

농어촌용수 및 농업생산기반시설에 대한 기후변화 취약성 관련인자 중요도 평가

최영완 · 장민원* · 배승종** · 정경훈*** · 황세운*

경상대학교 농업생명과학연구원 · *경상대학교 애그로시스템공학부(농업생명과학연구원)

서울대학교 그린바이오과학기술연구원 · *한국농어촌공사 사업계획처

Prioritizing the Importance of the Factors Related to the Vulnerability of Agricultural Water Resources and Infra-structures to Climate Change

Choi, Youngwan · Jang, Min-Won* · Bae, Seung-Jong** · Jung, Kyung-Hun*** · Hwang, Syewoon*

Insti. of Agri. & Life Sci., Gyeongsang National University

**Division of Agro-system Eng.(Insti. of Agri. & Life Sci.), Gyeongsang National University*

***Institute of Green Bio Science and Technology, Seoul National University*

****Korea Rural Community Corporation*

ABSTRACT: As the impacts of climate change have been emerged all the way through society, the potential risks specifically on agricultural water and facilities are recently getting concerned. Evaluating vulnerability of agriculture to climate change on is a time-tested strategy. While a number of researches on the adaption and mitigation of climate change were performed in various aspects for sustainable agricultural production, the vulnerability of management system for agricultural water and infrastructure has not been investigated yet. This study is aimed to clarify the definition of vulnerability to climate change, find the major indicators able to presume the vulnerability, and finally determine the relative importance of the indicators based on the specialist questionnaire survey and its analyses. The lists of indicators for major parts of agricultural water management such as, water use, flood control, reservoir related issues, and pumping and drainage systems are initialized referring to the related precedent studies. The primary survey was conducted in the form of Delphi to complement the list and methods and the main survey was then conducted using AHP(Analytic Hierarchy Process) technique to quantitatively prioritize the indicators. The results derived in this study would be directly adopted in weighting importance of indicators to investigate the indicator-based vulnerability analysis to climate change in agricultural water and infrastructure management.

Key words: Agricultural Infrastructure, Agricultural Water Management, AHP, Delphi, Vulnerability to Climate Change

1. 서 론

기후변화는 사회 전반적인 부문에 있어 직·간접적으로 영향을 미치고 있음이 입증되고 있으며 최근 농업부문에

서도 기후변화의 영향과 잠재적 위험성에 대한 실질적인 대치가 시급하다는 우려가 높다.

우리나라는 2010년 저탄소녹색성장기본법 제48조 제4항 및 동법 시행령 제38조에 따라 국가 및 지자체 단위 기후변화 적응대책 수립·시행이 의무화되었다. 2016년 20개 관계부처가 참여하여 수립한 제2차 국가 기후변화 적응대책(2016~2020)은 기후변화로 인한 위험감소 및

Corresponding author : Hwang, Syewoon

Tel: 055-772-1934

E-mail: swhwang@gnu.ac.kr

기후의 현실화를 목표로 추진되고 있다. 기후변화에 따른 영향 평가는 체계적인 기후변화 적응대책의 핵심 과제이며, 특히 농업부문은 타 산업보다 기후에 많은 영향을 받는 분야로 기후변화의 영향을 면밀히 분석하여 실효성 있는 적응대책을 추진하는 것이 중요하다(Kim et al., 2018).

기후변화 취약성 평가결과는 국가기후변화적응대책 수립을 위한 기초자료로 활용되므로 다양한 분야에서 관련 연구가 수행되었다. Jang(2006)은 시·군 단위의 농업 가뭄 취약성을 평가하기 위해 기상과 토지이용, 지형, 수자원함양 등 31개 항목에 대해 주성분분석법에 의한 가중치 결정 방안을 제안하고 경기도내 농업가뭄 취약성을 5개 그룹으로 분류하였다. Yoo and Kim(2008)은 우리나라 16개 시·도를 대상으로 하여 취약성을 평가하기 위해 선행연구에서 사용한 민감도와 적응능력에 IPCC(2001)의 개념 틀에 따라 기후에 대한 노출과 시스템의 민감도 정도, 시스템 등이 이에 대응할 수 있는 적응능력의 함수로 확장하여 기후변화 취약성의 개념으로 적용하였다. Kim et al.(2010)은 취약성 지수 VRI(Vulnerability Resilience Index)를 적용하여 인간정주와 식량안보, 생태계, 보건, 수자원, 경제력 등으로부터 취약성 평가를 수행하고 기후변화 적응역량 제고 방안을 고찰하였다. Myeong et al.(2009)은 전문가 설문 방법으로 미래 기후변화 시나리오에 따라 평균기온 상승과 홍수, 가뭄, 흑한, 흑서, 태풍 등에 사회기반시설의 노출정도를 5단계로 구분하여 취약성 평가를 실시하였다. Lee(2010)는 기후변화에 따른 홍수 취약성 평가기법을 제안하고 국내 중권역에 대한 기후변화 민감도와 노출, 적응능력 등의 지표를 산정하여 현재의 기후 상황에서 홍수 취약성을 평가하였고, Ko(2009)는 기존의 기후변화 취약성 평가 방법을 검토하고 기초지자체에 활용 가능한 취약성 평가지표를 도출하여, 기존의 민감도와 기후노출, 적응능력 등의 지표기반 취약성 평가는 효과적인 진단방법이라 고찰하였다. Kim(2010)은 기후변화 취약성 지표 산정에 필요한 민감도와 적응능력 지수를 계산하기 위하여 사회 경제적 자료를 지역별로 수집하여 기후노출 지수에 따른 기후변화 취약성 평가를 시도하였으며 농업부문과 임업부문, 생태계부문에 대한 상대적 취약지역을 도출하였다.

농업분야에서는 작물·가축별 생산성에 대한 취약성 평가가 기후노출과 민감도, 적응능력 등의 지표 기반으로 다양하게 이루어지고 있으며 RDA(2012)는 기후변화 시나리오에 따른 농업생물군집의 영향 분석과 예측을 위해서 기후변화 취약성 평가를 수행한 바 있고, NIER(2012)은 생태계와 농업부문에 대한 토양침식과 사육시설 붕괴, 작물가축 생산성 등을 취약성 평가 세부항목을 도출

하고 대응변수로 기후노출, 민감도, 적응능력 등의 지표를 대응변수로 취약성 지도를 제작한 바 있다.

농어촌용수와 농업생산기반시설은 생·공용수 관리대상 수자원과 인프라, 관리주체, 운영목적 등이 다르고 기후변화에 따른 취약정도와 양상 또한 다르므로 차별화된 변수에 대한 자료와 중요도를 적용한 취약성 평가가 필요하다. 수자원과 산림, 환경을 비롯한 다양한 분야에서는 기후변화에 따른 잠재적 취약성에 대한 평가방법론을 정립하고 시공간적 취약성을 상대적으로 평가한 바 있으나 농업생산과 관련한 기후변화 취약성에 대한 실효성 있는 연구는 미흡한 실정이다.

따라서 이 연구에서는 농어촌용수와 농업기반시설에 대한 이수과 치수, 수질환경 등의 측면에서 기후변화 취약성의 개념을 정립하고, 취약성 평가 실태조사를 위한 평가지표를 재구성하고 중요도를 선정함으로써 효율적이고 신뢰성 있는 기후변화 취약성 평가의 기초자료를 마련하고자 한다. 세분화된 농어촌용수와 농업기반시설 관련 7개 부문(농어촌용수 이수·치수, 농업용 저수지 이수·치수·수질환경, 양수장 이수, 배수장 치수 등)에 대한 기후변화 취약성을 평가하기 위해 기후노출과 민감도, 적응능력에 대한 관련인자를 설정하고 그 중요도를 관련분야 전문가 대상 설문조사를 통해 평가하고자 하였다.

II. 연구내용 및 방법

1. 기후변화 취약성 개념 정립

기후변화 취약성 평가는 취약부문에 따라 기후변화에 대한 반응과 적응·회복력 등이 다르기 때문에 실효성 있는 평가를 위해서는 부문별로 심도 있는 평가요소와 방법 개발·적용이 필요하다. 이에 다양한 접근을 통한 부문별 취약성 개념과 평가 관련 국내외 선행연구를 조사하고 고찰하였다. 이 연구에서 기후변화 취약성은 기후변화 대비 농어촌용수 관리의 목적과 적용 범위에 대한 학술적, 기술적 고찰을 바탕으로 용수구역단위의 기후변화 취약성의 실태를 평가하고 기후변화 취약성 요소(기후노출, 민감도, 적응능력 등)의 변화에 따른 차이를 평가, 활용할 수 있는 개념으로 한정한다.

이 연구에서는 선행연구(KRC, 2017)에서 구분한 농어촌용수 2개 취약영역과 농업생산기반시설에 대한 저수지 3개 취약영역, 양수장, 배수장 각 1개 영역 등 7개 영역에 대해 기후변화 취약성 개념을 도출하였다. 부문별 관리를 위한 목적을 이수과 치수, 수질환경 등으로 구분하고 평가 대상을 농어촌용수와 농업생산기반시설로 구분

하여 세부 취약부문에 대한 기후변화 취약성의 개념을 정립하였다.

기술된 개념은 다음 예문과 같이 취약부문별 관리목적, 기후변화 대응과 피해양상의 사례를 들어 취약정도의 해석 방법을 제시하며 정량적 취약성 지표를 기반으로 한 상대평가 결과의 의의를 함축하고자 하였다.

예: ()부문의 관리목적인 ()에 있어 비정상적 기상활동 발생에 따른 부정적 영향에 대한 대응(예시)의 미흡으로 발생할 수 있는 잠재적 피해 (사례)의 정도

2. Delphi 방법론

델파이(Delphi) 방법은 브레인라이팅(brainwriting)과 서베이(survey) 기법의 응용으로 지리적으로 떨어진 전문가 그룹(panel)을 구성하여 여러 차례의 설문지를 회람하여 전문가 그룹에서 가장 믿을 만한 수렴된 의견을 얻어내는 것이다. 이 기법은 기술예측이나 공공 정책 분석, 교육 혁신, 프로그램 계획 등 여러 분야에서 이용되고 있다. 델파이 방법의 핵심은 세심하게 설계된 연속적인 설문서를 통해 특정한 주제에 대하여 그룹의 판단을 체계적으로 모으고 대조하기 위한 방법이다. 델파이 기법은 ① 익명성(Anonymity), ② 피드백을 통한 반복설문(Iteration with controlled feedback), ③ 참가자 응답에 대한 통계적 처리(Statistical group response) 등의 특징이 있다(Kim et al., 2006).

3. AHP 방법론

AHP 방법은 두뇌가 단계적 또는 위계적 분석과정을 활용한다는 사실에 착안하여 Thomas L. Saaty 교수가 고안한 계산모델로서 의사결정의 전 과정을 다단계로 나누고, 이를 단계별로 분석·해결하여 최종적인 의사결정에 이르는 방법이다(Choi, 2010). AHP 방법은 복수의 판단 기준을 토대로 하여 몇 개의 대안 중에서 최선의 대안을 선택하는 의사결정기법으로 문제의 계층적 구조화와 쌍쌍비교행렬을 이용한 중요도 산정 이론, 쌍쌍비교행렬의 추정방법, 특성치의 계층 간 변환에 의한 대안 비교 등의 내용을 포함하며, 각 평가요소 간 쌍쌍비교결과에 대하여 평가척도를 부여함으로써 수치화할 수 있다.

기후변화 취약성 평가에 사용되는 대응변수의 가중치 결정을 위해 대응변수 각각의 중요성을 나타내는 쌍쌍비교행렬을 작성하여 중요도 분석을 수행하였다. 중요도는 다수의 전문가로부터 의견을 받아 합산하여 산정되며 등간척도(Interval scale)로 설계된 각 전문가의 응답 값의 기하평균을 사용하였다. 또한, 평균이 두 척도 사이에 있

더라도 그 수치를 AHP 행렬에 입력하는 것이 가능한데, 예를 들어, ‘매우 중요(3점)’, ‘중요(2점)’, ‘동일(1점)’, ‘중요하지 않음(1/2점)’, ‘전혀 중요하지 않음(1/3점)’이라는 척도라고 한다면, ‘매우 중요’와 ‘중요’사이의 2.3점이라는 점수도 사용할 수 있다.

설문 신뢰도 평가를 위한 정합도(Consistency Index; C.I.) 분석은 쌍쌍비교행렬에서 응답자가 각 평가항목의 상대적 중요성에 일관된 응답을 하지 못할 경우는 쌍쌍비교행렬 A의 정합성이 낮아 중요도의 추정 정도가 낮아진다. 정합도는 Equation 1로 계산되며 응답이 완전한 정합성을 가질 때 n의 추정치가 λ_{max} 가 되어 정합도는 0이 되고, 응답의 정합성이 낮을수록 정합도는 커지고 0.1 이상이면 응답자의 답변을 신뢰할 수 없는 것으로 판단한다.

$$\text{정합도 } C.I. = \frac{(\lambda_{max} - n)}{(n-1)} \quad (1)$$

여기서, n는 쌍쌍비교행렬의 고유치, λ_{max} 는 최대고유치이다.

4. Delphi-AHP 조사

가. 설문조사를 위한 전문가 Pool 구성

인간의 비교·평가가 용이한 분리형 매트릭스(Matrix)방법의 AHP(Analytic Hierarchy Process; 계층화·의사결정기법) 조사는 조사항목에 대해 응답자가 사전에 평가척도를 충분히 이해하고 작성방법을 숙지해야 한다. 따라서 설문조사를 위한 전문가 Pool은 농어촌용수 관련 학식이나 경험이 풍부한 전문가 집단으로 구성하였다. 그 전문가 집단은 한국농공학회 정회원 중 학회회원을 제외한 농어촌용수/농업생산기반시설 관련 전문가와 대학, 관리기관인 한국농어촌공사 임직원 등을 대상으로 하였다.

나. AHP 조사를 위한 평가 항목과 평가척도 설계

평가항목은 농어촌용수와 농업생산기반시설의 기후변화 취약성 평가 대응변수를 중심으로 평가 항목의 계층화 작업과 쌍쌍비교행렬(Pair-wise Comparison Matrix)을 구성하였다. 평가항목의 정량적인 수준 비교를 할 수 있도록 평가척도(측정수준)를 설계하였다.

다. AHP 조사 수행 및 결과 분석에 의한 대응변수 가중치 산정

전문가 Pool 구성원을 대상으로 한 이메일과 우편에 의한 설문지 배포·회수, 결과 분석을 수행하고, 기후변화 전문가 세미나를 통한 자문과 의견 반영을 통해 기후변화 취약성 평가 목적별 대응변수 가중치를 결정하였다.

라. 조사 설계

기후변화 취약성 평가에 사용할 평가항목은 선행연구인 『농어촌용수 및 농업생산기반시설 기후변화 영향취약성 평가를 위한 실태(시범)조사 및 관리방안 수립』(KRC, 2017)의 <농어촌용수 및 농업생산기반시설의 기후변화 취약성 평가 항목>을 토대로 4개 부문으로 재분류하였다. 재분류한 4개 부문을 대상으로 하여 농어촌용수 2개 영역과 농업생산기반시설에 대한 저수지 3개 영역, 양수장, 배수장 각 1개 영역에 대해 기후변화 취약성 개념을 정립하였다. 이 개념을 토대로 하여 전문가 설문조사표를 작성하였다.

1) Delphi 설문조사표 설계

AHP 중요도 평가 항목을 결정하기 위해 앞에서 수정한 조사항목을 토대로 다양한 관련 인자를 전문가의 의견과 직관적 판단을 바탕으로 보완하고자 Delphi 조사(1차 조사)를 수행하였다. 전문가의 이해를 돕기 위해 앞에서 정립한 기후변화 취약성 개념을 기술하여 설문조사표를 작성하였다. 설문조사표는 ‘Google 설문지’ 사이트(<https://forms.google.com>)를 활용한 온라인 설문과 보안 문제로 외부 사이트 접근이 어려운 실무 전문가(한국농어촌공사 임직원)를 대상으로 하는 엑셀(Excel)을 활용한 이메일 설문으로 구성하였다.

조사항목은 <인구통계학적 응답자 특성>(기초 항목: 소속, 전공(업무)분야, 관련분야 근무(연구)년수, 학력, 연령 등)과 <취약성 평가 항목(1차 조사)>, <공통항목>(추가할 변수 또는 의견) 등으로 구성하였다.

2) AHP 설문조사서 설계

Delphi 조사(1차 조사)의 결과를 종합·검토하여 AHP 중요도 평가(2차 조사)를 위한 최종 평가 항목을 선정하고 계층을 설정하였다.

AHP 평가는 엑셀을 활용하여 취약성 부문·영역별 평가표를 작성하여 수행하였다. 평가척도는 평가자의 이해를 높이기 위해 [(A가 B보다) 매우 중요 2점, 중요 1점, 동일 0점, (B가 A보다) 중요 -1점, 매우 중요 -2점] 척도로 설계하여 AHP 중요도 조사 후 [(A가 B보다 중요한 경우) 매우 중요 3점, 중요 2점, 동일 1점, (B가 A보다 중요한 경우) 중요 1/2점, 매우 중요 1/3점] 척도로 변환 후 분석하였다.

조사표는 7개 취약성 부문·영역별로 대응변수(노출, 민감도, 적응능력 등)와 가중치 선정을 위한 대표항목(영역별 1개)을 포함하여 총 28개의 평가표로 구성하였다.

조사항목은 <인구통계학적 응답자 특성>(기초 항목)과 취약성 평가 항목 <대분류 항목> 부문/영역/대응변수 항

목, <농어촌용수 부문> 이수영역 20개 항목(기후노출 8개, 민감도 8개, 적응능력 4개), 치수영역 12개 항목(기후노출 6개, 민감도 3개, 적응능력 3개), <저수지 부문> 이수영역 17개 항목(기후노출 7개, 민감도 6개, 적응능력 4개), 치수영역 14개 항목(기후노출 6개, 민감도 3개, 적응능력 5개), 수질환경영역 12개 항목(기후노출 5개, 민감도 5개, 적응능력 2개), <양수장 부문> 이수영역 18개 항목(기후노출 7개, 민감도 6개, 적응능력 5개), <배수장 부문> 치수영역 13개 항목(기후노출 6개, 민감도 3개, 적응능력 4개), <공통항목> 각 부문 영역 대응변수별 Delphi 조사 결과 중요도 상위 2개 변수 간 평가(검증)로 구성하였다.

Delphi-AHP조사 결과를 종합하여 평가 항목을 재정립하고 각 항목별 가중치를 결정하였다.

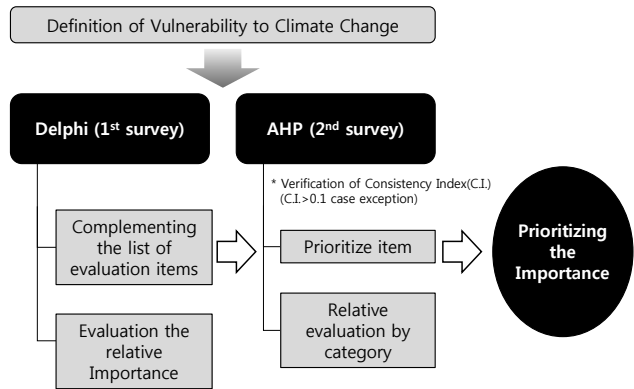


Figure 1. Schematic representation of research flow

**III. 기후변화 취약성 관련인자
중요도 평가결과**

1. 평가 항목 선정

선행연구(KRC, 2017)의 <농어촌용수 및 농업생산기반시설의 기후변화 취약성 평가 항목>을 토대로 평가항목을 구성하였다. 이 평가 항목이 자료취득(또는 용이성)과 항목간의 유사성, 중복성 등 복잡한 구조를 가지고 있어 범용성과 실용성 등을 고려하여 재분류하고 조정하였다. 이 조사표를 대응변수 분류와 불필요한 변수, 추가가 필요한 변수 등 조사항목의 논의 결과를 전문가 워크숍을 거쳐 AHP 취약성 평가 항목(1차 조사)을 선정하였다.

취약성 평가 항목(1차 조사)으로 <농어촌용수 부문>

이수영역 17개 항목(기후노출 8개, 민감도 6개, 적응능력 3개), 치수영역 10개 항목(기후노출 4개, 민감도 3개, 적응능력 3개), <저수지 부문> 이수영역 17개 항목(기후노출 7개, 민감도 6개, 적응능력 4개), 치수영역 11개 항목(기후노출 4개, 민감도 3개, 적응능력 4개), 수질환경영역 11개 항목(기후노출 5개, 민감도 4개, 적응능력 2개), <양수장 부문> 이수영역 17개 항목(기후노출 7개, 민감도 6개, 적응능력 4개), <배수장 부문> 치수영역 11개 항목(기후노출 4개, 민감도 3개, 적응능력 4개)으로 분류하였다.

2. 중요도 평가 결과

가. Delphi 조사

1) 응답자 분석

기후변화 취약성 평가항목 중요도 선정을 위해 농어촌용수 관련 학식이나 경험이 풍부한 전문가를 관련 전문가와 실무 전문가 두 그룹으로 나누어 조사를 수행하였다. 전문가 그룹으로 관련 전문가는 학생회원을 제외한 한국농공학회 정회원 중 농어촌용수/농업생산기반시설 관련 전문가 103명, 실무 전문가는 한국농어촌공사 임직원 168명을 대상으로 하였다.

회수한 설문지 중에서 유효한 표본 101명(실무 전문가 54명(32%), 관련 전문가 47명(46%))을 분석하였다. 응답자의 관련분야 근무(연구)년수(5년 단위)는 전체적으로 14%~20% 내에 분포하고 있으며, 학력은 박사 46%, 학사 39% 순으로 나타났다. 전공(업무)분야는 농업수리(관개배수, 수공, 수자원 등)가 61%로 가장 높은 비율로 나타났다 다음으로 기타(농공학, 농업토목, 공학, 기전, 토목 등) 22% 순이다.

2) Delphi 조사결과 분석

기후변화 취약성 평가 중요도 평가 항목을 5점 리커트 척도(Likert scale; 매우 중요하지 않음(1점), 중요하지 않음(2점), 보통(3점), 중요함(4점), 매우 중요함(5점))로 조사하였다. Delphi 조사결과, 관련 전문가와 실무 전문가의 기후변화 취약성 평가 결과, 그룹간 중요도 순위 상관도가 저수지 부문(0.15)을 제외하고 대체로 0.52~0.68 수준으로 나타났다. 조사대상 전체의 중요도 평가 평균 점수는 4.06점(평가항목에 대한 전반적 중요성 공감도 높음)이고, 관련 전문가 3.90점, 실무 전문가 4.20점으로 실무 전문가 그룹이 전체적으로 높게 나타났다. 유지관리인원과 유지관리비용의 경우 실무 전문가 그룹의 중요도(평균 4.30점)가 관련 전문가 그룹(평균 3.50점)에 비해

유의한 수준으로 높게 나타났고, 저수지 치수 영역의 경우 실무 전문가와 관련 전문가 응답 상관도가 0.15로 낮게 나타났다.

부문별 조사결과(전체)를 살펴보면, 농어촌용수 부문은 영역별로 '관개기간 강수량(이수)'과 '일강수량 80mm 이상 일수(치수)'의 중요도가 높게 나타났다(그룹 공통). '관개기간 강수량'의 경우 치수영역에서도 2순위 중요도로 평가되었으며, 이수/치수 영역 모두 '경지정리비용'과 '발면적'의 중요도가 일관적으로 낮게 나타났다.

저수지 부문의 이수영역은 '관개기간 강수량', '필요수량(논)', '위험저수율'의 중요도가 높게 나타났다. 반면, '연평균기온', '관개기간 평균기온' 등의 기온 관련 인자와 '필요수량(밭)'의 중요도를 가장 낮게 평가하였다. 치수영역은 '일강수량 80mm 이상 일수'의 중요도가 가장 높다고 응답하였고, '관개면적', '강수일수'가 낮은 중요도로 나타난 반면 조사대상 그룹간의 편차가 크게 나타났다. 수질환경영역은 '저수지 수질', '배후유역 오염원'의 중요도가 높았다. 한편, 낮게 평가된 저수지 관리 관련 적응능력 인자의 그룹간 중요도의 인식 편차가 크게 나타났다.

양수장 부문은 '필요수량', '관개기간 강수량'의 중요도가 높게 나타난 반면 '연평균기온'(그룹 공통, 평균 3.28점), '관개기간 평균기온'의 중요도를 낮다고 응답하였다. 기온 관련 인자는 저수지를 포함한 농업생산기반시설의 이수 취약성에 낮은 영향을 미친다는 의견이 주류였다. '연평균 기온'은 관련 전문가의 전체 평가항목 평가 중 최하위 (2.98점)로 응답하였다.

배수장 부문은 관련 전문가와 실무 전문가 모두 '일강수량 80mm 이상 일수'(전체 4.76점)의 중요도가 가장 높다고 응답하였다. 반면, '연평균강수일수'(전체 3.69점)와 '연평균강우량', '관개기간 강우량' 등의 평균 강우 특성 관련 인자의 중요도는 낮게 나타났다. '관개면적당 배수장 유지관리 비용', '관개면적당 관리인원수', '관개기간 강수량', '연평균 강수량' 등의 그룹간 중요도 평가 의견이 다르게 나타났다.

조사대상 그룹별 응답을 비교한 결과, 이수영역의 '연평균 강우량'과 '필요수량'에 대한 중요도와 치수영역의 '유지관리와 관리인력'에 대한 중요도의 의견 차이가 큰 것으로 나타났다. 한편, 저수지 수질환경영역에 있어 '배후유역 오염원'에 대한 중요도가 높게 나타나 실태조사 항목으로 추가하는 것을 고려하였다.

한편, 기후변화 취약성 평가 항목을 설정하기 위해 전문가 Delphi 조사(1차 조사)와 함께 진행한 추가할 변수, 기타의견의 내용을 검토하였다. 조사결과와 수렴 의견 반영 계획을 종합하여 총 13개(농어촌용수 5개, 저수지

5개, 양수장 1개, 배수장 2개 등) 평가 항목을 추가하여 AHP 중요도 평가(2차 조사) 항목을 선정하였다(Table 1~3).

나. AHP 조사

1) 응답자 분석

AHP 중요도 조사는 Delphi 조사와 같은 전문가 그룹을 대상으로 하여 수행하였다.

설문조사에 응답한 전문가는 총 77명으로 실무 전문가 47명(61%), 관련 전문가 30명(39%)이다. 응답자의 관련분야 근무(연구)년수(5년 단위)는 전체적으로 12%~24%로 분포하고, 학력은 학사 37%, 박사 35% 순으로 나타났다. 전공(업무)분야는 농업수리(관개배수, 수공, 수자원 등)가 68%로 가장 높은 비율로 나타났고 다음으로 농업시설 및 구조 11%, 지역 환경 9% 순이다.

2) AHP 조사결과 분석

AHP 조사를 분석하기 전에 조사결과의 신뢰도를 확보하기 위해 정합도(C.I.) 검증을 수행하였다. AHP 중요도 조사 응답자 77명(실무 전문가 47명, 관련 전문가 30명)의 정합도를 검증(C.I.<0.1)한 결과 전체 통과율 66.2%(실무 전문가 57.4%, 관련 전문가 80%)로 나타났다. 평가 항목이 상대적으로 많은 분류(기후노출과 민감도)의 정합성이 낮게 나타났고, 특히, 실무 전문가의 정합성이 비교적 낮았다.

AHP 중요도 평가의 정합성 확보를 위해 C.I.>0.1인 설문지를 배제하고 유효표본 51명(실무 전문가 27명, 관련 전문가 24명)을 대상으로 AHP 중요도 분석을 수행하였다.

기후변화 취약성 평가를 위한 AHP 중요도 조사 결과 Table 1~3과 같이 관련 전문가와 실무 전문가의 중요도 순위가 다르게 나타났다. 특히, 저수지 부문 이수영역 민감도의 '연평균 유효수량'은 관련 전문가(0.127)는 가장 낮게, 실무 전문가(0.195)는 가장 높게 나타나 다른 결과를 보였다.

전체 응답자의 결과를 부문별로 살펴보면, 농어촌용수 부문 이수영역의 기후노출에서 관련 전문가(0.197)와 실무 전문가(0.200)로 모두 '관개기간 강수량'의 중요도가 가장 높다고 응답(전체 0.199)하였고, 민감도에서는 '필요수량(논, 순용수량)' 0.166, 적응능력에서는 '관개면적당 농지/수리시설 유지관리비용'(0.298) 항목의 중요도로 높게 응답하였다. 반면, '연평균 기온'(기후노출), '평균 필지면적'(민감도), '경지정리비율'(적응능력)은 모두 중요도가 가장 낮다고 응답하였다. 치수영역에서는 '일강수

량 80mm 이상 일수', '과거홍수피해이력', '관개면적당 농지/수리시설 유지관리비용'의 중요도가 가장 높다고 응답한 반면, '강수일수'(기후노출), '발면적'(민감도), '경지정리비율'(적응능력)은 모두 중요도가 가장 낮다고 응답하였다(Table 1).

저수지 부문의 AHP 조사 결과, 이수영역에서 '관개기간 강수량'(기후노출), '위험저수율 발생일수'(민감도), '관개면적당 유효저수량'(적응능력)의 중요도가 가장 높다고 응답하였다. 한편, 민감도의 '연평균 유효수량'은 관련 전문가는 가장 낮게, 실무 전문가는 가장 높게 나타나 다른 결과를 보였다. 반면, '연평균기온'(기후노출), '필요수량(밭, 순용수량)'(민감도), '저수지 안전점검 등급'(적응능력)의 중요도가 가장 낮다고 응답하였다. 치수영역에서는 '일강수량 80mm 이상 일수'(기후노출), '만수위 이상 일수'(민감도), '저수지 노후화 정도'(적응능력)의 중요도가 가장 높다고 응답한 반면, '강수일수'(기후노출), '관개면적'(민감도), '관개면적당 관리인원수'(적응능력)의 중요도가 가장 낮다고 응답하였다. 수질환경영역은 전체적으로 '연속무강우사상'(기후노출), '유역면적당 가축사육두수'(민감도), '관개면적당 저수지 유지관리비용'(적응능력)의 중요도가 가장 높다고 응답하였다. 반면, '일강수량 80mm이상 일수'(기후노출), '유역면적 내 논면적'(민감도), '관개면적당 관리인원수'(적응능력)의 중요도가 가장 낮다고 응답하였다. 한편, 기후노출 변수에 대한 관련 전문가와 실무 전문가의 중요도 평가 결과가 다르게 나타났다(Table 2).

양수장 부문의 AHP 조사 결과, 이수영역에서 '관개기간 강수량'(기후노출), '관개면적당 양수량'(민감도), '양수관개면적당 최대양수능력'(적응능력)의 중요도가 가장 높다고 응답하였다. 반면, '연평균기온'(기후노출), '필요수량'(밭, 순용수량)(민감도), '양수장 안전점검 등급'(적응능력)의 중요도가 가장 낮다고 응답하였다(Table 3).

배수장 부문의 AHP 조사 결과, 치수영역은 '일최대강수량'(기후노출), '배수면적당 배수량'(민감도), '배수관개면적당 최대배수능력'(적응능력)의 중요도가 가장 높다고 응답한 반면, '연평균 강수량'(기후노출), '배수일수'(민감도), '배수장 안전점검 등급'(적응능력)의 중요도가 가장 낮다고 응답하였다(Table 3).

3) AHP 조사결과 타당성 검증

AHP 중요도 조사 결과의 타당성 검증을 위해 관련 전문가와 실무 전문가 그룹 간 상관도를 비교하였다. 전체적으로 두 그룹간 중요도가 양의 상관관계 결과를 보였다(Figure 2). 반면, 저수지 부문 이수영역의 민감도(b-1), 치수영역의 적응능력(b-2), 수질환경영역의 기후노

출(b-3) 대용변수의 중요도는 상반되게 나타났다.

다. Delphi-AHP 중요도 조사 결과 비교

Delphi 조사(1차 조사) 영역별 중요도 상위 2개 항목(변수)의 AHP 평가 결과와 AHP 중요도 조사(2차 조사)의 대용변수 결과의 상관관계를 비교한 결과 농어촌용수와 양·배수장은 양의 상관관계, 저수지 부문은 음의 상관관계로 나타났다. Delphi 조사에서 영역별 변수로 도출된 항목의 중요도와 AHP 중요도 조사에서 영역별 대용변수로 도출된 중요도가 다소 다르게 분석되었다.

한편, Delphi 조사와 AHP 중요도 조사 결과를 비교한 결과 전체적으로 유사한 경향의 중요도 결과가 도출되었다. 특히, 평가 항목의 중요도 순위를 비교한 결과, 평가 항목별 중요도 순위 상위 1, 2위의 결과가 유사하게 나타나 두 조사가 일관성이 있다고 판단된다. 한편, 일부 대용변수(기후노출, 민감도, 적응능력)의 중요도 순서에는 차이가 나타났는데 이는 평가 항목의 계층을 분류하면서 대용변수 재분류와 항목 분리, 삭제 등의 과정에서 비교 대상 항목이 달라지는 이유가 가장 큰 것으로 분석되었다(Table 4).

Table 1. The AHP results for the proxy variables and indicators associated with agricultural water

Target	Part	Proxy variable	Indicators	importance factor			
				average	academic experts [†]	practical experts [‡]	
Agricultural water	Water supply	climate exposure 0.331 [*] 0.305 ^{**} 0.353 ^{***}	precipitation during irrigation period	0.199	0.197	0.200	
			annual average number of effective rainy days	0.141	0.131	0.149	
			consecutive dry days	0.138	0.152	0.127	
			annual average precipitation	0.123	0.111	0.135	
			reference evapotranspiration	0.116	0.130	0.103	
			precipitation during non-irrigation period	0.111	0.098	0.124	
			mean temperature during irrigation period	0.097	0.108	0.088	
			annual average temperature	0.073	0.073	0.074	
		sensitivity 0.293 [*] 0.295 ^{**} 0.292 ^{***}	net water requirement for paddy field	0.166	0.169	0.163	
			annual average effective precipitation	0.159	0.152	0.164	
			net water requirement for upland	0.139	0.154	0.127	
			records of drought damages	0.134	0.144	0.124	
			subsurface water level	0.115	0.121	0.109	
			area of paddy field	0.110	0.101	0.118	
			area of upland	0.093	0.086	0.099	
			average area of unit field	0.085	0.075	0.095	
		adaptative capacity 0.376 [*] 0.399 ^{**} 0.354 ^{***}	management costs per unit area	0.298	0.284	0.309	
			irrigation efficiency	0.288	0.309	0.270	
	number of management staffs		0.231	0.220	0.240		
	the ratio of readjustment of fields(%)		0.184	0.187	0.180		
	number of days with precipitation ≥80mm		0.208	0.230	0.188		
	daily maximum precipitation		0.202	0.215	0.188		
	Flood control	climate exposure 0.341 [*] 0.331 ^{**} 0.349 ^{***}	Greatest 5-day total rainfall	0.190	0.213	0.170	
			average precipitation during irrigation period	0.176	0.149	0.202	
			annual average precipitation	0.114	0.100	0.126	
			number of rainy days	0.110	0.093	0.126	
			records of flood damages	0.384	0.414	0.357	
			area of paddy field	0.348	0.315	0.378	
		sensitivity 0.283 [*] 0.281 ^{**} 0.287 ^{***}	area of upland	0.269	0.272	0.265	
			adaptative capacity 0.376 [*] 0.388 ^{**} 0.365 ^{***}	management costs per unit area	0.413	0.397	0.428
				number of management staffs	0.312	0.308	0.316
		the ratio of readjustment of fields(%)		0.274	0.295	0.257	

† The academic experts' were selected based on the background knowledge and experience associated with agricultural water and facility management

‡ The practical experts indicate the practical water managers working for KRC(Korea Rural Community Corporation)

* indicates the relative importance factor averaged over entire survey targets

** indicates the relative importance factor averaged over the academic experts

*** indicates the relative importance factor averaged over the practical experts

Table 2. The AHP results for the proxy variables and indicators associated with reservoir

Target	Part	Proxy variable	Indicators	importance factor			
				average	academic experts [†]	practical experts [‡]	
Reservoir 0.298* 0.308** 0.287***	Water supply	climate exposure 0.345* 0.342** 0.347***	precipitation during irrigation period	0.228	0.225	0.231	
			annual average number of effective rainy days	0.158	0.148	0.167	
			consecutive dry days	0.156	0.166	0.147	
			annual average precipitation	0.136	0.123	0.147	
			reference evapotranspiration	0.131	0.146	0.119	
			mean temperature during irrigation period	0.110	0.114	0.105	
			annual average temperature	0.082	0.079	0.084	
		sensitivity 0.314* 0.306** 0.321***	number of days with low storage rate(ex. ≤60%)	0.202	0.235	0.174	
			net water requirement for paddy field	0.181	0.187	0.174	
			annual average effective precipitation	0.160	0.127	0.195	
			irrigated area	0.155	0.140	0.168	
			number of days with irrigation	0.154	0.154	0.152	
			net water requirement for upland	0.148	0.158	0.137	
		adaptative capacity 0.341** 0.352** 0.332***	effective capacity per unit area	0.297	0.329	0.270	
			management costs per unit area	0.271	0.249	0.291	
			number of management staffs	0.228	0.208	0.246	
			safety rating	0.203	0.215	0.192	
		Flood control	climate exposure 0.340* 0.334** 0.344***	number of days with precipitation ≥80mm	0.202	0.222	0.181
	daily maximum precipitation			0.201	0.226	0.177	
	Greatest 5-day total rainfall			0.200	0.224	0.177	
	precipitation during irrigation period			0.167	0.125	0.210	
	annual average precipitation			0.120	0.103	0.135	
	number of rainy days			0.111	0.099	0.120	
	sensitivity 0.287* 0.269** 0.306***		number of days with water level ≥high water level(H.W.L.)	0.409	0.407	0.409	
			number of days with pre-discharge for preventing flood	0.342	0.371	0.317	
			irrigated area	0.249	0.222	0.274	
			degree of deterioration	0.218	0.250	0.192	
	adaptative capacity 0.373* 0.398** 0.350***		management costs per unit area	0.211	0.186	0.233	
			safety rating	0.202	0.228	0.180	
			total storage per area of basin	0.201	0.183	0.215	
			number of management staffs	0.168	0.153	0.180	
	Water quality		climate exposure 0.354* 0.345** 0.362***	consecutive dry days	0.218	0.242	0.198
				number of heat wave days	0.214	0.246	0.187
				precipitation during irrigation period	0.198	0.176	0.217
				annual average precipitation	0.189	0.165	0.210
		number of days with precipitation ≥80mm		0.181	0.171	0.189	
		sensitivity 0.302* 0.303** 0.302***	number of livestock per unit area	0.255	0.267	0.244	
			water quality(TOC, T-P, COD)	0.245	0.255	0.237	
			water temperature	0.186	0.169	0.203	
			area of upland within the basin	0.158	0.158	0.158	
area of paddy field within the basin			0.155	0.152	0.158		
management costs per unit area			0.573	0.584	0.562		
adaptative capacity 0.344* 0.353** 0.336***		number of management staffs	0.427	0.416	0.438		

† The academic experts' were selected based on the background knowledge and experience associated with agricultural water and facility management

‡ The practical experts indicate the practical water managers working for KRC(Korea Rural Community Corporation)

* indicates the relative importance factor averaged over entire survey targets

** indicates the relative importance factor averaged over the academic experts

*** indicates the relative importance factor averaged over the practical experts

Table 3. The AHP results for the proxy variables and indicators associated with pumping and drainage station

Target	Part	Proxy variable	Indicators	importance factor		
				average	academic experts [†]	practical experts [‡]
Pumping station 0.209* 0.199** 0.219***	Water supply	climate exposure 0.322* 0.310** 0.332***	precipitation during irrigation period	0.222	0.219	0.223
			consecutive dry days	0.167	0.171	0.162
			annual average number of effective rainy days	0.157	0.154	0.160
			reference evapotranspiration	0.137	0.158	0.121
			annual average precipitation	0.131	0.115	0.147
			mean temperature during irrigation period	0.105	0.106	0.104
			annual average temperature	0.08	0.077	0.083
		sensitivity 0.304* 0.294** 0.314***	amount of pumping per unit area	0.109	0.208	0.176
			irrigation area of pumping	0.179	0.164	0.192
			net water requirement for paddy field	0.177	0.172	0.182
			number of days operating irrigation pumps	0.171	0.180	0.162
			annual average effective precipitation	0.144	0.134	0.154
		adaptative capacity 0.374* 0.396** 0.354***	net water requirement for upland	0.138	0.142	0.135
			maximum pumping capacity per unit area	0.245	0.256	0.235
			height of droughty water level(absorption inlet)	0.234	0.233	0.236
management costs per unit area	0.197		0.190	0.203		
Drainage pump station 0.212* 0.199** 0.226***	Flood control	climate exposure 0.332* 0.314** 0.348***	daily maximum precipitation	0.230	0.237	0.225
			Greatest 5-day total rainfall	0.218	0.223	0.213
			number of days with precipitation ≥80mm	0.213	0.225	0.203
			precipitation during irrigation period	0.143	0.137	0.149
			number of rainy days	0.102	0.091	0.112
			annual average precipitation	0.093	0.088	0.099
		sensitivity 0.289* 0.285** 0.294***	amount of drainage per unit area	0.424	0.440	0.410
			drainage area	0.315	0.291	0.338
			number of days operating drainage pumps	0.260	0.270	0.251
		adaptative capacity 0.379* 0.401** 0.358***	maximum drainage capacity per unit area	0.321	0.345	0.298
			management costs per unit area	0.243	0.226	0.257
			number of management staffs	0.220	0.195	0.244
		safety rating	0.216	0.234	0.200	

† The academic experts' were selected based on the background knowledge and experience associated with agricultural water and facility management

‡ The practical experts indicate the practical water managers working for KRC(Korea Rural Community Corporation)

* indicates the relative importance factor averaged over entire survey targets

** indicates the relative importance factor averaged over the academic experts

*** indicates the relative importance factor averaged over the practical experts

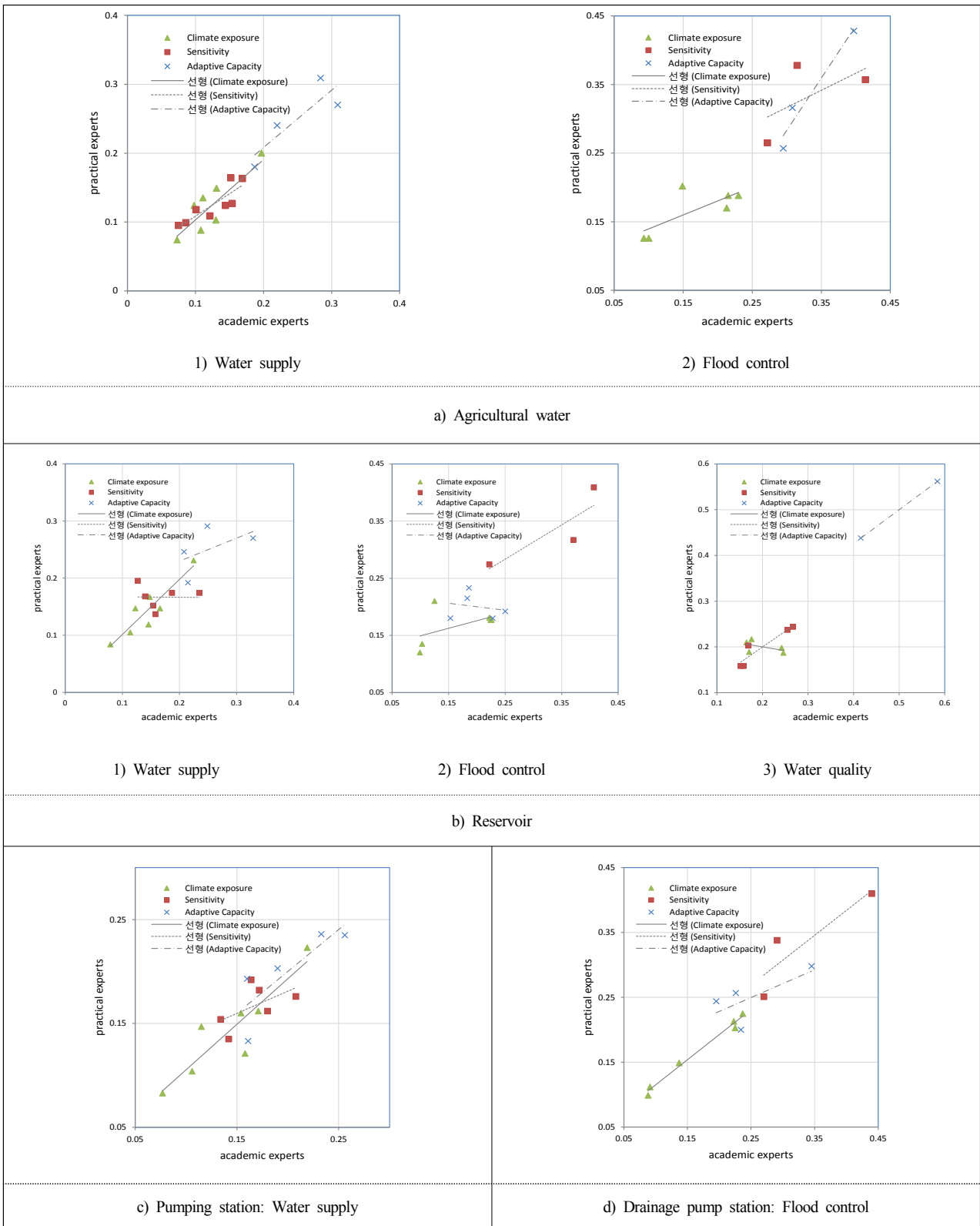


Figure 2. Scatter plots comparing the results by survey groups (i.e., practical and academic experts) for AHP

Table 4 Comparison of 1st and 2nd ranked indicators from Delphi-AHP survey results

Target	Part	Proxy variable	Delphi		AHP	
			Indicators	importance factor	Indicators	importance factor
Agricultural water	Water supply	climate exposure	precipitation during irrigation period	4.69	precipitation during irrigation period	0.199
			annual average number of effective rainy days	4.41	annual average number of effective rainy days	0.141
		sensitivity	net water requirement for paddy field	4.50	net water requirement for paddy field	0.166
			annual average effective precipitation	4.17	annual average effective precipitation	0.159
		adaptative capacity	management costs per unit area	3.93	management costs per unit area	0.298
			number of management staffs	3.79	irrigation efficiency	0.288
	Flood control	climate exposure	number of days with precipitation $\geq 80\text{mm}$	4.55	number of days with precipitation $\geq 80\text{mm}$	0.208
			precipitation during irrigation period	4.16	daily maximum precipitation	0.202
		sensitivity	records of flood damages	3.87	records of flood damages	0.384
			area of paddy field	3.73	area of paddy field	0.348
		adaptative capacity	management costs per unit area	4.04	management costs per unit area	0.413
			number of management staffs	3.87	number of management staffs	0.312
Reservoir	Water supply	climate exposure	mean temperature during irrigation period	3.62	precipitation during irrigation period	0.228
			annual average temperature	3.41	annual average number of effective rainy days	0.158
		sensitivity	precipitation during irrigation period	4.52	number of days with low storage rate(ex. $\leq 60\%$)	0.202
			net water requirement for paddy field	4.46	net water requirement for paddy field	0.181
		adaptative capacity	effective capacity per unit area	4.21	effective capacity per unit area	0.297
			management costs per unit area	3.99	management costs per unit area	0.271
	Flood control	climate exposure	number of days with precipitation $\geq 80\text{mm}$	4.61	number of days with precipitation $\geq 80\text{mm}$	0.202
			precipitation during irrigation period	4.17	daily maximum precipitation	0.201
		sensitivity	number of days with water level \geq high water level(H.W.L.)	4.15	number of days with water level \geq high water level(H.W.L.)	0.409
			number of days with pre-discharge for flood	3.96	number of days with pre-discharge for flood	0.342
		adaptative capacity	safety rating	4.30	degree of deterioration	0.218
			management costs per unit area	4.07	management costs per unit area	0.211
	Water quality	climate exposure	number of heat wave days	4.25	consecutive dry days	0.218
			consecutive dry days	4.22	number of heat wave days	0.214
		sensitivity	water quality(TOC, T-P, COD)	4.55	number of livestock per unit area	0.255
			number of livestock per unit area	4.42	water quality(TOC, T-P, COD)	0.245
		adaptative capacity	management costs per unit area	3.78	management costs per unit area	0.573
			number of management staffs	3.67	number of management staffs	0.427
Pumping station	Water supply	climate exposure	annual average number of effective rainy days	4.16	precipitation during irrigation period	0.222
			annual average precipitation	4.02	consecutive dry days	0.167
		sensitivity	net water requirement for paddy field	4.43	amount of pumping per unit area	0.190
			irrigation area of pumping	4.38	irrigation area of pumping	0.179
		adaptative capacity	maximum pumping capacity per unit area	4.14	maximum pumping capacity per unit area	0.245
			management costs per unit area	4.06	height of droughty water level(absorption inlet)	0.234
Drainage pump station	Flood control	climate exposure	number of days with precipitation $\geq 80\text{mm}$	4.76	daily maximum precipitation	0.230
			precipitation during irrigation period	4.00	Greatest 5-day total rainfall	0.218
		sensitivity	amount of drainage per unit area	4.36	amount of drainage per unit area	0.424
			drainage area	4.35	drainage area	0.315
		adaptative capacity	maximum drainage capacity per unit area	4.51	maximum drainage capacity per unit area	0.321
			management costs per unit area	4.10	management costs per unit area	0.243

IV. 결 론

이 연구에서는 농어촌용수와 농업기반시설에 대한 이수율과 치수, 수질환경 측면에서 기후변화 취약성 실태조사를 위한 평가지표를 재구성하고 중요도를 선정함으로써 효율적이고 신뢰성 있는 기후변화 취약성 평가의 기초자료를 마련하였다. 이상의 연구 결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 선행연구를 바탕으로 하여 평가 항목을 구성하고, 이 평가 항목을 대응변수로 분류하고 불필요한 변수, 추가가 필요한 변수 등 조사항목의 논의 결과를 전문가 워크숍, Delphi 조사(1차 조사)를 거쳐 AHP 취약성 평가 항목을 선정하였다. 평가 항목은 농어촌 용수, 저수지, 양수장, 배수장 등 4개 부문(대분류)과 이수, 치수, 수질환경 등 3개 영역, 3개 대응변수(기후노출, 민감도, 적응능력 등)의 106개 세부항목으로 설정하였다.

2. AHP 중요도 평가(2차 조사)의 정합성을 확보하기 위해 정합도가 높은 설문지(CI.>0.1)를 배제하고 유효표본 51명(실무 전문가 27명, 관련 전문가 24명)을 분석하였다. 조사 결과 관련 전문가와 실무 전문가의 중요도 순위가 다르게 나타났는데 특히, 저수지 부문 이수영역 민감도의 ‘연평균 유효우량’에 대한 중요도가 관련 전문가는 가장 낮은 0.127, 실무 전문가(0.195)는 가장 높다고 응답했다.

3. 조사대상 전체의 중요도를 분석한 결과, 농어촌용수 부문 이수영역 기후노출은 ‘관개기간 강수량(0.199)’, 민감도는 ‘필요수량(논, 순용수량)(0.166)’, 적응능력은 ‘관개면적당 농지/수리시설 유지관리비용(0.298)’ 항목의 중요도가 가장 높게 나타났다. 치수영역 대응변수의 각 항목은 ‘일강수량 80mm 이상 일수(0.208)’, ‘과거홍수피해이력(0.384)’, ‘관개면적당 농지/수리시설 유지관리비용(0.413)’의 중요도가 가장 높다고 응답하였다. 저수지 부문 이수영역은 ‘관개기간 강수량(0.228)’, ‘위험저수율 발생일수(0.202)’, ‘관개면적당 유효저수량(0.297)’의 중요도가 가장 높다고 응답하였다. 치수영역에서는 ‘일강수량 80mm 이상 일수(0.202)’, ‘만수위 이상 일수(0.409)’, ‘저수지 노후화 정도(0.218)’의 중요도가 가장 높다고 응답하였다. 수질환경영역은 ‘연속무강우사상(0.218)’, ‘유역면적당 가축사육두수(0.255)’, ‘관개면적당 저수지 유지관리비용(0.573)’의 중요도가 가장 높다고 응답하였다. 양수장 부문 이수영역은 ‘관개기간 강수량(0.222)’, ‘관개면적당 양수량(0.190)’, ‘양수관개면적당 최대양수능력(0.245)’의 중요도가 가장 높다고 응답하였다. 마지막으로 배수장 부문 치수영역은 ‘일최대강우량(0.230)’, ‘배수면적당 배

수량(0.424)’, ‘배수관개면적당 최대배수능력(0.321)’의 중요도가 가장 높다고 응답하였다.

4. AHP 중요도 조사 결과의 타당성 검증에 위해 전문가 그룹 간 상관도를 비교한 결과, 전체적으로 양의 상관관계 결과를 보였다. 반면, 저수지 부문 이수영역의 민감도, 치수영역의 적응능력, 수질환경영역의 기후노출 대응변수의 중요도는 상반되게 나타났다. 한편, Delphi 조사와 AHP 중요도 조사 결과를 비교한 결과 전체적으로 유사한 경향의 중요도 결과가 도출되었다. 특히, 평가 항목의 중요도 순위 비교 결과, 재분류한 항목을 제외하면 대응변수 평가항목별 중요도 순위 상위 1, 2위의 결과가 유사하게 나타나 두 조사가 일관성이 있다고 판단된다.

본 연구는 특정 분야의 기후변화 취약성 관련인자에 대한 중요도 평가를 위해 적용할 조사대상 구성, 조사방법 선정, 결과 분석에 있어 복합적인 과정을 제시·수행하고자 하였다. 추가 관련인자 탐색과 실태조사결과 대비 취약성 평가결과의 검증을 통해 도출된 가중치의 합당성에 대한 2차적인 평가가 이루어질 수 있을 것이다.

본 연구에서 수행한 전문가 식견 조사를 바탕으로 한 인자의 상대적 중요도 정량화 과정과 결과는 기후변화 취약성 평가를 위한 합리적 방법론 정립과 농어촌용수 기후변화 영향에 대한 일관적인 실태조사와 취약성평가에 합리적으로 적용될 것으로 기대된다. 더불어 기 수립된 농어촌용수 및 농업생산기반시설 관련 기후변화 실태조사 내용과 프로토콜 보안을 위한 참고자료로 활용될 수 있을 것이다.

본 연구는 2018년도 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 운영되는 한국연구재단 기초연구사업 지원(2016R1C1B1010074)과 한국농어촌공사의 연구 지원을 받아 수행되었음

References

1. Choi, Y.W., 2010, The Classification and Activation Strategy of Rural Development Projects, Master Thesis, Graduate School of Gyeongsang National University, 12-15.
2. Jang, M.W., 2006, County-based Vulnerability Evaluation to Agricultural Drought Using Principal Component Analysis -The case of Gyeonggi-do, Journal of the Korean Society of Rural Planning,

- 12(1), 37-48.
3. Kim, E.H., 2010, Estimation of Climate Change Vulnerability Indicator Using Routine Meteorological Data, Master Thesis, Graduate School of Pusan National University.
 4. Kim, S.J., S.J. Bae, J.Y. Choi, S.P. Kim, S.K. Eun, S.H. Yoo, T.I. Jang, N.Y. Goh, S.W. Hwang, S.J. Kim, T.S. Park, K.H. Jeong, S.H. Song, 2018, Analysis on the Impact of Climate Change on the Survey of Rural Water District and Agricultural Production Infrastructure, Journal of the Korean Society of Agricultural Engineers, 60(5), 1-15.
 5. Kim, S.H., B.H. Jeong and J.K. Kim, 2006, Decision Analysis and Application(국문: 의사결정분석 및 응용), Youngji Publishers, 337-340.
 6. Kim, Y.J., S.W. Jeon, Y.R. Chae, H.A. Choi, 2010, Reviewing the National-Level Indices to Climate Change Impact, Adaptation and Vulnerability with Focusing on South Korea's Current State, KEI.
 7. Ko, J.K. and H.S. Kim, 2009, A Study on Vulnerability Assessment to Climate Change in Gyeonggi-Do, GRI.
 8. Korea Rural Community Corporation(KRC), 2017, Establishment of Survey and Management Plan for Rural Water District and Agricultural Production Infrastructure for Climate Change Impact and Vulnerability Assessment(국문: 농어촌용수 및 농업 생산기반시설 기후변화 영향·취약성 평가를 위한 실태(시범)조사 및 관리방안 수립)
 9. Lee, M.H., 2010, Korean Flood Vulnerability Assessment on Climate Change, Master Thesis, Graduate School of Sejong University.
 10. Myeong, S.J., 2010, Assessing Vulnerability to Climate Change of the Physical Infrastructure and Developing Adaptation Measures in Korea II, KEI.
 11. National Institute of Environmental Research(NIER), 2012, Map of Vulnerability to Climate Change(국문: 지자체 기후변화 적응 세부시행계획 수립 지원을 위한 기후변화 부문별 취약성 지도)
 12. Rural Development Administration(RDA), 2012, Impact and Vulnerability Assessment of Agro-biotic Community on Climate Change
 13. Yoo, G.Y. and I.A. Kim, 2008, Development and Application of a Climate Change Vulnerability Index, KEI.
-
- Received 18 February 2019
 - First Revised 20 February 2019
 - Accepted 21 February 2019