



KCID 한국관개배수 기술정보지

세계 농업과 물

Korean National Committee on Irrigation and Drainage

2019 vol. 63



사단
법인 **한국관개배수위원회**
Korean National Committee on Irrigation and Drainage



CONTENTS

2019 vol. 63



03	인사말	사무국
04	국제관개배수위원회(ICID) 행사 안내	사무국
07	KCID 소식	사무국
11	ICID 소식	사무국
14	국제회의 소식 제1회 국제 젊은 기술인 교육훈련 프로그램(YP-TP)	이슬기
22	관개배수 동향	
22	농촌용수이용체계재편사업의 현황과 사례	손용인
33	농업생산기반시설 안전진단과 한국농어촌공사 시설관리 시스템 소개	윤홍일
44	세계관개배수 기술 2018 ICID Watersave Technology Awards 소개	홍은미
50	국제농업협력 및 개발사례	
50	필리핀 이사벨라주 중규모농촌용수개발사업	황인철
60	인도네시아 자카르타 해안방조제 건설사업	엄명철
70	관개배수 논문	
70	밭작물 주산단지 융·복합농산업 모델 개발	서동욱
85	새만금 토지이용 시나리오에 따른 오염부하량 예측	오찬성
99	업체탐방 먹거리 사업은 인류가 존재하는 한 필요하다	대원GSI
107	도서 소개 팩트폴니스	최진용
108	농정토막 소식	사무국
110	투고안내	사무국
113	학술 및 국제교류 분과위원회 명단	사무국

인사말

한국관개배수의 세계화를 위하여



김인식

한국관개배수위원회 회장
한국농어촌공사 사장

존경하는 한국관개배수위원회 회원사 및 회원 여러분, 안녕하십니까! 한국관개배수위원회 회장 김인식입니다.

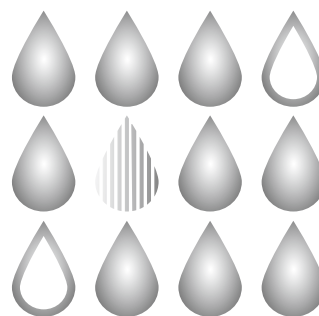
어느덧 올해의 반이 지나고 본격적인 장마철에 접어들었습니다. 일부지역에서는 반가운 장맛비 대신 폭염이 계속되는 마른장마가 이어지고 있습니다. 한국관개배수위원회는 그동안 쌓아온 관개·배수분야의 기술과 경험을 바탕으로 안정적인 용수공급이 이루어질 수 있도록 최선을 다하겠습니다.

올해는 한국관개배수위원회(KCID)가 ICID의 59번째 회원국으로 가입한지 50주년이 되는 해입니다. 지금까지 KCID가 국내 물 관련 전문기구로서 농어촌 용수의 연구개발과 관개배수분야 국제교류 활동에 활발히 참여할 수 있도록 함께 해주신 회원여러분께 진심으로 감사드립니다.

KCID는 지난 4월 한국농어촌공사 인재개발원(RC-IEEC)에서 '제1회 국제 젊은 기술인(YP) 교육훈련 프로그램(TP) 및 국제 전문가 워크숍'을 성공적으로 개최하였습니다. 이번 행사는 총 17개국에서 100여명의 전문가들이 참석하여 한국의 관개·배수분야의 정책과 선진기술, 지식, 경험을 공유하는 뜻깊은 행사였습니다. 아울러 ICID의 젊은 기술 인력을 양성하고 국제 네트워크를 구축할 수 있는 계기가 되었습니다. 이번 행사를 시작으로 젊은 기술인들을 위한 교류의 장이 지속적으로 마련될 수 있기를 기대합니다.

앞으로도 KCID는 관개·배수 분야는 물론 농촌지역개발 등 우리가 보유한 기술과 경험을 총동원하여 국제화·세계화를 향해 끊임없이 나아갈 수 있도록 노력하겠습니다. 감사합니다.

국제관개배수위원회(ICID) 행사 안내



ICID 행사

제3차 세계 관개 포럼 및 제70차 ICID 국제집행이사회

- 회의명 3rd World Irrigation Forum (WIF3) and 70th IEC Meeting
- 기간 2019년 9월 1일-7일
- 장소 인도네시아, 발리
- 담당자 Ir. Mohamad Hasan 회장 (인도네시아관개배수위원회)
- 이메일 inacid_indonesia@yahoo.co.id, mohasan53@yahoo.co.id
- 웹사이트 <http://www.icid2019.com>

제5차 아프리카 지역 회의 관개 및 배수(ARCID)

- 회의명 5th African Regional Conference on Irrigation and Drainage
- 기간 2020년 3월 16일-19일
- 장소 모로코, 마라케시
- 담당자 El Houssine Bartali 박사
- 이메일 bartali.h@gmail.com, anafide.ma@gmail.com
- 웹사이트 <http://www.anafide.net/>, <http://5arcid.ma>

제24차 ICID 회의 및 제71차 ICID 국제집행이사회

- 회 의 명 24th ICID Congress and 71st IEC Meeting
- 기 간 2020년 9월 22일-28일
- 장 소 호주, 시드니
- 담 당 자 Mr. Bryan Ward 회장 Irrigation's Australia Limited (IAL)
(Incorporating IACID)
- 이 메 일 Bryan.ward@irrigation.org.au, icid2020@irrigation.org.au
- 웹 사이트 <https://www.icid2020.com.au>

기타 행사

제5차 물과 사회 국제 회의

- 회 의 명 5th International Conference on Water and Society 2019
- 기 간 2019년 10월 2-4일
- 장 소 스페인, 발렌시아
- 이 메 일 wit@wessex.ac.uk
- 웹 사이트 <https://www.wessex.ac.uk/conferences/2019/water-and-society-2019>

제3차 토양, 대지 그리고 물과학 연례 회의

- 회 의 명 3rd Annual Congress on Soil, Plant and Water Sciences
- 기 간 2019년 11월 11-12일
- 장 소 스페인, 마드리드
- 이 메 일 socialscience@brainstromingmeetings.com
- 웹 사이트 <https://soilscience.insightconferences.com>

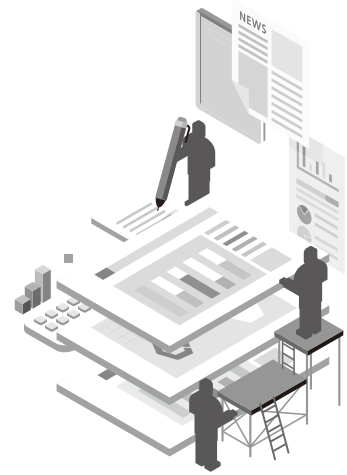
식량, 영양 안보와 지속가능한 농업에 대한 국제회의

- 회 의 명** The International Conference on : Food, Nutrition Security and Sustainable Agriculture (FNSSA)
- 기 간** 2019년 12월 1-3일
- 장 소** 이집트, 카이로
- 이 메 일** fnssa@food-conference.org
- 웹 사 이 트** <https://www.food-conference.org/events/food-nutrition-security-and-sustainable-agriculture-1st#objectiveoftheconference>

제15차 수질오염 모니터링, 모델링 및 관리에 대한 국제회의

- 회 의 명** 15th International Conference on Monitoring, Modelling and Management of Water Pollution
- 기 간** 2020년 5월 13-15일
- 장 소** 스페인, 발렌시아
- 이 메 일** wit@wessex.ac.uk
- 웹 사 이 트** <https://www.wessex.ac.uk/conferences/2020-conferences/water-pollution-2020>

KCID NEWS



제49회 이사회 및 제28회 정기총회 개최

3월 29일 한국농어촌공사 농어촌연구원 2층 대회의실에서 제49회 이사회 및 제28회 정기총회가 개최되었다. 이번 정기총회의 보고사항 첫 번째로 충북대학교 김진수 교수 등 신규 3명을 포함한 14명의 고문을 위촉하였으며 두 번째로 개인 회원 2명의 입회를 승인하였다.

의결사항으로는 정기총회의 기본 안건인 2018년도 사업실적 및 결산, 2019년도 주요 사업계획 및 예산으로 시작하였다. 또한, 회장 선출 안건에서 이사회 추천을 받은 한국농어촌공사 김인식 사장이 제14대 한국관개배수위원회(KCID) 회장으로 선출되었다. 마지막 임원 변경 안건에서 부회장으로 농림축산식품부 박재수 간척지농업과장 등 11명이, 이사로 한국농어촌공사 김보업 기반정비처장 등 8명이 변경·선임되었다. 이로써 임원은 회장 1명, 부회장 15명, 이사 23명, 감사 2명, 총 41명으로 구성되었다.



제49회 이사회 회의 진행 중



제28회 정기총회 직후 사진촬영

제14대 김인식 회장 취임

한국농어촌공사 김인식 사장이 3월 29일 개최되었던 제28회 한국관개배수위원회(KCID) 정기총회에서 제14대 회장으로 취임하게 되었다. 한국관개배수위원회(KCID)의 방향성을 고려해보았을 때, 한국농어촌공사 김인식 사장이 회장으로 취임하는 것이 적합하다는 이사회의 판단 및 추천으로 정기총회에 의결되어 선출되었다. 임기는 2019년 3월 29일부터 2021년 3월 28일까지, 2년간 회장직을 맡아 한국관개배수위원회(KCID)를 이끌어갈 예정이다.

「제1회 국제 젊은 기술인 교육훈련 프로그램 및 국제 전문가 워크숍」 개최

한국관개배수위원회(KCID)는 4월 22일부터 25일까지 4일간 제1회 국제 젊은 기술인 교육훈련 프로그램을, 4월 26일 하루동안 국제 전문가 워크숍을 개최했으며, 한국농어촌공사(KRC) □국제관개배수위원회(ICID) □중국관개배수위원회(CNCID)의 지원을 받아 주관하였다. 장소는 안산 소재 한국농어촌공사 인재개발원 국제교육교류센터(IEEC)에서 진행되었다.

4월 22일 환영행사의 주요 참석자로 국내에서는 한국관개배수위원회(KCID) 김인식 회장, 안산시 이진찬 부시장을 포함하여 30여명이 참석했으며, 해외 인사는 국제관개배수위원회(ICID)에서 Felix Reinders 회장 포함 6명의 임원진이, 중국관개배수위원회(CNCID)에서는 Ding Kunlun 사무차장 포함 4명이 참석했으며 그 밖에도 우간다 장관, 필리핀 관개국 청장 등 10여명의 해외정부 인사가 자리를 빛내주었다.



KCID 김인식 회장 개회사



ICID Felix Reinders 회장 기조연설

환영행사 직전 가졌던 사전회의에는 한국관개배수위원회(KCID), 한국농어촌공사(KRC), 국제관개배수위원회(ICID), 중국관개배수위원회(CNCID) 각 대표들이 참석하여 각 단체의 활동을 소개하는 시간을 가졌다. 그 자리에서 국제관개배수위원회(ICID)에서 제9회 이탈리아 국제원예학회에 김인식 회장의 참석을 요청하였고 중국관개배수위원회(CNCID)에서는 북한의 ICID 활동 참여를 위한 KCID 적극적인 협조를 요청하였다.

3일간의 교육의 각 날짜별 주제는 아래와 같다.

- DAY 1. 기후변화 대응 관개시스템
- DAY 2. 농업의 신기술 및 혁신
- DAY 3. 통합 관개관리 시스템, 그룹토론

모든 교육훈련 프로그램이 종료된 후, 수료식에서 YP들의 교육훈련 프로그램 참가 소감을 개인별로 한명씩 발표하는 시간을 갖고 수료증과 기념품(도장) 증정 및 사진 촬영으로 마무리했다.



각 대표들의 사전회의



수료식 후 기념촬영

정규 교육훈련 프로그램 이외에도 많은 부수적인 행사들을 준비하였다. 22일 만찬에서는 황진이, 소고춤 등 한국 전통공연을 관람하였으며 각 날짜별 오찬 이후의 여유시간에는 국제수리모형시험장 견학 및 농어촌연구원 갈대 습지 및 환경복원사업을 소개하였다.

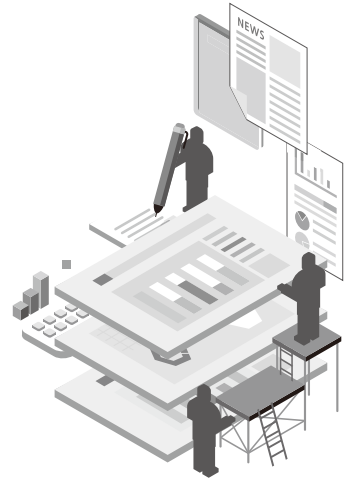
이번 행사를 통해 한국관개배수위원회(KCID)는 국제관개배수위원회(ICID) 회원국의 YP와 네트워크 형성 및 기술교류로 한국 농업분야 젊은 기술인의 전문성을 강화하고 적극적 참여로 전문가로서의 한국의 농공학의 우수성을 세계에 알리는 계기를 마련하였다. 또한, 국제관개배수위원회(ICID) 및 해외 정부기관과 인적 네트워크 구축으로 한국의 농업분야 해외기술용역사업, 공적개발원조사업(ODA) 수주 경쟁력을 제고시켰으며 대규모 국제행사 수행으로 한국농어촌공사의 국제교육교류센터의 역할과 국제 네트워크 교육의 중요성을 제고시킨 성과를 보였다.

한국관개배수위원회(KCID) 50년사 발간

1969년 토지개량조합연합회가 한국대표로 59번째 국제관개배수위원회(ICID) 회원국으로 가입하게 되었다. 이후, 1992년 사단법인 한국관개배수위원회(KCID)로서 농수산부장관의 법인설립허가(허가 제123호)를 받고 창립 총회를 개최하는 등 활동을 본격화하였다. 그리하여 2019년 현재 50주년을 맞이하게 되었다.

2019년 발간을 목표로 50년사 편찬을 추진하고 한국관개배수위원회(KCID)의 역사성과 방향성을 공고히 할 것이다. 또한, 편찬위원회를 구성하여 위원장에는 유전용 회무부회장(한국농어촌공사 농어촌연구원장), 부위원장은 최진용 이사(서울대학교 교수)가 맡아 추진한다. 편집(집필)위원으로 김주창 고문을 필두로 진행하며, 역대 회장 등을 포함 자문위원을 따로 구성하여 한국관개배수위원회(KCID)의 생생한 연혁과 업적의 기록에 도움을 받을 예정이다.

ICID NEWS



제9차 국제 미량관개회의 (9th International Micro Irrigation Conference, IMIC)

2019년 1월 16일부터 18일까지 인도 아우랑가바드에서 제9차 국제 미량관개회의가 성공적으로 개최되었다. 이번 회의는 인도 Nitin Gadkari 명예장관의 축사로 시작되었으며 대주제는 ‘현대 농업의 미량관개’이다. 또한, 드립, 마이크로 스프링클러 및 현지화된 관개 시스템에 대한 신기술 사용과 모범적 관리의 공유를 목표로 한다.

1. 하위 주제 4가지

- 농작물 생산성 향상을 위한 설계, 혁신 그리고 기술
- 미량관개 기금과 정부지원
- 집단 규모의 농사와 소작농
- 미량관개 시스템에 대한 운영, 유지관리 서비스 및 역량 개발

2. 행사 하이라이트

3일간의 회의에는 각 전문가들과 지역 농업 관계자들이 참석하였다. 지속가능한 용수, 식량 그리고 농업에 대한 기술적, 사회적 지지를 위해 농작물 생산성과 용수의 최적관리를 강화하기 위한 최신 미량 관개 기술을 공유하였다.

사이드 이벤트로, 수자원·토지 관리 협회(Water and Land Management Institute, WALMI)는 2019년 1월 15일 하루 동안 ‘농민들을 위한 전국 미량 관개 워크숍’을 개최했다. 이날 행사에는

전국 각지의 약 200명의 농민들이 참가했다. 국제관개배수위원회(ICID) Reinders 회장은 미량관개에 대해 발표하고 다양한 나라에서 사용되는 기술과 각각의 관점을 소개했다. 농민들의 특별 요청에 따라, 프레젠테이션은 힌두어로 통역되어 큰 호응을 얻었다. 첫 세션이 끝나자, Reinders 회장은 Marco Arcier 부회장 등 초청객들과 함께 WALMI 단지에서 기념식수를 하였다.



세미나, 전시회, 세션 등을 통해 다양한 토론이 진행됐으며, 농작물 생산성 향상을 위한 새로운 기술, 집단 규모 수준의 농업과 운하 관개 시스템의 미량관개에 대한 인식을 높였다.

더불어 이번 행사에서 선진국과 개발도상국의 문제를 다루는 것을 목표로 하였다. 30개국에서 700여명의 대표단이 참가해 세계 각국의 지식과 기술을 선보였다.

국제관개배수위원회(ICID) 70주년

국제관개배수위원회(ICID) 창립 70주년을 맞이하여 과거 활동을 돌아보고 축적된 성과를 되새길 수 있는 기회를 갖는다. 또한 전세계 농업용수의 지속 가능한 관리를 위해 국제관개배수위원회(ICID)와 관개 및 배수 부문의 다양한 이해당사자들이 한자리에 모일 수 있는 좋은 기회다.



다음은 Ashwin B. Pandya 사무총장의 짧은 인사말이다.

“〈비전 2030 : 물 안보와 지속가능한 농촌 개발〉프로젝트를 채택한 지 1년이 조금 넘었습니다. 국제관개배수위원회(ICID)의 구성원들은 주어진 기한에 맞춰 목표를 달성하기 위한 방향성을 확립해야하며 2019년 6월 24일, 70주년 기념행사를 시작으로 2020년 9월 22일부터 28일까지 제24차 ICID 회의 및 71차 IEC 회의에서 결론을 내릴 것 입니다.

이 기간 동안 각 국가위원회의 운영, ICID 설립의 역사적 배경 그리고 설립초기의 주요 활동과 함께 각 국의 관개 및 배수에서의 성과에 대한 기록을 가진 소책자를 발간할 예정입니다. 각 국가위원회는 ICID에 대한 인식 향상을 위해 기념적인 역할을 맡아주길 바랍니다. YP들은 제24차 ICID 회의에서 선보일 수 있는 축하 및 시청각 자료의 준비를 담당하게 될 것입니다. WG은 그들의 이력과 업적을 작성해주길 바랍니다.”



제1회 국제 젊은 기술인 교육훈련 프로그램(YP-TP) 참석후기

이 슬 기

경북대학교 농업토목공학과 박사과정
leesg91@knu.ac.kr

YP-TP 소개

제1회 국제 젊은 기술인 교육훈련 프로그램 (1st Young Professionals Training Program: YP-TP)은 한국관개배수위원회(KCID)가 중국관개배수위원회(CNCID), 국제관개배수위원회(ICID)와 협력하여 주최한 것으로 농업분야 지속가능한 기후변화대응의 시급성을 고려하여 젊은 기술인을 대상으로 새로운 관개기술 및 관리방안 등을 제공하고자 개최되었다. 첫째 날부터 셋째 날까지는 기후대응스마트관개시스템 및 농업분야 신기술 및 혁신, 통합관개관리시스템과 관련된 사례나 연구에 대해 소개하는 시간을 가졌고, 넷째 날은 대아댐과 새만금개발사업 현장 등을 견학하였으며, 마지막 날은 국제 전문가 워크숍으로 기후변화완화를 위한 관개기술에 대한 사례발표와 미래전망들을 주제로 전문가 강의를 진행되었다. (표1)

표 1 | YP-TP 프로그램 일정

Day 1	〈기후대응스마트관개시스템〉 • 오프닝 • 관개시스템 기획운영의 기후변화대응 구축(중국) • 기후변화대응향상을 위한 농법(중국) • 한국 관개관리 및 향후 계획 • 한국의 관개용수 확보방안
Day 2	〈농업의 신기술 및 혁신〉 • 기후스마트농업-한국의 사례연구 • 최첨단 관개관리 기술현황 및 사례연구(호주) • 관개수송시스템의 현대화 및 자동화 및 사례연구(중국) • 관개시스템 운영관리를 위한 지반측정 등 ICT, IoT, 빅데이터 활용 및 사례연구(한국) • 한국 관개관리 혁신
Day 3	〈통합관개관리시스템〉 • 스마트물관리시스템(한국) • 한국 관개관리 문제점 및 개선방향(한국) • 향후 관개관리 전망 • 수료식 • 한국의 자동화 물관리 사례연구(한국) • 한국관개관리 및 향후 계획 • 브레인스토밍 세션 및 피드백, YP논평
Day 4	〈Technical Tour〉 • 대아댐(한국 최초 아치형댐)견학 • 군산근대역사박물관 견학 • 새만금개발사업 현장견학
Day 5	〈국제 전문가 워크숍〉 • 한국의 가뭄대응기술 및 전략 • 건조지역 및 반건조 기후지역 기후변화대응 기술 및 개발전략 • 문순지역 기후변화대응 기술 및 개발전략 • 기후변화대응 관개관리기술개발

다양한 국가에서 온 YPs

안산에 위치하고 있는 한국농어촌공사 인재개발원에서 ICID 관계자를 비롯하여 모든 YP의 첫 만남이 성사되었다. 프로그램이 시작되기 전 다함께 5일 동안 열심히 참여하자는 의미로 한국스타일로 ‘화이팅!’을 외치며 다짐하는 시간을 가졌다(그림 1-1). 첫 번째로 내가 함께하게 된 그룹은 타지키스탄, 미국, 잠비아, 인도에서 온 YP로 구성되어 있었고, 서로 명함을 교환하며 첫 인사를 나누었다. 모든 YP들이 각자 소개하는 시간도 가져 떨리는 마음으로 ‘Nice to meet you’라고 첫 마디를 내뱉었다. 이제 막 서로를 알게 되었기 때문에 쉬는 시간마다 서로 자기소개와 인사를 나눈다고 시



1) 프로그램 시작 전



2) 환영 축하공연

그림 1 | Day 1

간 가는 줄 몰랐다.

오후부터는 기후대응스마트관개시스템을 주제로 중국의 관개시스템 기획운영의 기후변화대응 구축, 기후변화대응 향상을 위한 농법 소개와 한국의 관개용수 확보방안에 대한 강연을 들었다. 한국의 관개용수 확보와 기후스마트농업에 YP들이 관심을 나타냈고, 저녁에는 풍성한 음식과 환영축하공연으로 만찬행사가 개최되었다. 특히 한국 전통춤 공연은 외국인들에게 큰 환호성을 받기도 하였다(그림 1-2).

궁금한 것이 많은 YPs, 그리고 명동

둘째 날 역시 '농업의 신기술 및 혁신'을 주제로 흥미롭고, 유익한 강연들이 많았고, 강연이 끝난 후 질의응답시간에 YP들은 끊임없이 질문을 쏟아냈다. 지루할 법도 한 프로그램이었지만, 한국의



1) Case study: IRRISAT



2) 농어촌연구원 내 수리모형 실험장



3) 명동나들이 인증샷

그림 2 | Day 2

기후스마트농업, 관개관리 혁신 등의 내용과 호주의 IRRISAT에 대한 강연(그림 2-1)은 오전 시간을 꽉 채워주었다. 더불어 본인의 국가나 소속되어 있는 기관에서의 업무 등과 관련하여 강연자에게 질문을 하는 YP들을 보니 프로그램을 통해 서로 많은 것을 배우고 느낄 수 있는 유익한 시간이라는 생각이 들었다. 오전 일정이 끝나고, 점심을 먹은 후 우리는 농어촌연구원 내에 있는 국제적인 수리모형 실험장에 가서 수행되고 있는 실험에 대한 상세설명과 직접 실험하는 것을 볼 수 있는 기회를 가졌다(그림 2-3).

둘째 날 일정이 모두 끝나고 저녁 식사를 한 뒤 다 함께 명동으로 향하는 버스에 올랐다. 한국인 참여 학생(석·박사 과정생) 한명과 외국인 3명으로 조를 구성하여 명동을 관광하도록 하였다. 사실 명동은 나 역시 한두 번 와 본게 다였고 관광객들이 많았기 때문에 외국 참여생들의 가이드 역할을 할 수 있을지 걱정되었다. 그래서 다른 한 조와 함께 8명이 무리를 지어 함께 명동 거리와 가게들을 둘러보면서 쇼핑하는 것을 도와주고, 한국의 맛있는 길거리 음식도 체험해 보게 하였다(그림 2-3). 짧은 시간이었지만 명동에서 함께하면서 다들 첫 날보다 더욱더 가까워 질 수 있었다.

우리는 YPs, 이제 시작!

둘째날 밤의 명동나들이로 YP들은 서로 서로 친해졌고, 지나간 이틀 동안의 시간보다 더 밝고 즐거운 분위기 속에서 셋째 날이 시작되었다. 통합관개시스템을 주제로 강연들이 시작되었고, 3일이나 지났지만 YP들은 여전히 강연을 적극적으로 듣고 참여하였다. 특히 질문이 많았던 강연은 'Achievement of Irrigation Water Use Efficiency and Sustainability through Farmer's Participation'에 관한 최경숙 교수님의 강연이었다. 한국의 농업용수가 농업인에게 무상으로, 제한 없이 제공되고 있는 것에 매우 놀라워했고, 가뭄에 대응하기 위해 농업인 물절약의 필요성에 공감하며, 현장에서 농업인 물절약을 이끌어 내기 위한 교육 내용들에 대해 많은 질문이 나왔다. 점심을 먹고 난 뒤에 APEC 기후센터의 조재필 박사님과 ICID의 Engr. Ashwin Pnadya의 강연이 이어졌고, 마지막 활동인 Group Discussion이 시작되었다. ICID 부회장인 Dr. Marco Arcieri의 진행으로 YP-TP 행사 전에 제시했던 5가지 질문(표 2)에 대한 의견에 대하여 궁금한 것을 묻고 YP는 이에 대해 대답하는 시간을 가진 후 ICID 회장단 분들과 함께 모든 YP들은 프로그램에 대한 종합 의견을 말하며 유익한 피드백 시간을 가졌다(그림 3-1). 이렇게 셋째 날까지의 모든 강연과 활동들이 끝난 후에 YP-TP 교육 수료증과 KCID에서 준비한 기념품을 받았다. 이번 교육과정을 통해 우리는 한층 성장한 YP가 되었고, 앞으로 ICID 행사에 적극적인 활동을 할 것을 다짐하면서 기념사진을 남겼다(그림 3-2).

표 2 | YP-TP 프로그램 일정

No.	Question
1	How the recent climatic extremes are affecting water management for agriculture in your country/region? (최근의 기후 극단이 당신의 나라/지역 농업에 대한 물관리에 어떤 영향을 미치고 있는가?)
2	What new and innovative approach and technologies are being adopted to address these climate change issues? (이러한 기후 변화 문제를 해결하기 위해 어떤 새롭고 혁신적인 접근법과 기술이 채택되고 있는가?)
3	What management approach and solutions are being considered to adapt to climate change? (기후 변화에 적응하기 위해 어떤 관리 접근법과 해결책을 고려하고 있는가?)
4	How would you like to modify/augment water management practices and policies in region to generate a long term strategy? (장기적인 전략을 수립하기 위해 지역의 물관리 관행과 정책을 어떻게 개정/증대시키겠다는가?)
5	What is your view and contribution to promote climate smart agriculture? (기후스마트농업을 촉진하기 위한 당신의 견해와 기여는 무엇인가?)



1) 피드백



2) YP-TP 기념사진

그림 3 | Day 3

즐거웠던 Technical Tour

어느덧 교육일정 넷째 날. 테크니컬 투어를 위해 이른 아침부터 분주하게 움직여 버스에 올랐다. 가장 먼저 도착한 목적지는 대아저수지로 현장 사무소에서 준비한 영상과 브리핑을 듣고 (그림 4-1), TM/TC실에서 수문을 열고 닫는 모습을 실시간으로 볼 수 있는 기회를 가졌다. 대

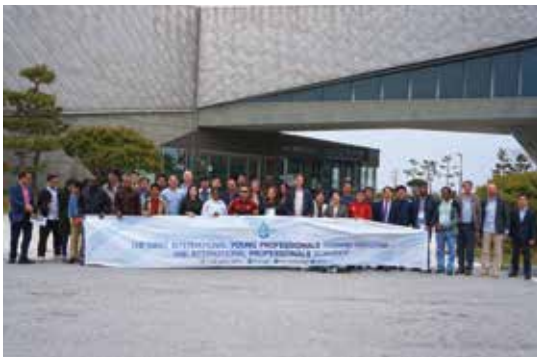
아저수지 운영관리에 대한 질의응답의 시간을 가진 후에 저수지를 직접적으로 둘러보았다. 날씨가 흐리고, 비가 조금 와서 가시거리가 좋지는 않았지만 한국의 선진 물관리 시설에 대해 다들 흥미로워 했다(그림 4-2). 맛있는 비빔밥으로 점심을 먹은 후에 다음 행선지인 전북 부안군에 위치하고 있는 새만금 홍보관을 방문하였다(그림 4-3). 다함께 새만금 홍보영상을 시청한 후 홍보관 전체를 둘러보는 시간을 가졌다. 홍보관 전망대에서 새만금 방조제를 바라보았지만, 날씨 탓에 세계에서 제일 긴 방조제가 흐릿하게 잘 보이지 않아 매우 아쉬웠다. 홍보관 견학 후 새만금 방조제 위를 달려 우리는 군산근대역사박물관을 방문하여 박물관 내에 있는 체험활동들을 함께 하면서 즐거운 추억을 또 하나 쌓았다(그림 4-4). 저녁식사로 불고기 정식을 맛있게 먹고 난 후 다시 안산으로 향했다. 아침부터 시작된 우리의 여정은 늦은 밤이 되어서야 끝났지만, 외국 YP들에게 한국의 발전된 물관리 기술과 방조제 축조기술을 직접 보여 줄 수 있어서 매우 뿌듯했다.



1) 대아저수지 관련 브리핑



2) 대아 저수지 방문



3) 새만금 홍보관 방문



4) 군산근대역사박물관 방문

그림 4 | Day 4(테크니컬 투어)

다시 만나길 바라며, 아쉬운 Goodbye

마지막 날은 국제 전문가 워크숍으로 장중석 KCID 회무부회장님의 개회사를 시작으로 기후변화에 대응하기 위한 관개 기술과 관련한 워크숍이 실시되었다. 총 9인의 전문가들이 준비해 온 강연을 들으며, 기후변화에 대응하기 위해 모든 국가에서 많은 노력을 하고 있음을 알 수 있었다. 가장 기억에 남는 강연은 ICID 부회장인 Dr. Marco Arcieri의 'Climate Change and Water Security'였다. 기후변화로 인해 발생하는 자연현상과 물 안보에 대한 전반적인 내용을 잘 설명해 주셨고, 특히 엘리뇨(El Niño), Jet Stream 등에 대한 설명은 생소하지 않아서 흥미롭게 들을 수 있었다. 모든 강연이 끝난 후 폐회식과 함께, YP 중 나이지리아에서 온 Amali 라는 친구가 만든 5일간의 추억을 담은 영상을 보았다(그림 5-2). 10분정도 되는 영상에는 프로그램에 각자 열심히 참여하고 있는 YP들의 모습과 일상적인 모습, 테크니컬 투어 동안의 기록 등이 담겨져 있었고, 재미있는 장면도 나와 모두 웃음바다가 되기도 하였다. 이 날을 마지막으로 제1회 YP-TP 교육은 모두 종료되었지만, 우리는 다시 만날 날을 약속하며 아쉬운 작별을 고하였다.



1) 마무리



2) 5일간의 기록(made by Amali)

그림 5 | Day 5



참석후기를 마치며

기후변화는 전 세계적인 중요한 이슈이며, 이미 우리 삶의 다양한 분야에 영향을 주고 있다. 특히 식량안보를 책임지고 있는 농업분야에서의 핵심요소인 수자원에 직접적인 영향을 주기 때문에, 미래 기후변화에 대응하기 위한 실효성 있는 대책 마련이 중요하다. 이에 ICID를 중심으로 국제적으로 관개배수 분야 젊은 기술인 양성의 필요성과 국제사회 참여 유도 및 역량강화를 위해 YP-TP 교육 훈련 프로그램이 개최되었고, 관련분야 박사과정중인 나에게는 본 교육 프로그램에 직접 참여하게 된 것을 매우 큰 행운으로 여긴다. 비록 5일간의 짧은 교육프로그램이었지만 본 교육을 통해 기후변화에 대응하기 위한 다양한 관개기술 및 정보를 습득할 수 있었고, 다양한 국가 및 직종에 종사 중인 외국인 YP들과 교류할 수 있어서 매우 값진 시간이었다. 본 교육에 참가한 모든 YP들이 각자의 위치에서 보다 많이 배우고 경험하며 한 층 더 성장하기를 바라며, 앞으로 ICID를 통해 함께 적극적으로, 진취적인 활동을 함으로써 관개배수분야 발전에 기여할 수 있기를 기대해본다.



농촌용수이용체계재편사업의 현황과 사례

손 용 인

한국농어촌공사 사업계획처

inggiin@ekr.or.kr

1. 서론

그 동안 정부에서는 쌀 생산량 증대 및 영농편의성 증진을 위해 저수지, 양수장 등을 설치하여 신규용수원을 개발하는 방식으로 농업용수를 확보해 왔다. 하지만 최근에 경기, 충남, 전남 등 일부 지역에서는 기후변화로 인해 과거에 경험하지 못했던 극한 가뭄이 발생하였으며, 기존에 개발된 용수공급원이 있음에도 불구하고 극한 가뭄으로 저수지와 인근 하천이 매말라서 농작물피해가 발생하는 사례가 있었다. 안정적인 주곡생산을 위해 지속적인 농촌용수개발 투자가 있었음에도 불구하고 가뭄피해가 발생하고 있어, 영농환경이 불안한 상황이다. 또한, 과거에는 논 중심의 농업용수 수요에 맞춰 용수개발을 해 왔으나, 최근에는 농업용수 이외에도 생활·환경·공업용수 등 농촌지역의 다양한 용수수요가 증대되고 있어, 수자원의 중요성이 날이 갈수록 증대되고 있다.

기후변화와 농업·농촌분야의 다양한 용수수요에 대처하기 위해서 기 개발된 여유수자원을 효율적으로 배분·활용하여 지역간·수계간의 용수수급 불균형을 해소하거나, 기존시설의 리모델링을 통해 수리시설을 통합·재편하는 등 효율적인 농촌용수의 개발·이용·관리체계의 정립이 날이 갈수록 중요해지고 있다. 이에 농림축산식품부와 한국농어촌공사에서는 수자원을 효율적으로 활용하는 농촌용수이용체계재편사업을 통해서 안정적으로 농업용수를 확보하여 물 부족문제에 대응하고 있다.

2. 농촌용수이용체계재편사업 현황

가. 사업현황

기존의 용수개발사업은 논 중심의 천수답(자연강우를 이용한 농경지) 위주로 사업지구를 선정하여 추진하였으며, 중·소규모인 지구 또는 단위사업으로 사업을 추진했다. 단위 시설을 이용하여 용수를 공급하다 보니, 예상하지 못한 이상기후가 발생할 경우 재해대응이 곤란하였으며, 유지관리에 도 불편함이 존재하였다. 하지만 농촌용수이용체계재편사업은 소규모 수리시설을 통합 및 연계하거나, 도수로를 설치하여 수계간 연결을 통해 인근의 여유수자원을 부족한 지역으로 공급하고, 배분하는 사업으로 수자원의 효율적 활용을 가능하게 한다. 또한, 농촌용수이용체계재편사업은 생활·공업·환경용수 등 농어촌의 다양한 용수수요에 대처가 가능하며, 기 개발된 시설물을 활용하기 때문에 사업비가 저렴하여 상대적으로 효과가 우수하다고 할 수 있다. 농림축산식품부에서는 기존 용수개발사업(저수지개발)의 한계점을 극복하고, 수자원의 효율적인 이용과 관리체계를 구축하기 위해 2003년 전국의 용수구역을 대상으로 농촌용수이용체계재편사업의 계획을 수립하여 추진하고 있으며, 2008년 경남 합천군의 초계지구를 착공을 시작으로 총 9지구의 공사를 진행하고 있고, 3지구는 조사·설계중으로 총 12지구의 사업을 진행하고 있다. 2015년에는 상습적으로 가뭄피해를 겪고 있는 충남 서부권 및 경북 북부지역의 가뭄을 해소하기 위해 금강의 여유수량을 예당지에 공급하는 「공주보-예당지」와 「상주1지구」를 응급조치사업으로 추진하여 2016년에 사업을 준공한 바 있다. 그 결과, 2017년에 충남지역을 중심으로 극심한 가뭄이 발생했음에도 불구하고, 수해구역의 농경지에는 원활하게 용수를 공급하여 가뭄을 극복하였다.

표 1 | 기존개발계획과 차이점

구분	기존 용수개발사업	농촌용수이용체계재편사업
개발 방법	<ul style="list-style-type: none"> • 중·소규모로 지구별 또는 단위 사업별로 개발 • 급수면적 확대위주의 용수개발 <ul style="list-style-type: none"> ☞ 천수답 위주의 용수개발 	<ul style="list-style-type: none"> • 기 개발된 수자원의 효율적 이용 • 소규모 수리시설통합 및 연계 개발·이용 • 용수구역단위 다목적용수 종합개발 <ul style="list-style-type: none"> ☞ 진흥지역 중심의 수리안전담 위주 개발
용수 이용	<ul style="list-style-type: none"> • 단위시설별 용수이용 • 논용수 위주의 급수체계 <ul style="list-style-type: none"> ☞ 시설간 용수배분 및 여유수량 활용 지남 	<ul style="list-style-type: none"> • 유역단위 용수이용 • 논·밭용수 겸용 및 재이용 체계 <ul style="list-style-type: none"> ☞ 효율적 용수이용· 배분 및 여유수량활용 용이
유지 관리	<ul style="list-style-type: none"> • 단위 시설별 관리 <ul style="list-style-type: none"> ☞ 재해대응 곤란 및 관리 인력, 비용의 증가 	<ul style="list-style-type: none"> • 주수원공과 보조수원공을 Net Work 하여 연계 운영 및 관리 <ul style="list-style-type: none"> ☞ 재해대응능력 향상 및 관리비용 절감
사업비	저수지 : 100백만원/ha	42백만원/ha (42% 수준)

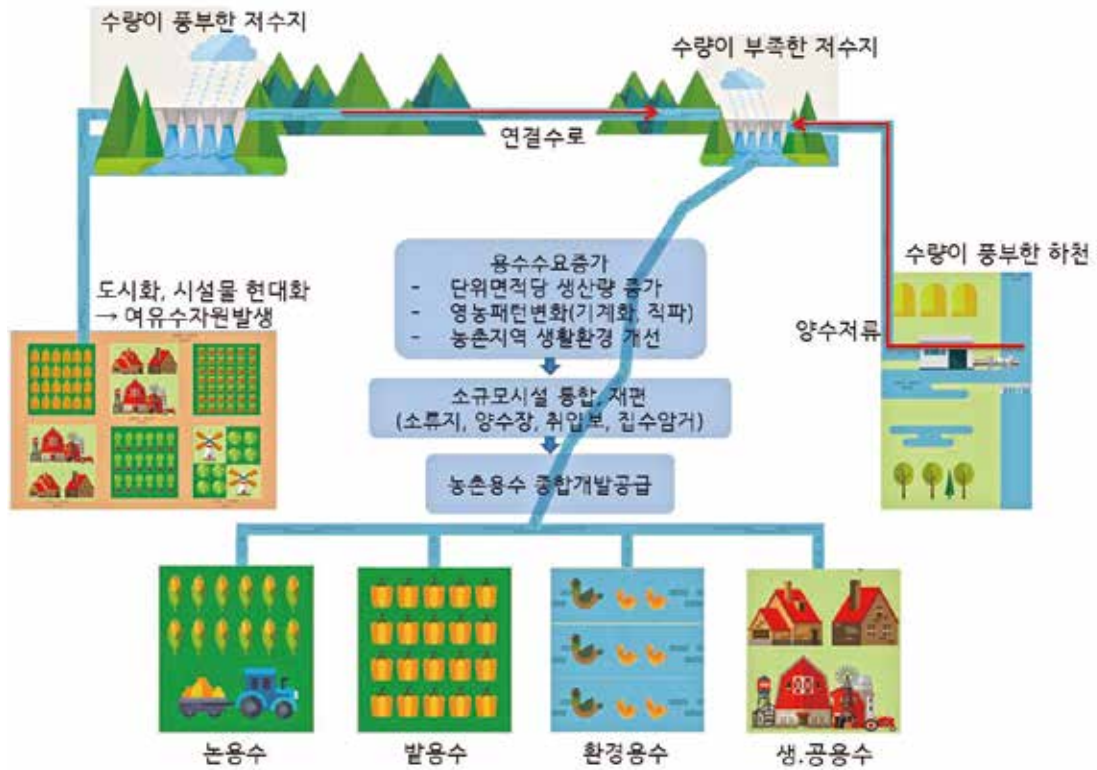


그림 1 | 농촌용수이용체계재편사업 개념도

나. 사업개발유형

농촌용수이용체계재편사업의 개발유형은 크게 4가지로 분류할 수 있다. i) 물이 풍부한 수계에서 부족한 수계로 연결 수로를 설치하여 용수를 공급하는 유형, ii) 퇴수를 양수저류 하거나 유역출구에 반복이용시설을 설치하여 용수를 확보하는 유형, iii) 소규모로 산재되어 있는 노후시설물을 수량이 풍부한 주수원공에 의해 통합·재편하여 유지관리 편의성을 증대시키는 유형, iv) 준공된지 20년 이상 경과된 대단위 사업지구에 대하여 시설물 능력평가로 용수이용체계를 재정비하는 유형 등이 있다. 지금까지 수계연결형은 9지구, 시설통합형은 2지구, 양수저류형은 1지구이며, 주로 수계연결형으로 사업을 추진하고 있다.



그림 2 | 사업유형도

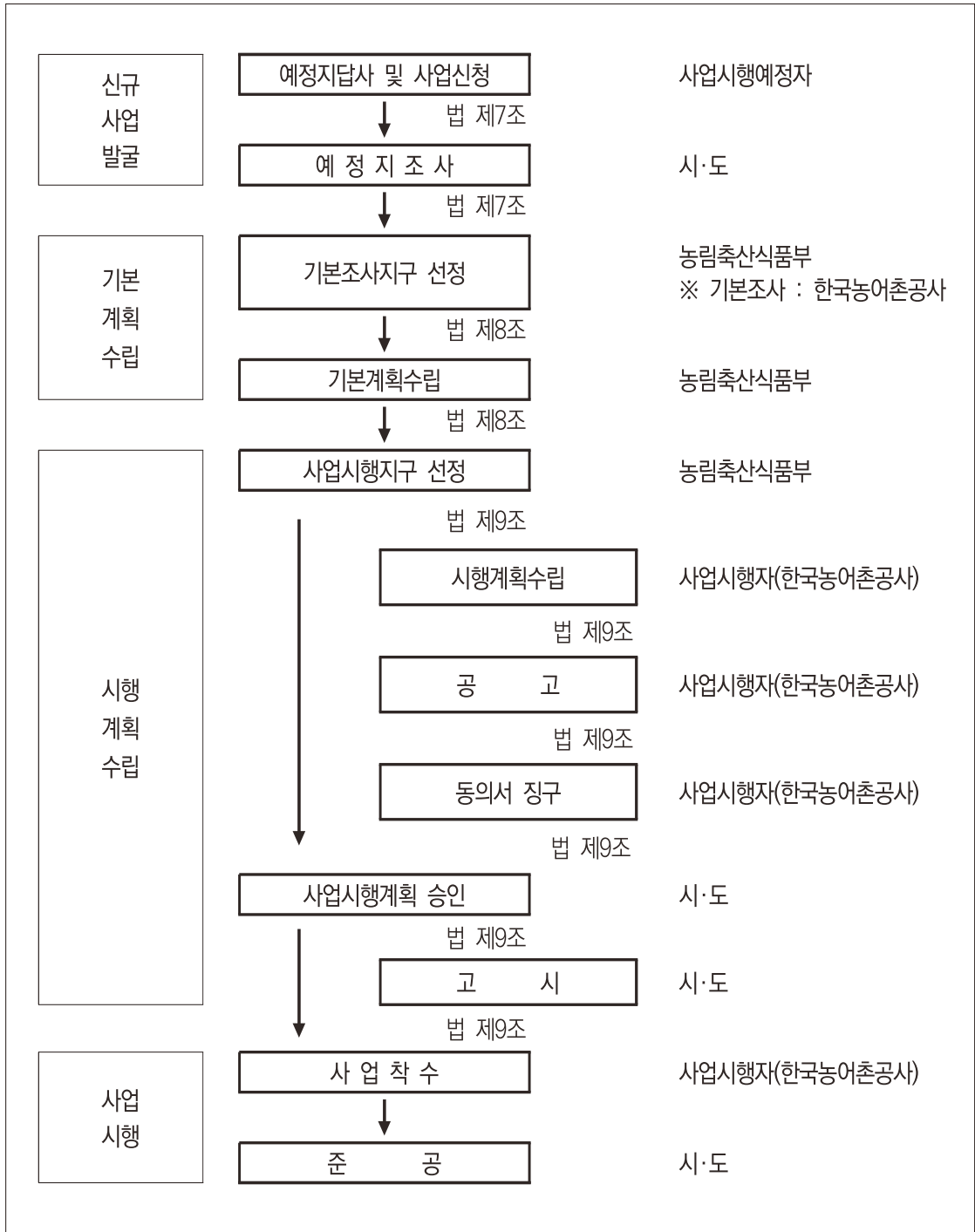
표 2 | 개발유형

구분	개발유형
수계연결형	• 물이 풍부한 수계에서 부족한 수계로 연결 수로를 설치하여 용수를 공급
양수저류형 (반복이용)	• 자체 용수확보가 어려운 곳에서 퇴수를 양수저류하거나 유역 출구에 반복이용시설을 설치
시설통합형	• 소규모로 산재되어 있는 노후시설물을 주수원공에 의해 통합·재편
대단위 재정비형	• 준공된지 20년 이상 경과된 대단위사업지구에 대하여 시설물 능력평가로 용수이용체계를 재정비

다. 사업추진체계 및 시행절차

농촌용수이용체계재편사업은 중앙정부주도형 사업으로써 신규사업발굴, 기본계획수립, 시행계획수립, 사업시행 등 사업시행절차는 크게 4단계로 구분할 수 있다. 사업의 선정, 예산투입 등 전체적인 총괄업무는 농림축산식품부에서 담당하고, 사업관리 및 집행은 한국농어촌공사, 예정지조사 및 시행계획 승인은 시·도에서 업무를 담당하고 있다. 농어촌정비법 제6조~제10조, 제108조에 의거해서 사업을 추진하며, 재원은 농특회계, 국고 100%로 사업비를 충당하고 있다.

표3 | 「농촌용수이용체계재편사업」추진체계



3. 사업추진 사례 1(아산호-삽교호-대호호)

가. 사업의 배경 및 목적

삽교호는 충남 당진군, 아산군, 홍성군 및 예산군 일대의 가뭄으로부터 안정된 영농기반을 조성하기 위한 사업의 일환으로 1976년 12월에 착공하여 1979년 10월에 준공되었다. 삽교호의 조성으로 확보된 수자원은 삽교천유역 내는 물론 태안반도 일대의 안정적 농업용수 공급과 충남 서북부 신흥공업지역에 공업용수를 공급하는 등 지역산업발전에 아주 중요한 역할을 담당하고 있다. 그러나, 근래에 들어 영농형태와 산업 구조의 변화, 지구온난화로 인한 기상이변 등으로 급수기 삽교호 본래 안정적 수위 확보가 어려운 실정으로 이에 대한 대체 용수원개발 등의 용수확보가 시급한 실정으로 삽교호 인접하며 수량이 풍부한 아산호와 수계연결로 확보된 수량을 대호호 까지 연결하는 3개호 수계연결 사업에 대한 정부나 시민단체의 요구가 날로 증대되고 있다.

아산호, 삽교호 및 대호호 수계연결 사업은 방조제 건설로 담수호에 이미 확보된 수자원의 무효방류량을 최소화하여 수자원을 효율적이고 경제적으로 이용할 수 있다. 또한, 강우의 시간적·지역적 편중되는 최근 기상상황에서 수자원의 통합 관리 및 이용·배분 등 수계연결을 통한 가뭄대처능력 증대로 3개호 주변 농경지에 안정적 농업용수 공급과 더불어 신 공업지역(대산공단 등)에 공업용수의 추가 공급으로 다양한 용수요 증가에 대처 하는데 그 목적이 있다.

나. 사업개요 및 사업효과

「아산호-삽교호-대호호 농촌용수이용체계재편사업」은 아산호 유역에서 발생하는 용수원과 아산호 준공이후 상류유역 도시화 및 산업화로 인하여 발생하는 수자원의 이용효율 증대를 위하여 유역을 달리하는 삽교호와 대호호의 연결을 통한 유역의 통합관리로 안정적 농업용수와 부가적으로 대호호에 인접한 대산공단에 공업용수를 공급하는 것으로 계획하였다. 아산-삽



그림 3 | 「아산호-삽교호-대호호 농촌용수이용체계재편사업」 위치평면도

교-대호 3개호 수계연결사업의 가장 큰 특징은 충남 서부지역에 이미 건설, 확보된 담수호 시설을 이용하여 유역 간 연결 통합운영으로 바다에 버려지는 무효방류량을 최소화 할 수 있다. 각각의 유역과 수혜지역이 다른 3개호 중 아산호의 경우 2017.6.13.일 현재 유효 저수량 대비 80%의 저수량을 보이고 있으나 유입량이 적은 삽교호 9%, 대호호 11.3%로 시급한 대책 마련이 필요하다. 따라서 3개호 수계연결사업은 수자원을 최대한 효율적, 경제적으로 이용함으로써 신규 개발이 아닌 기 확보된 수자원 활용으로 이용의 불균형을 해소하는 상호보완 할 수 있으며 환경적 측면에서도 건전하고 지속가능한 개발을 유도 환경훼손 및 파괴를 최대한 줄일 수 있으리라 판단된다. 또한 농가소득 증대와 지역적 특색 있는 농산물 생산과 지역균형발전을 도모할 수 있으며, 응급 및 긴급 상황시 농업용수를 공급함으로써 국가 산업발전에 이바지 할 것으로 기대된다.



그림 4 | 지구전경

4. 사업추진 사례 2 (아산호-금광 · 마둔저수지)

가. 사업의 배경 및 목적

경기도 평택시 팽성읍 석봉리 등~경기도 안성시 금광면 금광리 일원의 농경지(수혜면적: 2,436ha)의 경우 상류에 위치한 2개소의 저수지(금광, 마둔)에서 농업용수를 공급받아 농경지를 경작하고 있다. 2017년 1월~2017년 5월에 발생한 강우량이 평균 대비 36.6% (이천 관측소 기준, 100.2mm, 평균: 273.9mm)로 시설물(저수지)의 계획빈도(10년)이상의, 50년 빈도(102.4mm)와 유사한 강우가 발생하여 농업용수공급을 시작하는 4월말까지 금광과 마둔 저수지의 저수율이 농업용수공급이 원활 하도록 회복되지 못하고, 낮은 저수율(금광 : 43.8%, 마둔 : 34.9%)을 나타내었다. 따라서, 농경지 경작을 위한 농업용수 공급이 시작됨에 따라 17.6월말에는 2개소 저수지(금광, 마둔)의 저수

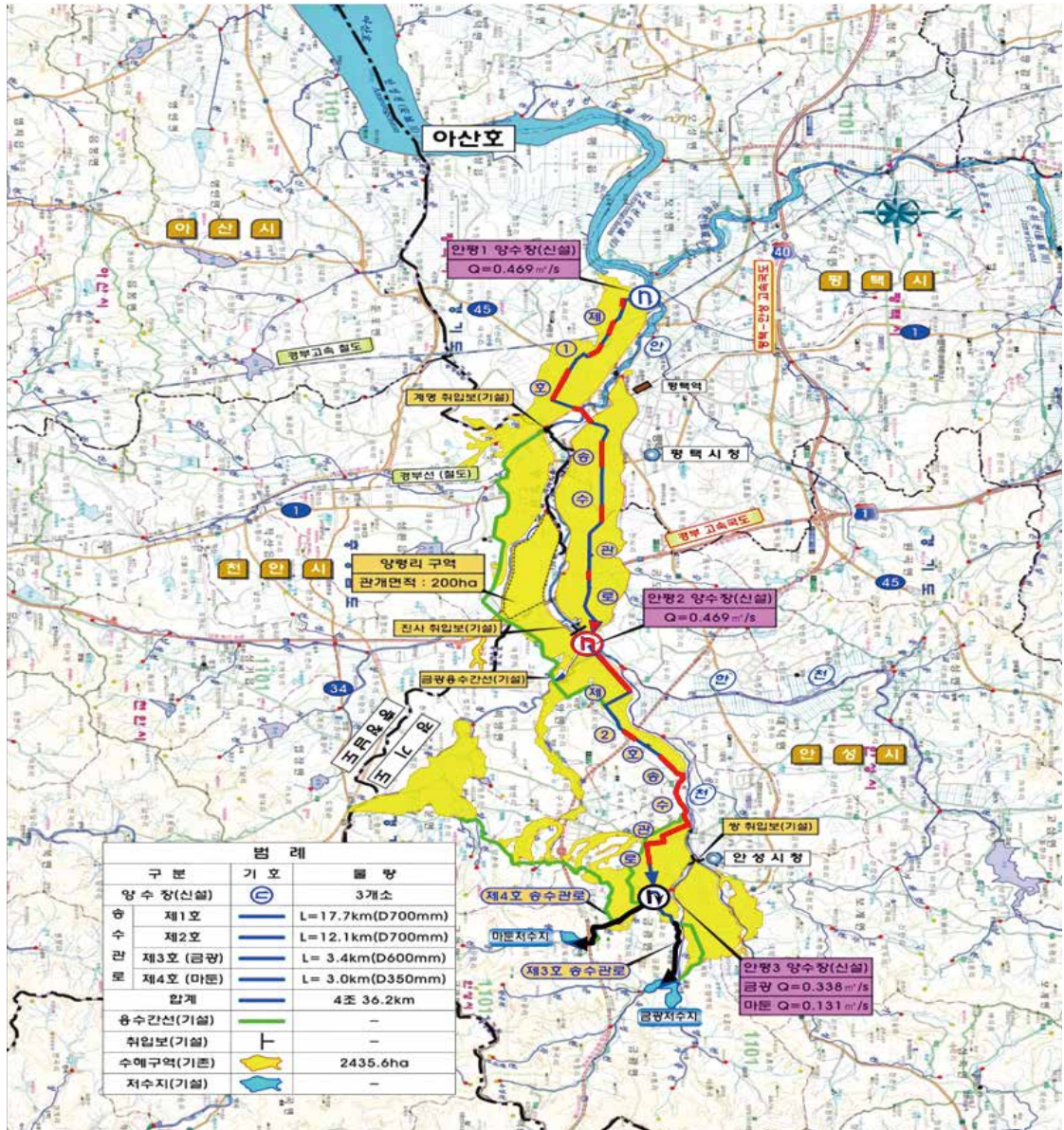


그림 5 | 「아산호-금광·마둔저수지 농촌용수이용체계재편사업」 위치평면도

율이 약 2%로 떨어져 농업용수의 공급에 어려움이 극심하였다. 2017년과 같은 심각한 가뭄에 대한 대비가 필요한 것으로 판단되어 대책을 검토한 바, 인근에 위치한 아산호(아산 방조제, 안성천 하구 일원)의 경우 보다 넓은 유역에서 유량이 유입되어 보다 안정적으로 유량이 확보되는 여건이다. 그러므로 아산호를 취수원으로 하고, 농업용수를 상류의 2개소의 저수지(금광, 마둔)에 양수하여, 낮은 저수율이 발생하는 비상의 경우를 대비하면 사업대상지역 일원의 수혜지역 농경지에 필요한 농업용수를 안정적으로 공급함으로써 노동 및 토지의 생산성 증대를 통한 소득증대로 지역경제 발전과 복리증진을 도모하는 것이 사업의 목적이다.

나. 사업개요 및 사업효과

사업지역은 상류에 위치한 2개소 저수지(금광, 마둔 저수지)가 설치된 지역으로 수혜구역은 평택시(평택시, 평택시 평성읍)와 안성시(안성시, 공도읍, 미양면, 금광면, 보개면)일원으로 대부분 경지정리가 실시된 지역으로 농경지 경작환경이 양호하며 농업용수는 상류에 2개소(금광, 마둔저수지)의 저수지를 설치하여 계획빈도(10년) 가뭄에는 농경지 경작에 큰 어려움이 없도록 계획된 지역이다. 한편, 최근 1년(2016년 5월~2017년 4월)에 발생한 강우량이 평균 대비 57.4%(약 500년 빈도 가뭄)로 매우 작게 발생하여 상류의 저수지(금광, 마둔저수지)의 저수량의 감소로 농업용수의 공급이 어려워 농경지 경작에 지장이 초래된 바, 가뭄으로 인해 관개기전(4월) 저수율을 기준 저수율과 목표 저수율은 「저수지 등 농업생산기반시설 위기대응 실무 매뉴얼」을 토대로 설정하여 가뭄으로 인한 위기에 대응할 수 있는 적정 저수율로 회복할 수 있도록 양수하여 농업용수를 확보하는 방안을 수립하였다. 양수를 위한 취수원은 하류의 아산호(안성천 하류부, 국가하천)로 결정하였고, 아산호에서 취수된 농업용수는 3단계 양수장(안평1~안평3 양수장)을 거쳐 상류의 저수지(금광, 마둔저수지)에 저류되며, 저류 확보된 용수로 극심한 가뭄으로 인한 위기에 대응이 가능하도록 사업계획을 수립하였다.

5. 사업추진 사례 3 (공주보-예당저수지)

가. 사업의 배경 및 목적

충남 서해안권은 기후변화 및 수원 부족으로 매년 물 부족 현상이 반복적으로 발생하여 농작물 생산성 저하 및 경제적인 고통을 받고 있다. 특히 2012년부터 극심한 가뭄으로 충남 서해안권인 아산, 당진, 서산, 태안, 홍성, 보령, 서천 지역의 농업용수 부족으로 경제적인 피해가 크게 발생하였다. 2012년 5월 1일~6월 28일까지 약 두 달간 강우부족, 저수율 저하 등 극심한 가뭄 기간의 강수량은 전국 80mm로 평년 261mm 대비 31%, 충남지역은 43mm로 평년 232mm 대비 약 19%의 발생으로 인한 용수공급 체계에 균형을 상실하였다.

특히, 충남 태안·서산·홍성·예산 지역은 지형상 저수지·댐 등 용수공급을 위한 취수시설물을 설치하기 위한 적지가 적어, 안정적인 용수 확보가 어려운 실정으로 다각적인 수자원 확보 방안이 반드시 필요한 지역이다. 금강의 공주보에서 용수를 취수하는 사업은 수자원의 효율적인 활용, 가뭄지역의 해소 및 지역 경제발전에 기여할 수 있는 사업이다.

나. 사업개요 및 사업효과

사업지구는 충청남도 공주시 유구천 일원과 예산군 신양천 일원에 위치하고 있으며 수도작을 주로 하고 있다. 수리시설은 유구천과 신양천 인근의 57개 수리시설(취입보 27개소 양수장 30개소)과 개인관정을 이용하여 관개를 하고 있는 실정이다. 이에 따라 「공주보-예당지 농촌용수체계재편사업」은 금강 공주보 인근에 양수장을 설치하여 농업용수를 공급하는 것으로 계획하였으며 지구내 57개의 수리시설의 10년 한발빈도 급수가능(보충)면적을 산정하고, 3개의 가압장을 설치하여 예당저수지까지 물을 공급하는 계획을 수립하였으며 1, 2가압장에 유구천으로 용수를 공급할 수 있도록 방수로 계획을 수립하였다.

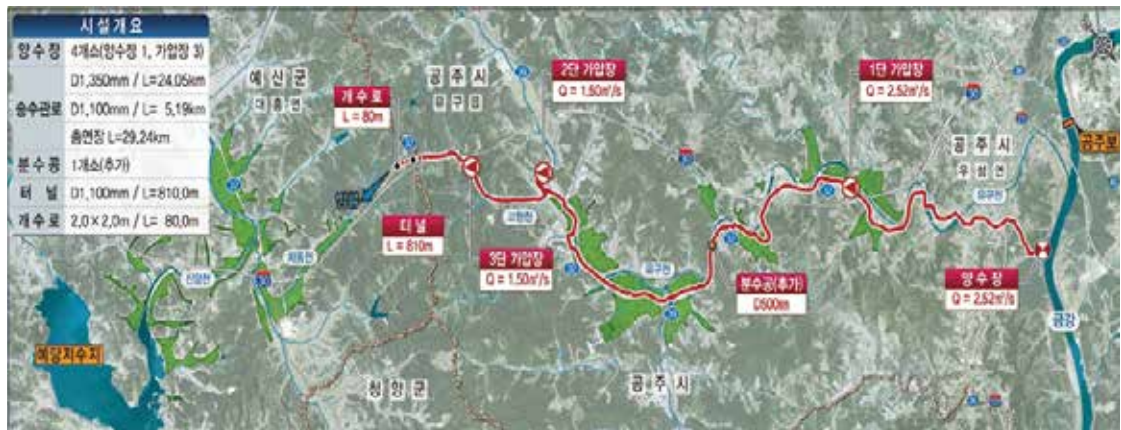


그림 6 | 「공주보-예당저수지 농촌용수이용체계재편사업」 위치평면도

6. 맺음말

최근 우리나라에서 농업용수의 다원적 기능에 대한 공감대가 형성되고, 작물 생육에 필요한 관개용수로만 인식되던 농업용수의 개념이 농촌생활환경을 포함하는 다양한 지역용수로의 포괄적인 개념으로 전환됨에 따라 농업용수에서 농촌용수로 전환되고 있는 상황이다. 또한, 한정된 수자원

의 효율적 이용의 요구가 높아짐에 따라 수자원의 적절한 배분과 합리적인 사용에 대한 중요성이 증대되고 있다. 물은 무한재가 아닌 유한재라는 인식을 가지고 농업용수 확보 대책을 수립하고, 반복되는 가뭄피해를 최소화하기 위한 노력이 필요하다. 따라서 근본적인 용수확보 및 가뭄대책을 수립하기 위해서는 예상되는 가뭄상황을 설정하여 장기적인 대책 마련이 필요하고, 이를 위하여 꾸준한 투자와 관심을 가져야 한다. 농촌용수 공급의 확대를 위한 신규 개발은 물 부족에 대한 대책으로 필요성이 인정되지만 자연적인 측면, 환경적인 측면 등을 고려할 때 신규개발은 필요 최소한에 한하고, 기존 수리시설물을 리모델링하거나 기존 수리시설물의 이용을 극대화함으로써 용수 공급을 확대하도록 해야 한다. 기존시설의 용수공급 능력을 확대하거나, 연결수로를 건설하여 시설간·지역간 용수 수급 불균형을 해소하는 방안을 들 수 있다. 농림축산식품부가 추진하고 있는 농촌용수이용체계재편사업은 가뭄취약지역을 중심으로 안정적으로 용수를 공급할 수 있으며, 인근의 여유 수자원을 지역간·수계간으로 연결하여 확보된 물을 효율적으로 활용하는 등 지역간 수급 불균형을 해소할 수 있는 사업이다.

기존 수리시설의 용수공급능력 확대, 보조수원공 및 유허 수리시설의 재활용, 연계수로 건설 등 기존 수리시설을 재활용하는 농촌용수이용체계재편사업은 수리시설의 신규 개발에 비해 비용이 적게 들고, 환경에 영향을 최소화 할 수 있기 때문에 용수가 부족한 경우에 가장 먼저 고려할 필요가 있다. 농촌용수이용체계재편사업을 체계적이고, 지속적으로 추진하기 위해서는 먼저 증·개축이 가능한 수리시설, 재활용 가능한 보조수원공 및 유허 수리시설 등에 대해 일제조사하고, 지역주민의 선호도, 환경영향평가 등을 실시하여 후보지역을 선정해야 한다. 이때 농업용수 이외의 생활용수·공업용수·환경용수·유지용수 등 지역의 용수로 활용할 필요가 있는 수리시설에 대해서도 조사해야 한다. 또한, 사업 대상지를 발굴 및 선정하여 그 효과와 투자규모 등을 기준으로 사업타당성을 검증한 다음 우선순위를 결정하여, 사업을 추진해야 할 것이다. 기존 용수개발사업에 비해 경제성과 사업효과가 뛰어나기 때문에 가뭄피해의 최소화와 항구적인 가뭄극복을 위해서는 장기적인 계획을 수립하여, 체계적이고 지속적으로 사업을 추진해야 할 것으로 판단된다.

농업생산기반시설 안전진단과 한국농어촌공사 시설관리 시스템 소개

윤 홍 일

한국농어촌공사 안전진단사업단장

y702@ekr.or.kr

김현수, 송일정, 이호형, 문성철, 최종윤

Yoon, Hong-il, Kim, Hyeon-su, Song, Il-jung, Lee, Ho-hyeong, Moon, Sung-chul, Choi, Jong-yoon

요약

한국농어촌공사 안전진단사업단은 1995년부터 농업생산기반시설에 대해 정밀점검 및 정밀안전진단을 시행하고 있습니다. 농업생산기반시설의 안전진단은 「농어촌정비법」 및 「시설물의 안전 및 유지관리에 관한 특별법」에 의거 시행하며 그 결과는 공사 농업기반시설관리시스템(RIMS)에 등록하여 관리하고 있습니다. 2013년 산대저수지 붕괴 등으로 시설물 안전관리의 관심증가 및 「시설물안전법」 개정으로 법적 안전진단 대상이 증가하면서 효율적인 사업관리 및 결과 DB를 관리할 수 있는 시스템 개발이 필요해 졌습니다. 안전진단사업 관리시스템은 RIMS의 DB 및 서버를 활용하여 2018년 12월 개발하였으며 우선 내부사용자를 대상으로 서비스 중입니다. 본 시스템은 안전진단 DB를 활용한 현장업무 지원 및 시설물의 선량한 관리를 위해 추후 유지관리 및 고도화 사업을 통하여 기능 및 성능을 개선하고 궁극적으로 안전한 시설물 유지관리를 도울 수 있는 시스템으로 완성할 계획입니다.

1. 한국농어촌공사 안전진단사업단 소개

한국농어촌공사는 1908년 전북옥구서부수리조합을 효시로 많은 변천을 거치며 성장·발전해왔습니다. 이후 농지개량조합, 농지개량조합연합회, 농어촌진흥공사의 3개 기관이 농업기반공사로 통합되어 현재의 한국농어촌공사로 이어져 왔습니다.

시설물의 재해예방에 관련된 시설물 안전진단은 노후화된 수리시설물의 안전을 도모하기 위하여 1986년 농지개량시설관리규정에 따라 한국농어촌공사(구 농업진흥공사)내에 수리시설에 대한 기술진단, 기술지원을 수행하기 위해 수리시설관리단을 설치하여 현재의 정밀안전진단에 해당하는 기술진단을 실시하였습니다. 1994년 성수대교 붕괴사건 이후 1995년에「시설물의 안전관리에 관한 특별법」이 제정 하였고, 한국농어촌공사(구 농어촌진흥공사)는「시설물의 안전관리에 관한 특별법」이 제정된 직후인 1995년 동법의 규정에 따라 안전진단전문기관으로 등록하였습니다. 시설물 안전진단 업무를 전담하여 수행하는 기술본부는 2007년에 신설되었으며, 2019년 4월에는 안전진단사업단으로 개편되어 농업생산기반시설을 비롯한 중요 사회기반시설에 대해 정밀안전진단 및 정밀안전점검을 시행하고 있습니다.

2. 농업생산기반시설 안전진단사업 관련 법규

농업생산기반시설은 규모에 따라 「농어촌정비법」 및 「시설물의 안전 및 유지관리에 관한 특별법」(2018년 전부개정, 이하 “시설물안전법”으로 칭함)에 따라 종별로 분류되며 각 법에서 정하는 바에 따라 정밀안전진단 및 정밀점검을 실시하여야 합니다. 농업생산기반시설은 크게 저수지, 양·배수장, 방조제 등으로 구분하고 있습니다.

2.1 「농어촌정비법」에 따른 안전점검 및 정밀안전진단 실시시기

한국농어촌공사 및 지자체에서 관리하는 농업기반시설은 「농어촌정비법」 제18조 및 동법 시행령 제 26조에 따라 안전점검 및 정밀안전진단을 실시해야 하며 그 대상시설 및 실시시기는 「농어촌정비법」 시행령 별표 1.에 명시하고 있습니다.

표 1 | 「농어촌정비법」 시행령 별표1에 따른 종별 분류

구 분	농어촌정비법 1종	농어촌정비법 2종
저수지	• 총저수량 30만톤 이상	• 총저수량 30만톤 미만
양·배수장	• 단위시설(1개소)당 2,000마력 이상인 양수장·배수장	• 단위시설(1개소)당 1,000마력 이상 2,000마력 미만인 양수장·배수장
방조제	• 「방조제관리법」에 따른 국가방조제 및 하구둑	• 「방조제관리법」에 따른 지방자치단체관리방조제

※ 3종시설 : 1종·2종 시설 외의 시설 중 양수장, 배수장, 취입보, 지하수 이용시설, 용수로, 배수로 및 그 부대시설

표 2 | 농업생산기반시설의 안전점검 실시시기

구 분	대상시설	실시시기
가. 정기점검	1종·2종·3종 시설	농업생산기반시설의 운전조작 및 정비, 재해 및 위험 여부 확인, 장애물 제거 등을 위하여 분기별로 1회 이상 실시하되, 해당 분기에 영농기가 있을 때에는 그 영농기 전에 실시하여야 한다.
나. 긴급점검	1종·2종·3종 시설	정기점검 외에 재해나 사고가 발생하거나 시설 안전에 이상 징후가 있을 때 실시하여야 한다.
다. 정밀점검	1종·2종·3종 시설	정기점검 또는 긴급점검을 실시한 결과, 시설의 기능 유지 및 안전상 재해 위험이 있어 시설물 보수가 필요할 때 실시하되, 필요 시 1종·2종 시설은 정밀점검을 생략하고 정밀안전진단을 실시할 수 있다.

표 3 | 농업생산기반시설의 정밀안전진단 실시시기

대상시설	실시시기
가. 1종 시설	1) 준공 후 10년 이상 지난 농업생산기반시설에 대하여 5년에 1회 이상 정기적으로 실시한다. 다만, 정밀안전진단 결과 안전상태가 양호한 시설과 개수·보수하여 안전하다고 인정되는 시설은 다음 한 차례의 정밀안전진단을 실시하지 않을 수 있다. 2) 농업생산기반시설관리자가 안전점검 중 정기점검 또는 긴급점검을 실시한 결과, 시설의 기능유지 및 안전상 재해 위험이 있는 경우 실시할 수 있다.
나. 2종 시설	농업생산기반시설관리자가 안전점검 중 정기점검 또는 긴급점검을 실시한 결과, 시설의 기능유지 및 안전상 재해 위험이 있는 경우 실시할 수 있다.

2.2 「시설물안전법」에 따른 안전점검 및 정밀안전진단 실시시기

농업생산기반시설 관리자는 「시설물안전법」 제11조, 제12조 및 시행령 8조, 10조에 따라 안전점검 및 정밀안전진단을 실시해야 하면 시설구분은 「시설물안전법」 시행령 별표1, 실시시기는 별표3에 명시하고 있습니다.

표 4 | 「시설물안전법」 시행령 별표1에 따른 댐 및 하천시설의 종별 분류

구분	시설물안전법 1종	시설물안전법 2종
댐	<ul style="list-style-type: none"> 다목적댐, 발전용댐, 홍수전용댐 및 총저수용량 1천만톤 이상의 용수전용댐 	<ul style="list-style-type: none"> 제1종시설물에 해당하지 않는 댐으로서 지방상수도전용댐 및 총저수용량 1백만톤 이상의 용수전용댐
하구둑	<ul style="list-style-type: none"> 하구둑 포용조수량 8천만톤 이상의 방조제 	<ul style="list-style-type: none"> 제1종시설물에 해당하지 않는 방조제로서 포용조수량 1천만톤 이상의 방조제
수문 및 통문	<ul style="list-style-type: none"> 특별시 및 광역시에 있는 국가하천의 수문 및 통문 	<ul style="list-style-type: none"> 국가하천의 수문 및 통문 특별시, 광역시, 시(市)에 있는 지방하천의 수문 및 통문
제방		<ul style="list-style-type: none"> 국가하천의 제방[부속시설인 통관(通管) 및 호안(護岸)을 포함한다]
보	<ul style="list-style-type: none"> 국가하천에 설치된 높이 5미터 이상인 다기능 보 	<ul style="list-style-type: none"> 제1종시설물에 해당하지 않는 보로서 국가하천에 설치된 다기능 보
배수펌프장	<ul style="list-style-type: none"> 특별시 및 광역시에 있는 국가하천의 배수펌프장 	<ul style="list-style-type: none"> 국가하천의 배수펌프장 특별시, 광역시, 시(市)에 있는 지방하천의 배수펌프장

표 5 | 「시설물안전법」에 따른 안전점검, 정밀안전진단 성능평가의 실시시기

안전등급	정기안전점검	정밀안전점검		정밀안전진단	성능평가
		건축물	건축물 외 시설물		
A등급	반기에 1회 이상	4년에 1회 이상	3년에 1회 이상	6년에 1회 이상	5년에 1회 이상
B·C등급		3년에 1회 이상	2년에 1회 이상	5년에 1회 이상	
D·E등급	1년에 3회 이상	2년에 1회 이상	1년에 1회 이상	4년에 1회 이상	

3. 농업생산기반시설 안전진단 시행체계

3.1 농업생산기반시설 현황

현재 전국의 수리시설은 73,656개소로서 707천ha를 관개하고 있으며, 이중 저수지가 17,289개소로 전체 시설수의 23.5%에 해당되고 있으나 수혜면적에서는 61.1%의 높은 비율을 차지하고 있습니다. 관리주체에 따라 공사관리시설과 지자체(시군)관리 시설로 구분하여 관리하고 있습니다.

표 6 | 농업기반시설 현황

시설구분	계		공사관리		시군관리	
	시설수 (개소)	수혜면적 (ha)	시설수 (개소)	수혜면적 (ha)	시설수 (개소)	수혜면적 (ha)
합 계	73,656	707,422	13,995	486,584	59,661	220,838
저수지	17,289	432,218	3,406	331,185	13,883	101,033
양·배수장	8,384	177,617	4,528	149,179	3,856	28,438
취입 보 등	46,309	93,112	5,916	6,220	40,393	86,892
방조제	1,674	-	145	-	1,529	-
기타	-	4,475	-	-	-	4,475

※ 출처 : 농업생산기반정비사업통계연보, 2018년, 구역의 수혜면적포함

3.2 농업생산기반시설 안전진단 시행체계

안전진단사업단은 농림축산식품부(이하 “농식품부”)로부터 국고보조금을 교부받아 농업생산기반 시설의 정밀점검 및 정밀안전진단을 수행하고 있으며 그 절차는 농업생산기반시설 관리규정(농식품부 훈령 제270호, 2017.12.07.)을 따르고 있습니다.

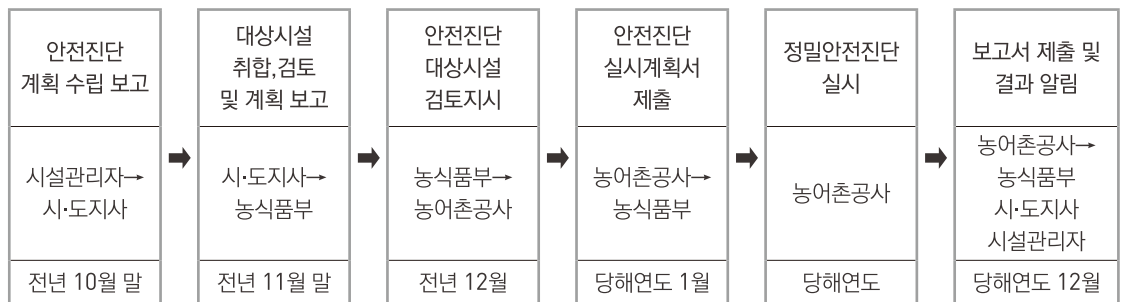


그림 1 | 농업생산기반시설 안전진단 시행체계

3.3 한국농어촌공사 안전진단 실시 실적

안전진단사업단은 1995년부터 현재까지 공사 및 시군관리 농업생산기반시설 8,273개소의 정밀안전진단 및 정밀점검 등을 수행하였으며 공사관리시설의 경우 농업기반시설관리시스템(RIMS)에 등록하여 그 실적 및 보고서를 관리하고 있습니다. 공사는 수많은 시설물의 관리를 한정된 인원으로 수행하기 위해 RIMS 및 수리시설물 관리 시스템을 운영하고 있습니다.

표 7 | 농업기반시설 안전진단 실시 실적

구분	계	정밀안전진단	정밀점검	내진성능평가
합계	8,723	6,049	2,589	85
공사관리	7,332	4,916	2,407	9
시군관리	1,391	1,133	182	76

4. 한국농어촌공사 운영중인 수자원시스템 현황

한국농어촌공사에서 운영중인 수자원 시스템 현황은 아래와 같습니다.

표 8 | 한국농어촌공사 수자원시스템 현황

구분	RIMS(공사)	RIMS(지자체)	RIMS(대민)	모바일GIS(공사)	RAWRIS
배경	• 과학적인 농업기반시설 및 물관리를 통해 재해를 예방하고 최적의 유지관리 지원을 위한 시스템	• 공사 및 지자체 수리 시설물의 데이터 일원화를 위한 지자체용 업무 시스템	• 농업기반시설, 농업용수 등 공사 및 지자체에서 관리하는 수자원 관련 정보를 제공하기 위한 대민용 서비스	• 농업기반시설 관련 업무를 모바일로 확대하여 업무의 스마트워크화 실현	• 농어촌용수 및 자원정보 등을 제공하며, 농어촌용수 및 생산기반정비 등 정책방향 수립과 대내외 업무 지원
목적	• 수자원 전반 공사 업무	• 지자체 시설 및 통계연보 자료 관리	• 모바일기기를 활용한 현장업무 지원 강화	• 모바일기기를 활용한 현장업무 지원 강화	• 대내외 정보 제공 및 공사 홍보
사용자	• 공사 수자원 업무 담당자	• 지자체 수자원 업무 담당자	• 농업인, 학계 등 이해관계자	• 공사 수자원 업무 담당자	• 농업인, 학계 등 이해관계자
주요 내용	• 농업기반시설 제원관리 • 농업용수 및 재해관리 • 공사관리지역 수해면적 등 • 사용자 관리 • 통계연보 관리	• 시설일반제원(시설 정보) • 농업용수(저수율 등) • 급수예고(급수알림, 물관리내역) • 공사관리구역 (면적 및 이용자)	• 시설일반제원(시설 정보) • 급수예고 (급수알림, 물관리내역) • 통계연보 관리	• 시설GIS 공간정보 제공 • 시설 및 시설위치정보 • 재해관리 • CCTV, 네비게이션 등	• 농촌용수 및 수위정보 • 계측장비 및 계측자료 제공

4.1. 농업기반시설관리시스템

(RIMS: Rural Infrastructure Management System)

RIMS는 과학적이 체계적인 농업기반시설 및 용수관리로 재해를 예방하고 물관리의 효율성 증대를 위한 유지관리 종합정보시스템입니다. 모바일지리정보시스템(GIS)를 활용하여 현장 시설물 위치정보를 확인할 수 있으며, 실시간 현장시설물 정보조회를 통한 다양한 현장업무 지원, 비상상황 발생시 신속한 상황전파 및 현장 보고를 실현할 목적으로 개발하였습니다. '03년부터 '08년까지 주요 기능을 구현하였으며 기능개선, 시스템 고도화, 안정화 유지관리 등을 통해 현재의 시스템을 완성하였습니다. 주요 관리자료는 농업기반시설 제원관리(시설제원, 개보수 이력관리, 안전점검 및 진단 등), 농업용수 및 재해관리(저수량, 급수예고, 수질관리 등), 재해관리(한·수해관리, 비상대처계획(EAP)관리 등), 공사관리지역 수혜면적 등(수혜면적, 농업용수이용자·시설부지관리 등), 사용허가 관리(사용허가 승인 및 계약관리), 통계연보 관리(공사 및 시군관할 시설물 제원 통계연보 자료관리)를 제공하고 있습니다. 일평균 455명이 접속하여 사용하며 공사 물관리 전반에 활용하고 있습니다.



그림 2 | 농업생산기반시설관리시스템(RIMS)

4.2. 농업기반시설 모바일 GIS

농업기반시설 모바일 GIS는 모바일기기를 활용한 현장 스마트워크 기반 확대로 현장지원을 강화하기 위해 '16년에 개발하였습니다. 농업기반시설 속성·공간정보를 활용한 시설, 용수 등의 정보 제공 및 위치파악 편의성 제공하고 실시간 현장시설물 정보조회를 통한 다양한 현장업무를 지원합니다. 주요 제공자료로는 GIS 시설정보(시설목록, 주요내용, 안전점검, 저수율, 수질 등 조회), 재해현황 조회(비상근무자, 양·배수장 가동현황, 홍수조절방류현황), 사용허가 신청 및 승인 현황 조회 등을 제공하고 있습니다.



그림 3 | 농업생산기반시설 모바일 GIS

4.3. 농촌용수종합정보시스템(RAWRIS)

“국가 물관리정보화 기본계획(‘99.12)”에 따라 국토부는 수량, 환경부는 수질, 농식품부는 농촌용수 부문 정보시스템 구축하였습니다. `02년 “농촌용수물관리정보사업”으로 시행하였으며 `11년 4월 “수자원 종합관리체계”구축 마스터플랜을 수립하여 시행중입니다. RAWRIS는 의사결정지원을 위한 기초자료 관리와 수자원 분석으로 구분됩니다. 농촌용수 기초자료로 저수지 저수위, 수질, 방류량, 기상, 시설물자료와 농촌 수자원 분석을 위한 저수지·수로 수량 프로그램, 가뭄·홍수 프로그램 등을 제공하고 있습니다.

표 9 | RAWRIS 주요내용

구분	주요 내용
농촌용수관리	수리시설물에서 농업용수 수요에 의해 공급되는 용수량과 논밭에 필요한 수요량 산정
수위·수량관리	전국 17천여개소 농업용저수지에 대한 수위·수량 관리
수질관리	주요 농어촌용수원(저수지, 담수호)에 대한 수질오염현황 및 수질변화추이 평가·분석

RAWRIS는 농촌용수 개발계획에 대한 지형·문자 정보를 관리함으로써 체계적인 수자원개발, 1,500여 개소 수위데이터 제공으로 관련기관간 통합관리, 용수구역별 수요·공급량 분석을 통한 체계적인 물관리 분석에 활용하고 있습니다.



그림 4 | 농촌용수종합시스템(RAWRIS)

5. 안전진단사업 관리시스템 개발

5.1. 안전진단사업 관리시스템 개발 추진 배경 및 목적

2013년 경주시 산대저수지 붕괴 및 안전관리에 관한 관심 증가 및 「시설물안전법」 개정에 따라 법적 안전점검 및 정밀안전진단 대상이 증가하면서 시설관리자 및 안전진단사업단의 업무량이 증가하였습니다. 그동안 안전진단사업단의 사업관리는 안전진단 대상지 수요조사, 시설별 단가산출, 시행계획 수립 등 일련의 과정을 엑셀 및 한글문서에 의한 수작업으로 진행하여 소요시간이 길고 오류의 가능성을 배제할 수 없었습니다. 따라서 농업생산기반시설 안전진단사업에 대한 종합적·체계적 관리를 위한 시스템 구축을 필요로 하여 사업관리 일련의 과정을 시스템화하여 업무효율성 개선과 더불어 안전진단결과 DB를 체계적으로 구축·관리하고자 2018년 개발하였습니다.

5.2. 안전진단사업 관리시스템의 주요기능

안전진단사업 관리시스템은 기존 RIMS의 서버 및 DB를 활용하여 RIMS내에 별도의 메뉴체계를 구성하여 개발하였습니다. 따라서 RIMS에서 제공하는 안전점검 결과, 시설별 개보수 사항, 안전진단 이력 등을 연동하여 사업관리를 수행할 수 있도록 하였습니다.

표 10 | 안전진단사업 관리시스템 주요내용

구분	업무단위	주요기능
요청관리	안전진단 대상지 관리	<ul style="list-style-type: none"> RIMS(농업기반시설 관리시스템) 및 통계연보와 연계된 안전진단 대상 리스트 제공 RIMS와 데이터 연계를 통해 각 시설별 정보제공 안전진단(정밀안전진단, 정밀점검) 주기도래 시기 조회 및 출력(엑셀, 한글)기능 제공
	안전진단 요청	<ul style="list-style-type: none"> 사용자(내·외부)가 안전점검 결과 집계표를 작성하여 제출하는 기능 제공 <1-1호 서식> 사용자(내·외부) 대상지 리스트를 통해 진단이 필요한 시설을 선택, 및 요청하고 <1-2호>서식에 의해 집계될 수 있는 기능 제공
사업관리	예정지답사 관리	<ul style="list-style-type: none"> 안전진단사업 요청 시설물 중 답사가 필요한 시설을 분류하는 기능 예정지 답사 보고서 작성 기능
	시행계획 관리	<ul style="list-style-type: none"> 안전진단 대상시설별 진단대가 산출 기능 시행계획서 작성 및 성과물 출력 기능
	자체진단 관리	<ul style="list-style-type: none"> 자체진단 조사방법 및 물량관리 기능 자체진단 조사출장일수 산출 기능
	종합보고서	<ul style="list-style-type: none"> 대상별 종합보고서(양식) 입력 기능 안전진단 결과 입력으로 RIMS 및 FMS 연계 종합보고서 성과물 출력 기능
현황/통계	사업현황	<ul style="list-style-type: none"> 당해년도 안전진단사업 현황 및 진도 현황
	진단실적	<ul style="list-style-type: none"> 정밀안전진단 및 정밀점검 등 실적 관리
	예산추정 관리	<ul style="list-style-type: none"> 차년도 안전진단 대상 출력 및 소요예산 산출 향후 5년간 안전진단 대상 출력 및 소요예산 산출

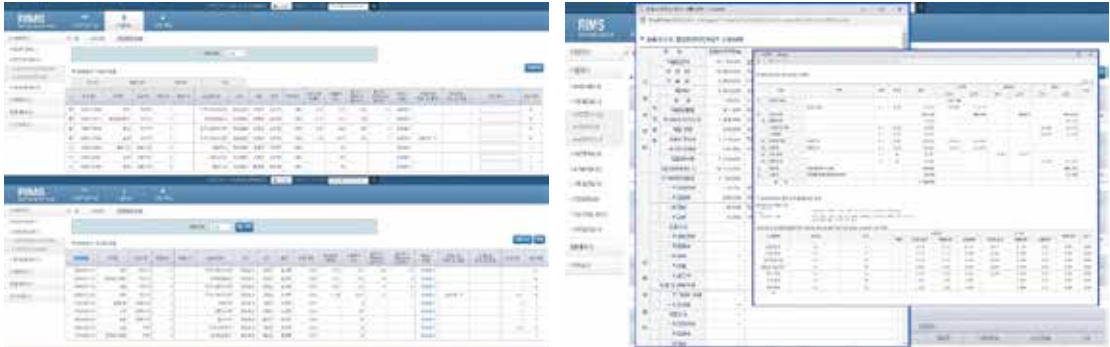


그림 5 | 안전진단사업 관리시스템 화면, 대상요청(좌), 단기산출(우)

6. 향후계획

안전진단사업단은 매년 600여개 이상의 정밀안전점검 및 정밀안전진단을 수행하고 있어 효율적인 사업관리 및 DB관리의 목적으로 2018년 12월에 본 시스템을 구축하여 현재 내부사용자를 대상으로 서비스를 하고 있습니다. 하지만 더 나은 서비스를 위해선 수정 및 보완해야 할 사항이 있어 개발자들과 함께 노력하고 있습니다. 안전진단사업 관리시스템은 안전진단 DB를 활용한 현장업무 지원 및 시설물의 선량한 관리를 위해 추후 유지관리 및 고도화 사업을 통하여 기능 및 성능을 개선하고 궁극적으로 안전한 시설물 유지관리를 도울 수 있는 시스템으로 완성을 계획합니다.

2018 ICID Watersave Technology Awards 소개

홍 은 미 _ 강원대학교 농업생명과학대학 환경융합학부 조교수 (eunmi.hong@kangwon.ac.kr)

정 가 은 _ 강원대학교 농업생명과학대학 환경융합학부 예고환경과학전공 학부생

1. 서언

현재 전 세계적으로 관개 농업에 직면한 주요 도전과제는 물 생산성 증가이다. 물 생산성 증가는 적절한 절수 기술, 물 관리 도구 개발, 그리고 정책이 함께 어우러져야만이 그 목표를 달성할 수 있다. 또한, 목표를 달성하기 위해서는 관개 용수 관리와 관련된 모든 이해관계자 (관리자, 농부, 연구자 등)에게 물을 절약, 보존하고 관개배수의 부정적인 환경 영향을 완화하며, 물 낭비를 최소화할 수 있는 적절한 정책 및 인센티브를 제공해야 한다. 관개배수 분야의 혁신 및 기술 장려의 필요성을 인식한 ICID는 1997년 WatSave Annual Award를 제정하여, 매년 수자원 보존 또는 농업 분야에서 물 절약에 기여한 공로를 인정받은 개인이나 팀에 수여를 하고 있다. 특히 본 상은 물 절약을 위한 연구 결과, 계획, 또는 아이디어에 주어지는 상이 아닌 실제 물을 절약한 사례를 바탕으로 공로를 인정하기 위해 주어진 다는 것에 큰 의의가 있습니다.

WatSave Awards는 크게 Technology award, Young professionals award, Innovative water management award, 그리고 farmer award 4개로 구성되어 있다. 2018년 Technology award는 호주의 John Hornbuckle, Jamie Vleeshouwer and Janelle Montgomery 팀에서 “IrriSAT, a weather-based irrigation management and benchmarking technology app providing site-specific crop water management information across large spatial scales at fine resolution using remote sensing” 주제로 수상하였으며, Innovative water management award는 캐나다

의 Richard Phillips이 “Alberta Irrigation Management Model (AIMM), a Decision Support System to assist irrigation producers better manage their irrigation water application efficiency and optimize crop production”로 수상하였다. 본고에서는 WatSave Awards 중 2018 Technology award의 구체적인 내용을 소개하고자 한다.

2. 혁신기술

<http://irrisat-cloud.appspot.com> (IrriSAT)은 기상 중심의 관개 관리 응용 프로그램으로 원격 탐사를 사용하여 대규모 공간 규모의 특정 작물 관리 정보를 고해상도로 제공하는 프로그램이다. IrriSAT은 위성영상의 NDVI 데이터를 이용하여 작물계수를 산정하며, 일 작물의 물 필요수량은 작물계수와 근처 기상관측소 또는 국가에서 제공하는 잠재증발산량의 곱으로 결정된다. IrriSAT은 미래에 대한 기후 예측이 가능하며, Landsat NASA 위성 플랫폼과 Sentinel ESA 위성 플랫폼을 이용하여 위성 처리를 자동화한다. IrriSAT는 구글 어스 엔진을 사용하여 개발되었으며 관

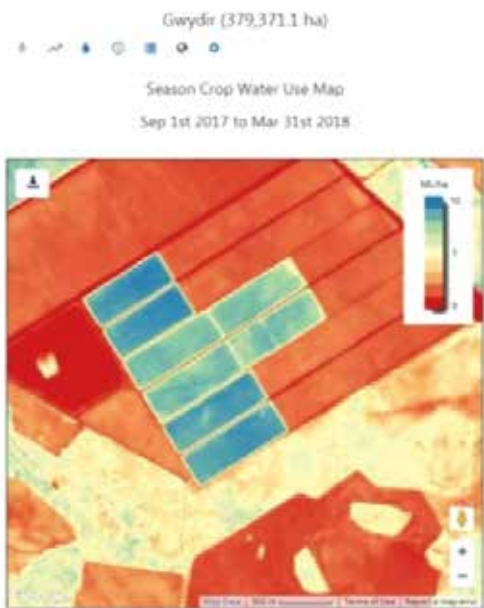


그림 1 | Seasonal crop water map in IrriSAT across an irrigated farm showing cotton crop water use differences within and between irrigated fields.

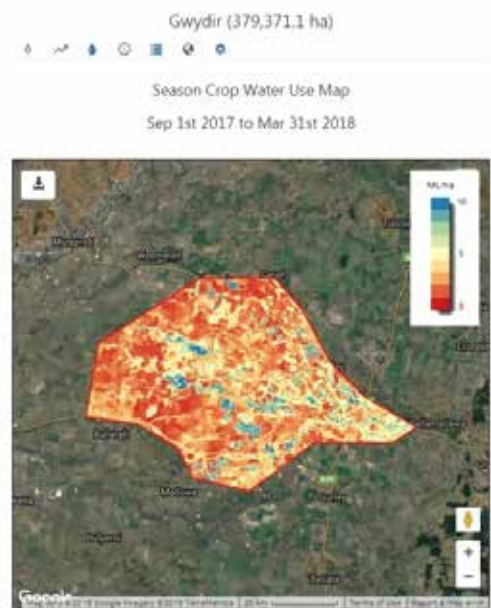


그림 2 | Seasonal crop water use map from the Gwydir Irrigation Area in Australia showing crop water use across the entire irrigated region during the 2017/18 irrigation season.

개 스케줄링 및 농작물 생산성 벤치마킹에 도움이 되는 농업용수 사용 정보를 제공한다. IrriSAT는 매일 농작물 물 사용량 뿐 아니라 7일 농작물 물 사용 예측량을 제공하며, 이를 통해 관개업자와 물 관리자는 그림 1과 같이 개별 농장의 작물 물 사용량을 예측할 수 있다. 또한 그림 2에서와 같이 전체 관개 지구에 대해 일별, 계절별, 또는 연별로 적용할 수도 있다. 이 정보들은 앱 내에서 마우스 클릭만으로 관심 영역을 선택하기만 하면 사용자가 자유롭게 쉽게 접근할 수 있다. 이전에는 위성처리에 많은 시간과 비용이 들었지만, IrriSAT 시스템을 통하여 마우스 몇 번 클릭으로 영상처리를 할 수 있으며, 사용자가 특정 작물에 대한 이용정보도 쉽게 접근할 수 있게 되었다. 또한, IrriSAT는 물을 주는 사람이 적절한 양의 물을 적시에 공급하고 농작물의 물 생산성을 지속적으로 개선할 수 있도록 효율을 향상시키는 역할도 하고 있다.

3. 혁신을 통해 물을 절약하는 방법

실제 수확 요구량에 맞게 조정된 적절한 관개 스케줄링 방법은 사용 가능한 수자원을 보다 효율적으로 활용하는데 필수적이다. IrriSAT는 사용자에게 작물 필요수량 예측 정보를 제공하여, 사용자가 관개에 필요한 물을 주문하고 작물 생산을 위한 효율을 향상할 수 있는 정보를 제공할 수 있다. 또한, 그림 3과 같이 선택한 지역의 과거 그리고 현재의 작물 필요수량 및 경작일로부터 누적 작물필요수량의 정보도 제공하고 있다. 또한, IrriSAT은 선택된 지역의 관개 부족량 정보 및 현재 물수지 정보를 제공해주며, 7일 동안의 물 사용량을 예측하여 관개수 부족량에 대한 정보를 제공해준다. 이러한 정보는 관개스케줄링 기능을 향상시키고 물 사용자가 물 공급 계획을 수립함에 있어 좀 더 효율적인 관개계획 수립을 도와줄 수 있다. 그리고 IrriSAT 사용자들은 다음과 같은 방법으로 물 절약을 이루었다고 보고하고 있다 (그림 4).

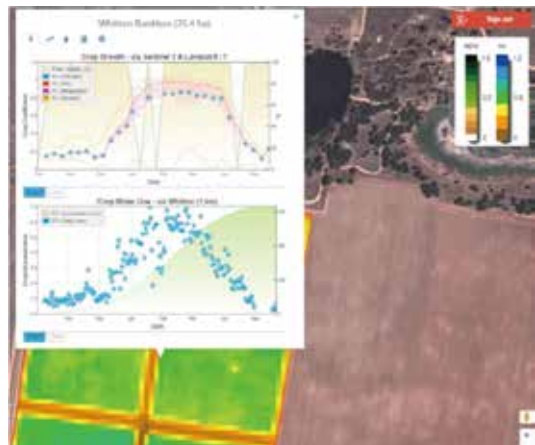


그림 3 | Daily crop water use information displayed in IrriSAT. Satellite and ETo data is automatically ingested into the system as new satellite images and data becomes available.

- 농업용수 수요에 맞게 관개 시기 수정
- 극한 기후를 예측하여 (예: 높은 작물 증발산량) 작물에 미치는 영향을 최소화하기 위해 관개



그림 4 | Irrigation scheduling information and forecasted irrigation deficits for the coming 7 days shown in IrriSAT

일정 및 부족량 추정

- 작물에 대한 관리 전환 및 관개작물에 대해 효율이 저하되는 지역 예측
- 농장 및 지역에서 제한된 수자원을 활용한 관개 효율 증대 방안 제시

밭/목장에서 수확량 정보를 수집할 때 IrriSAT는 관개용수 관리 기법이 물 사용에 미치는 영향을 조사하는데 유용한 정보 또한 제공한다. 그림 5는 목화밭에서 IrriSAT를 사용하여 개발된 농작물 용수 사용, 목화 재배 방식, 관개 스케줄링과 수확량의 관계를 보여준다. 이 정보는 관개 산업 및 관개시스템 효율 향상 및 관개 시설에 대한 전략 확립에 사용된다.

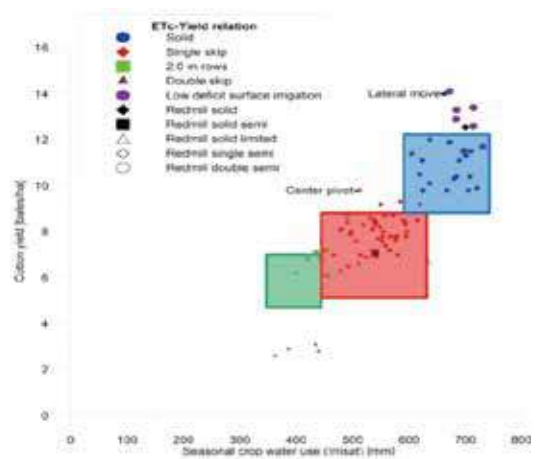


그림 5 | Yield and crop water use relationships developed with IrriSAT showing the impact of irrigation systems, planting configurations and scheduling approaches on crop water use and yield in cotton across the Gwydir Irrigation Area

4. 혁신의 도입 및 확산 방법 설명

IrriSAT 앱은 2014년 10월에 출시된 후 현재 사용자는 2018년 4월 기준으로 1,500명 이상으로 확장되었다. 이 관계기술은 호주 목화 및 곡물 재배 지역 농부들을 대상으로 진행된 현장 행사에서 관계수요자 및 관계 컨설턴트에게 프레젠테이션 및 1:1 미팅 등을 통하여 소개되었다. 또한, IrriSAT 사용을 위한 다양한 워크숍이 Murray Darling 유역에서 개최되었으며, 관계 수요자, 관계 컨설턴트 등 이해관계자에게 IrriSAT 시스템이 소개되었다. 전통적인 기술 소개 방식인 잡지나 여러 컨퍼런스를 통해 IrriSAT 시스템을 소개했을 뿐 아니라, YouTube, Twitter 등을 통해서도 다양한 소셜 미디어를 활용하여 IrriSAT을 소개하였다. IrriSAT의 정보는 또한 정부기관, 목화관련 농민 집단, NSW 산업부, 관계관련 연구기관 등에 의해 지원받고 있으며, 그림 6은 2014년 이후로 IrriSAT의 성장을 보여주고 있다.

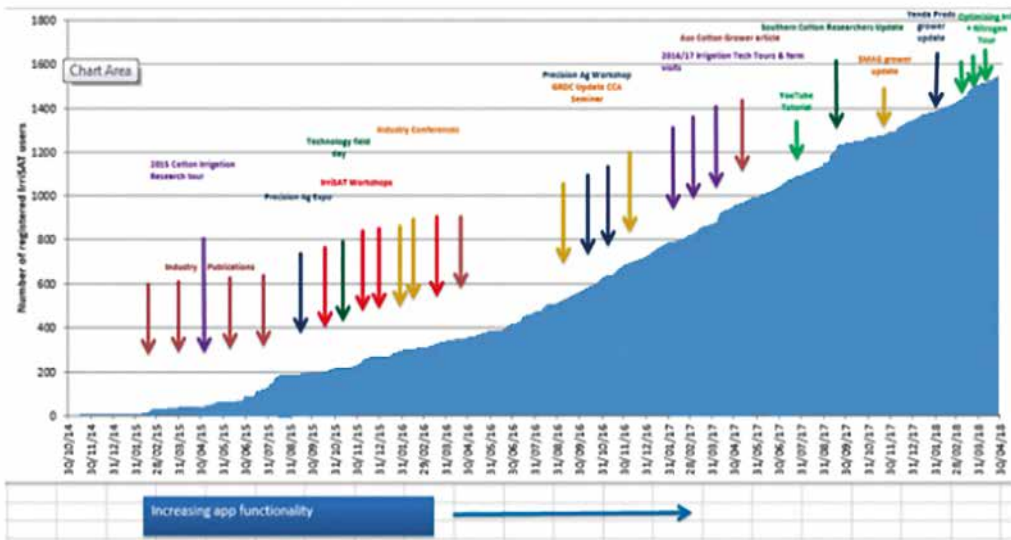


그림 6 | Cumulative increase in IrriSAT users since the technology was introduced and major events associated with the technology

5. 맺음말

본고에서 소개한 IrriSAT 앱은 상당한 확장 가능성을 가지고 있다. 현재 IrriSAT 앱은 호주 대륙 전체와 미국 전역에 적용 가능한 기초 자료를 구축하고 있으며, IrriSAT 앱을 통해 사용자들은 특정 작물의 과거 물 사용량을 분석하고 7일 물 필요수량을 예측해볼 수 있다. 즉, 사용자들은 호주와 미국을 대상으로 관개수량을 예측해보고자 하는 사용자들은 쉽게 본 시스템에 접근해서 증발산량 정보를 격자단위로 표시할 수 있다. 또한, IrriSAT 시스템을 활용하여 전 세계 어떤 지점에서든 미래 7일간의 작물 물 사용량을 예측함으로써, 과거, 현재 그리고 계절별 물 사용량 정보를 예측해볼 수 있다. 본 시스템을 활용하여 향후 전 세계 모든 영역에 확장되어 활용될 수 있을 것으로 판단된다. IrriSAT는 관개 일정이나 수자원 관리를 위한 프로그램을 사용 해본 적 없는 물 관리자부터 기존의 관개스케줄링 관련 기술을 경험한 전문가까지 다양한 사용자가 쉽게 프로그램 환경에 적응할 수 있도록 개발되었으며, 적은 비용으로 쉽게 접근함은 물론이고, 기존 현장에서 측정되고 모니터링 되고 있던 기술을 보완하여 농작물 공간 정보 또한 제공할 수 있었다. IrriSAT 앱을 활용하고 어플리케이션 기술 개발 과정을 확인함으로써 우리나라에서도 현장에서 농민들이 쉽게 접근 가능한 다양한 관개 환경 및 시스템을 개발할 수 있을 것으로 판단된다.

참고자료

- https://www.icid.org/awards_ws.html (ICID WATSAVE AWARDS, last access: 2019. 06. 07)

필리핀 이사벨라주 중규모농촌용수개발사업

(PROJECT FOR ADAPTING TO CLIMATE CHANGE IMPACTS
THROUGH THE CONSTRUCTION OF WATER IMPOUNDING
FACILITIES IN THE PHILIPPINES)

황인철

한국농어촌공사 해외사업처
hicsb3@ekr.or.kr

필리핀은 동양의 진주로 알려진 나라로 인구는 1억명이 넘으며, 국토면적은 약 288천 km²로 한반도의 1.5배 정도로 7,107개의 섬과 374개의 강, 그리고 약 444개의 화산으로 구성되어 있다. 화산중 22개는 활화산으로 가끔 화산 분출이 일어나 뉴스기사로 소개되기도 한다.

필리핀은 70년대 우리나라의 식량자급자족에 기여한 통일벼를 공동 개발한 국제미작연구소(IRRI)가 있는 전형적인 농업국가이다. 필리핀의 주 농업생산물은 쌀, 옥수수, 코코넛, 사탕수수, 바나나이고 전체 농경지 면적은 13백만ha이다.

그러나, 주곡인 쌀의 생산량의 변동이 심하고, 가끔 쌀값이 폭등하는 등 쌀 생산 및 소비의 불안정이가시지 않은 상태이다. 쌀 생산량 변동의 주요원인으로 인식되고 있는 우기의 빈번한 태풍과 홍수, 건기의 가뭄 등은 여전히 완벽히 해결되지 않고 있다.

1. 사업의 추진경위

본 사업은 사실 관개사업이 아닌 기후변화와 관련된 사업으로 형성되기 시작하였다. 필리핀 기상청은 기후변화연구를 통해 향후 기온이 상승하고, 강수량도 증가되며, 강수량의 변동폭도 더욱 증가될 것으로 예측하고 있다. 전천후 영농이 가능한 관개면적이 부족한 상황에서 중요산업인 농업은 기후변화로 인해 상대적으로 더 심각한 영향을 받을 수밖에 없다고 판단하고, 홍수와 가뭄을 예방할 수 있는 농업용 댐의 건설사업을 한국정부에 요청하면서 사업이 형성되기 시작하였다.

이에 따라 본 사업의 공식명칭도 “필리핀 농업용수 확보 및 홍수피해 저감을 위한 소규모 저류시설 건설사업”(ADAPTING TO CLIMATE CHANGE IMPACTS THROUGH THE CONSTRUCTION OF WATER IMPOUNDING FACILITIES IN THE PHILIPPINES)으로 되었다.



※ 필리핀은 우리나라와는 달리 1년에 2~3기작이 가능한 기후로, 토지이용율 개념의 경작밀도(crop intensity)라는 용어를 사용한다.

그림 1 | 사업대상지 위치도

사업내용상으로 보면 한국농어촌공사가 국내에서 시행하고 있는 전형적인 중규모농촌용수개발사업과 동일하다.

여러 후보지중 대규모 농경지가 집적되어 있고, 건기와 우기가 뚜렷히 구분되어 사업필요성이 높은 북부 루손의 이사벨라주가 최종 사업대상지로 결정되었으며, 2011년 4월 본 사업의 시행과정 전반에 대해 원조사업시행기관인 코이카(KOICA)로부터 위탁받아 공사가 수행하게 되었다. 공사의 역할은 감리 뿐만아니라 사업내용의 확정, 설계, 시공의 각 단계에서 발생하는 모든 사항들을 포함한 사업 전반을 관리하는 것이다.

2012년말에 댐과 관개수로의 설계를 마치고, 2013년 1월 수원국 경제개발청(National Economic Development Authority)의 사업시행 승인을 얻어 2013년 10월부터 착공하여 공사를 진행중에 있다. 해외사업의 경우, 일반적으로 수원국이 담당하는 환경영향성검토, 용지보상 등의 업무가 지연되어 어려움을 겪는 경우가 많으나, 본 사업의 경우 초기부터 중요성을 부각시켜 자연환경부의 사업승인을 얻었으며, 용지보상도 시공에 영향이 없도록 차질없이 단계적으로 진행되고 있다.

2. 이사벨라주의 농업현황

필리핀의 관개시스템은 관리주체에 따라 크게 NIS(National Irrigation System), CIS(Communal Irrigation System), 개인으로 3개로 구분되고 있으며, NIS는 대형 관개시설로 관개청(National Irrigation Administration)이 관리하고, CIS는 소규모 지역 관개시설로 IA(Irrigators Association)가 관리한다. 이사벨라주의 관개개발가능면적은 253천ha으로 추정되며, 3,427개소의 관개시스템을 통하여 이 중 48.48%인 123천ha에 관개용수를 공급하고 있는데, NIS가 전체 관개면적 123천ha의 80%인 98천ha를 관개하고 있다. 관개면적에 따른 경작밀도*는 165% 정도이며, 200%가 목표이다.

표 1 | 이사벨라주 관개시스템 개발 현황(2008)

구분	관개가능면적	관개시스템(개소)	공급면적(ha)	관개율(%)	실관개면적(ha)		
					우기	건기	경작밀도(%)
합계		3,427	122,604		102,165	99,816	165
NIS	252,870	5	98,539	48.48	85,772	84,232	173
CIS		3,422	24,065		16,393	15,584	133

3. 사업대상지의 농업현황

사업대상지는 주로 옥수수를 천수답으로 경작하고 있으며, 5개 마을에 약 5,700명이 거주하고 있고, 가구당 경작면적은 1.3ha정도다. 현재 총농경지는 1,915ha이며, 이중 관개면적은 110ha 정도이다. 사업이 완료된 후에는 관개면적이 1,040ha로 현재 전체 농경지의 5.7%수준에서 54.3% 수준으로 증가하게 된다. 관개농지에서의 경작강도는 이사벨라평균치인 165%에 이를 수 있으리라 기대된다.



사진 1 | 사업대상지역 전경

4. 사업내용

사업대상지는 이사벨라주 일라간시 바랑가이* 파사(Pasa)이며, 본 사업의 주요 내용은 댐 1개소 (높이 36.7m, 길이 194m, 저수량 4.8백만톤)와 간선 등 수로 79조 82.7km를 건설하여 1,040ha의 수혜구역에 관개용수를 공급하는 것이다.

댐과 수로의 설계에는 현지에 부합되도록 가급적 필리핀의 설계기준 및 관행을 우선적으로 적용하였다. 사업대상지의 유역면적은 1,833ha, 연평균강수량은 2,169mm, 200년빈도 강수량은 402.2mm이다. 댐은 전형적인 존형 어스필댐 (zoned earthfill dam)으로 설계되었으며, 여수로는 자유월류식(슈트식)으로 설계홍수량은 216.4m³/sec이며, 월류폭 35m, 월류수심 1.0m으로 설계되었다. 단위용수량은 2.0 l /sec/ha, 간선수로 설계유량은 1.76m³/sec으로 설계되었다. 간선 및 지선수로는 콘크리트 라이닝수로로, 지거는 토공수로로 설계되었으며, 영농 편의를 위해 간선과 지선수로는 농로를 함께 설치하는 것으로 계획하였다.

* barangay : 우리나라의 읍면동에 해당하는 행정조직

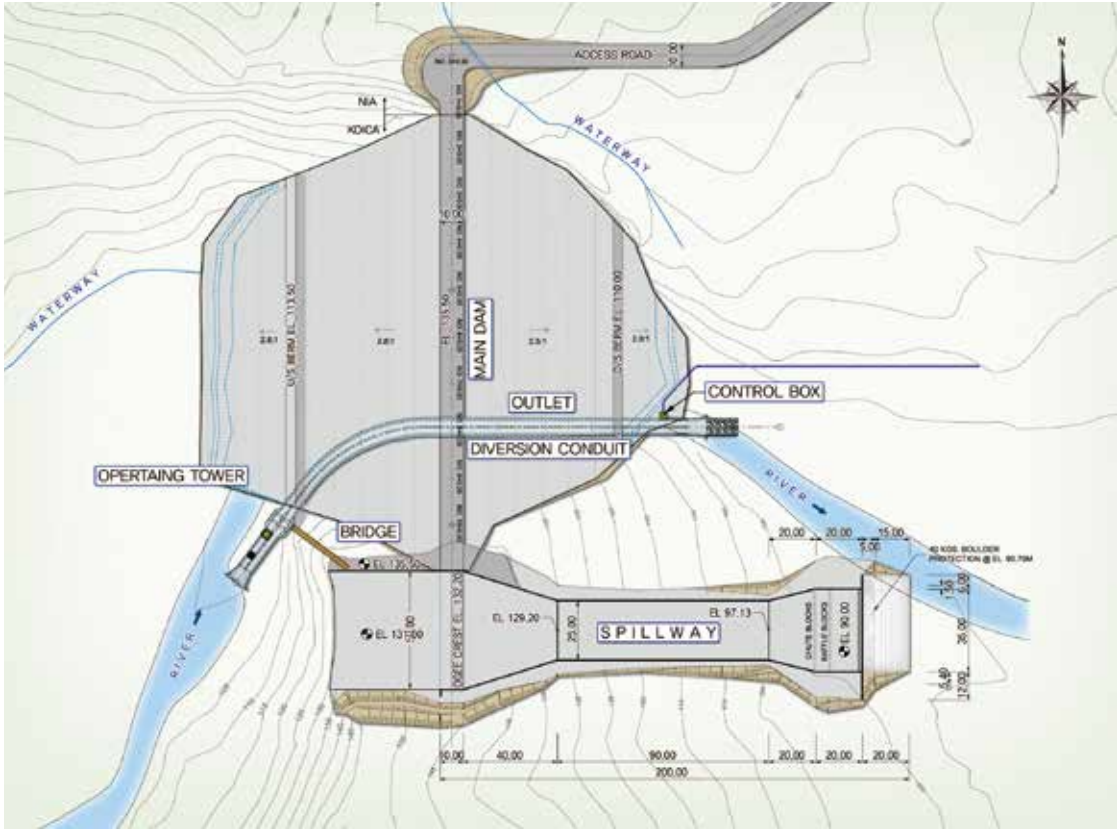


그림 2 | 파사뎀 계획평면도

표 2 | 댐 제원

구 분		제 원	비 고
저수지	계획홍수위	EL.133.95m	
	상시만수위	EL.132.00m	
	저수위	EL.112.50m	
	총저수용량	4.83 백만 ^m ³	
	유효저수용량	4.28 백만 ^m ³	
	사수량	0.55 백만 ^m ³	
	수몰면적	0.39 ^{km} ²	

구 분		제 원	비 고
본댐	형식	Zoned Earthfill Dam	
	마루고	EL.135.50m	
	높이 / 연장	36.7m / 194m	
	마루폭	10.0m	
	사면경사	상류 1:2.8, 하류 1:2.5	
여수로	형식	자유월류식	
	설계홍수량	216.4m ³ /sec	200년빈도
	월류부 표고/길이	EL.132.00m / L=35.0m	
	감세공 형식/길이	Stilling Basin Type III / L=152.5m	
유수전환	방식	전면가물막이(가물막이+가배수로)	
	설계홍수량	112.8m ³ /sec	5년빈도
	가물막이 계획고	상류 EL.113.5m, 하류 EL.110.0m	
	가배수로 형식	구형단면, 콘크리트	
	가배수로 규격	2.8m×2.8m×1련	
	가배수로 계획고	유입 EL.101.0m, 유출 EL.96.0m	
	관개용수 공급관로	800mm Steel Pipe	

표 3 | 수로 제원

구분	간선 및 지선			지거	
	연장 (m)	폭(m)	높이 (m)	개수(조)	연장(m)
합 계	20,250			73	62,535
간 선	6,810	1.9~0.6	1.3~0.6	23	16,227
지선A	3,400	1.0~0.8	0.8~0.7	15	5,768
지선B	1,537	0.8~0.6	0.7~0.6	5	6,186
지선C	5,177	1.5~0.9	1.1~0.7	16	19,651
지선C1	2,740	1.0~0.5	0.9~0.6	10	12,888
지선D	586	0.6~0.5	0.6	4	1,815

표 4 | 수로별 관개면적

구분	간선	지선 A	지선 B	지선 C	지선 C-1	지선 D	합 계
관개면적 (ha)	250.5	160	107.5	286.5	185	50.5	1,040

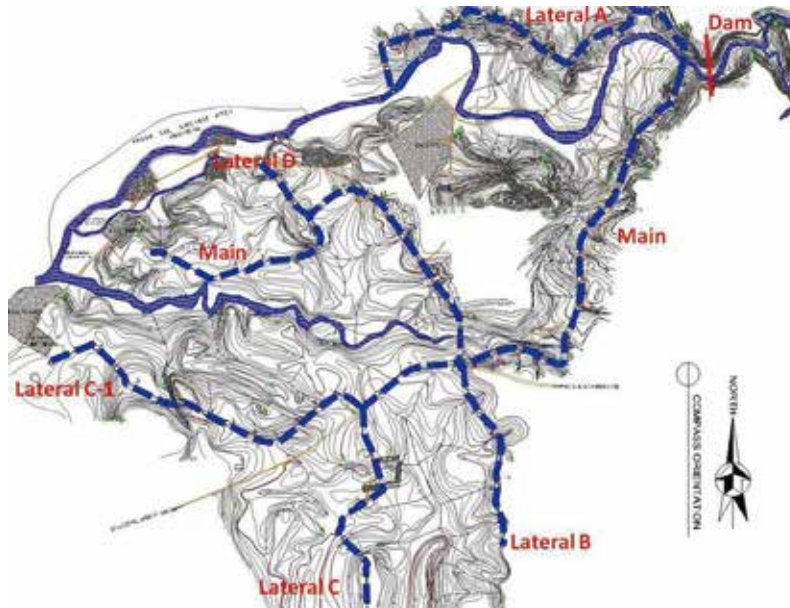


그림 3 | 수로조직계획



사진 2 | 준공후 댐 전경



사진 3 | 관개대상지역 전경

5. 태풍피해의 극복

필리핀은 매년 20여개의 태풍이 발생하고, 그 중 4~5개의 태풍이 사업대상지에 직간접적으로 피해를 입혀오고 있다. 사업기간중에도 매년 태풍이 사업대상지 인근을 통과하였으며, 이에 대한 대비를 늘 하여왔다. 그러던 중 10월15일 발생한 슈퍼태풍 라윈이 사업대상지를 향하여 이동하고 있음을 파악하고 기수립된 재해대비계획에 따라 비상배수로 설치 등 현장에 대비 조치를 하였다.

그러나, 2016년10월19일 슈퍼태풍 라윈이 사업대상지에서 불과 45km 떨어져 통과하여 현장에 6.5억원 상당의 피해를 입혔다. 태풍규모에 비해 피해규모를 줄일 수 있었던 것은 사전대비를 철저히 한 것에 기인한다. 10월24일 이사벨라주정부는 이사벨라지역을 재난지역으로 결정하였다. 태풍으로 인해 공기는 불가피하게 3개월이 연기될 수 밖에 없었다.

라오스의 댐 붕괴사고가 발생하는 등 댐의 안전에 대해 특별한 주의가 기울여지고 있던 상황에서 준공 이후 다시 중규모이상의 태풍이 사업대상지역을 통과하였으나, 댐에는 아무런 피해를 입히지 못했다. 이는 댐 시공의 전 과정에서 세밀한 시공 및 품질관리를 실시한 결과로 판단된다.

제22호 태풍 라윈(Lawin)

- 발생/이동경로 : 필리핀 동쪽 서태평양에서 열대폭풍에서 태풍으로 성장(10.15)하여 사업대상지 북서쪽 45km지점 해안으로 상륙(10.19. 23:00)후 북동진하여 북부 루손을 관통하여 지남
- 등급/위력 : Category 5 / 풍속 225 kph(62.5m/s), 직경 800km
 - * 2003년 매미 : 최대순간풍속 60 m/s
 - * 2013년 올란다 : 풍속 235 kph, 직경 400km
- 태풍경보 : 최고등급인 Signal 5 발령 (10.19 14:00)
 - * Signal 5 : 220kph이상으로 12시간 지속, 대부분의 나무가 전도되거나 부러짐
- 강수량(10.19) : 두게가라오 245mm, 일라간농업연구소 192mm
- 피해규모 : 6억페소(150억원) 피해 발생(Inquirer지 보도, 10.23)
- 대통령 태풍피해 현장 방문 (두게가라오 및 일라간) (10.23)



< 태풍 경보 발령 상황 >



< “라윈(2016)”과 “올란다(2013)” 비교 >



< 침수된 농경지 >



< 전봇대 전도(사업대상지 인근 국도변) >

사진 4 | 태풍피해 전경

6. 사업의 효과

일반적으로 관개용수의 공급은 쌀생산량의 증가로 농가의 농업소득 증대로 연결된다고 알고 있으며, 본 사업의 경우 준공 및 시설물 인계후 건기 쌀재배를 위한 관개용수의 공급이 바로 시작되어 건기쌀 생산량이 거의 두 배에 육박하는 효과를 거두었다. 당초 홍수 및 가뭄 등 재해로 인한 피해액 50% 감소와 관개용수 공급에 따른 생산량 30% 증대를 통해 실질적인 농가소득의 증대를 기대하였으나, 기대했던 것 보다 더 높은 소득 증가가 발현되고 있다.

아울러, 시공단계에서도 숙련공을 제외한 단순노무인력은 마을주민을 이용함으로써 시공기간중에도 사업대상지역 주민의 소득에 최대한 기여하도록 추진하였다. 이를 통해 마을내 신축가옥이 건설되거나, 오토바이를 새로 구입하는 등 간접적으로 생활수준의 향상에도 기여하였다.

7. 사업의 의의

필리핀은 상대적으로 우리나라보다 풍부한 수자원을 가지고 있고 높이 100m가 넘는 대형 댐들(주로 수력발전 및 홍수조절, 관개 겸용)도 운영중에 있으나, 농업지역별로 적정 규모의 관개용댐 개발은 아직 활성화되지 않은 것으로 판단된다. 본 사업은 1,000ha 규모의 관개용댐 개발의 모델사례가 되리라 기대된다.

본 사업의 카운터파트는 농업용 시설의 건설, 운영관리 기능을 가진 관개청(NIA, National Irrigation Administration)이며, 사실 전국적인 조직과 관개시설의 계획, 설계, 운영, 관리 전반을 수행하고 있다는 점에서 공사와 동일한 기능을 가지고 있는 공공기관이다. 관개청은 본 사업을 통해 공사가 농업용 댐에 대한 풍부한 경험과 기술을 가지고 있다는 점을 인정하고 있으며, 공사의 사업수행에 대해 폭 넓은 신뢰를 가지고 있다.

사업접근방식 측면에서는 본 사업 초기부터 필리핀 관개청의 사업에 대한 관심과 참여를 독려하고, 발생한 현안에 대해서는 수시로 협의하며 상호 이해를 바탕으로 사업을 추진해 나가고 있다. 한국이 필리핀을 도와준다는 자세가 아니라 필리핀 관개청과 사업진행상황에 대해 공유하는 등 양국 공공기관간의 효율적이고 신뢰할 수 있는 파트너십을 조성해 나가고 있다는 점에서 좋은 사례가 될 것으로 기대된다.

이러한 파트너십은 해외에서의 신사업 기회를 창출하기를 희망하는 많은 기업들에게도 진출국과의 협력관계를 강화해 나가는 것이 중요하다는 시사점을 줄 수 있으리라 판단된다.

인도네시아 자카르타 해안방조제 컨설팅사업

엄명철

한국농어촌공사 해외사업처
libero87@ekr.or.kr

어대수

한국농어촌공사 해외사업처

1. 서론

인도네시아의 수도인 자카르타는 13개 강의 하구에 위치하여, 과거부터 지속적인 하천범람 및 홍수 피해가 발생하였다. 특히 최근에는 북부 자카르타의 지속적인 지반침하로 인해 해변 연안에 설치된 옹벽형태의 방조제가 침하되어 바닷물이 육지로 월류하는 새로운 형태의 홍수가 발생하고 있어 이에 대한 대책이 시급한 상황이다.

자카르타 지역의 지반침하에 대한 네덜란드 Deltares의 최근 연구에 따르면 북부 자카르타 연안의 서쪽지역은 13cm/년, 중앙부는 최대 18cm/년, 동쪽지역은 2.5cm/년의 지반침하가 발생하고 있으며, 전체적으로는 연평균 7.5cm/년의 침하가 발생하고 있다고 한다. 따라서 2040~2050년경에는 자카르타 북부 해안 지역의 약 40% 이상이 해수면 아래에 있을 것으로 예상된다고 하였다.

인도네시아 자카르타 수도권 해안종합개발(NCICD, National Capital Integrated Coastal Development) 사업은 북부 자카르타 지역의 항구적인 홍수방어와 지반침하 문제에 대응하고, 나아가 자카르타 및 인근도시(땅그랑, 버까시)의 새로운 사회경제적 기회를 창출하여 국제적인 도시로서 자카르타의 위상을 높일 수 있는 사업으로 자리매김하고 있다.

NCICD 사업은 인도네시아 정부가는 2014년 네덜란드와의 협력을 통해 NCICD 사업의 마스터

플랜을 수립하였고, 이를 토대로 2016년 체결된 인도네시아, 한국 및 네덜란드 3국 정부 간 체결된 국제원조사업 양해각서(MOU, Memorandum of Understanding)에 근간하여 2017년 1월 본격적으로 착수되었다. 한국측이 담당할 핵심업무는 외해 방조제에 대한 인도네시아 정부의 공식투자결정을 지원하기 위하여 사업의 타당성분석을 실시하는 데 있다.

한편, 인도네시아 국가개발기획부(Bappenas)는 2016년 4월 대통령의 지시에 따라 수립한 수정마스터플랜을 같은 해 12월에 NCICD 수정마스터플랜으로 제시하였고, 이에 대한 기술적 검토와 기존 마스터플랜과의 통합방안을 요청하였다. 이에 한국과 네덜란드 측은 2017년 3국간의 협력범위와 구체적인 업무범위를 정하고, 단계별 시행절차 및 구체적인 성과물을 규정하는 공동사업수행계획(JWP, Joint Work Plan)을 마련하였다. 이후 기존 마스터플랜과 수정마스터플랜을 통합한 최종 실행전략을 수립하고 이를 바탕으로 NCICD 사업에 대한 개념설계(안)을 마련하였으며, 현재는 외해방조제에 대한 기본설계 및 기술적 타당성을 검토하고 있다..

본 글에서는 인도네시아-한국-네덜란드 3국 정부간 MOU에 따라 코이카의 인도네시아 무상원조사업으로 추진되고 있는 인도네시아 자카르타 수도권 해안방조제(NCICD) 컨설팅 사업 중 현재까지 진행된 방조제 개념설계에 대해서 소개하고자 한다.

2. 사업추진 계획

가. NCICD 마스터플랜

NCICD 마스터플랜은 네덜란드와의 협력으로 2013년 2월부터 2014년 12월 사이에 수립되었다. 마스터플랜은 홍수방어에 중점을 두고 사회경제적 측면의 도시개발계획과 통합되도록 계획하였으며, 상류유역의 호우에 의한 도시와 하천의 홍수방어 대책은 상류·하류하천 대책으로 계획되었다. 마스터플랜은 해수범람 및 하천홍수 방지를 위한 대책으로 3개의 단계 설정 및 사업시행모델을 제시하였다.

A단계는 해안 및 하천제방을 보강(95.2 km)하는 단계이며, B단계는 자카르타만의 서쪽부분에 해안으로부터 6km 떨어져서 외해방조제를 막고 1,250ha의 가루다(Great Garuda)모양의 간척지를 개발하는 것이며, C단계는 자카르타만 동쪽부분에 방조제 건설과 추가 간척지를 개발하는 것으로 구성되어 있다.

NCICD 사업은 조직, 기술, 사회경제 및 재무적인 부분을 모두 포함하는 종합적인 사업이다. 마스터플랜은 사업의 실행을 위한 중요한 단계이나 마스터플랜의 설계는 개념설계 수준의 설계이다. NCICD 마스터플랜의 실행을 위해서는 타당한 위치, 규모, 형식 등 타당성조사가 이뤄져야 한다.



그림 1 | NCICD 마스터플랜 개요

타당성조사는 인도네시아 정부가 사업을 추진할지 말지를 결정하는 기술적 기초가 될 것이다. 다양한 영향 분석이 타당성조사와 함께 수행되어야 하며 중요한 사회경제적 영향 등을 다뤄야 한다.

나. 3국간 협력 개요

3국(인도네시아-한국-네덜란드)의 협력을 통한 NCICD 사업의 주요 목적은 자카르타를 증장기적으로 홍수로부터 안전하게 보호하고, 해안지역을 효율적으로 개발하기 위해 외해방조제 설치에 대한 인도네시아 정부의 투자결정(FSD; Funding Scheme Decision)을 지원하는 것이다.

2014년에 수립된 마스터플랜을 구체화하는 본 NCICD 사업에 대한 각국의 사업범위와 업무분장은 다음과 같다.

- 인도네시아 : A단계의 시행
- 한국 : B단계에 대한 기술적 타당성조사(코이카의 컨설팅팀)
- 네덜란드 : 계획 및 프로그래밍, 재무, 지식관리, 엔지니어링 및 설계에 대한 조정

MOU에 따른 한국측의 주요 임무는 B단계의 방조제 건설을 구체화하고 B단계의 시행을 위한 준비에 초점이 맞추어져 있다. 따라서 코이카의 무상원조사업으로 시행되는 “인도네시아 자카르타 수도권 해안종합개발 컨설팅사업(NCICD 컨설팅사업)”에서 예상되는 최종 결론은 인도네시아 정부의 외해방조제 건설에 대한 최종투자결정(FID; Final Investment Decision)을 지원하는 것이며, 이를 위한 사업수행조직(Implementation Organization)의 지원도 포함한다. 최종투자결정은 정형화되고 순차적인 방법으로 접근해야 하는데 반하여 사업수행조직은 사업기간을 통해서 지속적으로 진행되는 과정이다.

다. 사업추진 절차

NCICD 마스터플랜(2014) 단계와 마찬가지로 현재 추진하고 있는 NCICD 컨설팅 사업은 계획 및 설계의 과정이 복잡하다. 한편으로는 정치적, 관리적인 측면에서 예측불가능한 점이 많기 때문에 유연성 있게 설계, 계획이 이뤄지도록 추진되어야 한다. 또한 3국간의 MOU에서 정한 시간 및 비용 제한 때문에 사업이 보수적으로 추진되어야 한다. 이러한 여러 가지 사항을 고려하여 본 사업의 추진은 스테이지-게이트(Stage-Gate) 접근방법을 적용하고 있다. 이 방법은 2014년 NCICD 마스터플랜의 준비과정에서도 성공적으로 적용된 방법이다.

최종투자결정(FSD)을 적절한 시간 내에 효과적으로 도출하기 위하여, 정형화된 의사결정과정(결정)이 필요하다. 전체적으로, 투자를 많이 해야 하는 대규모 인프라건설 사업에서는 스테이지-게이트 접근방법이 자주 이용되고 있다.

각각의 단계에는 과업준비 및 수행기간인 스테이지(Stage)와 의사결정지점인 게이트(Gate)가 위치한다. 하나의 게이트가 지난 이후에는 새로운 스테이지가 시작된다. 이전의 게이트에서 결정된 사항은 다음 스테이지의 목적, 결과물에 많은 영향을 미치게 된다. 실질적으로, 게이트는 어떠한 시간적 순간이라기보다는 계획한 결정에 이르기 위한 일련의 회의 등 과정을 말한다.

NCICD사업의 주요 업무는 6개의 스테이지(Stage)로 구분되며 각 스테이지의 결과는 게이트 단계에서 조정위원회를 통해 승인 또는 결정된다. 의사결정 게이트(Gate)를 다음 단계를 시행하기 위한 주요시점(milestone)으로 적용하게 될 것이다.

- Stage 1 : 공동사업수행계획(JWP; Joint Work Plan) - 착수단계 결과물로 과업, 활동, 책임 등을 정하는 것이며 인도네시아, 네덜란드 그리고 한국이 서로 합의가 이뤄져야 한다.
- Stage 2 : 사업 전략에 대한 승인 - 설계기준, 안전기준, 설계 및 자금조달 전략 등
- Stage 3 : 개념설계(Conceptual Design) - 예비조사 수준의 사업개발 / 재무 및 조달에 대한 예비 분석 포함 - OBC(Outline Business Case) 개발을 위한 과업지시서 (중간단계 결과)
- Stage 4 : 기본설계(Pre-design) - 공간계획의 조정을 위한 기초, 자원조달방법에 대한 구체적인 분석을 포함한 사업개요서(OBC)/입찰과 투자 패키지(안)
- Stage 5 : 최종투자결정(FSD)에 대한 권고(안) - OBC와 자원조달방안 및 입찰에 대한 권고
- Stage 6 : 최종투자결정에 대한 권고(최종) - 입찰 가이드라인과 기초, 세부설계에 대한 과업지시서

공동사업수행계획에 따라 계획된 스테이지(Stage)와 게이트(Gate)를 정리하면 그림 2와 같다.

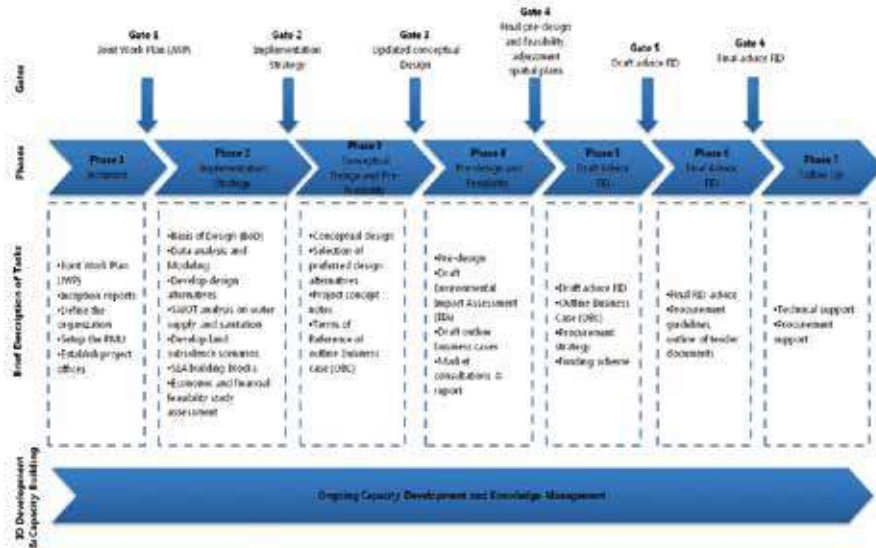


그림 2 | NCICD 컨설팅사업 추진계획(Gate-Stage)

3. 외해방조제 개념설계

NCICD 사업의 총괄적인 업무계획인 JWP에 의해 사업의 추진 단계를 6개의 단계(Stage)로 나누고 단계별 각국의 역할과 성과의 책임을 분담하였으며 매 단계별 인도네시아 정부의 승인 또는 의사결정(Gate)을 거쳐 다음 단계를 시행하는 절차를 수립하였다. 이어 2단계 사업으로서 전략적인 시행방안인 FIS(Final Implementation Strategy)를 수립하고 향후 추진방안의 원칙적인 방향과 범위를 설정하였다. 여기에는 당초의 마스터플랜(2014)과 수정마스터플랜(2016)이 3단계 개념설계 기본방향으로 추가 포함되었다.

3단계의 개념설계 단계에는 한국측이 제시한 안을 포함한 4개의 기본대안에 대해 비교, 검토하여 최적안을 선정하고자 하였다. 4개 기본대안에 대한 중점 검토사항으로 홍수방어, 수질, 기존 어항의 향로확보, 기타 선박항로, 맹그로브 및 도로 기반시설 개발을 포함하였으며 각 사항에 대한 개략적인 검토결과 및 인도네시아 정부 부처의 추가적인 제안 및 요구에 따른 설계조건 검토와 보완과정을 거쳐 각 대안 별 기능과 규모를 구체화하는 과정을 반복하였다. 이 과정 중에 NCICD 조직 외에서 2개의 대안을 추가로 제안하여 확정된 4개 기본대안 이외의 추가 대안으로 수용하여 총 6개의 외해방조제 대안을 검토하였다.

가. 외해방조제 대안검토

1) 대안 1- Base Case

대안 1은 기존 NCICD I 마스터플랜(2014)의 기본개념을 반영하고 있으며, 기본 원리는 다음과 같다. 먼저 자카르타만의 서쪽에 약 20.5km의 외해방조제를 설치하여 약 5,900ha의 저류지(Retention Lake)를 확보하고, 2개소의 대형 배수펌프장(Pumping Station)을 통해 하천에서 유입되는 홍수량을 바다로 배제함으로써 해수 범람과 하천 홍수범람 문제를 해결하는 것이다.



그림 3 | 대안1 설계개념도



그림 4 | 대안2 설계개념도

2) 대안2

대안2는 자카르타만의 섬 개발 예정지의 북쪽에 약 19km의 외해방조제를 설치하고, 해안선을 따라 약 500ha의 우회수로(Border Canal)와 서쪽에 약 2,000ha의 저류지(Retention Lake)를 확보하여 수질관리와 홍수안전을 목표로 계획한 것이다. 따라서 우회수로를 만들기 위한 내부 제방(Inner Dike)은 Stage A 제방과 유사하게 설치하는 것이다.

외해방조제 상부에는 모든 대안에서와 같이 양방향 3 차로의 유료도로가 반영되어 있으며, 서측 방조제와 동측 방조제를 연결하는 중앙부 열린구간에는 장대교량이 계획되어 있고, 이 개방(교량)구간은 지반침하에 따른 해안제방(A/E Dike)의 설계수명에 따라 2060년경 폐쇄형 방조제 형태로 바뀔 수 있는 가변형(Adaptive)이다.

또한 대안 1과 마찬가지로 외해방조제 설치에 따른 기존의 맹그로브 손실을 보상하기 위해 자카르타만의 다른 지역, 예를 들어 섬 A 인근 또는 사업지 동측에 새로운 맹그로브 숲을 조성한다는 계획이다.

3) 대안3

대안 3은 2017년 공동과업수행계획(JWP) 2단계 과업 수행 결과로서 한국 팀이 제시한 외해방조제 계획안에 기초하며, 본 대안의 기본개념은 다음과 같다. 첫째, 외해방조제 설치(약 20.5km)에 따른

약 5,900ha의 저류지(Retention Lake)와 3개소의 배수장(Pumping Station)을 통해 바다와 하천으로부터의 홍수를 방어하는 것이다. 둘째, 약 27km의 내부제방(Inner Dike)과 폭 250~300m의 우회수로(Border Canal)를 설치하고, Gate Way 와 Lock Gate를 통해 상시 해수를 유통시킴으로써 방조제 설치에 따른 사회 환경적 이슈(선박통행, 발전소 냉각수 취수, 맹그로브 숲 보전 등)를 해소하는 방안이다.

외해방조제에는 왕복 3차로의 유료도로를 계획하고, 내부제방에는 왕복 2차로의 일반 간선도로를 반영하였으며, 선박의 통행을 위해 방조제 서쪽 우회수로(Border Canal)에 소규모 통선문을 설치하고, 방조제 중간 부분에는 장대교량을 반영하였다. 본 대안에서 맹그로브는 숲은 현 위치에서 유지 가능하며, 우회수로를 따라 연장 될 수 있다.



그림 5 | 대안3 설계개념도



그림 6 | 대안4 설계개념도

4) 대안4

대안 4에서는 2가지 측면의 중요한 요소가 고려되었다. 첫째는 현재의 해안 제방으로부터 약 3km 전방에 약 19km의 Open 방조제를 설치하는 대안이다. 이 열린 방조제는 파도를 막음으로써 해안 제방의 요구 높이를 약 1.6m 감소시킬 수 있으며, 해안제방의 수명은 약 2050~2060년까지 연장 가능하다. 둘째는 Open 구간을 통해 기존의 여항과 항만의 외해 진출입이 가능하며, 주요 케이블 및 파이프라인, 발전소 냉각수 취수 및 맹그로브 숲의 유지 가능성을 확보하는 것이다.

대안 4에서는 해안제방이나 하천제방이 지반침하의 진행으로 더 이상 충분한 안전을 제공하지 못하는 경우 방조제의 개방구간을 닫아야 한다. 배수갑문을 설치하여 방조제 개방구간을 닫는 시점은 실제 발생하는 지반침하의 크기와 기후 변화 영향의 정도에 따라 약 2050-2060년으로 예측된다.

5) 대안5

대안 5는 인도네시아 국가개발기획부의 민간 컨설턴트가 제안한 안으로써 자카르타 만 전체를 폐쇄하는 외해방조제(수심등고선 -20m)를 건설함으로써 초대형 홍수안전(Flood Safety)시설을 제공

하고, 8,000ha의 자연발생적 해안선 조성 토지를 이용하자는 안이다.

모든 항구는 긴 접근 통로를 통해 외해로 접근가능하며, 저류지의 수위를 현저히 낮춤(- 5m)으로써 새로운 토지가 조성되어 개발 기회가 제공된다. 또한, 궁극적으로 자카르타에 원수를 공급하기 위해 최대 8 개의 저류지를 제공한다는 계획이다.

환경보전과 생물 다양성 (Bio-Diversity) 측면에서 유리하여 기존 376ha의 맹그로브 숲을 보전유지할 수 있을 뿐만 아니라 새로운 맹그로브 숲 350ha를 조성할 수 있다.



그림 7 | 대안5 설계개념도



그림 8 | 대안6 설계개념도

6) 대안6

외해방조제를 설치하지 않고 주요 하천제방과 해안제방만을 높이는 안이다. 해안선과 주요 하천을 따라 건설된 제방은 2030년 (A/E) 이후 단계적으로 그 높이가 보강되어야 하며, 그렇지 못한 경우 지반침하와 해수면 상승으로 홍수피해가 커지게 된다. 본 대안은 해안/하천제방을 높이는 것에만 의존하기 때문에 오래전 이미 검토가 중단된 상태이지만, 지난 년 초 다중기준분석(MCA, : Multi-Criteria Analysis)를 위해 다시 한 번 검토되었다.

나. 최적안 선정

6개 대안을 대상으로 최적안을 선정하기 위해 다중기준분석(MCA, Multi Criteria Analysis) 방법을 적용하여 130여회에 걸친 워크숍 또는 회의에 참석한 이해당사자들을 대상으로 세분된 평가항목별 선호도를 수집하였다. 이들을 종합한 결과 기본 4개 대안(대안1 ~ 대안4)이 검토대상으로 지정되었고, 이들 중 개방형 방파제 개념의 대안4를 기본으로 하되 지반침하가 지속될 경우, 방조제의 개방구간을 닫는 최적안을 채택하였다.

즉, 대안4-Open Sea Dike 개념과 대안3-Controlled and Closeable을 단계별로 적용하는 것이다. 2030년 까지 1단계로 열린 외해방조제(OSD)를 건설하여 2050년까지 홍수안전을 확보하고,

2050년 이후 지반침하가 지속 될 경우 2단계로 대안 3의 개념인 내부제방과 Closeable Gate, 펌프장 등을 설치하여 2080년 까지 홍수안전을 확보하는 것이 가장 최선의 방안으로 선택되었다.



그림 9 | 최적인 설계개념도(좌 : 2030년, 우 : 2050년 이후)

표 1 | 최적인 주요시설물

1단계 (2030 ~ 2050) : 개방형 방조제	2단계 (2050 ~ 2080) : 개방구간 연결
<ul style="list-style-type: none"> • 개방형 방조제 : 19.7km • 개방구간 : 5개소(각 100m) • 주교량 : 1개소 (약 800m) 	<ul style="list-style-type: none"> • 저류지 : 4,000ha • 배수장 : 400 m³/s (초기 200 m³/s) • 통선문 : 2개소 (서측 1, 중앙 1) • 방조제도로 : 왕복 6차로(2×3 lane)

4. 향후계획

NCICD사업은 바다와 하천으로부터 홍수 방어와 자카르타 북부 연안 개발을 위한 통합 중장기 대책이며, 위기를 기회로 바꾸고자 하는 인도네시아 정부의 최대 사업으로 예상되는 재난을 사전에 방지하고, 자카르타 북부해안지역 개발을 통해 경제발전을 도모하게 될 것이다

NCICD 사업을 구체화하고 타당성을 검토하는 NCICD 컨설팅사업 중 Stage 3단계는 외해방조제 대안을 설정하는 단계로 인도네시아 정부 이해관계자 의견을 수렴하여 4개의 대안을 제시하고 각 대안에 대한 홍수안전, 수질, 어항 및 기타 해양 교통의 접근성, 맹그로브 보전 및 도로 인프라 개발, 경제성 등을 종합적으로 고려하여 최단기간에 홍수안전을 확보하고, 방조제로 인한 부정적 영향을 최소화 하며, 장래 예상되는 지반침하율의 변화에 쉽게 적응 가능하고 경제성 있는 대안을 선정하였다.

그러나 방조제 설계 시 저류지 규모와 배수장 규모는 아주 밀접한 상관관계가 있고, 방조제 축조를 위한 준설토 공급계획은 방조제 공사비에 많은 영향을 미치며, 개방형 방조제는 방조제 내측에서 발생하는 조위편차와 파고에 따라 해안방조제의 설계수명에 많은 영향을 미친다.

따라서 Stage 4 기본설계 단계에서 방조제 노선을 외해 쪽으로 이동하여 저류지 면적을 확대 하여 배수장 규모를 줄이는 방안과 내측 저류지 예정구역을 준설하여 방조제 축조재료를 공급하여 방조제 사업비를 절감하는 방안에 대한 검토가 필요하다. 또한 개방구간 폭과 위치에 따라 내측에서 발생하는 파고 높이를 재검토하여 해안제방의 설계수명을 결정하고 그에 부합되는 방조제 개방구간을 닫는 시기를 결정하는 단계별 계획을 수립해야 한다.

따라서 향후 Stage 4 기본설계 단계에서는 저류지 규모와 배수장규모 최적화와 방조제 축조재료 공급을 위한 내부 준설토 활용 계획 등을 고려한 방조제 최종노선을 확정할 것이며, 지반공학 측면의 방조제 안정성을 고려한 방조제 최적단면 결정과 개방형 방조제의 개방구간 폭과 위치를 결정할 계획이다. 또한 2단계로 방조제 개방구간을 닫는 것에 대비하여 배수장과 배수문에 대한 상세한 계획수립과 내부제방 설치 계획 또한 기본설계에 포함할 것이다.

NCICD 컨설팅 사업에서는 이상의 방조제 기본설계와 더불어 상하류 지역 수질개선 대책 및 홍수방어 대책과 이를 바탕으로 한 방조제 내측 매립지 개발 등 지역개발 계획도 제시될 것이다.

사사

※ 본 컨설팅 사업은 한국국제협력단의 ‘인도네시아 자카르타 수도권 해안종합개발 컨설팅사업’의 일환으로 수행되었습니다.

참고문헌

- 한국국제협력단, 2016, 인도네시아 자카르타 수도권해안종합개발 컨설팅사업 심층기획조사.
- 한국국제협력단, 2018, 인도네시아 자카르타 수도권해안종합개발 컨설팅사업 외해방조제 개념설계 보고서.
- 한국농어촌공사 등, 2016, 인도네시아 자카르타 수도권해안종합개발 컨설팅사업 착수보고서.
- 홍병만, 박광수, 조윤수, 2016, 인도네시아 NCICD 심층기획조사사업의 소개, KCID 한국관개배수 기술정보지 세계농업과 물 57호, pp21-28.

밭작물 주산단지 융·복합농산업 모델 개발

A Study on Development of Convergence Agricultural Industrial Model in Main Crop Production Area

서 동 옥(Donguk Seo) _ 한국농어촌공사 농어촌연구원 책임연구원 (duseo@ekr.or.kr)

김 명 원(Meyongwon Kim) _ 한국농어촌공사 인재개발원 차장 (strtkmw@ekr.or.kr)

오 윤 경(Yun-Gyeong Oh) _ 전남대학교 농업과학기술연구소 학술연구교수 (yungyeong.oh@gmail.com)

이 상 현(Sang-Hyun Lee) _ 일본 총합지구환경학연구소 연구원 (sanghyunsnu@gmail.com)

ABSTRACT

The paradigm of agriculture in Korea is shifting from the production of rice in paddy to diversification of farming such as crops, horticulture, fruit, livestock farming, increasing agricultural added value through sixth industrialization of agriculture, and demand for new technology of convergence agricultural industrial complex. In order to propose an convergence agricultural industrial model in accordance with this paradigm change, an inventory of the necessary components for the model was formulated and it is classified as the business profit model for convergence agriculture industrialization and the smart agricultural model using ICT advanced technology. In addition, in order to apply these models to the field, the PPI(Project Potential Index) was calculated and analyzed. And a package-type business application including the infrastructure maintenance was suggested in connection with the existing farming and fishery complex industry and related businesses. The results of this study can be applied to the design of demonstration complex of convergence agricultural industrial model in main crop production area, and it can be applied to other related industries such as smart farm innovation valley and 6th industrial district, etc.

요약

우리나라 농업의 패러다임이 논벼중심에서 밭작물, 원예, 과수, 축산 등 영농의 다각화와 농업의 6차산업화를 통한 농업 고부가가치화 그리고 융·복합농산업화 신기술에 대한 수요 증가하는 쪽으로 바뀌고 있다. 이러한 패러다임 변화에 따라 밭 주산지를 대상으로 융·복합농산업화 모델을 제시하고자, 밭작물 주산단지 융·복합 농산업 모델에 필요한 구성 요소들의 인벤토리를 구성하고, 마을경영체 융복합농산업화 비즈니스 수익모델, ICT 첨단기술을 활용한 스마트농업 모델로 유형화하였다. 또한, 이들 모델의 현장 적용을 위해 사업화 가능성 지수를 산정하여 분석하였으며, 기존 농어촌 융복합 농산업과 관련사업들과 연계하여 기반정비까지 포함한 패키지형 사업적용 방안을 제시하였다. 본 연구 결과는 밭작물 주산단지의 융·복합농산업 모델의 실증단지 설계에 활용되고, 스마트팜 혁신밸리, 6차산업지구 등 타연관산업에도 적용할 수 있을 것이다.

Key words: farmland, convergence agricultural industry, main crop production area

1. 서론

국내 농업의 패러다임이 논벼중심에서 밭작물, 원예, 과수, 축산 등 영농의 다각화와 농업의 6차산업화를 통한 농업 고부가가치화로 변화하고 있다. 농가소득은 2013년 이후 농업소득률이 30%이하로 떨어졌으며, 농외소득의 향상을 통해 농가소득이 상승하고 있는 실정으로 향후 농가소득을 확대하고 경영 안정을 위해서는 농외소득의 향상이 필수적이다. 이를 위해서 정부는 고부가가치 6차산업을 육성하기 위하여 농업과 가공·유통·농촌관광 등 전후방 연관산업의 융·복합농산업화를 위한 지원 법률과 관련 사업을 적극 시행하고 있다. 2014년 제정된 『농촌융·복합산업 육성 및 지원에 관한 법률』에서 체계적인 정책 추진을 위해 5년 단위로 '농촌융·복합산업 육성 및 지원에 관한 기본계획'을 수립할 것을 명시하고 '농업·농촌 6차산업 활성화 대책'을 수립하여 분야별 지원정책을 추진하고 있다. 이처럼 영농환경의 변화와 정부정책에 대응할 수 있는 미래형 농업·농촌의 기반 구축과 함께 고품질 농산물 및 관광·체험·휴식에 대한 수요 증가로 생산기반 기술과 유통 및 관광산업등을 접목한 체계적인 밭작물 융·복합농산업을 육성 및 확대하기 위한 모델이 필요하다.

그리고, 밭작물 주산지는 대외경쟁력이 높아 주산지의 생산시스템이 6차 산업화의 거점으로 활용할 수 있도록 종합적인 방안의 모색이 시급하다(한국농촌경제연구원, 2016). 주산지 관련 기반정비 재편방향은 농지 신규개발 중심에서 기존 농지 정비 등 기존 농업자원 활용을 극대화하고, 기존 주산지 정책과 함께 신규로 밭작물 재배가 가능한 논 지역의 생산기반 정비와 기존 밭지역의 생산기반 정비를 통해 농지의 이용가치를 제고하는데 있다(한국농촌경제연구원, 2016).

따라서 본 고에서는 밭작물 주산단지를 대상으로 융·복합 농산업 모델을 개발하고자, 관련된 인벤토리를 구성하여 밭작물 주산단지 융·복합 농산업모델을 유형화하여 모델별로 사업 적용 방안에 대해 제시하고자 한다.

2. 밭작물 주산단지의 융·복합 농산업 모델의 유형화

가. 밭작물 주산지

일반적으로 주산지는 자연적인 요인과 사회경제적 요인에 의해 형성되고 발전하게 되며, 경제성장이나 국내외의 여건변화, 수급구조의 변화 등에 따라서 변화가 나타나고, 그에 따라 주산지도 변동될 가능성을 갖고 있다(박현태 외, 2002). 농림축산식품부의 주산지 고시(2015) 내용은 표 1과 같이 채소류 주산지의 경우 18개 품목에 대해 면적과 출하량(생산량)을 기준으로 시·군·구 지역의 주산단지 지정기준을 정하고 있으며, 밭식량작물의 주산지 지정 기준은 맥류, 두류, 서류, 잡곡류, 기타로 분류하여 16가지 품목에 대해 기준을 제시하고 있다.

표 1 | 발식량작물 주산지 지정 기준 (농림축산식품부, 2015)

구분	품목	주산지 지정 기준		
		지역	면적	출하량(생산량)
맥류	밀	시·군·구	200ha 이상	656톤 이상
	쌀보리	시·군·구	500ha 이상	1,245톤 이상
	겉보리	시·군·구	200ha 이상	494톤 이상
	맥주보리	시·군·구	300ha 이상	825톤 이상
두류	콩	시·군·구	1,000ha 이상	1,680톤 이상
	팥	시·군·구	50ha 이상	54톤 이상
	녹두	시·군·구	20ha 이상	19톤 이상
서류	고구마	시·군·구	500ha 이상	7,550톤 이상
	감자	시·군·구	500ha 이상	12,605톤 이상
잡곡류	수수	시·군·구	50ha 이상	76톤 이상
	옥수수	시·군·구	100ha 이상	495톤 이상
	기장	시·군·구	50ha 이상	60톤 이상
	메밀	시·군·구	50ha 이상	45톤 이상
	조	시·군·구	50ha 이상	60톤 이상
	귀리	시·군·구	100ha 이상	300톤 이상
기타	통합 잡곡류	시·군·구	300ha 이상	273톤 이상

나. 융·복합 농산업 인벤토리 구성 및 모델 유형화

발식작물 주산단지 대상인 융·복합 농산업의 인벤토리를 구성하기 위하여 1차 생산, 2차 가공, 3차 유통 및 판매, 관광으로 구분하여 이를 하드웨어(기반 및 설비 시설), 소프트웨어(관리 및 지원 시스템), 인적자원 기준으로 세부 항목을 정하였다. 표 2와 같이 1차 생산에서 하드웨어 부분은 용수 공급시설, 용배수로 등의 기반시설과, 생산기계설비, 파종·수확 시설 등의 설비시설로 이루어져 있고, 시스템 부분은 스케줄링, 무인해충예찰, 육종재배·관리 항목들로 구성되었다. 2차 가공부분은 기반시설보다는 가공 및 저장과 관련된 설비시설 등의 주 항목으로 구성되었다. 또한 친환경인증관리 부분이 2차 가공의 시스템부분에 포함되었다. 3차 유통·판매에서는 ICT를 접목한 시스템 부분이 강조되었다. 농산물 전자거래, RFID 기반의 이력관리, 온라인 직거래 등이 세부항목으로 설정되었다. 3차 관광은 숙박, 주차, 체험 시설 외에 체험프로그램, 숙박예약 프로그램, GIS·GPS 기반의 위치정보 제공 시스템이 소프트웨어 부분에 포함되었다.

표 2 | 발작물 주산단지 대상 융복합농산업 세부 구성요소별 인벤토리 구성

분류	H/W (Hardware)		S/W (Software)	HnW(Humanware)
	기반시설	설비시설	시스템	인적자원
마을 정비	<ul style="list-style-type: none"> • 도로/상하수도 • 주거환경 개선 	<ul style="list-style-type: none"> • 농기계 보관 및 정비시설 	<ul style="list-style-type: none"> • 농촌공동체 활성화 지원 	<ul style="list-style-type: none"> • 농민, 주민, 귀농·귀촌인
(1차) 생산	<ul style="list-style-type: none"> • 저수지 용수공급시설 • 수리시설 안정성 • 단일 또는 복합 용배수로 • 지하수 취수 시설 	<ul style="list-style-type: none"> • 생산기계설비 • 파종시설 • 비료시설 (양액제어시스템) • 수확시설 (자동 수확작업기) • 센싱기반 시설물제어설비 • 토양수분센서 	<ul style="list-style-type: none"> • 스케줄링 관리 시스템 • 무인해충 예찰 시스템 • 육종재배 및 관리 시스템 • 식물공장 시스템 • 친환경농법 인증 관리 	<ul style="list-style-type: none"> • 농민 • 영농조합 • 작목반/부녀회/청년회 등 • 농업경영체/마을경영체
(2차) 가공		<ul style="list-style-type: none"> • 가공시설(공장) • 식품화 시설 • 저장창고 	<ul style="list-style-type: none"> • 국립농산물품질관리원 • GAP(우수농산물관리) 	
(3차) 유통 판매	<ul style="list-style-type: none"> • 산지유통센터 • 인터넷판매 기반시설(물류창고 등) 	<ul style="list-style-type: none"> • 유통관리 시설 • 판매시설 • 인증관리 기관과 연계 	<ul style="list-style-type: none"> • 농산물 전자거래시스템 • RFID기반 이력추적관리 • 현지판매,배송 시스템 • 온라인(직거래) 시스템 	<ul style="list-style-type: none"> • 농업경영체/공동경영체 • 주식회사/농업회사법인
(3차) 관광	<ul style="list-style-type: none"> • 숙박시설 • 주차시설 	<ul style="list-style-type: none"> • 체험시설 	<ul style="list-style-type: none"> • 체험프로그램 • 숙박예약프로그램 • GIS/GPS기반 위치정보 	

1차, 2차, 3차의 하드웨어와 소프트웨어 및 휴먼웨어 구성요소들을 분류를 하면 대규모 경영체를 중심으로 한 지역특화 브랜드의 가공 및 유통·판매, 그리고 스마트농업기술을 접목한 농업생산 및 유통시스템으로 대별할 수 있다. 이를 통해 융복합 모델을 두 가지 형태로 ‘마을경영체 융·복합농산업화 비즈니스 수익모델’, ‘ICT 첨단기술을 활용한 스마트 농업모델’을 유형화하였다.

첫 번째 마을경영체 융·복합농산업화 비즈니스 수익모델은 대규모 경영체 사례와 지역특화 브랜드 성공사례를 제시하였으며, 두 번째 ICT 첨단기술을 활용한 스마트 농업모델은 스마트팜으로 대표되는 시설재배·과수 중심 기술을 배제하고 노지재배, 채소류에 활용 가능한 기술을 제시하였다. 유형별 세부모델에서는 1차 재배/수확, 2차 제조/가공, 3차 유통/판매와 비즈니스 모델, 관광

서비스 항목을 구분하여 관련 H/W(Hardware), S/W(Software), HnW(Humanware) 요소를 정리하였다.

표 3의 유형1은 마을경영체 융복합농산업화 비즈니스 수익모델로, 이 모델을 적용하기 위해서는 해당 지역이 규모있는 마을 경영체가 운영되고 있는지와 친환경인증 및 품질관리 시스템 보유 여부, 수익과 관련된 지역특화산업 가능성 등의 요건을 갖춘 지역인지 판단할 필요가 있다.

표 3 | (유형1) 마을경영체 융복합농산업화 비즈니스 수익모델

분류	마을경영체	(1차) 재배, 수확	(2차) 제조, 가공	(3차) 유통, 판매	비즈니스모델
사례1 규모의 경영체	<ul style="list-style-type: none"> 영농조합법인 10인 이상의 구성원 	<ul style="list-style-type: none"> 조미채소류 (비닐하우스) 	<ul style="list-style-type: none"> 국립농산물품질관리 GAP (우수농산물관리) 시설 운영 	<ul style="list-style-type: none"> 안정된 판매처: 농협/대형마트/급식 등 	<ul style="list-style-type: none"> 유기농과 농촌체험 전략
	<ul style="list-style-type: none"> 30~50명 경영체 종사자 	<ul style="list-style-type: none"> 쪽파(비닐하우스) 	<ul style="list-style-type: none"> 산지 옆 포장공장 세척>포장 	<ul style="list-style-type: none"> 안정된 판매처: 도매시장/대형마트/김치공장 	<ul style="list-style-type: none"> 종자선택의 중요성 2~3모작 상품의 희소가치 생산·가공·유통의 일원화
사례2 지역 특화 산업 브랜 드화	<ul style="list-style-type: none"> 콩생산농가 (4000호) 고추 생산농가 (4500호) 고추장제조업체 (42개) 	<ul style="list-style-type: none"> 콩 고추 	<ul style="list-style-type: none"> 장류/젓갈 메주/절임류 공장 	<ul style="list-style-type: none"> 순창고추장 메주공장/절임 공장 	<ul style="list-style-type: none"> 산/학/연/관 연계 공동 브랜드, 마케팅 협력 전문컨설팅 활용
	<ul style="list-style-type: none"> 40명 경영체 종사자 380여명의 조합원 	<ul style="list-style-type: none"> 양돈 농장품질인증제 	<ul style="list-style-type: none"> 돈육가공품 돈육부산물 수출 HACCP인증 	<ul style="list-style-type: none"> 부경양돈 축산물종합유통센터 운영 농협/유통업체납품 	<ul style="list-style-type: none"> 박람회 등의 브랜드 홍보 바이어와의 공동마케팅 〈사료>〈도축>〈가공> 판매 연계
	<ul style="list-style-type: none"> 오미자 생산 농가 (700호) 오미자밸리 (영농조합법인) 	<ul style="list-style-type: none"> 오미자 생산 연간 3,000톤(전국 50%) 	<ul style="list-style-type: none"> 오미자청 양념소스 오미자식초 과즙음료 	<ul style="list-style-type: none"> 문경오미자 백화점, 홈쇼핑, 온라인 체험객 직판 	<ul style="list-style-type: none"> 오미자체험촌 영농조합법인 및 공장 설립 오미자수출 시작(2012)

표 4의 유형2는 ICT첨단기술 활용한 스마트 농업 모델은 발작물 주산지에 적용가능한 노지재배 전용 스마트 기술의 적용 여부와 ICT 활용 가능한 기술교육, 높은 초기 시설투자비에 대한 지원 가능 여부 등이 중요 요인이 될 것으로 보이며, 노지재배 에 보급된 기술로는 무인해충예찰 시스템이 대표적인 기술로 나타났다.

표 4 | (유형2) ICT첨단기술 활용한 스마트 농업유형

구분	(1차) 재배, 수확	(2차) 제조, 가공	(3차) 유통, 판매	(3차) 친환경관리	(3차) 관광 서비스
H/W & S/W	<ul style="list-style-type: none"> • U-맞춤형 수박 생산관리 시스템 (전북 고창군 수박) <ul style="list-style-type: none"> - USN 기반 재배관리(토양관리) - USN 기반 시설관리(생장환경 제어) - USN 기반 품질관리 • ‘안동생명 콩’ 성장환경 유지관리 모니터링 (경북 안동시 콩) <ul style="list-style-type: none"> - 토양 수분함유량 모니터링 및 자동관수 공급 - 제어 시스템 구축 - 성장환경 모니터링 및 수확량 예측관리 		<ul style="list-style-type: none"> • GAP 농산물 스마트품질 인증시스템 (충남 금산군 인삼, 깻잎) • 시군유통회사SCM 및 생산가공 유통관리 시스템(전남 고흥군 마늘, 유자) • RFID 기반 약재 통합 물류관리시스템 (경남 산청군 약재) • 친환경 농산물 생산유통정보 시스템 (전북 장수) <ul style="list-style-type: none"> - 친환경 인증정보 연계 - 생산자, 수발주, 창고관리 시스템 - 생산이력정보 서비스 		<ul style="list-style-type: none"> • Mobile 기술을 활용한 농촌관광형 창조마을 육성(전남 순천 낙안읍성) <ul style="list-style-type: none"> - ICT 융복합 기반의 민속마을 통합 서비스 - GPS를 통한 위치확인 안전정보 제공 - 숙박예약관리 - 효율화 시스템 구축
	<ul style="list-style-type: none"> • 고품질 쌀 스마트 안심 통합관리시스템(전남 고흥군) 		<ul style="list-style-type: none"> • u-IT 기반 유기농 디지털마켓 (충북 괴산군 유기농 작물) <ul style="list-style-type: none"> - 주요관광지 디지털 사이니지 구축 - 유기농산물 농가 생산정보 콘텐츠 제공 - 마켓관리 시스템 구축 - 농가별 경영정보시스템 - 유기농업 온라인/오프라인 교육 		

3. 융·복합 농산업 모델의 사업적용 방안

가. 사업가능성 지수 분석

발작물 주산단지의 융·복합 농산업화 사업적용 방안으로 위 두 모델을 검토하였다. 우선 융·복합 농산업화를 접목한 모델의 사업적용을 위한 시범사업의 참여의사를 파악하기 위해 발작물 주산지 고시지역, 6차 산업화지구, 발작물공동경영체 육성사업, 활기찬 농촌프로젝트 시범사업지구 등 약 67개 지자체를 대상으로 참여의사를 조사하였다. 이 중 ‘적극참여’로 조사된 지역이 전북 완주, 익산,

임실, 전주, 전남 무안, 함평, 해남을 대상으로 지역별 대표 발작물의 노지 및 시설재배 면적과 온실 면적은 다음 표 5, 표 6, 연간판매액과 농가인원은 그림 1, 그림 2와 같다.



그림 1 | 지역별 연간판매액 현황

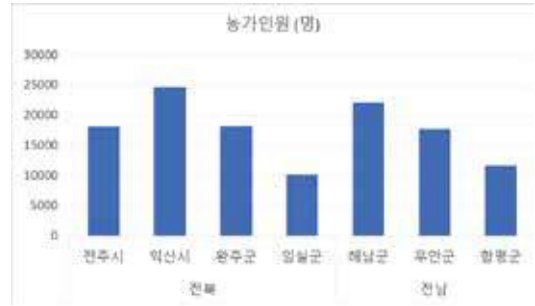


그림 2 | 지역별 총 농가인구 현황

표 5 | 지역별 대표 발작물의 노지 및 시설재배 면적

대상 지역		재배 면적(천㎡)		
		총 재배	노지 재배	시설 재배
전북	완주	39,113	36,265	3,000
	익산	25,487	25,195	292
	임실	23,419	22,573	845
	전주	10,481	9,509	972
전남	무안	123,655	122,308	1,347
	함평	39,946	38,360	1,586
	해남	159,561	157,704	1,857

표 6 | 지역별 대표 발작물의 비닐온실 시설면적

대상 지역		비닐온실 시설 면적(천㎡)		
		총 비닐온실	일반 비닐온실	자동화 비닐온실
전북	완주	3000	2984	16
	익산	52	52	0
	임실	263	163	99
	전주	769	767	2
전남	무안	1372	1302	70
	함평	476	471	5
	해남	1172	1146	26

이들 지역에 대해 융복합농산업 모델의 사업화 가능성 분석을 위해 농업경영체 등록정보를 분석하여 생산-시설-유통-운영 (PFSM) 현황 분석 사업화 가능성 지수 (Project Potential Index: PPI)를 아래와 같이 산정하였다.

$$PPI_i = \frac{X_i - Min_i}{Max_i - Min_i}$$

여기서, PPI는 사업화 가능성 지수 (Project Potential Index)이고, i는 사업화 진단을 위한 항목 (재배면적, 시설 면적 등), X는 개별 항목 값이고, Max와 Min은 항목별 전체 대상지역들의 최대값과 최소값을 의미한다. 대상지역들 중 각 항목별 최대, 최소값을 추출하여 개별 지역들의 항목별 수치를 표준화하여, 항목의 수치 값이 대상지역들 중 최대인 경우 사업화 잠재 가능성 지수는 1의 값을 갖게 되고, 최소일 경우 0의 값을 갖게 된다. 즉, 사업화 가능성 관련 항목들의 값이 높을수록 사업화 잠재 가능성 지수는 1에 가까워지고, 사업화 가능성이 높음을 시사한다.

지역별 사업화 가능성 분석 결과 그림 3과 같이 완주군의 경우 시설재배면적 부분과 농가인원 부분에서 높은 점수를 보이고 있으므로, 대단위 시설화 등의 사업화 부분 적합할 것으로 판단된다. 무안군의 경우 노지재배와 연간판매액 부분에서 높은 수치를 보이고 있고, 농가인원 부분에서도 중규모 이상의 수치를 보이고 있으므로, 대규모 사업화를 통한 수익창출을 기대할 수 있다.

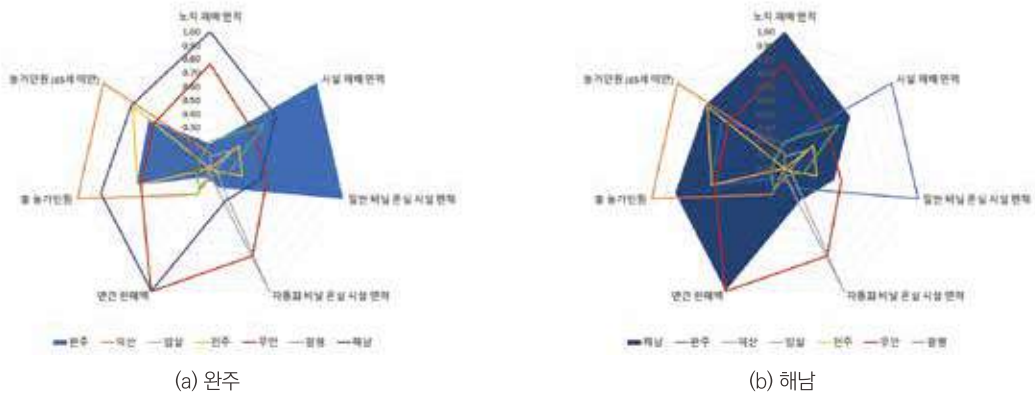


그림 3 | 사업화 가능성 산정 결과

개별 항목들 기반의 사업화 잠재 가능성 지수들을 사업화 유형별로 합산한 결과, 마을 경영체 융·복합 농산업화 비즈니스 수익모델의 사업화의 가능성의 경우, 규모화와 생산-유통 연계가 사업의 핵심이기 때문에 재배면적 및 농가인원 등이 고려되었으며, 분석 결과 전북 지역보다는 전남 지역의

해남군 및 무안군이 사업화에 적합할 것으로 검토되었다(그림 4). ICT 첨단기술을 활용한 스마트농업 모델 사업화 부분의 경우에는 기존의 자동화 시설 및 시설재배 면적 등이 중요한 요소로서 작용되었고, 이에 따라 전북 완주군, 전남 무안군 등이 스마트 농업 사업화에 적합할 것으로 검토되었다(그림 5).

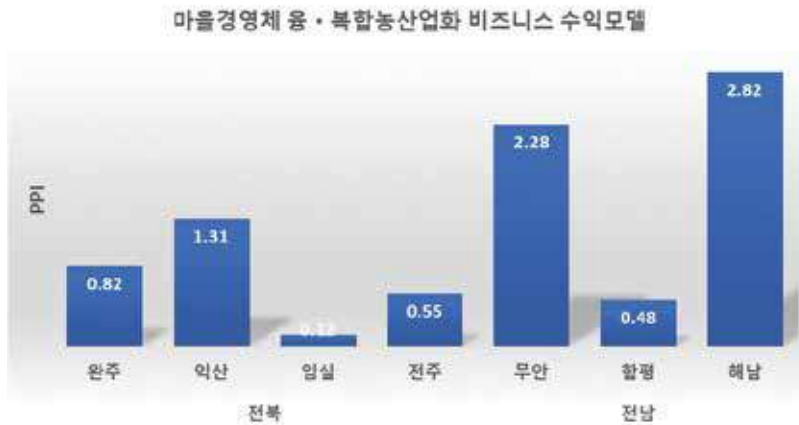


그림 4 | 마을 경영체 융·복합 농산업화 비즈니스 수익모델 사업화 가능성



그림 5 | ICT 첨단기술을 활용한 스마트농업 모델 사업화 가능성

나. 사업적용 방안

기존 농어촌 융복합 농산업과 관련되어 진행되고 있는 사업들은 표 7과 같이 농림축산식품부 23개, 한국농어촌공사 4개, 타부처 11개 등이다. 이 중 본 연구에서 제시하고자 하는 발작물 주산단지 융·복합 농산업 모델과 가장 관련이 있는 농촌자원복합산업화지원사업, 6차산업지구 조성사업, 활기찬 농촌프로젝트 시범사업 등과 연계하여 융합 프로젝트로 추진할 필요가 있다. 시범사업 대상지는 이 사업지구들과 연계하여 선정하는 것이 바람직할 것이다. 따라서, 이들 사업과 연계하여 발주산지 기반 정비가 결합된 모델을 패키지화하여 소프트웨어와 하드웨어가 결합하여 추진하는 방안이 필요하다.

표 7 | 각 기관별 융·복합농산업 관련 사업들

기관	사업명	비고
농림축산식품부	농촌공동체활성화지원	HnW&SW
	일반농산어촌개발	HW&SW
	가축분뇨공동자원화사업	HW
	농기계임대	HW
	농식품 ICT 융복합 촉진	ICT SW
	농업기반정비	HW&SW
	농촌자원복합산업화지원사업	HW&SW
	농촌체험관광활성화	SW
	로컬푸드직매장설치지원사업	HW
	지역전략식품산업육성	SW
	친환경농산물종합물류센터건립	HW
	친환경농업기반구축	HW
	6차 산업 집적화단지 조성	HW
	지역컨소시엄사업단 구성 지원	HnW
	농촌관광휴양자원개발 사업	HW
	농축산물 유통혁신	S/W
	글로벌 사이버마켓플랫폼 구축	S/W
	첨단 6차 산업단지 조성	H/W
	스마트 농기계 산업	H/W
	원산지 식별정보 서비스	S/W
	공간기반 맞춤형 농정서비스	S/W
	통합지식정보관리시스템 구축	S/W
	활기찬 농촌프로젝트 시범사업	HW&SW

표 7 | 각 기관별 융·복합농산업 관련 사업들 (계속)

기관	사업명	비고
한국농어촌공사	농촌활력 정책지원	SW
	도농교류협력사업	SW
	농촌체험휴양마을 보험가입 지원	SW
	농촌체험관광 정보제공	SW
농촌진흥청	농식품 가공·체험 기술보급사업	SW
	지역농업특성화기술지원	HnW
	지역농촌지도활성화지원	HnW
	지역농업연구기반및전략작목육성사업	HnW
	농업인 소규모 창업기술 시범사업	SW
환경부	가축분뇨공공처리시설 설치	HW
한국농수산물 유통공사	농산물 종합가공기술지원 시범사업	SW
	농촌교육농장	SW
	농산물산지유통시설 지원사업	HW
농협중앙회	소비자 유통활성화 사업	SW
	팜스테이마을 육성	SW

발작물 주산단지 융복합 농산업화 여건 SWOT분석(그림 6)을 토대로 각 전략들을 통해 발작물 주산단지 융복합 농산업화의 기본방향을 세울 수 있다. SO 전략은 발작물의 6차산업화 관련 융복합 농산업 정비 시범사업을 추진하되, 전국의 공사관련 농업농촌 인프라를 활용하여 정비하고, 주변국과의 관계 속에서 국내 발농업 경쟁력 강화를 위한 새로운 사업모델로 개발한다. ST 전략으로는 현행 농산업 관련 사업들과 연계하여 추진하되 발주산지 특성에 맞는 소프트웨어 및 하드웨어 통합 패키지형으로 사업을 추진한다(그림 7). 이에 대한 새로운 사업 타당성 검토를 통해 사업화 추진 가능성을 판단한다. WO 전략은 우수 안전농산물에 대한 수요 충족 및 곡물자급률 상상을 위한 발농업 기반정비 지속 확대해 나가되, 집약노동을 극복할 수 있는 기계화가 가능한 생산기반정비와 생산과 유통 계열화를 위한 생산자 조직화를 추진한다. WT 전략으로는 지역특화 공동 브랜드를 내세운 유통판매망 확보 및 홍보를 실시하고, 사업 진입장벽 해소를 위한 연구개발 및 사업의 차별화가 필요하며, 사업에 관련된 지원을 위한 사업단을 구성한다.

발주산단지 융·복합농산업화를 위한 사업은 먼저 시범단지 조성을 희망하는 지자체의 발 주산단지

<ul style="list-style-type: none"> • 농업의 6차산업화 사업 지속 확대 • 발기반정비 기술 노하우 축적 • 농업·농촌 인프라 관련 공사의 활용 접근 가능성 높음 • 발작물 주산지 공동경영체 등 농업경영체들의 확대로 연계 가능성 증가 • 정부의 발농업 경쟁력 강화를 위한 농업정책 유지 	<ul style="list-style-type: none"> • 발 생산기반 정비율이 논 대비 낮음 • 쌀농업에 비해 발농업은 노동집약형으로 부가가치 증대 필요 • 생산인구의 높은 고령화 추세로 인한 발농업 경쟁력 약화 • 전문유통 및 가공시설 기반 미약 • 생산과 가공 및 유통이 계열화 되지 못함으로 인한 경쟁력 저하
강 점(S)	약 점(W)
기 회(O)	위 험(T)
<ul style="list-style-type: none"> • 웰빙, 건강 등 채소 등 발작물 소비량 증가 • 우수 안전농산물에 대한 수요증가 • 곡물자급률 증가 가능성 • 채소류 주산지 경쟁력강화를 추진하려는 정부의 강력한 정책의지 • 발농업 경쟁력 강화를 위한 꾸준한 연구 개발과 정부 당국의 관심 증가 	<ul style="list-style-type: none"> • 외국 발작물과의 경쟁 심화 • 국가 및 지자체의 농산업 관련 사업들의 경쟁적 증가 • 각종 특색없는 무분별한 사업들로 후속 사업 신규 추진 어려울 가능성 • 농업생산기반의 신규개발 예산 확보 어려움 • 공사의 신규사업 진입 장벽

그림 6 | 발작물 주산지 융복합 농산업화 여건 SWOT분석

내로 사업대상을 정하고, 융복합 단지 및 시설 설치, 기업유치, 일자리 및 인력양성, 생활여건, 주거, 주산지 정비 등 패키지로 지원하는 지원내용과 사업 관련 컨설팅, 사업지 선정, 계획수립 등을 지원하는 전문가 자문단 구성·운영하는 주체가 필요하며 자문단은 지역개발·경제·관광·문화·복지 등 분야별 전문가로 구성하고 지자체는 지역자원을 활용한 맞춤형 사업계획 수립 및 추진 등을 시행할 수 있다. 필요한 기반시설 및 경지 정비 등에 대해서는 한국농어촌공사가 사업을 위탁 수행할 수 있다. 발작물 주산지 융복합농산업화 시범사업을 계획하고 사업을 시행하고 단지를 운영하기 위해서는 이를 추진할 수 있는 구심점이 필요로 하는데, 그림 8과 같이 마을경영체를 중심으로 한 사업단을 구성하여 사업단을 중심으로 산학연관의 참여기관과 협력기관이 유기적으로 참여 및 협력할 필요가 있다.

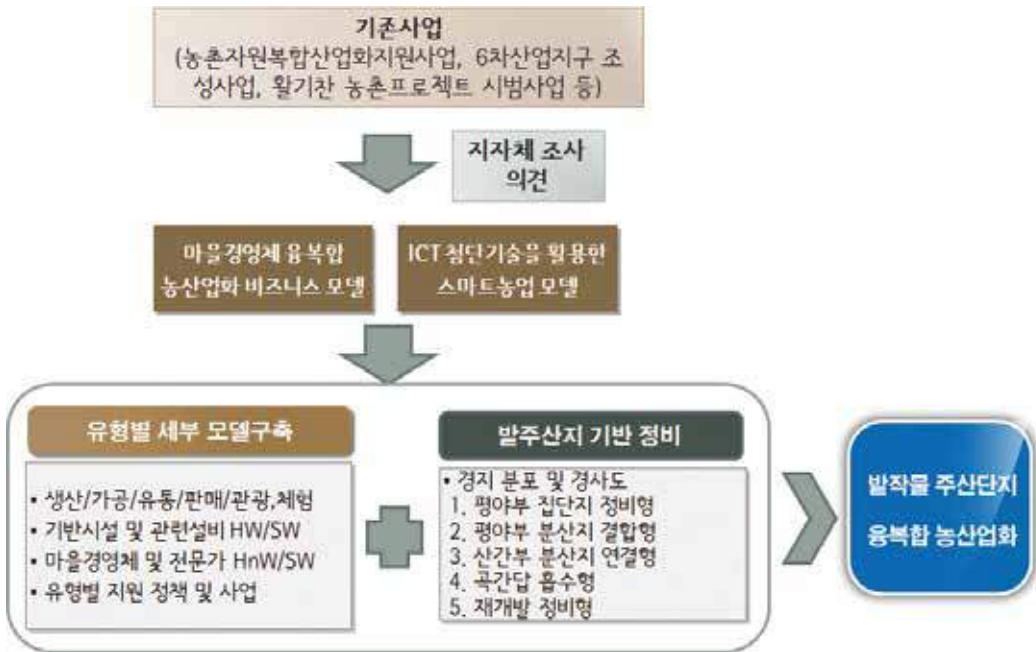


그림 7 | 발작물 주산지 융복합농산업 패키지형태의 사업개념

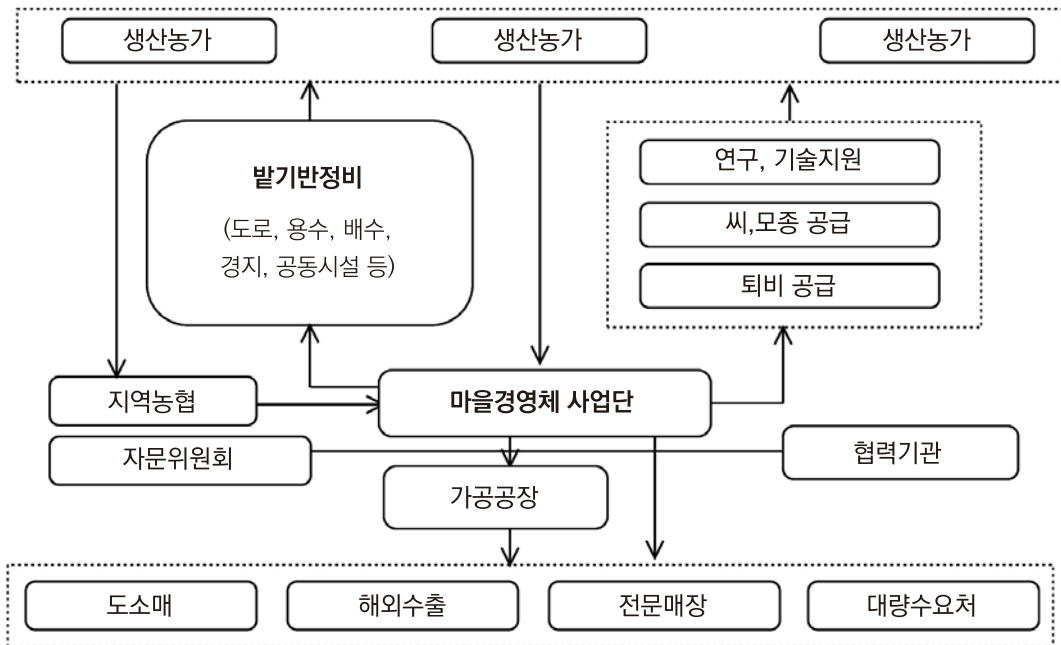


그림 7 | 마을경영체 융·복합 농산업화 비즈니스 추진체계

4. 맺음말

밭작물 주산단지의 용·복합산업화 모델에 필요한 구성요소를 선정하고 관련 요소 분류를 통해 용·복합 산업화 유형화 및 유형별 모델을 제시하고자 하였다. 이를 위해 국내·외의 우수 농가경영사례와 인벤토리 구성요소들을 선정하였다. 구축된 인벤토리를 활용하여 '마을경영체 용·복합농산업화 비즈니스 수익모델', 'ICT첨단기술 활용한 스마트 농업유형'의 두 가지 유형의 밭주산지 용·복합산업화 모델을 제안하였다.

이 두 모델의 사업적용을 위해 밭작물 주산지 고시지역, 6차 산업화지구, 밭작물공동경영체 육성사업, 활기찬 농촌프로젝트 시범사업지구 등을 시행하는 지자체를 대상으로 참여의사를 조사하고 농업경영체 등록정보를 분석하여 사업화 가능성 지수를 산정한 결과, 전북 완주, 익산, 전남 무안, 해남 등의 지역이 사업가능지수가 높게 분석되었다.

밭작물 주산단지 용·복합농산업화는 기존 농어촌 융복합농산업과 관련되어 진행되고 있는 사업들 중 농촌자원복합산업화지원사업, 6차산업지구 조성사업, 활기찬 농촌프로젝트 시범사업 등과 연계하여 융합프로젝트로 추진할 필요가 있으며, 이들 사업과 연계하여 1차산업인 농업생산을 중심으로 기반정비까지 포함한 패키지형 사업적용 방안을 제시하였다.

용·복합농산업화는 농업인구의 초고령화, 낮은 농가소득, 청년인구의 유출, 그리고 지역낙후도 등의 문제에 직면한 지역에 새로운 성장동력이 될 수 있으며, 새로운 일자리 창출을 통한 인구 유입으로 지방소멸의 위험을 방지할 수 있는 기능을 할 것으로 기대된다. 공동경영체 육성사업과 연계한 용·복합농산업비즈니스 모델로 고령화·공동화되고 있는 농가를 대신하여 안정된 경영 조직을 통해 능동적으로 시장에 대응할 수도 있을 것이다.

〈감사의 글〉

본 연구는 한국농어촌공사의 자체연구비 지원으로 수행되었으며, 이에 감사드립니다.

참고문헌

- 농어촌연구원, 2017, 용·복합농산업화를 위한 밭작물 주산단지 조성 기술 개발(Ⅰ-1단계), 한국농어촌공사
- 농어촌연구원, 2018, 용·복합농산업화를 위한 밭작물 주산단지 조성 기술 개발(Ⅰ-2단계), 한국농어촌공사

- 농림축산식품부, 2015, 농림축산식품부 고시 제2015-145호
- 농림축산식품부, 2015, 농림축산식품사업시행지침서
- 박현태 외 2인, 2002, 주요 과채의 주산지 구조와 지역간 경쟁력 분석, 한국농촌경제연구원
- 농어촌연구원, 2015, 발농업기계화 촉진을 위한 생산기반조성 현장적용 기술개발(Ⅰ), 농림축산식품부
- 농어촌연구원, 2016, 발농업기계화 촉진을 위한 생산기반조성 현장적용 기술개발(Ⅱ), 농림축산식품부
- 한국농촌경제연구원, 2016, 주산지정비 타당성조사, 농림축산식품부
- 한국농촌경제연구원, 2014, 발농업 기반정비 확충 방안



새만금 토지이용 시나리오에 따른 오염부하량 예측

Prediction on pollutant loads according to the agricultural land use scenarios in the Saemangeum Reclaimed land

오 찬 성(Oh, Chansung) _ 한국농어촌공사 농어촌연구원 연구원(yes_csoh@ekr.or.kr, Researcher)

황 세 운(Hwang, Syewoon) _ 경상대학교 지역환경기반전공 교수(swhwang@gnu.ac.kr, Professor)

Contents

- Text (Abstract to References)
- Tables 1-4
- Figure 1-4

Abstract

Many changes on land use plans in the landfill region have been made in the Saemangeum (SMG) reclamation project, since 1991. In 2011, SMG master plan (MP) that specified 30% of agricultural land use out of total landfill area by the SMG project was established. A system that enables water quality prediction and then to assess various management plans are required with the MP. There also needs to be evaluated cultivating various crops rather than mostly growing rice paddy under an inundated condition in the reclaimed agricultural land to build more economically and environmentally sound and sustainable agriculture. Since different irrigation system and fertilizer application between upland and rice paddy field are required, pollutant loads from the agricultural field are varied by the type of agriculture. Therefore, understanding pollutant loads from the reclaimed agricultural field with the altered land use plans from rice paddy field to upland crop field is important. In this study, a series of watershed modeling has performed in order to compare pollutant loads according to agricultural land use scenarios and its irrigation systems in Saemangeum reclaimed land. To achieve these objectives, recent land use scenarios in reclaimed agricultural area were collected and plans of cultivating rice paddy and/or upland crops were also investigated, and then were applied to the model. The simulation results show that TP pollutant load increased about 3 times with the change of land use plan from rice paddy field to upland crop land. Therefore intensive non-point source management plans are required if the upland crop land is developed.

Key words: Saemangeum, Rice paddy, Upland, Pollutant load, Land use scenarios

1. 서론

새만금 사업은 대체농지 조성 및 농어촌개발 등 여러 사업을 추진함에 있어 새만금호의 수질은 저하 될 수 있다는 우려가 항상 제시되어 왔다. 새만금호 내부 수질의 악화는 호내 원인과 유역 원인으로 크게 구분할 수 있다. 호내 원인으로는 끝물막이('06.04), 방수제 공사('10.11) 및 어선사고('14.08) 등으로 인한 관리수위 낮춤과 해수유통량 감소이며, 유역의 원인으로는 과거 생물학적 산소 요구량(BOD, Biological Oxygen Demand) 중심의 수질관리 정책에 따라 환경기초시설확충으로 인한 생분해성 유기물질은 크게 삭감되었으나, 하수처리장 내 생분해가 어려운 고난분해성 물질이 잔류 또는 생성으로 일부 하천에 방류되고 있고, 경작지 내 퇴·액비, 화학비료 및 축산계 오염원이 강우 시 토사와 함께 유입되어 여름철에는 호수 내 부영양화를 유발하게 된다. 또한 새만금 유역 만경강과 동진강 본류로 유입하는 하천 말단에는 농업용수 확보를 위한 갑문이 설치되어 4월~9월 관개기 동안에는 닫힌 상태로 유지되고 있으나, 강우 전 배후지의 수위를 낮추어 농경지 침수 등의 재해를 예방할 목적으로 제수문을 일시에 개방함으로써 오염도가 높은 배수가 직접 유입하고 있다(새만금지방환경청, 2016). 따라서 장래의 새만금호 수질이 목표하는 수준을 확보하기 위해서는 상기 원인들에 대한 내부생산과 수질 상관관계 관련 정성적 분석을 이용한 새만금 유·수역의 합리적 수질환경 예측이 필수라 할 수 있다.

새만금 방조제가 조성된 이후 새만금호의 수질관리 및 수질대책의 저감효과 평가를 목적으로 지속적인 수치 모델링이 이루어져 왔다. 이 중 새만금 유역에 주로 적용된 유역 모형은 SWAT(Soil and Water Assessment Tool)과 HSPF(Hydrological Simulation Program-Fortran)이며, 이 들은 새만금 유역의 지형, 수문, 하수처리장 등의 환경기초시설을 다양하게 고려할 수 있는 물리적 프로세스를 기반으로 수질항목을 모의하고 있다(환경부, 2011; 정재운 등, 2011; 신유리 등, 2012; 환경부, 2014; 환경부, 2015; Cho 등, 2016, 한국농어촌공사, 2016; 2017). 특히 한국농어촌공사(2017)에서는 기존 구축된 소유역 구분이 리·동단위로 제공되는 비점오염 발생부하량 정보를 활용하기에 보완할 부분이 필요하고, 유역모형의 수문보정 시 단순시행착오법을 적용함에 따라, 객관적이고 최적화된 모형의 보정을 보장하기 어려운 것으로 보고하였다. 이에 오염원 산정단위 수준의 소유역을 세분화하고 논에서의 저류현상을 구현하여 새만금 유역의 포장단위 및 유역 단위 대상 지역을 선정하여 수문해석에 적용하였다. HSPF 12.4 모형을 이용하여 유량 및 수질 재현성에 대한 평가를 실시한 결과, 유량부분에 있어서는 자동보정기법을 적용한 선행연구(한국농어촌공사, 2016) 대부분의 유량측점에 대해 개선된 결과를 보이는 것으로 나타났고, 수질 모의성능에 있어서는 유의한 수준차이가 없는 것으로 평가되어(성충현 등, 2017) 새만금 유역 농업용지 뿐 아니라 새만금 농생명용지의 토지 및 농지조성 계획에 따른 세부적인 운영 기작을 반영할 수 있는 모델링 체

계를 구축하였다.

앞서 언급한 바와 같이 당초 농생명용지 활용을 논농사 위주로 하였으나, 최근 쌀 소비량 감소 및 가격 하락, 쌀 재고량 증가 등을 고려하여 밭 농업으로 토지이용 계획을 전면적으로 변경하여 이에 부합하는 간척지 조성계획을 수립하고 있다. 이러한 경우 논과 밭은 영농 및 용수체계가 다르므로 토지이용별 배출 오염부하량 변화가 나타나기 때문에 새만금 간척용지의 토지이용에 따른 호소유입 부하량 변화 예측이 필요하다. 따라서 본 연구에서는 새만금호의 합리적 수질환경 예측을 위해 최근 새만금 농생명용지의 토지이용계획을 조사·검토하고, 오염부하량 최소 단위 수준의 공간해상도가 고려된 유역 수질 모델링 시스템(한국농어촌공사, 2017)을 이용하여 새만금 토지이용 시나리오별 오염부하량을 비교·평가하였다.

2. 재료 및 방법

가. 수치 모델

본 연구에 활용된 유역모델은 미국 환경청(EPA)과 미국 지리국(USGS)에서 지속적으로 개발 및 개선되고 있는 HSPF 12.4 버전이다. 상기 모형은 습지에서 지표유출수가 저류되는 현상을 구현하기 위해 Surface-Ftable과 연관되어 수정된 모형으로 국내 농업 유형의 논에 대해 적용성이 평가되었다(한국농어촌공사, 2016; 성충현 등, 2017). 또한 모형의 최적 매개변수 조합을 찾아내기 위해서 SCE-UA 알고리즘을 이용한 자동보정기법(Seong et al., 2015)을 적용하여 강우에 따른 유출의 시간적 패턴이나 크기가 실측치와 잘 맞도록 하는 등 유량 재현성을 개선시켰다(성충현 등, 2018).

나. 새만금 토지이용계획

1) 새만금 토지이용계획

새만금 농생명용지 조성 공사는 방수제 내측 토지에 용·배수로, 도로, 단지정지 등을 실시하는 공사로 준공 후 복합곡물단지, 원예단지, 농업생태관광 등으로 활용할 예정이다(Fig. 1). 내부토지 29,100ha 중에서 농생명용지 11개 공구 9,430ha를 대상으로 하고 있으며(농업용지 8,570ha, 농촌도시용지 460ha, 바이오작물 시범생산단지 400ha), 2013년~2020년까지 계획되어 2017년 상반기 까지 5,907ha (7개 공구)를 착수하도록 추진 중이다. 농생명용지의 세부개발 계획은 기본적으로 새만금내부개발 기본계획(2009.12), 새만금 종합개발계획 Master Plan(2011.3) 및 새만금기본계획(2014.9)을 토대로 수립되었으며, 기존의 농생명용지 계획은 대부분 논을 중심으로 조성하는 것으로 계획되었다.

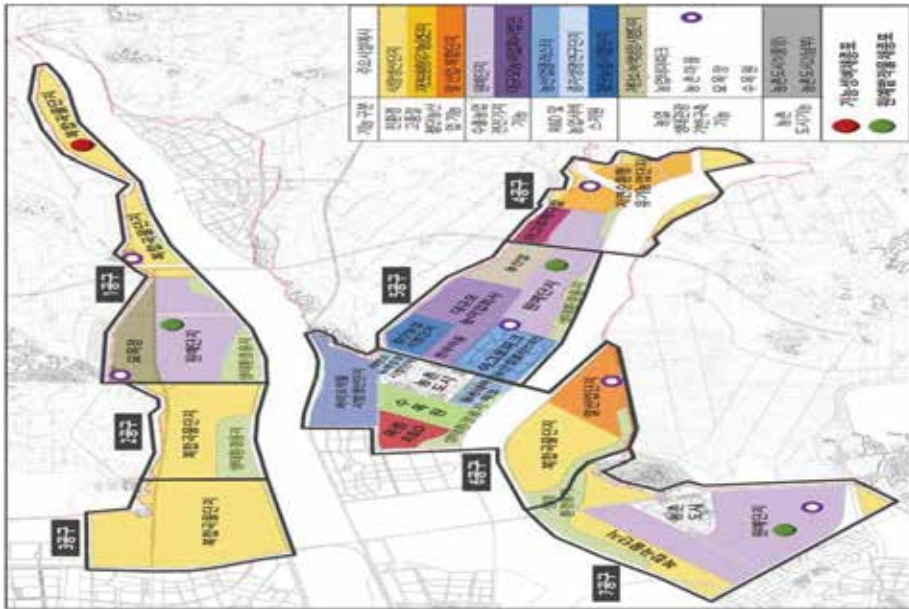


Fig. 1. | Land use plan for Saemangeum New Master Plan (2014.03, Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs)

하지만, 쌀 생산량의 증가, 소비량의 감소 및 재고량 증가 등을 고려하여 논 농사를 밭 농업 및 원예 등으로 다양화하려는 정부정책의 변화로 새만금 농생명용지의 전작화 기반조성 계획이 검토되고 있는 상황이다. 농생명용지 밭 농업 변경은 식량생산단지의 토지용도를 벼를 제외한 타작물이 재배가 가능한 전작단지로 계획하는 것이 주요 골자로서, 당초 농생명용지의 84%를 논 농업으로 계획하였다가 대부분의 용지를 밭 농업으로 전환하려는 계획을 수립하였다. 이에 따라 밭 농업에 따른 용수공급 체계의 변화도 나타나 당초 용수량의 50% 내외, 급수방식도 자연유하에서 펌프직송 등으로 변경되고 수질확보를 위해 여과기를 설치하여 수질기준 IV급수의 수질을 공급하는 것으로 계획하였다(한국농어촌공사 새만금사업단, 2017).

2) 새만금 농생명용지 토지이용 시나리오 개발

새만금 농생명용지의 토지이용 중 논 농업의 경우에는 “벼”재배를 하는 것으로 가정하고 영농기 5월중순부터 9월까지 상시 관개를 실시하는 것으로 가정하되, 중간낙수를 고려하였다. 논 영농계획은 새만금 논 시험포장 중 관행포에서 조사된 영농일지를 바탕으로 시비와 물관리를 실시하는 것으로 가정하여 시나리오를 구축하였다(Table 1).

Table 1 | A farming scheme for rice paddy

scheme	관행포 (SPD#1)	비고
Irrigation	05/20	2014년 SPD#1 test bed (한국농어촌공사, 2014)
Harrowing	05/25	
Fertilization	05/25 N:12.6kg/10a P: 5.7kg/10a	
Rice planting	05/29	
Fertilization	06/23	
Midsummer drainage	07/14~07/21	
Fertilization	08/05	
Harvest	10/21	

한편 밭 농업의 경우는 채소작물, 식량작물, 사료작물을 각 공구별 전작지에 동일한 비율(1:1:1)로 재배하는 시나리오로 구성하였으며, 관개 및 시비는 각 작물별 선정된 대표 작물에 대해 마련된 표준 방법을 적용하였다(농촌진흥청, 2010; 2011; 2014). 새만금 간척지 농생명용지 적용 가능한 전작 작부체계를 검토하기 위하여 농생명용지와 인접한 기존 새만금 구역의 대표작물(농촌진흥청, 2010; 2011; 2014) 및 향후 새만금 여건변화를 고려한 대표 작물의 조사 및 분석을 실시하였다. 채소 작물 중에서 배추의 경우는, 재배기에 스프링클러로 5mm/day 관개를 실시하는 것으로 가정하되, 5mm 이상의 강우가 발생한 일에는 관개를 실시하지 않는 것으로 가정하였다. 밭 작물의 경우는 농생명용지와 인접한 기존 새만금 구역의 대표 작물 및 향후 새만금 여건 변화를 고려한 대표 작물의 조사 및 분석을 통한 대표 작물을 선정하였다.

채소작물은 감자와 배추로 고려하였으며 앞작물(감자)과 뒷작물(배추)은 재배 시기가 상당히 떨어져 있으며 배추의 경우 파종 후 본답정식까지의 기간이 있으므로 두 작물의 파종과 수확이 겹치지 않는다. 감자는 생육기간이 짧기 때문에 시비는 일반적으로 기비(밑거름)만 실시하고(농촌진흥청, 2016), 배추는 품종개량 및 재배기술의 발달로 연중 생산이 가능하지만 간척지에서는 가을적기재배가 적절하다. 배추는 대표적인 저온작물로 생육중기(속이 차는 시기) 이후로는 고온에 매우 약하므로, 고령지 재배가 아닌 간척지 지역에서는 여름재배가 불가능하며, 배추는 결구가 시작되면 비료의 요구도가 높아지므로 식량작물과는 다르게 지속적인 시비가 필요하다(Table 2).

Table 2 | Cropping system for potato and cabbage

month	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
potato*			sow			harv						
cabbage**							sow			harv		
N (kg/ha)			100				100	50	40	30		
P205*** (kg/ha)			88				230	70	80	70		
K20*** (kg/ha)			130				170					

* A guideline to crop cultivation at middle part plain of Korea (농촌진흥청, 2011)

** Autumn chinese cabbage (농촌진흥청, 2014)

식량작물은 밀과 콩을 고려하였다(Table 3). 밀과 콩은 수입대체 효과가 크고, 밀의 경우 대형 농기계를 이용한 기계화가 용이하여 새만금과 같이 대규모 단지에 적합하고. 콩이 후작물로 들어가기 때문에 비료요구 수준이 낮아서 농생명용지 운영으로 인한 오염부하 저감 측면에서 유리할 것으로 판단된다. 밀+콩 작부 체계는 논과 밭 어느 곳에도 적용할 수 있는 장점이 있고, 특히 콩의 경우는 기본적으로 질소고정미생물을 이용해서 질소의 천연공급이 이루어지기 때문에 질소소비량이 다른 작물에 비하여 매우 적고 생육초기에만 뿌리 활착을 위한 시비가 필요하기 때문에 시비는 일반적으로 기비만 실시한다. 새만금과 같이 대규모 단지가 조성되고 기계화가 이루어진다면 수확량은 2-3톤/ha 정도가 가능할 것으로 예상된다(조재영 등, 2007; 농촌진흥청, 2012).

Table 3 | Cropping system for wheat and bean

month	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
wheat*						harv				sow		
bean							sow			harv		
N (kg/ha)			45				32			45		
P205 (kg/ha)			37				33			37		
K20 (kg/ha)			20				37			20		

* A guideline to crop cultivation at middle part plain of Korea (농촌진흥청, 2011)

마지막으로 사료용 작물은 사료용 옥수수과 이탈리아라이그라스(IRG) 작부체계를 고려하였다(Table 4). 사료용 옥수수와 IRG는 수입곡물 및 건초 수입대체효과가 크며, 품종에 따라 다르지만 답리작 뿐 아니라 전작 재배에도 유리하여(농사로데이터베이스, 2017a; 2017b) 대형 농기계를 이용한 규모화와 기계화 시스템이 이미 구축되어 있으므로 대규모 전작에 적합할 것으로 판단된다.

Table 4 | Cropping system for IRG and corn

month	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
IRG*				harv						sow		
corn**				sow					harv			
N (kg/ha)			100	100		100				40		
P205 (kg/ha)			75	150						75		
K20 (kg/ha)			75	150						75		

* A guideline to crop cultivation at middle part plain of Korea (농촌진흥청, 2010; 농사로DB, 2017a; 2017b)

** A guideline to crop cultivation at middle part of Korea (농촌진흥청, 2010; 농사로DB, 2016)

3) 관개용수 공급 시나리오 개발

논 농업의 경우 관개용수 공급량은 한국농어촌공사 새만금사업단(2017)으로부터 확보한 벼의 순별 필요수량 산정결과와 양수장의 설계용량을 검토하여 결정하였다. 다만, 일정량 이상의 강우가 발생할 경우 양수장의 가동이 중지되어 관개용수가 공급되지 않는 것으로 가정하였다. 일정량 이상의 강우는 20 mm 기준을 적용하였다. 이 기준치는 새만금 시험구역의 2013년과 2014년 자료에서 관개량과 강우량 사이의 관계를 정성적으로 평가하여 도출한 수치이다(한국농어촌공사, 2014).

밭 농업의 경우 상대적으로 관개용수가 많이 필요한 채소작물은 재배기에 5mm/day 로 스프링클러 관개를 실시하는 것으로 가정하였다. 한편, 상대적으로 용수수요가 적은 식량작물과 사료작물에 대해서는 양수장 설계용량에서 채소작물에 대한 공급을 제외한 부분을 관개하는 것으로 적용하였다. 양수장의 운영과 관련하여 채소작물의 기준인 5mm이상의 강우 발생시 관개용수 공급은 하지 않는 것으로 가정하였다. 관개용수의 수질은 앞서 언급한 바와 같이 수질기준 IV급수 용수를 공급하는 것으로 계획하고 있으므로 이를 위해 새만금호 수질의 변동성에 따라 양수장별로 여과 시스템을 도입하여 IV급수 수질을 만족하도록 하는 계획을 반영하였다.

다. 새만금 토지이용계획 시나리오별 수문·수질 모델링

1) 논과 밭 매개변수 도출 및 적용

새만금 농생명용지 토지이용에 따른 수문 및 수질반응을 합리적으로 모사하기 위하여 새만금 유역 하류부에 위치한 논과 밭 시험포장 자료(한국농어촌공사, 2014)를 이용하여 보정된 유역 모델(한국농어촌공사, 2016) 매개변수를 농생명용지를 대상으로 적용하였다. 하지만 상기 자료는 자료기간이 2년으로 비교적 짧고, 특히, 밭포장 자료의 경우 총 6개의 호우에 대한 지표유출량 자료로 국한되어 조정된 매개변수를 그대로 농생명용지에 적용하는 것에 한계가 존재하였다. 따라서 조정된 매

개변수들을 각 매개변수의 정의에 따라 선택적으로 적용하는 방식으로 농생명용지에서의 수문수질 모델링 실시하였다.

논과 밭의 모의를 위해서 PERLND를 이용하였으며, HSPF 모형의 PERLND는 투수면을 모의하며, 밭에서의 시비와 관개를 추가적으로 설정하였다. 밭과 달리 논은 저류효과를 고려하기 위해서 Surface Ftable을 도입하여 논의 지표유출을 모의하였다.

새만금 유역 내 익산에 위치한 논 시험포장에 대해 모델링을 실시한 결과(Fig. 2), 논 담수심의 경우 Surface Ftable을 이용한 경우 실제 논 담수심을 잘 모의하는 것으로 나타났다. 유출의 경우 surface Ftable 적용시, 일정수준 이하의 강우에 대해서는 유출이 적게 모의되고 일정 강우 이상에 대해서는 실측유량에 가깝게 모의되어, 논은 저류효과로 인한 강우유출이 더 잘 모의되는 것으로 평가되었다. 시험포장에서 관측된 담수심과 유출자료를 바탕으로 Surface Ftable의 물꼬높이에 따른 유출비율(fraction)을 조정하였으며, 결정된 유출비는 5%(물꼬높이 이상부터 논둑높이까지)로 결정하였다. 침투량을 결정하는 INFILT 매개변수는 실측담수심을 효과적으로 모의하는 것으로 나타난 0.003562로 설정하였으며, 도출된 Surface Ftable과 관련된 매개변수는 새만금 유역모형 및 농생명용지 논 토지이용에 대한 모델링 자료로 활용하였다.

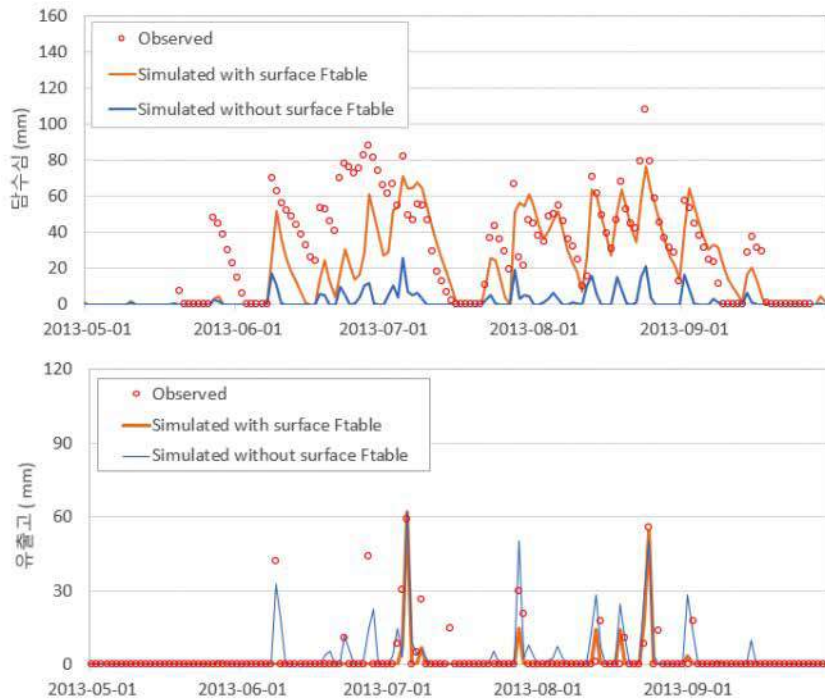


Fig. 2 | Comparisons of simulation results according to Surface Ftable applications

한편 새만금 유역내 익산 발 시험포장의 2013년과 2014년에 대해 실시된 모니터링 자료를 바탕으로 새만금 하류부에 적용이 가능한 발 모델링을 수행하였다. 대조구로 이용된 노지 상태(지표면 멀칭없음)의 발포장 모니터링 자료를 이용하였으며, 각 연도별로 3개씩 총 6개의 강우사상에 대한 지표유출 자료를 모니터링한 자료를 확보하여 적용하였다. 수치 모델링 결과, 관측된 지표유출에 대해 모의치가 실측치를 어느 정도 잘 반영할 수 있는 것으로 평가되었다. 발 포장 모델링의 경우 강우 시 지표유출량에 대한 실측자료로서 모형의 지표유출에 민감도가 큰 INFILT을 주로 조정하였으며, 0.133 in/hr의 값을 얻을 수 있었다. 다만, 발 시험포장의 경우 경사지에 위치하고 있고 비교적 중규모의 새만금 하류유역의 발 농경지의 특성을 반영하기에는 무리가 있다고 판단된다.

2) 농생명용지 승·배수로 체계 반영 유역 모델 구축

새만금 농생명용지의 승·배수로 체계를 고려한 수질모델링 체계 구축은 한국농어촌공사 (2016)에서 구축된 새만금 수질모형에서 구축된 연안유역(R1 ~ R3) 구간의 모형을 기본으로 하였다. 연안유역구간의 모형은 배후유역 배출부하량이 새만금호로 유입되는 11개 승수로를 구현하고 있고, 농생명용지를 공구 및 배수로 체계를 고려하여 총 15개 소유역으로 구분하였으며 농생명용지내 환경

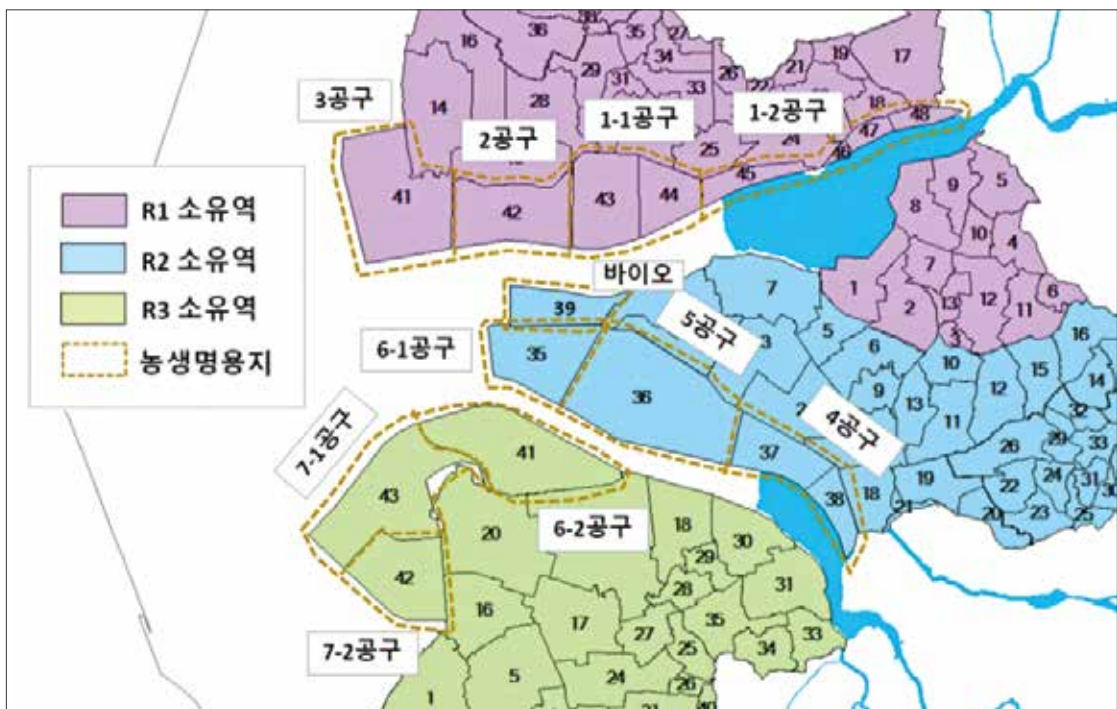


Fig. 3 | Locations of agricultural landfill sections and subbasins in Saemangeum area

생태용지를 포함하고 있다. 이러한 모형의 구성은 농생명용지 구간의 배출부하량이 호소로 유입되는 승수로 및 배수로 단위로 배출부하량을 모의하여 분석할 수 있다. 본 연구에서는 각 소유역의 토지이용을 이번 연구에서 습득한 각 공구별 세부 토지이용계획을 바탕으로 보완하였으며, 농생명용지 “바이오” 구역을 R2 서브모형의 39번 소유역으로 추가하였다(Fig. 3).

3. 결과 및 고찰

가. 새만금 농생명용지 토지이용계획 시나리오에 따른 오염부하량

1) 농생명용지 및 환경생태용지 모의

현재 농생명용지 구간은 공사가 진행중으로 실측자료를 구할 수 없는 상황이므로, 수문 및 수질 매개변수의 경우 농업용지 조성구간과 비슷한 특성을 가지는 만경, 동진강 하구 지점에 적용된 매개변수를 활용하고 농경지의 경우는 새만금 시험포장 자료(한국농어촌공사, 2014)로부터 도출된 매개변수를 적용하여 현실적인 오염부하량을 계산하였다.

농생명용지에서의 오염부하량의 정량적 평가를 위해 우선 논 농업 시 배출 오염부하에 비교적 영향이 큰 관개회귀율을 계산한 결과 약 35%~45% 수준으로 산정되었다. 여기서, 관개회귀율은 관개량 대비 중간유출수와 지하수유출수의 합으로 계산하였는바, 강우로 인한 중간 및 지하수유량의 기여 때문에 실제적 관개회귀율보다 과대산정된 면이 있다. 같은 방법으로 익산 시험포장의 경우 각각 42.9%, 43.7%로 관개회귀율이 계산되었다. 이는 임상준(2000)이 경기도에 위치한 기천저수지와 발안저수지 유역에서 45.4%~45.9%, 김태철 등(2010)이 금강수계의 공주 소학 및 연기 대평 지구에서 38.1%~40.0%, Chung et al.(1997)이 영산강/섬진강 수계인 담양 개동지구와 남원 금풍 지구에서 40.8%~51.2%의 결과와 비교하여 합리적인 수준으로 모의된 것으로 판단된다.

당초 환경생태용지 모의를 위해 HSPF 모형의 RCHRES 모듈을 적용할 계획이었으나, 유역모형에서 보정된 RCHRES의 수질 매개변수값과 그 매개변수들의 현실적인 범위들을 적용한 결과, 수질 저감효과를 안정적으로 모의하기에는 모의결과의 민감도가 커서 불안정한 결과를 나타내는 한계를 보였다. 따라서 본 연구에서는 선행연구(한국농어촌공사, 2016)에서 농생명용지의 수질정화효과를 모의하기 위해 적용한 침전지와 저류조의 저감효율을 적용하였다. 침전지의 경우 수계오염총량관리기술지침(국립환경과학원, 2012)에서 제시한 비점오염저감시설의 강우시 삭감부하량 산정을 위한 저감효율 중 저류형 지하저류조의 저감효율을 참고하여 침전지의 저감효율 (BOD: 25%, TN: 24%, TP: 20%)을 적용하였다. 인공습지의 경우 유량을 고려한 일차반응모형(Kadlec and Knight, 1996)을 적용하였다.

2) 밭 농업 전환에 따른 농생명용지 오염부하량 변화

농생명용지의 밭 농업 전환에 따른 농생명용지로부터의 오염부하량을 평가하였다. 2013년 기준의 유역 오염부하량을 적용하고 농업용수는 만경대교와 동진대교 지점에서 농생명용지에 공급하는 것으로 가정하여 농생명용지에서의 논 및 밭 농업에 따른 오염부하량 변화를 모의하였다(Fig. 4).

논 농업 시 시비량은 TN이 연간 9 톤/km²/yr, TP가 4.5 톤/km²/yr 로 입력되었고, 밭 농업에 따른 3가지 작부체계를 고려한 밭경지에서의 총 시비량은 TN이 26 톤/km²/yr, TP가 31.5 톤/km²/yr로 입력하였다. 논 농업을 실시하였을 경우, 전체 농생명용지로부터 배출되는 TN과 TP의 평균 농도는 3.72 mg/l와 0.12 mg/l 이고, 배출 부하량은 각각 2,341.5 kg/day와 141.4 kg/day로 모의되었다. 밭 농업을 실시할 경우 TN의 평균농도는 3.83 mg/l로 증가하고, 부하량은 1,852.3 kg/day로 감소되는 것으로 계산되었다. 하지만, TP의 경우 밭 농업을 할 경우, 평균농도와 부하량이 각각 0.34 mg/l와 384.9 kg/day로 증가되는 것으로 계산되었다.

이는 논을 저류효과로 인한 농경지부터의 입자성 오염원의 유입이 줄어들기 때문인 것으로 평가된다. 또한, 논 농업을 경우 관개용수가 증가하여 수용성인 BOD와 TN에 기여하는 수질항목이 지표 하 유출(중간유출)의 형태로 전달되어 BOD와 TN의 부하량이 논 농업에서 더 크게 나타나는 것으로 사료된다. 결과적으로, 논에서 밭으로 변경할 경우 농생명용지에서의 BOD와 TN 농도는 증가하지만 배출부하량은 감소하고, TP 경우에는 농도와 부하량 모두 증가한 것으로 판단된다. 논 농업 시 농생명용지에서 환경생태용지를 거쳐 새만금호로 배출되는 연평균 BOD의 농도는 2.89~3.44 mg/l 의 범위로 평균 3.27 mg/l 로 계산되었다. TN 농도의 경우 0.56~2.47 mg/l의 범위로 평균 1.38 mg/l로 모의되었으며, TP 농도는 0.02~0.11 mg/l 로 그 평균값은 0.06 mg/l로 나타났다. 반면, 밭 농업시 농경지에서 환경생태용지를 거쳐 새만금호로 유입되는 수질 평균 농도와 그 범위는 각각 BOD가 3.34 mg/l 와 2.87~3.48 mg/l, TN이 1.56 mg/l 와 0.63~2.40 mg/l, TP가 0.24 mg/l 와 0.02~0.46 mg/l 로 모의되었다.

TN과 TP의 농도는 각각 논에 비해 밭에서 다소 높은 농도의 수질이 생태환경용지를 통해 새만금호로 배출되는 것으로 나타나는데 이는 강우시 지표유출에 의한 지표면에 투입된 비료물질의 투입량과 비례하는 것으로 나타났다. 다만, 총 유입량, 즉 농경지로부터 환경생태용지로 유입되는 유량은 관개용수량의 차이에 따라 BOD와 TN 부하량은 논 농업시가 밭 농업시에 비해 더 많게 모의되었고, 입자성 물질인 TP의 부하량은 밭 농업시 더 많은 것으로 계산되었다.

토지이용 특성(토양의 물리화학적 특성, 경사, 작물의 종류와 이에 따른 관개 및 시비량)에 따라 달라지기는 하지만 토지계 지목별 연평균 발생부하원단위(국립환경과학원, 2019) 중 답(논)은 BOD 4.24 kg/km²·day, T-N은 2.920 kg/km²·day, T-P는 0.467 kg/km²·day이며, 전(밭)은 BOD 4.38 kg/km²·day, T-N은 3.409 kg/km²·day, T-P는 1.400 kg/km²·day으로 전에서 더 높은 토지계 발생부하량이 산정된다.

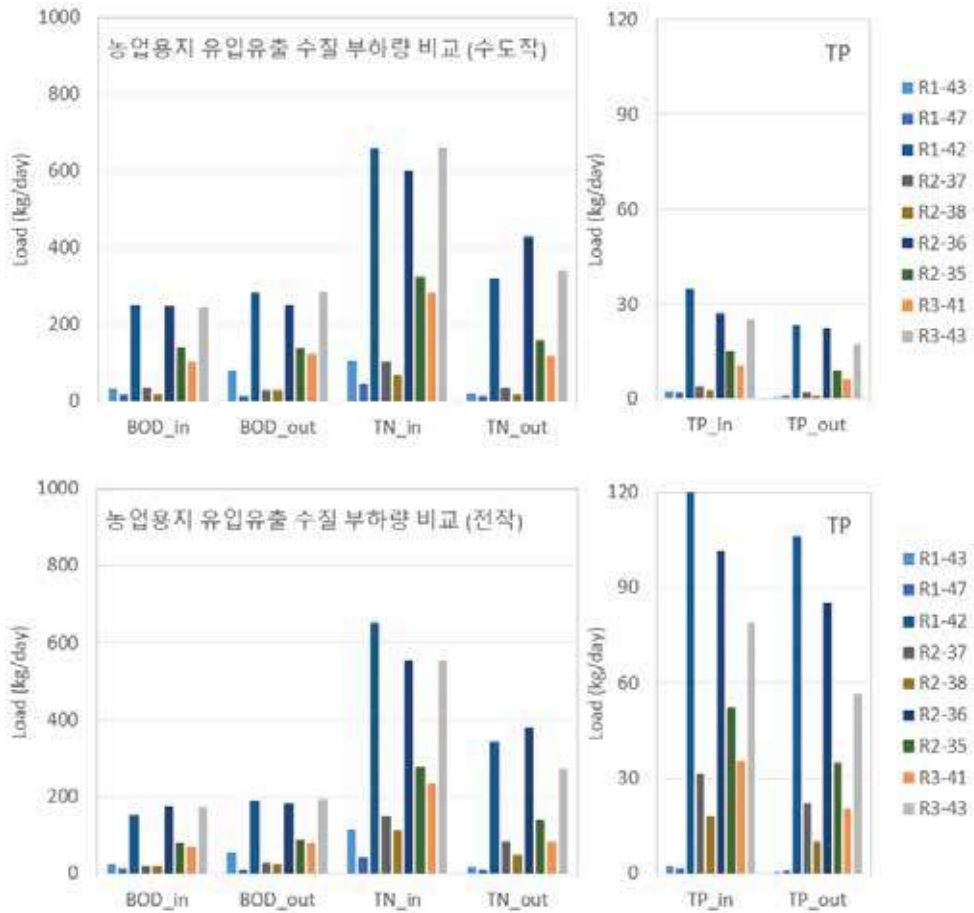


Fig. 4 | Comparisons of pollutant loads from rice paddy and upland fields according to the scenarios of land use plan

4. 결론

새만금 농생명용지 활용에 있어서 최근 쌀 소비량 감소 및 가격 하락, 쌀 저장량 증가로 인하여 밭농업으로 토지이용 계획을 전면적으로 변경하여 이에 부합하는 간척지 조성계획을 수립하고 있다. 따라서 본 연구에서는 새만금 간척용지의 토지이용변화에 따른 새만금호 유입 부하량 변화를 예측하기 위해 최근 새만금 농생명용지의 토지이용계획을 조사·검토하고, 새만금 토지이용 시나리오별 오염부하량을 비교·평가하였다.

새만금 토지이용계획 별 오염부하량을 예측한 결과, 논 보다 밭에서 높은 농도의 수질이 생태환경 용지를 통해 새만금호로 배출되는 것으로 나타났다. 하지만 상기 밭 농업에 따른 모의 결과는 단기적인 모니터링 자료를 활용하여 다양한 강우사상에 대한 유출 특성을 반영하지 못하였고, 나지상태 뿐 아니라 작부체계를 인위적으로 가정하여 오염부하량을 예측한 것이다. 따라서 향후 강우사상에 대한 장기적인 모니터링 자료의 축적을 통한 모델의 보·검정을 수행하고, 필지 단위의 세부 영농을 모의 할 수 있는 모델 기법을 활용하여 새만금 밭 농업 시 예측되는 오염부하량을 재평가하는 것이 필요하다고 판단된다. 또한 향후 새만금 농생명용지에는 물꼬높이 상승, 완효성 비료, 초생대나 식생수로와 같이 비점오염 최적관리기법이 도입될 것이므로 논 및 밭 농업시의 오염부하는 크게 감소될 것으로 예상되며, 이를 반영한 정량적 평가도 함께 요구된다.

〈감사의 글〉

본 연구는 한국농어촌공사 농어촌연구원의 2017년도 사업여건 변화에 따른 새만금호 관리방안에 대한 연구의 연구지원에 의해 수행되었습니다.

참고문헌

- 국립환경과학원, 2012, 수질오염총량관리기술지침, 11-1480523-001067-01, 102p.
- 국립환경과학원, 2019, 오염총량관리기술지침, 11-1480523-003731-14, 113p.
- 김대철, 이호천, 문종필, 2010, 대평 양수장 지구의 농업용수 회귀율 추정, 한국농공학회 논문집, 52(1), pp. 41~49.
- 농사로데이터베이스(www.nongsaro.go.kr), 2016, 사료용 옥수수 재배.
- 농사로데이터베이스(www.nongsaro.go.kr), 2017a, 국내산 답리작 사료작물(이탈리안 라이그라스).
- 농사로데이터베이스(www.nongsaro.go.kr), 2017b, 국내산 밭 사료작물(사료용 옥수수).
- 농촌진흥청, 2010, 작물별 시비처방 기준.
- 농촌진흥청, 2011, 표준영농교본 [밀].
- 농촌진흥청, 2012, 농업기술길잡이 [콩], 227p.
- 농촌진흥청, 2014, 농업기술길잡이 [배추], 123p.

- 농촌진흥청, 2016, 농업기술길잡이 [감자], 292p.
- 성충현, 황세운, 오찬성, 조재필, 2017, 오염원 산정단위 수준의 소유역 세분화를 고려한 새만금유역 수문·수질모델링 적용성 검토, 한국농공학회지 59(3) pp.83~96.
- 성충현, 오찬성, 황세운, 2018, 논외 저류효과를 고려한 유역수문모델링, 한국농공학회지 60(5), pp.41-54.
- 신유리, 정지연, 최정훈, 정광욱, 2012, HSPF-EFDC를 이용한 새만금호와 유역의 수리 변화 모의, 한국물환경학회지 28(3), pp.384-393.
- 새만금지방환경청, 2016, 새만금 유역 수질개선을 위한 물이용체계 분석 및 제도개선 연구(만경강유역), 236p.
- 임상준, 2000, 농업유역의 논 관개회기수량 추정 모형의 개발, 서울대학교 박사학위 논문.
- 정재운, 장정렬, 임병진, 이영재, 김갑순, 강재홍, 박해린, 조소현, 윤광식, 2011, SWAT 자동보정기능을 이용한 새만금유역에서의 유출량 모의, 한국수처리학회지 19(1), pp.1225-7192.
- 조재영, 2007, 전작, 향문사.
- 한국농어촌공사, 2014, 새만금유역 농업비점오염 저감기법 개발 연구.
- 한국농어촌공사, 2016, 사업여건 변화에 따른 새만금호 관리방안에 대한 연구, 300p.
- 한국농어촌공사, 2017, 사업여건 변화에 따른 새만금호 관리방안에 대한 연구, 237p.
- 한국농어촌공사 새만금사업단, 2017, 수도작에서 전작으로의 토지이용계획 변경(안).
- 환경부, 2011, 새만금유역 수질개선 마스터플랜 수립 연구, 322p.
- 환경부, 2014, 새만금유역 수질개선효과 정량화 모델구축(II),
- 환경부, 2015, 새만금유역 수질개선효과 정량화 모델구축(III), 212p.
- Cho, J. P., Ko, G. D., Kim, K. Y., Oh, C. S., 2016, Climate change impacts on agricultural drought with consideration of uncertainty in CMIP5 scenarios. IRRIGATION and DRAINAGE 65, pp. 7-15.
- Chung, S. O., Oh, C. J., Nam, H. S., 1997, A study on the return flow ratio of the irrigation water from a reservoir, Proceedings of the 1997 Korean Society of Agricultural Engineers Annual Conference, pp.46-51.
- Kadlec, R.H. and Knight, R.L. 1996, Treatment Wetlands, CRC Press/Lewis Publishers, Boca Raton, Florida.
- Seong, C., Y. Her, and B.L. Benham, 2015, Automatic calibration tool for Hydrologic Simulation Program-FORTRAN using a shuffled complex evolution algorithm, Water 7(2), pp.503-527.

먹거리 사업은 인류가 존재하는 한 필요하다

장우석

대원GSI 해외영업팀
traderu@daewon.com

이 기계 이름이 뭐지?

대원지에스아이는 1970년에 설립했다. 창업주인 선대께서 섬유업을 하다가 도정기로 눈을 돌린 것이다. 그때만 해도 도정기는 전부 수입에 의존하고 있었다. 그 도정기를 개발하여 국산화에 성공하고 국내에 공급했다.

당시만 해도 도정기는 정부의 지원을 받을 수 없었다. 다른 농기계는 새마을 운동 등 농촌 현대화 사업의 일환으로 지원을 받았다. 우리 회사는 자금이 부족한 상태에서 도정기를 만들어 판매하였지만, 지방의 작은 회사가 버티기에는 역부족이었다. 그러다가 1981년에 회사가 부도를 맞고 말았다.

회사가 부도나자 직원들 대부분은 회사를 떠났다. 공장도 계사(鷄舍)를 빌려 이전했다. 회사 설립을 한 뒤에 10년 만에 큰 위기가 닥친 것이다. 창업주에 이어 회사를 맡게 됐지만, 기계에 대해서는 문외한이었다. 회사를 살려야 하는데, 회사에서 만드는 기계에 대해서 아무것도 몰랐던 터라 밤새 기계를 뜯어서 들여다보며 공부했다. 낮에는 회사의 신뢰를 다시 구하기 위해 영업과 경영을 도맡아 여기저기 뛰어다녀야만 했다.

부도가 난 뒤에 채무를 변제하느라 순이익의 90% 이상을 빚 갚는 데 쓰면서 5년을 지냈다. 기계 제작을 위해 필요한 자재도 쉽게 구할 수 없어 매번 애를 먹기도 했다. 그렇게 긴 암흑의 터널을 빠져 나올 무렵에 도정기뿐만 아니라 곡물건조기와 도정시설 라인을 개발할 수 있었다.

회사가 어느 정도 안정이 된 1990년이였다. 도정기를 만들고 정미시설공사를 하다가 색채선별기를

보게 됐다. 색채선별기는 쌀이나 콩 등 곡물을 기계에 투입하면, 비정상적인 색의 곡물을 걸러내서 불량을 잡아낸다. 이 기계가 놀라웠던 것은 당시 정미시설공사의 총 비용과 맞먹는 기계 값 때문이었다. 시설비용이 1억 7천만 원 정도였는데, 색채선별기 한 대 값이 1억 원이나 했다.

“이 기계를 만들어야겠다. 그런데 기계 이름이 뭐지?”

기계를 처음 제작할 때는 이름조차 몰랐다. 영국에서 개발해서 일본에서 상용화에 성공한 색채선별기는 국내 정미시설에도 공급되고 있었다. 그때는 일본산 제품밖에 없던 시절이었다. 이 기계를 만들어야겠다고 결심을 하자, 직원들의 반대가 심했다. 당시로서는 어마어마한 기계 값이었고, 그 기계를 만들려면 웬만한 기술력으로는 힘들었기 때문이다.

일본에서 상용화에 성공했으니 우선 일본으로 가서 기술을 배우기로 했다. 기계도 살펴보고 자료를 뒤지는 등 연구개발에 4년이라는 시간을 쏟아 부었다. 일본에 가서 기술을 배우려고 할 때는 무시도

많이 당했다. 한국의 기술력을 폄하할 때라 제작도면을 순순히 내준 적도 있었다. 어차피 우리가 제작도면을 보더라도 만들 수 없을 것이라고 말이다.



색채선별기

1994년에 대원지에스아이는 색채선별기 국산화에 성공했다. 이때도 위기가 발생했다. 기계를 개발하고 나니 직원 몇몇이 회사를 나가서 색채선별기 업체를 만들려고 한 것이다. 직원들의 배신 때문에 사업 초기부터 휘청거릴 뻔했다. 하지만 직원들이 잘못을 인정하고 다시 회사로 들어오겠다고 해서 다 받아주면서 위기를 모면하였다.

5천만 인구보다 50억 인구를 상대해보자

색채선별기의 국산화에 최초로 성공을 거둔 우리 회사는 국내에서 시장 점유율이 90%, 글로벌 시장에서는 30% 넘게 차지하고 있다. 1990년대만 해도 정심없을 정도로 기계를 만들었다. 우리 제품이 가성비를 따졌을 때 일본산을 대체할 수 있기 때문에 주문이 밀려들어왔다. 전국의 정미시설에 우리 제품이 설치됐다.

국내에서 제품이 주목을 받자, 해외에서도 조금씩 관심을 가지기 시작했다. 1990년대 중반에 무역

부를 만들어 상사를 통해 해외에 제품을 팔았다. 가장 먼저 진출한 곳은 남미였다. 지금은 전 세계 30여 개 국에 수출을 하고 있다.

초기에는 해외에서 먼저 알아서 찾아왔다. 일본 기계보다 가성비가 좋다는 이유였다. 우리 회사도 이런 움직임이 반가울 수밖에 없었다. 정미시설은 한 번 설립하면 7년에서 8년 정도까지 운영된다. 즉 그 기간 동안 새로운 수요는 거의 없는 셈이다. 전국의 정미시설 대부분에 선택선별기와 도정시설을 공급한 업체가 대원지에스이다. 그렇기 때문에 국내에서는 새롭게 수요를 창출할 길이 없었다. 이런 시장의 특성 때문이라도 새로운 판로를 찾아야만 했다.

“5천만 인구를 상대하는 것보다 50억 인구를 상대하는 게 맞다.”

국내 시장에 매달리는 것보다 오히려 해외시장의 문을 두드려보는 게 회사를 키우는 길이다. 상사를 통해 남미부터 수출을 한 뒤부터 우리가 주목한 것은 단일 곡물시장으로 가장 큰 곳인 러시아와 CIS(독립국가연합)국가들이었다. 러시아와 중앙아시아의 시장을 진출하여 글로벌 시장에서 경쟁력을 인정받는 게 우선이었다.

러시아의 곡물시장은 매우 크다. 시장 전망도 좋다. 현재 생산량보다 앞으로 2배 정도 더 늘어날 것이라는 전망이 있다. 러시아에서는 일 년에 두 번 식품전시회가 열리는데, 이곳에 바이어들이 몰려들어 전시된 기계나 생산라인설비를 살펴본다. 우리가 러시아부터 주목한 것은 시장의 크기뿐만 아



해외 현지 DSC 라인 설비 사례

니다. 이 시장에서 인정을 받으면 CIS 국가들의 시장에서도 저절로 인정받기 때문이다. 러시아의 전 사회에서 소문이 나면서 인근 국가들의 시장으로 퍼져 나간다.

실제로 카자흐스탄이나 우즈베키스탄 등 CIS 여러 나라를 돌면서 사업 설명을 했을 때, 러시아의 어떤 업체에 우리 제품을 납품한다면 “아!”하고 긍정적인 반응을 보인다. 딱히 어렵거나 곤란한 질문도 하지 않는다. 러시아의 규모가 큰 업체에 납품했다는 이유만으로 신뢰를 보낸다. CIS 시장은 대부분 러시아에서 수입을 한다.

러시아 진출은 서쪽에서 동쪽으로 향하는 거대한 장정이기도 하다. 사무실은 모스크바에 있지만, 영업은 흑해 쪽에서부터 시작했다. 흑해에서 모스크바까지 1800km나 된다. 이 구간에 있는 곡창지대가 어마어마하다. 서쪽에 곡창지대가 있고, 동쪽으로 갈수록 규모가 작아지기 때문에 흑해 지역부터 시작한 것이다.

우리 회사는 흑해로부터 시작하여 모스크바까지, 모스크바에서 우랄, 우랄에서 시베리아까지를 차츰 범위를 넓히는 중이다. 모스크바에서 우랄까지도 1000km가 넘는다. 우랄에서 시베리아는 2000km를 넘을 만큼 광활한 지역이다. 그만큼 엄청난 규모의 시장이 펼쳐져 있는 셈이다. 정부의 정책도 우호적으로 바뀌는 중이다. 신북방정책이라고 해서 ‘나인브릿지(9-bridge)’의 9대 협력사업 중에서 농업이 포함되어 있다.

마피아가 웬 말이야

대원지에스아이의 색채선별기는 품질이 뛰어나면서도 가격경쟁력을 갖추고 있다. 글로벌 시장에서 경쟁력을 갖춘 제품이다. 또한 오랫동안 국내에서 도정기와 색채선별기뿐만 아니라 플랜트 설비를 할 수 있는 노하우와 포트폴리오를 가지고 있다. CIS 국가 시장 진출은 단일 기계 말고도 도정라인 전체 설비를 구축하는 방식으로 진행 중이다. 이미 러시아 시장에서는 대원지에스아이가 도정라인 판매 1위를 하고 있다.

대원지에스아이의 커스터마이징 기술력은 글로벌 일류 수준이다. 색채선별기는 지역과 곡물에 따라 다를 수밖에 없다. 곡물이 어떤 것이냐에 따라 커스터마이징을 해야 한다. 현지에 직접 엔지니어가 가서 실제로 시료를 보고 프로그래밍을 하고, 기계도 달리 만들어야 한다. 이러한 고급 기술력은 디지털 시대에 맞게 안드로이드 운영체제까지 탑재하여 생산하는 수준까지 이르렀다. 원격에서 AS와 실시간 모니터링이 가능하다.

가격은 경쟁업체 대비 50% 이상 제조단가를 낮췄다. 원자재를 가져 와서 직접 가공을 하는 국산 화 기술 덕분에 제조단가를 낮추고 판매가도 경쟁력을 갖출 수 있게 됐다. 품질과 가성비를 갖춘 섹채선별기와 도정라인은 2009년 이후 매년 4000만 달러의 수출 실적을 올릴 수 있는 동력이 되었다.

해외 시장에 진출을 처음 할 때만 해도 모든 게 고비였다. 한국의 작은 기업이 해외에 대해서 얼마나 많이 알겠는가. 러시아와 CIS에 진출할 때도 알고 있는 게 거의 없었다. 그저 시장이 크다는 것 말고는 아무런 정보도 없었고, 현지 진출과 관련한 사항조차 알지 못했다. 그때 중소기업진흥공단의 도움을 받았다. 평소 중진공 지역본부에서 각종 정책지원이나 자금지원 등을 알려주는데, 어느 날 이메일을 통해 수출 인큐베이터에 입주할 기업을 모집한다는 소식을 받았다.

“여기에 지원을 해서 도움을 받아보자. 우리가 알고 있는 게 너무 없으니까.”

처음에는 러시아 모스크바의 수출 인큐베이터에 입주하기로 결정했다. 서류와 현장 심사에서 좋은 평가를 받았는데, 경영평가나 생산시설 등에서 성과 창출이 괜찮다는 것을 인정받았다.

러시아 시장 진출 초기만 해도 웃지 못 할 일이 많았다. 한번은 직원이 미수금을 받으려고 러시아의 한 지역으로 출장을 간 적이 있다. 그곳에 새벽 3시쯤 도착했는데, 한겨울에 아무도 없었다고 한다. 역에서 몇 시간을 기다려 다시 차를 타고 미수금을 받으러 겨우 업체에 도착했다.

“미수금을 받으러 왔습니다. 더 이상 늦어지면 곤란합니다.”

“작년에 이곳의 대표이사가 바뀌었소. 그건 내 알 바가 아니오.”

사장이 바뀌었으니 나 몰라라 하는 반응에 직원은 황당할 따름이었다. 그런데 그 다음이 가관이었다. 우리 직원에게 돌아가라 하면서 툭 던진 말이 “조심히, 안녕히 잘 돌아가라”는 것이었다. 뭔가 서늘한 기분이 들어 주위에 물어보니 바뀐 사장이 그 지역의 마피아라는 것이었다.

제품을 납품하고 난 뒤에 현지에서 시운전을 하러 4~5명의 직원이 가면 현장에서 준비가 덜 된 경우도 많았다. 예컨대, 기계와 함께 전선을 함께 보냈는데, 정작 현장에는 없었다. 공장 벽 두께가 수십 센티미터가 되는데 벽을 뚫어 훔쳐간 것이다. 전선뿐만 아니라 부품, 공구 등을 도난당하기 일쑤였다. 그런데 업체는 도난이 아니라 우리가 안 보냈다고 클레임을 걸었다. 오죽하면 직원들이 비상용으로 들고 간 공구나 부품을 다 주고 오기도 했다.

시운전을 한 뒤에 확인서를 받아야 잔금을 받는데, 확인서는 안 써주고 우리 직원들을 기계 운전 에 투입하는 등 문제가 한두 가지가 아니었다. 그렇지만 그때마다 요구사항을 맞춰주고, 불합리한 일을 개선하면서 품질을 증명했더니 추가 구매가 이루어진 적도 있었다.

진출 초기만 해도 막연하게 알고 있던 그곳의 실정은 쉽지 않은 시장 환경을 보여주는 듯했다. 러

시아와 CIS 국가는 정세가 불안정한 곳이 많다. 직원들이 현장 실사를 나갔더니 증무장한 군인들과 마주치거나 까다로운 검문검색을 겪는 것은 예삿일이고, 길 가다가 도로에 구멍이 움푹 파인 곳도 자주 지나쳐야 했다. 폭탄이 터진 곳이다.

낙후된 환경은 시장진출의 가능성이 있는지 다시 고민하게끔 했다. CIS 국가들은 대부분 개발이 아직까지 미흡한 곳이 많다. 카자흐스탄은 2005년에 이미 진출을 시도했다. 그런데 이쪽 사람들은 손기술이 좋다. 웬만하면 자동차도 직접 고쳐서 몰고 다닌다. 기계도 한 번 사면 수십 년을 그냥 고쳐가며 쓴다. 볼트도 직접 갈아 끼우고 용접도 하면서 말이다. 10년 전만 해도 교체 수요가 없는 시장이었다. 어쩔 수 없이 그 당시에는 철수할 수밖에 없었다.

10년이면 강산도 변한다더니 최근이야 그들의 정서가 바뀌고 시장의 분위기도 바뀌었다. 그동안 중국 업체들이 관련 시장을 휩쓸었다. 무조건 싸다는 이유로 시장을 휘젓고 갔는데, 품질 문제가 심각했다. 예전에는 이곳 사람들이 직접 고쳐가며 사용했지만, 이제는 고장이 나면 버린다. 이때 대일치에스아이가 다시 카자흐스탄 시장에 진출했다. 품질은 좋고 선진 제품이라는 유럽이나 일본산보다 가격은 싸니 금세 주목을 받았다. 고객들은 직접 시운전을 하면서 만족감을 드러냈다.

CIS 시장은 가격의 경쟁력과 품질 만족도에서 좋은 반응을 얻고 있다. 그래서 단일 제품이 아니라 도정 라인 전체를 설비하는 계약이 많이 이루어진다. 러시아가 가장 큰 시장이고, CIS 중에서는 카자흐스탄, 우즈베키스탄 순이다.

1위는 준비된 기업이 한다

러시아 모스크바의 수출 인큐베이터에 들어간 뒤부터 현지 직원을 통한 바이어 발굴 등 여러 도움을 받았다. 해외에서 현지 계약을 하는 것은 매우 까다롭다. 그 계약 과정도 서류 준비와 계약서 검토까지 지원받았다. 해외 진출 초기에 좋은 파트너를 만나 일을 풀어갔던 것이다.

해외에서 영업을 하려면 파트너를 찾는 게 매우 중요하다. 중소기업일수록 자체적인 해외 개척 역량이 부족하기 때문에 사업의 성공 여부를 결정짓는 요소이기도 하다. 중진공은 이런 문제를 해결하는 데 큰 도움을 줬다. 중진공 말고도 좋은 파트너를 찾은 것은 러시아와 CIS 시장 진출에 결정적이었다.

에이전트를 통한 영업은 제품에 대한 이해 부족과 협력의 어려움이 있었다. 새로운 파트너를 찾아야만 했다. 2005년에 카자흐스탄 진출이 어려워 다시 모스크바로 갔을 때였다. 당시 농업관련 기계 협회에서 주관하는 행사에 참여했다. 그곳에서 부스를 열어 제품을 알리다가 지금의 파트너를 만났다.

KPZP라는 회사인데, 엔지니어링 업체이다. 이 업체는 토목과 건축, 설비, 전기, 설계까지 전부 할 수 있다. 우리 회사가 해외에서 필요한 업체였다. 플랜트를 지을 때 현지에서 협력관계로 영업뿐만 아니라 설계부터 시공까지 해줄 수 있었다. 무엇보다 예전의 에이전트와 달리 기계를 잘 알고 있었기 때문에 현지에서의 대응이 필요할 때 큰 도움이 됐다.

카자흐스탄의 알마티로 진출한 것은 러시아에서의 성공을 확인한 뒤였다. 2005년에 진출했을 때만 해도 시장의 성숙이 안 될 때라 부득이하게 철수했다. 그러다가 2015년 9월에 알마티 수출 인큐베이터에 입주했다. 카자흐스탄의 곡물 처리시설은 노후화가 심하다. 대부분이 구소련 시절에 만든 것이다. 필요에 따라 기계만 교체하는 수준이지만 설비 자체의 교체 수요가 늘어날 전망이다. 성능은 유럽과 비슷하고 가격은 저렴하기 때문에 시장 진출에 유리하다.

이곳의 곡물처리 플랜트 설비비용은 최대 100만 달러에서 120만 달러에 달한다. 알마티 수출 인큐베이터에 입주한 후부터 매출은 꾸준히 오르고 있다. 현지에 직원들이 상주해서 지사처럼 운영되면 시행착오를 줄일 수 있다. 소비재가 아니라 산업재이기 때문에 AS 대응은 매우 중요하다.

중진공을 비롯한 정부의 지원 사업은 중소기업으로서는 가뭄 끝에 단비처럼 반갑고 고맙다. 다만



해외 색채선별기 설비 사례



해외 곡물건조기 설비사례

정부의 지원 사업을 ‘눈 먼 돈’이라고 해서 제품과 기술 준비도 제대로 하지 않은 채 뛰어드는 것은 경계해야 한다. 해외에서 사업을 하다 보면 국내 업체들끼리 경쟁 상대가 되는 경우가 간혹 있다. 그런데 품질과 AS 관리 등이 엉망인데도 가격만 낮춰서 시장에 진출하려 한다. 이런 업체는 정부의 지원 사업 취지를 왜곡하는 결과를 낳는다.

준비된 기업이 해외시장에 나가서 성공을 거둘 수 있어야 한다. 그래야 한국 브랜드가 해외에서 인정받고, 새롭게 수출을 시도하는 제조업체들이 그 효과를 볼 수 있는 선순환 구조가 필요하다. 그런데 미꾸라지 한 마리가 물을 흐려놓듯 해외에서의 사업 환경을 어지럽히는 경우가 있다. 안타까울 따름이다.

대원지에스아이는 오랫동안 곡물처리 기술력을 키워왔다. 쌀과 밀 같은 곡물뿐만 아니라 견과류, 커피, 홍차, 잡곡, 소금 등 다양한 곡물도 선별할 수 있는 색채선별기를 만들었다. 이러한 단일 기계 품목에서 도정 설비 라인 전반을 구축하는 플랜트 설비에도 인정받는 중이다. 꾸준히 전문 분야의 기술력을 키우기 위해 연구개발을 해왔다.

도정 관련 기술력의 발달은 또 다른 기회창출도 가능하도록 해준다. 색채 선별 기술은 내화벽돌이나 대리석 분말, 각종 수지 재료 등 산업소재를 선별할 수 있을 만큼 개발했다. 또한 벼의 도정과정에서 30% 이상 차지하는 부산물을 가지고 기능성 화장품과 의약품, 식품 등을 연구하는 바이오 사업도 진행 중이다.

우리 회사는 현대식 도정 설비, 고품위 건조저장 시설 등 기계와 플랜트 부문에서 글로벌 선도기업이 되려고 꾸준히 해외에서 도전을 하고 있다. 먹거리 사업은 인류가 존재하는 한 필요할 수밖에 없다. 좋은 먹거리를 가공할 수 있는 기계와 설비 사업도 지속적으로 존재하고 성장한다. 대원지에스아이는 과거의 성과에 안주하지 않고, 해외의 거대한 곡물시장을 대상으로 타의 추종을 불허하는 독창적이고 뛰어난 기술력으로 주도하고자 한다.



BOOK NEWS

Factfulness (팩트풀니스)

최진용

서울대학교 농업생명과학대학 지역시스템공학전공 교수
iamchoi@snu.ac.kr

제목 | **Factfulness** (팩트풀니스)

저자 | 한스 로슬링

이 책을 “세계농업과 물”에 소개하는 이유는 비교적 명료하다. 바로 세계 국가들을 빈부격차와 발전의 측면에서 바라 볼 때, 미디어의 보도에 의하여 형성된 선입견과 주관까지 개입시켜 우리가 얼마나 편향되게 보고 있었는가를 일깨워 주기 때문이다. 저자의 주장은 세계 여러 나라를 어떻게 구분하는 것이 바른 구분이고, 분쟁과 빈곤, 기아에 허덕이지만 다른 한편으로는 세계 여러 나라가 발전해왔고, 발전이 진행되고 있다는 사실을 보고 싶다면, 자료에 근거하여 분석하여 들여다보아야 한다는 것이다. 저자는 우리가 선입견에 사로 잡혀 있다는 근거로 책의 초입부에 제시된 13개의 3지선다형 문제의 정답률이 16% 정도 밖에 되지 않는다는 것으로 시작한다. 통계적으로 보면 33.3%는 나와야 하고, 침팬지도 33%의 정답률을 보이는데 대부분 질문대상자의 교육정도를 보면 이보다 높은 50%를 상회하는 것이 정상적일 것이라는 상식을 무너뜨리게 되는 것이다. 저자는 이러한 것이 우리가 사실에 근거하여 세계를 이해한 것이 아니고 미디어 등을 통하여 얻어진 지식에 의한 선입견 때문이라는 것을 지적하고 있다.

저자 한스 로슬링은 - 이미 2018년에 타개하였고 그의 아들과 며느리가 이 책을 완성하였음- gapminder.org를 운영하면서 TED 등 세계 유수의 컨퍼런스에서 강의를 통하여 자료에 기초한 사실 분석을 설파하였다. 그가 개발한 물방울 도표를 통하여 GDP를 중심으로 각종 지표를 분석하여 제시하는데, 세계를 선진국과 개발도상국으로 구분하는 것은 1960년대의 시각이며, 2000년대 이후의 분포를 살펴보면 4개의 그룹으로 구분하는 것이 옳다고 주장하고 있다. 또한 세계의 많은 사건과 사고가 끊임없이 발생하고 아직도 질병, 기아, 빈곤, 빈부격차 문제를 해결하지 못하지만 그래도 이 세계는 100년전에 비하여 상당히 살기 좋아 졌다는 것을 자료를 기반으로 설명하고 있다.

국제개발협력문제에 대해서도 언급하는데, 그 무용론을 주장하기보다는 자료에 기초하여 분석한 결과를 바탕으로 합리적인 예산의 배분과 집행 그리고 효과성을 말하고 있다. 어떤 사실을 자료에 기초하여 분석하고 편견 없이 바라보고 싶어 하는 모든 분들에게 추천한다.

국내 농업 소식



『제8차 농업기계화』2019년도 시행계획

농업기계화의 효율적인 추진을 위해 기본계획을 수립하도록 규정하였다. 이번 제8차 농업기계화 기본계획은 5대 목표와 9개 추진전략으로 구성되어있으며 5대 목표는 1)농기계 이용률 제고 2)발 농업기계화 중점추진 3)농기계안전사고 예방 4)첨단 농기계 개발·보급 5)농기계산업 경쟁력 제고이다. 첫 번째로 농기계 이용률 제고를 위하여 농기계임대사업 지속 추진, 중고농기계 재활용 체계 마련을 과제로 삼았다. 두 번째 목표인 발농업 기계화 중점 추진의 과제로는 기술개발 및 기반조성이 있으며 세 번째 목표 농기계안전사고 예방의 과제로는 안전검정 기준을 강화, 농기계 사후관리 인력양성 등이 있다. 네 번째 목표인 첨단 농기계 개발·보급을 위해서는 ICT와 BT·NT를 융합한 첨단농기계 개발 및 농기자재 보급을 전략으로 세웠다. 마지막 목표인 농기계산업 경쟁력 제고를 위해서 농기계 원천·핵심기술을 개발하고 농기계 수출을 촉진 및 품질향상 제고토록 할 전망이다.

청년창업농(청년창업형 후계농) 선발 및 영농정착 지원

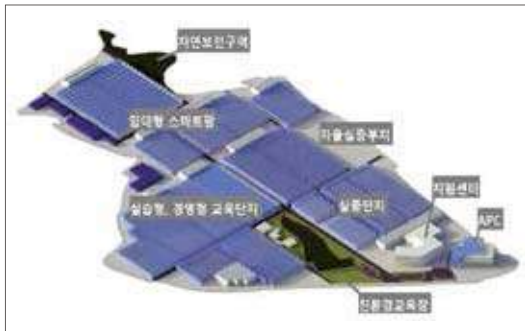
농림축산식품부는 창업 자금, 기술·경영 교육과 컨설팅, 농지은행 매입비촉 농지 임대 및 농지 매매를 연계 지원하여 건실한 경영체로 성장을 유도하며 특히, 영농 초기 소득이 불안정한 청년창업 농에게는 최장 3년간 월 최대 100만원의 영농정착 지원금을 지급토록 한다. 이를 통해 젊고 유능한 인재의 농업 분야 진출을 촉진하는 선순환 체계 구축, 농가 경영주의 고령화 추세 완화 등 농업 인력 구조 개선하는 것을 목표로한다.

현재 제19대 대통령 선거공약사항(40세 미만 청년농업인 직불제 도입으로 젊은 세대의 영농정착 지원)이며 국정과제(83-1, 후계 인력양성 및 영농창업 활성화) 세부실천 과제이다. 성과지표인 '청년 농업인 영속지속률'의 2019년도 목표치는 90.5%로 두고 있다.

구체적으로 지원범위는 영농정착지원금, 청년창업농 농림사업 연계 및 지원 우대가 있다. 첫 번째로 영농정착지원금은 1,600명 선발하며 총사업비는 30,900백만원이며 영농경력에 따라 독립경영 1년차는 월 100만원, 2년차는 월90만원, 3년차는 월80만원 차등지급한다. 두 번째 청년창업농 농림사업 연계 및 지원 우대가 있다. 독립경영 5년차 종료 시까지 안정적 정착에 필요한 농지·자금·기술 등을 종합 지원한다.

스마트팜 혁신밸리 현황

2018년도 착수하여 2022년까지 4개소 조성을 목표로 하는「스마트팜 혁신밸리」의 공모 결과 경북 상주와 전북 김제가 1차 사업 대상지역으로 선정되었다. 이에 2019년도 예산안에 혁신밸리 4개소 추진을 위해 예산 688억원을 반영했다. 1차로 선정됐던 경북 상주는 스마트팜 플랜트 실증 및 수출 모델 구축(UAE, 러시아 등)과 청년들을 위한 유입-성장-정착 원스톱 지원이 특징이다. 또한, 전북 김제의 경우 농생명 연구개발 인프라를 활용하며 품목(종) 다변화·기능성 식품 개발이 특징이다.



전북 김제



경북 상주

이런 추진사항을 바탕으로 나머지 2개소에 대한 공모를 추진한 결과 5개 시·도가 응모하였으며, 분야별 전문가로 구성된 평가위원회의 3단계(서면-현장-대면)평가를 통해 전남 고흥과 경남 밀양이 선정되었다.





세계농업과 물 투고안내

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 10 Point
- 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-mail 주소를 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, 컴퓨터 프로그램과 이와 유사한 성격의 약자는 모두 대문자로 한다.
예) 제목 : Derivation of Design Low Flows
컴퓨터 프로그램 : DO, PATH, Q, RUNOFF, SMEMAX 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, 한국관개배수회지 7(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 안산시 상록구 해안로870,
한국농어촌공사 농어촌연구원 303호 KCID사무국
 - Tel : 031-400-1675,1676
 - Fax: 05053000471
 - E-mail : kcidkr@gmail.com

학술 및 기술교류 분과위원회 명단

위원장	최진용 (서울대학교 조경·지역시스템공학부 교수)
부위원장	송인홍 (서울대학교 농업생명과학대학 교수)
간사	남원호 (한경대학교 지역자원시스템공학과 교수)
위원	장태일 (전북대학교 농생대 지역건설공학과) 손옥용 (한국농어촌공사 농어촌연구원 연구기획부장) 박창언 (신구대학교 토목공학과 교수) 최경숙 (경북대학교 농업토목공학과 교수) 유승환 (전남대학교 교수) 임경재 (강원대학교 농업생명과학대학 교수) 장민원 (경상대학교 지역환경기반공학과 교수) 이성희 (한국농어촌공사 당진지사 차장) 박기욱 (한국농어촌공사 해외사업처 과장) 황세운 (경상대학교 지역환경기반공학과 교수) 장정렬 (한국농어촌공사 농어촌연구원 수석연구원) 윤남규 (농촌진흥청 연구운영과 연구관) 엄한용 (한국농어촌공사 농어촌연구원 수석연구원) 서동욱 (한국농어촌공사 농어촌연구원 차장)

세계 농업과 물

K C I D 관 개 배 수 기 술 정 보 지
Korean National Committee on Irrigation and Drainage

등록번호 경기 사-0009
등록일자 1994. 7.11

발 행 일 2019년 6월 30일
발 행 인 김 인 식
발 행 처 **사단법인 한국관개배수위원회**
 경기도 안산시 상록구 해안로 870,
 한국농어촌공사 농어촌연구원 303호
 KCID 사무국
 Tel. 031) 400-1675~6
 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.

