면 일관성이 있는 것으로 판정한다. 정확한 일관성 비율을 계산하기 위해서는 복잡한 수학적 계산이 필요하므로, 아래와 같이 일관성 비율의 근사값을 계산하는 간편절차를 사용하기로 한다.

$$PW = P \times W$$

$$\lambda = (PW_i / W_i) \quad (3.1)$$

$$CI = (\lambda - n) / (n - 1)$$

$$CR = CI / RI(n)$$

여기서 P 와 W 는 각각 n 개의 기준(또는 대안)들을 쌍대비교한 행렬과 가중치벡터이며, PW_i 와 W_i 는 각 벡터의 i 번째 원소를 나타낸다. 그리고 CI 는 일관성 지수이고, $RI(n)$ 은 n 개의 기준들을 무작위로 쌍대비교한 결과의 일관성지수로서, 다음과 같이

〈표 1〉 일관성지수

n	3	4	5	6	7	8
RI(n)	0.58	0.90	1.12	1.24	1.32	1.41

알려져 있다. (단, $n=2$ 일 때는 $CI=RI=0$)

3) 세 번째 단계 : 각 대안의 종합적 우선순위를 평가한다.

각 대안의 종합적 평점은, 각 기준의 가중치와 그 기준에 있어서 해당 대안의 가중치를 곱한 값을 모두 더하여 구할 수 있다. 그리고 모든 대안들의 종합적 평점을 비교하여 그 값이 큰 것부터 높은 우선순위를 가지는 것으로 평가하면 된다.

2. 군집분석

군집분석(cluster analysis)은 어떤 개체나 대상들을 밀접한 유사성(similarity) 혹은 거리(distance)에 의하여 비슷한 특성을 지닌 개체들을 몇 개의 군집으로 집단화하는 다변량분석기법이다. 분류 및 판별분석에서는 개체들의 소속집단이 미리 정해져 있고, 분석의 목적은 각 소속집단을 구분해 줄 수 있는 분류 혹은 판별함수를 추정하고 새로운 개체를 이들 함수에 근거하여 어느 한 집단에 분류하는 것이다. 하지만 군집분석에서는 집단의 수나 구조에 대한 가정이 없으며, 단지 개체들 사이의 유사성 혹은 거리에 의하여 군집을 분류하고, 분류된 군집의 특성을 파악하여 군집들 사이의 구조를 분석하는 기법이다. 따라서 군집분석은 어떤 개체나 대상들이 가지고 있는 다양한 특성에 기초하여 동질성을 지닌 군집으로 집단화하는 방법이다. 즉, 군집분석은 분명한 분류기준이 없거나 알려져 있지 않은 상태에서 활용할 수 있는 유용한 분석수단이 된다.

군집분석에서 유사성이 높은 개체들은 같은 군집에 포함시키고, 상대적으로 유사성이 낮은 개체들은 다른 군집에 포함시킬 수 있도록 해줄 수 있는 유사성 혹은 비유사성을 측정하는 어떤 척도가 필요하다. 두 다변량 관측치의 비유사성인 거리를 측정하는데는 다음의 3가지 방법이 있다.

p 개 군집변수 X_1, X_2, \dots, X_p 각각에 대하여 n 개 관측치가 구해지면, $(p \times n)$ 자료행렬 X 와 표본공분산행렬 S 는 다음과 같이 표시된다.

$$X = \begin{bmatrix} X_{11} & X_{12} & \cdots & X_{1n} \\ X_{21} & X_{22} & \cdots & X_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ X_{p1} & X_{p2} & \cdots & X_{pn} \end{bmatrix} \quad (3.2)$$

$$S = \begin{bmatrix} s_{11}^2 & s_{12} & \cdots & s_{1p} \\ s_{21} & s_{22}^2 & \cdots & s_{2p} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ s_{p1} & s_{p2} & \cdots & s_{p2}^2 \end{bmatrix} \quad (3.3)$$

두 개 다변량 관측벡터 X_i 와 X_j 사이의 거리를 측정하는 방법 중 자주 사용되는

Minkowski 거리는

$$d_{ij} = d(X_i, X_j) = \sum_{k=1}^p |X_{ki} - X_{kj}|^{m^{1/m}} \quad (3.4)$$

이 된다. 만약 $m=1$ 이면 city block 거리이고, $m=2$ 이면 가장 널리 사용되는 유클리디안(Euclidian) 거리가 되며 다음과 같이 나타낸다.

$$\begin{aligned} d_{ij} &= d(X_i, X_j) = \sqrt{(X_i - X_j)' (X_i - X_j)} \\ &= \sqrt{(X_{1i} - X_{1j})^2 + (X_{2i} - X_{2j})^2 + \cdots + (X_{ni} - X_{nj})^2} \end{aligned} \quad (3.5)$$

식 (3.5)의 유클리디안방법에 의해 구해진 거리는 사용된 척도에 따라서 거리순위에 상당한 영향을 미치게 된다. 이러한 문제를 극복하기 위하여 일반적으로 각 변수를 표준편차로 나눈 표준화변수를 사용하게 된다. 그러나 변수들 사이에 상관관계가 존재할 때 거리는 척도의 불변성과 상관관계를 고려한 통계적 거리로 측정되어져야 한다. 이러한 통계적 거리를 Mahalanobis 거리라고 하며 다음과 같이 정의된다.

$$d_{ij} = d(X_i, X_j) = \sqrt{(X_i - X_j)' S^{-1} (X_i - X_j)} \quad (3.6)$$

따라서 두 다변량관측벡터 사이의 거리행렬 $D = \{d_{ij}\}$ 는

$$X = \begin{bmatrix} d_{11} & d_{12} & \cdots & d_{1j} & d_{1n} \\ d_{21} & d_{22} & \cdots & d_{2j} & d_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \vdots \\ d_{i1} & d_{i2} & \cdots & d_{ij} & d_{in} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \vdots \\ d_{n1} & d_{n2} & \cdots & d_{nj} & d_{nn} \end{bmatrix} \quad (3.7)$$

이 된다. 위에서 정의된 거리는 다음과 같은 성질을 갖는다.

- ① $d_{ij} \geq 0$ (등식은 $i=j$ 일 때 성립한다)
- ② $d_{ij} = d_{ji}$
- ③ $d_{ij} \leq d_{ik} + d_{jk}$

계층적 군집방법에서는 일단 어떤 개체가 특정한 군집에 할당되면 다른 군집에 다시 할당될 수 없는 단점을 가지고 있다. 그러나 비계층적 군집방법에서는 어떤 개체가 초기 할당과정에서 잘못 되었다 하더라도 이를 다시 할당할 수 있는 방법이다. 비계층적 군집방법은 미리 설정된 기준의 최적화에 근거하여 자료를 분리하게 된다. 또한 이 방법을 사용할 때에는 최종군집의 수가 알려져 있고 또한 미리 설정될 수 있다고 가정된다. 이러한 비계층적 군집방법에는 k-평균 군집방법과 트레이스(trace)에 근거한 방법이 있으나 본 연구에서는 군집분석과정에서 가장 널리 이용되고 있는 k-평균 군

집방법을 적용하였으며, 이의 이론적 배경은 다음과 같다.

n개 개체가 p차원 다변량 개체라고 가정하며 각 개체는 초기에 설정된 k개 군집중 어느 한 군집에 할당된다고 가정하자. 이때 i번째 개체의 j번째 변수를 $X(i, j)$ 로 표시하고, c번째 군집에 속한 nc개 개체들의 j번째 변수에 대한 평균을 (c, j) 로 표시했을 때 I번째 개체와 c번째 군집사이의 유클리드 거리는 다음과 같이 표시할 수 있다.

$$D(i, c) = \left(\sum_{j=1}^p [(X(i, j) - \bar{X}(c, j))^2]^{1/2} \right) \quad (3.9)$$

또한 각 개체를 c번째 군집에 재 할당할 때 오차자승합 E는

$$E = \sum_{i=1}^n [D(i, c(i))] \quad (3.10)$$

이 된다. 식(3.10)에서 $c(i)$ 는 군집 c 는 i번째 개체를 포함하고 있다는 것이고, $D(i, (i))$ 는 I번째 개체와 그 개체를 포함하고 있는 군집사이의 유크리드 거리를 표시한다. 따라서 비계층적 군집방법에서는 각 개체를 어느 한 군집으로부터 다른 군집으로 움직일 때 오차자승합을 계산하여 비교하면서 더 이상 움직일 개체가 없어서 오차자승합이 최소가 될 때 까지 개체들의 군집화 과정을 반복한다.

IV. 실증분석결과

1. 분석대상 어종

본 연구의 분석 대상 어종은 수산자원회복계획에 따라 단기적으로는 2012년의 회복목표량과 장기적으로는 2017년의 회복가능량이 설정된 〈표 2〉의 20개 어종에 국한하였다. 이들 20개 어종 가운데 도루묵 등 10개 어종은 2006년도를 시작으로 연차적으로 이미 자원회복계획이 실행 중에 있는 어종이며, 갈치 등 나머지 10개 어종은 2009년도와 2012년에 걸쳐서 매년 2~3개 어종이 자원회복계획에 포함되도록 계획되어 있다. 〈표 2〉에서 보면 최근 3개년의 어획량 대비 2012년의 회복목표량의 부족비율의 평균은 71%인 반면에 2017년의 회복가능량의 비율은 128%로 나와 상당히 공격적으로 자원회복계획이 짜여있음을 알 수 있다. 이미 회복계획이 실행 중인 10개 어종 중에서는 단기적으로는 오분자기(230%)가 그리고 장기적으로는 말쥐치(485%)가 가장 공격적인 실행계획을 가지고 있다. 20개 어종 전체적으로는 단기적으로 꽁치(238%)가, 장기적으로는 역시 말쥐치가 가장 공격적인 자원회복계획의 목표어종이 되고 있음도 알 수 있다.

AHP - 군집분석을 이용한 주요어종의 자원감소 원인 비교분석에 관한 연구

〈표 2〉 어종별 중기 회복목표량과 장기 회복가능량 추정 (단위 M/T)

개시연도	어종	평균어획량 (2005 - 2007년) ^A	평균어가 (2007 - 2006년)	2012년 단기회복 목표량 ^B	2017년 장기회복 가능량 ^C	단기회복 목표량 부족비율 ^D	장기회복 가능 부족비율 ^E
2006	도루묵	2,939	3,611	4,000	5,000	0.36	0.70
2006	꽃게	8,071	12,809	14,000	18,000	0.73	1.23
2006	낙지	7,893	15,722	11,000	12,000	0.39	0.52
2006	오분자기	61	33,252	200	300	2.30	3.95
2007	홍어	341	15,645	500	1,000	0.47	1.94
2007	대구	6,205	3,494	8,000	10,000	0.29	0.61
2007	참조기	23,640	4,551	35,000	40,000	0.48	0.69
2008	말쥐치	1,708	7,780	5,000	10,000	1.93	4.85
2008	개조개	4,452	3,744	5,000	7,000	0.12	0.57
2008	가자미(물)	19,846	7,057	25,000	27,000	0.26	0.36
2009 - 2012 (매년 2-3개 여종)	갈치	63,285	3,440	75,000	80,000	0.19	0.26
	붕장어	16,460	5,923	23,000	25,000	0.40	0.52
	갯장어	851	8,817	1,800	2,000	1.12	1.35
	민어	2,111	8,437	3,100	3,500	0.47	0.66
	키조개	5,586	2,381	8,000	8,500	0.43	0.52
	대하	985	17,256	1,400	1,800	0.42	0.83
	임연수어	1,203	2,547	2,500	3,200	1.08	1.66
	꽁치	3,252	1,494	11,000	15,000	2.38	3.61
	붉은대게	23,735	2,173	33,000	35,000	0.39	0.47
	옥돔	1,431	10,868	1,700	2,100	0.19	0.47
평균						0.71	1.28

주1) 자료 : 수산자원회복계획의 체계적 이행 방안에 관한 연구(2008)

주2) D=(B-A)/A

주3) E=(C-A)/A

2. 설문조사의 개요

제 II장에서 논의된 수산자원 감소 요인별 구성요소로부터 기준의 문헌연구 등 선행 연구에 대한 검토와 전문가그룹의 자문을 통하여 어자원의 감소원인을 다음의 〈표 3〉과 같이 4가지로 분류될 수 있는 것으로 그 요인들의 기준을 설정하였다. 즉 생태 생물요인, 기술제도적 요인, 경제경영적 요인, 그리고 어촌사회적 요인들로 대분류하고 이들의 가중치를 AHP기법을 이용하여 추정하였다²⁾. 20개 어종 각각에 대하여 4가

2) AHP기법은 일반적으로 의사결정과정의 기준이 임체적인 계층적구조를 갖는다. 그러나 본 연구에서 는 의사결정과정의 기준을 평면적인 4가지 기준만을 적용하였다. 이는 분석대상의 어종이 20개 어종에 달하는 관계로 분석의 기준조차 두 단계 이상의 계층적인 구조로 가져가면 분석과정이 지나치게 복잡해지기 때문이다.

〈 표 3 〉 수산자원감소의 4가지 요인과 구체적 내용들

자원감소 4가지 요인	자원감소 요인의 구체적 내용들
생태·생물적 요인	연근해 생태환경, 서식지 산란장 파괴, 기후변화 등의 원인
기술·제도적 요인	어구어법의 문제, 어업법제도 및 어업관리문제 등의 원인
경제·경영적 요인	영세생계어업, 경영위주 과잉어업, 과잉노력투자 등의 원인
어촌·사회적요인	낙후된 어촌, 무주물 선점, 어업인 관행문제 등의 원인

지 요인별 가중치를 도출하기 위하여 수산자원 및 생물학 전문가, 수산자원량 평가 전문가, 어로기술 전문가, 어업인 및 어업경영전문가 등 전문 그룹별로 나누어 그룹별 심도 있는 면담과 함께 설문조사를 실시하였다. 설문시기는 2007년 11월과 2008년 1월에 걸쳐 종합적으로 2차례에 걸쳐 실시되었으며, 20개 어종별로 각기 40³⁾여개의 설문지가 회수되었으며 이들 가운데 AHP기법이 요구하는 일관성지수⁴⁾를 검토하여 일관성지수가 10% 이하인 설문지만을 분석에 사용하였다.

3. AHP를 이용한 가중치 도출 결과

〈 표 4 〉는 20개 어종에 대한 4개 어자원 감소 원인별 가중치의 도출결과를 보여준다. 각 요인별 가중치의 평균을 보면 경제경영적 요인이 31%로 생태생물적인 요인 30% 보다 아주 근소한 차이로 그 비중이 가장 높게 나타난 것을 알 수 있다. 이는 우리 연근해 해역의 어자원 감소의 주요 원인이 수산업이라는 산업적인 차원에서 경제경영적인 요인으로 영세생계어업, 경영위주의 과잉어업, 그리고 과잉노력투자 등이 그 원인이 되고 있다는 것을 알 수 있다. 또한 연근해 생태환경이나 서식지 및 산란장의 파괴 그리고 최근의 기후변화와 같은 생태생물적인 요인들 역시 이에 못지 않게 우리 어자원의 감소에 지대한 원인이 됨을 알 수 있다.

이러한 감소원인을 어종별로 적용해 보면 경제경영요인의 경우 임연수어가 40%로 가장 높게 나타났으며, 참홍어(20%)의 경우는 경제경영적 요인의 부하량이 가장 적음을 알 수 있다. 생태생물적인 요인의 경우는 붕장어와 참홍어가 공히 40%로 가장 높은 자원감소의 부하량 가중치를 나타내고 있으며, 참조기(24%)가 가장 낮은 부하량을 보여주고 있다.

반면에 기술제도적인 요인과 어촌사회적인 요인의 평균은 각기 21%와 18%로 나타나 앞의 두 요인에 비해서는 약 10% 가까이 그 가중치가 적게 추정되었음을 알 수 있다. 그러나 갈치와 같은 어종의 경우, 기술제도적인 요인의 가중치가 29%로 나타나

3) 가중치의 평균은 AHP기법상 설문의 척도가 17점 척도에 의한 비율척도이므로 산술평균보다는 기하평균이 보다 적합한 적절한 중심화경향의 척도가 된다.

4) AHP기법은 통계기법인 아닌 전문가기법으로 분석의 정확성을 위하여 표본의 크기보다는 일관성지수의 검토를 통한 합리적 응답의 확인이 보다 중요하다.

〈표 4〉 어종별 어자원 감소요인의 가중치 추정결과

어종	생태·생물적 요인	기술·제도적 요인	경제·경영적 요인	어촌·사회적 요인
꽃게	0.34	0.24	0.28	0.14
꽁치	0.33	0.24	0.31	0.13
옥돔	0.28	0.23	0.37	0.12*
말쥐치	0.29	0.25	0.29	0.18
갈치	0.25	0.29**	0.29	0.18
갯장어	0.29	0.25	0.29	0.18
오분자기	0.25	0.25	0.30	0.21
대구	0.25	0.25	0.25	0.25**
도루묵	0.33	0.20	0.33	0.14
개조개	0.33	0.17	0.33	0.17
기름가지미	0.33	0.17	0.33	0.17
대하	0.33	0.19	0.36	0.12*
임연수어	0.33	0.17	0.33	0.17
참조기	0.24*	0.17	0.40**	0.20
민어	0.25	0.20	0.35	0.20
키조개	0.25	0.20	0.35	0.20
붉은대게	0.25	0.20	0.35	0.20
봉장어	0.40**	0.16*	0.28	0.16
낙지	0.35	0.20	0.25	0.20
참홍어	0.40**	0.20	0.20*	0.20
평균	0.30	0.21	0.31	0.18
표준편차	0.052	0.035	0.047	0.034
최대값	0.40	0.29	0.40	0.25
최소값	0.24	0.16	0.20	0.12

주) *와 **는 각각 각 감소원인 가운데 최소값 및 최대값의 추정치를 나타낸다.

경제경영적인 요인의 29%와 같음을 알 수 있다. 어촌사회적인 요인의 경우에도 대구의 추정치는 25%가 추정되어 특이하게도 4개의 어자원 감소 원인요인이 공히 25%로 모두 같은 값으로 추정되었음을 알 수 있다.

이들 어자원 감소 원인 요인들의 가중치 추정결과들의 표준편차를 보면 경제경영적인 요인이 평균추정치에서는 생태생물적 요인보다 1%포인트 더 큰 반면에 표준편차에서는 0.5%포인트가 더 적음을 알 수 있다. 이는 경제경영적인 요인이 모든 어자원에 걸쳐서 고르게 중요한 자원감소원인으로서 작용하는 반면에 생태생물적인 요인의 경우는 어종에 따라서 감소원인으로서 작용하는 강도가 차이가 난다는 점을 시사하고 있다. 따라서 성공적인 자원회복의 실행을 위해서는 어종별로 생태생물적인 치유방법이 선택적으로 적용되어야 함을 알 수 있다.

4. 군집분석을 이용한 어군별 특성의 도출

AHP 기법을 이용한 20개 어종의 어자원 감소 원인에 대한 가중치의 추정결과를 근거로 군집분석을 이용한 어종의 분류작업을 수행하였다. 이와 동시에 각 분류집단의

〈표 5〉 20개 어종의 비계층적 군집분석 결과

군집의 수	개별군집	어종
2개군집의 경우	군집 1	꽃게, 봉장어, 꽁치, 낙지, 참홍어, 대구
	군집 2	도루묵, 개조개, 기름가자미, 대하, 임연수어, 옥돔, 오분자기, 말쥐치, 갈치, 갯장어, 참조기, 민어, 키조개, 붉은대게
3개군집의 경우	군집 1	꽃게, 봉장어, 꽁치, 낙지, 참홍어,
	군집 2	도루묵, 개조개, 기름가자미, 대하, 임연수어, 옥돔, 참조기, 민어, 키조개, 붉은대게
	군집 3	오분자기, 대구, 말쥐치, 갈치, 갯장어
4개군집의 경우	군집 1	봉장어, 낙지, 참홍어
	군집 2	참조기, 민어, 키조개, 붉은대게
	군집 3	오분자기, 대구, 말쥐치, 갈치, 갯장어
	군집 4	도루묵, 꽃게, 개조개, 기름가자미, 대하, 임연수어, 꽁치, 옥돔

특성을 도출하여 보았다. 이는 개별어종 각각에 대한 맞춤형 자원회복의 정책적 처방도 필요하지만 자원감소의 원인의 유사성에 따라 어종들을 분류하고 그룹화함으로써 시너지효과를 발생시킬 수 있는 종합적이고 체계적인 정책처방이 가능할 것이기 때문이다.

〈표 5〉는 비계층적 군집분석 방법의 가장 일반적인 형태인 k -평균 군집방법을 적용하기 위한 유사정의 척도인 유클리디안 거리를 계산하기 위하여 어종별로 자원감소원인의 가중치를 이용한 군집분석 결과를 제공하고 있다. 비계층적 군집분석방법에서 군집의 수는 분석자가 적절한 수의 군집수를 미리 정하고, 군집대상의 분포에 따라 군집의 초기값을 설정해 주면, 그 초기값에서 가장 가까운 거리에 있는 대상을 하나씩 더해가는 방식으로 군집화하는 방법이다. 본 연구에서는 군집의 수가 2개, 3개, 그리고 4개인 경우의 3가지 k -평균 군집방법을 적용하였다.

〈표 6〉, 〈표 7〉, 그리고 〈표 8〉은 각기 2개, 3개, 4개의 군집분석 결과로 나타난 개별군집들의 특성을 파악하기 위하여 생태생물, 기술제도, 경제경영, 그리고 어촌사회의 가중치에 대한 군집별 분산분석결과를 보여준다. 그리고 〈표 9〉는 각 군집의 특성을 도출하기 위하여 요인별 가중치 점수의 평균을 군집별로 계산한 결과이다.

〈표 6〉으로부터 2개 군집인 경우의 분산분석 결과를 보면 4개의 자원감소 요인 가운데 생태생물과 경제경영 요인이 그 평균값에 있어 통계적으로 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다. 또한 〈표 9〉의 군집별 요인의 평균값을 비교해보면, 군집 1의 경우는 생태생물적 요인(0.34)이 주된 어자원 감소 어종군으로, 그리고 군집 2의 경우는 경제경영적인 요인(0.33)에 의한 어자원 감소 어종군으로 그 특성들을 파악할 수 있다. 따라서 자원회복을 위한 정책적 수단은 군집 1의 경우와 같이 생태생물적인 요인이 그 주된 감소원인인 어종들의 경우는 생태생물적인 효과가 높은 것으로 알려진

AHP - 군집분석을 이용한 주요어종의 자원감소 원인 비교분석에 관한 연구

〈표 6〉 2개 군집 경우의 분산분석결과

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
생태생물적 요인	Between Groups	.015	1	.015	7.716	.012**
	Within Groups	.035	18	.002		
	Total	.050	19			
기술제도적 요인	Between Groups	.000	1	.000	.097	.759
	Within Groups	.024	18	.001		
	Total	.024	19			
경제경영적 요인	Between Groups	.022	1	.022	19.797	.000***
	Within Groups	.020	18	.001		
	Total	.042	19			
어촌사회적 요인	Between Groups	.000	1	.000	.146	.707
	Within Groups	.022	18	.001		
	Total	.022	19			

주) ***와 **는 각기 1%와 5%의 유의수준에서 통계적으로 유의함을 나타냄

〈표 7〉 3개 군집 경우의 분산분석결과

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
생태생물적 요인	Between Groups	.027	2	.014	9.923	.001***
	Within Groups	.023	17	.001		
	Total	.050	19			
기술제도적 요인	Between Groups	.014	2	.007	12.077	.001***
	Within Groups	.010	17	.001		
	Total	.024	19			
경제경영적 요인	Between Groups	.030	2	.015	21.880	.000***
	Within Groups	.012	17	.001		
	Total	.042	19			
어촌사회적 요인	Between Groups	.003	2	.002	1.373	.280
	Within Groups	.019	17	.001		
	Total	.022	19			

주) ****는 1%의 유의수준에서 통계적으로 유의함을 나타냄

수산자원조사평가, 연근해 어선 구조조정, 불법어업 단속, TAC제도의 강화, 수산종묘 매입방류, 어장정화, 그리고 폐어망 수거관리 등에 집중되어야 할 것이다. 군집 2의 경우와 같이 경제경영적인 요인이 어자원감소의 주요원인으로 드러난 어종에 대해서는 역시 수산자원 조사평가, 수산종묘 매입방류, 어장정화, 폐어망수거관리, 등의 생태생물적이며 경제경영적인 원인에 동시에 효과가 높은 정책수단에 힘쓸과 더불어 자율어업관리, 영어자금 지원에 대한 손질과 같은 정책도 효과가 있는 것으로 선행연구결과 (2008 부경대학교) 드러나 있다.

반면에 〈표 7〉의 경우는 군집의 수가 3개인 경우의 분산분석 결과를 보여준다. 생태생물과 기술제도적 및 경제경영적인 요인이 1%의 유의수준에서 모두 통계적으로

〈표 8〉 4개 군집 경우의 분산분석결과

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
생태생물적 요인	Between Groups	.044	3	.015	35.505	.000****
	Within Groups	.007	16	.000		
	Total	.050	19			
기술제도적 요인	Between Groups	.013	3	.004	6.698	.004****
	Within Groups	.011	16	.001		
	Total	.024	19			
경제경영적 요인	Between Groups	.031	3	.010	14.527	.000***
	Within Groups	.011	16	.001		
	Total	.042	19			
어촌사회적 요인	Between Groups	.014	3	.005	8.773	.001***
	Within Groups	.008	16	.001		
	Total	.022	19			

주) ***는 1%의 유의수준에서 통계적으로 유의함을 나타냄

〈표 9〉 군집별 자원감소 요인의 평균

		생태생물적 요인의 평균	기술제도적 요인의 평균	경제경영적 요인의 평균	어촌사회적 요인의 평균
2개군집의 경우	군집 1	0.34*	0.22	0.26	0.18
	군집 2	0.28	0.21	0.33*	0.17
3개군집의 경우	군집 1	0.36*	0.21	0.26	0.17
	군집 2	0.29	0.19	0.35*	0.17
	군집 3	0.26	0.26	0.28*	0.20
4개군집의 경우	군집 1	0.38*	0.19	0.24	0.19
	군집 2	0.24	0.20	0.36*	0.20
	군집 3	0.26	0.26	0.28*	0.20
	군집 4	0.33*	0.20	0.33*	0.14

주) *는 각 군집에서 요인들 평균의 최대값을 나타낸다.

유의한 차이가 나타났음을 보여주고 있다. 이러한 분산분석결과를 바탕으로 〈표 9〉의 감소 요인별 평균값을 확인하면 군집 1은 생태생물적인 요인(0.36)이, 군집 2의 경우는 경제경영적인 요인(0.35)이 어자원감소의 가장 중요한 요인이 되는 어종군으로 분류될 수 있음을 알 수 있다. 반면에 군집 3의 경우는 경제경영적인 요인의 부하량이 여전히 군집 2의 경우와 같이 가장 높은 어군이기는 하나 다른 3개의 요인의 가중치들도 이에 못지 않게 고르게 나타난 것을 알 수 있다. 특히 기술제도적인 요인이 생태생물적인 요인과 같이 0.26으로 나타났다. 따라서 군집 3의 어군은 4개의 어자원 감소의 요인이 거의 같은 것으로 그 특성의 프로파일을 파악할 수 있다. 결국 군집 3의 어종에 대해서는 자원회복을 위한 정책적인 처방을 어느 한 요인에 효과가 높은 정책적 처방에 국한시킬 필요 없이 다양한 정책적 처방을 시행해야 할 것이다.

AHP – 군집분석을 이용한 주요어종의 자원감소 원인 비교분석에 관한 연구

마지막으로 <표 8>에서 군집의 수를 자원감소의 요인의 수와 일치시킨 4개의 경우에 대한 분산분석 결과를 보여준다. 이 경우에는 4개의 요인이 모두 1% 이상의 유의수준에서 통계적으로 그 평균값들이 유의한 차이를 보이는 것으로 나타났다. 역시 <표 9>의 요인별 평균값을 참조하면 군집 1은 생태생물적인 요인(0.38)이, 군집 2는 경제경영적인 요인(0.36)이 주된 어자원의 감소 요인이 되는 어군으로 해석하는 것이 가능함을 알 수 있다. 군집 2의 경우는 역시 경제경영적인 요인의 평균이 0.28로 가장 높게 추정되기는 하였으나 나머지 감소요인들의 평균과 그 격차가 상대적으로 상당히 적으며 모든 요인들의 평균값들이 고르게 추정된 것으로 나타났다. 따라서 군집 2의 어군의 특성은 어자원의 감소에 모든 요인들의 부하량이 고르게 작용한 것으로 파악할 수 있다. 한편, 군집 4의 경우는 경제경영적인 요인과 생태생물적인 요인의 가중치의 평균이 똑같이 0.33으로 추정되어 두 요인 모두가 똑같이 중요한 요인의 어군들이 되는 것을 알 수 있다. 결과적으로 이러한 제4군의 어종의 경우에는 자원회복을 위한 정책적 처방을 두 요인에 동시에 효과를 볼 수 있는 수산자원 조사평가, 수산종묘 매입방류, 어장정화, 폐어망수거관리 등에 집중하여야 할 것이다.

V. 결 론

1992년 리오회담에서 지속적 개발개념이 정립된 이후 세계 각국이 수산자원에 대한 개발중심의 자원정책에서 균형 있는 보존개발과 남획된 자원에 대한 책임 있는 자원회복을 시작하였다. 이러한 국제적 동향은 2002년 지속적인 개발을 위한 세계정상회의에서 남획된 수산자원을 2015년까지 건강한 생체수준으로 회복하는 목표가 지구적 과제임을 재차 확인하였다. 우리나라의 경우에도 이러한 국제사회의 움직임에 따라 2005년 수산자원회복계획을 수립하고, 20개 어종에 대하여 단기적으로는 2012년까지 회복목표량을 설정하고 장기적으로는 1017년까지의 회복가능량을 설정하여 10개 어종에 대하여는 이미 실행 중에 있으며, 나머지 10개 어종에 대해서도 2009년 이후 매년 2에서 3개의 어종을 선택하여 이를 목표량들을 달성을 예정에 있다.

본 연구에서는 성공적인 자원회복계획의 선결과제가 개별 어종들에 대한 자원감소 원인의 분석에 있다고 보고 이를 20개 어종에 대하여 AHP기법을 적용하여 그 자원감소원인의 요인별 가중치를 도출하였다. 선행연구결과에 대한 분석작업과 전문가들에 대한 면담을 토대로 자원감소의 요인을 크게 생태생물적인 요인, 기술제도적인 요인, 경제경영적인 요인, 그리고 어촌사회적인 요인의 4가지로 분류하고 개별 어종에 대하여 이들의 가중치를 추정하였다. 추정결과 경제경영적인 요인 및 생태생물적인 요인의 추정치가 대부분의 어종에서 가장 높은 값으로 나타났으며, 그 평균은 각기 31%와

30%에 달하였다. 반면에 기술제도적인 요인 및 어촌사회적인 요인의 평균값은 각기 21%와 18%로 추정되었다.

이와 동시에 비계층적 군집분석을 이용하여 추정된 자원감소 요인별 추정치에 근거하여 20개 어종에 대한 군집분석을 수행하고 각 분류집단의 특성을 도출하여 보았다. 이는 개별어종 각각에 대한 맞춤형 자원회복의 정책적 처방도 필요하지만 자원감소의 원인의 유사성에 따라 어종들을 분류하고 그룹화함으로써 시너지효과를 발생시킬 수 있는 종합적이고 체계적인 자원회복을 위한 정책처방이 가능할 것이기 때문이다.

비계층적 군집방법의 적용절차에 따라 군집의 수를 사전에 2개, 3개, 및 4개의 경우로 전제하고 4개의 자원감소 요인의 추정치를 이용하여 어종별 유사성의 척도인 유클리디안거리를 계산하여 군집분석을 수행하였다. 그리고 각각의 군집수의 경우에 대하여 분산분석을 이용하여 통계적으로 유의미한 요인의 차이가 있는지를 분석하였다. 2개 군집의 경우에는 각 군집의 특성의 프로파일이 각기 경제경영적인 요인과 생태생물적인 요인이 주된 어자원의 감소요인들인 어군들로 나타났다. 3개 군집의 경우에는 2개 군집의 경우에 더하여 모든 요소들이 고르게 어자원의 감소요인으로 작용한 어종들의 그룹이 추가되었다. 마지막으로 4개 군집의 경우에는 3개 군집의 경우에 더하여 생태생물 및 경제경영의 요인들이 같은 강도로 중요하게 어자원의 주된 감소요인으로 작용한 그룹이 출현한 것을 확인하였다.

엄밀한 의미에서 군집분석은 순수하게 통계학을 기반으로 하는 분석방법이라고 보기에는 어려움이 있다. 일반적으로 군집분석은 군집간의 거리를 산정하는 알고리즘과 군집분석 프로그램내의 각종 옵션에 따라서 군집분석의 결과는 다를 수도 있다. 따라서 군집분석의 의의는 결과를 해석하는 것 못지않게 그 결과를 활용하는 것이 중요하다는 사실을 지적하고 싶다.

본 연구는 AHP 기법을 이용하여 개별 어종의 4개 자원감소원인에 대한 평면적인 가중치를 도출하였다. 그러나 이들 자원의 감소원인을 계층적인 구조에서 파악하여 보다 입체적인 가중치를 도출하지 못한 점은 본 연구의 한계점으로 향후의 연구작업에서 개선이 필요한 것으로 보인다. 또한 군집분석의 경우에도 20개 어종의 특성에 대한 보다 다양한 계량적인 자료를 확보하고 다변량분산분석을 적용함으로써 개별군집의 특성프로파일을 보다 선명하게 하는 작업도 의의가 있을 것으로 사료된다.

참고문헌

- 김기석, 액셀활용 경영과학, 2006, pp.206 – 221.
- 박철형 · 표희동, “AHP기법을 이용한 바다목장화사업 성공요인에 대한 비교평가연구”, 수상 경영론집, Vol. 38, 2007, pp.67 – 88.
- 성웅현, 응용다면량분석, 2000, pp.321 – 351.
- 심성우 외, “비무장지대 외래관광객의 시장세분화와 가치 연구” 호텔경영학연구, Vol. 49, 2009, pp.191 – 210.
- 안광호 등, “최적 시장세분화 결과 도출을 위한 기준변수와 군집분석기법의 선정에 관한 연구”, 마케팅관리 연구, Vol. 14, 2009, pp.157 – 176.
- 안광호 · 임병훈, SPSS를 활용한 사회과학조사방법론, 2006, pp.318 – 333.
- 윤유식 외, “농촌관광 여행형태 유형화 및 특성분석 연구 : 이단계 군집분석과 다중로짓 모델 적용”, 관광연구, Vol. 23, 2009, pp.337 – 355.
- 이강우, “어류양식장 입지선택을 위한 계층분석과정(AHP)모형”, 수산경영론집, Vol.38, 2007, pp.19 – 45.
- 이훈영, SPSS를 이용한 데 이터분석, 2006, pp.307 – 334.
- 장영수 · 박철형, “AHP를 이용한 수입수산물의 비경제적 민감도분석에 관한 연구”, 수산경영론집, Vol.37, 2006, pp.65 – 83.
- 조근태 외, 계층분석적 의사결정, 동현출판사, 2003.
- 한국해양수산개발원, 중장기 수산자원회복계획 추진에 관한 연구, 해양수산부, 2005.
- 부경대학교, 수산자원회복계획의 체계적인 이행방안에 관한 연구, 농림수산식품부, 2008.
- Aguaron, J., Escobar, M.T. and Moreno-Jimenez, J.M., “Consistency stability intervals for a judgement in AHP decision support systems”, *European Journal of Operational Research*, 145[2], 2003, pp.382 – 393.
- Caddy J. F. and D. J., “Agnew, Recovery plan for depleted fish stocks : an overview of global experience(Lecture Report), Invited Plenary Lecture”, *Renewable Resources Assessment Group*, Imperial College, Royal School of Marine, Prince Consort Road, London, UK, 2006.
- Farkas, A. and Rozsa, P., “Data perturbation of matrieds of pairwise comparison”, *Annals of Operation Research*, 101[1/4], 2001, pp.401 – 425.
- Sugihara, K. and Tanaka, H., “Interval evaluations in the analytic hierarchy process by possibility analysis”, *Computational Intelligence*, 17[3], 2001, pp.567 – 579

The Comparative Analysis of the Reasons for Decreases in Marin Fishery Resources Based on AHP & Cluster Analysis

Cheol-Hyung Park and Sang-Go Lee

Abstract

This study is to estimate the factor weights of the reasons for decreases in marine fishery resources using the Analytical Hierarchy Process. Furthermore, it classifies 20 fishes under a fishery resource recovery plan into various groups of fishes according to these factor weights using the non-hierarchial cluster analysis.

The factors of decreases in marine fishery resources are identified as bio-ecological, technology-system, economic-business, and fishing village-society factors. Two of the most important factors of decreases in resource are turned out to be the economic-business and bio-ecological factors, estimated as 31% and 30% respectively. The technology-system and fishing village-society factors are estimated as 21% and 18% respectively.

The study utilizes non-hierarchical cluster analysis in order to classify 20 fishes into 2, 3, and 4 groups. K-means cluster analysis is applied for grouping in conjunction with ANOVA to identify statistical differences in factors. Once again, the economic-business and bio-economic factors play main role in grouping 2-groups of fishes case . The third group of fishes in addition to the previous 2 groups of fishes appears as those 4 factors of decrease evenly play about the same role at a 3-groups of fishes case. Finally, the economic-business and bio-economic factors are turned out to be evenly important in the 4th group once there are 4-groups of fishes.

key words : AHP, Cluster-Analysis, ANOVA, Marine fishery resources, Resource recovery