

ISSN 1225-8253 Print  
ISSN 2384-5044 Online

www.ekcid.org

# 세계 농업과 물

KCID 관개배수 기술정보지

Korean National Committee on Irrigation and Drainage

DECEMBER 2017 vol. 60



사단  
법인 한국관개배수위원회  
Korean National Committee on Irrigation and Drainage



INTERNATIONAL CONFERENCE AND 69<sup>th</sup> INTERNATIONAL EXECUTIVE COUNCIL MEETING OF THE INTERNATIONAL COMMISSION ON IRRIGATION AND DRAINAGE

12-17 August 2018 | Saskatoon, Saskatchewan, Canada



ICID•CIID

## SAVE THE DATE / RÉSERVER CETTE DATE

12-17 AUGUST 2018 / Du 12 au 17 août 2018  
SASKATOON, SASKATCHEWAN  
CANADA



CONFÉRENCE INTERNATIONALE ET 69<sup>e</sup> RÉUNION ANNUELLE DU CONSEIL EXÉCUTIF INTERNATIONAL DE LA COMMISSION INTERNATIONALE DES IRRIGATIONS ET DU DRAINAGE

Du 12 au 17 août 2018 | Saskatoon (Saskatchewan) Canada



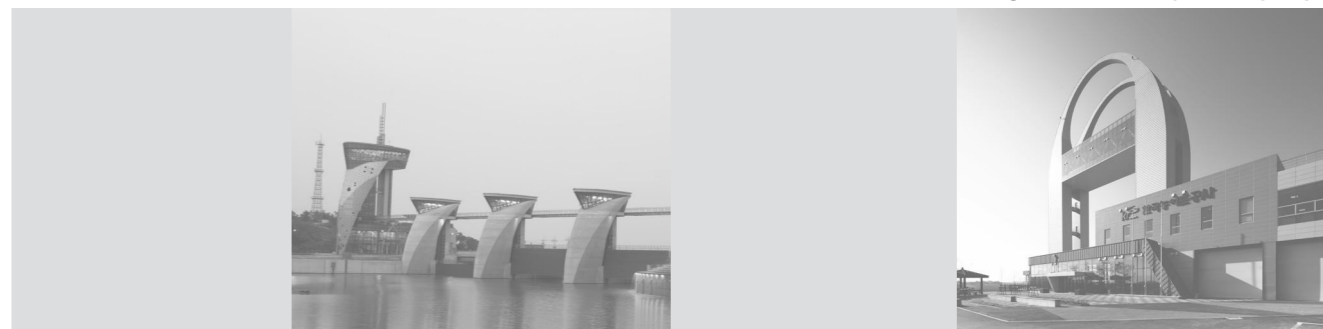
ICID•CIID

## International Conference and 69th International Executive Council Meeting of ICID

On behalf of the Canadian Water Resources Association (CWRA) and the Canadian Committee for Irrigation and Drainage (CANCID), we would like to welcome you to

# CONTENTS

DECEMBER 2017 vol. 60



02	<b>인사말</b> 한국 관개배수 분야의 재도약을 위하여	이봉훈
04	<b>국제관개배수위원회(ICID) 행사 안내</b>	사무국
06	<b>KCID 소식</b>	사무국
10	<b>ICID 소식</b>	사무국
14	<b>국제회의 소식</b> ICID 제23차 멕시코 총회 및 제68차 집행이사회	이승원
24	<b>관개배수 동향</b> 새만금 추가준설에 따른 제염기간 산정결과	최정훈
36	<b>세계관개배수기술 만석거</b> 정조대왕이 수원에 저수지를 만든 이유는?	김수현
44	<b>국제농업협력 및 개발사례</b> 엘살바도르 엘포르베니르 지역 주민 공동체 기반 지속 가능한 농촌종합개발사업	강승헌 이종수 방성수 김봉균
54	<b>관개배수 논문</b> 자료기간 반영에 따른 계획빈도 증발산량의 변동특성 분석	정인균 신안국 박진성 강수만 정광욱
78	<b>업체탐방</b> 작지만 강한 회사! 강소기업 (주)공간정보	(주)공간정보
79	<b>관련 도서소개</b>	최중대
81	<b>농정토막소식</b>	사무국
87	<b>투고 안내</b>	사무국
89	<b>학술 및 국제교류 분과위원회 명단</b>	사무국

## 인사말

### 한국 관개배수 분야의 재도약을 위하여!



**이봉훈**  
한국관개배수위원회 회장  
국제관개배수위원회 명예부회장

존경하는 한국관개배수위원회 회원사 및 회원 여러분 안녕하십니까.

어느덧 한해를 마무리하고 새로운 해를 맞는 연말연시가 도래하였습니다. 얼마남지 않은 시간 마무리 잘 하시고 뜻깊은 새해 맞이하시기 바랍니다.

한국관개배수위원회(KCID)는 올 한해에도 여러 회원사 및 회원들의 관심과 지원 속에 공고한 내부 조직 체계를 구축하고 국제관개배수위원회(ICID) 및 한국농어촌공사와의 협력관계 안에서 다양한 활동을 할 수 있었습니다.

첫째, KCID는 ICID의 회원으로 전세계 76개 회원국을 가진 ICID의 정부 네트워크를 이용하여 한국농어촌공사와 우리 회원사들이 해외농업개발 사업에 유리한 위치에 설 수 있도록 돕고 있습니다. 매년 개최되는 ICID의 관개배수 국제회의를 통해 지속적으로 개도국 고위인사와 미팅을 갖고 신규사업 발굴을 위해 노력하고 있습니다. 올해에도 역시 농어촌공사가 이란과 ICT 기반 스마트 물관리 시범사업을 추진하기로 합의함에 따라 이란의 물 부족 문제 해소에 기여함은 물론 이번 사업에 KCID의 회원사 중 한 곳의 우수한 스마트 물관리 기술을 수출하는 성과를 도출하였습니다. 앞으로도 KCID는 한국농어촌공사와 다양한 기술을 보유한 우리 회원사의 해외 동반 진출을 돕기 위해 더욱 박차를 가하겠습니다.

둘째, KCID는 올해 10월 초 개최된 ICID 관개배수 멕시코 총회에 국내 각계각층의 전문가 및 우리 회원사들이 최대한 많이 참가하도록 적극 안내하고 지원하였습니다. 농림축산식품부, 한국농어촌공사의 해외사업 담당자, 대학 및 연구원 등 학계, 그리고 참가를 희망하는 회원사에게 본 행사를 적극 홍보하여 참가 정례화를 유도하는 것이 KCID의 목표입니다. 이를 통해 농어촌공사는 주요 개도국 장관 면담을 추진하고 핵심 사업정보를 수집하여 신규사업 발굴이 용이해지며, 대학 및 연구원 등 학계는 다양한 배경을 가진 여러 연구진들과의 학술 교류를 통해 농업 현장 적용 가능 방안을 강구하게 될 것입니다. 또한 우리 회원사는 전시홍보 부스를 통해 선도적 기술과 제품을 적극 홍보하는게 가능하여 해외 바이어와의 지속적 상담은 물론 해외시장 진출의 토대 마련이 가능해 집니다. 각국 공무원, 기업인, 학계, 물 관리자 등 다양한 이해관계자가 참가하는 ICID 국제 관개배수 행사에 해마다 평균 1,000여명이상이 참석하고 있어 우리 회원사의 비즈니스 기회 창출과 해외 진출에 많은 기여를 할 것이며, KCID는 앞으로도 지속적으로 우리 회원사의 발전과 이익을 위해 다양한 지원을 아끼지 않을 것입니다.

KCID 회원사 및 회원 여러분!

지금은 치열한 경쟁의 시대이며, 경쟁에서 승리하려면 좋은 협력자가 필요합니다. KCID가 여러분의 좋은 협력자가 되겠습니다. 모두 주지하다시피, 현재 우리나라의 관개배수 분야 특히, 농업 생산기반, 물관리, 에너지 분야 등은 국내 사업 확장에는 한계에 다다랐으며, 이에 대한 돌파구로서 우리 회원사들은 해외로 눈을 돌려 해외시장 개척을 더욱 적극적으로 추진해야 할 것입니다. 이것이 바로 한국농어촌공사의 공신력과 우수인력, KCID의 국제적 네트워크 그리고 우리 회원사가 보유한 선도적 기술력을 바탕으로 시너지를 극대화하고 아프리카 및 동남아시아 등 개도국에 동반진출하여 다양한 민관협력 사업을 적극 추진하는 이유입니다.

현재 KCID는 가장 활발한 활동을 펼치고 있는 국제관개배수위원회(ICID)의 한국위원회로서 ICID와의 적극적 협력을 통해 회원사들의 해외 진출과 회원들의 해외 연수 등을 지속적으로 지원해 나갈 것을 다시한번 약속드립니다.

감사합니다.

# 국제관개배수위원회(ICID) 행사 안내

## ICID 행사

### 제8회 아시아 지역 회의

회의명 8th Asian Regional Conference  
주 제 녹색혁명 지원 하의 관개  
개 최 일 2018년 5월 2일 - 4일  
장 소 네팔 Kathmandu  
담당자 Bashu Dev Lohane(네팔 관개부 부국장)  
이 메 일 lohanibas@yahoo.com, irrigation@wlink.com.np  
웹사이트 <http://nencid.org.np/8th-annual-regional-conference/>

### 제69차 ICID 국제집행이사회 및 국제컨퍼런스

회의명 69th IEC Meeting and International Conference  
주 제 혁신적 · 지속적 농업용수 관리; 가변적 기후변화에의 적응  
개 최 일 2018년 8월 12일-17일  
장 소 캐나다 Saskatoon  
웹사이트 <http://www.icid2018.org>  
브 로 셔 [http://www.icid.org/brochure\\_69iec.pdf](http://www.icid.org/brochure_69iec.pdf)

### 농업 및 천연자원에 대한 글로벌 수자원 안보 컨퍼런스

회의명 Global Water Security for Agriculture and Natural Resources  
개 최 일 2018년 10월 3일 - 6일  
장 소 인도 Hyderabad  
웹사이트 <http://www.asabewater.org/>

### 제9회 국제 미량관개 회의

회의명 9th International Micro Irrigation Conference  
개 최 일 January 2019,  
장 소 인도 Aurangabad  
담당자 Anuj Kanwal(인도지표수위원회 사무국장)  
이 메 일 incid-cwc@nic.in  
웹사이트 <http://www.cwc.gov.in/main/INCID/welcome.html>

### 제3회 세계 관개 포럼 및 제70차 ICID 국제집행이사회

회의명 3rd World Irrigation Forum(WF3) and 70th IEC Meeting  
개 최 일 2019년 10월  
장 소 인도네시아 Bali  
담당자 Ir. Mohamad Hasan 회장(인도네시아관개배수위원회)  
웹사이트 [inacid\\_indonesia@yahoo.co.id](mailto:inacid_indonesia@yahoo.co.id), [mohasan53@yahoo.co.id](mailto:mohasan53@yahoo.co.id)

### 제24차 ICID 총회 및 제74차 ICID 국제집행이사회

회의명 24th ICID Congress and 71st IEC Meeting  
개 최 일 2020년 9월 22일-24일  
장 소 오스트레일리아 Sydney  
담당자 Bryan Ward(호주국립관개공사 CEO)  
이 메 일 [Bryan.ward@irrigation.org.au](mailto:Bryan.ward@irrigation.org.au)  
웹사이트 <https://www.icid2020.com.au>

## 기타 행사

### 호주국립관개공사 주관 국제 컨퍼런스 및 전시회

회의명 Irrigation Australia International Conference and Exhibition  
개 최 일 2018년 6월 13일 - 15일  
장 소 오스트레일리아 Sydney  
웹사이트 <http://iaice.com.au/conference/>

사무국

제23차 ICID 관개배수 총회 및 68차 국제집행이사회 참가



한국관개배수위원회(KCID)는 2017년 10월 7일-14일까지 멕시코의 멕시코시티에서 진행된 제23차 관개배수 총회 및 68차 국제집행이사회에 참가하였다. 이번 ICID 행사에 농림축산식품부 담당관, 당진 및 수원 시관계자, 대학 및 공사의 전문가, 우리 위원회 단체 회원사 등 약 40명 규모가 참가하여 해외의 최신 기술과 정보를 공유하고 다양한 해외 협력 사업을 추진하였다.

3년마다 개최되는 관개배수 총회의 이번 주제는 ‘신 녹색혁명에 대비한 관개·배수 현대화로 전 세계 25개국 151편의 논문 및 포스터가 제출되었으며, 다양한 관개배수 관련 기술 및 사례가 소개되었다. 한편, ICID의 최고 의사 결정기구인 국제집행이사회 회의에서는 당진 및 수원의 합덕제 및 만석거가 ICID 세계관개시설물유산(HIS)으로 인정받아 등재되었고, 한국 측 ICID 회원들의 기술 워킹그룹의 적극적인 발표와 참여로 한국의 위상이 더욱 더 제고되었다.

이번 대회를 끝으로 3년 임기의 ICID 부회장직을 마친 KCID 이봉훈 회장은 ICID 명예부회장으로서 전략·조직상임위원장 직을 1년 더 수행하게 된다. 차기 ICID 행사로는 2018년 5월 초에 네팔에서 개최되는 아시아지역회의와 8월에 캐나다에서 개최되는 제69차 국제집행이사회 및 국제 컨퍼런스가 예정되어 있다.

당진 합덕제 및 수원 만석거, 세계관개시설물유산 등재



2017년 10월 10일 멕시코의 멕시코시티에서 개최된 제68차 국제관개배수위원회(ICID) 국제집행이사회에서 당진시의 합덕제와 수원시의 만석거가 세계관개시설물유산으로 최종 등재되어 인증서를 받았다. 앞서 우리 위원회 자문단과 시 관계자들은 두 관개시설에 대한 등재를 위해 여러 차례 회의 및 현장 답사를 실시하여 등재 가능성을 높였으며, 이번에 유산 등재라는 좋은 결실을 맺게 되었다.

ICID 세계관개시설물유산 제도는 100년 이상의 역사를 가진 관개·배수 구조물에 대해 유산으로 인정하고 보존하여 지속가능성을 제고함을 목적으로 하고 있으며, 관개농업 발전에 대한 기여, 기술의 우수성, 건설 당시의 혁신성, 고유성 및 문화적 전통 등 일정한 기준을 만족하는 시설물에 대해 유산 등록이 가능하다.

현재 우리나라는 2016년에 등재된 김제 벽골제 및 수원 축만제를 포함해 총 4곳의 유산을 보유하고 있었다. 예비 유산 등재 신청은 매년 6월 30일까지이며, 한국관개배수위원회(☎031-201-0467~8)로 제출하면 된다.

### 당진 합덕제의 연구기반 조성을 위한 업무협약 체결



지난 10월 20일 한국관개배수위원회 이봉훈 회장과 당진시의 김홍장 시장은 올해 제68차 국제관개배수위원회(ICID) 국제집행이사회에서 세계관개시설물유산으로 등재된 합덕제의 연구기반 조성을 위한 업무협약을 체결하였다

본 협약으로 우리 위원회는 합덕제의 역사적 가치 발굴과 심도있는 연구를 위해 전문가로 구성된 학술 연구 프로젝트를 진행하고, 시와 긴밀한 상호 협력관계를 구축할 예정이다. 이를 위해 양 기관은 합덕제 관련 포럼 및 정기 세미나를 개최하여 상호 교류는 물론 내년 말까지 가시적인 성과물을 도출할 예정이다.

### INWEPF 운영위원회 참석



한국관개배수위원회 이봉훈 회장은 11월 21일부터 5일 간 필리핀 앙헬레스에서 개최된 INWEPF 운영 위원회에 참석하여 관개 분야 선진기술 및 정보를 공유하고 타 위원회와 다양한 인적 교류를 가졌다.

INWEPF는 논 농업지역에서의 물·생태계 국제 네트워크의 약자로, 한국, 일본, 말레이시아 등 17개국 이 회원국으로 참여하고 있으며 아시아 논 농업 국가의 식량안보와 가난 해소, 지속가능한 물 사용에 대한 공동협력과 국제사회에서 공동이익을 추구하기 위해 설립되었다.

이봉훈 회장은 본 회의에서 국제관개배수위원회(ICID)의 기술지원프로그램(TSP)에 대한 중요성을 강조 하며, 일본 및 각 국의 정책 관료들의 적극적인 참여와 개도국에 대한 적극적 기술 지원을 요청하였다.



### 당진 합덕제 포럼 참석

한국관개배수위원회는 지난 12월 13일 당진시 주관으로 세계관개시설물유산으로 등재된 합덕제 연구 포럼에 참석하였다. 본 연구포럼은 지난 10월 20일에 우리 위원회와 시가 체결한 합덕제 연구기반 조성을 위한 업무협약의 후속조치 성격으로 우리 위원회의 이승원 이사가 합덕제의 세계유산 등재의 의미를 설명하였다.

뒤이어 합덕제 유산 등재에 자문역할을 한 서울대학교 최진용 교수가 농업수리학적 측면에서 합덕제를 설명하고 추가적인 연구 및 조사의 필요성을 강조하였다.

서울대학교 이정재 명예교수의 사회로 진행된 본 포럼은 대학 및 연구원 등의 전문가 등이 발표자와 패널로 참여하여 심도있는 회의가 이루어졌으며, 시 공무원 및 합덕제 관련 종사자, 지역주민 등이 참여하여 성황리에 치러졌다.

## 제23차 ICID Congress 및 제68차 ICID 국제집행이사회 회의 개최

### 제23차 ICID Congress

3년마다 열리는 Congress는 ICID의 관개배수 국제행사로 올해 2017년도에는 멕시코의 멕시코시티에서 10월 8일부터 10일까지 3일 간 개최되었으며, 전 세계 35개국 832명의 대표가 참석하였다. '신 녹색혁명에 대비한 관개·배수 현대화'를 주제로 하여 Question 60(물 생산성: 물-에너지-식량 넥서스를 고려한 개념 재검토) 및 Question 61(특정 사회·경제 상황 하의 관개기술 및 실행의 지식상태)을 다루는 전 세계 25개국 151편의 다양한 논문 및 포스터가 발표되었다.

Congress 관련 행사로는, 멕시코 물기술연구원의 Felipe Ignacio Arreguin Cortes 국장이 기념강연을 진행하였으며, '멕시코 관개시스템 행정개혁 사례'를 주제로 멕시코의 물 관련 법과 규제 및 관개 인프라 현황, 관개지구 개발 프로그램 시행, 도전과제 등을 발표하였다. 또한 국제 심포지움으로 '지속가능한 농업용수 관리에 대비한 관개분야 제도개혁의 글로벌 리뷰'를 주제로 150여명이 참석한 가운데 한국, 중국, 일본, 호주 등 14개국의 사례 발표 및 토론이 진행되었으며, 한국 측은 서울대학교 최진용 교수가 한국의 법률체계, PIM/IMT, PIM에 따른 영향, 도전과제 및 나아갈 방향을 설명하였다.

Congress Plenary



Question 발표



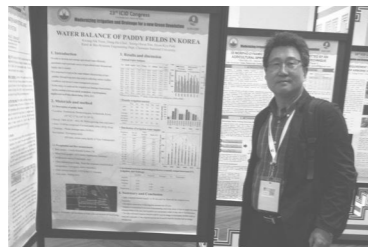
Question 발표(주네드)



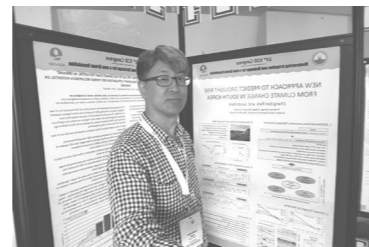
Congress Wrap-Up



Question (윤광식 교수)



Question (박창언 교수)



기념 강연



심포지움 (최진용 교수)



IGS 워크숍



개막식 (멕시코 대통령)



개막식 (월드뱅크)



전시회 개막식



### 제68차 ICID 국제집행이사회 회의 개최

해마다 열리는 국제집행이사회(International Executive Council) 회의는 ICID의 각 상임위원회(재정, 전략조직, 기술활동) 및 기술 워킹그룹 등에서 논의된 사항을 의결하는 최고 의사결정 기구로서 올해 2017년도에는 멕시코의 멕시코시티에서 10월 9일부터 14일까지 5일 간 개최되었다.

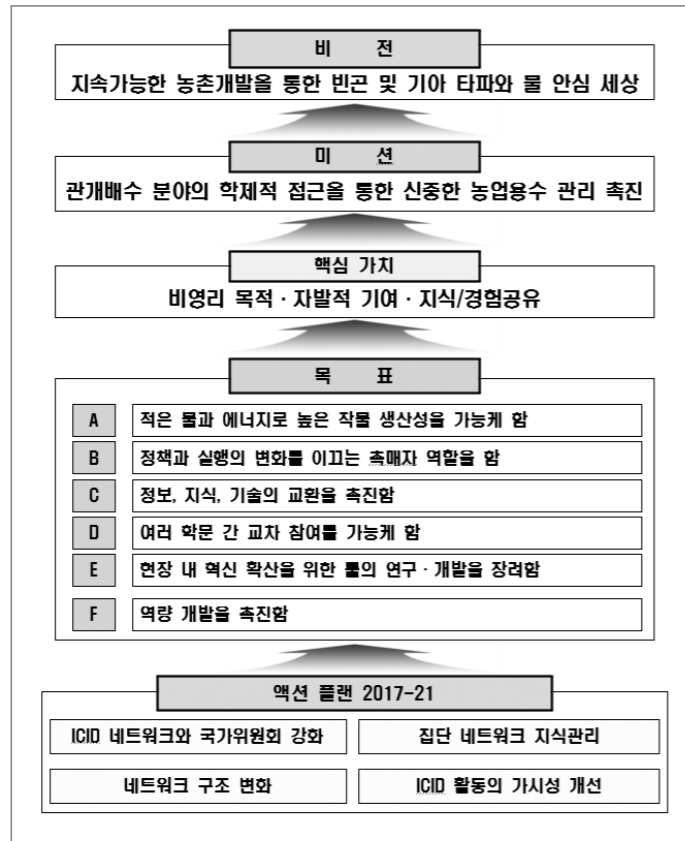
올해 ICID 최고 국가위원회상은 이란관개배수위원회에게, 최고 논문상은 독일 Sabine J. Seidel 박사(제목: "Field Evaluation of Irrigation Scheduling Strategies using a Mechanistic Crop Growth Model")가 차지하였다. 또한 ICID 관개시설물유산은 한국의 만석거 및 합덕제 2곳을 비롯 호주, 중국, 일본, 멕시코 등 전 세계 13곳이 등재되었다.

ICID는 이번 회의에서 ICID 비전 2030 로드맵을 전 세계에 배포하였으며, 30여개의 ICID 기술 워킹그룹에 액션플랜(2017-21)을 부여하여 지속가능한 활동을 시행케 하였다.

또한 이사회에서는 아프가니스탄, 아제르바이잔, 조지아, 베트남의 회원국으로서의 재가입이 잠정 승인되었으며, ICID 회장 및 이봉훈 부회장을 포함한 총 4인이 3년 임기의 임원직 만료와 더불어 신규 ICID 회장(남아공) 및 부회장 3인(인도, 미국, 일본)이 투표로 선출되어 앞으로 3년 간의 활동을 시작하였다. 신임 ICID 사무총장은 인도의 Ashwin B. Pandya ICID 명예부회장이 선출되어 2018년 1월 1일부로 직을 수행하게 된다. 한편, 이번 행사 기간 중 한국 측은 각각 대만관개배수위원회 및 네팔관개배수위원회와 상호 협력 관계를 구축하고, 농업 분야의 긴밀한 기술교류를 이어가기로 약속하였다.

또한 각 국 정부 관계자, 기업, 민간 등 다양한 이해관계자가 참가하는 이번 행사의 전시회에 한국농촌공사가 참여하여 공사홍보 및 각 국 대표단 기술상담, 한국의 농업기반시설 및 해외 개척사례를 설명하였으며, 또한 무인비행시스템 관련 국내 선두주자인 (주)공간정보 관계자가 참여하여 제품을 홍보하고 방문객에 대한 기술 상담을 진행하였다.

ICID VISION 2030 로드맵



IEC Plenary(사무총장)



IEC Plenary(이봉훈회장)



IEC Plenary(비전 2030)



세계관개시설물유산(당진)



세계관개시설물유산(수원)



관개시설물유산(한국대표)



IEC(한국대표)



IEC(이봉훈회장 발언)



IEC(사무총장)



IEC(이봉훈회장 발표)



IEC(ICID 임원진)



IEC(이봉훈회장 감사패)



대만 MOU



네팔(MOM)



전시홍보(공간정보)



전시홍보



홍보기사





## ICID 멕시코 회의 주요 이슈

ICID 제23차 멕시코 총회 및 제68차 집행이사회

이승원

한국농어촌공사 해외사업처 과장

### 1. 들어가며

국제관개배수위원회(International Commission on Irrigation and Drainage, ICID) 총회는 1951년부터 3년마다 개최되는 ICID의 대표 행사다. 2014년 한국 광주에서 ICID 총회를 성공적으로 개최한지 어느덧 3년이 지나 올해 10월 8일부터 14일 까지 7일간 멕시코의 수도 멕시코시티에서 ICID 제23차 총회와 제68차 집행이사회의가 열렸다.

우리나라에서는 농식품부 및 지자체 공무원, 한국농어촌공사, 한국관개배수위원회(KCID) 사무국, 대학 및 연구기관 및 KCID 민간 회원사 등 총 40여명 규모로 참석하였다.

### 2. 총회 주요 내용

#### 가. 총회 주제와 문제

총회 직전 있었던 멕시코시티 인근의 강진과 화산 폭발로 개최 전부터 우려곡절이 많았던 이번 멕시코 총회는 ICID 공식 추산 35개국 832명 이상이 참여하며 무사히 마무리 되었다. 국제 행사는 으레 다양한 환영사와 인사말로 시작되기 마련이지만 이번 총회 개회식에서는 엔리케 페냐 니에토 멕시코 대통령의 참석과 축하가 많은 사람들의 주목을 받았다.



그림 1, 2 제23차 멕시코 총회 및 제68차 집행이사회 개회식 및 멕시코 대통령 축사

3년 마다 열리는 ICID 총회는 매 회마다 주제를 정하고 이에 대하여 문제를 제시하여 탐구하는 과정을 거친다. 지금까지 총회에서 제시한 문제들은 순수 기술적인 것에서부터 지속가능한 관개, 전 지구적 물 및 식량 안보까지 다양한 영역에 걸쳐있다. 1951년부터 지속적으로 이어진 61개의 문제들은 당대의 관개배수 분야 현안, 변화와 흐름을 한 눈에 보여준다. 총회 기간에는 선정된 두 개의 문제<sup>1)</sup>에 대한 발표와 토론, 특별 세션, 심포지움 등이 진행된다. 이번 멕시코 총회는 ‘신 녹색혁명을 위한 관개배수의 현대화’라는 주제로 2개의 문제와 6개의 소문제로 구성되었으며 각 문제들은 다음과 같다.

표2. 제23차 ICID 총회 주제 및 문제

#### 주제 : 신 녹색혁명을 위한 관개배수의 현대화

- 문제 60. 물 생산성 : 물-에너지-식량 넥서스를 고려한 개념 재탐색
  - 문제 60.1 농업용수 전용의 영향을 포함한 물 절약의 떠오르는 현안과 과제
  - 문제 60.2 물 생산성, 물과 에너지 이용 효율성, 작물 물발자국의 이해
  - 문제 60.3 성장과 발전을 위한 물 안보
- 문제 61. 주어진 사회-경제적 상황 내 관개기술 및 실행의 지식 상태
  - 문제 61.1 물 부족 해결을 위한 정밀관개 도입과 지표관개 향상
  - 문제 61.2 관개시스템 향상을 위한 ICT, RS, 제어시스템 및 모델링 활용
  - 문제 61.3 다른 사회·경제 조건에서 신기술의 적용 및 수용 가능성

1) 1951년 제1회 ICID 총회에서 2개의 문제로 시작해서 2회부터 6회까지 매 회 4개의 문제를 선정하여 이어져오다가 점차 그 수를 줄여왔다. 8회부터 10회까지는 매 회 3개, 11회부터 2개의 질문으로 현재까지 총 61개의 문제를 선정하고 논의하여 오늘에 이르렀다. 총회별 주제 선정은 1987년 제13차 모로코 총회부터 시작되었다

각 국의 관개배수 전문가 이외에도 다양한 국가에서 온 행정가와 공무원들이 총회에 참석해서 농업용수관리를 위한 협력과 파트너십으로 신 녹색혁명을 위한 현대화로 가는 여정을 지원하고자 다양한 목소리가 오가는 공론의 장이 되었다.

본 주제에 대하여 25개국 151편의 논문과 포스터가 발표되고 관련 토론이 진행되었다. 이 중에서 한국 측 발표는 문제 60과 관련한 8편, 심포지엄에서 1편이 있었다.

심포지엄은 '지속가능한 농업용수 관리를 위한 관개분야 제도개혁에 대한 글로벌 리뷰'를 주제로 개최되었다. 여기에 150여명이 참석한 가운데 한국을 포함한 중국, 일본, 호주 등 14개국의 사례가 소개되었다.

#### 나. 총회 제언

이번 총회에서의 발표와 열린 토론의 결과로 2개의 문제에 대하여 다음의 제언들이 공식적으로 도출되었다. 사실상 3년만에 개최되는 총회의 결론이라 할 수 있겠다. 먼저 문제 60에 대한 제언을 요약하면 다음과 같다.

- (1) 현대화로 관개서비스를 개선하기 위해서는 당면한 과제와 기회를 파악하여 물 생산성을 재검토해야 한다. 이를 위해서는 물-에너지-식량 넥서스(Nexus) 프리즘에 다양한 물 절약 방안들을 투영해야 한다.
- (2) 관개기술 개선에 대한 투자는 농업용수 절약과 분배 공정성 개선에 도움을 줄 수 있다. 그러나 기술은 역량강화를 통해 이전되는 것이 중요하다.
- (3) ICT 기반 기술과 실제 방류량 산출 및 제어를 위한 측정기술 등 다양한 기술이 활용 가능하며, 적절한 기술의 활용으로 현장에서의 물손실을 줄일 수 있다.
- (4) Volumetric Extraction System으로 대수층 분포와 함양 규모를 점검할 수 있다.
- (5) 물 재활용을 위해서는 각 지구별 상황에 맞는 조건을 파악해야 하며, 물 이동과 구조적 개혁 도입으로 인한 이해당사자간 분쟁을 피해야 한다.
- (6) 다차원적 특성을 가진 물-에너지-식량 넥서스는 다수의 세계적 연구에서 나타나듯 기후 및 사회 변화와 혼재한다.
- (7) 물 발자국 지표는 관개지역 물관리 평가에 유용한 것으로 보인다. 다양한 물관리 기술이 도입되어 특정 작물의 물 발자국에 강한 영향을 끼친다.
- (8) 위성 이미지 처리와 시뮬레이션 모델링 부문에서 상당한 진전이 이뤄지고 있다. 이는 섹터별 물관리를 위해 도입·제안되는 수단들에 대한 영향평가를 개선하기 위해서 더 발전되어야 할 것이다.
- (9) 물 안보는 환경적 및 사회적 관점이 있으며 물 안보가 심각한 상황에서는 두 가지 관점을 유기적으로 고려해야 한다. 지속가능한 물 관리 달성으로 물 안보에 이르기 위해서는 물관련 법률과 법적

체계 분석이 필요하다.

- (10) 세계 주요 유역에서 발생하는 물 안보 문제에 대처하기 위해서는 국제물법의 원칙에 근간한 협력 메커니즘을 통한 접근이 필요하다.
- (11) 물 관리에 있어 사용자의 역할은 유역 수준에서 중요하며, 이는 더 나은 정보 확산과 조화를 이뤄야 한다.
- (12) 물 재활용을 통한 물 안보 달성을 위해서 정부 정책들은 보건의 이슈를 연계해서 시행되어야 한다. 이어서 문제 61에 대한 제언을 요약하면 다음과 같다:
  - (1) 현장 운용 관리 및 물 관리 의사결정의 시간적·공간적 지원을 위한 광범위한 옵션과 기술에 있어 정밀 농업의 정의가 서로 다르다.
  - (2) ICT와 클라우드 기반 연산 모델 등 실시간 의사결정 지원을 위한 발전된 기술들은 이전에 몇몇 대규모 농장에서만 가능했으나 드론의 현장 운용으로 다수의 부지로 구성된 대규모 지역에도 적용할 수 있게 되었다.
  - (3) 증발산 기반의 관개 스케줄링은 포장관개 효율성을 향상 시킬 수 있는 잠재력이 있다.
  - (4) 관개 현대화의 성과가 소규모 농가들에게까지 효과적으로 도달하기 위해서는 소규모 농가 공동체 조직과 제도적 지원이 중요하다.
  - (5) 관개 효율성 증진에는 운영 의사결정이 중요하며 관개 운영을 단순화하여 오류를 피할 수 있도록 해야 한다.
  - (6) 관개시스템 평가, 설계, 운영분석을 시뮬레이션 할 수 있는 가용한 여러 소프트웨어 도구들이 있으며 앞으로 침입개선 모델이 필요하다.
  - (7) 시행 후 성과를 파악하기 위한 신기술이 도입되어야 한다. 규모화의 효과는 대규모 실시 이전에 미리 파악되어야 하며 사용자 공동체에 의해 도입되어야 한다.
  - (8) 기술 적용은 기후 조건, 환경적 및 사회경제적 조건을 다양한 배경을 고려해서 결정해야 한다.
  - (9) 토지 소유권과 토지 소유자 규모는 새로운 관개기술 도입에 영향을 미치는 중요한 요소이며 이는 특히 개발도상국에서 더욱 그러하다. 그러나 랜드 풀링(land pooling), 조합영농 등의 새로운 접근법이 신기술 도입 및 효율성 향상의 기회를 제공할 수 있다.

#### 다. 기타 총회 행사

이번 총회에서는 농업용수 관리 파트너십을 위한 고위급 자문단(High-Level Advisory Group, HLAG) 첫 회의가 8개국 장관과 11개국 고위급 공무원들이 참석한 가운데 열렸다. 이는 ICID가 변화하는 환경 속에서 지속가능한 농업용수 관리를 위한 회원국의 고위급 관료들이 한 자리에 참여하게 하는 플랫폼을 마련하고자 하는 노력의 일환이다.

지난 2016년 태국 치앙마이에서 개최되었던 제2차 세계관개포럼(World Irrigation Forum)에서도 장관급, 고위공무원들을 대상으로 한 라운드테이블을 마련하면서 이러한 노력을 계속해오고 있다.



그림 3. 제1차 농업용수관리 파트너십 고위급 자문단 회의

한편 총회 기간 중 다양한 기관과 민간기업, 국제기구들이 전시회를 열었다. 한국농어촌공사는 이번 총회 전시회에 전시부스를 마련하고 수자원관리기관으로서의 공사의 역할과 관개배수 기술력 홍보를 위한 전시부스를 설치 운영했다.

공사 전시부스는 총회 참석자 및 현지 언론의 많은 관심을 받았으며, 홍보 이외에도 공사와의 협력 사업에 관심이 있는 다양한 기관 관계자들과의 소통 장소로서 역할을 하였다.



그림 4. 한국농어촌공사 전시부스

### 3. 집행이사회 개요

#### 가. 집행이사회 주요 내용

집행이사회(IEC)는 ICID 운영과 관련된 최상위의 의사결정 기구이며, 전략조직상임위원회(PCSO), 기술활동상임위원회(PCTA), 재무상임위원회(PFC)등 3개 상임위원회와 26개의 분과위원회를 비롯한 ICID의 다양한 운영 조직과 함께 매년 집행이사회회의를 개최한다. 매년 다른 주요 행사들이 번갈아 가면서 동시에 개최 된다. 2017년에는 멕시코에서 집행이사회와 총회가 동시에 개최되었다.

상임위원회 소속의 각 분과(Working Group, WG)별로 활동한 결과를 취합하여 정리되고 의결사항은 집행이사회를 거쳐 최종 의결되는 과정을 거친다.



그림 5. 6 제68차 집행이사회회의



#### 나. 비전 2030 로드맵

이번 집행이사회회의에서 ICID는 'ICID Vision 2030을 향한 로드맵: 빈곤과 기아에서 자유로운 물 안정 세상을 공식 발간하면서 ICID의 과제인 농촌내 농업용수 사용 개선 및 기여를 위한 비전과 목표를 강조하였다. 본 로드맵은 ICID 비전 2030인 '지속가능한 농촌개발을 통한 빈곤과 기아에서 자유로운 물 안보 세상'의 내용과 비전 달성을 위한 시행계획 2017-21과 이행점검을 위한 모니터링 체계를 담고 있다.

나이리지 회장은 본 로드맵이 빈곤 및 기아 퇴치를 위해 농업용수관리를 어떻게 해나가야 할지를 세계에서 가장 잘 보여주는 문서 중 하나라고 평가하였다. 덧붙임을 포함하여 36쪽 분량의 작은 분량이고 ICID 홈페이지에서 쉽게 구할 수 있는 문서이므로 농업용 수자원과 농촌개발 분야 전문가들의 일독을 권한다.

다. 관개시설물유산 등재

관개시설물유산(Heritage Irrigation Structure, HIS)은 ICID가 100년 이상의 역사를 가진 농업용수 관리 시설을 대상으로 등재 기준에 따라 심의를 거쳐 공식 등재를 통하여 역사적인 관개시설물에 대한 보호와 보존을 위해 2013년 마련한 제도이다.

매년 6월 30일까지 국가위원회가 ICID 본부로 등재신청서를 제출하면 전략조직상임위원회(PCSO) 의장을 위원장으로 하는 심의위원회가 진행하는 심의위원회를 거쳐 당해 집행이사회의에서 공식적으로 등재하게 된다.

이번 멕시코 회의에서 5개국의 13개의 시설물이 추가로 선정되었고, 현재까지 등재된 시설물은 세계 10개국 61개이다. 한국은 2016년부터 관개시설물유산 등재를 본격 추진하여 2016년 수원 축만제와 김제 벽골제, 2017년 당진 합덕제와 수원 만석거를 등재하며 의미있는 성과를 거두었다.

그러나 전체 61개 유산 중 일본이 31개로 절반을 차지하며 중국은 13개를 등재한 것에 비하여 더욱 노력해 나가야 할 것으로 보인다.

앞으로 더욱 활발해질 이러한 관개시설물유산 등재 활동은 시·군 지자체와의 교류협력 활성화로 이어질 것으로 전망된다. 지자체에서는 ICID 관개시설물유산 등재로 지역유산 발굴 및 개발에 대한 재조명과 활력을 기대하여 이에 대한 관심이 증대되고 있다. 일례로 지난 11월 20일 KCID와 당진시 간 당진 합덕제 연구기반 조성을 위한 업무협약을 체결하고 연구포럼을 개최한 바 있으며 앞으로 다양한 활동이 이어질 것으로 기대된다.



그림 7.8 수원 만석거, 당진 합덕제 HIS 등재 인증서 수여



라. YPs 육성

최근 ICID는 젊은 전문가들(Young Professionals, YPs)의 관개배수 분야 참여를 이끌어내 ICID를 지속가능하게 활성화하기 위하여 많은 노력을 강구하고 있다. ICID 후원으로 10여 명의 젊은 전문가들이 이번 멕시코 회의에 참석하였으며, 한국에서는 농어촌공사와 KCID 사무국에서 각 1명씩 참여하였다. 이들을 위한 역량개발 프로그램으로 2개의 훈련 워크숍이 마련되었다. 가치 공학(Value Engineering) 관련 워크숍에서는 관개·배수·홍수 프로젝트 내 가치 공학의 역사, 개념, 적용사례를 설명하고 전문가들과의 그룹 토론을 진행하였다. 기후변화 대응을 위한 관개용수 관리 워크숍에서는 관개용수 관리 및 기후대응 프로젝트 사례, 수자원 관리 사례를 발표하고 참석자들의 질의응답 및 경험 공유 토론이 있었다.

마. 회장 선임 및 인사

이번 집행위원회에서는 임기를 다한 회장과 부회장들을 대신할 새로운 임원진들이 공식 선출되었다. Dr. Nairizi를 이을 회장에는 Felix B. Reinders(남아프리카 공화국)가 선출되었다. 그리고 올해 임기를 다한 세 명의 부회장을 이어 일본, 미국, 인도에서 각각 한 명씩 부회장이 선출되었다. ICID 부회장의 직무를 성실히 수행하며 국제무대에서의 한국 위상을 높이며 왕성한 활동을 해온 이봉훈 KCID 회장도 이번 멕시코 회의를 끝으로 부회장 공식 임기를 마감하게 되었다.

4. 해외사업개척 및 교류협력 활동

ICID에서의 활동은 상임위원회 내 각 분과에서의 역할과 기여를 중심으로 진행된다. 따라서 이들 분과에 소속되어있는 분과위원들의 학술 연구 성과물과 분과 운영이 기본적으로 가장 중요한 활동이 된다. 그러나 농업용수관리 수행의 향상을 위한 학술적 교류 이외에 ICID의 또다른 취지는 각 회원국들이 모여 상호호혜적인 협력활동을 촉진하기 위한 플랫폼을 제공해주는 것이기도 하다. 분과 활동이 이루어지는 행사장의 다른 한 편에서는 고위급 공무원 및 관계자들과의 회의를 추진하여 해외에서 새로운 개발협력 사업을 만들어내기 위한 치열한 활동이 다양하게 진행된다.

한국농어촌공사는 이번 멕시코 행사에서 인도네시아, 이란, 이집트, 네팔, 미얀마 대표단과의 업무협의로 신규 사업개척과 다양한 상호 협력 및 공동사업 발굴 기회를 마련하였다.



그림 9. 이란 쿠제스탄주 수전력청 청장과 협력사업 회의



그림 10. 네팔관개배수위원회와 상호협력 협의의사록 서명

## 5. 나가며

사실 이번 멕시코 총회는 시작 전부터 불안한 모습을 보였다. 총회가 임박한 9월 말 규모 7.1의 강진이 발생하여 많은 사상자와 피해가 발생했다는 소식이 전 세계를 떠들썩하게 했다. 총회 날짜가 다가오면서 그치지 않는 여진과 화산 폭발에 일정대로 진행할 수 있을지 많은 고민이 있었으나 ICID 본부에서 일정대로 정상 시행을 공표하였고 결과적으로는 문제없이 행사를 마무리할 수 있었다.

마지막으로 앞으로 계획된 ICID의 주요 행사 일정을 소개하며 마무리하고자 한다. 2018년 5월 네팔 카트만두에서 제8차 아시아 지역회의(5.2~5.4)와 8월 캐나다 사스카툰에서 제69차 집행이사회가 개최될 예정이다. 이후에는 2019년 9월에는 인도네시아 발리에서 제3차 세계관개포럼과 제70차 집행이사회, 2020년 9월에는 호주 시드니에서 제24차 총회와 제71차 집행이사회가 개최될 예정이다. 관심있는 여러분의 적극적인 참여를 바란다.

## 참고자료

### 〈문헌자료〉

- ICID, 2017, A Road Map to ICID Vision 2030: A Water Secure World Free of Poverty and Hunger, ICID
- ICID, October 2017, ICID News Update
- ICID, 2017, Modernizing Irrigation and Drainage for a New Green Revolution, Transactions Question 60 and 61, ICID
- ICID, 2017, Draft Minutes of the 68th IEC Meeting, Mexico City, Mexico, ICID

### 〈인터넷〉

- <http://icid.org>
- <https://icid2018.org>

## 새만금 추가준설에 따른 제염기간 산정결과

A prediction and Management plan of salinity transport with additional dredging operations in Saemangeum Lake

### 최정훈

한국농어촌공사 농어촌연구원 책임연구원

Rural Research Institute, Korea Rural Corporation, Associate Researcher

The objectives of this study are to construct hydrodynamic and water quality model, EFDC, and to estimate a period of desalination(desalination) in Saemangeum Lake.

The results considered diffusivities of salt between sediment and reservoir show that the period of the desalination applied general reservoir diffusivity,  $Dt=10^{-7}$  m<sup>2</sup>/sec and an alternative scenario,  $Dt=2 \times 10^{-7}$  m<sup>2</sup>/sec could take 894 and 1,500 days respectively.

The compared results considering the worst scenario with EFDC model and theory of desalination show that it could be satisfied with the conditions of desalination after 4 years and 2 months on EFDC model, while, it takes about 4 years on the theory of desalination. Thus, the simulation model, EFDC and theory of desalination have similar conclusions in the period of desalination.

**Keywords** : EFDC, desalinisation, Saemangeum Lake

에 대한 연구는 극히 미비한 실정이다. 또한 기존에 제염 예측 모델로서 주로 사용된 Minami식은 공간적 특성을 일정하게 가정하여 간단한 수치해석을 적용한 집중형 모형(Lumped model)의 방식이며, 이는 염분수지식에 의한 농도 변화를 추적하여 목적 염도에 도달하는데 필요한 제염 기간만을 예측하므로 호 내의 수리동력학적 특성은 물론 시·공간적인 제염 변화를 분석하고 예측하기에 많은 한계를 가지고 있다. 따라서 본 연구에서는 3차원 수리동력학적모델 EFDC모델을 적용하였다.

하지만 기존의 담수화 과정을 분석하는 방법에는 Jansen식 및 Okuda식과 같이 수문학적으로 단순하게 산정하는 방법과 호내 담수층 및 염수층의 2층 구조를 염분수지 방법에 의해 계산하는 Minami식이 있다.

새만금지구는 Minami식을 이용하여 담수화 분석

을 하였으며, 이는 담수화를 하나의 수리학적 모델로 간주하여 유입될 수 있는 모든 수리학적 조건과 배제되는 모든 조건을 반영하여 염분 수지에 의해 담수화 과정을 추정하는 방법으로 분석과정에 영향을 주는 모든 매개변수는 기존에 실험 또는 관측에 의하여 결정된 계수를 적용하였다.

국토해양부의 '새만금 매립토 확보 및 조달방안'에서는 새만금 전체 매립토 소요량 7.1억m<sup>3</sup>중 경제성 및 사업여건이 양호한 호 내에서 5.7억m<sup>3</sup>(전체의 80%)를 우선조달하도록 되어있다.

따라서 호내 추가 준설은 새만금호 내용적 증가 6.8억m<sup>3</sup>에 12.5억m<sup>3</sup>로 증가에 따른 체류시간 증가와 배수갑문 바닥고 (EL. -6.5m) 이하의 염분성층에 따른 제염이 안되는 지역의 증가를 초래하여 담수화 기간 지연이 예상될 것으로 판단되어 EFDC(3차원 수질모델)을 이용하여 제염 기간의 산출하게 되었다.

표1. 추가준설에 따른 새만금호 변화

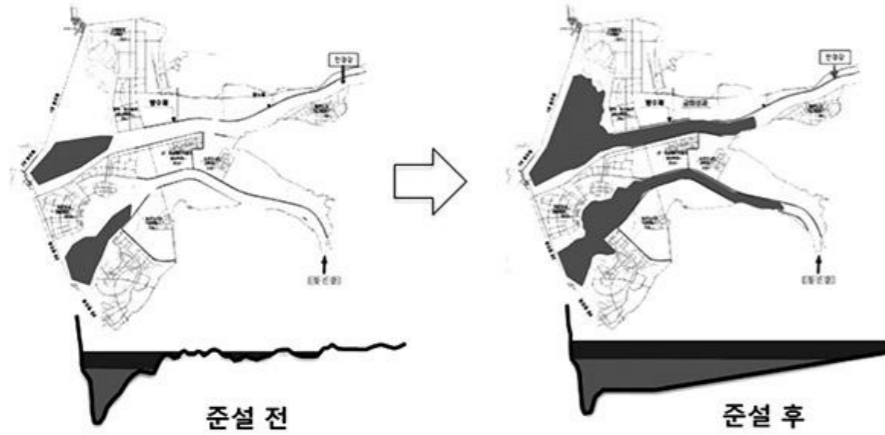
항목	당초(준설전)	변경(준설 후)
새만금 총저수량(EL-1.5m)	6,82억m <sup>3</sup>	12,71억m <sup>3</sup>
새만금 사수량(EL-6.5m)	2,96억m <sup>3</sup>	6,99억m <sup>3</sup>
유효저수량	3,87억m <sup>3</sup>	5,71억m <sup>3</sup>
사수위 수표면적	4,564ha	9,667ha

## 1. 서론

간척지의 토양 제염화에 대한 연구(서동욱 등,

2009; 이승현 등, 2003; 구자용 등, 1998; 손재권 등 1994; 손재권 등, 2000)는 상당히 이루어졌지만 간척호에서 담수화 가능 여부나 제염 시기

그림 1. 추가준설 전·후의 새만금호의 지형 변화

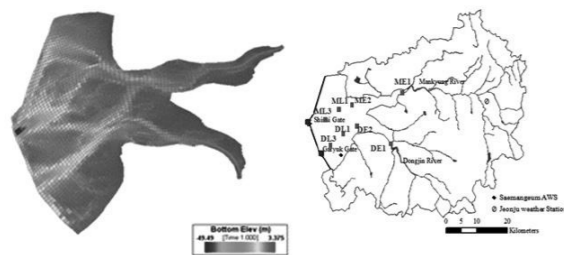


## II. EFDC(3차원 수질) 모델 연구내용 및 방법

### 1. 모델 보정 입력자료 구축

지형자료는 새만금사업단에서 2010년 측량한 수치지도를 제공받아 SMS 8.0 프로그램 램을 이용하여 지형자료 구축하고, 수평방향은 직교곡선 좌표계, 수직방향은 sigma stretching 좌표계 사용하였으며, 총 활성 셀 수 3640개 종방향 93-581m, 횡방향 69-700m로 간격이다.

그림 2. 새만금 지형자료



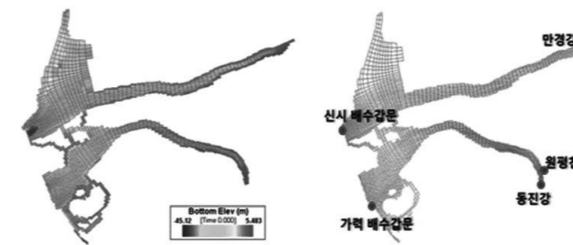
기상자료(대기압력, 상대습도, 기온, 강수량, 일사량, 운량, 풍향 및 풍속)는 인근 전주기상청 및 군산기상대 자료와 새만금AWS자료 사용하였고, 모델 보정시 초기 수위는 모의시작 시점의 새만금 호 내 관측 수위사용하고, 초기 수온과 염도는 새만금사업단에서 측정한 월별 자료를 사용하고, 염분의 공간적 편차가 작은 경우 각 지점들의 평균값을 각 셀에 동일하게 적용, 편차가 있는 경우 구획으로 구분 입력하였다.

경계조건은 상류 유입량, 배수갑문 유출·입량, 유입수 수온과 염도 확보, 상류하천 유입량은 HSPF 모의 유입량 사용하고, 하류 경계조건은 신시와 가력 배수갑문 인근에서 측정한 실측 수위 사용하였다.

2. 내부개발 최종단계시 EFDC모델 구축  
지형자료는 내부개발 최종 단계시 추가준설을 고

려한 지형자료는 국토부에서 구축한 지형자료를 제공받아 활용. 모델격자는 EL. -15m까지 준설된 상태. 총 활성 셀 수는 3,009개이며, 수직으로는 5개 층으로 설정하였다.

그림 3. 새만금 내부개발을 고려한 지형자료



입력자료는 기상조건 자료는 국토해양부에서 제공한 자료(2008년)를 사용하였고, 염도는 5개 층

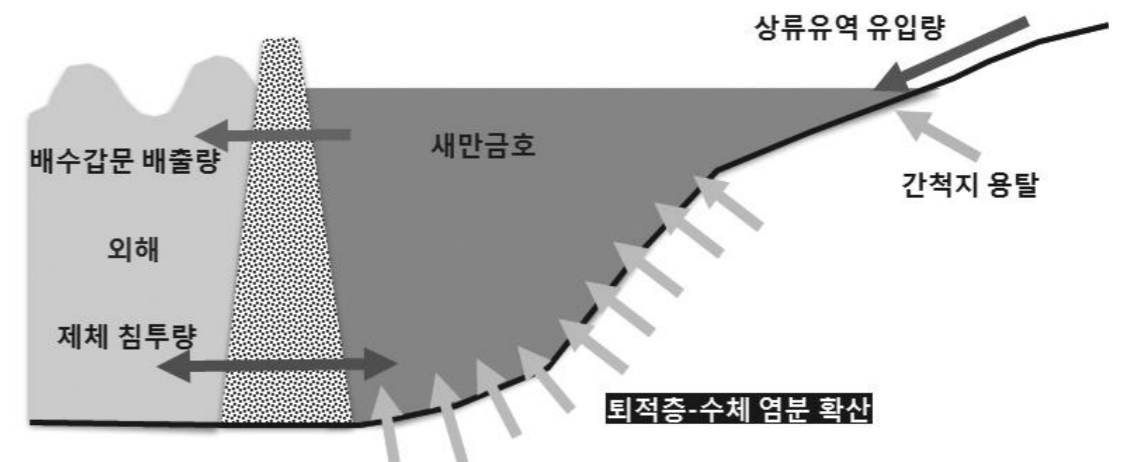
에 대하여 28.7~24.7psu 범위 초기조건 입력하였다.

### 3. EFDC(3차원 수질)모델 고려사항

일반적으로 EFDC 수질모델에서 제염기간을 산정할 경우 호내로 유입되는 유, 출입량만을 계산하고 있으나 하구담수호의 경우에는 제염에 영향을 미치는 인자들을 고려하여 모델에 입력값으로 사용하였다.

새만금호 추가준설에 따른 제염기간을 산정하기 위하여 새만금호내로 유입·유출량되는 량과, 간척지 용탈량, 제체침투량, 퇴적층-수체 염분확산을 고려하였다. 새만금호내로의 유입량과 유출량은 2008년 국토해양부자료 만경강 862백만<sup>m</sup><sup>3</sup>, 동진강 467백만<sup>m</sup><sup>3</sup>를 사용하였다.

그림 4. EFDC(3차원 수질)모델 고려사항



새만금호내로의 유입량과 유출량은 2008년 국토해양부자료 만경강 862백만<sup>3</sup>, 동진강 467백만<sup>3</sup>을 사용하였다. 유입량 산정은 2008년은 가뭄해로 담수화기간 산정시 악조건 기간을 산정하고, 새만금호내 관리수위(EI-1.5m)를 고려하여 유출량을 산정하였다. 제체 침투량은 방조제 전체 길이에 대한 침투수량 자료 0.0567m<sup>3</sup>/day/m를 활용하였으며, 간척지 용탈량은 전북 농업기술원 자료와 퇴적층-수체 염분확산은 일반염분 확산계수 10<sup>-7</sup>m<sup>2</sup>/s를 적용하였으려 안전을 고려한 경우 2×10<sup>-7</sup>m<sup>2</sup>/s를 적용하였다(김유경 등, 2011). 본연구에서는 제염의 기준 1 psu 이하 (답작이 가능한 염도)로 정의하였다.

4. 담수화의 기준

우리나라에서 담수호의 수질 기준은 일반 담수호의 기준과 농업용수로서의 기준으로 나누어서 판단하여야 하는 데, 일반 담수호의 기준은 환경부의 호소 수질 기준에서 BOD 8 이하인 IV급수를 공업용수 2급 및 농업용수의 기준으로 원용하고 있다. 지하수질의 경우 질산성 질소 20 mg L<sup>-1</sup>를 적용하고 있다. 그러나, 간척지 농업용수의 수질을 따로 정한 바 없으며, 염류도인 EC를 기준으로, 0.7dSm<sup>-1</sup> 일 때에는 농업용수로 사용 제한이 없으며, 0.7~1.0dSm<sup>-1</sup>에서는 사용 제한 조금 있으며, 1.0~2.5dSm<sup>-1</sup>에서는 사용 제한 있고, 2.5 dSm<sup>-1</sup>이상은 관개용수로 제한 정도 크다고 하였다.

표 2. 영농을 위한 관개수 수질 지침

관개 문제의 가능성	단위	사용 제한 정도			
		없음(I)	조금있음(II)	있음(III)	큼(IV)
염류도(작물의 물이용에 영향) EC	dSm <sup>-1</sup>	<0.7	0.7 - 1.0	1-2.5	2.5<
TDS	mgL <sup>-1</sup>	<450	450 - 650	650-1,600	1,600<
침투율(토양 구조에 영향) SAR = 0 - 3일 때 EC = 3 - 6 = 6 - 12 = 12 - 20 = 20 - 40	dSm-1	>0.7 >1.2 >1.9 >2.9 >5.0	0.7 - 0.2 1.2 - 0.3 1.9 - 0.5 2.9 - 1.3 5.0 - 2.9		<0.2 <0.3 <0.5 <1.3 <2.9
특정 이온 독성 (감수성 작물 영향 기준) 나트륨(Na) 염소(Cl)	SAR mmolL <sup>-1</sup> mmolL <sup>-1</sup>	<3 <3 <4	3 - 9 >3 4 - 10		>9 >10
기타 요소 (감수성 작물 영향 기준) 질산성 질소 (NO3-N) 암모늄성질소 (NH4-N)	mgL <sup>-1</sup> mgL <sup>-1</sup>	<5 <1	5 - 30 1 - 6		>30 >6
pH		6.5-8.4			

III. EFDC(3차원 수질) 모델 연구결과

담수화 이후 새만금호의 시·공간적인 제염 특성을 분석하여 1 psu 미만이 되는 시점까지를 제염 소요기간으로 산정하고, 지점에 따라 제염 소요기간을 예측하였다.

1. 새만금 호내 제염에 미치는 영향요소

외해로부터 방조제 안쪽으로 유입하는 제체 침투량에 의한 염분의 영향을 예측하기 위한 제염 시나리오 결과 최종단계시의 제염 예측 시나리오 결과와 제염기간이 거의 유사한 것으로 나타났다. 제체 침투량이 제염기간에 미치는 영향은 미비한 것으로 판단된다.

농경지로 사용될 간척지로부터 용탈되는 농경지 용탈량을 고려한 결과 농경지 용탈 유량만을 적용한 결과보다 용탈유량+염도를 고려한 결과가 적

게는 30일 많게는 100일 정도의 제염 기간이 더 소요되는 것으로 나타났다.

결국 만경·동진강으로부터 유입수량과 호저 바닥의 염분 확산량에 의한 영향이 지배적이었으며, 제체침투량, 간척지 용탈량은 제염에 미치는 영향이 미미한 것으로 나타났다.

2. 새만금 호내 제염기간 산정결과

새만금호의 내부개발 최종 단계시의 추가준설을 고려한 지형자료로 수계유입량(동진강과 만경강)만을 고려하여 제염 예측 기간을 산정한 결과 180일이 지나면 10psu까지 염도가 감소하였으며, 360일이 지나면 5 psu까지 떨어지며, 812일 정도가 지나면 6개 지점 모두에서 담수조건인 1 psu 이하까지 제염이 이루어지는 것으로 나타났다.

그림5. 새만금호내 제염기간 산정 지점

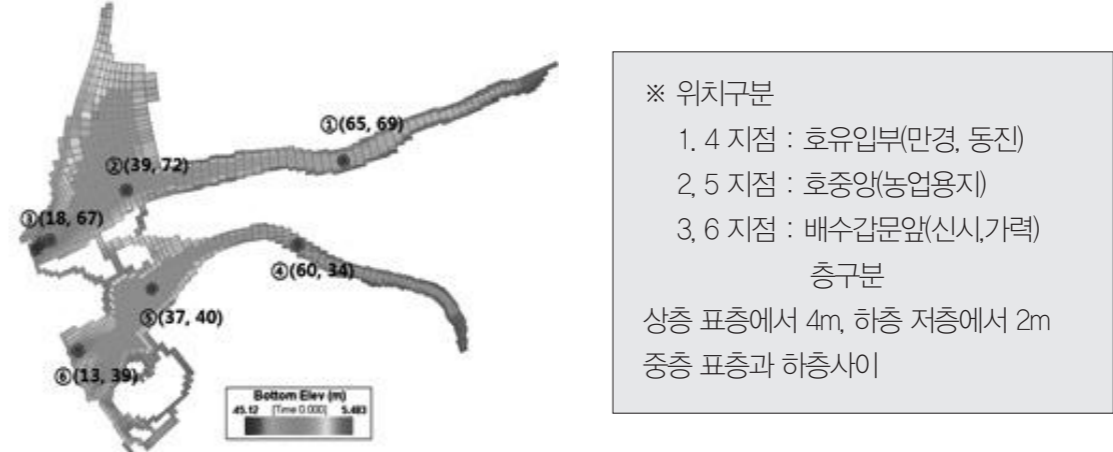




표2 새만금호내 유입량만을 고려한 제염기간 산정 결과

구분	만경강~신시배수갑문			동진강~가력배수갑문		
	①	②	③	④	⑤	⑥
수층						
상층	716.17	410.62	806.80	542.71	603.25	653.37
중층	773.80	412.04	806.80	548.25	653.33	655.00
하층	812.00 (약 2년 3개월)	412.04	806.80	549.50	672.96	663.25

호소바닥으로부터 확산되는 퇴적층-수체 사이의 염분 확산을 고려한 경우는 확산계수에 따라 제염 소요기간이 각각 다르게 나타났다. 확산계수  $10^{-7} \text{ m}^2/\text{s}$ 을 고려하였을 경우는 최대 894일(약 2년 6

개월), 확산계수  $2 \times 10^{-7} \text{ m}^2/\text{s}$ 을 고려하였을 경우는 최대 1,500(약 4년 2개월)일의 제염기간이 소요되는 것으로 예측되었다.

표3. 퇴적층-수체 염분 확산을 고려한 제염 기간

수층	유입, 유출량고려			확산계수 ( $D=10^{-7} \text{ m}^2/\text{s}$ )			확산계수 ( $D=2 \times 10^{-7} \text{ m}^2/\text{s}$ )		
	①	②	③	④	⑤	⑥	④	④	④
상층	411	716	807	421	874	880	783	1,482	1,449
중층	412	774	807	421	874	880	783	1,483	1,452
하층	412	812 2년 3개월	807	421	879	894 2년 6개월	783	1,500 4년2개월	1,461

※ 제체침투량, 간척지 용탈량, 바람에 의한 염분확산은 고려하지 않음

결국 새만금호의 EFDC 3차원 수질 모델을 활용한 추가 준설에 따른 제염기간을 산정한 결과 약

2년 6개월에서 4년 2개월이 경과하면 제염이 가능한 것으로 판단된다.

그림 6. 퇴적층-수체 확산( $D=10^{-7} \text{ m}^2/\text{s}$ )에 따른 만경수역 염분도 변화

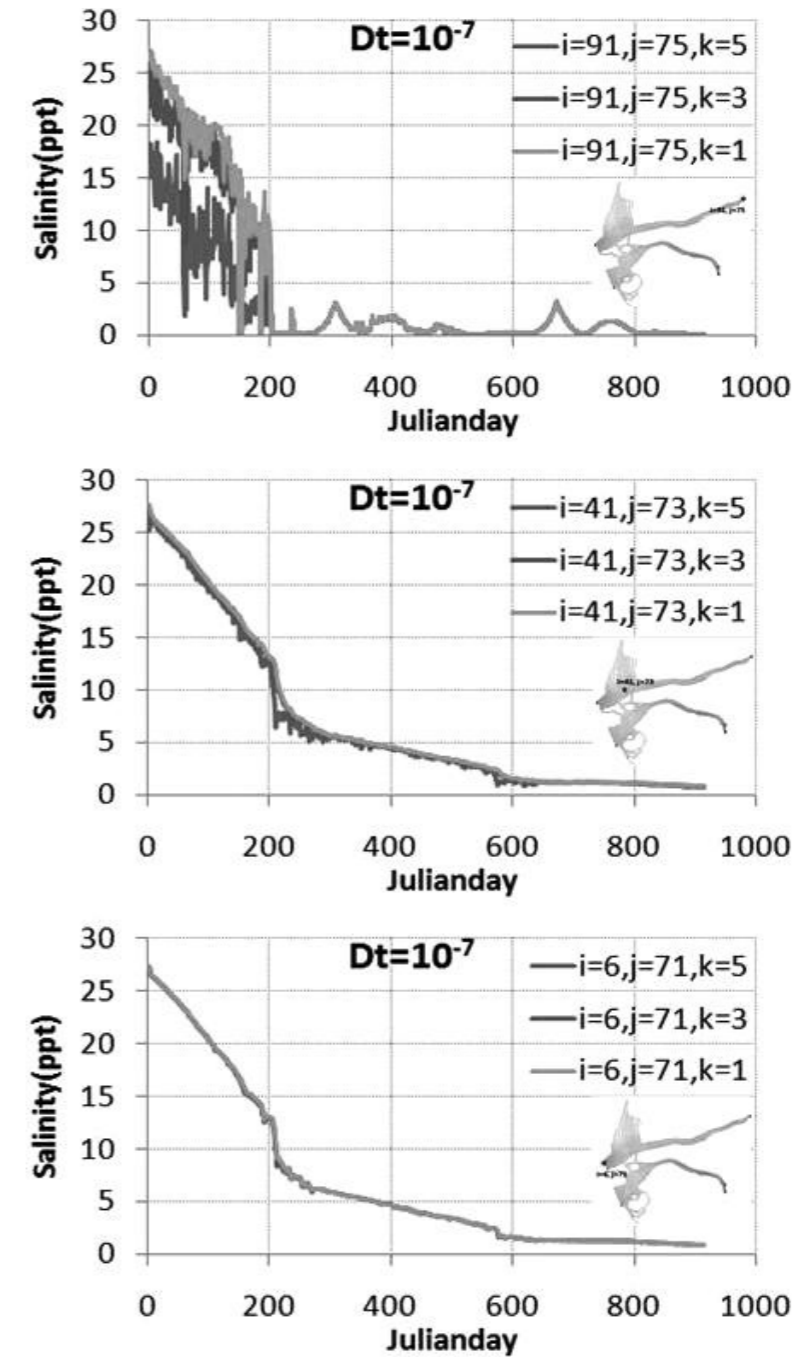


그림 7. 퇴적층-수체 확산( $D=2 \times 10^{-7} \text{ m}^2/\text{s}$ )에 따른 만경수역 염분도 변화(만경유역 상류)

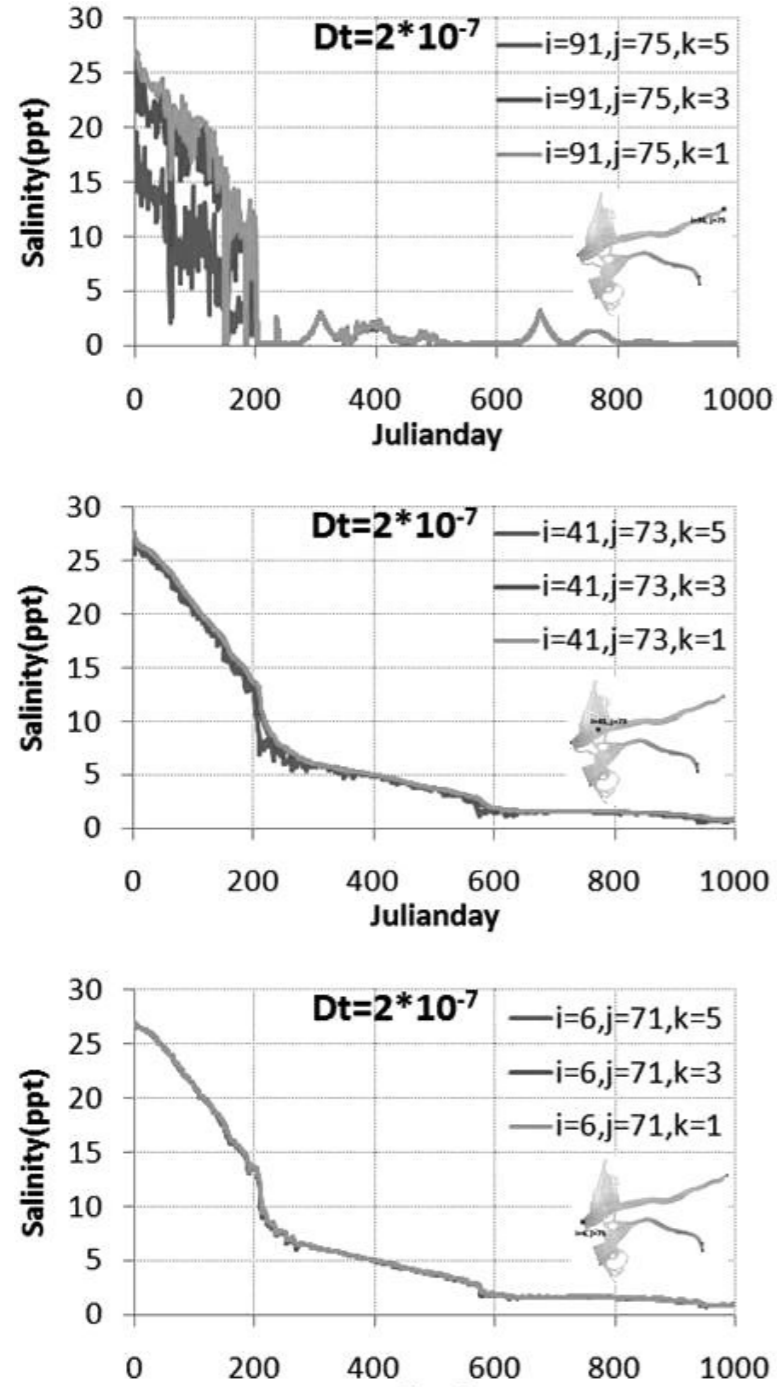


그림 8. 퇴적층-수체 염분 확산계수에 따른 지점별 제염 민감도 분석(만경유역 중류)

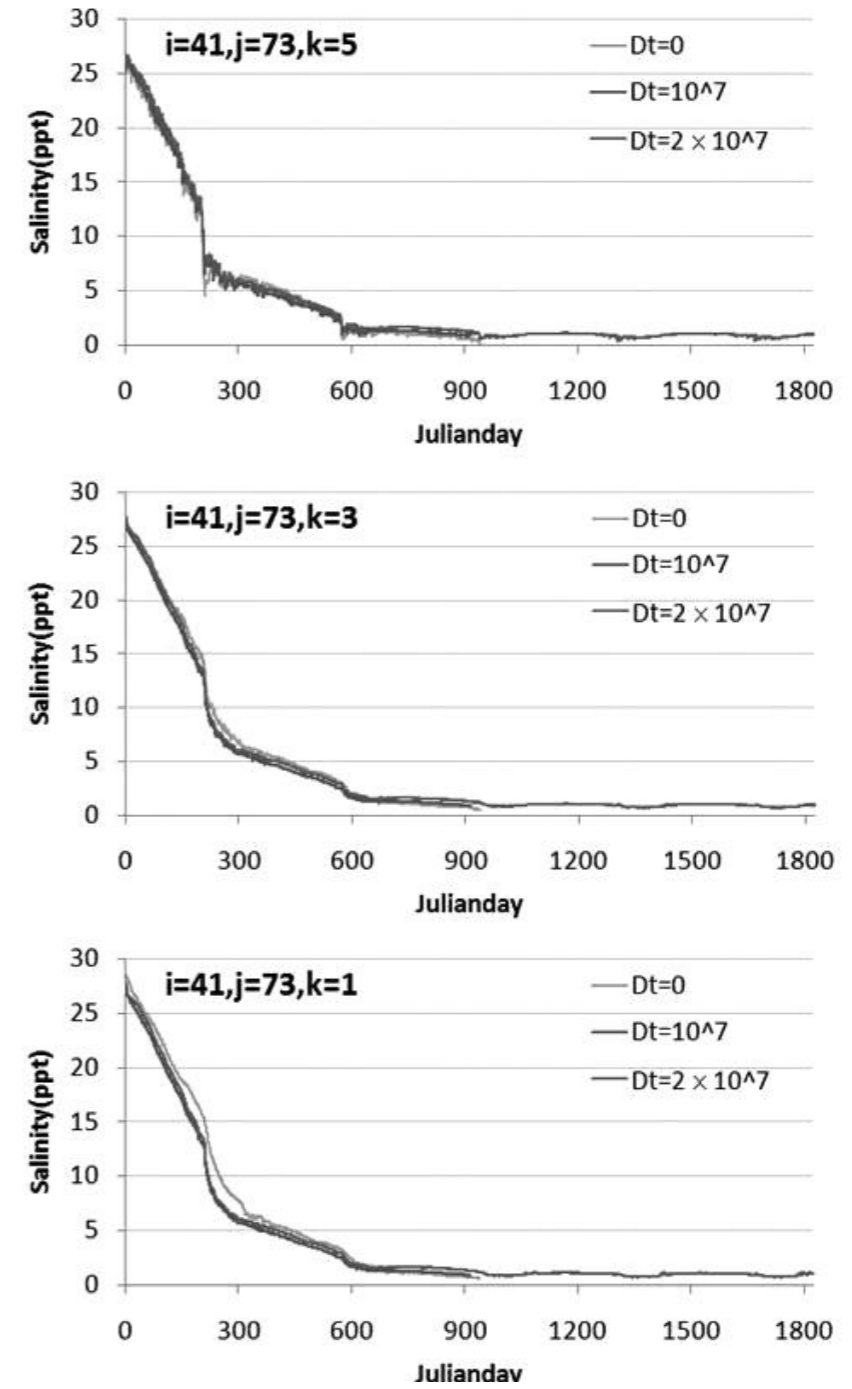
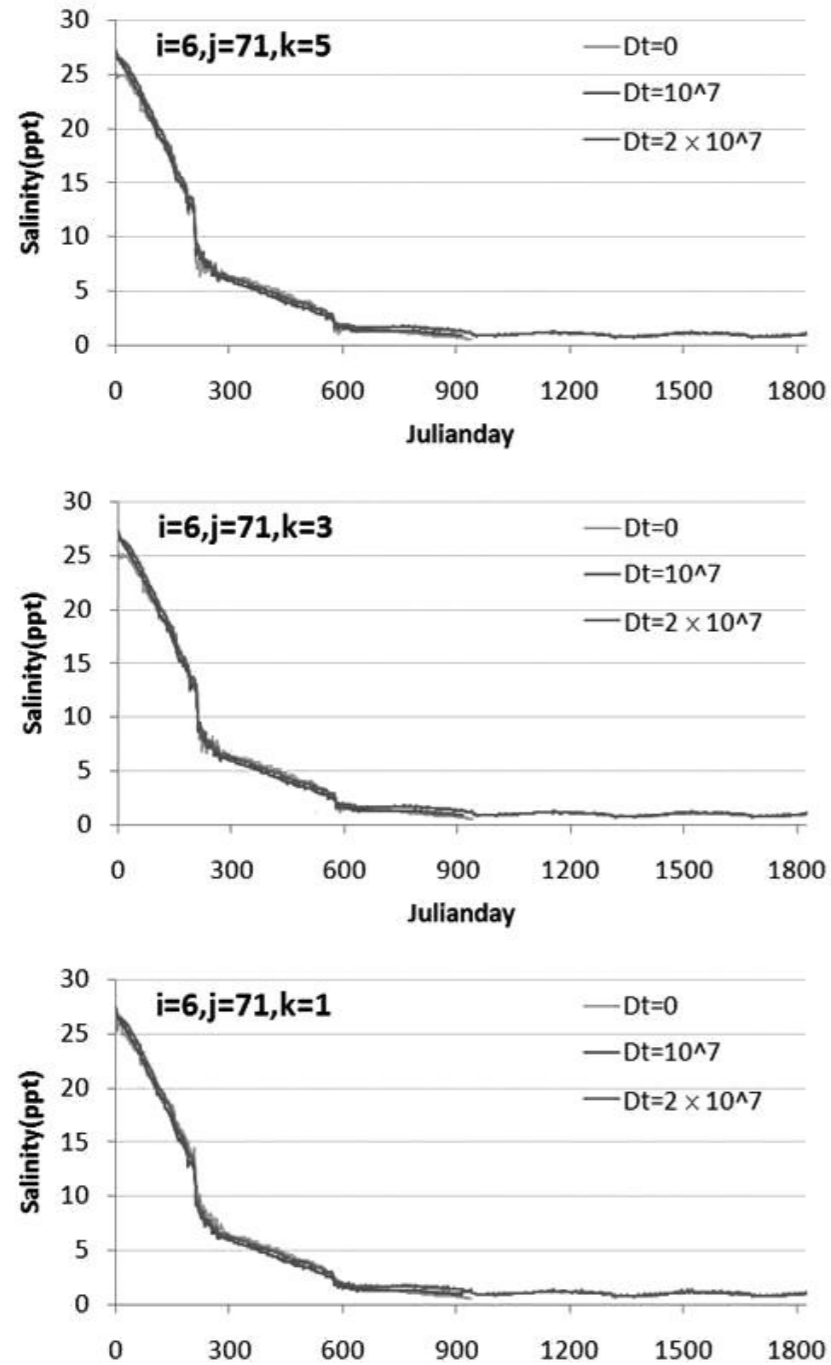


그림 9. 퇴적층-수체 염분 확산계수에 따른 지점별 제염 민감도 분석(만경유역 하류)



## 용어해설

- 사수위 : 배수갑문 바다고 이하의 수심(새만금호의 경우 EL-6.5m 이하)
- psu : 염분단위로 해수 (1kg) 속에 녹아 있는 염류의 총량을 g으로 나타낸다. ‰ (퍼밀), psu (실용염분단위)로 표기한다.
- 제염 : 작물이 생육할수 있는 염도
- 제체 : 제방 혹은 댐자체
- EFDC(Environmental Fluid Dynamics Code 모델) : 하천, 호수, 하구 해양에 적용 가능한 3차원 수리모델로 수리, 유사, 온냉수등 광범위하게 사용된다.

## 사사

※ 본 자료는 2012년 새만금호에 추가건설에 따른 염분확산 예측 및 관리방안의 연구결과이다.

## References

- 구자웅 · 최진규 · 손재권(1998). 우리나라 서해안 간척지 및 간척지 토양의 이화학적 특성, 한국토양비료학회, No.31 pp.120-127
- 김유경 · 정세웅(2011). 용담댐 하류하천의 횡방향 평균 2차원 수리 · 탁수모델링. 한국물환경학회지, 27(5), pp. 710-718.
- 서동욱 · 김현태 · 장병욱 · 이상훈(2009). 새만금 간척지 포화상태 흙의 제염예측기법 개발. 한국농공학회지, 51(2), pp. 29-34.
- 손재권 · 구자웅 · 최진규(1994). 간척지 발작물의 관개용수량 산정을 위한 토양염분예측모형 개발, 한국농공학회지, 36(2), pp. 96-110
- 손재권 · 구자웅 · 최진규 · 송재도(2000). 간척지 초기 제염용수량 결정을 위한 기초연구, 한국농공학회지, 42(2), pp.55-62
- 이승헌 · 홍병덕 · 안열 · 노희명(2003). 간척지에서 토양 염류와 6개 발작물 생육과의 관계. 한국토양비료학회지, 36(2), pp. 66-71.

## 정조대왕이 수원에 저수지를 만든 이유는?

HIS 관개시설 유산 <수원 만석거와 축만제>

김수현

수원시 문화예술과 학예연구사

### 1. 2017 세계 관개시설물 유산, 수원 만석거

2017년 10월 10일, 멕시코시티에서 개최된 ICID 제68차 집행위원회에서 수원의 만석거(萬石渠)가 세계 관개시설물 유산으로 등재되었다. 작년 11월 수원 축만제(祝萬堤)가 등재된 후 2년 연속 등재라는 쾌거를 이루는 순간이었다.

ICID 관개시설 유산제도(HIS)는 관개시설 유산의 중요성을 알리기 위해 2012년 제정되어 2014년부터 등록되기 시작한 제도로서, 그 대상은 100년 이상 역사를 가진 관개시설물<sup>1)</sup> 중 한 가지 이상이 되어야 하며, 관개농업 발전 및 식량 생산 증가 등과 같은 9개의 기준 조건 중 하나 이상을 충족시켜야 하는 기준을 갖고 있다.

HIS에 등재된 관개시설 유산은 2017년까지 일본이 31개소, 중국이 13개소, 한국이 4개소 등 동아시아 지역을 중심으로 호주, 멕시코, 스리랑카 등 그 외 여러 나라가 등재되어 있다. 이는 관개가 필수적인 벼농사가 동아시아에서 일찍부터 발달하였기 때문으로 보고 있다. 한국은 2016년 수원 축만제와

1) 관개시설 유산에 포함되는 시설은 다음 중 한 가지 이상이 되는 것이 필요하다.

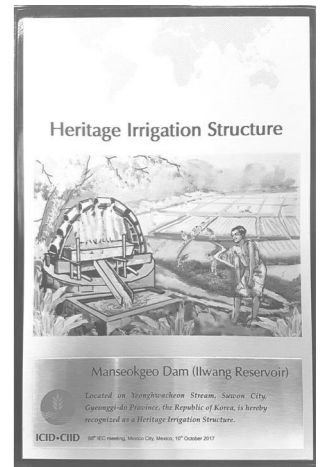
(i) 댐 (ii) 물 저장 시설물 (iii) 보 시설물 (iv) 수로 시스템 (v) 오래된 수차 (vi) 오래된 방아두레박

(vii) 농업 배수시설물 (viii) 현재 또는 과거의 농업 물 관리 활동에 관련된 시설물이나 부지

김제 벽골제 등재를 시작으로 2017년에는 수원 만석거와 당진 합덕제가 등재되어 총 4개의 유산을 보유하고 있다.



수원 만석거의 2017 HIS 관개시설 유산 등재 (2017.10.10, 멕시코시티)



HIS 관개시설 유산 인증패

### 2. 조선시대 최고의 수리시설

수원(水原)이라는 도시는 지명에서 보이는 바와 같이 물과 인연이 깊은 곳이다. 일찍이 마한 54개국 중 '모수국(牟水國)'이 위치했던 수원은 고구려 땅이었을 때에도 '매홀(買忽, 물골의 순우리말)'이라 했으며, 통일신라 때는 '수성군(水城郡)'으로, 고려 때는 '수주부(水州府)'로 불리는 등 역사적으로 물이 풍부한 곳이었다. 오늘날과 같은 수원의 행정구역은 1949년 수원시로 승격되면서 부터로, 그 이전은 남양만 등을 포괄하는 넓은 지역이 모두 수원의 범주 안에 들어 있었기 때문에 공간의 범위를 현재의 기준과 동일시하면 안 되는 점을 유념할 필요가 있다.

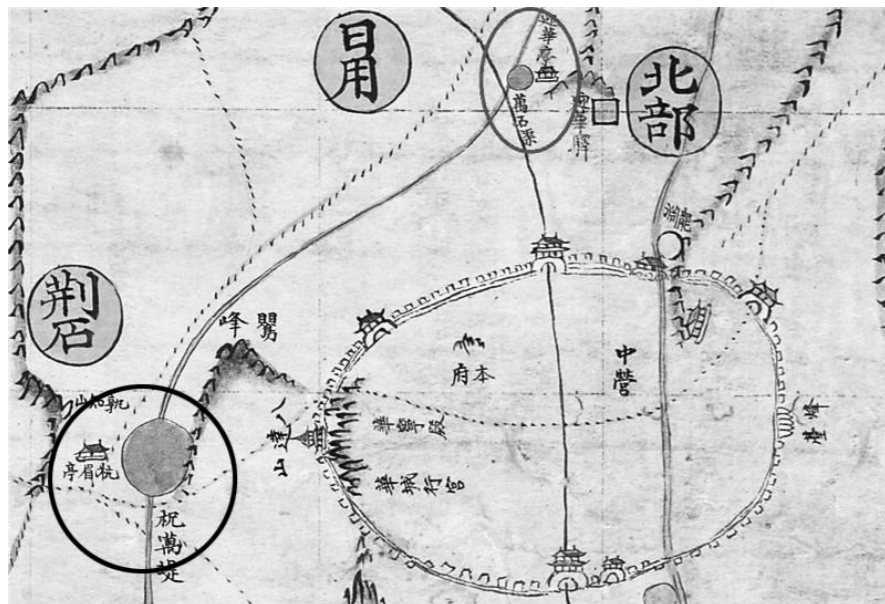
수원이 본격적으로 역사적 중요성과 의미를 가진 도시가 된 것은 다름 아닌 정조대왕의 화성 건설에 기인한다. 1789년 당시 구읍치가 있었던 자리에 아버지 사도세자의 무덤을 이전하면서 수원 팔달산 아래에 신읍치가 조성되었다.

이후 정조대왕의 이상 실현 도시로 수원화성은 1794년부터 1796년까지 약 2년 10개월간 조성되었는데, 정조는 단순한 성곽 건설이 아닌 수원을 경제적 시스템을 갖춘 자급자족 도시로 만들고자 하였다. 그 시스템 중의 하나가 바로 관개시설, 제언의 축조였다.

만석거는 1795년 정조가 수원화성 북쪽의 황무지를 개간하고 안정된 농업경영을 위한 수리시설로 건

설한 관개용수 저수지다. 1794년 수원화성을 건설하면서 그 해 큰 가뭄이 발생하자 정조는 화성 축성을 중지하는 윤음(綸音)을 내리고 만석거 조성을 명하였다. 수원화성 건설이 정조의 역점 사업이었으나, 가뭄으로 백성들이 고통 받자 공사를 중지시키고 근본 대책을 수립한 것이었다. “농가의 이로움은 수리(水利)만한 것이 없다”고 생각한 정조는 저수지를 축조하여 농업용수로 이용하면서 대규모 농장인 대유둔을 설치하여 풍요로움을 누리하고자 하였다. 만석거는 단순히 저수지의 역할만 하는 것이 아니라, 그 주변 일대를 둔전<sup>2)</sup>으로 건설하여 척박했던 땅을 물을 댈 수 있는 논으로 바꾸는 등 백성들의 자급적 기반 마련을 위한 획기적인 조선시대 농업개혁의 하나였다.

뿐만 아니라 만석거에는 조선시대 최신타 수갑(水閘)과 수문이 설치되어 당대 최고의 수리기술이 반영되어 있다. 1797년과 1798년 극심한 가뭄 속에서 만석거 효과는 그 빛을 발휘하여 수원은 가뭄과 빈곤의 피해에서 벗어날 수 있었다. 만석거의 성공은 1798년 만년제, 1799년 축만제 축조로 이어졌고, 수리시설 축조와 더불어 개간된 둔전에서 얻은 소출은 화성을 수리하는 비용으로 사용되었다. 정조시대에 조성된 농업기반시설을 바탕으로 일제강점기에는 권업모범장과 농림학교가 수원에 들어섰으며, 해방 후 서울대학교 농과대학과 농촌진흥청이 설립됨으로써 수원은 20세기 농업연구와 행정의 중심지가 되었다. 오늘날 만석거는 도시화 과정에 따라 그 주변이 공원으로 조성되어 도심 속 휴양지로 125만 수원 시민들의 쉼터가 되고 있다.



<수원부 지도> 중 수원화성과 만석거(위), 축만제(왼쪽) (1872년, 수원광교박물관 소장)

2) 비어있는 땅을 경작해 균량의 현지 조달 및 관청 경비 보충을 위해 설치한 토지

### 3. 만석거의 HIS 유산 등재 요인

HIS 관개시설 유산으로 등재되기 위해서는 앞서 말한 바와 같이 9가지 요인<sup>3)</sup> 중 한 가지 이상을 충족시켜야 한다. 만석거(수원시 향토유적 제14호)가 축만제 보다 먼저 조성되었지만, 1997년 저수지 일부를 매립하여 만석공원으로 조성하면서 원 모습을 그대로 유지할 수 없게 되었다. 이에 비해 축만제(경기도기념물 제200호)는 그 원형이 잘 보존되어 왔고, 권업모범장과 농촌진흥청 설립이라는 역사적인 상징성 또한 깊기에 2016 HIS 관개시설 유산으로 먼저 등록되었다.

만석거와 축만제가 신도시 수원화성의 농업 기반 시설이라는 점에서는 일맥상통하지만, 만석거는 정조시대 최초의 제언으로 수갑의 도설을 비롯하여 그에 대한 기록이 『화성성역의궤』에 충실히 잘 남아 있다는 점이 큰 특징이다. 그리하여 만석거는 역사적 기록의 뒷받침이라는 점에 초점을 두어 축만제와는 차별성을 갖고 등재신청을 준비하였다. 만석거의 등재요인은 다음과 같다.



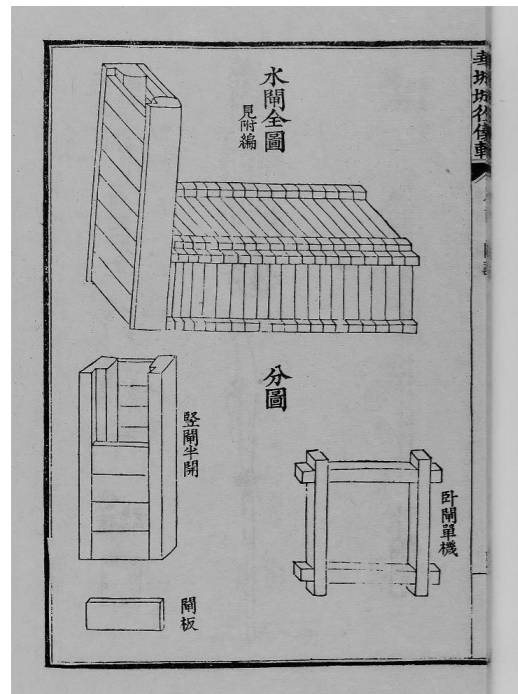
화성축성 공사보고서인 『화성성역의궤』(1801년)



『화성성역의궤』 내 만석거 기록

- 3) 관개시설 유산으로 인정되려면 다음 기준을 한 개 이상 충족시켜야 한다.
  - (a) 관개농업의 발전에 전환점이 되고, 농업발전에 특별한 증거물이 되고, 농민의 경제상황 개선과 함께 식량생산 증가를 가져온 시설
  - (b) 사업구성, 공학적 설계, 건설기술, 시설물의 크기, 취수량, 지배면적에서 그 시대의 선도적인 시설(한개 이상)
  - (c) 어떤 지역에서 식량생산, 생계기회, 농촌번영 및 빈곤경감에 현저한 기여를 한 시설
  - (d) 그것을 건설한 당시에 그 아이디어가 혁신적이었던 시설
  - (e) 효율적이고 현대적인 공학적 이론과 방법의 발전에 기여한 시설
  - (f) 그것을 설계 시공할 당시에 환경 문제에 주목했던 본보기가 되는 시설
  - (g) 그것을 건설할 당시 공학적으로 놀라운 일 또는 뛰어난 본보기가 되었던 시설
  - (h) 공정한 건설적인 방법으로 독특성이 있는 시설
  - (i) 과거의 문화적인 전통 또는 문명의 특징을 잘 나타낸 시설

1) b. 건설 기술에서 그 시대의 선도적인 구조물



만석거 관개시설(수갑) 구조

먼저 만석거의 우수성은 과학적인 수리체계에서 확인된다. 저수지에 물을 댈 수 있는 장치로는 일반적으로 수통(水桶)과 빈지(stop log)가 있는데, 상온의 표층수가 먼저 월수되고 개폐의 위험성과 불편함이 적은 빈지가 농민들에게 더 유리하다.

만석거의 핵심장치는 수갑(水閘)이다. 이는 빈지와 비슷한 구조이지만 한층 더 발전된 형태이다. 세계기록유산인 『화성성역의궤』에는 당시 만석거에 사용하였던 수갑의 도설과 설명이 실려 있다.

수갑은 격판과 견갑(격판을 지지하는 틀), 와갑(네모난 틀이 연이어져 있는 통로)으로 구성된다. 견갑은 저수지 안쪽과 연결되고, 와갑의 대부분이 저수지 독에 묻히면서 그 끝부분이 논외의 수로와 연결된다. 관개수량은 격판의 높이로 조절된다. 만석거의 수갑은 중국의 것과는 비교해서 배수용이 아니라 전적인 관개용이라는 특징을 갖는다.

관개가 이루어지지 않는 상태에서 저수지의 배수는 별도의 수문을 통해 이루어지므로, 수갑이 안전하게 유지되고 관개의 정확성은 유지될 수 있다.

또 견갑과 와갑으로 이루어진 입체구조를 저수지 독 아래에 묻는 방식이기 때문에 저수지 폭을 좁게 하거나 독의 높이를 낮게 할 필요가 없다는 이점이 있다.

만석거를 포함한 정조시대 3개의 제언에는 모두 수문과 별개의 수갑이 모두 설치되어 저수지의 견고성 뿐만 아니라 관개 기능도 뛰어났음을 알 수 있다. 만석거 수갑은 그 구조와 사용방식에 있어 매우 우수한 기능을 갖추고 있어 전통사회 관개기술의 백미라 할 수 있다.

2) c. 한 지역의 식량 생산, 생계기회, 농촌번영 및 빈곤경감에 현저한 기여를 한 시설

조선시대 최초의 신도시 개념으로 축성된 수원화성은 민생안정을 추구하고자 하는 정조대왕의 장기적인 정국 운영을 위한 기반조성이었다. 화성에서의 농업정책은 단순히 농업 진흥책이 아닌 정조의 국가 개혁중의 하나였다. 정조대왕은 저수지를 축조하고 군대 소유의 국영농장을 확대하는 정책을 실용적으로 운영하고자 했다.

1794년 가뭄이 들자 화성축성을 중지하고 만석거를 건설하여 농업용수를 확보하는 한편, 국영농장인 둔전을 건설하였다. 수원화성에는 장용외영이라는 군대조직이 거주하였는데, 둔전을 설치하게 하



오늘날 만석거

여 병사들이 농사를 짓게 하고 그 세금을 징수하게 한다면 토지 없는 군사들이 다투어 모집에 응할 것으로 보았다. 일반적으로 조선시대에는 50%의 세금을 거두었는데, 이곳 둔전에서는 33%의 세금만 거둬으로써 당시로서는 파격적인 조세제도를 운영하였다. 백성들의 구휼대책과 장용영 군사조직의 재원 및 수원 화성의 수리비용이 모두 이곳의 수익으로 해결된다.

이는 수원화성을 자급자족의 도시로 만들고자 하는 정조의 꿈이었다. 만석거 축조와 둔전 설치 비용은 왕실 비용으로 충당하여 백성에게 부담을 주지 않았다. 또한 과학적 수리기구를 도입하고 영농기술의 개발을 이끌어 효율적으로 둔전을 경영하였다. 그 결과 황무지였던 지역을 옥토로 바꾸어 놓아 이곳은 계속되는 가뭄 피해에서 벗어나는 것은 물론 높은 농업생산성을 실현하였다.

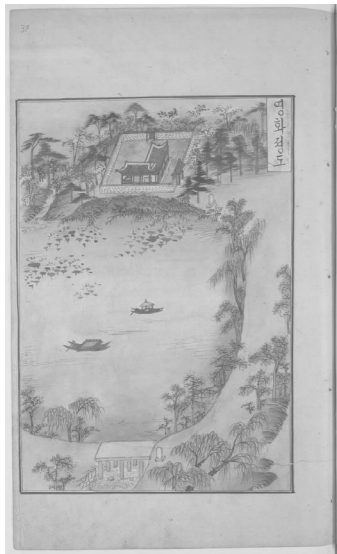


만석거와 대유평(1953년, 수원화성박물관 소장)

1795년 둔전에서서의 수입은 당시로서는 최고 수준의 생산성을 달성하였고, 이듬해 전국적 가뭄으로 수만명이 기아로 숨졌지만, 수원은 그 피해를 면할 수 있었다.

만석거와 둔전 경영의 성공은 1798년 만년제, 1799년 축만제 축조로 이어져 화성 신도시의 농업을 안정시키면서 정조의 혁신적인 농업 기반을 성공적으로 이끌었다. 또한 20세기 수원이 농업연구 기관과 교육기관으로서의 역할을 수행할 수 있도록 그 초석을 마련하였다는 데 현저한 기여를 하였다.

3) i. 과거의 문화적인 전통 또는 문명의 특징을 잘 나타낸 시설



1795년 만석거 조성 시 저수지 가운데는 작은 섬을 두어 꽃과 나무를 심었고 호수에는 연꽃을 심었으며, 같은 해 9월 호수 남서쪽 언덕에는 영화정이라는 정자를 세워 만석거를 조망할 수 있도록 배치하였다. 정조가 이듬해 봄 이곳에 방문하였을 때, ‘영화정(迎華亭)’이라는 편액을 걸게 했다. 영화정은 교구정(交龜亭)이라고도 불렀는데, 이곳에 구관과 신관의 부사와 유수들이 거북 모양의 관인(官印)을 인수인계하는 교구(交龜)의식을 했다하여 붙여진 이름이다. 그리하여 만석거는 교구정 방죽(후대 발음이 변화하여 조기정 방죽이라고도 함)이라 불리기도 했다. 영화정은 오래전에 허물어졌다가 1996년 만석공원으로 조성될 시 원래 위치보다 동북쪽으로 조금 떨어진 곳에 다시 세워지게 되었는데, 『화성성역의궤』와 프랑스 국립도서관 소장 한글본 『정리의궤』도설에서 그 원형을 찾아볼 수 있다.

한글본 『정리의궤』 중 만석거와 영화정 (18세기 후반, 프랑스 국립도서관 소장)



오늘날 복원된 영화정

지금은 주변이 모두 도시화로 개발되었지만, 당시 만석거 주변의 누렇게 익은 벼가 황금물결을 이루는 가을 풍경은 “석거황운(石渠黃雲)”이라 하여 수원 추팔경(秋八景) 중의 하나로 손꼽힐 만큼 멋진 경치 중의 하나였다고 한다.

이처럼 만석거는 단순히 관개시설로서의 기능뿐만 아니라, 심미적·문화적 특징을 지니면서 그 역사적 가치는 시설 그 이상의 의미를 지니고 있다고 할 수 있다.

4. 세계인의 소중한 유산으로

‘유산(遺産)’이라는 것은 단순히 문화재 지정 이상의 의미로, 개개인이 아닌 넓게는 모든 사람들이, 좁게는 지역민들의 공감대를 바탕으로 그 중요성을 인식하고 보전·발전시키는 데에 있다.

수원 만석거와 축만제의 세계 관개시설물 유산 등재는 유네스코 세계유산인 수원화성에만 국한되었던 시민들의 문화유산 인식을 보다 확장시킬 수 있는 계기가 되었다. 200년 이상 변함없이 그 자리를 지켰던 만석거와 축만제였지만, 그동안 제대로 주목받지 못했던 가치를 사람들에게 알릴 수 있었다. 아울러 향후 문화 콘텐츠로서의 활용가치 또한 기대되는 바가 크다.

만석의 쌀을 생산하여 백성들이 배불리 먹을 수 있는 세상을 바랬던 정조의 뜻이 담긴 이름 ‘만석거’와 천년 만년 만석의 생산을 축원한다는 뜻이 담긴 ‘축만제’!

그 두 이름이 가지고 있는 뜻처럼 천년·만년 후대에게 소중히 물려줄 수 있도록 보다 많은 사람들이 관심을 가지고 아껴야 할 지금 이 순간이 아닌가 한다.

끝으로 농업국가였던 우리 주변을 돌아보면 관심 받지 못한 소중한 시설물들이 곳곳에 많이 산재해 있다. 지자체들의 관심과 노력으로 보다 많은 한국의 HIS 관개시설 유산이 등재될 수 있기를 기원해 본다.

## 엘살바도르 엘포르베니르 지역 주민 공동체 기반 지속 가능한 농촌종합개발사업

강승헌 KOICA 중남미실 과장  
 이종수 KOICA 엘살바도르 사무소장  
 방성수 한국농어촌공사 해외사업처 부장  
 김봉균 한국농어촌공사 해외사업처 차장



그림1. 사업 위치도

### □ 사업 배경

중앙 아메리카의 태평양 연안에 위치한 엘살바도르는 국토 면적 21,040km<sup>2</sup>의 작은 나라로 과테말라, 온두라스와 접하고 있다.

연간 강우량은 1,850mm로 풍부한 편이나 관개 농지의 비율이 5%로 매우 낮아 연간 전체 쌀 소비량(약100,000톤)의 80%를 수입에 의존하는 등 건기(11월-4월) 영농을 통한 생산성 증대의 필요성이 매우 높다. 또한 전체 농가의 82%에 해당하는 325,000호 농가가 자급 위주의 영세농으로서 이들을 상업농화하여 식량 작물의 생산성을 증대

하고, 식량 자급도의 제고 및 수입량 감소를 이루기 위해서는 관개 시설의 확충을 통한 건기 영농을 활성화 할 필요가 있다.

이에 따라 엘살바도르 농축산부에서는 지하수 개발을 통한 관개 농지 확대를 위해 노력하고 있으나, 관정 운영에 따른 전기요금 부담(농축산부 보조)이 큰 장애 요인으로 작용하고 있어 태양광 발전을 통한 전기요금 부담 완화 및 유지 관리 비용 절감이 대안으로 제시됐다.

엘살바도르 엘포르베니르 지역 주민 공동체 기반 지속 가능한 농촌개발사업은 태양광 발전을 통한 지하수 개발 가능성 확인 및 향후 확대 추진을 위

한 시범 사업으로 엘살바도르 정부의 요청에 따라 2013년부터 2017년까지 KOICA 사업으로 시행했다.

### □ 사업 목적 및 연혁

본 사업의 목적은 쌀을 중심으로 하는 식량 작물의 증산을 통한 엘살바도르 식량 자급도 제고, 소득증대를 통한 농촌 지역 빈곤 감소 및 삶의 질 향상, 식량 생산과 농가 소득 증대이다. 엘살바도르 정부는 2011년 4월 본 사업의 신규 사업 요청서를 KOICA에 제출했고 2012년 2월 신규 사업으로 선정되었고 2012년 9월 실시 협의 조사 후

2012년 12월 협의 의사록(Record of Discussion, R/D) 체결, 2013년 5월 집행 계획 수립, 사업 시행 기관(PMC) 선정을 위한 입찰을 진행하여 한국농어촌공사(Korea Rural Community Corporation, KRC)와 신우엔지니어링이 선정되었고 2013년 8월 사전조사를 실시했다.

2013년 10월 농축산부 공무원 및 농민조합 구성원을 대상으로 하는 국내 초청 연수를 14일간 실시했고 2014년 11월 관개 수로, 관정, 태양광, 건축 분야의 설계를 완료하고 2015년 2월 수원국의 설계변경 요청에 따른 1차 사업계획 변경에 따른 설계변경(토공 수로 4.2km → 조적식 수로



10.88km, 사업비 증액 320만불 → 470만불)을 통해 최종 사업을 확정했다.

2016년 6월 시공 업체와 계약을 맺고 공사를 착수했으며 2017년 2월 20일 장비 인도식(농축산부 장관, 코이카 엘살바도르 사무소 강승헌 소장 참석)을 시행했고 2017년 2월 현지 2차 연수를 실시했으며(농민 조합원, 공무원 등 55인) 2017년 7월 27일 준공식을 (엘살바도르 대통령, 농축산부장관, 이인호 대사, 코이카 정우용이사 참석) 끝으로 사업을 성공적으로 마무리했다.

□ 사업 위치

사업 대상 지구는 산타아나주 엘포르베니르 지역으로 수도인 산살바도르에서 북서쪽 약 80km 지점, 차로 1시간 30분 거리에 위치한다.

사업 지구는 해발 700m 내외의 비교적 평탄한 지형으로 벼, 사탕수수, 옥수수 등의 작물을 재배하고 있으며, 우기는 벼 농사 위주, 건기에는 수박, 토마토 등 채소 위주의 농사를 짓고 있으나, 관개

시설이 부족하여 건기 영농이 활발하지 않은 상황이다.

□ 엘포르베니르 시 현황

엘포르베니르 시는 산타아나 주 정부 소재지인 산타아나 시의 서쪽에 접하고 있는 도시로서 엘포르베니르(El Porvenir), El Rosario, San Cristobal, San Juan Chiquito, Santa Rosa Senca 등 5개 마을로 구성되어 있다.

2010년 기준 인구는 8,896명 (2009년 8,232명)으로 남자 4,237명 여자 4,659명이며, 등록된 농업 생산자 수는 산타아나 주 전체의 3.5%에 해당하는 1,231명이다.

사업 지구의 위치는 엘포르베니르와 El Rosario 마을이 포함된다.

농지 면적은 3,192ha로 산타아나 전체 농지(99,500ha)의 3.2%를 차지하고 있고, 관개 시설을 갖춘 농지는 201ha로 산타아나 주 전체 1,581ha의 12.7%에 해당하다.

표 1. 엘포르베니르 농지면적 및 생산량 (근거: IV Censo Agropecuario 2007-2008)

작물	재배면적(ha)			생산량(톤)		
	산타아나주	엘포르베니르시	%	산타아주	엘포르베니르시	%
옥수수	24,674	980	4.0	61,576	2,364	3.8
수수	8,758	61	0.7	11,380	71	0.6
콩	1,4,337	730	5.1	10,735	536	5.0
쌀	100	89	88.6	592	537	90.7
커피	31,442	271	0.9			
채소류	392	49	12.5	6,245	974	15.6
사탕수수	2,880	566	19.6	240,235	48,444	20.2
과일류	989	55	5.6	6,953	198	2.9

엘포르베니르 지역의 쌀 재배 면적은 89ha, 생산량은 537톤에 불과하나 산타아나 주 지역 내의 쌀 주산지로서 재배 면적의 88.6%, 생산량의

90.7%를 차지하고 있으며, 쌀 이외 사탕수수과 채소류의 재배가 활발한 지역이다.

□ 사업 시행 조직

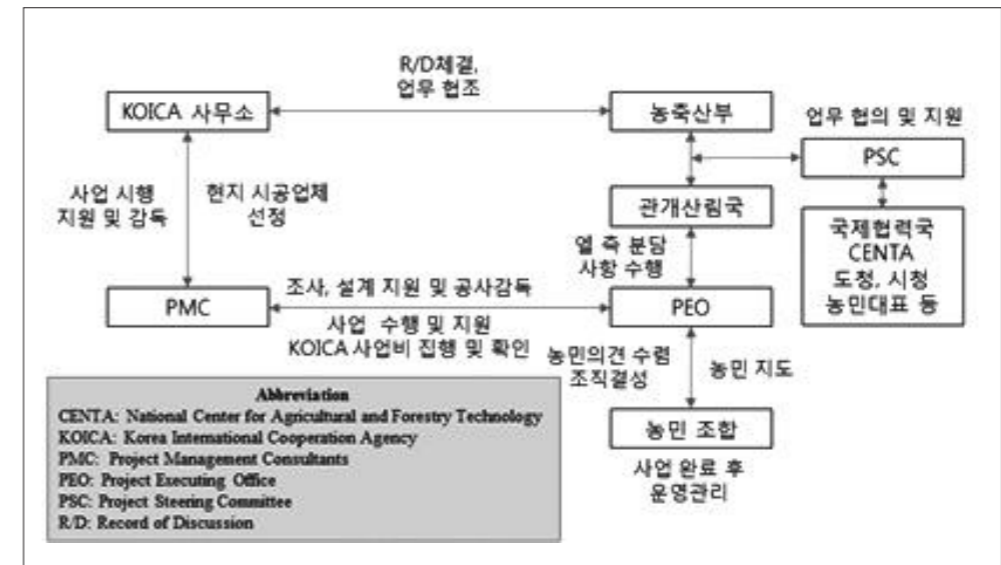
협의 의사록(R/D)에 따라 엘살바도르 측에서는 사업 조정 위원회 (Project Steering Committee, PSC)를 구성했다. 사업 조정 위원회는 농축산부 차관을 위원장으로 기획 정책 분야, 농업 개발 분야, 관개산림국 등 전문가로 구성되었고, 사업 시행 중에 발생하는 모든 문제들을 해결하고, KOICA에서 파견한 PMC팀과 전문가를 지원하는 것이 임무이다.

농축산부 관개산림국에서는 사업 수행을 위한 실행 조직으로 사업소 (Project Executing Office,

PEO)를 설치하고, PMC 팀과 공동으로 일할 카운터 파트를 임명했다.

실행 조직으로서 사업소는 사업 시행을 책임지며, 일상적인 행정 업무와 시행 계획의 수립, 설계의 검토와 승인, 사업 시행, 공사 감독 등의 역할과 기능을 수행했다. 용역단 사무소 (Project Management Consulting Office, PMC Office)는 코이카 사무소와 엘포르베니르 현장에 마련했으며, 관개전문가인 PM과 현지직원, 사무보조원, 기사로 구성하였다. 지하수, 전기, 농촌개발 등 다른 분야 전문가들은 계획된 사업 일정에 따라서 투입했다.

표 2. 사업 수행 조직도



□ 사업 개요

- 사업 기간: 2013.07 ~ 2017.09.29
- 관개 시설 개발: 태양광 발전 설비 설치, 관정 개발, 관개수로 설치를 포함하는 관개 시설 개발은 한국 정부는 태양광 설치, 관정 개발, 관개수로의 설치를 지원했으며, 엘살바도르 정부는 지형 측량, 지하수 물리 탐사, 농지 지균 및 용수 지거 설치를 담당했다. 평균 깊이 100m의 관정 7개소를 활용하여 10km의 관개용수로 수로를 통해 204ha에 관개용수를 공급시설을 설치하였고 250kW 용량의 태양광 발전 설비를 설치하여 전기 판매수익으로 관정의 운영 비용을 충당하고 있다.
- 농민조합 다목적 건물 신축: 농민 조합 사무실 및 회의실, 지원 농기계의 보관 창고를 신축했다.
- 농기계, 차량 등 장비의 제공: 사업 시행을 위해 지원하는 장비로서 농기계 및 차량, 농민 조합 사무실에서 활용하게 될 컴퓨터 등 사무 기기 등이다.
- 농민 지원 및 영농 기술지도: 농민 조합 활동

강화를 위한 농민 지도, 영농 교육 및 시범 영농 등이다.

- 초청연수 2회: 2013년 14일간 공무원과 농민 15인을 대상으로 하는 한국 내 초청 연수, 2차 연수는 2017년 2월 5일 간 엘살바도르 현지연수로 진행했다.

□ 관개수로 공사

관개 수로는 23조 10.8km, 구조물은 잠관, 낙차공, 분수공, 유말공, 수로교, 진입로 등이고 시공 기간은 2016년 6월 7일까지 2017년 6월 6일까지 12개월이며 공사비는 \$1,414,712이다.

관개 시설 노선 및 관개 구역은 관정의 공변에 따라 정했다. 모두 7개 구역, 주 간선과 1차 지선, 2차 지선으로 구분했다.

시공 과정에서 일부 노선은 주민의 의견을 반영하여 일부 수정했으며 관개용 수로는 시방서에 명시된 방식으로 지형 측량, 터파기, 잡석 보조기층 부설 및 다짐, 소일 시멘트 바닥 타설, 벽돌 쌓기, 몰탈 치장 순으로 시공했다.



사진 3. 몰탈 치장



사진 4. 4-2호 간선수로 완료



사진 1. 수로 기초 콘크리트 설치



사진 2. 수로 벽돌쌓기

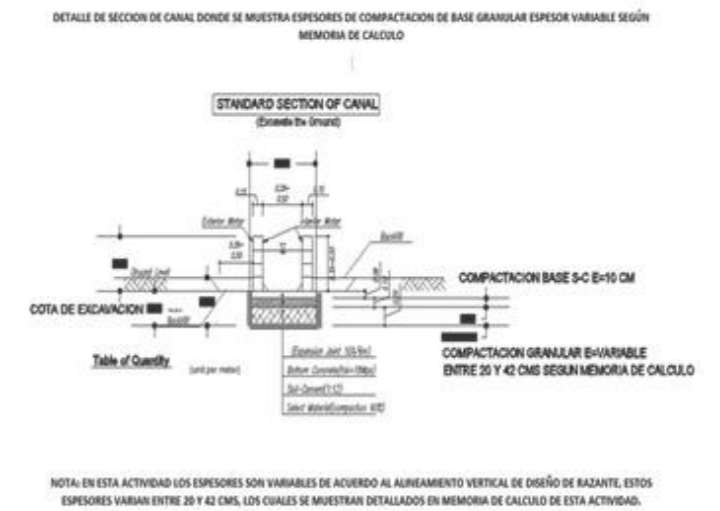


그림 2. 관개수로 공사 시설 계획 및 개거 표준 단면도

□ 지하수 개발 공사

지하수 개발은 관정 7개소 (평균 심도 100m, 양수량 900gal/min, 구경 17.5인치)를 개발하는 공사로서 주요 공종은 관정굴착, 우물 자재 설치 (구경 12인치 PVC파이프), 수중 모터 펌프 설치 (480V x 50마력, 구경 6인치 강관), 조작 패널 설치, 전기 인입 연결 공사이며 공사 기간은 2016년 6월 7일부터 2017년 4월 4일까지 10개월, 공사비는 \$399,220이다.

지하수 개발은 표준 개발 심도와 구경을 설정한 후 일반 시방서와 기술 시방서에 따라 시공했다. 착정 예정 위치에 표토 처리를 하고 3m 구경 22인치 케이싱을 설치했다.

이후 17 1/2 인치 트리콘 비트로 계획 심도까지 굴진 했다.

굴진하는 동안 채취된 시료를 분석했으며 계획 심도까지 굴진 한 후 우물 검증을 실시하여 공 내 대수층의 분포 구간을 파악하고 우물 자재 배열을 설계했다.

우물 자재 설치 후 자갈을 충전하고 에어 컴프레서를 이용하여 공 내 세척 후 24시간 동안 양수 시험을 실시했다.

수중 모터는 샤프트 방식으로 지상에서 모터가 회전하고 수중의 펌프에 동력이 전달되는 형식이다. 양수 시험 후 굴착공의 보호를 위해 수중 모터 설치 전까지 보호공을 설치하고 부지 정리를 했다. 우물 자재 및 충전 자재는 시방서에 명시된 규격 제품을 사용했다.

시설물은 크게 급수 시설(지하수 개발공), 양수 시설(수중 모터 펌프 및 전기 시설), 이용 시설(급수 관로)로 구분할 수 있다.



사진 5. 2호 관정 굴착



사진 6. 5호 관정 양수시험



사진 7. 6호 관정 시공

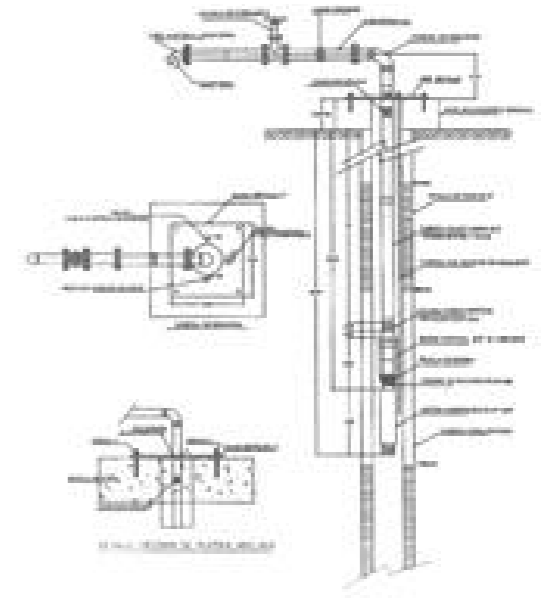


그림 3. 수중 모터 설치 단면도

□ 태양광 발전 시설 공사

태양광 발전 용량은 250 kWp이며 시설 형태는 지상 고정식(Fixed tilt type on ground), 배역 방식은 Grid connected type, 계약 기간은 2016년 7월 5일부터 2017년 9월 29일 까지 16개월, 사

업비는 \$ 498,955이다. 태양광 발전 시설은 관정의 운영과 유지 관리에 필요한 경비를 마련할 목적으로 계획됐다. 발전된 전력은 현지 전기 회사에 판매한 수익을 적립하여 시설물의 운영과 수중 모터 사용 전기요금을 납부하게 된다.



사진 8. 태양광 패널 지지대 설치



사진 9. 태양광 패널 설치



사진 10. 패널 설치 완료



사진 11. 드론 촬영 영상

□ 전기 인입 시설 공사

전기 인입 시설 공사는 관정 7 개소, 조합 건물 1 동, 수전 설비를 설치하는 공사로서 수전 용량은 관정(주상 변압기 25kVA x 3대)75kVA, 조합 건물 25kVA이며 계통전압(grid voltage)은 22.9kV, 수전 전압은 관정 3상 480V, 조합 건물 1상 110V or 220V이며 계약 기간은 2016년 7월 5일부터 2017년 4월 6일까지 9개월, 사업비는

\$217,298이다.

전기 인입 설비는 관정에 설치된 수중 모터 펌프에 전력을 공급하기 위한 관정용 수전 설비와 조합 건축에 전력을 공급하는 건축용 수전 설비로서 관정용 수전 설비는 관정 인근의 배전 선로에서 수전 받는 설비이며 인입 전주, 수전용 고압 개폐기, 수전용 주상 변압기, 수전반, 관정 제어용 전기실 건축 등으로 구성되며, 건축용 전기 설비는 조합 건축 인근에 주상 변압기를 설치하였다.



사진 12. 전기 전신주 부속 자재 설치



사진 13. 7호 관정 변압기 설치 완료

기설 관로와 관정 간 전주를 설치했으며 설치된 전주 간 케이블 연결 작업을 완료했으며 2m의 기

초를 굴착하고 콘크리트 전주를 설치하고 지지 케이블 설치, 케이블 연결 순으로 시공 했다.

□ 조합 건물 공사

조합건물의 지원 목적은 농민 조합 활동의 활성화, 관개 시설의 유지 관리 및 지원 기자재의 활용도 제고를 통한 사업의 효과와 지속성 증대이다.

KOICA 엘살바도르 사무소의 건축 담당 직원이

현지 조사, 개략 설계 및 공사비 산출을 지원했다. 대지 면적 10,000㎡에 조합 사무실 및 회의실 용도의 조합건물 1동 250㎡, 농기계 보관소 432㎡, 방범용 울타리를 설치하는 계획이며 시공 감리는 코이카 현지 사무소에서 수행했고 계약 기간은 2016년 6월 7일부터 2017년 4월 7일까지 10개월이며 공사비는 \$385,956 이다.



사진 14. 건축 기초 타설



사진 15. 벽체 블록쌓기 완료



사진 16. 농민 조합 건물



사진 17. 2호 관정 관리실

□ 농민 지원 사업

농민지원사업은 농축산부 센터(CENTA) 주관으로 진행한 수박 재배 관련 교육(2014.10.31), 농작물 종합 관리 및 농약 사용법 교육(2014.11.07), 관개 시설 운영 관리 현장 교육 및 인근 관개

지구 방문 (2014.11.21), 물 관리 요령 및 비료 사용법 교육 (2014.11.28), 자체 농민 교육 (2014.12.05), 영농 기계 관리 및 운전 교육 (2017.05.17) 등 총 16회 사업기간 내 수시로 주민들에게 필요한 교육을 진행했다.

진행했고 2차 연수는 2017년 2월 27일부터 3월 3일까지 5일 간 공무원과 농민 55인을 대상으로 조합운영, 액션플랜 수립, 시설물 유지관리 등 사

업 준공 후 유지관리와 사업효과 증대를 위한 맞춤형 교육 프로그램을 엘살바도르 현지에서 진행했다.



사진 18. 농작물 종합 관리 및 농약 사용법 ('14.11)



사진 19. 영농 기계 관리 및 운전 교육('17.05)



사진 22. 수원국 내 현지 연수 현장 실습



사진 23. 수원국 내 현지 연수 수료식

□ 초청 연수

사업과 관련된 엘살바도르 공무원 및 농민들에 대

한 연수를 2회 진행했으며 1차 초청연수는 2013년 10월 24부터 11월 6일까지 14일간 공무원과 농민 15인을 대상으로 하는 한국 내 초청 연수로

□ 장비 인도식, 준공식

2017년 2월 20일 엘포르베니르 조합 건물 내 행사장에서 오르테즈(Orestes Ortez) 농축산부 장관, Gilerto Delgado Gonzalez 산타나 주 지사,

Hortensia Margarita Lopez 국회의원, 엘포르베니르 시장 등 124인이 참석하여 장비 인도식을 진행했고 농축산부 장관은 엘살바도르 농업 발전을 위한 대한민국의 지원에 대해 감사의 말씀을 전했다.



사진 20. 국내 초청 연수 개강식



사진 21. 국내 초청 연수 강의



사진 24. 장비 인도 물품(트랙터 등)



사진 25. 장비 인도식 장관 인사 말씀

2017년 7월 27일 사업 준공을 기념하고 사업 성과를 홍보하기 위해 수원국 대통령과 내외 귀빈을 초청하여 준공식을 시행했으며 수원국 측은 세렌(Salvador Sanchez Ceren) 대통령, 오르테즈(Orestes Ortez) 농축산부 장관, Hugo Martinez 외무부 장관, 엘포르베니르 시장, 농민조합 측 Rodolfo Rivas 조합장 등 106인이 참석했고 •코이카는 정우용 사업개발이사, 강승헌 과장, 이종수 엘살바도르 사무소장, 백남권 전문위원, 리카

르도 전문가 외 5인, PMC 한국농어촌공사 김봉균 PM 등 11인이 참석했다. 세렌 대통령은 축사에서 KOICA의 지원에 감사한다고 사의를 표하면서 농촌개발사업은 엘살바도르의 기후변화 문제와 농업 생산성 향상이라는 두 개의 과제를 동시에 해결할 수 있는 매우 의미 있는 사업이며, 앞으로 이 지역의 농촌개발 모델을 전국적으로 확대할 계획이라고 말씀했다.



사진 26. 준공식 대통령 인사 말씀



사진 27. 대통령, 농축산부장관 7호 관정 수문 개방

### □ 사업 성과

이 사업을 통해 쌀 생산 기반 조성에 필수적인 용수원 관정 7개소, 관개 수로 10km 를 조성하였고 농민조합의 운영을 위한 농민조합 사무소, 다목적 창고를 설치했고, 관정 운영 비용을 충당하기 위한 250kw급의 태양광 발전 설비를 설치했다. 또한 자율적이고 지속 가능한 농민조합 운영을 위

해 농민 교육과 농기계, 사무실 운영 기자재 지원, 초청 연수 2회, 현지 연수 1회 등 농민 지원 사업을 성공적으로 수행했다.

본 사업은 엘살바도르 정부의 경제개발 계획 및 농업 개발 계획에 따른 수요 요청에 따라 농업 생산성 증대, 지역 농민의 소득 증대, 지역 경제 활성화를 목표로 추진된 사업으로 사업 추진 과정에서 수원국 농축산부는 개별 전문 분야별 공무원을

전담 배치하여 공사 감리와 사업 행정 지원을 지원함으로써 성공적으로 사업을 마무리할 수 있었으며 엘포르베니르 농민조합의 조합원은 태양광 부지와 관정, 관개 수로 부지를 무상으로 농축산부에 제공하여 사업비 추진에 적극 협조했고 2회

의 초청 연수와 수시 농민 교육에 적극 참여하는 등 사업 참여 의지가 높았으며 농업용수를 활용한 쌀 생산과 소득 향상 의지가 강하여 지원 사업의 효과 측면에서도 매우 효과적인 사업으로 판단된다.



사진 28. 코이카 시공사 월간 협의회(17.3)



사진 29. 농축산부 코이카 합동 협의회(17.6)

### □ 사업 효과

관개 시설과 태양광 발전 시설 사업을 성공적 수행하여 대한민국의 농촌 용수 개발, 관개 배수 시스템, 유지 관리의 선진 기술을 엘살바도르에 전수하여 국가 이미지 향상과 양국 우호 관계 증진에 기여했다.

사업의 단기 효과는 용수 공급 및 배수 체계가 구축으로 농업 생산성이 150% 향상됐으며 향후 시설물 유지관리와 농작물 생산을 위해 조합원 55인으로 구성된 농민 조합이 결성됐고 태양광 발전

시설을 설치하여 관정 가동 비용과 제반 유지 관리 비용을 충당할 수 있는 유지관리 체계를 구축했으며, 특히 농축산부에게 최초로 태양광 발전 수익을 창출할 수있는 행정 처리를 지원하여 향후 본 사업과 동일한 사업을 진행할 수 있는 행정 기반을 제공했다.

엘살바도르는 농업 및 농촌 개발 분야에서 한국의 경험과 기술을 전수받기를 원하고 있으며 사업 수요도 높은 편이므로 향후에도 유사 사업의 연계 추진 시 국격 제고에도 크게 기여할 것으로 판단된다.

□ 향후 계획

사업 지속성 지원을 위해 농업 생산성 향상의 기본 인프라인 관개 사업이 유지 확산되도록 지속적인 관리와 지원이 필요한 상황이며 수원국은 자체적으로 시행하고 있는 인적 역량 강화 프로그램,

유지 관리 기술과 농민조합 운영 교육, 제공 시설 및 기자재 사후 관리 교육의 지속적으로 지원하고 있으며 지속적으로 교육을 실시할 예정이다. 향후 사업성과 보고 및 평가를 위한 최종 보고회를 개최할 예정이며 시설물 준공 2년 경과 후 종료 평가를 진행할 계획이다.

자료기간 반영에 따른 계획빈도 증발산량의 변동특성 분석

Analysis of changes in evapotranspiration for irrigation system design according to the increase of data period

정인균\* 신안국\*\* 박진성\*\*\* 강수만\*\*\*\* 정광욱\*\*\*\*\*  
In-Kyun Jung An-Kook Shin Jin-Sung Park Su-Man Kang Kwang-Wook Jung

요약

본 연구의 목적은 단위용수량 결정에 필요한 재현기간 10년빈도 최대증발산량을 산정함에 있어 자료기간(지속기간) 반영에 따른 산정결과의 차이를 파악하는데 있다. 수원, 서산관측소의 1968년 1월부터 2017년 11월 기간의 기상자료를 반영하여 감자, 고추, 마늘, 무, 이앙재배시의 연최대 증발산량을 산정하였다. 재현기간 10년빈도 최대증발산량을 산정을 위한 최소의 자료기간으로 25~35년이 검토되었다. 최소 자료기간을 30년으로 하여 1년씩 이동시키면서 재현기간 10년빈도 최대증발산량을 분석한 결과 최대값과 최소값의 차이는 수원 1.41~4.87mm/10day, 서산 1.03~3.77mm/10day을 나타내었다. 최소 자료기간을 30년으로 하여 1년씩 누적시키면서 산정한 결과에서는 수원 0.68~1.73mm/10day, 서산 0.33~1.86mm/10day의 차이를 나타내었다. 두 방법 모두 감자, 무, 이앙기의 재현기간 10년빈도 최대증발산량 산정결과가 증가의 경향을 나타내었으며, 최근이 봄, 가을 가뭄현상이 반영된 결과라고 볼 수 있다. 단위용수량 산정시 연 최대증발산량의 지속시간을 이동하거나 누적하는 다각적 분석을 통해 재현기간 10년빈도 최대증발산량을 결정할 필요가 있을 것으로 판단된다.

핵심용어 : 단위용수량, 증발산량, 자료기간, 재현빈도

Abstract

The purpose of this study is to evaluate the change of upland crop and rice evapotranspiration of 10-year return period according to the data period (duration) of annual maximum evapotranspiration. To estimate the annual maximum evapotranspiration of potato, red

\* 사단법인 한국수계환경연구소 연구책임(nemoik@nate.com)  
\*\* 한국농어촌공사 농어촌연구원 과장(2070161@ekr.or.kr)  
\*\*\* 사단법인 한국수계환경연구소 선임연구원 (slpark01@nate.com)  
\*\*\*\* 사단법인 한국수계환경연구소 선임연구원 (csttop98@nate.com)  
\*\*\*\*\* 사단법인 한국수계환경연구소 연구소장 (cck30@nate.com)

pepper, garlic, radish and rice paddy, the weather data from 1968 to 2017 at the Suwon and Seosan ASOS were used. The proper data period was evaluated to be at least 25 to 35 years or more for frequency analysis. In order to evaluate the temporal change of the 10-year evapotranspiration of each crop, the 30-year data period was moved from 1968 to 2017 with one year lag. Suwon and Seosan showed changes of 1.41 - 4.87 mm/10day and 1.03 - 3.77 mm/10day respectively. And the 30-year data period was cumulated from 2017 to 1968 by one year, Suwon and Seosan showed changes of 0.68 - 1.73 mm/10day and 0.33 - 1.86 mm/10day respectively. In both methods, the 10-year evapotranspiration of potato, radish and transplanting period of rice was showed increasing trend reflecting drought in spring and autumn season recently. In the estimation of unit irrigation water, it is necessary to estimate the 10-year evapotranspiration considering the various data period.

keyword : unit irrigation water, evapotranspiration, data period, return period

## I. 서론

농업생산기반정비사업계획에서 수원공이나 수리시설물의 규모는 농촌지역의 생활용수, 공업용수, 농업용수, 축산용수, 환경용수, 소수력 발전용수, 관광용수 등의 발생 가능한 용수수요량을 검토하여 결정하게 된다.

이 중에서 농업용수는 대상지역의 기상조건, 토지이용계획, 작부체계, 물관리 시기 및 방법 등을 고려하여 검토하게 되는데, 용수로와 같은 수로 구조물의 통수단면 제원이나 양수장의 양수량 결정은 생육시기별 최대용수량을 통과시킬 수 있거나 공급할 수 있는 규모로 결정하는 것이 일반적

이며 단위용수량을 통해 결정한다. 단위용수량(1 m<sup>3</sup>/s/ha)은 취수시설, 송수시설 등 수리시설물의 규모를 결정하기 위한 것으로 생육시기별 증발산량을 산정하고 이로부터 생육시기별 연최대치계열의 증발산량을 정리하여 10년 빈도의 증발산량을 산정한 후 영농방식, 물관리방식에 따른 재배관리용수량, 침투량, 작부 및 관개효율 등을 반영하여 최종적으로 결정하게 된다.

산정된 단위용수량에 용수구역의 지배면적을 반영하면 각 구역의 용수공급을 위한 설계용수량이 되므로 생산기반정비사업의 계획 및 설계에서 가장 기본이 되는 인자라고 할 수 있다.

단위용수량의 산정은 논과 밭에 따라 산정방법은

다르지만 작물에서 소비되는 증발산량의 산정결과가 기초자료가 된다. 따라서 단위용수량 산정은 기온, 풍속, 습도, 일조시간, 일사량 등 기상요소의 변화에 가장 많은 영향을 받는다고 할 수 있다. 한편, 『농업생산기반정비사업 계획설계기준(관개편), 1998.』에 따르면 영농계획, 용수계획, 수리시설계획을 위한 기상관측자료는 20년 이상의 장기간일수로 좋으며 부득이한 경우라도 최소 10년 이상의 자료를 수집할 것을 제시하고 있으며, 『물관리 및 유지관리편람, 1997』에서는 영농계획, 용수계획, 배수계획 수립을 위한 지구내외의 기상자료는 20~30년 이상의 장기간이 바람직하며 최소 10년 이상의 자료를 수집할 것을 제시하고 있다. 현재는 이와 같은 기준을 제시한 시점으로부터 20여년이 경과된 상황으로서 필요한 기상요소를 30년 이상 보유한 지상관측지점은 2016년 기준으로 73개소에 이른다. 따라서 최근의 생산기반정비사업의 수문분석에서는 30년 이상의 기상자료를 반영하여 단위용수량을 산정하는 사례를 다수 찾아볼 수 있다.

그러나 2000년대 이전까지는 가뭄 피해가 6~7년 주기로 나타났다면, 2000년대 들어서는 가뭄발생 빈도가 증가하고 있는 추세로서 2013년부터는 거의 매해 가뭄피해가 발생하고 있어 가뭄상시화의 우려도 예상되고 있는 상황이다.

이와 같은 기상여건이 변화되고 있는 상황에서, 과거의 기상자료로부터 산정된 증발산량을 통계적인 분석을 통해 단위용수량을 산정하고 시설의 제원을 결정하는 것과 관련하여 기상자료의 기간을 어떻게 반영해야 할 것인가에 대해 파악해 볼 필요가 있다고 생각된다. 작물의 작부시기에 따

라 차이가 있을 수 있으나 가뭄으로 인해 잠재증발산량이 증가하는 경향이 나타나는 경우 산정된 연도별 순최대증발산량을 전체기간에 대하여 반영하는가 아니면 최근의 시점으로부터 20~30년까지로 한정하여 반영하는가에 따라 단위용수량 산정 값에 차이가 있을 수 있기 때문이다.

본 연구에서는 단위용수량 결정에 필요한 10년 빈도 최대증발산량 산정에서 연도별 최대증발산량의 자료기간을 달리 반영하여 분석해 봄으로써 어떠한 차이를 나타내는지를 파악해보고자 한다. 작부시기에 따른 영향을 파악해 볼 수 있도록 이앙재배 및 주요 밭작물을 대상으로 분석 하였다.

## II. 자료 및 방법

### 2.1 기상자료

본 연구에서는 경기 충청권에 위치한 기상청 산하 기상관측소 중에서 분석에 필요한 기상요소인 평균기온, 상대습도, 평균풍속, 일조시간이 비교적 결측이 많은 연도를 제외하고 40년 이상 장기간의 자료를 보유하고 있는 수원, 서산의 2개 지점을 선정하였다. 수원관측소는 경기도 수원시 권선구 서둔동에 위치하고 있으며, 1964년 1월부터 관측이 시작되었다.

1967년 1월까지 일조시간에 결측값이 부분적으로 발견되나 그 이후의 자료는 2011년의 강수가 발생하였던 10월 중순의 3일간의 일조시간 값이 결측인 것을 제외하면 1968년부터 50년간의 자료 활용이 가능하다.

서산관측소는 충청남도 서산시 수석동에 위치하고 있으며, 1968년 1월부터 관측이 시작되었다. 분석에 필요한 기상요소 모두 결측이 없어 현재까



지 50년간의 자료 활용이 가능하다.

본 연구의 목적인 자료기간에 따른 10년 빈도 최대증발산량을 비교하기 위해서는 서로 다른 위치에서 관측된 자료일 지라도 동일한 기간을 가지는

자료의 준비가 필요하며, 이와 같은 측면에서 선정된 2개 관측지점은 1968년 1월부터 2017년 11월까지 50년의 동일한 기간의 기상자료를 활용할 수 있는 지점이다.

표 1. 대상관측소의 기상요소별 기초통계

관측소	단위	평년	평균	표준편차	왜곡도	변동계수	
수원	연강수량	mm	1312.3	1304.6	271.85	0.58	0.21
	연평균기온	℃	12.1	11.9	0.96	0.02	0.08
	평균풍속	m/s	1.67	1.65	0.18	0.67	0.11
	상대습도	%	69.6	70.7	3.93	-0.68	0.06
	일조시간	hr	2162.8	245.6	216.72	0.93	0.10
서산	연강수량	mm	1285.7	1238.4	301.13	0.65	0.24
	연평균기온	℃	11.9	11.9	0.58	0.19	0.05
	평균풍속	m/s	2.37	2.34	0.31	-0.07	0.13
	상대습도	%	74.2	75.4	2.80	0.11	0.04
	일조시간	hr	2178.8	2206.9	153.10	-0.16	0.07

수원과 서산관측소의 기상자료 중 본 연구의 증발산량산정에 필요한 기상요소들과 연강수량을 그림 1, 그림2와 같이 선형회귀방법에 의한 추세선을 포함하여 도시하였다.

수원관측소의 연강수량, 평균기온, 평균풍속, 상대습도, 일조시간의 평년값은 각각 1312.3mm, 12.1℃, 1.67m/s, 69.6%, 2162.8시간으로 평균기온과 평균풍속은 증가의 경향성을 뚜렷하게 나타내고 있으며 2000년대 들어 대체로 평년보다 높은 값을 나타내고 있다.

상대습도는 지속적인 감소 추세를 보이고 있으며, 연간일조시간은 2006년을 기점으로 감소하는 추세가 증가추세로 변화되었음을 보이고 있다.

서산관측소의 연강수량, 평균기온, 평균풍속, 상대습도, 일조시간의 평년값은 각각 1285.7mm, 11.9℃, 2.37m/s, 74.2%, 2178.8시간으로 수원관측소와 같이 뚜렷한 경향성을 나타내는 기상요소는 보이지 않으나 평균기온이 완만한 증가를 나타내고 있다.

평균풍속은 2011년 이후 급격하게 감소하였으나 연간일조시간과 상대습도는 2010년을 기준으로 다시 증가의 추세를 나타내고 있는 것으로 파악된다. 서산관측소의 특이사항으로는 2012년부터 평균기온, 상대습도, 일조시간이 급격한 증가추세를 나타내고 있다는 것이다.

이것은 잠재증발산량을 증가시킬 수 있으나 상대

적으로 풍속이 현저히 감소하였기 때문에 이로 인한 영향은 상쇄될 것으로 예상된다. 연강수량은 두 관측소 모두 약한 증가 추세를 나타내고 있지만 변동성이나 편차가 크기 때문에 경향성을 판단

할 수 없으나 두 관측소 모두 2013~2017년까지의 평년대비 연강수량 평균비율 수원 81%, 서산 71%로 최근의 강수량 부족을 나타내고 있다.

그림 1. 연도별 기상요소 및 선형회귀에 의한 변화추세 (수원, 1968~2016)

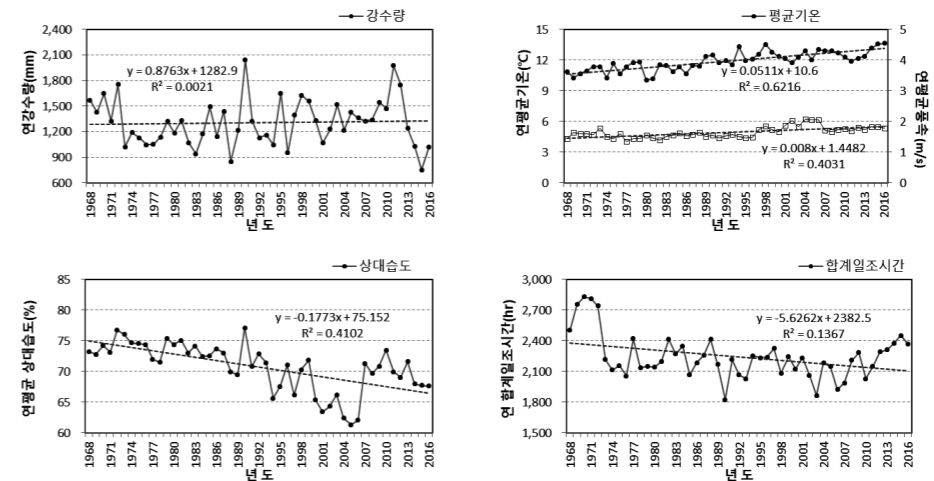
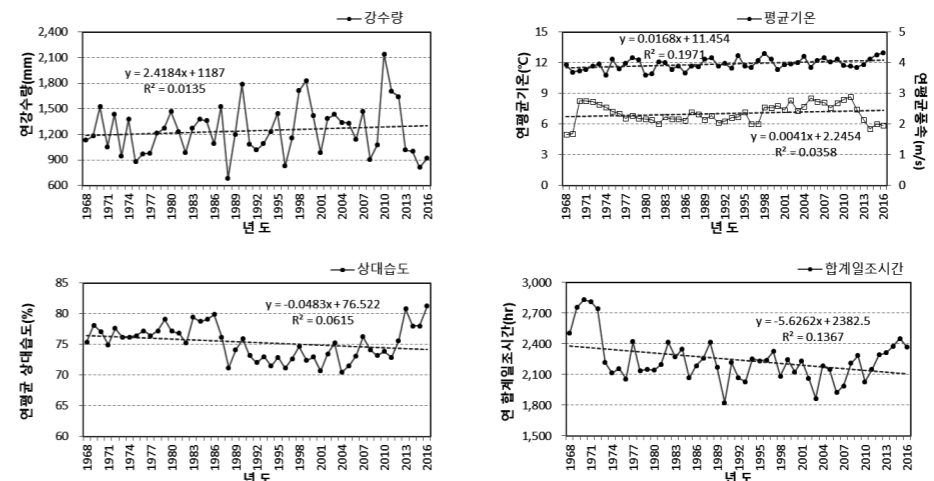


그림 2. 연도별 기상요소 및 선형회귀에 의한 변화추세 (서산, 1968~2016)



2.2 단위용수량 결정을 위한 증발산량 산정방법  
농업용수량은 영농을 위하여 관개하는 수량으로 계절적인 온도, 강수량 등의 기후변화뿐만 아니라 작물의 생육시기에 따라 다르므로 영농을 위하여 부족하지 않을 만큼 필요한 수량에 대한 기준이 필요하다.

따라서 계획 기준년도에서 물을 가장 많이 필요로 하는 시기의 단위면적에 대한 단위시간당 소요되는 용수량을 설계용수량으로 하고 이를 단위용수량이라고 한다.

용수로와 같은 수로구조물의 통수단면은 벼 생육기간 중 필요한 생육기별 최대용수량을 통과시킬 수 있는 단면으로 설계하는 것이 보통이며 작물이 물을 가장 많이 필요로 하는 시기는 일반적으로 작물의 성장이 최고로 왕성하여 증발산량이 최대가 되는 시기이거나 씨레질 용수나 이앙용수를 공급하는 시기가 되므로 이를 상호 비교하여 결정

하게 된다. 발 관개 계획에서는 작물종류, 재배면적, 작부체계, 작무시기, 관개효율 등을 고려하여 지구내 관개시설계획에 이용 할 수 있도록 단위용수량을 산정한다(농림수산식품부, 2009). 단위용수량 계산에 필요한 중요 요소는 작물의 소비수량으로서 증발산량 산정식을 이용하는데 논과 밭에서의 산정식을 달리 적용한다.

논에서의 증발산량은 Doorenbos & Pruitt (1977, FAO-24)의 수정 Penman공식으로 산정한다. 기상요소를 반영하여 잠재증발산량을 산정하고 『농업생산기반정비사업 계획설계기준 (관개편), 1998.』에 제시된 작물계수를 반영하여 논에서의 실제증발산량을 계산한다.

수정 Penman공식은 복합적인 기상요인을 고려하기 때문에 정확성이 높고 일단위 잠재증발산량을 산정하고 있어 관개계획 수립에 많이 이용되고 있으며 식(1)과 같다.

$$ET_p = C [W \cdot Rn + (1 - W) \cdot f(u) \cdot (e_a - e_d)] \quad (1)$$

여기서,  $ET_p$ 는 잠재증발산량(mm/day),  $W$ 는 기온과 관련된 가중계수,  $Rn$ 은 순일사량(mm/day),  $f(u)$ 는 풍속과 관련된 함수,  $(e_a - e_d)$ 는 포화수증기압과 공기의 평균 실제 수증기압과의 차,  $C$ 는 주야의 기상조건에 따른 효과를 보정하기 위한 조정계수이다.

밭은 논에 비해 작물의 종류가 많기 때문에 수요량의 추정방법을 정의하기 어려우나 국제식량

농업기구(FAO)에서 추천하고 있는 Penman-Monteith (Allen et al., 1998) 방법을 적용하여 증발산량을 산정하고 있다.

Penman-Monteith법은 여러 연구에서 가장 정확한 방법으로 인정받고 있으며 기존 Penman법의 단점을 보완하여 전 세계적으로 작물 필요수량에 대하여 일관된 값을 제공하고 적용성이 뛰어난 것으로 알려져 있으며 식(2)와 같다.

$$ET_o = \frac{0.408 \Delta (R_n - G) + \gamma \frac{900}{T + 273} U_2 (e_a + e_d)}{\Delta + \gamma(1 + 0.34 U_2)} \quad (2)$$

여기서,  $ET_p$ 는 잠재증발산량(mm/day),  $Rn$ 은 순일사량(mm/day),  $(e_a - e_d)$ 는 포화수증기압과 공기의 평균 실제 수증기압과의 차,  $T$ 는 평균온도,  $U_2$ 는 수증기압 곡선,  $\gamma$ 는 습도상수(kPa/°C),  $G$ 는 토양으로 흡수되는 열 유동량(MJ/m<sup>2</sup>/day)이다.

식(1)과 (2)를 이용하여 생육기간에 대해 일간격의 잠재증발산량을 산정하고 작물계수를 반영하

여 증발산량으로 환산한다. 농촌용수 개발사업의 설계기준은 10년빈도 한발시에도 용수공급이 가능하도록 설계되어야하는데, 증발산량 산정결과를 순별로 합산하고 이 결과로부터 구한 연최대치계열 증발산량을 식(3)과 (4)의 Gumbel-Chow의 방법으로 빈도분석하여 10년빈도 최대증발산량을 산정한다.

$$X_T = \bar{X} + \sigma K_T \quad (3)$$

$$K_T = -\frac{\sqrt{6}}{\pi} \left\{ 0.5772 + \ln \left[ \ln \left( \frac{T}{T-1} \right) \right] \right\} \quad (4)$$

여기서,  $\bar{X}$ 는 수문량의 평균치,  $\sigma$ 는 표준편차,  $T$ 는 재현기간,  $K$ 는 빈도계수로서 Gumbel-Chow

법에서는 재현기간  $T$ 와 식(4)의 관계가 있으며, 재현기간 10년 빈도의 값은 1.304이다.

2.3 연최대치계열 증발산량 반영기간의 검토방법  
재현기간 10년빈도 최대증발산량 산정시 연최대치계열의 증발산량의 반영기간에 따른 산정결과 차이를 파악하기 위하여 최소자료기간의 범위, 자료기간의 이동과 누적에 따른 최대증발산량의 변동성을 분석하였다.

이 방법은 안재현 등(2000)이 확률강우량 산정시 자료기간의 반영에 따라 확률강우량의 거동이 어떠한 특성을 보이는지를 분석하는 연구에서 사용한 방법이다.

첫 번째로, 사용되는 자료의 기간이 빈도해석결과에 미치는 영향을 파악하기 위해서는 비교적 안

정적인 10년빈도 최대증발산량을 추정할 수 있는 최소한의 자료수가 어느 정도인지를 우선적으로 판단해볼 필요가 있다. 이를 위해 연최대치계열의 증발산량을 최소10년에서 최대45년까지 자료년수를 1개년씩 증가시켜 반영하고 자료기간별로 계산된 10년빈도 최대증발산량의 분산을 비교해 봄으로써 분산의 변동이 작은 기간을 최소자료기간으로 선정하고자 한다.

두 번째로, 최소자료기간을 반영하여 1년씩 점진적으로 이동시키면서 10년빈도 최대증발산량을 산정하여 변화를 검토하는 방법으로 시기에 따른 변화를 파악하고자 한다.

마지막으로 최근년도를 기준으로 최소자료기간을 1년씩 늘어가면서 최소자료기간과 그 이전의 자료가 누적되어 반영되는 경우의 10년빈도 최대증발산량을 산정함으로써 최근의 기간을 포함하는 것과 관측개시 이후의 모든 자료를 포함하는 것에 따른 산정결과의 차이점을 파악하고자 한다.

### III. 결과 및 고찰

#### 3.1 연최대치계열 증발산량 산정결과

생육시기에 따라 최대증발산량 산정결과가 달라질 수 있으므로 감자, 고추, 마늘, 무, 이앙재배에 대하여 식(1)과 식(2)를 이용하여 1968년부터

2017년까지의 50년 기간의 잠재증발산량을 산정하였으며, 그림 3과 같이 한국농어촌공사의 수리시설물모의조작시스템(HOMWRS)에 반영된 작부시기별 작물계수를 분석에 반영하여 작물별 시기별 증발산량을 산정하였다.

가을작물인 무의 경우 11월 중순에 경작이 종료되므로 2017년 11월까지의 자료를 포함하여 분석하였다.

빈도분석을 위하여 산정된 일 증발산량을 순 증발산량으로 정리하고 연도별 최대값을 추출하였다. 이렇게 준비된 관측소별 작물별 연 최대치 순 증발산량 계열은 표 2와 같다.

그림 3. 대상작물의 생육기간별 작물계수

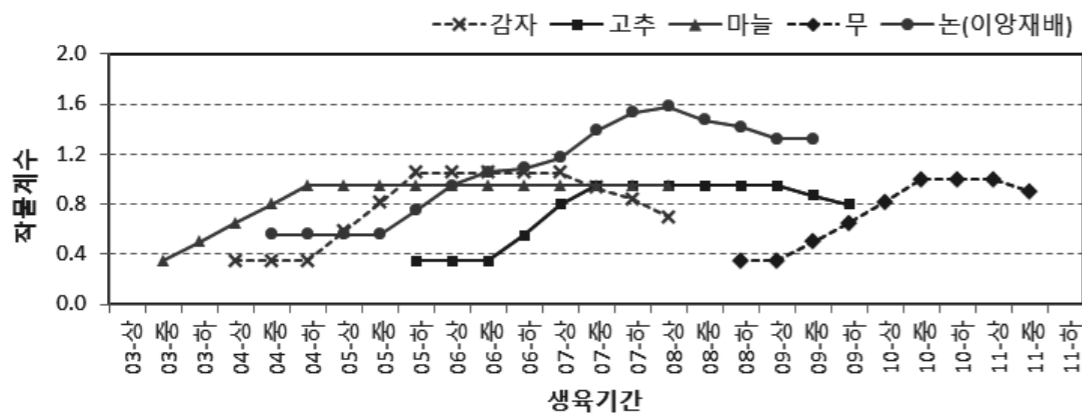


표 2. 관측소별 작물별 연 최대치 순 증발산량 계열

년도	수원 (mm/10day)						서산 (mm/10day)					
	밭작물				논(이앙재배)		밭작물				논(이앙재배)	
	감자	고추	마늘	무	이앙기	본답기	감자	고추	마늘	무	이앙기	본답기
1968	48.25	41.93	43.65	15.49	38.24	76.08	47.58	44.59	44.59	39.56	39.56	80.76
1969	47.21	41.51	42.72	18.40	43.38	75.80	43.05	37.45	38.95	41.17	41.17	64.14
1970	43.70	40.56	39.54	18.80	45.79	70.58	40.93	40.87	37.04	39.32	39.32	72.30
1971	45.30	41.71	41.71	18.65	43.29	74.57	38.75	41.14	41.14	36.45	36.45	76.80
1972	49.34	52.16	52.16	18.50	51.23	96.05	48.09	43.48	43.51	51.91	51.91	80.79
1973	45.31	43.01	43.01	16.84	42.47	77.44	45.76	48.29	48.29	45.66	45.66	88.55
1974	41.99	38.02	37.99	15.98	36.65	66.42	43.31	42.19	39.18	40.00	40.00	75.45
1975	43.42	39.27	39.28	17.08	35.87	69.13	43.99	42.07	39.80	36.38	36.38	73.81
1976	46.11	40.35	41.72	16.36	37.97	74.31	47.35	40.36	42.84	40.07	40.07	76.49
1977	49.47	52.53	52.53	17.64	39.67	94.71	46.15	51.96	51.96	40.39	40.39	94.51
1978	48.41	51.70	51.70	17.07	45.01	95.81	51.59	53.34	53.34	48.74	48.74	96.21
1979	45.51	38.28	41.18	18.70	36.43	70.72	47.45	35.03	42.93	39.20	39.20	62.45
1980	46.46	31.18	42.03	17.92	39.12	59.03	46.56	34.88	42.12	41.11	41.11	65.08
1981	45.17	44.38	44.38	16.32	42.44	81.48	46.70	46.25	46.25	44.34	44.34	84.78
1982	47.60	38.55	43.07	17.70	45.20	69.81	51.39	41.16	46.50	46.89	46.89	74.47
1983	48.62	42.99	43.99	16.09	51.39	76.42	48.28	40.66	43.68	50.92	50.92	71.48
1984	42.83	42.61	42.61	18.95	43.17	78.70	44.95	42.65	42.65	45.20	45.20	78.40
1985	44.65	48.00	48.00	17.09	40.83	87.89	47.68	53.92	53.92	41.76	41.76	97.97
1986	44.82	34.76	40.55	15.84	42.81	63.77	43.05	39.30	39.30	45.59	45.59	71.39
1987	47.08	31.88	42.59	18.41	43.63	56.17	46.45	32.40	42.03	45.38	45.38	58.85
1988	50.49	42.96	45.68	18.34	34.73	78.08	50.42	44.82	45.62	38.81	38.81	80.96
1989	44.18	44.61	44.61	16.40	45.27	84.79	45.86	45.98	45.98	44.18	44.18	86.31
1990	38.42	42.44	42.44	18.47	37.87	76.36	40.09	44.75	44.75	39.50	39.50	80.69
1991	43.06	39.38	38.96	18.78	39.23	72.00	41.17	38.44	37.67	39.70	39.70	69.53
1992	43.35	35.89	39.22	17.47	39.07	66.09	46.04	40.12	41.66	44.59	44.59	76.90
1993	46.81	33.67	42.35	19.08	39.95	64.21	47.17	36.01	42.67	45.20	45.20	62.07
1994	47.60	51.27	51.27	17.91	46.49	97.60	49.65	56.15	56.15	47.29	47.29	103.51
1995	42.08	47.43	47.43	17.09	40.43	88.69	44.03	48.43	48.43	44.60	44.60	91.65
1996	46.76	42.17	42.30	18.20	41.62	74.19	48.68	42.89	44.05	40.10	40.10	77.69
1997	48.68	48.17	48.17	21.04	46.16	88.35	49.20	47.26	47.26	41.43	41.43	87.15
1998	50.48	47.08	47.08	20.68	42.00	90.82	48.81	46.49	46.49	40.73	40.73	89.19
1999	46.45	41.65	42.03	17.33	44.23	74.00	44.61	43.30	40.98	44.16	44.16	76.95
2000	54.15	41.25	48.99	18.75	45.73	73.46	50.70	38.63	45.87	43.49	43.49	70.1
2001	49.15	42.83	44.47	19.90	49.39	78.65	48.20	41.88	43.61	48.78	48.78	75.42

년도	수원 (mm/10day)						서산 (mm/10day)					
	밭작물				논(이앙재배)		밭작물				논(이앙재배)	
	감자	고추	마늘	무	이앙기	본답기	감자	고추	마늘	무	이앙기	본답기
2002	50.87	38.89	46.02	19.04	46.82	74.51	48.93	38.88	44.27	19.79	45.84	74.12
2003	48.90	35.13	44.25	19.95	53.18	67.78	45.42	32.33	41.10	20.72	48.29	56.10
2004	46.36	46.29	46.29	23.68	50.87	87.52	45.80	47.53	47.53	23.74	49.12	89.09
2005	49.52	36.90	44.81	21.13	42.02	70.89	48.26	39.91	43.66	20.32	40.56	74.96
2006	42.82	48.76	48.76	21.50	46.79	90.92	41.84	44.44	44.44	21.32	45.64	82.21
2007	54.25	36.15	49.09	19.40	40.28	65.27	50.52	35.12	45.71	19.59	39.92	62.93
2008	44.38	42.67	42.67	18.68	36.09	78.42	40.57	43.56	43.56	19.39	36.27	81.62
2009	49.09	40.84	44.41	22.01	40.44	76.39	49.81	39.68	45.07	21.66	41.68	74.73
2010	54.03	35.97	48.89	18.27	57.20	63.80	52.49	37.21	47.49	21.64	56.13	70.00
2011	50.81	39.53	45.97	18.73	39.59	71.47	50.46	35.01	45.66	18.72	37.50	63.91
2012	48.84	51.22	51.22	20.08	45.04	96.54	48.69	49.74	49.74	19.22	45.38	90.78
2013	49.92	43.01	45.16	21.26	52.63	75.11	47.63	43.52	43.10	20.00	49.45	74.71
2014	51.21	36.77	46.33	22.33	42.96	69.22	46.12	37.19	41.73	21.45	38.26	69.41
2015	55.79	39.68	50.48	20.01	53.33	73.30	51.40	35.68	46.51	18.69	46.13	65.58
2016	48.97	45.21	45.21	19.22	52.05	82.88	44.93	42.56	42.56	17.40	43.74	77.59
2017	53.79	40.81	48.67	19.28	49.91	74.73	48.99	40.95	44.32	20.27	44.00	70.57

3.2 최소 자료기간의 산정

비교적 안정된 재현기간 10년빈도 최대증발산량 산정을 위해 분석에 포함되어야 하는 연최대치계열의 증발산량의 자료년수는 어느 정도가 적합한지를 파악해 보기 위하여 표 2의 수원과 서산의 기상자료로부터 산정된 경작시기별 4개 밭작물 및 이앙재배의 산정결과를 최소10년에서 최대45년까지 1년씩 증가시키면서 10년빈도 최대증발산량을 산정하고 각각의 자료기간마다 분산 값을 산정하였다.

예를 들어 표 2의 결과에서 지속기간 10년치를 반영하는 경우 1968~77년, 1969~78년, ...,

2008~17년의 총41회, 30년치를 반영하는 경우 1968~97년, 1969~98년, ..., 1988~2017년의 총21회의 10년빈도 최대증발산량을 산정하고 이 결과에 대한 분산을 산정한다.

그림 4, 그림 5와 같이 분산의 변동이 작아지는 자료기간의 검토결과 수원은 감자 33년, 고추 20년, 마늘 17년, 무 37년, 이앙기 40년, 본답기 18년으로 평균 28년, 서산은 감자 30년, 고추 25년, 마늘 24년, 무 37년, 이앙기 27년, 본답기 24년으로 평균 28년이었으며 두 관측소의 작물별로 차이를 나타내고 있었다. 연도별 최대증발산량이 증가의 경향을 나타내면서 최근년도의 최대증발

산량이 평균보다 높은 값을 보이는 횟수가 많을수록 분산의 변동이 작아지는 자료기간이 늘어나는 것으로 파악되었으나 10년빈도 최대증발산량을 산정하는데 있어 변동폭을 최소한으로 하기 위해서는 최소한 25~35년 이상의 자료기간이 반영되어야 할 것으로 추정해 볼 수 있다.

그림 4. 작물별 자료기간에 따라 산정된 10년빈도 최대증발산량의 분산 변화(수원)

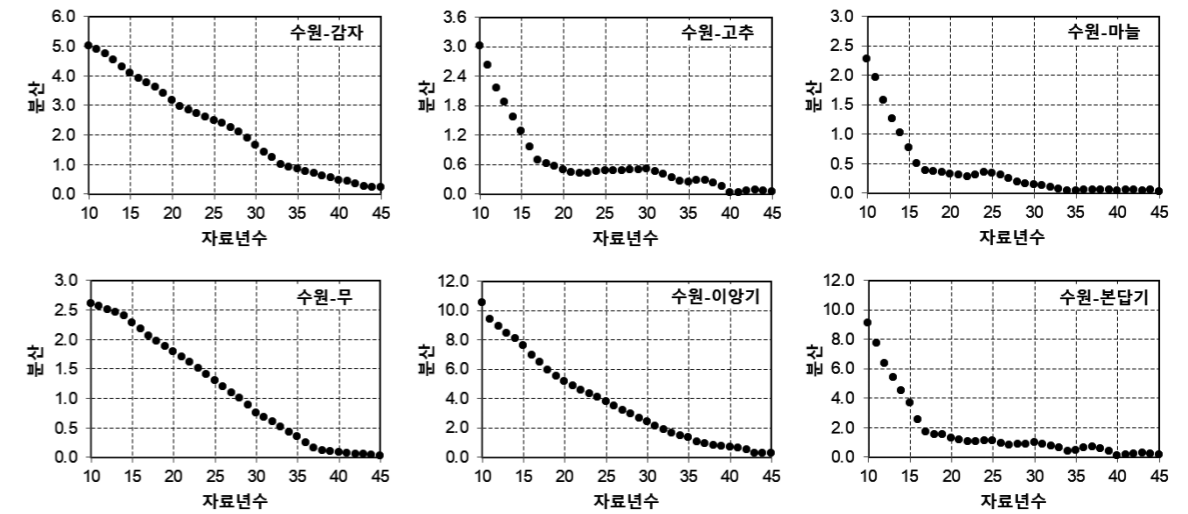
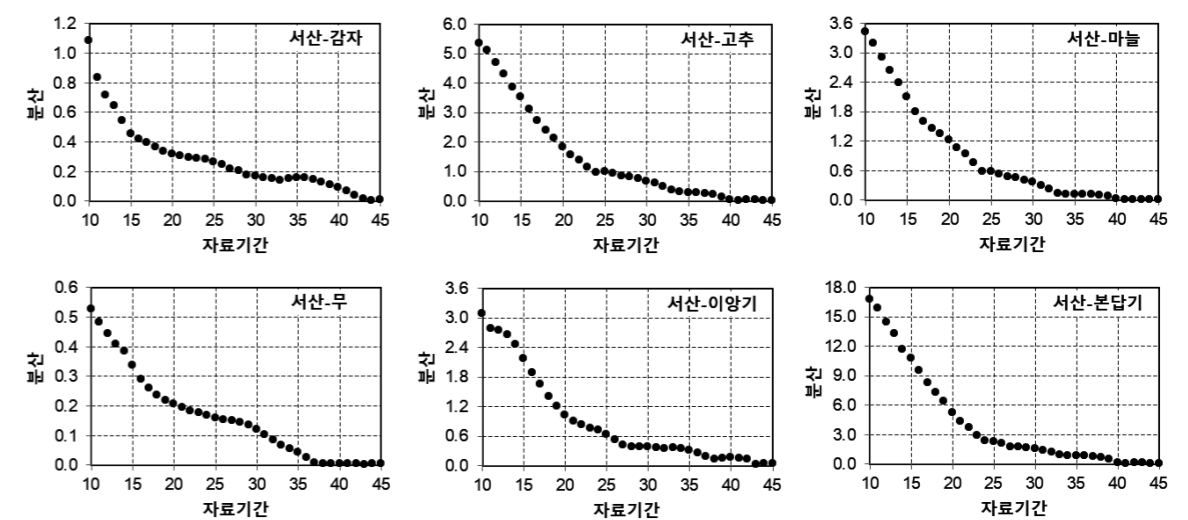


그림 5. 작물별 자료기간에 따라 산정된 10년빈도 최대증발산량의 분산 변화(서산)



3.3 자료기간의 이동에 따른 분석결과

최소 자료기간의 검토내용을 토대로 자료기간의 이동에 따른 재현기간 10년빈도 최대증발산량 산정결과의 변화를 파악해 보고자 하였으며, 최소자료기간(지속기간)을 30년으로 채택하여 1968~97년, 1969~98년, ..., 1988~2017년의 총21개 지속기간에 대하여 분석하였으며 결과를 표 3에 정리하고, 그림 6, 그림 7과 같이 도시하였다. 표3과 같이 2007년을 기준으로 최근10년(1979~2017년)과 과거10년(1969~2007년)간의 지속기간 30년을 반영한 재현기간 10년빈도 최대증발산량 산정결과의 평균값을 비교한 결과 증감율의 차이는 미미하지만, 감자 1.27~3.88%, 무 2.64~6.78%, 이앙기 1.93~4.96로 증가를 고추 -2.93~-2.47%, 마늘 -2.11~-1.07%, 본답기 -2.32~-1.70%로 감소를 나타내었다. 그림 6과 그림 7에서도 평균값의 증가율을 검토한 결과와 유사한 경향을 나타내고 있다. 뚜렷한 증가 추세를 나타내고 있는 감자, 무 외에 다른 작물의 경우 지속기간을 30년씩 이동시키며

따라 증가, 감소 또는 미미한 변화를 반복하고 있다. 이는 식(3)의 빈도분석에서 표준편차와 평균값이 반영되므로 연간 최대증발산량의 30년 평균값과 표준편차의 증감에 따른 결과로 볼 수 있다. 최근 30년 기간이 과거 30년 기간에 비해 큰 값의 연 최대 잠재증발산량이 다수 포함되고 변동이 커 편차가 증가한 경우 산정결과는 크게 증가할 것이고, 연 최대 잠재증발산량이 증가추세이나 변동성이 크지 않아 편차가 크지 않을 경우 증가 또는 미미한 변화를 나타낼 수 있으며, 반대의 경우 감소를 나타낼 수 있다. 증가를 나타낸 감자는 5월 하순~6월 중순, 무는 10월 상순과 중순, 이앙기는 6월 상순에, 감소를 나타낸 고추는 7월 하순~8월 상순, 마늘은 5월 하순~6월 상순 또는 7월 하순~8월 상순, 본답기는 7월 하순~8월 상순에 산정공식 및 작물계수 반영에 의한 연 최대증발산량이 발생한다. 증가를 나타낸 감자, 무, 이앙기는 30년의 지속기간을 반영한 경우 최근의 봄~초여름 기간 및 가을 가뭄기상에 따른 잠재증발산량 증가의 영향을 반영한 결과라고 판단해 볼 수 있다.

표 3. 관측소별 자료기간 이동에 따른 10년빈도 최대증발산량

순번	자료 기간 (30년)	수원 (mm/10day)						서산 (mm/10day)					
		밭작물				논(이앙재배)		밭작물				논(이앙재배)	
		감자	고추	마늘	무	이앙기	본답기	감자	고추	마늘	무	이앙기	본답기
1	1968-1997	49.27	49.59	49.18	19.28	19.28	91.16	50.26	50.78	50.71	21.03	48.02	93.28
2	1969-1998	49.48	49.86	49.35	19.52	47.31	92.03	50.33	50.88	50.79	21.06	48.02	93.77
3	1970-1999	49.44	49.86	49.34	19.48	47.35	91.99	50.34	50.93	50.77	21.01	48.11	93.75
4	1971-2000	50.25	49.87	49.67	19.47	47.35	92.02	50.60	50.92	50.78	21.00	48.17	93.75
5	1972-2001	50.44	49.91	49.72	19.58	47.83	92.14	50.46	50.94	50.80	20.75	48.48	93.72
6	1973-2002	50.57	49.11	49.18	19.61	47.36	90.71	50.51	50.86	50.81	20.68	47.87	93.55
7	1974-2003	50.73	49.02	49.21	19.77	48.34	90.55	50.51	50.66	50.59	20.77	48.08	93.26

표 3. 관측소별 자료기간 이동에 따른 10년빈도 최대증발산량

순번	자료 기간 (30년)	수원 (mm/10day)						서산 (mm/10day)					
		밭작물				논(이앙재배)		밭작물				논(이앙재배)	
		감자	고추	마늘	무	이앙기	본답기	감자	고추	마늘	무	이앙기	본답기
9	1976-2005	50.91	49.31	49.27	20.64	48.93	91.27	50.59	50.87	50.73	21.29	48.35	93.94
10	1977-2006	50.91	49.76	49.55	20.87	49.15	92.17	50.61	50.99	50.75	21.42	48.46	94.15
11	1978-2007	51.39	48.90	49.16	20.92	49.14	90.86	50.85	50.33	50.29	21.43	48.47	93.03
평균①(2-11)		50.48	49.49	49.37	20.03	48.17	91.50	50.53	50.83	50.70	21.07	48.25	93.68
12	1979-2008	51.28	48.16	48.54	20.95	49.09	89.49	50.60	49.54	49.56	21.42	48.26	91.89
13	1980-2009	51.42	48.21	48.57	21.19	49.03	89.61	50.75	49.52	49.61	21.51	48.24	91.86
14	1981-2010	51.98	48.04	48.87	21.20	50.43	89.45	51.17	49.48	49.79	21.65	49.57	91.82
15	1982-2011	52.22	47.86	48.93	21.20	50.40	89.11	51.38	49.24	49.76	21.65	49.58	91.39
16	1983-2012	52.28	48.65	49.44	21.28	50.40	90.77	51.18	49.75	49.99	21.64	49.49	92.28
17	1984-2013	52.35	48.65	49.47	21.41	50.53	90.73	51.15	49.84	49.98	21.61	49.35	92.33
18	1985-2014	52.58	48.55	49.56	21.64	50.52	90.54	51.16	49.76	49.98	21.71	49.26	92.16
19	1986-2015	53.26	48.11	49.77	21.69	51.27	89.80	51.42	48.73	49.25	21.71	49.42	90.43
20	1987-2016	53.34	48.32	49.76	21.64	51.81	90.16	51.40	48.82	49.19	21.65	49.34	90.59
21	1988-2017	53.73	48.17	49.96	21.65	52.12	89.77	51.50	48.73	49.21	21.68	49.28	90.38
평균②(12-21)		52.45	48.27	49.29	21.38	50.56	89.94	51.17	49.34	49.63	21.62	49.18	91.51
평균①대비 증감율(%)		3.88	-2.47	-0.17	6.78	4.96	-1.70	1.27	-2.93	-2.11	2.64	1.93	-2.32

그림 6. 수원관측소 자료기간 이동에 따른 작물별 10년빈도 최대증발산량 변화

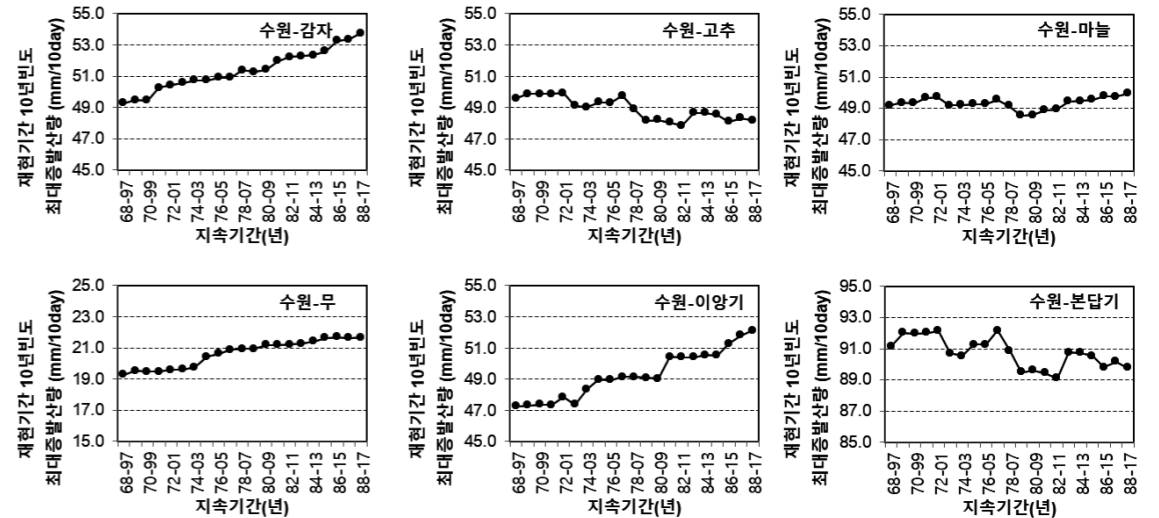
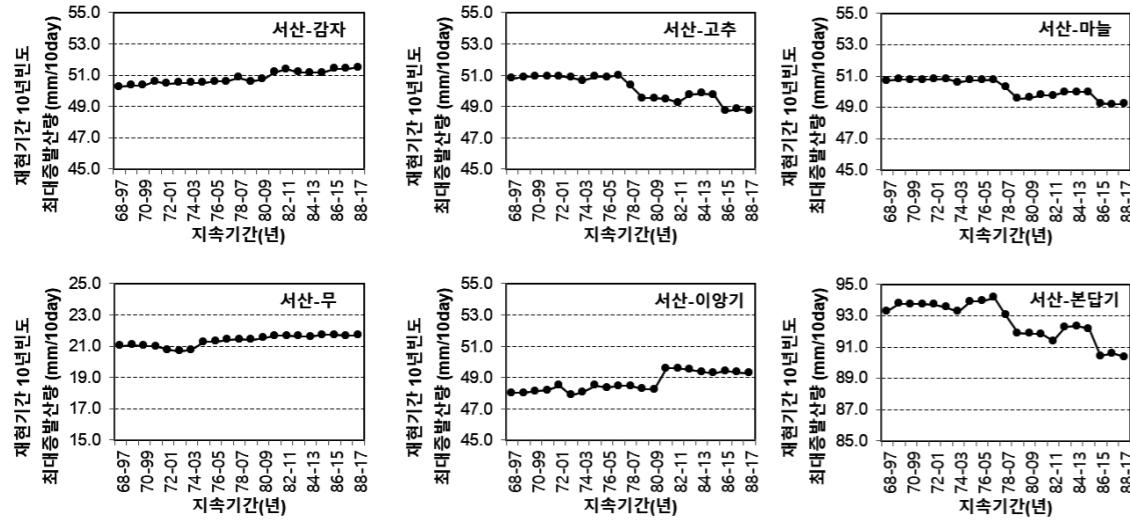


그림 7. 서산관측소 자료기간 이동에 따른 작물별 10년빈도 최대증발산량 변화



3.4 자료기간의 누적에 따른 분석결과

단위용수량 산정에서는 최소20~30년 이상의 기상자료가 반영 되어야 하므로 관측개시년도부터 최근의 기상자료를 모두 포함하여 재현기간 10년 빈도 최대증발산량을 산정하고 있다. 따라서 생산기반정비사업의 계획 또는 설계를 언제 실시하는가에 따라서 그 값이 달라질 수 있다.

이러한 차이를 파악해 보고자 연도별 순 증발산량의 최대값을 최소자료기간인 30년부터 1년씩 누적시키면서 재현기간 10년빈도 최대증발산량을 표 4와 같이 산정하고 그림 7과 그림 8에 도시하였다.

이와 같은 자료기간 누적에 따른 재현기간 10년 빈도 최대증발산량의 변화는 그림 6과 그림 7의 결과와 유사한 경향으로 나타나고 있으나 자료기간 이동에 따른 분석결과에서 최대와 최

소값의 차이가 수원이 1.41~4.87mm/10day, 서산이 1.03~3.77mm/10day을 나타내고 있는 반면, 자료기간 누적에 따른 분석결과에서는 수원이 0.68~1.73mm/10day, 서산이 0.33~1.86mm/10day로 더 작게 나타났다.

이는 평균값과 표준편차를 산정하는 자료기간이 누적됨에 따른 결과로 볼 수 있다.

감자, 무, 이앙기의 경우 대체로 완만한 증가하는 경향을 나타내고 있는데, 이것은 자료기간을 누적하더라도 평균값 또는 표준편차가 완만한 증가를 나타내고 있기 때문으로 파악할 수 있다.

한편, 자료기간이 누적됨에 따라 완만한 증감을 나타내다가 급격하게 증감하는 형태를 나타내는 경우 누적에서 제외된 기간의 최대증발산량이 50년의 자료에서 크거나 작은 값으로서 그 영향이 반영된 결과라고 할 수 있다. 예를 들어 수

원 본답기 1978~2017년, 1979~2017년 기간의 재현기간 10년빈도 최대증발산량의 일시적 감소는 표1과 같이 1979년 이전의 90mm/10day 이상의 값이 제외됨에 따라 평균과 표준편차가 감소되었기 때문으로 볼 수 있으며, 전체의 분석결과에서는 40년 이하로 반영한 결과가 평균 89.62mm/10day로 41년 이상 반영한 결과인 90.31mm/10day에 비해 작게 나타나는데 이는 과거에 발생한 연최대 증발산량이 더 크고 편차가 큼을 의미한다.

분석의 결과를 통해 단위용수량 결정을 위한 재현기간 10년빈도 최대증발산량 산정에서 자료기간을 30년으로 하거나 50년으로 하였을 때 잠재 증발산을 변화시키는 기상조건의 변화와 작물의

생육기간에 따라 크거나 작은 값을 나타내고 있으며, 이와 같은 결과 값의 차이는 미미하다고 할 수 있겠으나 단위용수량이 취수시설, 송수시설 등 수리시설물의 제원을 결정하는 기준이 된다는 점에서 어떠한 자료기간을 반영하여 최대증발산량을 산정하는 것이 적정인가에 대하여 검토해볼 필요가 있다고 판단된다. 따라서, 가뭄이 빈번하게 발생하는 상황을 고려할 때 단위용수량 결정을 위한 재현기간 10년빈도 최대증발산량 산정과정에서 관측개시년도부터 최근의 기상자료를 모두 반영하기 보다는 최소 자료기간으로 판단되는 30년을 기준으로 연 최대증발산량의 지속기간을 이동하거나 누적하는 다각적인 분석을 통해 결정하는 것이 조금더 합리적일 수 있을 것이다.

표 4. 관측소별 자료기간 누적에 따른 10년빈도 최대증발산량

자료 기간	년 수	수원 (mm/10day)						서산 (mm/10day)					
		밭작물				논(이앙재배)		밭작물				논(이앙재배)	
		감자	고추	마늘	무	이앙기	본답기	감자	고추	마늘	무	이앙기	본답기
1968-2017	50	52.17	48.69	49.82	20.97	50.61	89.98	50.96	49.29	49.69	21.42	49.05	90.72
1969-2017	49	52.20	48.76	49.89	20.98	50.72	90.13	50.99	49.31	49.74	21.45	49.14	90.76
1970-2017	48	52.26	48.84	49.97	21.01	50.80	90.29	51.05	49.42	49.80	21.46	49.23	90.96
1971-2017	47	52.34	48.94	50.03	21.04	50.82	90.51	51.07	49.52	49.80	21.48	49.32	91.18
1972-2017	46	52.42	49.02	50.11	21.06	50.91	90.71	50.98	49.63	49.89	21.38	49.36	91.34
1973-2017	45	52.42	48.58	49.81	21.09	50.67	89.91	50.99	49.68	49.97	21.36	49.01	91.41
1974-2017	44	52.51	48.63	49.90	21.14	50.78	90.04	51.06	49.53	49.90	21.38	49.01	91.13
1975-2017	43	52.56	48.75	49.90	21.16	50.88	90.28	51.12	49.62	49.96	21.41	49.11	91.33
1976-2017	42	52.64	48.88	49.93	21.20	50.96	90.53	51.19	49.71	50.03	21.42	49.14	91.57
1977-2017	41	52.73	49.00	50.01	21.24	51.08	90.76	51.24	49.84	50.12	21.46	49.24	91.76
1978-2017	40	52.74	48.46	49.64	21.28	51.22	89.98	51.31	49.41	49.81	21.49	49.35	91.05
1979-2017	39	52.79	47.94	49.32	21.33	51.29	89.02	51.15	48.81	49.32	21.51	49.20	90.12
1980-2017	38	52.89	48.08	49.39	21.36	51.38	89.28	51.19	48.94	49.41	21.50	49.30	90.35
1981-2017	37	52.99	48.06	49.47	21.41	51.52	89.37	51.26	49.06	49.51	21.53	49.41	90.62

표 4. 관측소별 자료기간 누적에 따른 10년빈도 최대증발산량

자료 기간	년 수	수원 (mm/10day)				서산 (mm/10day)							
		밭작물		논(이양재배)		밭작물		논(이양재배)					
		감자	고추	마늘	무	이양기	본답기	감자	고추	마늘	무	이양기	본답기
1982-2017	36	53.10	48.05	49.55	21.44	51.66	89.37	51.33	48.98	49.53	21.58	49.48	90.48
1983-2017	35	53.19	48.19	49.64	21.50	51.75	89.66	51.16	49.10	49.53	21.60	49.44	90.74
1984-2017	34	53.25	48.25	49.74	21.52	51.49	89.87	51.18	49.24	49.63	21.59	49.08	91.05
1985-2017	33	53.35	48.32	49.84	21.56	51.63	90.00	51.28	49.33	49.74	21.62	49.11	91.22
1986-2017	32	53.47	48.05	49.79	21.61	51.81	89.61	51.32	48.51	49.05	21.67	49.24	89.90
1987-2017	31	53.61	48.18	49.85	21.60	51.97	89.88	51.41	48.68	49.10	21.64	49.26	90.23
1988-2017	30	53.73	48.17	49.96	21.65	52.12	89.77	51.50	48.73	49.21	21.68	49.28	90.38

그림 8. 수원관측소 자료기간 누적에 따른 작물별 10년빈도 최대증발산량 변화

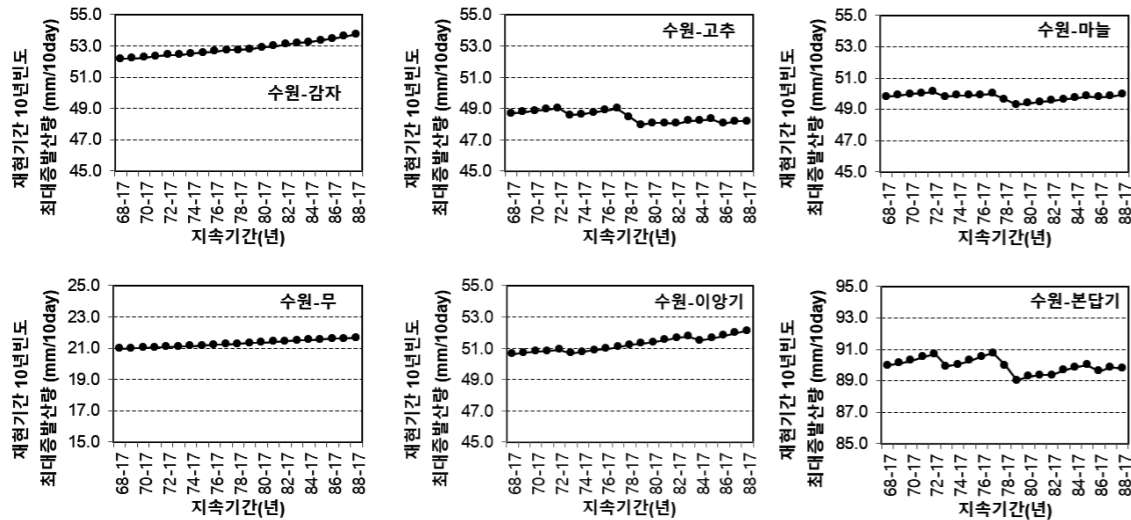
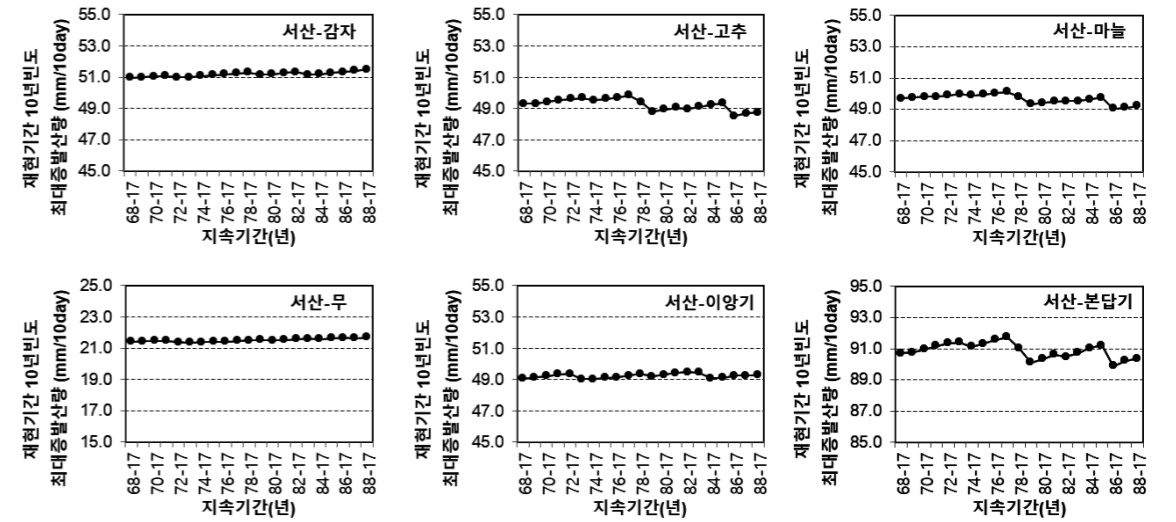


그림 9. 서산관측소 자료기간 누적에 따른 작물별 10년빈도 최대증발산량 변화



#### IV. 결론

본 연구에서는 단위용수량 결정을 위한 재현기간 10년빈도 최대증발산량 산정시 연도별 최대증발산량을 반영하는 기간에 따른 분석결과의 차이를 파악해 보고자 최소자료기간의 범위를 파악하고, 자료기간의 이동과 누적에 따른 최대증발산량의 변동성을 분석하였으며, 연구 결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 재현기간 10년빈도 최대증발산량 산정을 위해, 작물의 생육기간을 고려할 수 있도록 감자, 고추, 마늘, 무, 이양재배(이양기, 본답기)를 대상으로 수원과 서산관측소의 1968년 1월부터 2017년 11월까지 50년의 동일한 장기간의 기상자료를

반영하여 Penman-Montheith와 수정 Penman 식을 통해 관측소별 작물별 연 최대치 순 증발산량 계열을 산정하였다.  
 2. 연최대치계열의 증발산량을 최소10년에서 최대45년까지 지속기간을 1개년씩 증가시켜 반영하고 각 기간별로 계산된 10년빈도 최대증발산량의 분산을 비교한 결과 비교적 안정된 최대증발산량 산정을 위해 분석에 포함되어야 하는 자료의 지속기간은 작물별로 차이가 있으나 최소한 25~35년 이상이 반영되어야 하는 것으로 나타났으며, 본 연구에서는 30년으로 결정하였다.  
 3. 최소자료기간 30년을 반영하여 1968~97년, 1969~98년, ..., 1988~2017년과 같이 1년 간격으로 지속기간을 점진적으로 이동시키면서 10년 빈도 최대증발산량을 산정한 결과 감자, 무, 이양

기는 증가 추세를 고추, 마늘, 본답기는 감소추세를 나타내었다.

작물별로 최대 증발산량의 출현 시기를 고려할 때 감자, 무, 이양기는 최근의 봄~초여름 기간 및 가을 가뭄기상에 따른 잠재증발산량 증가 영향을 반영한 결과를 나타내고 있다고 판단해 볼 수 있다. 빈도분석결과에서 최근 30년 기간이 과거 30년 기간에 비해 큰 값의 연 최대 잠재증발산량이 다수 포함되고 변동이 커 편차가 증가한 경우 산정 결과는 크게 증가할 것이고, 연 최대 잠재증발산량이 증가 추세이지만 변동성이 크지 않아 편차가 크지 않다면 산정결과에 증가 또는 미미한 변화를 나타낼 수 있으며, 반대의 경우 산정결과에 감소를 나타낼 수 있는 것으로 검토되었으며, 최대와 최소값의 차이가 1.03~4.87mm/10day를 나타내었다.

4. 마지막으로 최소자료기간 30년인 1988~2017년을 기준으로 과거로 1년씩 지속기간을 누적하며 10년빈도 최대증발산량을 산정한 결과에서도 1년씩 이동하며 분석한 결과와 동일하게 감자,

무, 이양기는 증가 추세를 고추, 마늘, 본답기는 감소추세를 나타내었다.

빈도분석을 위한 평균값과 표준편차를 산정하는 자료기간이 점차 누적됨에 따라 1년씩 이동하며 분석한 결과에 비해 최대와 최소값의 차이가 작게 나타났으나 0.33~1.86mm/10day의 차이를 나타내었다.

이상의 분석을 통해 연 최대증발산량의 지속기간을 어떻게 반영하는가에 따라 작물별로 단위용수량 결정을 위한 재현기간 10년빈도 최대증발산량 산정결과가 증가 또는 감소의 경향을 나타내는 것으로 검토되었다.

단위용수량이 취수시설, 송수시설 등 수리시설물의 제원을 결정하는 기준이 된다는 점과 최근의 가뭄이 빈번하게 발생하는 상황을 고려할 때 최소 자료기간으로 판단되는 30년을 기준으로 연 최대 증발산량의 지속기간을 이동하거나 누적하는 다각적인 분석을 통해 재현기간 10년빈도 최대증발산량을 결정하는 방안을 고려할 필요가 있다고 생각된다.

## 사사

※ 본 연구는 한국농어촌공사 농어촌연구원에서 수행하는 ‘용수이용 다변화를 위한 수리시설물 리모델링 연구’의 일환으로 수행되었습니다.

## 참고문헌

- 농림부, 1998, 농업생산기반정비사업계획설계기준 관개편 (기준 및 편람)
- 농림수산식품부, 한국농어촌공사, 2009, 농업용 저수지 주변지역 실태 및 주민지원 방안에 관한 연구
- 농지개량조합연합회, 1997, 물관리 및 유지관리편람
- 안재현, 김태웅, 유철상, 윤용남, 2000, 자료기간 증가에 따른 확률강우량의 거동특성 분석, 한국수자원학회논문집 33(5), pp.569-580
- 한국농어촌공사, 2011, 농업생산기반정비사업 조사설계실무요령
- 한국헌, 박현기, 2014, 수자원 이용을 위한 수요량 예측에 관한 고찰, 저널 물 정책 · 경제 제23호, pp.49-67

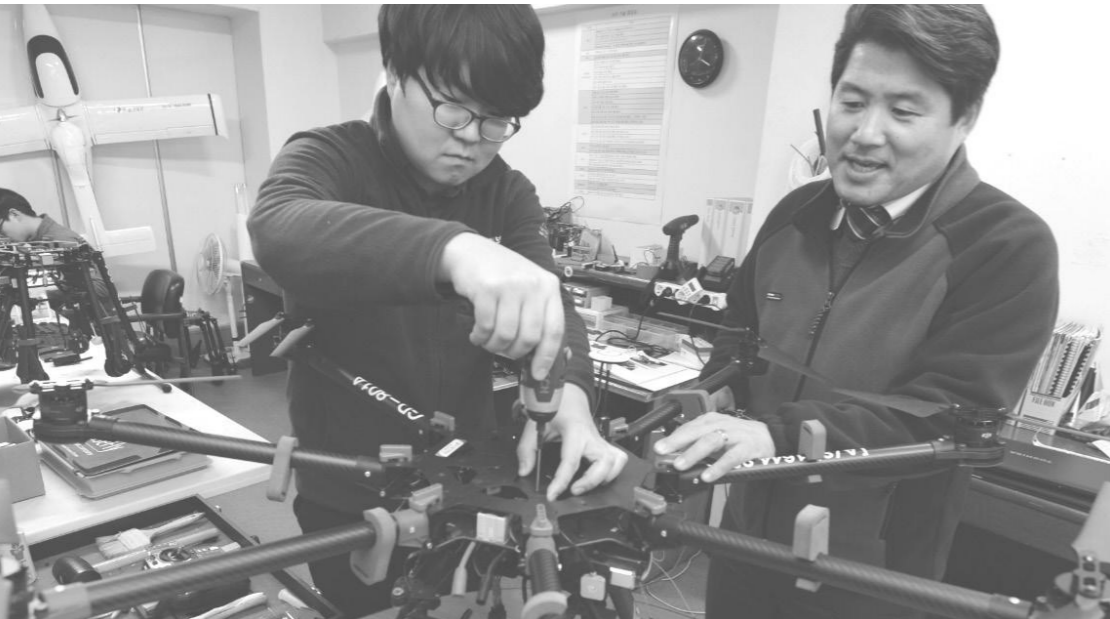


## 작지만 강한 회사! 강소기업 (주)공간정보

‘드론공간정보 기술’ 선도... 농업, 관개배수업무, 해외사업 타겟으로  
드론 기술서비스 인프라 구축 꿈꾸는 ‘주식회사 공간정보’

스위스 senseFly 한국공식딜러 ‘eBee 드론사진측량시스템’ 국내 최초 공급...  
다양한 드론하드웨어 개발 및 국가 R&D 사업, 드론사진측량 용역수행 노하우  
김석구 대표 “드론기반 플랫폼서비스로 국내외 정밀농업 컨설팅사업 진출”

“  
앞으로는 드론을 단순하게 볼 수 없습니다.  
기존 기술들과 융·복합하면서  
다양한 산업전반에 파급력이 생길 것입니다.”



(주)공간정보 드론개발실에서 회전의 드론조립 과정과 영상처리 및 3D모델링 작업에 관해 의견을 나누고 있는 모습



(주)공간정보 드론개발실에서 회전의 드론조립 과정과 영상처리 및 3D모델링 작업에 관해 의견을 나누고 있는 모습

(주)공간정보 김석구 대표의 설명이다. 김 대표는 “기존에는 데이터베이스를 갱신하는 데 사람이 직접 하거나 고비용으로 인해 상당한 어려움이 있었지만 드론이 이 두 가지를 해결하면서 시장이 급격하게 변하고 있다”고 강조했다.

(주)공간정보의 ‘드론 공간정보’ 기술이 시장에서 주목받고 있다. 지난 2000년 1인 기업으로 창업 대표는 그동안의 공간정보 분야의 남다른 업적을 국가로부터 인정받아 2015년도 스마트국토엑스포 행사에서 대통령표창을 수상하는 등 다양한 분야에서 그 성과를 인정받고 있다.

### □ 국가 R&D 수행 경험 토대 ‘드론 서비스’ 확대

(주)공간정보의 주요 사업은 무인비행시스템을 이

하여 2006년 법인으로 전환한 (주)공간정보는 설립 초기 측량장비 판매와 소프트웨어 개발 사업을 시작으로 지상라이다를 이용한 3D모델링, 국가 GIS DB구축 사업 등을 해오다 7년 전부터 드론 하드웨어 개발, 드론매핑시스템, 농업분야 드론 원격탐사 기술개발, 드론을 이용한 안전진단, 3D 모델링사업 분야로 성장하면서 현재는 40여명이 근무하는 중소기업으로 성장하였다. 또한 김석구 용한 3차원 공간정보 및 원격탐사 사업 등이다. 김석구 대표는 “드론을 활용했다는 건 최신의 데이터를 취득했다는 것이고, 간단하게 고해상도 영상을 취득하고 눈에 보이는 정보 외에도 원격탐사(Remote Sensing) 기술을 이용하면 눈에 보이지 않는 정보도 정량화할 수 있고, 또 타 분야들과 융합을 통해서 굉장한 경제적 효과를 이룰 수 있다”고 설명했다. 이는 그동안 드론산업 관련 다양한 R&D 국책사업을 수행하면서 경험한 사실들

이다. 최초 2014년 6월부터 올해 6월까지 2년 간 미래창조과학부 지원 무인비행체 연구용역을 시작하였다.

카이스트, (주)두시텍과 3D공간정보 구축기반 감시정찰용 자동이착륙 무인이동체 시스템을 개발한 것이다.

당시 개발한 국산 비행제어컴퓨터를 장착한 순수 국산 드론인 'KnDrone(KD-M125)'는 해외업체 드론과 당당하게 경쟁하고 있으며 올해에는 한국 토지주택공사에서 발주한 드론 구매입찰에 낙찰되어 25대를 납품하게 되는 성과를 도출하였다.

또한 2015년에 완료한 창조비타민 “소형 무인항공기를 활용한 국지성 해안재해 대응체계를 개발” 연구용역은 전국 12개 해안지역을 테스트베드로 해서 드론공간정보 기술을 활용한 연안침식이나 해빈(海濱), 여러 가지 국지성 해안재해에 대한 대응을 위한 연구로서, 한국해양과학기술원(KIOST)과 공동수행 하였었다. 향후 해안지역 조사와 연안침식 모니터링 분야에 이 활발하게 활용될 것으로 전망하였다.

현재 공간정보는 농업분야 연구용역에 매진하고 있다. 2015년에 농림수산물기술기획평가원(농기평) 지원 연구용역에 선정되어 ‘주요 발작물 생육 모니터링을 위한 무인기 기반 원격탐사 기술 개발’을 3년째 수행하고 있다.

최근 3월에는 농촌진흥청에서 발주한 “무인드론 기반 과수 화상병 예찰시스템” 과제에 선정되어 앞으로 3년간 과제를 수행해야한다. 이러한 연구는 국내 주요 발작물의 생육상태 및 수량 예측 지원이 가능한 원격 모니터링 무인기 개발, 발작물 수급조절 모델 개발을 위한 시범단지 선정 및 현

장 적응성 시험을 진행하는 사업이다. 이를 통해 이중 무인기 다개체 통합운용 및 정밀농업용 무인기 개발하고 주요 발작물의 15일 간격으로 생육시기별 특성을 조사해 생육상태 및 수량예측 모델을 개발하는 것이다.

김대표는 “농업에 관련된 토양·농작물 생육·재배환경 등을 수집하고, 이를 정량적으로 분석하여 정밀농업 기반의 컨설팅서비스 사업에 매진하는 것이 목표이다. 이는 농산물의 품질과 수확량 향상으로 이어질 수 있다”고 한다.

이미 유럽, 캐나다, 호주 등 해외 선진국에서는 비료나 농약 살포 시 드론을 이용한 영농정보 취득 후에 컨설팅 정보를 회원농가에 제공해주는 정밀농업서비스가 활성화 되어있다.

농작물이 필요한 시기에 필요한 양만큼 필요한 곳에 시비 및 살포함으로써 환경적 부하를 최소화할 수 있기 때문이다.

이는 친환경 농업으로가는 길이며, 비용또한 감소하게 되는 장점을 가져오게 된다. 농작물에 대한 정량적인 생육모니터링과 수확량 예측에 활용성이 매우 높은 것이며, 불확실한 농산물통계와 정확한 영농정보를 제공하는 사업이 확산된다면, 우리나라도 진정한 과학영농시대가 열리게 될 것”이라고 김대표는 강조했다.

이외에도 서울특별시 “드론을 이용한 공간정보 실증 및 활용” 용역과 한국토지주택공사 가 발주한 “LH 무인비행장치(드론) 활용계획수립” 용역에도 참여하여 성공적인 성과를 도출하였다.

이 용역을 통하여 드론공간정보의 다양한 활용성과 위치 정확도를 실증할 수 있었고, 타 지자체나 공공기관으로 드론산업이 확산될 수 있는 계기를

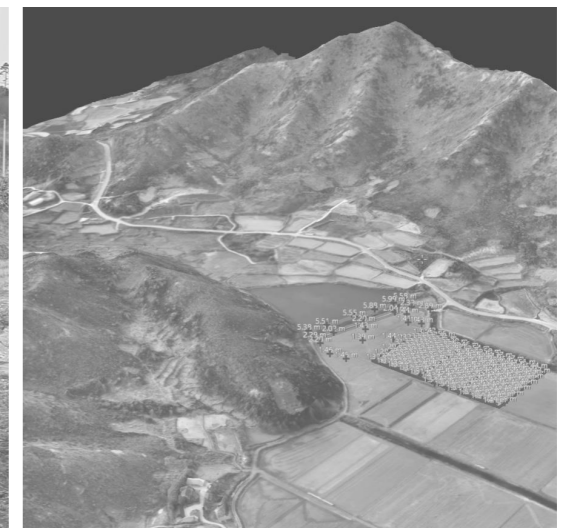
마련하였다.

### □ 농업, 국내외 관개배수업무에 드론공간정보 적용 주력

김대표는 현재 KCID 국제분과위원으로 활동중이다. 2016년 8월 한국농어촌공사 본사에서 개최되었던 “KCID 국제학술연구 및 해외사업 영어워크숍”에 참가하여 “무인비행체를 이용한 관개배수 업무 활용 방안”이란 주제로 발표하였다. 이를 시점으로 관개배수 업무에 드론공간정보 기술 접목을 위한 각종 세미나에 참석하여 많은 발표와 시연회를 개최하였다. 특히, 올해 4월에 개최된 한

국농어촌공사 2017 전국 사업계획 워크숍에서는 실제 신안군 팽마당 사업지구를 대상으로 드론을 이용하여 취득한 저수지 주변 3차원 디지털 지형도 성과를 설계에 활용할 수 있는 방안에 대하여 발표하여 참석자들로 부터 많은 호응을 받았었다.

사업후보지 검토, 저수지 기본계획이나 실시계획 단계에서 드론공간정보 활용방안을 제안하였으며, 제방의 위치선정을 위한 홍수위 검토, 이설도로 계획 선정, 수혜지역 시뮬레이션 등 다양한 활용방안을 제시하였다. 향후 농업관개배수 업무 및 수자원 개발 분야에 많은 활용성이 기대되는 부분이다.

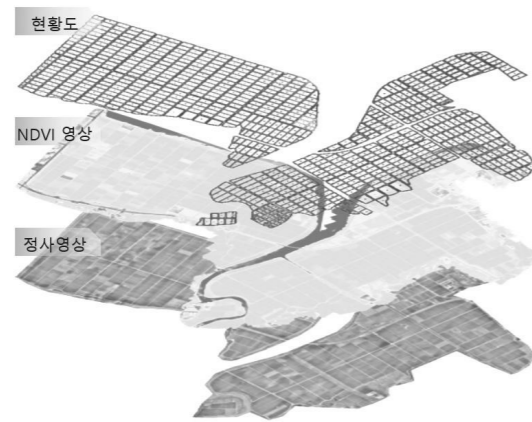


한국농어촌공사 전남 신안 팽마당지구 배수개선공사 드론 활용사례

또한 농어촌공사 기술안전품질원에서도 (주)공간정보와 세미나를 통하여 드론공간정보 도입 필요성과 관심을 갖게 되었고, 이후 드론시스템 구매를 추진하게 되었다.

특히 (주)공간정보에서는 올해 수행한 간척지 영농현황조사는 전국 시화간척지 외 10개 지구, 약 14만ha 규모의 간척지를 대상으로 2주간 드론 현장 촬영을 진행하여 8cm급 고해상도 3D지형도를

구축하고, 영농현황에 대한 현장방문 전수조사를 수행하였다. 본 용역은 간척지에 농작물 재배현황을 조사하는데 매우 효율적인 부분을 제시한 것으로 평가되었다. 이는 고해상도 드론영상지형도를 이용한 간척지 식생지수 산출 및 생육정보도 식화와 작물 생육정보를 활용한 생산량 예측에 활용되며, 향후 간척지 영농현황 및 작물생육분포 조사에 대한 중요한 역할을 할 것으로 기대된다.



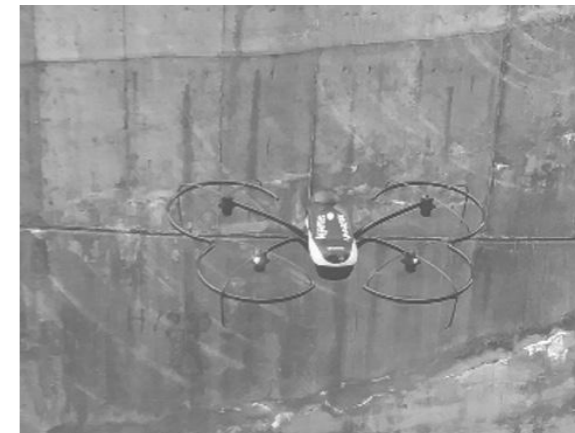
간척지 정사영상, 현황도, 식생지수도 매칭



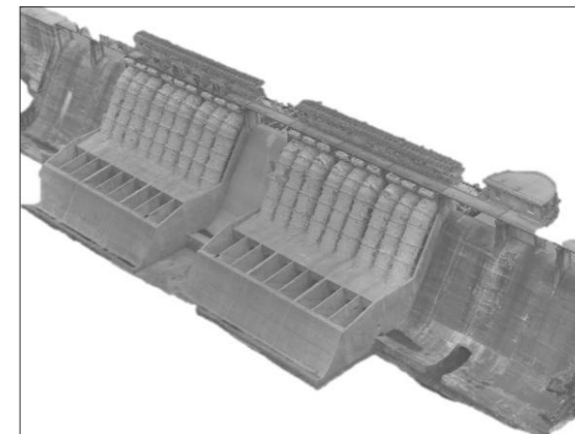
간척지 작물생육정보를 이용한 생산량 예측

아울러 (주)공간정보는 올해 농어촌연구원과도 드론을 관개배수시설물 안전점검에 활용하는 연구용역 수행하였다. “정밀안전진단을 위한 저수지 3D 모형 제작”이라는 주제로 전국에 위치한 미호저수지 외 2곳을 실험대상지로 선정하여 콘크리트 구조물 및 각종 수자원 시설물에 대한 드론 활용성을 연구하여 활용분야를 제시하였다. 시설물 유지관리에 대한 필요성이 날로 증대되는 가운

데 난접근 시설물에 대한 드론활용 업무개선으로 안전사고 방지와 정량적인 유지관리 성과물을 제작함으로써 인력의 접근이 어려운 지역에 대한 외관조사 가능성 및 안정성을 확보할 수 있고, 3D 영상 제작을 통한 시설물 유지관리 및 홍보, 개발사업 등에도 활용이 가능할 것이다. 그리고 이는 정밀안전진단 분야 신규 일자리 창출을 촉진하고, 객관적인 점검방법으로 발전할 것이다.



한국농어촌공사 전남 신안 팽마당지구 배수개선공사 드론 활용사례



미호저수지 드론 3D모델 성과물

□ ‘국내축적 기술 해외시장 개척과 수출을 위해 노력’

(주)공간정보는 2013년부터 방글라데시, 튀니지, 인도네시아, 라오스 등 다양 해외지역에 대한 해외사업을 수행한 경험을 가지고 있다. 올해 6월 제주도에서 개최된 AIBB연차총회에 부스를 설치하여 많은 해외관계자들과 비즈니스 미팅을 가졌었다. 그중 미얀마에서의 공식요청으로 9월에 미얀마 농축산관개배수부에 방문하여 Hia Kyaw 차관 외 공무원들과 세미나를 통하여 드론공간정보를 소개하는 자리를 가졌었다. 이날 세미나에

서 Hia Kyaw 차관은 미얀마에 (주)공간정보의 기술이 꼭 필요하다며 기술이전과 더불어 공동사업 발굴을 공식 요청하였다. 이에 (주)공간정보에서는 지난 11월말에 다시 미얀마를 한국농어촌공사와 방문하여 드론공간정보시스템 1식을 기증하였고, 30명으로 구성된 미얀마 공무원들을 대상으로 기술이전 교육을 실습과 더불어 진행하고 돌아왔다. 향후 미얀마 농업관개배수업무 및 농촌개발업무에 사용하도록 지속적으로 지원할 계획이며, 한국농어촌공사와 지속적으로 미얀마 공동사업 발굴을 해나갈 방침이다.

(주)공간정보는 올해 멕시코에서 개최된 2017 ICID에도 KCID 지원으로 참가하여 한국농어촌공사와 공동으로 부스를 운영하였다. 현재 한국의 우수한 ICT기반 관개배수 기술 소개와 드론관련 국내 활용사례들을 중심으로 부스를 찾은 ICID 관계자들에게 홍보하였다. 3일간 부스에 찾아온 손님들과 많은 비즈니스 미팅이 이루어

졌으며, 당시 부스를 방문했던 멕시코의 중견기업과 많은 교류시간을 가졌으며, 그쪽 회사의 초청으로 방문하여 추가적인 세미나를 진행하였다. 현재도 지속적인 연락을 취하고 있는 상태이며, 앞으로 (주)공간정보에서 개발한 공간정보 플랫폼 서비스를 멕시코에 시범적으로 설치하고 운용하여 현지 사업화를 활성화할 계획이다.



(주)공간정보 미얀마 농업관개배수부 간 협약



2017.11 드론기술 이전교육 장면



2017.10 ICID 2017 KRC 부스 미팅 장면



2017.10 멕시코 현지기업 방문 세미나

최근 정부가 농업분야에 4차 산업혁명을 강력하게 추진하고 있는 만큼, 향후 드론 및 관련산업들에 대한 지원과 투자가 늘어날 전망이다. (주)공간정보에서도 농업 및 관개배수 분야에 관심을 집중하고 있으며 특히 ‘머신 오퍼레이팅 시스템’ 개발을 추진하고 있다. 드론으로 새만금과 같은 대단위 농경지의 3차원 지형을 정밀하게 취득하여 배수와 관련된 평탄성 데이터를 정확하게 구축하고 농기계나 중장비에 디지털로 제공한 후, 스스로 판단할 수 있게끔 최신의 현장 3차원 지도를 운전 작업자에게 제공해 스스로 레벨작업 등 각종 지시사항에 자율적으로

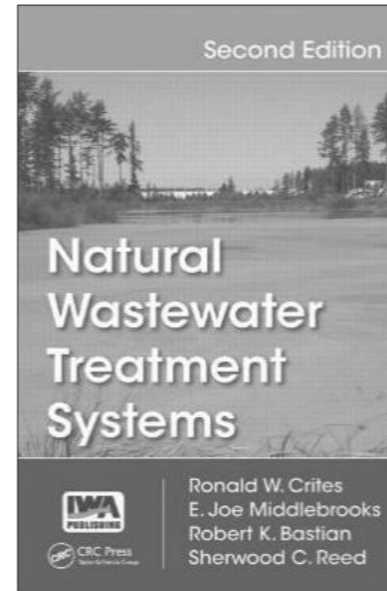
움직일 수 있도록 하는 것이다. 김 대표의 구상에 따르면, 대단위 농경지 현장에서 드론이 상시적으로 데이터를 공급해주면 영농정보를 수신한 태블릿 PC가 장착된 농기계가 혼자 주행을 하면서 결과물을 만들어낸다 는 것이다. 즉, 농기계가 위치정보와 작업량을 판단하고 자율적으로 작동하는 것이다. 김 대표는 “현재 설계 중으로 우리나라 관련 기관에서 관심을 보이고 있어 내년부터는 공동연구나 대규모 해외 농경지를 대상으로 실제 사업에 적용할 계획”이라고 밝혔다. (주)공간정보는 2011년 부터 드론을 이용한 서비

스 분야에 집중해왔다. 드론 하드웨어 개발에 대한 중요성도 인식했지만, 드론을 이용하면 정확한 지도제작과 다양한 분야의 업무를 효율화 할 수 있는 기술서비스 개발이 하드웨어 개발시장 보다 성장할 것 이라고 판단한 것이다. 전체 공정에서 드론 하드웨어는 10~20%정도의 부분이고, 나머지 80~90%의 소프트웨어 등을 이

용한 결과물 구축작업 부분을 강조한다. 또한, 보기 좋은 결과물 보다는 드론측량의 정확도를 중요하게 생각한다.

(주)공간정보에서는 기술서비스 콘텐츠 개발과 이를 뒷받침 할 수 있는 유용한 국산 솔루션 개발을 통하여 해외시장 개척에 KRC, KCID와 함께 한층 더 매진할 계획이다.

# Book



## Natural Wastewater Treatment Systems, Second Edition

Ronald W. Crites, E. Joe Middlebrooks, Robert K. Bastian  
최중대 | 강원대학교 지역건설공학과 교수

자연정화를 이용한 하수와 유기성 폐기물의 처리는 지속가능한 개발의 핵심 구성요소로 자리를 잡고 있다. 특히, 인공습지와 같은 자연정화기술을 이용한 농촌지역에서의 하수처리방법은 시설의 설치와 유지관리면에서 매우 경제적이며 효율적으로 수질을 개선할 수 있는 대안으로 이미 확실하게 인식되어 있다. 농촌이 현대화되면서 농가와 지역사회에서 배출되는 다양한 오폐수와 유기성 폐기물은 기존의 도시형 쓰레기 처리나 기계식 하수종말처리로 감당하기는 경제적으로나 효율적인 면에서 박탈 수밖에 없다. 따라서 농촌지역의 오폐수와 유기성 폐기물의 일부 또는 전부를 자연정화처리시스템을 활용하여 처리할 필요성이 빠르게 요구되고 있다. 특히, 우리나라뿐만 아니라 개발도상국의 농촌개발에 관심이 많고 실제로 많은 역할을 담당하는 KCID의 전문가에게 자연정화기술은 일반토목기술과 차별화하여 농공기술(agricultural engineering)을 독창적인 학문분야로 각인시키며, 독자적인 사업분야로 확대하고, 또한 더 많은 일자리를 창출할 수 있는 좋은 기술이 될 수 있다.

본 서적은 인공습지, 토양처리, 유기성 폐기물, 현장처리 등 다양한 환경문제의 계획, 설계, 운영 등에 종사하는 기술자와 과학자를 대상으로 준비되었다. 따라서 본 서적은 다양한 자연정화처리기술을 하나의 통합교재로 준비하여 독자의 이해도를 높이고 있다. 본 서적(자연정화하수처리시스템 제2판)의 주요한 내용은 다음과 같다.

- 자연정화하수처리기술에 관한 다양하고 세부적인 내용  
 - 토양처리하수정화시스템(slow rate, overland flow, 그리고 soil aquifer treatment)에 의한 하수처리와 처리수의 재이용 방법  
 - 슬러리 처리를 위한 탈수, 폐기, 가공처리 및 재이용 방법에 관한 정보제공  
 - 오폐수에 포함된 영양물질, 중금속, 병원균, 미량원소, 환경호르몬 등의 제거를 위한 처리기술과 효율  
 자연정화기술로 하수를 처리하기 위한 핵심인자들은 토양, 식물, 그리고 미생물이다. 특히, 미생물의 역할이 매우 크므로 저자들은 토양과 식물시스템에서 미생물을 풍부하게 지속적으로 유지하며 하수구성물질을 처리하는 자세한 이론과 실무 기술을 잘 설명하고 있다.  
 또한 경제적으로 시설을 설치하고, 운영하며, 슬러지나 부산물의 발생을 최소화하며, 또한 화학물질을 사용을 없애거나 최소화할 수 있는 방법들을 제시하고 있다. 이들을 조금 더 자세히 살펴보면 다음과 같다.

- 인공습지처리, 연못처리(pond), 토양처리(land application과 soil absorption systems) 등에서 작용하는 요소기술을 응용할 수 있는 시설의 계획과 순서  
 - 인공습지와 하수처리수 재이용을 위한 사례와 해설  
 - 연못처리와 처리수의 개선을 위한 설계기준과 방법  
 - 인공습지 설계과정, 공정활용방법, 이행평가자료, 토양처리 등의 설계공식과 평가방법  
 - 저수지와 연못의 녹조제어방법  
 - 현재 세간에서 부상되고 있는 하수구성물질에 대한 정보, 자연정화처리시스템을 설계, 건설, 유지 및 운영에 필요한 제반 기준과 조건  
 본 서적의 판매가격은 Hardback £104.80, eBook £31.99으로 다소 비쌀 수 있다. 그러나 농업토목기술, 농촌개발기술을 환경과 접목하여 환경친화적 지속가능한 농업과 농촌개발의 독창성을 유지하고 독자적인 사업분야를 추구하기 위해서는 KCID 전문가들이 반드시 숙지해야 할 좋은 정보와 자료로 판단된다.

## 국내 농업 소식

### 농어촌공사 창립 109주년 기념식 개최 (2017.12.07)

한국농어촌공사는 7일 전남 나주 본사에서 '창립 109주년 기념식'을 갖고 기후변화 시대 안정적인 농어촌 용수관리와 누구나 살고 싶은 복지 농산어촌 조성에 대한 강한 의지를 밝혔다.

공사는 1908년 전북 옥구서부수리조합으로 시작했다. 1970~80년대 당시 국민의 염원이었던 먹거리 생산기반 구축과 주곡자급을 실현하고, 1990년대 농업 개방화 시대에 대응한 경쟁력 있는 전업농 육성에 주력했다. 2000년대 이후 공사는 우리 농어촌의 다원적 가치 발굴, 농어촌 생활환경 개선 및 농산업 육성 등 농어촌의 지속가능한 발전을 위한 기초 인프라를 구축하는 전문 공기업으로 발돋움하고 있다.

올해 공사는 1973년 기상관측 이래 최악의 봄가뭄 극복에 대응해 주도적인 역할을 한 점을 인정받아 공공기관 중 유일하게 '한국정책대상'을 수상했다. 이와 함께 농지연금을 통해 고령 농업인을 위한 사회적 안전망을 구축하고, 2030세대 농지 지원사업으로 차세대 농업 후계자를 양성하는 등 농어촌 고령화에 적극 대응하고 있다.  
 또한 저수지를 활용한 신재생 에너지 사업에 본격

진출해 국가 에너지 정책에 적극 협력하고 있다. 지역개발 분야에서도 신규 조직을 신설해 지역개발 기획 기능을 강화하고, 지역개발 자문단을 통한 현장 맞춤형 지역개발을 실시하고 있다. 정승사장은 "지난 100년의 역사처럼 우리의 도전도 농어촌의 발전을 위한 밑거름이 되도록 노력할 것"이라고 말했다.

### 세계적 수준의 수자원·농촌개발기술, 개도국 성장모델로 전수 (2017.11.20)

한국농어촌공사는 아프리카·아시아 농촌개발기구(AARDO) 15개 회원국에 수자원 및 농촌개발 노하우를 전수했다. 이번 'AARDO 지속가능한 농촌개발' 연수는 AARDO와 한국국제협력단(KOICA)이 체결한 공동연수 업무협약(MOU)의 일환으로, 지난 29일부터 이달 18일까지 3주간 일정으로 진행됐다. 이번 연수에는 이집트, 말레이시아 등 15개국의 농업관련 공무원 20명이 참여했다.

이번 연수는 수자원 개발, 농업 인프라 구축, 농업생산성 향상, 농촌개발 등 참여국가의 농촌 성장모델로 활용하는데 유용한 프로그램으로 구성됐다. 참석자들은 연수기간 동안 경기 안성 물관리 종합센터, 경기 평택 고소득 작물재배단지, 영산강 사업지구 등 관련 현장을 방문해 학습한 내

용을 실제 현장에서 확인하는 시간도 가졌다. 공사 관계자는“이번 연수를 통해 공사의 선진 농촌 개발기술이 각국 농업·농촌개발에 밑거름이 되길 바란다”고 말했다.

공사는 올해 40여 개국 500여명을 대상으로 개도국 관계자 연수 프로그램을 실시했다. 또한, 미얀마, 이란, 에티오피아 등 15개국에 진출해 수자원 및 농촌개발 분야 28개 사업에 참여하고 있다.

### 인니 고위공무원에 새만금사업 기술전수 (2017.10.18)

한국농어촌공사의 물 관리 기술에 대한 해외의 관심이 높아지고 있다. 공사는 물 관리 노하우 전수의 일환으로, 한국국제협력단(KOICA)와 함께 15일부터 20일까지 인도네시아 고위급 공무원을 대상으로‘수도권 통합 해안 종합개발(NCICD, National Capital Integrated Coastal Development) 역량강화 연수’를 실시한다고 밝혔다.

NCICD사업은 인도네시아 수도 자카르타의 홍수 피해 예방을 위해 자카르타 해안을 23.5km의 방조제로 연결하고 내부를 개발하는 사업이다. 공사는 2016년 12월 인도네시아 정부와 자카르타 수도권해안종합개발건설사업 계약을 체결하고 타당성 조사를 진행하고 있다.

이번 연수에는 경제조정부 우토모 차관, NCICD 사업관리기구 아당 아마드 의장 등 차관급 4명, 차관보 3명, 국장급 4명 등 인도네시아 고위급 공

무원 11명이 참여해 한국의 해안개발에 대해 높은 관심을 보였다. 특히 연수단은 새만금사업 방조제, 새만금홍보관, 33센터 등을 둘러보며, 세계에서 가장 긴 방조제를 건설한 기술력에 대한 것은 물론, 사업 추진 시 겪는 다양한 문제를 어떻게 해결했는지에 대해 질문을 쏟아냈다.

NCICD 사업관리기구 아당 아마드 의장은“새만금 사업을 통해 쌓은 공사의 기술력과 사업수행 능력을 높이 평가한다”면서“NCICD 사업의 성공을 위해 앞으로도 공사와 긴밀히 협력하길 바란다”라고 말했다. 공사는 이번 연수를 계기로 인도네시아와의 협력관계를 강화하는 한편, 타당성 조사 이후 진행되는 본 사업에도 적극 참여할 계획이다.

### ‘2017 한국농촌관광자원 국제포럼’행사 가져 (2017.11.28)

농림축산식품부가 주최하고, 한국농어촌공사와(사)한국MICE협회가 공동 주관하는『2017 한국농촌관광자원 국제포럼』이 11월 27일(월)부터 이틀간 The-K호텔 서울 컨벤션센터(크리스탈볼룸)에서 개최되었다. 한국과 외국의 농촌관광 사례 발표, 토론 등을 통해 자원개발 정보공유 및 농촌관광 활성화를 도모하고, 한국 농촌관광 자원 소개전시 및 상담회 등을 통한 한국의 농촌관광객 유치 활성화 및 해외 인지도를 높일 목적으로 개최되었으며, 국내에서 농촌관광자원 주제로 처음 시도되는 국제 행사이다.

이번 행사는 국내외 주요 연사의 △기조강연과 국

가별 발표자와의 토론, △농촌관광자원 소개와 체험을 위한 전시, △국내 농촌 관광 자원 설명 및 상담회, △팸투어로 구성되었다. 기조강연에서는 필리핀 관광부 최초 여성 장관이자 필리핀 중소기업개발 재단(PHILSMED) 회장인 Dr. GuillerMina Gabor박사가 필리핀 농촌관광사업 현황을 발표하였으며, 중국·태국·말레이시아의 농촌관광 관련 전문가들과의 사례발표 및 토론회에서는 아·태지역의 농촌관광자원 개발 및 활성화 방안에 대한 다양한 의견이 개진되었다.

농촌관광자원의 주체인 농촌체험휴양마을과 융복합산업인증사업자, 식품명인 등이 전시·체험부스를 운영하며, 참가자들에게 농촌관광 자원에 대해 설명도 하였다.

농식품부 농촌산업과 최봉순 과장은 “이번에 개최하는『2017 한국농촌관광자원 국제포럼』을 통해 각국의 농촌관광 관련 정보를 공유하였고 한국의 다양한 농촌관광자원을 국내외에 홍보함으로써, 포럼이 향후 농촌관광의 활성화에 크게 기여할 것으로 기대된다”고 밝혔다.

### ‘하동 차농업’ 세계중요농업유산 등재\_농민신문 (2017.12.04)

‘하동 전통차농업’이 11월29일 유엔식량농업기구(FAO)의 세계중요농업유산으로 등재됐다. 차(茶) 산업으로는 국내서 처음, 세계에서 일본 1곳, 중국 2곳에 이어 네번째다. 차산업계는 이번 등재를 계기로 국산 녹차의 위상이 높아질 것으로 기

대하고 있다. 국산 녹차는 2007년 잔류농약 파동과 커피 대중화 탓에 위기에 빠졌다. 소비가 줄어 농가수·재배면적 모두 감소했다. 녹차 시배지인 경남 하동에서조차 재배농가가 2012년 2013가구에서 지난해 1926가구로 줄었다. 같은 기간 재배면적도 1042만㎡(315만평)에서 1014만㎡(306만평)로 감소했다. 침체에 빠진 국내 녹차산업을 되살리고자 재배농가들은 그동안 많은 노력을 했다. 전남 보성녹차는 2008년부터 국제유기인증을 8년 연속 획득하며 고품질 녹차생산에 공을 들이고 있다. 하동군은 322농가(연면적 364만㎡·110만평)가 친환경농산물인증차를 재배하고 있고, 2016년 3월부터 화개면 전역을 무농약지구로 선포했다.

농민들은 이번 세계중요농업유산 등재가 침체된 국내 녹차산업의 돌파구 역할을 할 수 있을 것으로 기대하고 있다. 박성연 하동차생산자협의회장은 “이번 등재를 계기로 하동녹차뿐 아니라 국산 녹차 자체에 관심을 갖는 소비자가 늘어나 산업 전체가 성장하기를 바란다”고 말했다.

군은 가장 먼저 녹차산업 지원책을 발표했다. 우선 화개면 정금리 일원 50만㎡(15만평)의 천년 차밭을 관광휴양형 단지로 조성할 예정이다. 또한 하동녹차연구소를 중심으로 다양한 가공식품 개발과 고급 녹차를 안정적으로 생산할 수 있는 시설 확충에 나설 계획이다.

# 세계 농업과 물 투고 안내

## 원고 작성 방법

- 아래한글 프로그램 사용(한글 '07 이상)
- 용 지 : A4(210mm×297mm)
- 여 백 : 상15, 하10, 좌25, 우25
- 서 체 : 신명조
- 글자크기 : 제목 : 견고딕 18Point 본문 : 신명조 10Point
- 자 간 : 0
- 장 평 : 100%
- 줄 간 격 : 200%
- 본문 하단에 페이지 번호 매김

## 원고집필 및 체제

한글 작성을 원칙으로 하고, 한글 원고는 내용 이해상 한자나 영문을 써야 할 경우

( )속에 표시하여 주십시오. 예) 가뭄지수(Drought index), 비와꼬(琵琶湖) 등

- 제목, 저자명, 본문, 참고문헌 순서로 작성한다.
- 모든 원고의 제목과 저자 이름은 국문과 영문으로 적는다.  
(영문 표기는 먼저 성을 쓰고, “,”를 찍은 다음 이름을 쓴다.)
- 저자는 소속은 각 저자명에 위첨자로 \*, \*\*, \*\*\* 등을 표시한다.  
(저자는 원고의 첫 페이지 하단 좌측에 “\*” 표시에 상응하는 소속 및 E-mail주소를 기입한다.)
- 논문의 경우 초록(Abstract) 및 Keyword를 필히 작성한다.  
(초록은 300단어 정도, 15행 이내로 한다.)
- 국문 논문의 요지는 영문으로, 영문논문의 요지는 국문으로 작성한다.
- 4명 이상의 공저의 경우 2열로 나누어 적는다.

## 집필 번호 체계

다음의 순서로 한다.

- 논문 : I., 1., 가., 1), 가), (1), (가), ①
- 논문 외 : 1., 가., 1), 가), (1), (가), ①
- I., 1., 가. 등 상위 3단계의 제목들은 고딕체 굵은 글씨를 사용한다.

## 그림 및 사진

- 그림은 그대로 제판원고로 사용할 수 있어야 하며, 그림, Fig., 사진, Picture의 번호와 제목은 그림 하단에, 표, Table의 번호와 제목은 표의 상단에 좌측정렬로 국문 또는 영문으로 표기한다.
- 각각의 표기는 국문으로 작성 시 그림 1, 사진 1, 표 1, 영문으로 작성 시 Fig. 1, Picture 1, Table 1의 형식으로 다음의 예와 같이 표기한다. 예) Fig. 1. Raindrop Characteristics  
Picture 1. Hydrologic Characteristics of a Paddy Field  
Table 1. Average Daily Infiltration Rate of Paddy Fields
- 원고에 삽입된 그림, 사진 및 표의 제목과 내용은 국문 또는 영문으로 통일한다.
- 본문에서 그림, 사진 및 표를 인용 시에는 캡션이 국문일 경우 그림 1, 사진 1, 표 1, 영문일 경우 Fig. 1, Picture 1, Table 1의 형식으로 표기한다.
- 사진의 제목은 생략할 수 있다.
- 그림은 그림.jpg 형식으로 작성한다.

## 용 어

- 사용 언어는 국문을 원칙으로 하며, 필요시 한자, 영문자, 일문자 등을 병기할 수 있다.
- 기술 용어는 한국농공학회에서 발행한 기술용어집의 용어와 이에 준하는 용어를 사용하고 필요한 경우 괄호 안에 영문 등의 원문을 삽입한다.
- 국문 논문의 본문 중 영어 단어는 인명 지명 등 고유명사 이외에는 소문자를 사용한다.
- 장, 절의 제목에 영어 단어를 사용 시에는 각 단어의 첫 자는 대문자로 한다. 단, 컴퓨터프로그램과 이와 유사한 성격의 약자는 모두 대문자로 한다.  
예)제목 : Derivation of Design Low Flows 컴퓨터 프로그램 : DO, PATH, Q, RUNOFF, SMAX 변환법



## 참고문헌

- 원고 끝에 순서에 따라, 논문일 경우 저자명, 발행연도, 논문명, 게재지명, 게재 페이지를 기재하고, 단행본일 경우는 저자명, 발행연도, 책명, 발행처명, 인용 페이지를 기재하여 주십시오.  
예) -이근후, 윤용철, 서원명, 2001, 온실재배 풋고추의 필요수량, 한국관개배수회지7(2), pp.26-33.
- Hedrich, F, 1994, Rehabilitation of Mafeteng Dam - Kingdom of Lesotho, Geosynthetics World, Vol.4, No.4, pp.15-17
- 인용 문헌 표기는 국문 문헌, 영문 문헌, 일문 문헌 및 기타 언어 문헌 순으로 한다.

## 송부방법

- 원고파일 1부를 KCID 사무국에 이메일(kcidkr@gmail.com)로 제출한다.

## 기 타

- 원고는 성과품 최고 12페이지를 초과하여 게재하지 못한다.

## 연 락 처

한국관개배수위원회 사무국

- 주소 : 경기도 수원로 권선구 수인로 126  
한국농어촌공사 토지개발사업단 3층
- Tel : 031-201-0467
- Fax : 05053000471
- E-mail : kcidkr@gmail.com

# 학술 및 국제교류 분과위원회 명단

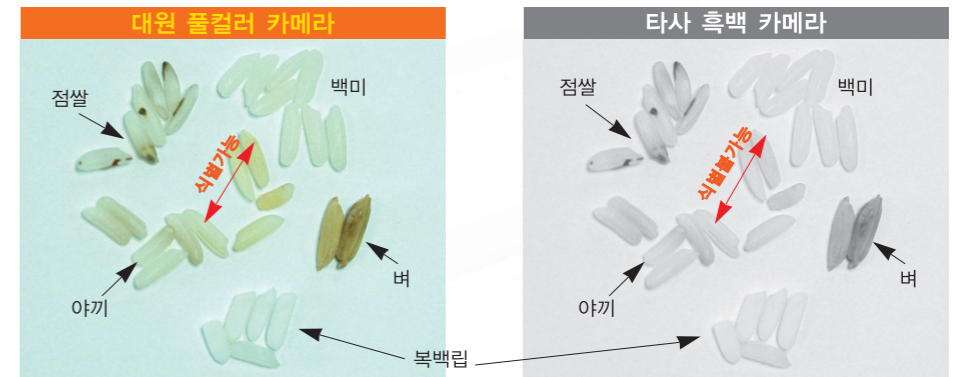
위원장	최진용	서울대학교 농업생명과학대학 지역시스템공학 교수
부위원장	송인홍	서울대학교 농업생명과학대학 지역시스템공학 교수
간사	남원호	한경대학교 농생대 지역시스템공학과 교수
위원	최중대	강원대학교 지역건설공학과 교수
위원	윤광식	전남대학교 지역·바이오시스템공학과 교수
위원	김성준	건국대학교 사회환경플랜트공학과 교수
위원	허남주	한국농어촌공사 농어촌연구원 박사
위원	김상열	한국농어촌공사 농촌개발처 처장
위원	박창언	신구대학교 토목과 교수
위원	최경숙	경북대학교 농업토목공학과 교수
위원	유승환	전남대학교 지역·바이오시스템공학과 교수
위원	임경재	강원대학교 지역건설공학과 교수
위원	장민원	경상대학교 지역환경기반공학과 교수
위원	이성희	한국농어촌공사 국제교육교류센터 박사
위원	박기욱	한국농어촌공사 국제협력처 박사
위원	황세운	경상대학교 지역환경기반공학과 교수
위원	장정렬	한국농어촌공사 농어촌연구원 수석연구원
위원	윤남규	농촌진흥청 농업연구사
위원	엄한용	한국농어촌공사 농어촌연구원 수석연구원
위원	서동욱	한국농어촌공사 농어촌연구원 과장

# SPK+R 세계최대용량 · 세계최고효율 색채선별기

## Spectral Color Sorter

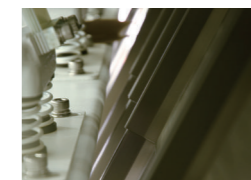


### 대원 카메라의 식별력 차이비교



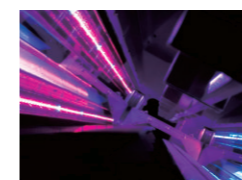
#### Spectral Camera

- 5400pixel의 높은 해상도
- 기존 0.14mm→0.07mm로 불량인식 정밀성 향상(해상도 2배 증가)



#### 2단 면/골 타입 슈트

- 원료투입의 안정성 증가
- 처리용량 증가 하여도 선별력에 영향 최소화



#### RED&BLUE Color LED

- 조도 30% 향상, 선별 정확성 향상
- RED&BLUE LED 채용으로 색상인식력 향상



#### UI : Android채용

- 실시간 원료상태 확인 및 모니터링 가능
- Android채용, 쉬운사용

## 세계 농업과 물

KCID 관개배수 기술정보지  
Korean National Committee on Irrigation and Drainage

등록번호 경기 사 - 0009  
등록일자 1994. 7. 11

발행일 2017. 12  
발행인 이봉훈  
발행처 사단법인 한국관개배수위원회  
경기도 수원시 권선구 수인로 126(16429)  
한국농어촌공사 토지개발사업단 3층  
KCID 사무국  
Tel 031-201-0467~8  
E-mail kcidkr@gmail.com  
www.ekcid.org

은행계좌 농협 317-0009-1157-21

| 비매품입니다. |

생명산업의 뿌리, 농어촌용수

# 물길이 생명길입니다

국토의 생명물길, 농어촌용수  
건강한 물순환을 변함없이 지켜가겠습니다

국토의 물길을 관리하는 것은 인체의 혈관처럼 생명을 주관하는 가치있는 일입니다.  
미래세대에게 아름답고 풍요로운 농어촌을 물려주는 일, 한국농어촌공사가 함께 합니다.

