

ENGINEERING

# A survey on the application of ICTs in automated water level gauges for agricultural reservoirs

Min-Gi Jeon<sup>1</sup>, Jin-Taek Kim<sup>2</sup>, Won-Ho Nam<sup>3,\*</sup>

<sup>1</sup>Department of Convergence of Information and Communication Engineering, Hankyong National University, Anseong 17579, Korea

<sup>2</sup>National Agricultural Water Research Center, Hankyong National University, Anseong 17579, Korea

<sup>3</sup>School of Social Safety and Systems Engineering, Institute of Agricultural Environmental Science, National Agricultural Water Research Center, Hankyong National University, Anseong 17579, Korea

\*Corresponding author: [wonho.nam@hknu.ac.kr](mailto:wonho.nam@hknu.ac.kr)

## Abstract

Timely and appropriate water supply to paddy fields is crucial for efficient agricultural water management. In South Korea, 17,240 agricultural reservoirs supply approximately 60% of the agricultural water and play a pivotal role in irrigation and drought mitigation. These reservoirs are managed by the Korea Rural Community Corporation (KRC), which oversees 3,411 reservoirs, and various local governments, which manage 13,829 locations. Guidelines from the Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs (MAFRA) mandate the installation and operation of water level measurement instruments. Currently, automated water level facilities are installed in 1,734 reservoirs and 1,880 irrigation canals, generating water level data at ten-minute intervals. In this study, a survey was conducted to enhance the management of agricultural reservoirs by integrating advanced information and communications technology (ICT) into existing automated water level gauge systems. We propose directions for enhancing the automated water level gauges in agricultural reservoirs. The findings would provide foundational data for stable and systematic management of these gauges.

**Keywords:** agricultural reservoir, automatic water level measuring device, information and communications technology (ICT), smart water management, water level

## OPEN ACCESS

**Citation:** Jeon MG, Kim JT, Nam WH. 2024. A survey on the application of ICTs in automated water level gauges for agricultural reservoirs. Korean Journal of Agricultural Science 51:217-225. <https://doi.org/10.7744/kjoas.510212>

**Received:** November 22, 2023

**Revised:** April 15, 2024

**Accepted:** May 22, 2024

**Copyright:** © 2024 Korean Journal of Agricultural Science



This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

## Introduction

국내 농업용 저수지의 경우 한국농어촌공사에서 관리 하는 3,411개소 저수지와 지자체에서 관리하는 13,829개소 저수지로 국내에 약 17,000개소가 설치되어 있다(Nam and Choi, 2014; Kang et al., 2019). 이러한 국내 농업용 저수지는 국내 농업용수의 약 60%를 공급하며, 일반적으로 농업용수를 공급하는 단일 목적으로 축조되어, 수자원 이용의 효율성 측면에서 볼 때 수자원의 시간적, 공간적인 편중을 극복하는 방법으로 홍수기의 풍부한 수량을 저류한 후 관개기 혹은 갈수기에 이용하는 농업기반시설로서 그 역할을 담당하고 있다(Nam et al., 2011; Kim et al., 2021; Heo et al., 2022; Kwak et al., 2023; Noh et al., 2023). 농업용수의 효율

적인 개발과 관리, 국가 수자원 계획의 수립을 위해서는 정량적으로 체계화된 농업용수의 물 수요 및 공급량에 대한 정확한 자료가 필요하다(Ahn et al., 2002; Hong et al., 2014).

과거 수원공으로부터 취수되는 농업용수 공급량은 실제 저수지 방류량이나 관개수로를 통한 공급량에 대한 자료가 부족하여, 작물의 필요수량을 고려하여 유효수량, 증발산량, 침투량 등에 의한 간접적인 방법으로 산정하였다(Kim et al., 2016; Jeon et al., 2019; Shin et al., 2023). 한국농어촌공사에서는 과거 목측에 의한 저수지 수위 관리에서 농림축산식품부의 저수지 자동수위측정기 설치 및 운영 지침에 따라 실시간으로 저수지 저수량과 농업용수 공급량을 파악하기 위해 2004년부터 자동 수위계측시설을 도입하였다(Nam et al., 2017; Yang et al., 2021). 현재 10만 톤 이상의 저수용량을 가진 공사 관리 저수지 1,765개소, 수로부 1,880개소에 자동수위계가 설치되어 있으며, 10분 단위로 수위 자료를 생성하고 있다(Nam et al., 2016; Shin et al., 2021; Mun et al., 2022).

하지만, 자동수위관측기 설치 이후 자동수위계 장비 고장, 통신장애 및 태양전원 불안정 등의 장비 이상과 자동수위계 계측자료의 결측 발생, 계측정보 서버의 접속 제한 등 여러 문제점이 나타났다. 농림축산식품부 농업용 저수지 관리계획에 따르면 저수용량 5만  $m^3$  이상 농업용 저수지에 대해 안전관리 수준을 향상하도록 요구되고 있으며(MAFRA and KRC, 2020), 이에 따라 저수용량 5만  $m^3$  이상 중·대규모 농업용 저수지(전국 908개소)의 저수위의 정확한 계측이 필요하다. 농림축산식품부는 2021년부터 태풍, 호우, 지진 등 재해에도 안전하게 저수지를 관리하기 위한 information and communications technology (ICT) 기반의 과학적이고 체계적인 저수지 관리 및 재해 대처 가능 저수지 구축과 평상시 안전관리 수준 향상 등을 추진하고 있다(MAFRA and KRC, 2020).

본 연구에서는 한국농어촌공사 자동수위계 사용자 및 관계자를 대상으로 농업용 저수지의 안정적이고 과학적인 관리를 도모하기 위하여 설문조사를 진행하였다. 현재 이용하고 있는 자동수위계의 현황 및 개선점을 분석하였으며, 현장 관계자들의 의견을 반영하여 농업용 저수지 자동수위계의 ICT 기술 적용, 저수지 관리계획 수립의 기초 자료 제공 및 활용할 수 있는 방안을 제시하고자 한다.

## Materials and Methods

### 설문조사대상 및 방법

본 연구에서는 한국농어촌공사 자동수위계 사용자 및 관계자를 대상으로 기존 저수지 자동수위계 기술에 ICT 기술을 적용하는 고도화 개발을 통하여 농업용 저수지의 안정적이고 과학적인 관리를 목적으로 설문조사를 실시하였다. 설문조사를 통해 농업용 저수지에 설치 운용되고 있는 자동수위측정장치에 대한 실무자 및 저수지 관리자의 의견 파악을 위하여 전국 9개도(경기도, 강원도, 충청북도, 충청남도, 전라북도, 전라남도, 경상북도, 경상남도, 제주도)에 근무하는 한국농어촌공사 인원을 대상으로 하였다. 농업용 저수지의 운영 관리의 경우 물 관리 방안 파악을 위해 각 지역별 대표 지역 선정 및 농업용 저수지 담당자 면담 조사(interviewing research)가 필요하지만, 시간적·공간적 한계가 존재한다. 본 연구에서는 온라인 설문조사를 2021년 10월 6일부터 11월 5일까지 성별, 나이, 주거지 등 응답자의 일반적 응답 범주와 자동수위계에 대한 범주 총 2개 범주와 하위 26개 항목으로 구성하였으며, 전수 조사를 원칙으로 미 응답자 제외 및 일부 항목에서 중복 응답을 허용하였다.

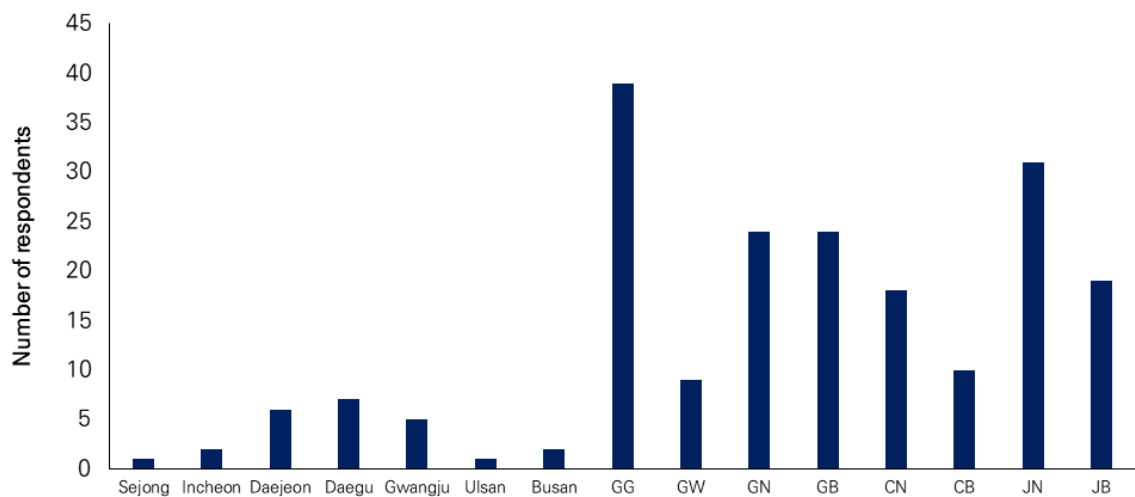
### 응답자 현황

한국농어촌공사 전국 지역별 본사 및 지사 인원 중 자동수위계 사용자 및 관계자를 대상으로 설문조사를 실시하였다. 응답인원 198명 중 남성 175명(88.4%), 여성 23명(11.6%)으로 나타났으며, 지역별 응답수의 경우 경기도 39명(19.7%), 전라남도 31명(15.7%), 경상남도 24명(12.1%), 경상북도 24명(12.1%), 전라북도 19명(9.6%), 충청남도

18명(9.1%), 충청북도 10명(5.1%), 강원도 9명(4.5%), 대구광역시 7명(3.5%), 대전광역시 6명(3.0%), 인천 및 부산광역시 2명(1.0%), 세종 및 울산광역시 1명(0.5%)로 나타났다(Table 1; Fig. 1). 설문 응답자 중 기술 및 토목직 종사자가 144명(72.7%)로 가장 많이 응답한 것으로 나타났다.

**Table 1.** Number and ratio of respondents of the survey by region.

Location	Number of respondent	Ratio (%)
Gyeonggi-do (GG)	39	19.7
Gangwon-do (GW)	9	4.5
Gyeongsangnam-do (GN)	24	12.1
Gyeongsangbuk-do (GB)	24	12.1
Chungcheongnam-do (CN)	18	9.1
Chungcheongbuk-do (CB)	10	5.1
Jeollanam-do (JN)	31	15.7
Jeollabuk-do (JB)	19	9.6
Etc.	24	12.1



**Fig. 1.** Number of respondents by region. GG, Gyeonggi-do; GW, Gangwon-do; GN, Gyeongsangnam-do; GB, Gyeongsangbuk-do; CN, Chungcheongnam-do; CB, Chungcheongbuk-do; JN, Jeollanam-do; JB, Jeollabuk-do.

## Results and Discussion

### 농업용 저수지 자동수위계 데이터 취득방법 및 활용방안

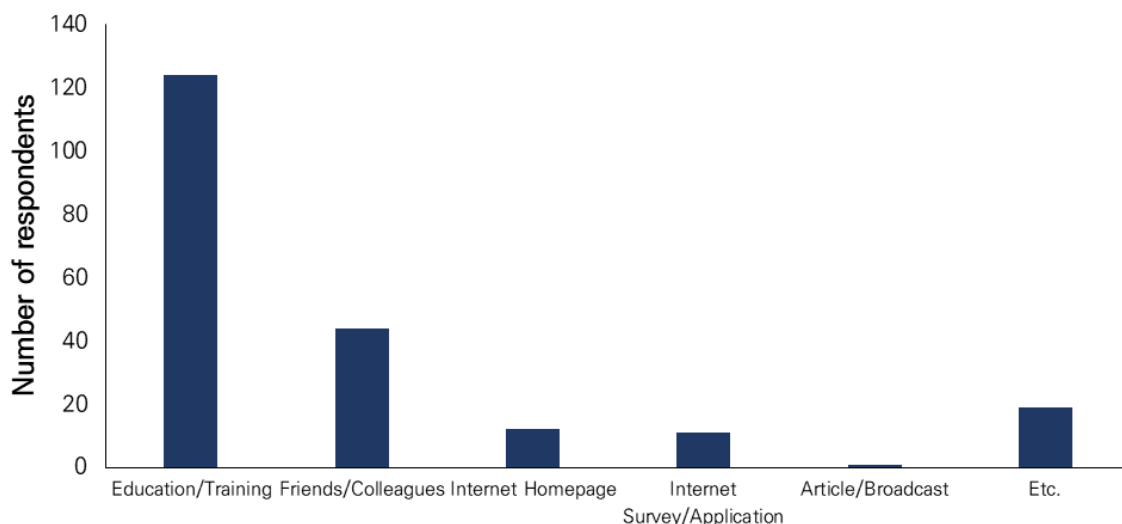
각 지사단위 농업용 저수지 자동수위계 주간 측정값 확인주기에 대한 설문조사 결과 자동수위계 측정값 확인주기의 경우 없다가 20회(10.2%), 1회가 50회(25.5%), 2회가 26회(13.3%), 3회 이상이 100회(51.0%)로 나타났다(Table 2). 자동수위계 측정값을 확인하는 주기가 3회 이상이 가장 많이 나타나, 농어촌공사에서 운영하는 자동수위계의 경우 높은 주기로 측정값이 확인되고 있는 것으로 나타났다. 농어촌공사에서 운영하는 자동수위계의 경우 측정값 확인주기가 짧아 자동수위계 데이터가 지속적으로 수집되고 있는 것으로 확인되었다. 자동수위계에 관한 정보를 획득하는 경로의 경우 교육 및 훈련과 친구 및 동료를 통한 정보획득이 높게 나타나, 교육 이수자가 많고 이수

자들을 통해 정보가 전달되는 것으로 나타났다. 또한, 자동수위계 데이터의 사용 목적의 경우 자동수위계 데이터를 통해 주로 수위 및 저수량 데이터를 확인하는 것으로 나타났다.

**Table 2.** Automatic water level gauge data check cycle.

Category	Number of respondent	Ratio (%)
More than 3 times	100	51.0
2 times	26	13.3
1 time	50	25.5
None	20	10.2

자동수위계에 관한 정보를 획득하는 경로에 대한 설문조사 결과 자동수위계 정보획득에서 교육 및 훈련이 124회(57.7%), 친구 및 동료들 통한 정보 획득이 44회(20.5%), 기사 및 방송이 1회(0.5%), 인터넷 홈페이지 12회(5.6%), 인터넷 조사 및 스마트폰 어플리케이션 11회(5.1%), 기타 19회(8.8%)로 집계되었다(Fig. 2). 교육 및 훈련에서 가장 많은 인원수가 나타났으며, 친구 및 동료들 통한 정보 획득과 합치면 총 168회(78.2%)로 교육과 교육을 수강한 인원들을 통해 정보가 전파되는 것으로 판단된다.



**Fig. 2.** Survey results of automatic water level gauge information acquisition path.

자동수위계 데이터의 사용 목적에 대한 설문조사의 경우 저수위 및 저수량 확인 182회(51.3%), 수로 수위 및 유량 확인 90회(25.4%), 홍수 및 재해 발생시 수위확인 51회(14.4%), 과거 수위기록 참조 30회(8.5%), 기타 2회(0.6%)로 나타났다(Fig. 3). 저수위 및 저수량이 절반이 넘는 비율인 182회로 높게 나타나 자동수위계 관측에서 저수위 및 저수량 데이터 수집이 주요한 목표인 것으로 나타났다.

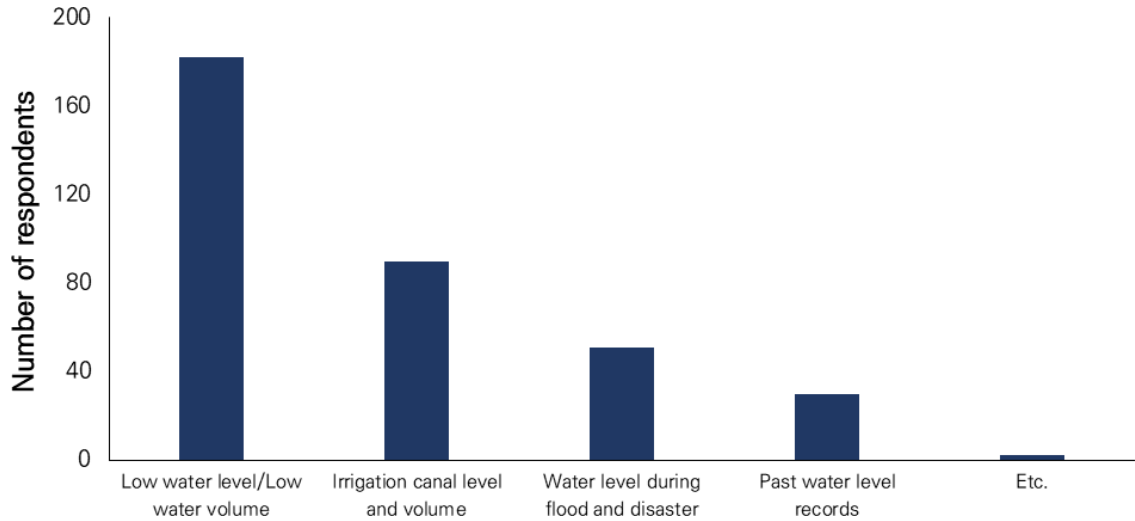


Fig. 3. Survey results on purpose of using automatic water level gauge.

### 자동수위계 불편사항 설문조사 결과

자동수위계 이용의 불편 사항 설문조사 결과 자동수위계에서 부족한 부분으로 통신이상 124회(35.4%), 계측값 이상 88회(25.1%), 강우 등 다양한 현장 측정 미흡 41회(11.7%), 인터넷 정보 접속 어려움 10회(2.9%), 경보 기능 없음 30회(8.6%), 배터리 이상 51회(14.6%), 기타 5회(1.4%)로 나타났다(Fig. 4). 통신이상에 대한 설문 조사결과 통신 장비 고장 98회(45.4%), 통신상태 불안정 103회(47.7%), 통신비 이상 1회(0.5%), 기타 9회(4.2%)로 나타났다(Fig. 5a). 계측값 이상 현상에 대한 추가 설문조사 결과 계측장비 고장 113회(52.8%), 계측값 불안정 73회(34.1%), 초기 계측설정 이상 13회(6.1%), 기타 8회(3.7%)로 나타났다(Fig. 5b). 자동수위계 사용자의 고장진단 및 수리와 데이터 검측 및 유지관리에 대한 교육훈련이 필요한 것으로 판단된다. 자동수위계 이용의 불편 사항에 대한 설문조사 결과 통신이상 및 계측값이 이상이 가장 크게 나타났으며, 통신이상의 경우 통신장비의 고장과 계측값 이상의 경우 계측 장비 고장으로 자동수위계 장비의 고장이 가장 큰 불편사항으로 도출되었다.

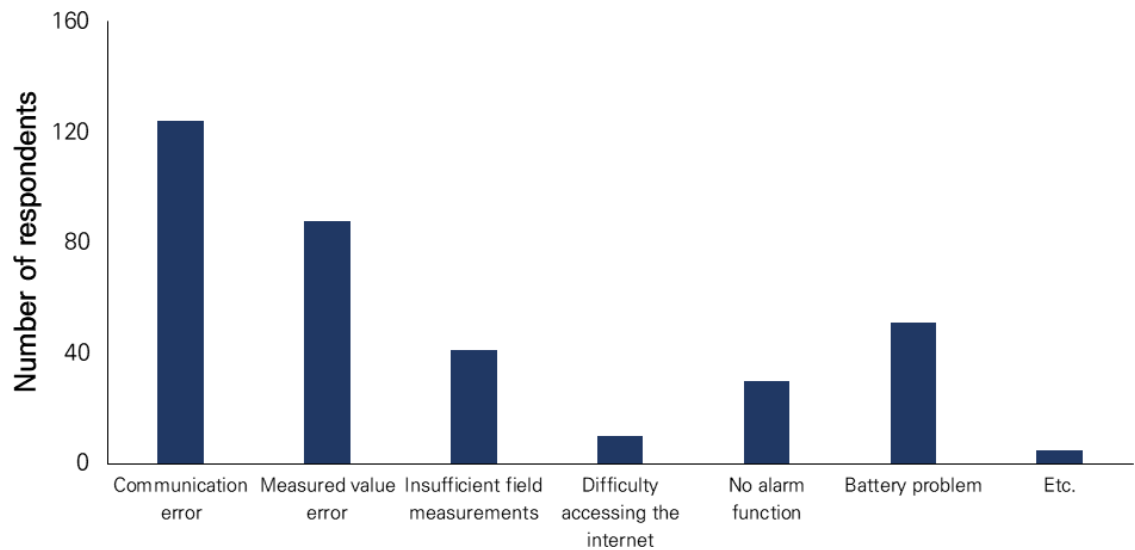
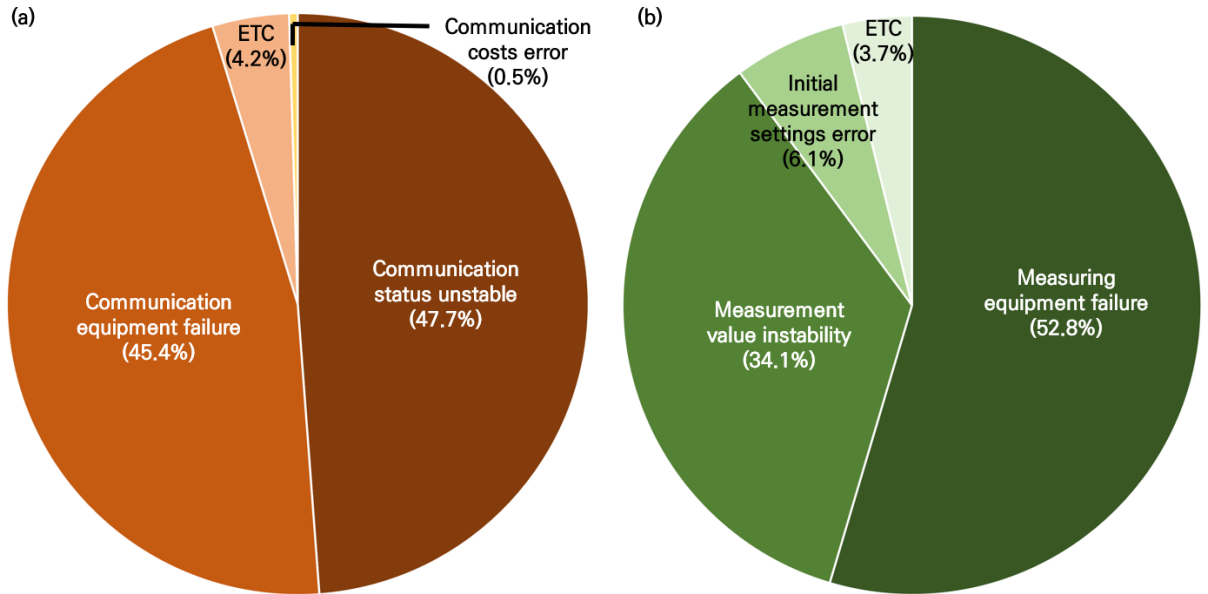


Fig. 4. Survey results of inconveniences in using an automatic water level gauge.



**Fig. 5.** Survey detail results of inconveniences in using an automatic water level gauge. (a) Communication error, (b) Measured value error.

### 자동수위계 추가기능 희망사항

현재 설치된 자동수위계의 추가기능에 관해 설문조사를 실시하였다. 추가적인 데이터 접근 방법으로 인터넷을 통한 데이터 접근 35회(15.0%), 핸드폰 앱을 통한 데이터 접근 134회(57.5%), 해당지사 서버를 통한 데이터 접근 52회(22.3%), 기타 5회(2.1%)로 나타났다(Table 3). 핸드폰을 통한 데이터 접근이 가장 크게 나타나, 앱 개발을 통한 데이터 취득이 필요한 것으로 나타났다. 경보기능 추가에 대한 설문조사 결과 이상 수위변동 경보 95회(23.1%), 돌발강우 경보 55회(13.4%), 장비 이상 경보 87회(21.2%), 통신 이상 경보 85회(20.7%), 배터리 상태/경보 79회(19.2%), 기타 4회(1.0%)로 나타났다. 이상 수위변동과 돌발강우의 경우 총 150회(36.5%)로 자동수위계에서 강우 데이터가 중요한 인자로 판단되며, 장비 및 통신이상과 배터리에 관한 자동수위계 장치에 대한 응답이 251회(61.1%)로 장비에 대한 경보기능에 대한 수요가 크게 나타났다.

**Table 3.** Survey results of additional data access methods.

Category	Number of respondent	Ratio (%)
Application access	134	59.3
Data sever access	52	23.0
Internet access	35	15.5
Etc.	5	2.2

### 자동수위계 확대설치 방안

자동수위계 확대설치 방안에 대한 설문조사 결과 저수지 확대 설치가 104회(50.7%), 수로 확대 설치가 65회(31.7%), 비동이가 36회(17.6%)로 나타났다(Table 4). 저수지 확대설치에 관한 세부 설문조사 결과 전체 저수지 61회(30.0%), 저수용량 5만 톤 이상 저수지 40회(19.7%), 저수지 유입부 17회(8.4%), 저수지 하류부 7회(3.4%), 기타 2회(1.0%), 미응답 76회(37.4%)로 조사되었다. 전체 저수지에 대한 확대 설치가 가장 크게 나타났으며, 저수지 하

류부보다 저수지 유입부에 대한 관측 데이터가 필요한 것으로 조사되어, 자동수위계 정보 활용자들의 경우 전체 저수지에 대한 유입부 데이터의 수요가 가장 큰 것으로 판단된다. 수로 확대설치 설문조사 결과 시점부지점 설치 27회(13.2%), 용수로 주요지점 설치 77회(37.6%), 배수로 주요지점 설치 20회(9.8%), 기타 5회(2.4%), 미응답 76회(37.1%)로 나타났다. 용수로 주요지점에 대한 설치가 가장 많은 응답횟수가 나타났으며, 저수지 주요지점별 유속 및 유량 데이터를 통해 저수지 용수구역별 물공급 및 물배분을 분석할 수 있는 데이터가 필요한 것으로 조사되었다.

**Table 4.** Survey result of expanded installation of automatic water level gauge.

Category	Number of respondent	Ratio (%)
Installation of reservoirs	104	50.7
Installation of irrigation canal	65	31.7
Disagree	36	17.6

## Conclusion

본 연구에서는 자동수위계 사용자 및 관리자를 대상으로 기존의 저수지 자동수위계 기술에 최근의 ICT 기술을 적용하는 고도화 개발을 통하여 농업용 저수지의 안정적이고 과학적인 관리를 도모하기 위하여 설문조사를 실시하여 현재 이용하고 있는 자동수위계의 현황 및 개선점을 분석하였다. 한국농어촌공사 전국 본사 및 지사 인원 중 자동수위계 사용자 및 관계자 198명을 대상으로 데이터 취득방법 및 활용방안, 자동수위계 불편사항, 자동수위계 추가기능, 자동수위계 확대설치 방안으로 구분하여 조사하였다.

설문조사 결과에 따르면, 자동수위계의 측정값 확인 주기가 짧고, 교육 이수자들을 통해 자동수위계에 관한 정보가 효과적으로 전달되는 것으로 분석되어 현재 농어촌공사에서 시행 중인 자동수위계 교육이 효과적임을 시사하였다. 또한, 자동수위계 데이터 사용 목적은 주로 저수위 및 저수량 데이터 확인에 중점을 둔 것으로 나타났다. 통신 이상 및 계측값이 이상이 자동수위계 이용의 불편 사항에서 가장 크게 나타났으며, 통신장비와 계측장비 고장이 자동수위계 장비의 고장이 가장 큰 불편사항으로 나타났다. 주기적인 장비 확인과 자동수위계 사용자의 기본적인 수리 교육이 필요한 것으로 판단된다.

자료 확인 및 데이터 접근 방식의 경우 모바일을 통한 데이터 접근을 희망하는 인원이 가장 높게 나타나 편리한 데이터 접근 방법이 선호되는 것으로 조사되었다. 향후 모바일 앱 개발 및 홈페이지 개선을 통해 정보 취득에 편리한 방향으로 개발이 필요한 것으로 사료된다. 경보기능 추가에 대한 설문조사 결과 수위변동과 돌발강우로 응답한 인원이 높게 나타나, 저수지 수위 변동이 중요한 것으로 나타났으며, 장비 및 통신이상과 배터리 이상 등 장비 고장이 전체 61.1%로 자동수위계 고장이 가장 큰 문제로 분석되었다.

자동수위계 확대설치에 관한 수요조사 결과 과반수가 넘는 인원이 저수지에 자동수위계 추가 설치 필요성을 느끼고 있는 것으로 조사되었다. 설치 지점의 경우 저수지 하류부보다 저수지 유입부에 추가 설치가 필요한 것으로 나타나, 자동수위계 정보의 경우 유입부 데이터가 주로 활용되고 있는 것으로 분석되었다. 용수로 설치의 경우 주요지점별 자동수위계 설치에 가장 많은 응답횟수가 나타났으며, 저수지 주요지점별 유속 및 유량 데이터를 통해 저수지 용수구역별 물공급을 분석할 수 있는 데이터가 필요한 것으로 조사되었다.

본 연구에서는 현재 농업용 저수지에 설치되어 있는 자동수위계 관련 현황과 문제점을 조사하였으며, 농업용 저수지 자동수위계의 개선방향을 도출하였다. 본 연구결과는 향후 안정적이고 체계적인 자동수위계 관리를 위한 기초자료로서 활용 가능할 것으로 사료된다.

## Conflict of Interests

No potential conflict of interest relevant to this article was reported.

## Acknowledgements

본 연구는 농림축산식품부 농림식품기술기획평가원의 농업기반 및 재해대응 기술개발 사업(121032-3)으로 수행되었습니다.

## References

- Ahn SS, Jeong SD, Lee JS, Yoon KD, Chang IS. 2002. A study on the determination of water storage-supply capacity of agricultural reservoir. *Journal of Environmental Science International* 11:1217-1226. [in Korean]
- Heo J, Bong TH, Kim SP, Jun SM. 2022. Assessment of flood vulnerability for small reservoir according to climate change scenario-reservoir in Gyeonggi-do. *Journal of the Korean Society of Agricultural Engineers* 64:53-65. [in Korean]
- Hong EM, Nam WH, Choi JY, Kim JT. 2014. Evaluation of water supply adequacy using real-time water level monitoring system in paddy irrigation canals. *Journal of the Korean Society of Agricultural Engineers* 56:1-8. [in Korean]
- Jeon MG, Nam WH, Hong EM, Hwang S, Ok J, Cho H, Han KH, Jung KH, Zhang YS, Hong SY. 2019. Comparison of reference evapotranspiration estimation methods with limited data in South Korea. *Korean Journal of Agricultural Science* 46:137-149. [in Korean]
- Kang H, An H, Nam WH, Lee K. 2019. Estimation of agricultural reservoir water storage based on empirical method. *Journal of the Korean Society of Agricultural Engineers* 61:1-10. [in Korean]
- Kim HD, Kim JT, Nam WH, Kim SH, Choi JY, Koh BS. 2016. Irrigation canal network flow analysis by a hydraulic model. *Irrigation and Drainage* 65:57-65.
- Kim J, Kwak J, Hwang S, Jun SM, Lee S, Lee JN, Kang MS. 2021. Analysis of flood control capacity of agricultural reservoir based on SSP climate change scenario. *Korean Society of Agricultural Engineers* 63:49-62. [in Korean]
- Kwak J, Kim J, Lee H, Lee J, Cho J, Kang MS. 2023. An integrated flood simulation system for upstream and downstream of the agricultural reservoir watershed. *Journal of the Korean Society of Agricultural Engineers* 65:41-49. [in Korean]
- MAFRA (Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs), KRC (Korea Rural Community Corporation). 2020. Statistical yearbook of land and water development for agriculture, Ansan, Korea. MAFRA and KRC, Naju, Korea. [in Korean]
- Mun YS, Nam WH, Woo SB, Lee HJ, Yang MH, Lee JS, Ha TH. 2022. Improvement of drought operation criteria in agricultural reservoirs. *Journal of the Korean Society of Agricultural Engineers* 64:11-20. [in Korean]
- Nam WH, Choi JY, Choi SG, Jang MW, Lee NH, Ko KD. 2011. A survey on irrigation timing and water saving strategies of agricultural reservoirs. *Journal of Korea National Committee on Irrigation and Drainage* 18:81-93. [in Korean]
- Nam WH, Choi JY. 2014. Development of an irrigation vulnerability assessment model in agricultural reservoirs utilizing probability theory and reliability analysis. *Agricultural Water Management* 142:115-126.
- Nam WH, Hong EM, Choi JY. 2016. Assessment of water delivery efficiency in irrigation canals using performance indicators. *Irrigation Science* 34:129-143.
- Nam WH, Kim T, Hong EM, Choi JY, Kim JT. 2017. A Wireless Sensor Network (WSN) application for irrigation facilities management based on information and communication technologies (ICTs). *Computers and Electronics in Agriculture* 143:185-192.
- Noh SJ, Lee G, Kim B, Jo J, Woo DK. 2023. Climate change impact analysis on water supply reliability and flood risk using combined rainfall-runoff and reservoir operation modeling: Hapcheon-Dam catchment case. *Journal of Korea Water Resources Association* 56:765-774. [in Korean]



- Shin JH, Nam WH, Kim HY, Mun YS, Bang NK, Lee JC, Lee KY. 2021. Agricultural drought assessment and diagnosis based on spatiotemporal water supply in irrigated area. *Journal of the Korean Society of Agricultural Engineers* 63:1-12. [in Korean]
- Shin JH, Nam WH, Yoon DH, Yang MH, Jung IK, Lee KY. 2023. Estimating the return flow of irrigation water for paddies using hydrology-hydraulic modeling. *Journal of the Korean Society of Agricultural Engineers* 65:1-13. [in Korean]
- Yang MH, Nam WH, Kim HJ, Kim T, Shin AK, Kang MS. 2021. Anomaly detection in reservoir water level data using the LSTM model based on deep learning. *Journal of the Korean Society of Hazard Mitigation* 21:71-81. [in Korean]