

**계층분석적 의사결정기법을 이용한
바다목장화사업에 대한 정책평가 연구**

박철형

부경대학교

계층분석적 의사결정기법을 이용한 바다목장화사업에 대한 정책평가 연구

부경대학교 경제학부 박 철 형

I. 서 론

- 바다목장화사업의 정책적 함의를 도출하기 위하여 다수의 전문가그룹을 이용한 계층분석적 의사결정기법(AHP: Analytical Hierarchy Process)을 도입하였다.
- 먼저 AHP기법의 이론적 배경으로 개념, 적용절차, 평가방법 등을 살펴보고 바다목장화사업의 성공요인들을 추출하여 이들 요인의 계층적 의사결정 구조도를 작성하였다.
- AHP의 적용을 위하여 전문가 그룹을 어촌계, 행정기관, 연구소, 학계로 나누어 전문가회의, 개별면접, 설문지 배포 등의 다양한 방법을 통하여 개별 요인들의 가중치를 추정하였다.
- 전체 전문가 그룹의 가중치 추정 결과는 물론 그룹별 가중치 추정결과를 상호 비교하여 정책적 함의를 도출하였다.

II. AHP기법의 이론적 배경

- AHP는 다수의 대안에 대하여 다면적인 평가기준과 다수주체에 의한 의사결정을 위하여 설계된 방법으로서, 의사결정자의 직관적이고, 합리적인 또는 비합리적인 판단까지도 동시에 고려하여 정량적인 요인은 물론 정성적인 요인을 동시에 고려함으로써 의사결정문제의 해결을 위한 포괄적인 틀을 제공한다.
- AHP는 의사결정 대안의 수가 9개 이하인 경우의 상대측정방법과 10개 이상인 경우의 절대측정방법으로 구분할 수 있으며 그 구체적인 분석이론은 다음과 같다.

1. AHP의 기본개념

- 1970대 초반 T. Saaty에 의하여 개발된 계층분석적 의사결정방법(Analytic Hierarchy Process : AHP)은 의사결정의 계층구조를 구성하고 있는 요소간의 쌍대비교(pairwise comparison)에 의한 판단을 통하여 평가자의 지식, 경험 및 직관을 포착하고자 하는 하나의 새로운 의사결정방법론이다. AHP는 이론의 단순성 및 명확성, 적용의 간편성 및 범용성이라는 특징으로 말미암아 여러 의사결정분야에서 널리 응용되어 왔으며, 이론구조 자체에 관해서도 활발한 연구가 진행되고 있다.
- 일반적으로 의사결정문제는 서로 상반된 기준과 불완전한 정보 및 제한된 자원 하에서 최적의 대안을 선택해야 하는 문제를 내포하고 있다. AHP는 이러한 다수 기준 하에서 평가되는 다수 대안들의 우선순위를 선정하는 문제를 다루며, 기존의 의사결정이론 체계

에서 보면 다속성의사결정분석(multi-attribute decision making)의 선호보정이 있는 모형(compensatory preference model)으로서 그 속성을 위치시킬 수 있다.

- AHP는 먼저, 상위계층에 있는 요소³⁾를 기본으로 하위계층에 있는 각 요소의 가중치를 측정하는 방식을 통하여, 상위계층의 요소 하에서 각 하위요소가 다른 하위요소에 비하여 우수한 정도를 나타내 주는 수치로 구성되는 쌍대비교행렬(pairwise comparison matrix)을 작성하게 된다. 그리고 이 행렬로부터 고유치 방법(eigenvalue method)을 이용하여 계층의 각 레벨마다 정규화한 하나의 우선순위벡터를 산출한다. 마지막으로 계층의 최상위에 위치한 의사결정의 목적을 달성할 수 있도록 해주는 최하위 단계에 있는 대안들의 상대적인 우선순위를 나타내 주는 전체 계층에 대한 하나의 복합 우선순위벡터(priority vector)를 산출하게 된다.
- AHP는 다음에 설명하는 4가지 공리(axioms)에 의하여 적용을 위한 이론적 배경을 마련하고 있다.

3. <공리 1> 역수성(reciprocal) : 의사결정자는 동일한 계층 내에 있는 2개의 요인을 짝지어 비교할 수 있어야만 하고, 그 선호의 강도를 표현할 수 있어야 한다. 이러한 선호의 강도는 역수조건을 만족시켜야만 한다. 예를 들어, A가 B보다 x 배 중요시된다고 하면 B는 A보다 $1/x$ 배 중요하다는 의미가 된다.
4. <공리 2> 동질성(homogeneity) : 중요도는 제한된 범위 내에서 정해진 척도(bounded scale)에 의하여 표현한다.
5. <공리 3> 종속성(dependency) : 한 계층의 요소들은 인접한 상위계층의 요소에 대하여 종속적이어야 한다. 그러나 상위계층의 모든 요소에 대하여 인접한 하위계층 내의 모든 요소들 간에 독립성이 확보되어야 하는 것은 아니다.
6. <공리 4> 기대성(expectations) : 의사결정의 목적에 관한 사항을 계층이 완전하게 포함하고 있다고 가정한다.

2. AHP의 적용절차

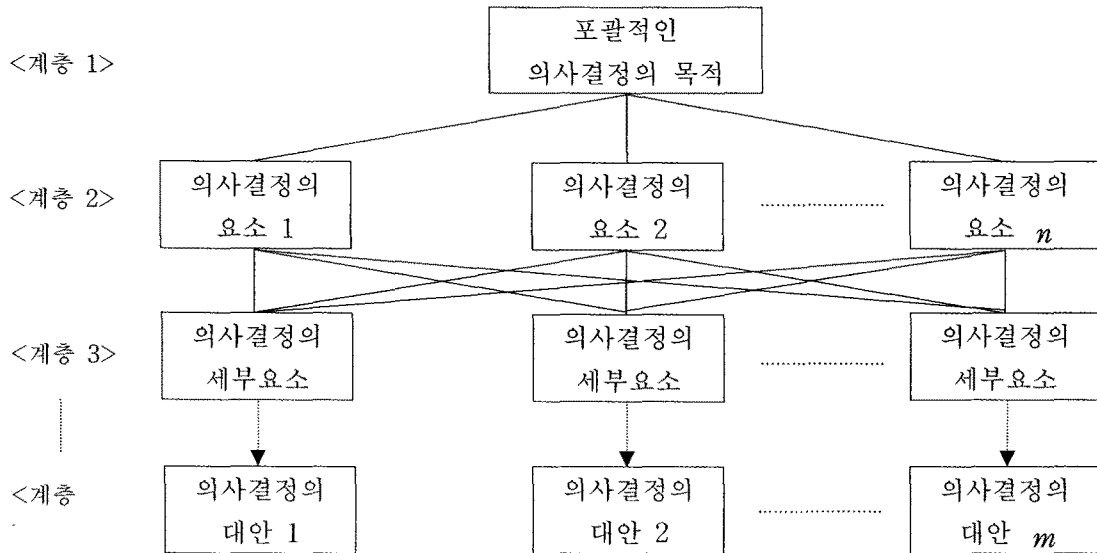
이상의 이론적 배경을 근거로 하여 실제로 의사결정과 관련된 문제를 해결하기 위하여 AHP를 사용하는 경우, 일반적으로 다음과 같은 네 단계의 작업이 수행된다.

○ <단계 1> 의사결정문제를 상호관련된 의사결정 사항들의 계층으로 분류하여 의사결정계층(decision hierarchy)을 설정한다.

- AHP의 적용에서 가장 중요한 단계라 할 수 있는 첫 번째 단계에서 의사결정분석자는 상호 관련되어 있는 여러 의사결정 사항들을 계층화한다. 계층의 최상층에는 가장 포괄적인 의사결정의 목적이 놓이며, 그 다음의 계층들은 의사결정의 목적에 영향을 미치는 다양한 요소들로 구성된다.

3) 요소(element) : 속성(attribute)이라고도 하며, 계층에 따라서 전략이 될 수도 있고, 평가항목 또는 기준이 될 수도 있다.

- 이들 요소들은 낮은 계층에 있는 것일수록 구체적인 것이 된다. 여기서 한 계층 내의 각 요소들은 서로 비교 가능한 것이어야 한다. 계층의 최하층은 선택의 대상이 되는 여러 의사결정 대안들로 구성된다.
- 이와 같은 의사결정체계는 <그림 1>와 같은 표준적인 형태로 나타낼 수 있다.



<그림1> AHP의 표준 계층

- 계층설정 영역에서 중요한 세 가지 사항은 구성되는 계층의 완전성과 비완전성, 계층의 수와 비교항목의 수, 계층의 구성방법에 관한 것이다.
- 계층의 완전성과 비완전성에 대하여 살펴보면, 만약 모든 하위계층의 요소가 직계 상위 계층의 모든 항목과 관련될 때, 이를 완전한 계층(complete hierarchy)이라 하고 그렇지 않을 때를 비완전한 계층(incomplete hierarchy)이라 한다. 표준적인 계층의 형태는 완전 계층을 의미하나, 모든 계층이 반드시 완전해야 하는 것은 아니다.
- 특히, 거대 시스템에 대한 계층을 설정할 경우에 각 하위시스템은 그 자체의 계층을 갖는 불완전한 계층으로 분할이 가능하며, 단지 공통의 목표를 공유하기만 하면 계층의 구성요건은 충족되는 것이다(Ramanujam and Saaty).
- 계층의 완전성, 비완전성의 여부와 상관없이 의사결정계층을 설정하는데 있어서 계층의 수는 문제의 복잡성, 문제를 해결하는데 요구되는 정밀성의 정도에 따라 달라진다. 동일 계층에 있는 구성요소들간에 쌍대비교가 이루어져야 하기 때문에 각 계층에 포함되는 비교대상을 최대 7 ± 2 가지로 제한할 필요가 있음을 Saaty(1980)는 제안하고 있다. 그러나 이러한 제안은 이 기법의 적용에 있어서 필요조건은 아니다(Saaty, Vargas and Wendel, 1983).
- 계층을 구성하는 것은 AHP의 첫 단계이며 가장 중요한 단계임에도 불구하고, 의사결정 문제를 계층화하는 방법에 대한 이론적인 틀은 정형화되어 있지 않다. 따라서 타 연구분야에서 사용되는 계층설계기법을 적용하는 것도 가능하다고 할 수 있다(Zahedi, 1986).
- 계층구성을 위하여 일반적으로 사용되는 과정은 계층과 요소의 선정, 개념규정, 질문수립이라는 3단계를 상호관련시켜 진행한다(Vargas, 1900). 이 방법의 구체적인 진행순서는

다음과 같다.

- ① 먼저, 계층과 계층 내의 요소들을 규정한다.
 - ② 요소들을 규정한 다음에 그것들에 대한 질문을 만든다.
 - ③ 만약 의사결정자가 이러한 질문에 대한 응답 시 문제가 발생하면, 그 계층과 요소들은 수정되어야만 한다.
 - ④ 수정된 요소들에 의하여 질문을 만들고, 다시 의사결정자에게 질문하여 문제가 발생하지 않을 때까지 계속한다.
- 이처럼 계층설계는 반복적인 과정을 거쳐 진행되는데, 요소들과 질문, 그리고 질문에 관련된 응답이 계층의 수와 요소들을 결정하게 된다. 질문과정에서의 불명확성은 의사결정자가 잘못된 기준이나 대안을 이끌어낼 수 있기 때문에, 의사결정자가 모든 질문들에 대하여 정확히 응답할 수 있어야만 하는 바, 이는 기존 정보와 일치성이 있어야 함을 의미한다.

○ <단계 2> 의사결정 요소들 간의 쌍대비교로 판단자료를 수집한다.

- 이 단계에서는 상위계층에 있는 요소들의 목표를 달성하는데 공헌하는 직계하위계층에 있는 요소들을 쌍대비교하여 행렬을 작성한다. 쌍대비교를 통하여 상위요소에 기여하는 정도를 <표 1>과 같이 9점척도⁴⁾로 중요도를 부여하는데, 직계 하위계층이 n 개의 요소로 구성되어 있다면 모두 $n(n-1)/2$ 회의 비교를 필요로 한다.

<표 1> 쌍대비교의 척도

중요도	정 의	설 명
1	비슷함 (Equal importance)	어떤 기준에 대하여 두 활동이 비슷한 공헌도를 가진다고 판단됨
3	약간 중요함 (Moderate importance)	경험과 판단에 의하여 한 활동이 다른 활동보다 약간 선호됨
5	중요함 (Strong importance)	경험과 판단에 의하여 한 활동이 다른 활동보다 강하게 선호됨

<표 1> 쌍대비교의 척도(계속)

중요도	정 의	설 명
7	매우 중요함 (Very strong importance)	경험과 판단에 의하여 한 활동이 다른 활동보다 매우 강하게 선호됨
9	극히 중요함 (Extreme importance)	경험과 판단에 의하여 한 활동이 다른 활동보다 극히 선호됨
2,4,6,8	위 값들의 중간값	경험과 판단에 의하여 비교값이 위 값들의 중간값

4) 9점 척도 : 보다 엄밀히 말하면 1/9~9로 17점 척도이다.

		에 해당한다고 판단될 경우 사용함
역수값	활동 i 가 활동 j 에 대하여 위의 특정값을 갖는다고 할 때, 활동 j 는 활동 i 에 대하여 그 특정값의 역수값을 갖는다.	
1.1~1.9	동등한 활동 (For tied activities)	비교요소가 매우 비슷하여 거의 구분할 수 없을 때 사용하는 값으로서; 약간 동등은 1.3, 약간 차이가 나는 경우는 1.9를 사용함

- 작성된 쌍대비교행렬 A 는 다음과 같이 행렬의 대각을 중심으로 역수의 형태를 취하게 된다.

$$A = \begin{bmatrix} 1 & a_{12} & a_{13} & \cdots & a_{1n} \\ a_{21} & 1 & a_{23} & \cdots & a_{2n} \\ a_{31} & a_{32} & 1 & \cdots & a_{3n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \cdots & \vdots \\ a_{n1} & a_{n2} & a_{n3} & \cdots & 1 \end{bmatrix}$$

여기서, $a_{ij}=1/a_{ji}$, $a_{ii}=1$, $\forall i$

- AHP에서의 판단자료는 계층 내 요소간의 쌍대비교를 통하여 도출한 요소간의 상대적 중요도를 나타내는 점 추정치를 사용하는데, 쌍대비교를 통한 계량적인 판단을 수행하기 위해서는 신뢰할만하고 이용 가능한 척도가 필요하며, 이를 위하여 통상 9점 척도가 많이 이용되고 있다.
 - Saaty(1983)는 특정 문제에 대하여 서로 다른 27개의 수치척도를 사용하여 실제거리와 상대적 거리감 사이의 관계를 분석하는 실험을 행하였는데, 이 실험에서 1-9까지의 척도가 실제치에 가장 근접한 결과를 나타내었다. 그러나 이러한 평가는 경험적 배경과 실험에 의한 검증은 바탕으로 하고 있기 때문에, 경우에 따라서 적합한 다른 비율척도를 이용할 수도 있다.
 - AHP에 관한 비판 중의 하나가 척도의 문제로서 여기에는 두 가지의 견해가 있을 수 있다.
 - 첫째는 선호도가 척도의 선택에 의존한다는 점인데, 이는 효용이론의 경우도 마찬가지이고 어느 선호 표현방식도 척도의 선택에 완전히 독립적이라고 말할 수는 없다는 점과 맥락을 같이 하는 것이다.
 - 둘째는 비율척도의 사용이 가장 적절한지에 관한 문제인데, 사회과학분야의 연구들에서 보면 자극에 대한 반응을 표현하는 적절한 수단으로 비율척도의 적절성이 설명되고 있으므로 AHP의 타당성을 유추할 수 있다고 본다(Harker and Vargas, 1987).
- <단계 3> 고유치방법을 사용하여 의사결정요소들의 상대적인 가중치⁵⁾를 추정한다.

5) 가중치(weight) : 우선순위벡터(priority vector)를 일컫는 말라서, 이는 요소들의 상대적 중요도 또는 선호도가 된다.

- 한 계층 내에서 비교 대상이 되는 n 개 요소의 상대적인 중요도를 $w_i (i=1, \dots, n)$ 라 하면, 상기한 쌍대비교행렬에서의 a_{ij} 는 $w_i/w_j (i, j=1, \dots, n)$ 로 추정할 수 있다. 즉, a_{ij} 와 w_i 사이에는 다음 식이 성립한다.

$$a_{ij} = w_i/w_j \quad (i, j=1, \dots, n)$$

여기서, 행렬의 모든 요소를 나타내면 다음 식과 같다.

$$\sum_j^n a_{ij} \cdot w_j \cdot \frac{1}{w_i} = n \quad (i, j=1, \dots, n)$$

이는 곧 다음 식과 같이 나타낼 수 있고,

$$\sum_j^n a_{ij} \cdot w_j = n \cdot w_i \quad (i, j=1, \dots, n)$$

위 식은 선형대수론에서의 고유치 문제와 같다.

즉, 요소 a_{ij} 로 구성되는 행렬 A 를 다음과 같이 나타낼 때,

$$A = \begin{bmatrix} w_1/w_1 & w_1/w_2 & w_1/w_3 & \cdots & w_1/w_n \\ w_2/w_1 & w_2/w_2 & w_2/w_3 & \cdots & w_2/w_n \\ \vdots & \vdots & \vdots & \cdots & \vdots \\ w_n/w_1 & w_n/w_2 & w_n/w_3 & \cdots & w_n/w_n \end{bmatrix}$$

고유치방법에 의하여,

$$A \cdot w = n \cdot w$$

여기서, $w = [w_1, w_2, w_3, \dots, w_n]$: 행렬 A 의 우측 고유벡터

n : 행렬 A 의 고유치

에서의 w 를 구할 수 있는 것이다.

- 그런데, AHP에서는 평가자가 정확한 w 를 모르며, 쌍대비교에 의하여 정확한 평가를 할 수 없는 것으로 가정하기 때문에 실제적으로는 다음과 같은 식에서 w 를 추정한다. 즉, 쌍대비교행렬 A 의 각 요소에 대한 가중치 w 를 모른다고 했을 때, 이 행렬을 A' 라 하고

이 행렬의 가중치 추정치 w' 는 다음 식을 이용하여 구한다.

$$A' \cdot w' = \lambda_{\max} \cdot w'$$

여기서, λ_{\max} : 행렬 A 의 가장 큰 고유치

- 그런데, $n \times n$ 행렬의 고유치는 이와 같이 그 특성방정식을 풀어서 구할 수 있다. 그러나 일반적인 문제, 즉 특별히 큰 행렬(n 이 3이상)을 포함하는 문제에서 고유치를 구하는 과정은 여러 가지 계산적인 어려움이 있으므로 고유치는 구하는 다른 방법이 요구된다. 여기서, λ_{\max} 는 항상 n 보다 크거나 같기 때문에 계산된 λ_{\max} 가 n 에 근접하는 값일수록 쌍대비교행렬 A 의 수치들이 일관성을 가진다고 말할 수 있다. 이러한 일관성의 정도는 다음과 같이 일관성지수(Consistency Index : CI)와 일관성비율(Consistency Ratio : CR)을 통하여 구할 수 있다.

$$\text{일관성 지수 (CI)} = (\lambda_{\max} - n) / (n - 1)$$

$$\text{일관성 비율 (CR)} = (CI / RI) \times 100\%$$

일관성 비율의 수식에 있는 RI는 난수지수(Random Index)를 의미하며, 이는 1에서 9까지의 수치를 임의로 설정하여 역수행렬을 작성하고, 이 행렬의 평균 일관성지수를 산출한 값으로 일관성의 허용한도를 나타낸다. n 이 1에서 10까지 변화할 때의 난수지수는 <표 2>와 같다. 경험법칙에 의하여 위 식에서 구한 일관성비율이 10% 이내에 들 경우, 해당 쌍대비교행렬은 일관성이 있다고 교정한다.

<표 2> 난수지수

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
난수지수	0	0	0.58	0.90	1.12	1.24	1.32	1.41	1.45	1.49

- 일반적으로 가중치 추정을 위한 방식으로 고유치방법이 널리 사용되고 있으나, 현재까지 제안된 방법으로는 이외에도 산술평균, 기하평균, 최소자승법, 조화평균, 평균치변환 등이 있으며 이에 관한 지속적인 연구가 진행되고 있다. Saaty(1983)는 판단자료의 일관성이 완전하지 않을 때의 가중치 추정방식으로는 고유치방법이 최적임을 지적하고 있고, 또한 실제적용을 위하여 고유치방법을 이용한 계산 소프트웨어도 많이 개발되어 있다.
- 의사결정자의 불확실한 판단문제를 점 추정이 아닌 구간 추정으로 다루려는 연구도 있는데, 이 경우의 문제는 각 평가자 판단치의 구간결정방법과 특정 구간 내에서의 평가치 분포가 문제가 된다. 또한 평가치로부터 가중치를 추출하는데 이 분포도 문제가 된다 (Melachrinoudis and Rice, 1991). 이러한 문제에 관한 연구는 초기단계에 머물러 있으나, 문제 자체의 통계적 성질로 인한 측면 때문에 통계학 영역에서 연구가 진행되고 있다.

○ <단계 4> 평가대상이 되는 여러 대안들에 대한 종합순위를 얻기 위하여 의

사결정 요소들의 상대적인 가중치를 종합화한다.

- 이 단계에서는 계층의 최상위에 있는 의사결정의 목적을 달성하기 위하여 최하위에 있는 대안들의 우선순위를 결정하는 종합중요도벡터를 산출하는데, 이는 <단계 3>에서 구한 각 계층에서의 가중치를 종합함으로써 가능하다. 구체적으로 최상위 계층에 대하여 k번째 하위계층에 있는 대안들의 종합중요도는 다음 식을 통하여 구할 수 있다.

$$C[1, k] = \prod_{i=2}^k B_i$$

여기서, $C[1, k]$: 첫 번째 계층에 대한 k번째 계층요소의 종합가중치

B_i : 추정된 w 벡터를 구성하는 행을 포함하는 $n_{i-1} \cdot n_i$ 행렬

n_i : i번째 계층의 요소 수

- 만약, 전체 계층이 세 개의 계층 레벨로 구성되었다면, 최상위 계층에 대하여 최하위 계층에 있는 대안들의 종합중요도는 $C[1, 3]$ 으로 표시하고, 이는 두 번째 계층을 기준으로 한 세 번째 계층의 항목 간 가중치행렬 B_3 와 첫 번째 계층을 기준으로 한 두 번째 계층의 항목 간 가중치행렬 B_2 를 곱하여 구한다. 이렇게 구한 종합중요도는 궁극적으로 평가대상이 되는 대안들의 점수를 나타내며, 이를 통하여 대안의 우선순위를 결정하게 된다.
- 전체 계층의 종합중요도를 최하위 계층에 대한 직계 상위계층의 가중치행렬에 그 상위계층에서 구한 가중치행렬을 곱하고 이 과정을 상위계층으로 반복하여 구하는 방법은 논란의 여지가 없이 인정되고 있다. 단지 종합중요도추출 영역에서 문제가 되는 것은 다수평가자의 평가치에 대한 통합문제이다.
- 의사결정 또는 평가문제의 시발점은 한 명의 의사결정자 또는 평가자가 쌍대비교에 의하여 평가요소에 대한 상대적인 중요도를 판단하는 일에서부터 출발하지만, 실제적으로 현실세계를 둘러싸고 있는 불확실성 때문에 복잡한 문제일수록 다수의 평가자를 필요로 한다.
- AHP도 마찬가지로 출발은 평가에 가장 적합한 한 명의 평가자를 가정하여 개발되었으나, 많은 현실문제로 인하여 다수의 평가자 참여가 필요하게 되었다. 이 때, AHP에서 가장 큰 문제가 되는 부분은 바로 AHP의 기본공리인 역수성을 만족시켜야 한다는 것이다. 즉, 한 평가자는 대안 a와 b에 대하여 a가 b보다 절대적으로 중요하다고 평가하고, 다른 평가자는 a와 b가 동등하다고 하였을 경우, 이들의 판단은 각각 9와 1이 되고, 이러한 판단의 역수조건은 각각 1/9과 1이 된다. 이 때, 이들의 판단치인 9와 1을 종합한 것과 역수치인 1/9과 1을 종합한 것이 역수조건을 유지해야 한다는 것이다. 이러한 기본적인 논리를 기반으로 하여 다수 평가자의 평가치를 통합하는 여러 방법이 개발되어 있다.

3. AHP의 상대측정과 절대측정

- 일반적으로 사람들은 어떤 대상을 비교할 때, 절대비교 및 상대비교를 행한다. 절대비교

는 경험을 통해 얻은 표준을 기억 속에 갖고서 대안들을 비교하는 경우이며 상대비교는 공통의 속성에 따라 대안을 쌍으로 비교하는 경우이다.

- AHP에서 계층을 구성하는 요소 간에 1대1로 쌍대비교를 행하는 상대측정과는 달리, 절대비교를 통한 절대측정은 각 기준별로 등급화 되어있는 척도 또는 강도에 따라 독립적인 대안에 한 번에 하나씩 순위를 부여하기 위해 이용된다. 그러나 대안의 수가 너무 많으면 쌍대비교의 횟수가 기하급수적으로 증가하기 때문에 상대비교가 거의 불가능하여 실질적으로 AHP를 적용하기 어렵게 된다. 따라서 일반적으로 상대비교가 곤란하다고 알려져 있는 10개 이상의 대안의 수인 경우에는 평가기준에 따라 절대비교를 통한 절대측정방식을 취하는 것이 바람직하다.
- 이 접근방식은 기준의 강도에 대한 우선순위를 설정할 수만 있다면 언제든지 사용이 가능하다. 물론, 일부는 전문가의 규범적인 표준을 신뢰할 수 없어 대안에 대한 쌍대비교를 더 선호하지만, 수많은 대안에 등급을 부여할 때 표준에 대한 대체적인 합의가 이루어져 있을 경우에는 시간을 크게 절약시켜준다.

- AHP 절대측정의 적용절차

<단계 1> 의사결정계층을 구성한다. 평가기준 각에 대해 등급척도(rating scale)를 부여한다

- 상대측정을 위한 의사결정계층을 구성할 때와의 차이점은 바로 평가기준 또는 평가항목에 대해 등급척도를 구성하는 일이다. 등급척도는 평가기준 또는 평가항목이 갖는 강도이다. 강도는 각 기준에 대해 대안의 질을 구별할 수 있게 해주는 기준의 변동범위이다. 가령 파급효과라는 기준일 경우에 등급척도를 만들고자 할 때에는 '매우 크다', '크다', '보통이다', '낮다', '매우 낮다'와 같이 5단계로 등급화 할 수 있다. 등급척도의 형태나 수는 문제의 속성에 따라 자유롭게 결정할 수 있다.

<단계 2> 평가기준에 대해 쌍대비교를 행한다.

- 상대측정에서처럼 평가기준에 대하여 1~9까지의 척도를 이용하여 평가한 후, 상대적 중요도를 구한다.

<단계 3> 등급척도에 대해 쌍대비교를 행한다.

- 상대측정에서처럼 등급척도에 대해 1~9까지의 척도를 이용하여 평가한 후, 상대적 중요도를 구한다.

<단계 4> 평가기준의 상대적 중요도와 등급척도의 상대적 중요도를 곱하여 등급척도에 대한 최종적인 상대적 중요도를 도출한다.

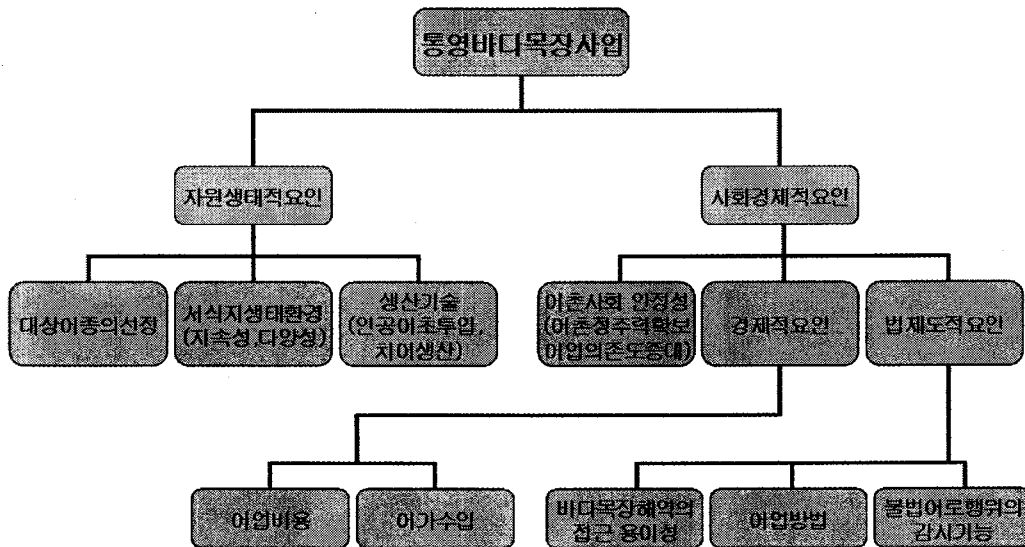
<단계 5> 대안 각각에 대해 각 기준 별로 마련되어 있는 등급을 부여하여, 대안에 대한 최종적인 복합 중요도를 도출한다.

III. 바다목장화사업 성공요인의 계층적구조

1. 계층적구조의 도출

- 국내외 선행연구들에 대한 면밀한 검토와 전문가들의 자문을 거쳐 바다목장과사업의 성공요인들을 추출하고 이를 분류함으로써 계층적 의사결정구조를 구성하였음.
- 1단계: <최상위계층> 자원생태적 요인, 사회경제적인 요인
 2단계: <상위계층>
 자원생태적요인의 하위계층: 대상어종의 선정, 서식지의 생태환경, 생산기술
 사회경제적요인의 하위계층: 어촌사회의 안정성, 경제적 요인, 법제도적 요인,
 3단계: <차상위계층>
 경제적 요인의 하위계층: 어업비용, 어가수입
 법제도적 요인의 하위계층: 바다목장해역의 접근용이성, 어업방법, 불법어로행위의 감시기능

<그림 2> 바다목장화사업 성공요인들의 계층적 구조모형



- 따라서 성공요인들의 계층구조로부터 9개의 말단요인들의 도출이 가능해진다. AHP기법을 이용하여 추출하여야할 말단요인들은 ①대상어종의 선정, ②서식지 생태환경, ③생산기술, ④어촌사회의 안정성, ⑤어업비용, ⑥어가수입, ⑦바다목장해역의 접근용이성, ⑧어업방법, ⑨불법어로행위의 감시기능들이다.

○ 설문조사의 개요

설문조사기간: 2007년 10월 27일에서 11월 7일까지

설문조사대상: 바다목장화사업과 관련이 있는 어촌계(4명), 행정기관(13명)6), 연구기관(26명)7), 학계(8명) 등의 4개 전문가그룹 총 51명

설문방법: 개별면담방식과 설문지배포방식을 병행

2. 가중치도출결과

- <표 3>에 나타난 전체의 추정결과를 보면 서식지생태환경(0.36)이 압도적으로 중요한 요인으로 나타났다. 다음은 대상어종의 선정(0.14), 어촌사회의 안정성(0.12), 어가수입(0.12) 등의 중요도가 거의 같은 가중치를 가지며 중요한 것으로 나타났다. 반면에 해역의 접근용이성(0.03)이 가장 낮은 것으로 추정되었으며, 어업방법(0.06)과 불법어로행위의 감시기능(0.06) 등도 가중치가 낮은 것으로 평가되었다. 일관성지수도 0.01로 산출되어 추정의 결과가 아주 양호한 것으로 나타났다.
- 4개 전문가그룹의 모든 개별 추정결과에서도 서식지생태환경이 역시 압도적으로 중요한 요인으로 추정되었다. 행정기관(0.47)이 상대적으로 이를 가장 중요하게 여기는 반면 어민을 대표하는 어촌계(0.20)에서는 상대적으로는 낮은 추정치를 보여주었는데 그 비중이 어촌사회의 안정성(0.20)과 동일한 것으로 나타나 우리 어민들은 역시 생태환경의 중요성을 인식하면서도 자신들의 삶의 현장인 어촌사회가 지속적이며 안정적으로 유지 발전될 수 있는 방향으로 바다목장화사업이 추진되어야한다는 의견을 보여주고 있다.
- 특이한 사항 중의 하나는 경제적 요인을 대변하는 어업비용과 어가수입의 가중치가 어촌계와 행정기관이 각각 0.02와 0.06으로 같은 수치로 나타난 것은 바다목장화사업에 대한 접근시각에서 양 그룹이 경제적인 요인에 대한 평가가 동일한 것을 보여준다. 즉, 우리 어민들이 동 사업에 대하여 경제적인 유인만을 그렇게 중요하게 평가하지 않는다는 성숙한 시각을 가진 모습을 보여주는 것이다.
- 개별그룹의 일관성지수를 평가하면 어촌계의 경우는 0.20으로 나타나 AHP기법에서 제시하는 기준치인 0.10을 상회하는 것으로 나타났다. 그러나 이러한 일관성의 문제점도 세부적인 중간항목 요인들의 평가에서는 일관성에 문제가 없었던 반면에 단지 법제도적요인의 하위계층인 해역의 접근용이성, 어업방법, 불법어로행위의 감시기능의 평가에서 0.59로 나타났기 때문이다. 이는 오히려 법제도적인 기준에 관하여 우리어촌사회의 어민들이 바다목장화사업과 관련하여 혼란스러운 시각을 가지고 있음을 보여주는 것이다.

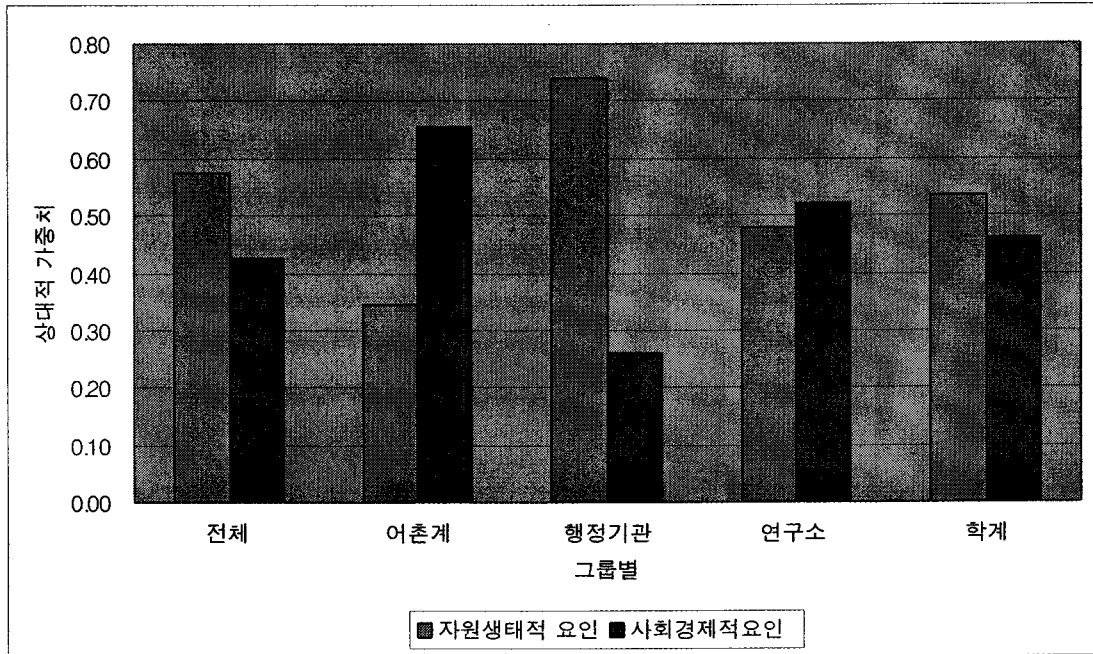
<표 3> 9개 말단요인들에 대한 가중치도출결과

성공요인	전체	어촌계	행정기관	연구소	학계
대상어종의 선정	0.14	0.08	0.16	0.11	0.13
서식지생태환경	0.36	0.20	0.47	0.31	0.34
생산기술	0.08	0.06	0.11	0.06	0.07

6) 해양수산부 6명, 경남도청 4명, 통영시청 3명

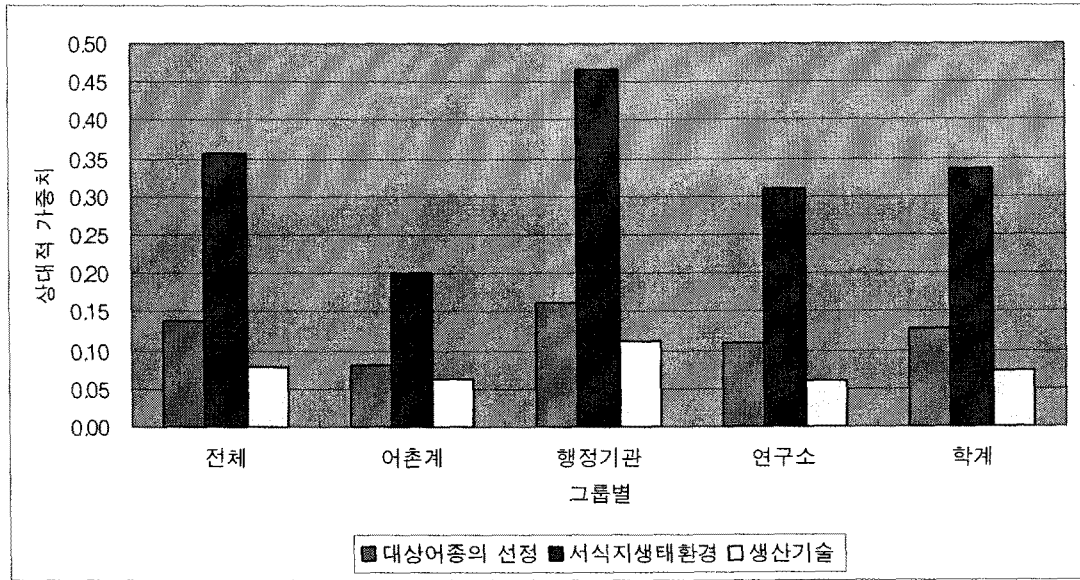
7) 수산과학원 8명, KORDI 11명, KMI 7명.

어촌사회의 안정성	0.12	0.20	0.09	0.16	0.11
어업비용	0.04	0.02	0.02	0.05	0.06
어가수입	0.12	0.06	0.06	0.16	0.17
해역의 접근 용이성	0.03	0.07	0.02	0.03	0.03
어업방법	0.06	0.16	0.03	0.05	0.03
불법어로행위의 감시기능	0.06	0.15	0.04	0.08	0.07
일관성지수	0.01	0.20	0.09	0.01	0.03



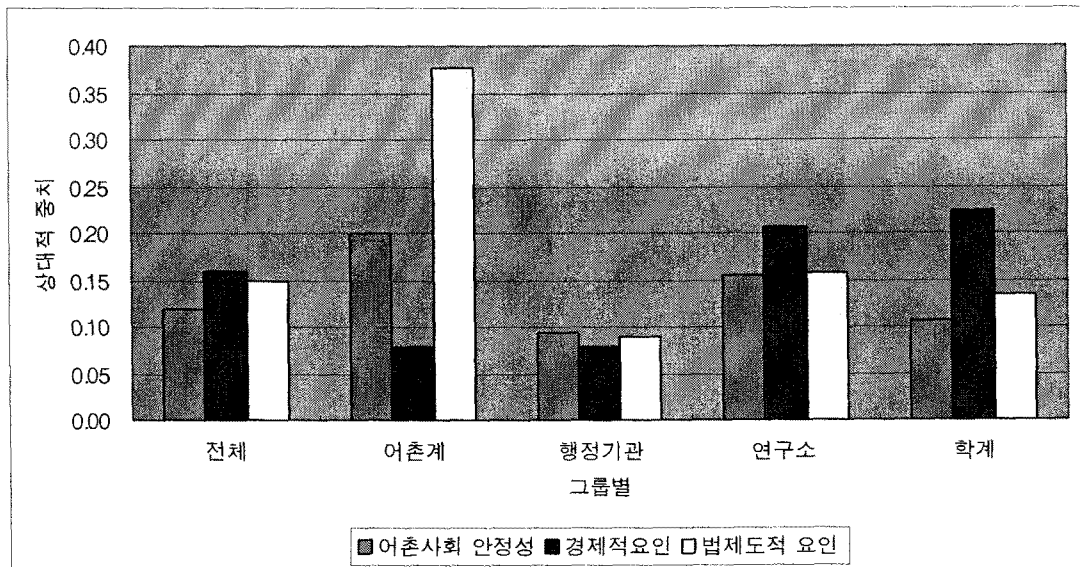
<그림 3> 자원생태적요인 vs 사회경제적 요인의 가중치

- <그림 3>는 전체 및 그룹별의 자원생태적 요인과 사회경제적 요인들의 상대적가중치의 평가결과를 보여준다. 행정기관은 자원생태적인 요인에 어촌계에서는 사회경제적인 요인에 보다 큰 가중치들을 부여하고 있음을 알 수 있다. 연구소에서나 학계에서는 거의 같은 비중을 주고 있으며 전체적으로는 자원생태적 요인이 사회경제적 요인보다는 조금 비중이 큰 것을 알 수 있다.



<그림 4> 자원생태적요인의 하위계층의 가중치

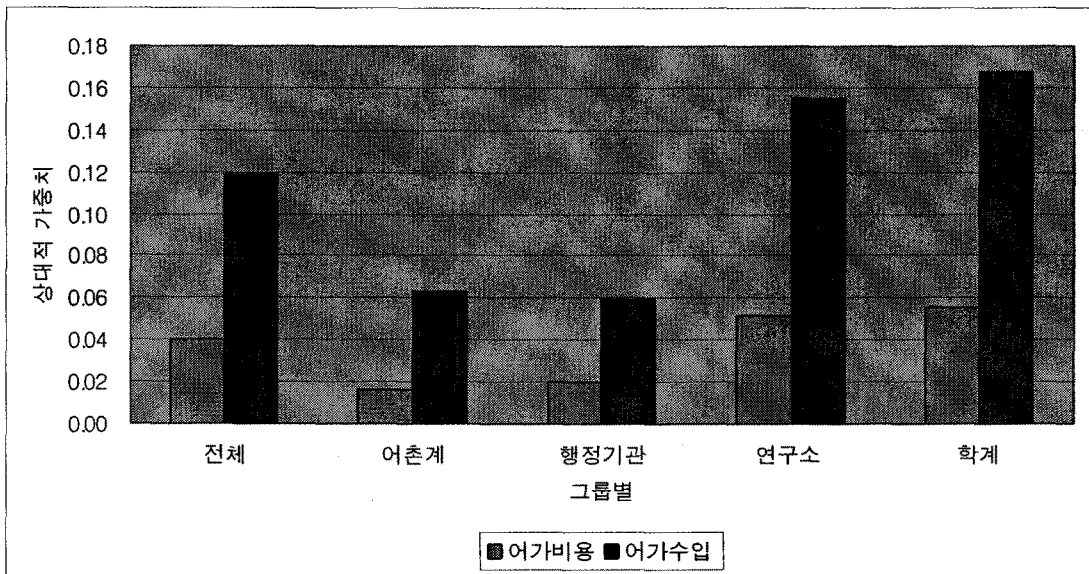
- <그림 4>은 자원생태적 요인의 하위계층인 대상어종의 선정, 서식지 생태환경, 및 생산 기술의 가중치 추정결과들을 보여준다. 모든 그룹에서 서식지생태환경의 측면을 바다목장화사업의 성공요인들 중 가장 중요한 것으로 평가하고 있다. 이러한 경향은 행정기관에서 가장 뚜렷하게 나타나고 있으며 어촌계에서는 다소 가중치를 타그룹들 보다는 상대적으로 낮게 평가하는 것을 보여준다.



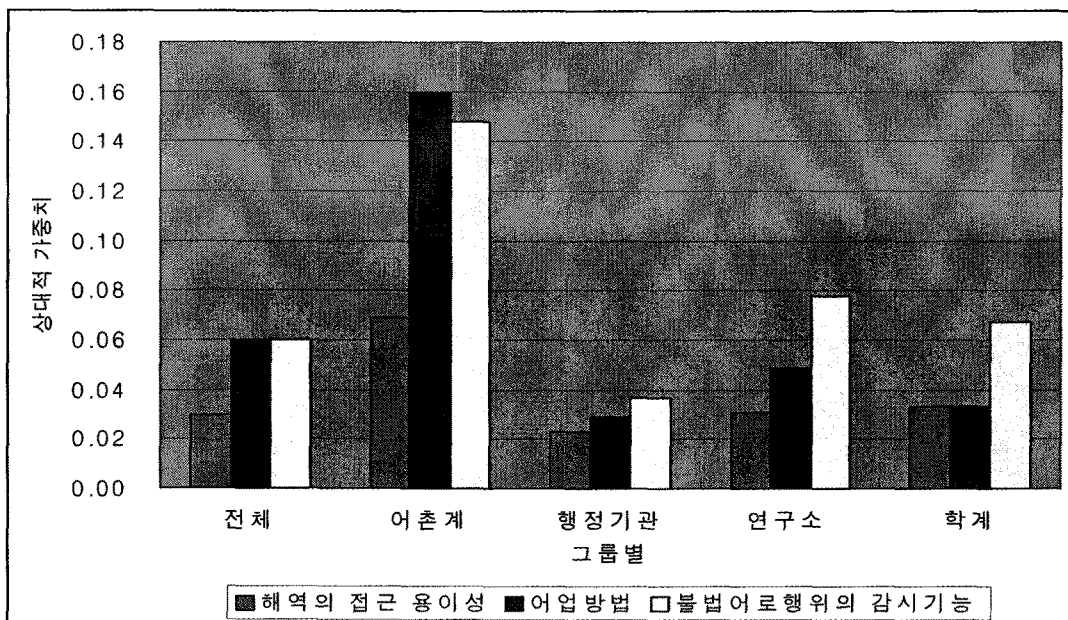
<그림 5> 사회경제적요인의 하위계층의 가중치

- <그림 5>는 사회경제적 요인들의 하위계층 요인들인 어촌사회의 안정성, 경제적 요인, 및 법제도적 요인들의 상대적 가중치 추정결과를 보여준다. 타 그룹들과 달리 어촌계에

서는 법제도적인 요인의 중요성을 가장 중요한 것으로 평가하고 있다. 반면에 연구소에 서나 학계에서는 경제적 요인들을 중요한 것으로 평가하고 있는 것을 알 수 있다. 행정 기관의 경우는 3가지 요소 모두를 같은 가중치를 가지고 평가하고 있다. 여기서 특이하 여야할 사항은 어촌계의 평가의 경우, 법제도적요인의 가중치를 높게 평가하면서도 그 하위계층의 평가



<그림 6> 경제적 요인의 하위계층의 가중치



<그림 7> 법제도적요인의 하위계층의 가중치

- <그림 6>는 경제적 요인의 하위계층 요인들이 어업비용과 어가수입과의 상대적 가중치 평가결과이다. 모든 그룹에서 어가수입의 가중치를 어업비용에 비하여 2배 이상으로 평

가하고 있으나 절대적인 경제적 요인의 비중에서는 그 가중치가 공히 낮은 것을 확인할 수 있다.

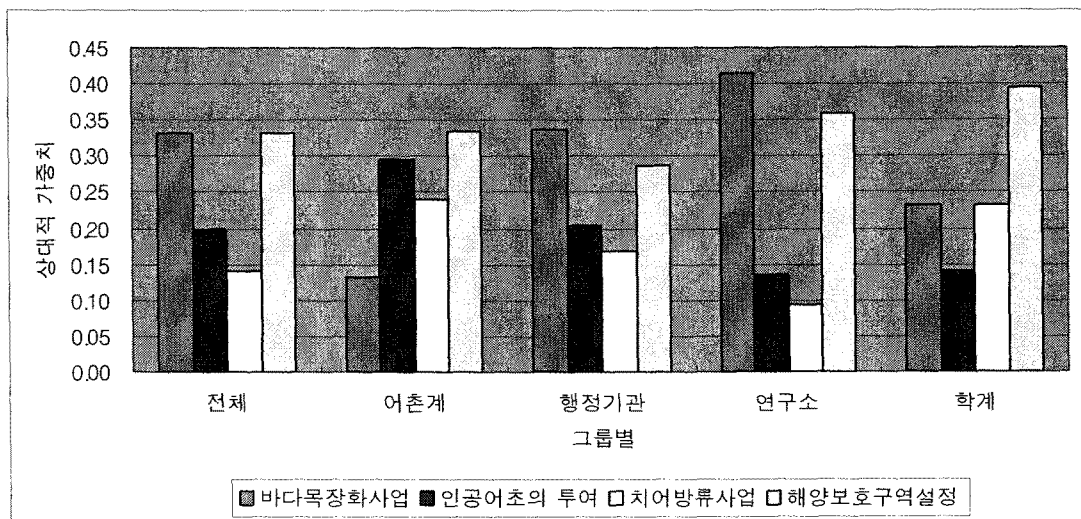
- <그림 7>은 법제도적요인의 하위계층인 해역의 접근 용이성, 어업 방법, 불법어로행위의 감시기능에 대한 평가결과이다. 전술한 바와 같이 어촌계에서는 절대적으로 그 비중을 높고 잡고 있으나 3개 항목의 세부적인 상대적 중요성에 대하여서는 일관성이 없는 것으로 나타났으므로 우선순위에 의미를 부여할 필요는 없는 것으로 보인다. 다만, 여타그룹들에서 공히 불법어로행위의 감시기능을 법제도적인 측면에서 가장 중요한 것으로 평가하고 있어 이 부분에 대한 고려가 있어야 할 것이다.

3. 자원회복수단들의 효율성에 관한 평가

- 상기의 전문가그룹을 대상으로 역시 AHP기법을 기반으로 4개 자원회복수단들의 상대적인 효율성을 쌍대비교를 통하여 평가하여 가중치를 도출하였음
- 4개 자원회복수단은 바다목장화사업, 인공어초 투여사업, 치어방류사업, 및 해양보호구역의 설정으로 바다목장화사업이란 여타 3개 사업을 종합적으로 시행하는 방법으로 정의하였음.

<표 4> 자원회복수단의 효율성 평가결과

자원회복방법	전체	어촌계	행정기관	연구소	학계
바다목장화사업	0.33	0.13	0.34	0.41	0.23
인공어초의 투여	0.20	0.30	0.21	0.13	0.14
치어방류사업	0.14	0.24	0.17	0.09	0.23
해양보호구역설정	0.33	0.33	0.29	0.36	0.40
일관성지수	0.02	0.22	0.02	0.03	0.02



<그림 8> 자원회복수단의 효율성 평가결과

- <표 4> 와 <그림 8>은 4개 자원회복방법의 효율성에 대한 평가결과이다. 전체적으로는 바다목장화사업과 해양보호구역의 설정이 그 효과가 가장 큰 수단일 뿐만 아니라 가중치 (0.33)도 동일한 것으로 조사되었다. 이들 수단에 대한 평가의 일관성지수도 0.02로 나타나 평가에 대한 신뢰도가 아주 높음을 보여준다.
- 그룹별로 보면 어촌계의 평가는 일관성(0.22)이 낮아 신뢰할 만한 추정치가 될 수 없음을 보여주나 그 밖의 그룹에서는 일관성 및 신뢰성에 있어 아주 양호한 결과를 보여준다.
- 자원회복수단으로 행정기관이나 연구소에서는 바다목장화사업의 효율성이 큰 것으로 평가하였지만 학계에서는 오히려 해양보호구역의 설정이 보다 효과가 큰 것으로 판단하고 있는 것으로 나타났다. 또, 인공어초를 바다에 투여하는 사업의 효과에 대해서도 타 수단들 보다 다소 부정적인 시각을 갖고 있는 것으로 나타났다.