



기능저하 저수지 선정을 위한 다기준 의사결정기법 적용성 연구

Study on Applicability of Multi-Criteria Decision Making Technique for Malfunctioning Reservoir Selection

심현철* · 최경숙**,[†]

Shim, Hyun Chul · Choi, Kyung Sook

Abstract

The decision-making process is the act of finding the best solution among various alternatives through comparison between various criteria based on objectives of the project, evaluation standard, and conditions. However, in practice it is not easy to simply decide the optimum decision, especially for selecting malfunctioning reservoirs because no systematic evaluation criteria or standard assessment process are available. Therefore, this study adopted AHP method, which is a MCDM (multi-criteria decision making technique) to identify the malfunctioning reservoirs for efficient management of reservoirs. Important criteria of the selection of malfunctioning reservoirs and priority weights of each criteria were determined based on results of expert's survey under a stepwise hierarchical approach. The most important factor for the decision of malfunctioning reservoirs was obtained as Reservoir efficiency among the selected criteria including Reservoir efficiency decrease, Disaster Risk, Reservoir efficiency, Available water storage, Future water demand, Resident Needs. The AHP technique was applied on 11 reservoirs in Andong region to verify its applicability. Scoring method was applied for the comparison with the results of AHP method.

Keywords: Malfunctioning; Reservoir; MCDM (Multi-Criteria Decision Making); AHP method

1. 서 론

농업생산기반정비사업 통계연보 (MAFRA, 2015)에 따르면, 우리나라 수리답 면적은 2005년 867천ha에서 2014년 753천ha로 전체적으로 감소하는 추세로써 논 면적 감소와 함께 저수지 주변의 도시화 개발로 저수지 기능을 상실하는 경우가 많이 발생하고 있다. 이와 같이 수혜면적의 감소로 인하여 농업용 저수지의 본래 기능인 농업용수 공급기능이 저하되거나 상실된 저수지를 기능저하 저수지라 하며, 한국농어촌공사에서는 수혜면적의 감소율이 당초 준공대비 50% 이상인 저수지를 기능저하 저수지로 분류하고 있다. 일반적으로 농업용수 공급의 주기능 외의 하천유지기능 등에 대한 부가적인 기능저하는 기능저하 저수지의 범위에서 제외한다.

실제 우리나라 농업용 저수지 중 수혜구역 내 관정 등 대체

시설물의 설치에 따른 자체적인 용수공급 증가로 기능저하 저수지로 변하는 경우가 많이 발생하고 있는 것으로 파악되고 있다. 특히, 한국시설안전공단 (2013)에 의하면 지자체 관리 저수지의 경우 38% 정도가 이러한 이유로 농업용 저수지로서의 기능을 상실한 것으로 조사되었으며, 이러한 경향은 저수지 주변의 지속적인 도시화 현상과 논면적 감소 현상으로 점차 증가될 전망이다.

또한 최근 기후변화에 기인하는 수문량의 증가와 더불어 저수지의 급속한 노후화 진행이 농업용 저수지의 안정성 저하를 가속화 하는 요인으로 작용하고 있어, 저수지 재해의 위험성이 증가되고 있다. 우리나라 농업용 저수지는 준공 후 50년 이상 경과된 노후 저수지가 전체의 70% 정도를 차지 (MAFRA, 2015) 하여 지속적인 개보수가 필요한 상황으로, 기능저하 저수지 중 일부 재해위험이 있는 저수지의 경우 저수지의 안전관리를 위하여 지속적인 유지관리 비용을 투입하여 불가피한 사회적 비용을 발생시키고 있는 것이 현실이다. 하지만 이와 같은 기능저하 저수지들이 본연의 기능이 저하 및 상실되었음에도 불구하고 법적·환경적 제약 등으로 저수지 용도폐지 및 매각처리가 어려워 실질적인 관리가 거의 이루어지지 못한 채 방치되고 있어 재해에 노출됨과 더불어 경제적 문제까지 야기하고 있다.

이와 같은 저수지들의 효율적인 관리를 위하여 Yoon et al. (2007)은 시군관리 농촌지역 소규모 저수지의 실태조사를 통

* Korea Rural Community Corporation, Department of Agricultural Civil Engineering, Kyungpook National University

** Department of Agricultural Civil Engineering, Institute of Agricultural Science & Technology, Kyungpook National University

[†] Corresponding author

Tel.: +82-53-950-5731 Fax: +82-53-950-6752

E-mail: ks.choi@knu.ac.kr

Received: January 30, 2017

Revised: March 10, 2017

Accepted: March 10, 2017

하여 저수지의 안전성과 기능성을 검토하여 타 용도로의 전환 가능성을 파악하였다. Kang (2014)은 용도폐지 농업용저수지의 치수측면 활용방안에 대한 검토를 실시하고 소규모 저수지의 재해예방차원의 치수기능에 대해 연구를 수행하였다.

그러나 저수지의 시설상태 및 주변 여건 등을 고려하여 기능저하 저수지를 판단하고 효율적인 관리를 도모할 수 있는 평가기법의 개발과 관련한 연구는 아직 수행된 바 없으며, 기능저하 저수지를 합리적으로 평가할 수 있는 기준이 정립되어 있지 않아 기능저하 저수지의 체계적인 관리가 현실적으로 이루어지지 못하고 있는 실정이다. 이와 같은 이유로 기능저하 저수지의 용도폐지는 대부분 지형적 및 사회경제적 여건, 주변 여론 및 사회적 이해 등에 수동적으로 결정되어지고 있는 상황에 머물러 있다.

따라서, 향후 더욱 늘어날 기능저하 저수지에 대하여 다양한 여건을 고려한 체계적인 관리가 가능하도록 기능저하 저수지를 효과적으로 평가할 수 있는 최적화 평가기법의 개발이 요구된다. 본 연구에서는 기능저하 저수지의 효율적 관리를 위해서 기능저하 저수지의 합리적인 선정을 위한 다기준의사결정기법의 적용을 검토하였다. 또한, 현장여건 등을 고려한 다양한 평가기준을 개발하고 전문가 그룹의 설문조사를 실시하여 기능저하 저수지에 대한 우선순위 가중치를 산출하고자 하였다.

II. 의사결정기법

1. 이론적 배경

복잡한 사회구조 상에서 의사결정자의 목표와 평가기준, 주변 환경 등의 속성치 이외의 여러 기준들을 고려하여 비교·상충관계에 의하여 구성되는 여러 가지 대안들 중 최적 대안을 찾는 행위를 의사결정과정이라고 할 수 있으며 이 같은 의사결정과정이 합리적인 결과를 만족시킨다는 것은 현실적으로 대단히 어려운 문제이다.

이와 같은 다양한 평가기준과 속성을 고려하여 관련사업의 의사결정을 수행하기 위해서는 의사결정자 개개인의 선호의 정도를 계량화해야 하며, 이는 정량적인 방법으로는 불가능하다고 볼 수 있다. 특히, 개인을 떠나 공익의 목적 하에서 각 절충관계 (trade-off)를 고려하여 측정한다는 것은 사회적 측면에서도 모두가 납득할 수 있는 방향으로 의견을 효과적으로 수렴해야한다는 의미를 가진다. 이와 같은 상황에서는 다수의 속성과 다수의 목적을 고려하는 계층분석 방법이 필요하며, 이러한 의사결정방법을 다기준 의사결정 (Multi Criteria Decision Making : MCDM)이라 한다(Choi et al., 2013; Hwang and Yoon, 1981; Olson, 1996; Zeleny, 1982).

다양한 다기준 의사결정기법 중에서 Saaty (1977)가 제안한 AHP (Analytic Hierarchy Process)기법은 불분명한 선택의 문제를 계층적으로 분석하여 단순한 이원비교 방식으로 판단하면서 중요도를 포함한 문제해결을 가능케 한다. 또한 정량적인 요소와 더불어 집단의 사고에 의해서 측정될 수 있는 정성적인 요소도 함께 고려함으로써 의사결정문제의 해결을 위한 포괄적인 구조를 제공할 수 있는 장점이 있다. 특히, 복잡한 상황을 구조화시켜 단계적으로 분석 해결하여 합리적인 의사결정을 할 수 있기 때문에 기능저하 저수지의 선정을 위한 의사결정에서 AHP기법은 유용한 기법으로 볼 수 있다. 따라서 본 연구에서는 AHP기법을 기능저하 저수지 선정을 위한 의사결정기법으로 적용하였다.

2. AHP기법

AHP기법은 의사결정자가 선택할 수 있는 여러 가지 대안들을 체계적으로 계층화시키고 평가기준에 따른 대안들의 상대적인 중요도와 각 평가기준들 간의 상대적인 중요도를 쌍대비교 (Pairwise Comparison)를 통하여 각각의 대안들에 대한 가중치를 결정하는 방법이다 (Saaty, 1977). Fig. 1은 AHP기법의 적용 과정을 나타낸다.

AHP는 기준들 간 쌍대비교를 통하여 Table 1과 같이 9점 척도 (9-Point Scale)로 중요도를 부여하며 (Min et al., 1996), 하위계층이 n개의 요소로 구성되어 있을 때 $n(n-1)/2$ 회의 쌍대비교를 통해 상대적 중요도 또는 가중치를 도출한다. 또한, 행렬의 대각 요소는 1의 값을 가지며, 이를 중심으로 역수조

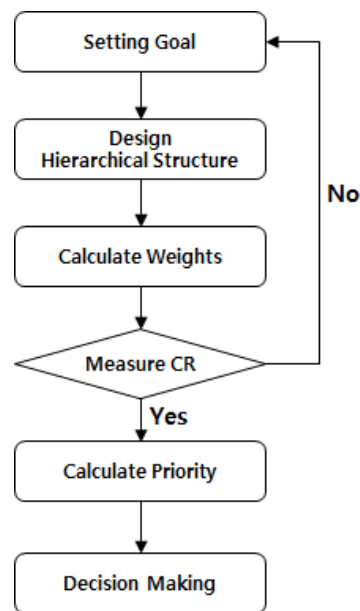


Fig. 1 AHP analysis process

Table 1 9-point scale (Min et al., 1996)

Numerical Judgement	Verbal Judgement
1	equal importance (preference)
3	moderate importance (preference)
5	strong importance (preference)
7	very strong importance (preference)
9	extreme importance (preference)
2, 4, 6, 8	Intermediate Values (Compromise is needed)

건 (reciprocal property)의 형태를 취하는 정방행렬 A는 Eq. (1)과 같다.

$$A = \begin{pmatrix} 1 & a_{12} & a_{13} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & 1 & a_{23} & \dots & a_{2n} \\ a_{31} & a_{32} & 1 & \dots & a_{3n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{n1} & a_{n2} & a_{n3} & \dots & 1 \end{pmatrix} \text{ 여기서 } a_{ij} = \frac{1}{a_{ji}}, a_{ii} = 1, \forall i \quad (1)$$

위 행렬에서 각 열에 대한 값을 정규화·평균화한 후 목표에 대한 기준의 상대적 중요도를 나타내는 가중치 열벡터 $w = (w_1, w_2, \dots, w_n)^T$ 를 곱하여 Eq. (2)와 같은 관계를 갖게 된다.

$$\begin{pmatrix} 1 & a_{12} & a_{13} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & 1 & a_{23} & \dots & a_{2n} \\ a_{31} & a_{32} & 1 & \dots & a_{3n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{n1} & a_{n2} & a_{n3} & \dots & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} w_1 \\ w_2 \\ w_3 \\ \dots \\ w_n \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} nw_1 \\ nw_2 \\ nw_3 \\ \dots \\ nw_n \end{pmatrix} \quad (2)$$

$$A \cdot w = r \cdot w \quad (3)$$

일반적으로 $n \times n$ 의 입력행렬 A에 대하여 Eq. (3)을 만족하는 스칼라 r 과 $n \times 1$ 의 고유벡터 w 가 존재하며, 이 경우 고유벡터 w 의 가운데에서 $\sum W_j = 1$ 을 만족하는 고유 벡터가 그 계층 내의 요소들 간의 가중치 (local weights)가 된다. 최종적으로는 평가대상이 되는 여러 대안들에 대한 종합순위를 얻기 위해 Eq. (4)와 같이 각 요소들의 상대적 가중치를 종합화하여 전체 계층에 대한 하나의 복합 우선순위벡터를 산출하여 최종평가와 각 대안의 우선순위를 결정할 수 있다.

$$C[1, k] = \prod_{i=2}^k B_i \quad (4)$$

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

B_i 는 추정된 w 벡터를 구성하는 행을 포함하는 $n_{i-1} \cdot n_i$ 행렬
 n_i 는 i 번째 계층의 요소수

III. AHP 기법 적용

본 연구에서는 최종 목표인 기능저하 저수지의 선정에 있어 AHP 기법을 적용하여 상호배반적인 대안들 간의 우선순위 및 가중치를 결정하여 일관성 측정 및 최종 대안에 대한 우선순위를 도출하고자 하였으며, 그 절차는 다음과 같다.

1. 평가기준 개발 및 계층구조화

기능저하 저수지의 선정을 위한 목표 하에 의사결정 문제를 해결하기 위해 앞서 문헌조사, 기준 평가인자, 저수지 현지조사결과 등을 토대로 사전에 경북도 내 한국농어촌공사 저수지 설계 및 현장 관리경력 10년 이상의 전문가 6인으로 구성된 전문 패널과 함께 브레인스토밍 과정을 통하여 평가기준을 개발하였다. 농림축산식품부와 한국농어촌공사에서 기능저하 저수지의 평가인자로 삼고 있는 현시점의 수해면적과 수해면적의 증감률을 기초로 하여 (KRC, 2016) 기능저하 저수지의 선정과 밀접한 여러 가지 평가기준을 도출하였다. 도출된 평가기준을 검토함에 있어 선정된 평가기준이 현실적인 데이터를 확보할 수 있고 정량화가 가능한 기준인지 우선적으로 고려하였으며, 기능저하 저수지의 장기적인 평가를 위해서 향후의 저수지 여건을 감안한 요소도 보완해야 할 필요가 있을 것으로 판단하였다. 또한, 평가기준의 최종 확정단계에서는 평가자의 일관성 확보를 위해 하나의 계층에서 요소의 수가 9를 넘지 않는 것이 바람직하다는 연구결과 (Saaty, 1995)에 기초하여 9개의 범위 안에서 최소한의 기준으로 평가기준의 선정을 유도하였다.

본 연구에서 개발한 평가기준은 저수지효율감소도 (Reservoir efficiency decrease), 재해발생위험도 (Disaster risk), 절대수해면적 (Current benefit area), 확보가능저수량 (Available water storage), 향후 용수수요량 (Future water demand), 주민호응도 (Resident needs)를 포함하는 6개의 항목이다. 여기서 저수지효율감소도는 저수지 준공 당시 수해면적 대비 현재 기준 수해면적의 감소를 평가를 의미하며, 재해발생위험도는 저수지 안전등급을 기준으로 한 평가를 나타낸다. 절대수해면적은 현재 용수공급 면적에 대한 평가를 의미하며, 확보가능저수량은 저수지의 유역 내 최대 용수확보 가능용량에 대한 평가이고, 향후 용수수요량은 저수지 용수구역별 미래 용수수요량에 대한 평가기준으로써 향후의 기능저하 여부를 예

측 및 판단하는 기준을 나타낸다. 마지막으로 주민호응도는 기능저하 저수지의 용도폐지에 대한 지역주민의 의향 및 추진의지에 대한 정도를 나타낸다.

연구대상 저수지는 한국농어촌공사 관할의 2종 보조수원 저수지를 범위로 하였다. 1종 저수지의 경우 농업용수 공급면적이 큰 저수지가 대부분을 차지하여 현실적으로 기능저하 저수지의 선정을 위한 연구대상 저수지로서 활용하기 부적합한 측면이 있다. 또한, AHP기법의 설문조사 시 다수의 표본

을 대상으로 설문문항을 구성하는 것이 설문응답자로 하여금 설문문항을 혼동할 가능성을 높여 우선순위를 이끌어 내는데 있어 방해요소로 작용할 수 있기 때문에 관련 기법의 적용에 적절한 개수의 연구 대상 저수지가 위치한 곳을 연구대상지역으로 선정하고자 하였다. 따라서 본 연구에서는 현장조사 및 저수지데이터 분석을 통하여 위와 같은 기준을 만족하는 연구대상 저수지군으로 한국농어촌공사 안동지사 관할 2종 보조수원 저수지 전체 11개소를 최종적으로 선정하였다. 선

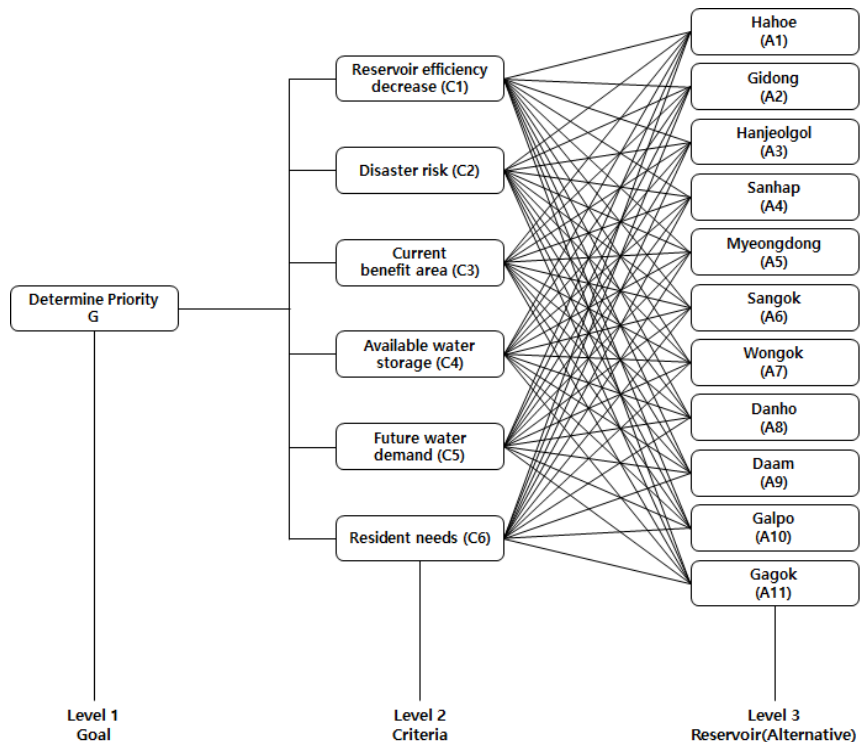


Fig. 2 Hierarchical structure for AHP analysis

Table 2 General information of the selected reservoirs

Reservoir name	Reservoir type	Construction year	Previous benefit area (Original) (ha)	Current benefit area (Current) (ha)	Storage capacity (1,000 m ³)	Future water demand (2024) (1,000 m ³)	Safety degree
Hahoe	Type 2	1969	5.0	0.2	4.00	125,997	B
Gidong	Type 2	1945	1.0	0.2	5.00	12,073	B
Hanjeolgol	Type 2	1945	3.0	3.0	10.10	12,073	B
Sanhap	Type 2	1929	6.0	6.0	17.00	51,827	A
Myeongdong	Type 2	1945	7.0	7.0	3.70	125,997	B
Sangok	Type 2	1933	11.0	11.0	34.80	51,827	B
Wongok	Type 2	1945	11.0	11.0	7.00	51,827	C
Danho	Type 2	1945	13.0	13.0	167.20	49,546	B
Daam	Type 2	1931	13.0	13.0	24.20	51,827	B
Galpo	Type 2	1961	15.0	15.0	37.30	125,997	C
Gagok	Type 2	1945	57.0	57.0	89.00	125,997	B

정된 연구대상 저수지의 기초제원은 Table 2와 같다.

기능저하 저수지 우선순위 산정을 위해, Level 2에서 평가기준의 각 요인, Level 3에서는 기능저하 저수지의 최종 평가항목인 연구대상 저수지 11개소를 나타내어 각 Level의 요인들이 독립적이며 Level 간 종속적인 계층구조가 되도록 구성하였다. Fig. 2는 본 연구에서 구성한 AHP 계층구조도를 나타낸다.

2. 전문가 설문조사

평가기준의 설정과 계층구조의 구성 후 설문조사를 통해 평가항목별 가중치를 산정한 후 각 하위계층 요소의 선호도를 결정하고자 하였다. AHP기법에서는 설문에 응답하는 대상 전문가에 따라 의사결정의 편이가 발생할 수 있기 때문에, 이로 인해 결과의 신뢰성이 낮아질 가능성이 있다. 그러나 Kim et al. (2010)은 이해관계가 분명한 전문가 집단에서 계층화된 쌍대비교에 의한 의사결정체계는 상당부분 신뢰성 있고 객관화된 의사결정의 수단임을 연구를 통해 도출한 바 있다. 더 나아가 Choi et al. (2013)은 설문조사에서 보다 객관적이고 합리적인 응답결과를 얻기 위해서는 전문가 집단이 각 대상 집단의 현황에 대하여 정확하게 이해하고 있어야 함을 전제로 해야 함을 강조하였다.

따라서 본 연구에서는 연구의 목적과 의도에 대하여 충분한 공감대를 가질 수 있는 설문대상자를 전문가 그룹으로 선정하고자 하였다. 이를 위해 연구대상 저수지의 지형·환경적, 사회·경제적인 여러 가지 특성에 대하여 사전지식이 풍부한 한국농어촌공사 저수지 설계 및 관리경력이 10년 이상인 21인의 전문가 그룹을 구성하였다. 이들을 대상으로 대상 저수지 관련 제원에 대한 자료를 사전에 파악할 수 있도록 한 후, 방문조사 및 이메일 또는 우편으로 의사결정 도출을 위한 설문조사를 한 달간 실시하였다. 또한, 설문조사 결과의 신뢰성 확보를 위하여 일관성 검토를 수행하였으며, Saaty (1977; 1980; 1990)의 고유치(Eigenvalue)방법을 이용하여 의사결정요소의 상대적인 중요도를 추정하였다. 통상적으로 일관성 검토에서 일관성 비율이 0.1 미만인 경우 설문조사의 결과값에 대한 일관성을 인정하며 (Saaty, 1990), 설문 분석결과 10부의 설문지가 일관성 비율 0.1미만으로 나타나 일관성이 검증된 설문지의 비율이 48%를 차지하였다. AHP 설문적용 시 전문지식과 실무경험이 있는 집단의 특성이 동질적일 때 집단의 규모가 10인 이내로도 충분하다는 (Lee, 2002) 기존의 연구를 고려하여 본 연구에서는 10인의 설문응답을 분석에 반영하였다.

3. 결과 비교 분석

본 연구에서는 일반적인 의사결정 과정에서 빈번하게 사

용되는 평점모형을 통하여 AHP기법에서 도출된 결과와 비교 분석을 실시하였다. 평점모형은 조사자의 주관적인 의견을 고려하지 않고 저수지의 제원에서 비롯되는 객관적인 자료들을 통하여 산출된 지표별 평점을 통하여 우선순위를 산출하는 방법이다. 본 연구에서는 두 의사결정기법의 비교분석을 위해 평점모형의 평가지표는 AHP 계층구조의 Level 2와 동일기준으로 적용하여 우선순위 가중치를 산출하였다. 또한, 평점모형의 적용에 앞서 각 평가기준에 대한 신뢰할 수 있는 선호도 조사가 이뤄지지 않은 상황에서 평가기준에 대한 주관적인 가중치 적용이 왜곡된 평가결과를 초래할 가능성이 있으므로 본 연구에서는 평가기준의 각 요인에 대하여 동일한 가중치를 부여하였다.

평점모형과 AHP기법으로 산정된 우선순위 가중치 비교는 Eq. (5)의 상관계수(R) 및 Eq. (6)의 RMSE를 이용하였다.

$$R = \frac{\sum_{n=1}^N (\theta_n^i - \bar{\theta}_n^i)(\theta_n^j - \bar{\theta}_n^j)}{\sqrt{\sum_{n=1}^N (\theta_n^i - \bar{\theta}_n^i)^2 \sum_{n=1}^N (\theta_n^j - \bar{\theta}_n^j)^2}} \tag{5}$$

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{n=1}^N (\theta_n^j - \theta_n^i)^2}{N}} \tag{6}$$

여기서 θ_n^i 는 AHP가중치, θ_n^j 는 평점가중치, $\bar{\theta}_n^i$ 는 AHP가중치평균, $\bar{\theta}_n^j$ 는 평점가중치의 평균

IV. 결과 및 고찰

1. 우선순위 가중치 산정

AHP 기법의 Level 2 계층구조의 평가기준에 대한 각 대안의 가중치 및 일관성 검토를 위한 전문가 설문조사 결과는

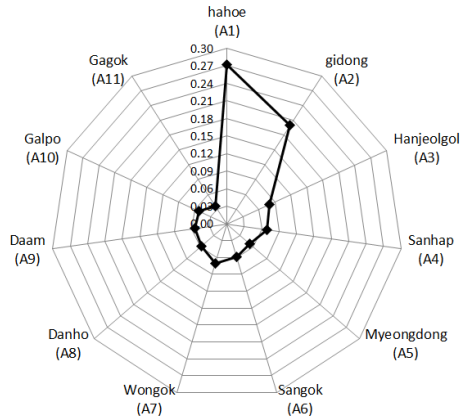
Table 3 Criteria weights and consistency ratio of Level 2

Criteria (Level 2)	Weights	Rank	Consistency ratio (CR)
Reservoir efficiency decrease	0.20	3	0.01
Disaster risk	0.25	2	
Current benefit area	0.26	1	
Available water storage	0.07	5	
Future water demand	0.15	4	
Resident needs	0.07	5	

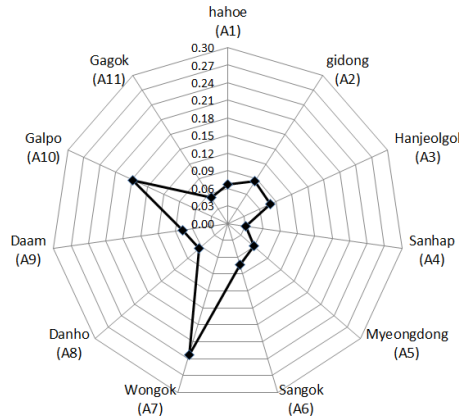
Table 3과 같다. Level 2의 평가기준에 대한 중요도는 절대 수혜면적이 1순위를 나타냈으며, 그 뒤로 재해발생위험도, 저수지효율감소도, 향후용수수요량의 순으로 중요도를 나타내었고, 주민호응도와 확보가능저수량의 가중치는 최하위로 동등한 순위로 평가되었다. 여기서 일관성 비율(CR)은 모두 0.1

미만으로 나타나 설문결과의 일관성은 확보되는 것으로 나타났다.

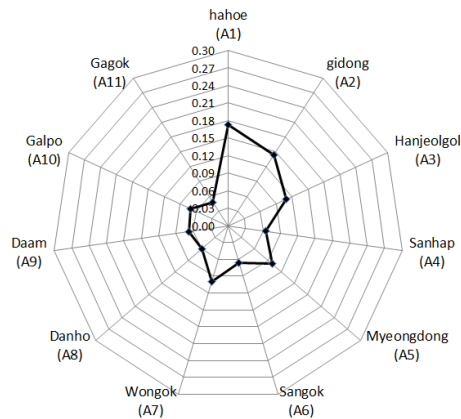
또한 Level 2의 평가기준에 대한 Level 3의 평가대상별 우선순위 가중치에 대한 결과는 Fig. 3에 나타난 바와 같다. 저수지효율감소도 에서는 하회 및 지동 저수지가 높은 가중치



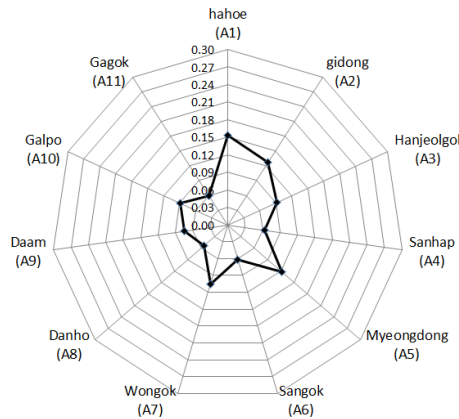
(a) Reservoir efficiency decrease



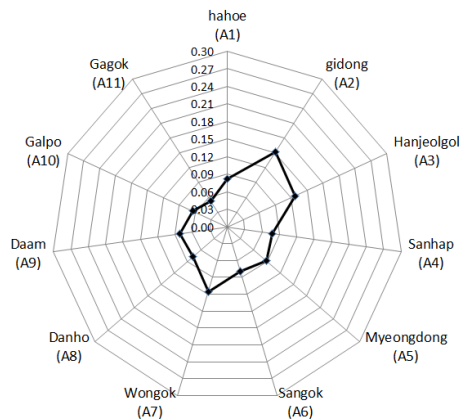
(b) Disaster risk



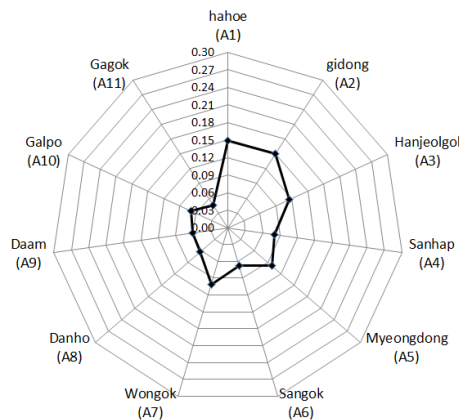
(c) Current benefit area



(d) Available water storage



(e) Future water demand



(f) Resident needs

Fig. 3 Reservoir weights for each criteria based on AHP method

를 보였으며, 재해발생위험도에서는 원곡 및 갈포저수지, 절대 수혜면적에서는 하회 및 지동저수지, 확보가능저수량에서는 하회 및 지동저수지, 향후 용수수요량에서는 지동 및 한절골저수지, 주민호응도에서는 하회와 지동저수지가 같은 결과로 높은 우선순위 가중치를 보였다.

이러한 결과는 Table 3에서 나타낸바와 같이 절대 수혜면적, 재해발생위험도, 저수지효율감소도가 그 외 평가기준에 비해 높은 가중치를 나타낸 상황에서 이를 기준으로 기능저하 저수지에 가장 부합되는 저수지를 판단한 결과로 보여 진다.

앞서 도출된 AHP기법의 결과값에 대한 비교분석을 위해 AHP 계층구조 Level 2에서 명시된 동일한 평가기준을 활용하고 각 저수지별 획득점수를 산술 합산하는 평점모형의 적용 결과값을 산출하였다. Table 4는 평점모형에 의한 기능저하 저수지의 우선순위 가중치 산정결과를 나타낸다. 저수지

효율감소도에 있어서는 하회 및 지동저수지가 가장 높은 가중치를 나타냈으며, 재해발생위험도는 원곡과 갈포저수지, 절대 수혜면적에서는 하회와 지동저수지가 높은 가중치를 나타냈으며, 확보가능저수량에서는 하회, 지동, 한절골, 산합, 명동, 원곡저수지가 동일하게 높은 가중치 분포를 보였고, 향후 용수수요량에서는 지동과 한절골저수지, 주민호응도에 있어서는 하회, 지동, 한절골, 산합, 명동저수지가 동일하게 높은 가중치를 나타내었다.

2. 기능저하 저수지 우선순위 산정

AHP기법과 평점모형을 적용하여 최종적으로 기능저하 저수지의 우선순위 산정을 위해 각 평가기준과 대상저수지의 상대적 가중치를 종합하여 하나의 복합 가중치를 도출한 결과와 이에 따른 기능저하 저수지 우선순위 산정결과는 Table

Table 4 Reservoir weights for each criteria based on Scoring method

Reservoir	Reservoir efficiency decrease	Disaster risk	Current benefit area	Available water storage	Future water demand	Resident needs
Hahoe	0.58	0.09	0.14	0.11	0.00	0.20
Gidong	0.42	0.09	0.14	0.11	0.22	0.20
Hanjeolgol	0.00	0.09	0.11	0.11	0.22	0.20
Sanhap	0.00	0.04	0.11	0.11	0.10	0.20
Myeongdong	0.00	0.09	0.11	0.11	0.00	0.20
Sangok	0.00	0.09	0.07	0.08	0.10	0.00
Wongok	0.00	0.12	0.07	0.11	0.10	0.00
Danho	0.00	0.09	0.07	0.04	0.16	0.00
Daam	0.00	0.09	0.07	0.08	0.10	0.00
Galpo	0.00	0.12	0.07	0.08	0.00	0.00
Gagok	0.00	0.09	0.04	0.06	0.00	0.00

Table 5 Comparison of weights and priority orders for AHP and Scoring methods

Reservoir	AHP method		Scoring method		Difference in Weights
	Weights	Priority	Weights	Priority	
Hahoe	0.150	1	0.137	2	0.013
Gidong	0.141	2	0.159	1	0.018
Hanjeolgol	0.098	4	0.129	3	0.031
Sanhap	0.060	10	0.105	4	0.045
Myeongdong	0.080	6	0.098	5	0.018
Sangok	0.068	8	0.068	7	0.000
Wongok	0.129	3	0.082	6	0.047
Danho	0.063	9	0.059	10	0.004
Daam	0.070	7	0.066	8	0.003
Galpo	0.094	5	0.061	9	0.033
Gagok	0.048	11	0.037	11	0.011

5 및 Fig. 4와 같다. 저수지별 복합가중치에 따른 기능저하 저수지 우선순위는 AHP기법에서는 하회, 지동, 원곡, 한절골, 갈포, 명동, 다암, 산곡, 단호, 산합, 가곡저수지의 순서로 나타났다. 평점모형에서는 지동저수지가 가장 높은 우선순위를 나타내었고, 그 뒤로 하회, 한절골, 산합, 명동, 원곡, 산곡, 다암, 갈포, 단호, 가곡저수지 순으로 나타났다.

AHP기법에서의 기능저하 저수지로 선정된 우선순위와 평점모형에서의 우선순위 산출결과를 비교하였을 때 대체적으로 비슷한 결과를 보였으나, 두 기법간의 복합 가중치의 차이는 0.000~0.047 범위로 나타났다. 이러한 차이는 평점모형의 경우 객관적인 계량지표에 대하여 대상 저수지의 각 평가

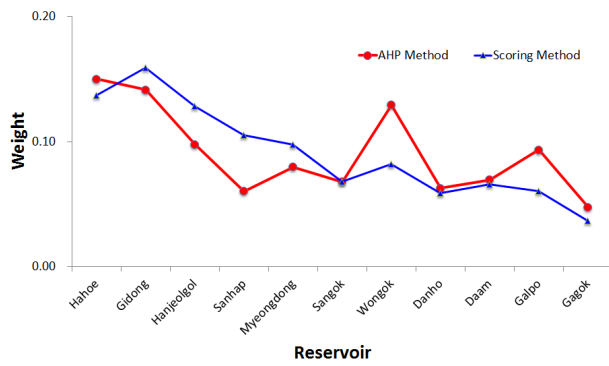


Fig. 4 Determined weights for AHP and Scoring methods

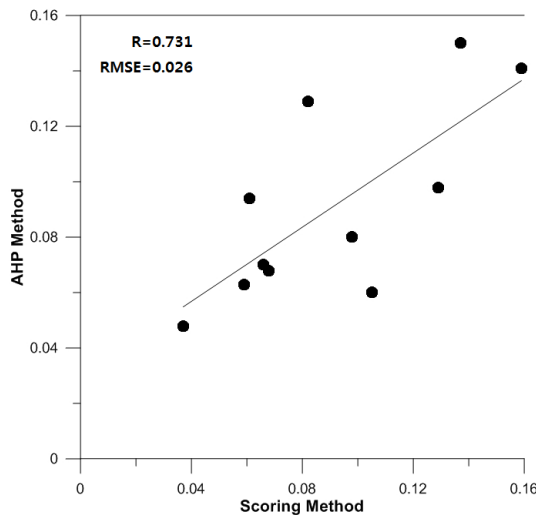


Fig. 5 Comparison of weights between AHP and Scoring methods

기준을 동일한 가중치로 적용한 결과, 저수지 별 획득점수가 전체적으로 골고루 분포되어짐에 따라 발생하는 것으로 보인다. 이 경우 대상 저수지의 계량지표가 직접적으로 고려되어 객관적인 결과값을 가지는 것으로 볼 수는 있으나, 단순히 현재 기준만을 놓고 판단하는 수동적인 결과를 산출하는 것으로 판단할 수 있다.

반면, AHP기법에서는 기능저하 저수지의 선정에 대한 사결정의 목표 하에 각 저수지의 객관적인 제원을 바탕으로 평가기준의 가중치에서부터 전문가 집단의 주관적인 견해가 반영이 되며, 이는 현재 상황에 구속되지 않고 향후의 기능저하를 미루어 판단한 가중치를 도출하게 되므로 평점모형의 결과값과 근소한 편차를 발생시키는 것으로 보인다.

Fig. 5 및 Table 6은 AHP기법과 평점모형에 의하여 산출된 복합가중치의 단순비교 분석과 상관분석의 결과를 각각 나타낸다. 두 기법에 대한 상관계수(R)는 0.731, 유의확률(P)은 0.011으로써 두 기법이 유의한 상관성을 나타내었으며 RMSE는 0.026으로 산출되어 AHP기법의 쌍대비교에 의한 우선순위의 결정이 객관적인 사실에 근접한 평가를 가능케 하고, 이를 바탕으로 주관적인 견해가 반영된 합리적 평가가 가능함을 보여주고 있다.

V. 결 론

본 연구에서는 기능저하 저수지의 효율적 관리를 위해서 기능저하 저수지의 합리적인 선정에 대한 다기준의사결정기법의 적용을 검토하고자 하였다. 기능저하 저수지 선정에 위해 AHP 기법을 적용하였으며, 현장여건 등을 고려한 다양한 평가기준을 개발하여 관련 분야 전문가 그룹의 설문조사를 통해 평가기준과 대상 저수지에 대한 우선순위 가중치를 산출하였다. 또한, 산출된 결과값을 평점모형을 적용한 결과값과 비교·분석하여 AHP기법의 기능저하 저수지의 선정에 대한 적용성을 검토하였다.

기능저하 저수지 우선순위 선정에 대한 각 평가기준의 중요도는 절대 수해면적, 재해발생위험도, 저수지효율감소도, 향후용수수요량, 주민호응도와 확보가능저수량의 순으로 나타났다. 또한, 대상 저수지에 대한 가중치를 산출하여 기능저하 저수지의 우선순위를 산정한 결과 AHP의 쌍대비교 검토 결과값은 대상 저수지의 계량지표를 직접적으로 고려한 평점모

Table 6 Correlation coefficient (R) and P-value of AHP and Scoring methods

Techniques	AHP method	Scoring method	P-value (N=11)
AHP method	1	.731*	0.011 (significance level 0.05)
Scoring method	.731*	1	

형의 결과값과 큰 차이를 보이지는 않았다. 일부 차이를 보이는 것은 전문가 그룹의 주관적인 의사의 반영에서 기인한다고 할 수 있으나, AHP에 대한 결과값은 평점모형의 객관적인 결과값과 전반적으로 유의한 상관이 존재함을 확인하였다.

이러한 사실은 AHP기법에서의 일련의 단계별 분석과정 이 객관화된 의사결정을 할 수 있는 구조임을 보여준다. AHP 기법의 적용에 있어 대상지구의 여건에 대하여 판단능력을 가지는 전문가가 일관성을 가지는 설문조사를 실시한 가중치가 반영된다면 AHP기법은 최종 의사결정자의 주관적인 판단이 반영될 수 있는 의사결정과정의 단점을 극복할 수 있는 효과적인 수단임과 동시에 명확한 이론을 근거로 기능저하 저수지의 선정에 대한 의사결정에 적용 가능한 기법으로 판단된다. 본 연구의 AHP기법은 기능저하 저수지의 선정에 있어 객관적 평가와 판단을 위한 합리적인 도구로서 이용가능 하리라 사료된다.

REFERENCES

1. Choi, E. H., S. S. Bae, and H. K. Jee, 2013. Prioritization for Water Storage Increase of Agricultural Reservoir using FAHP Method. *Journal of the Korea Water Resources Association* 46(2): 171-182 (in Korean).
2. Hwang, C. L. and K. S. Yoon, 1981. Multiple attribute decision making : Methods and Applications, Springer-Verlag, Berlin.
3. Kang, S. H., 2014. Use of untended reservoirs in flood control, Yonsei Univ.
4. Kim, W. Y., D. H. Kim, and Y. C. Choi, 2010. A Study on application limitation of AHP priority vector with Expert measurement. *Journal of the Korean Society for Aeronautical and Flight Operation* 18(3): 92-98 (in Korean).
5. Kim, S. Y., 2013. Assessment of small dam and reservoir safety and repair and reinforcement plan. *Korea Infrastructure Safety Corporation* 13-19 (in Korean).
6. KRC (Korea Rural Community Corporation), 2016. Utilization and processing plan of Malfunctioning Reservoir (in Korean).
7. Lee, C. H., 2002. Quantitative decision making, Silla University (in Korean).
8. Min, J. H., 1996. Measurement and evaluation using AHP. *Journal of Sogang University Institute for Business Research* 7(0): 63-93 (in Korean).
9. MAFRA (Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs), 2015. Statistical Yearbook of Land and Water Development for Agriculture (in Korean).
10. Olson, D. L., 1996. Decision aids for selection problems, Springer-Verlag, NewYork.
11. Saaty, T. L., 1977. A scaling method for priorities in hierarchical structure. *Journal of Mathematical Psychology* 15(3): 234-281.
12. Saaty, T. L., 1980. The analytic hierarchy process. McGraw-Hill, New York.
13. Saaty, T. L., 1990. How to make a decision : The analytic hierarchy process. *European Journal of Operational research* 48(1): 9-26.
14. Saaty, T. L., 1995. Decision making for leader, AHP series, *RWS Publication* Vol. 2: 53-63.
15. Yoon, S. S., H. J. Kim, and J. S. Park, 2007. Investigation of Small Reservoir in Rural Area. *KCID journal* 14(2): 34-46 (in Korean).
16. Zeleny, M., 1982. An Essay into a Philosophy of MCDM : A Way of Thinking or Another Algorithm. *Computers and Operations Research* 19(7): 563-566.