

KCID 한국관개배수 기술정보지

세계 농업과 물

2017년 6월 제59호

Korean National Committee on
Irrigation and Drainage



Water



Environment



Farming



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



ICID•CIID

23rd ICID Congress
and 68th IEC Meeting
IRRIGATION & DRAINAGE

OCTOBER 8-14, 2017
MEXICO CITY

23rd INTERNATIONAL CONGRESS ON IRRIGATION AND DRAINAGE
&
68th IEC MEETING

08-14 October 2017,
Mexico City



동양기계



S-시리즈

강력한 대형 트랙터

수도작 · 축산 작업용



강인한 힘! 129마력

독일 도이치 친환경엔진 (저연비, 저비용)

보쉬 전자비례 제어밸브 (다양한 작업구현)

독립PTO (자동제어 / 파손방지 / 정비용이)

농업인, 축산인 모두가 만족하는 성능 -
전천후 명품 트랙터

동양 S-시리즈는 수도작, 축산 작업에 탁월한
강인한 힘과 각종 편의성을 갖춘 대형 트랙터입니다.



S1250

S870 / S960 / S1070

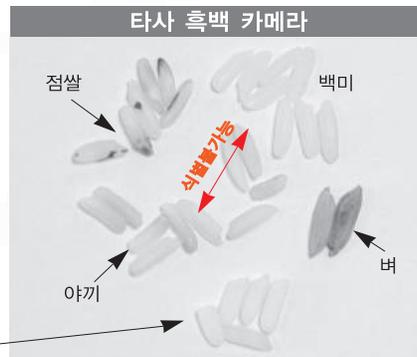
SPK+R

세계최대용량 · 세계최고효율 색채선별기

Spectral Color Sorter



대원 카메라의 식별력 차이비교



Spectral Camera

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



2단 면/골 타입 슈트

- 원료투입의 안정성 증가
- 처리용량 증가 하여도 선별력에 영향 최소화



RED&BLUE Color LED

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



UI : Android채용

- 실시간 원료상태 확인 및 모니터링 가능
- Android채용, 쉬운사용



contents



인사말

02 한국 관개배수 분야의 재도약을 위하여 이봉훈

특별기고

04 UN 식량농업기구(FAO)는 물 한 방울도 소중하며, 2030 지속가능 발전목표 의제(2030 SDG Agenda)의 성공은 각 분야의 역할에 달려 있다고 강력히 충고한다. Kundhavi Kadiresan

물 관련 국제회의 안내

18 국제관개배수위원회(ICID) 행사 안내 사무국

20 KCID 소식 사무국

26 ICID 소식 사무국

국제회의의 소식

29 제13회 ICID 국제배수워크숍 참가기 박태진

국제관개배수사업 현황

35 중국의 기상공정과 한반도 최악의 기상재난 박승기

관개배수 동향

43 파리협정 후속협상 동향과 농업의 역할 권세중

세계 관개배수 기술

48 ICID Awards (Young Professional) 송인홍

54 벽골제(碧骨堤) 김주창

국제농업협력 및 개발 사례

61 한국 농업 ICT 추진 현황 및 ODA 추진 사례 이상훈

72 KOICA 아프리카지역 농촌개발 사업 현황 및 주요사업사례 이우정

관개배수 논문

77 23rd Congress, Mexico City, Mexico 8-14 October 2017 Symposium 김성준

95 미국 캘리포니아 및 텍사스 주의 지하수 최적분배를 통한 관리방안 이병선, 송성호, 김원석

업체탐방

109 (사)글로벌발전연구원 ReDI 글로벌발전연구원

114 (주) 남경 남 경

120 관련도서 소개 최진용

122 농정 토막 소식 사무국

124 투고안내 사무국

127 학술 및 국제교류 분과위원회 명단 사무국

한국 관개배수 분야의 재도약을 위하여!



이 봉 훈

한국관개배수위원회 회장
국제관개배수위원회 부회장
bhlee00@gmail.com

한국관개배수위원회 회원 및 회원사 여러분, 안녕하십니까!

어느덧 올해의 반이 흘러가 버리고, 계속되는 가뭄으로 인해 농업용수가 부족하여 일부 지역은 영농을 제대로 못하는 어려운 상황이 발생하였습니다. 한동안 간과해 오던 물의 중요성을 이번 봄가뭄을 통해 우리 모두가 절실히 느꼈습니다.

그간 쌓아온 관개·배수분야의 기술과 경험을 동원하여 이번 가뭄도 잘 극복할 수 있었습니다.

국제관개배수위원회(ICID)는 최근 수년간 회원국들의 활동이 침체되어 가는 상황에서 재도약을 위해 노력하고 있습니다.

특히 일부 유럽국가들이 ICID 연회비를 2년이상 체납하여 불가피하게 준회원국(Associate Member)으로 전락하는 일이 생기고 있습니다. ICID는 이러한 문제들을 극복하고자, 대책위원회(Task Force Team)를 구성하고 대안 마련에 부심하고 있습니다. 또한 ICID의 실질적 핵심 활동 주체인 분과위원회(Working Group)도 활동과 참여가 저조한 분과위가 늘고 있어서 이를 다시 활성화시키는 것이 최근의 중요한 이슈가 되었습니다.

ICID는 이러한 다양한 도전을 극복하고자 회원국들이 보유한 전문가팀들을 발빠르게 구성하고, 하나하나 세부적인 문제점을 파악, 분석하고 대안을 마련해 나가고 있습니다. 이렇게 마련된 대안들은 금년도 10월초 멕시코 시티에서 개최되는 제68차 IEC 회의에서 의결되면 새로운 정책으로 태동되게 될 것입니다. 현재 논의 중인 다양한 대안들을 보면 ICID 연계미팅에서 참가자 등록비(평균 800~900US\$)를 차등화 감면하는 방안, 각 Working Group Member를 1회원국 1인 허용에서 3인 허용으로 증원하여, 가급적 많은 Member가 참여토록 유도하는 방안 등이 논의되고 있으며, 이는 금년 10월초 멕시코 회의에서 무난히 통과, 의결될 것으로 보입니다.



이 경우 우리 KCID 회원들도 더 많이 ICID Working Group에 참여하여 활발히 활동하고 국제 사회에 기여함은 물론 자신의 역량 강화도 도모 할 수 있을 것입니다. KCID는 ICID 연례회의시 ICID Working Group 회원들의 출장비 지원 및 KCID 분과위원장 우선 선임 등 다양한 지원방안을 강구하고 있습니다.

농어촌공사와 함께 추진 중인 KCID의 해외사업과 관련해서 올해는 이란과 추진해오던 스마트 물관리 사업을 농어촌공사-이란(쿠제스탄주)간 계약을 체결하였고, 서아프리카의 세네갈에서는 농업종합개발 민관협력사업(PPP project)을 새로이 발굴해 나가고 있습니다. 앞으로도 KCID는 국제화시대에 발 맞추어 끊임없이 도전하고 발전해 나갈 것입니다.

금년도 ICID의 연례회의는 10월 8일~14일 멕시코 시티에서 열립니다. 제23차 총회와 제68차 집행위원회가 동시에 열리므로 규모가 작년 치앙마이 회의(태국)보다 클 것으로 예상됩니다. 관심있는 KCID 회원들의 적극적인 참여와 활동이 기대됩니다.

아울러 내년 5월에는 네팔에서 ICID 아시아지역회의(ARC)가 열립니다. KCID는 네팔 조직위원회를 지원하고, KCID의 많은 회원들이 참가할 수 있도록 노력할 것입니다.

앞으로도 KCID는 관개·배수분야는 물론, 농촌지역개발 등 우리가 보유한 기술과 경험을 총동원하여 국제화·세계화를 향해 끊임없이 나아갈 것입니다.

감사합니다.

UN 식량농업기구(FAO)는 물 한 방울도 소중하며, 2030 지속가능발전목표 의제(2030 SDG Agenda)의 성공은 각 분야의 역할에 달려 있다고 강력히 충고한다.



Kundhavi Kadiresan 박사

UN 식량농업기구(FAO) 사무차장보 및 아시아·태평양 지역 대표

© FAO - Aqcheshma 수로, 아프가니스탄



2030 의제-17개 지속가능발전목표(SDGs) 성취를 위한 국제사회의 약속-는 가까운 시일 내 지속가능한 사회를 위한 중대한 청사진이다. 어떤 점에서는 지속가능발전목표의 상당수가 전 세계적으로 물에 대한 필요성과 직접적인 관련이 있다.

지속가능발전목표가 상대적으로 새로운 것인 반면, 사람, 농장, 산업 및 기타 이용자들을 신뢰 가능하고 마시기에 무리없는 담수 공급원과 연결하는 것은 거의 시대를 초월하는 개념이다. 로마시대 수도교에서 고대 이집트와 중국의 관개사례에 이르기까지 우리 사회의 진화와 그것을 지탱하는 식량 생산은 물을 가장 필요로 하는 곳에 대한 관개 기술의 독창성과 적응 없이는 불가능했을 것이다. 우리 조상들은 관개의 중요한 특성을 깨달았으며 오늘날 우리들은 여전히, 어쩌면 훨씬 더 그 중요성을 인식하고 있는지 모른다.

관개에 크게 의존하고 있는 녹색혁명(Green Revolution) 역시 수백만의 빈농들을 기아와 가난에서 구제하였고, 아시아 대륙의 급속한 사회경제적 발전에 기여하였다. 최근 몇 년 사이에 합당한 비용의 드릴링과 펌핑 기술 확보로 인해 농업에 다시 대변혁이 일어나고 있으며, 농작물에 필요한 저렴하고 믿을만한 물 공급이 가능해 지고 있다.



© FAO

현재 세계 식량 생산의 약 40%가 오직 20%의 관개 경지에서 나온다는 사실은 세계 식량 수요 충족에 있어서 관개의 중추적 역할을 명확히 보여주고 있다. 하지만 우리는 변화의 시대를 살고 있다-그리고 관개에 대한 새로운 도전이 부각되고 있다. 우리는 특히 아시아 및 아프리카 일부 나라에서 유례없는 역동적인 경제 성장을 경험하고 있다. 인구증가, 농촌에서 도시로의 이주, 국가경제의 엄청난 구조적 변화 그리고 기후변화 등의 결합 효과로 인해 한정된 토지 및 수자원에 대한 압박이 고조되고 있다. 도전이 있는 곳엔 공공 및 민간 부문이 개입할 여지가 생기기 마련이며, 종종 민간 부문에서는 이익욕구에 의한 혁신적 발상에 가장 신속한 반응을 보인다.

하지만 먼저 우리가 직면한 도전들과 어떻게 이 지경까지 이르게 되었는지 자세히 살펴보도록 하자.

20세기에 취수는 인구 증가율의 거의 두 배로 상승했다. 금세기 들어 앞으로도 마찬가지로, 유엔 식량농업기구(FAO)는 2050년까지 90억 명의 세계 인구를 먹여 살리기 위해 약 60% 더 많은 식량을 생산해야만 한다고 추정하고 있다. 식량 다양화를 이끈 소득 증가에 더하여, 예를 들면 축산 부문에서 부족한 수자원에 대한 수요가 더욱 더 증가할 것이다.

중국에서는 1980년과 2010년 사이에 과일, 채소, 가금류, 기타 육류의 소비가 거의 5배가 증가한 반면, 동 기간 동안 취수는 불과 33% 증가에 그쳤다. 태국, 말레이시아, 인도네시아와 같이 경제가 성장하고 있는 동남아시아 국가들 모두 비슷한 추세를 보였다.

기후변화는 기존 물 관리 및 식량 생산 체계가 직면한 도전에 또 다른 새로운 국면을 더하고 있는데, 기후변화는 물 부족을 더욱 심화시키고 더 나

아가 물 관련 재난을 야기하며 전 세계적으로 농업용 물 수요 패턴의 변화를 불러올 것으로 예상되기 때문이다. 우리는 강우량 패턴이 변하고 있으며, 가뭄이 더욱 빈번하고 심각해지고 있음을 이미 알고 있다. 천수농업 및 관개농업 또한 모두 규모와 생산성이 변화하여 세계 식량 안보 위협을 야기하고 가난한 농촌 인구에 불균형을 유발한다.

아시아에서는 2050년까지, 특히 큰 강 유역을 가진 중남·동 및 중동 아시아 지역 내 담수의 이용가능성이 감소할 것으로 보고 있다. 반대로, 남·동 및 동남아시아 내 인구가 밀집한 메가 델타 지구는 강과 바다의 범람 증가로 인해 위협에 처해 있다.

일부 추정에 의하면, 하부 메콩 지역에서 연 강수량이 거의 14%까지 증가하는 것으로 나타나고 있으며, 이는 특히 캄보디아 및 베트남 남부 지역에 광범위한 홍수를 야기하고 있다.

증가하는 물 수요에 대한 우리의 대응책은 공동의 노력을 기울여야 하며, 또한 더욱 혁신적이어야 한다는 것이다.

개도국에서는 절반 이상의 인구가 여전히 농촌 지역에 살고 있으며, 농업이 생계유지의 중심이 되고 있다. 빈곤과 식량 공급 불안정은 대체로 농촌에서 나타나는 현상이다. 예를 들면, 인도는 8억 명 이상이 농촌에서 살고 있으며, 이는 거의 전체 인구의 2/3에 달하는 수치이다. 이들 농촌 거주자의 1/4이 빈곤층에 해당되며, 대략 7%가 극빈곤층이다. 말레이시아와 인도네시아를 제외한 동남아시아 국가들의 농촌 인구는 여전히 50% 이상이다.

“미래 관개 농법은 또한 생산성 향상을 위해 전통적 접근 방식을 뛰어넘어야 하며, 농촌 변형에 초점을 맞추어 포괄적이고 공정한

친환경 성장을 가능케 해야 한다.”

Kundhavi Kadiresan
박사, UN 식량농업기구(FAO) 사무차장보 및 아시아·태평양 지역 대표

미래 식량 안보는 대부분 이들 농촌 인구의 변형에 전적으로 달려있는 것이다. 물과 식량 안보는 점점 더 사회적 의제가 되고 있다: 그것은 더 많은 다양한 식량을 생산하는 것이며 모든 이들이 식량을 먹을 수 있도록 하는 것이기도 하다.

이러한 초점 변화로 인해 생태계 서비스와 물 생산성을 증대하고 물 보존을 도모하며, 농업, 수산, 가축 전반에서 수질을 유지시키는 물 관리에 대한 다양한 접근 방법을 필요로 할 것이다. 이들 공급 체인을 따라 다양한 물이용이 가능하며, 지류에서 유역 수준에 이르기까지 상향식 참여 접근 방식을 취할 수 있게 된다.

명백한 사실로서, 본 쟁점은 과거보다 더욱 복잡해졌으며, 점진적으로 전개되고 있는 우리의 식량 생산 체계에 영향을 미치고 있는 요인을 깊이 있게 이해하기 위해 더 전략적인 방식으로 관개분야에 새로운 개입이 요구된다.

각국 정부와 여러 이해당사자가 협력한, 식량농업기구(FAO)와 민간 부문의 관여 사례

자본과 능력개발에 많은 투자가 이루어져야 할 것이다: 관개 분야에 농민과 민간 부문의 투자와 혁신을 촉진시키기 위한 전략을 되돌아 볼 필요가 있다. 또한 관개분야 관료조직의 개혁을 위한 포괄적인 의제를 다시 논의하여 그들이 더 책임감 있고 즉각적으로 대응하도록 하고, 이러한 방안을 통해 유능하고 진취적인 새로운 물관리 전문가 세대를 유인하기 위한 우대정책을 펼쳐야 한다.

물 이슈를 직접적으로 다루지 않고서는 결코 농업에 직면한 문제를 해결할 수 없으며 현재 물 문제는 식량 생산에 영향을 끼치는 이러한 이슈들을 다루지 않고는 결코 풀리지 않을 것이다. 이것이 바로 올바른 해결방안을 찾는 데 있어 식량농업기구(FAO)의 역할이 매우 중요한 이유이며, 또한 우리가 국제관개배수위원회(ICID)와 오랫동안 지속적인 협업 관계를 유지한 이유이기도 하다.

식량농업기구(FAO)와 회원국들의 업무는 기반시설 개발에서 관개배수 관리 중심으로 꾸준히 변모해왔고 최근에는 물 운영 및 물 다용도 관리에까지 이르렀다. 이러한 접근방식은 물-식량-에너지 상호연계(water-food-energy nexus)가 점점 복잡해지고 있으며 그것을 다루기 위해서는 방법론을 개발하고 운영방식을 강화해야 함을 인정하는 것이다.



© FAO - Ateshan 수로, 아프가니스탄

기후변화 적응이라는 맥락에서 농업용수의 지속적인 사용을 위한 정책과 프로그램의 개발과 시행을 지원하기 위해 우리는 농업 분야 물 부족 문제에 대처하기 위한 글로벌한 체계를 준비해 왔다. 이러한 전략은 농업이 기후변화에 잘 적응하고 물 분쟁 증가로 인한 농업 생산 위협에 성공적인 대응을 위해 최우선적인 조치를 취하게 한다. 글로벌한 체계는 국가, 지역사회, 비즈니스가 기후변

화에 직면한 증가하는 식량 생산에 대한 수요를 충족하도록 돕는 한편 그들이 제공하는 생태계와 환경적 서비스를 보존하는 역할을 한다.

파트너와의 협력 - 공공, 민간, 단체 간, 시민사회

수십 년 간 다국적 기구들은 개도국 지원에 활발히 관여해 왔으며, 인구증가에 따른 식량 공급, 빈곤 경감, 농촌 생계 개선, 천연자원 관리 등 그들이 직면한 많은 문제들을 다루었다. 역사적으로 이들 기구들은 재원 파트너, 신탁기금, 쌍방 공여자들과 함께 대개 독립적으로 일을 추진해 왔다.

하지만 다국적 기구들이 서로 간 더 긴밀하게 일을 추진한 것은 최근 불과 몇 년 사이의 일이다-단일 기구 하나가 이러한 복잡한 문제를 단독으로 해결할 수 없다는 걸 더욱 인지하게 되었고-투자 금액 대비 높은 가치를 창출할 수 있는 현장의 프로젝트와 프로그램이 반드시 보장되어야 한다는 재원 파트너들의 분명한 메시지를 이해하게 되었다. 우리의 공여자들과 수혜자들은 좋은 영향을 받고 실제적인 결과를 원한다. 그들은 좋은 결과를 얻어야만 하며 우리 또한 그렇다.

파트너십에 관해 필자는 4가지 중요사항을 말하고자 한다.

첫째는 2030 의제와 관련이 있다. 과거를 되돌아 보면 새천년개발목표(MDGs)를 통해 우리가 해야만 하는 사항을 분류하고 효율적 개입을 위한 우리 접근 방안을 재정비하고 다시 관심을 기울였다. 현재 17개 지속가능개발목표를 통해 식량농업기구(FAO), 타 UN기구 및 개발 파트너들은 업무에 보다 더 정교한 관심을 기울이고 있으며-이는 17개 지속가능개발목표의 세부사항이 좋음이 되고 있다. 이는 우리에게 좀 더 정확한 방향

과 기회를 제공하며 중요하게 생각되는 분야에 회원국들과 공조할 수 있게 된다.

둘째, 개발이 지속가능하기 위해선 우리들 모두 가운데 공통되는 기반을 찾아야만 한다. 지속가능개발목표 달성 체계 하에 공동의 노력을 기울여야 한다는 것은 상식이지만 우리의 협력이 지속가능하기 위해서는 측정가능하고 달성가능한 구체적인 결과에 집중해야 한다. 목표는 실질적인 효과를 달성하고 단순히 프로세스를 개선하는데 그치지 않아야 한다. 그것은 각국의 요구에 세심하게 맞춘, 시행기관의 능력과 수용범위 및 재원 파트너의 기대에 부합하는 맞춤형 접근방식을 의미한다. 결국 보편적으로 적용가능한 방법은 없는 것이다.

셋째는 우리가 최고로 잘 할 수 있는 것에 더 집중할 필요가 있으며, 성과가 나지 않았던 사업은 배제되어야 한다는 것이다. 수도 없이 개입된 여기저기 산재한 프로젝트에서 벗어나 계획적인 접근에 더 집중해야 한다. 많은 시범 사업들이 훌륭한 결과물을 만들어 냈으나 좋은 실행 사례가 종종 앞으로 나아가지 못하는 경우도 있다. 다시 강조하지만 모든 곳에 두루 적용되는 하나의 방식은 없으며 따라서 각국의 요구를 헤아리고 상기 언급한 맞춤형 접근법(공여자 및 시행기관과 함께)을 통해 구체화 할 수 있다.

넷째는 국제개발 업무 추진시 민간부문과 기타 비국가 단체의 역할을 확장해야 한다는 것이다. UN 기구와 UN 정부 구성요소의 전통적 역할이 지속가능한 국제협력의 토대를 이룬 동안 민간 부문 및 민관협력(public-private partnership)의 역할이 확장되고 있다. 점점 더 민간 부문은 봉사활동과 농업지도 분야에 더욱 깊이 관여하며 지대한 관심을 보이고 있다. 하나의 명백한 사례를 들자면 바로 한국관개배수위원회(KCID)가 필자에

게 본 원고를 요청했다는 사실이다. 또 다른 주요 사례는 기후변화 이니셔티브와 파리협정(신기후체제)에 대한 민간 부문의 대응이다. 민간부문은 이러한 이니셔티브를 하나의 기회로 인식하고 있으며-그것을 사업 사례로 검토하고 있다. 최근 민간 부문의 관심을 끌고 있는 ICT 기술 및 E-Agriculture 분야에서 혁신적 접근 방안이 나타나고 있다. 우리는 파리협정의 성공적 여정 뒤에는 각국 정부의 추진력뿐만 아니라 79개 민간회사의 CEO 및 20개 경제 부문을 포함하고 150개국 이상의 운영을 통해 세계경제포럼의 CEO 기후 리더십의 노력으로 협정이 성사되었다. 또한 Cr dit Agricole 기업투자은행, BNP 파리바그룹, HSBC 그룹과 같은 민간 금융기관이 결정적 계기가 되었으며 이들은 청정재생 에너지, 녹색채권(그린본드), 저공해 차량 및 농업에 대한 투자를 확대키로 하였다.

“현실을 직시하자. 물 한 방울도 매우 소중하다. 물 이슈를 다루지 않고는 농업에 직면한 문제를 해결할 수 없고 식량 생산에 이러한 이슈를 다루지 않고는 현재의 물 문제를 해결할 수 없을 것이다.”

Kundhavi Kadiresan

박사, UN 식량농업기구(FAO) 사무차장보 및 아시아·태평양 지역 대표

따라서 우리는 진실로 민간 부문과 관계를 맺을 필요가 있으며 솔직히 말하자면 공공부문보다 민간 부문이 농업에 훨씬 더 많은 돈을 투자하고 있기 때문이다. 민간이 공공부문보다 약 4배 이상 많은 투자를 진행하고 있다고 식량농업기구(FAO)는 추정하고 있다. 그러므로 우리가 엄청난 변화를 보고자 한다면 향후 민간부문과 훨씬 더 긴밀하게 일을 해야만 할 것이다.

판매되는 제품과 서비스가 기후변화에 영향을 미치지 않아야 한다는 소비자의 분위기를 감지하며 다수의 신규 녹색 투자 제품들이 출시되고 있다. 재정부문에서는 소수의 개척자들이 선두를 이끌고 있다. 최근 BNP 파리바그룹의 지원으로 세계은행은 개발 재원 조달에 관한 전통적 방식을 변화시킬 수 있는 잠재적 가능성이 충분한 두 가지의 혁명적 상품을 출시했다. 그 첫 번째는 신규 10년 만기 지속가능개발 채권으로 소매투자자에게 그들의 재정목표를 사회적 환경적 지속가능 목표와 결합하여 기회를 제공하는 것이다.

최근에 발표된 두 번째는 지속가능개발목표(SDGs)에 직접적으로 결부된 채권으로 솔라티브 지속가능개발목표 세계 지수 내 회사의 주식시장 가치를 수익과 연계하였으며 BNP 파리바그룹이 후원하고 있다. 이 지수에는 환경적 사회적으로 지속가능한 이슈에 대해 업계의 선두 주자로 인정받는 50개 회사를 포함하고 있으며 경영활동의 적어도 20%를 지속가능한 제품 개발에 공을 들이고 있다.

클라우드 펀딩, 혼합금융(공공, 박애, 민간 자본을 도입하기 위한)과 같은 새로운 개념과 전통적 자금책을 반드시 하나로 합쳐 연간 수조 달러의 자금을 모금하여 2030 의제를 시행하는데 유용하게 써야 할 것이다.

기아 대책과 관련한 지속가능개발목표로는 2030년까지 완전빈곤 퇴치(Zero Hunger)를 달성하기 위한 야심찬 목표를 세웠다. 올해가 벌써 2017년이며 약속한 기한이 빠르게 다가오고 있다. 완전 빈곤 퇴치는 현재 태어난 아이가 십대가 될 무렵에는 영양실조에서 벗어남을 의미하는 것이다. 이것이 바로 우리의 목표이며-반드시 지속가능한 목표여야 한다.

필자는 위에서 4가지 사항에 대해 언급했다. 우리

의 과업으로서 지속가능발전목표(SDGs)를 달성하는 것, 공여자와 수혜자 모두에게 가치가 돌아가도록 공통 기반을 찾는 것, 좀 더 계획적인 접근법을 세우며, 재무, 기술, 혁신의 새로운 형식으로 민간부문과 비국가 단체와 함께 새로운 펀딩 조성을 통한 업무 추진 등이 그것이다. 관개분야는 이러한 점에서 선두주자가 될 수 있다.

이러한 접근방식은 작년 11월 태국 치앙마이에서 개최된 제2차 세계관개포럼에서 논의된 바 있으며, 세계 각국 대표들은 특히 개도국 식량안보 달성은 관개용수에 대한 손쉬운 접근을 보장하는 것과 밀접한 관련이 있다는 것에 동의하였다. 빈곤, 기아, 영양실조 퇴치에서 천연자원 유지 및 기후변화 대응에 이르기까지 지속가능한 관개 분야는 결정적인 역할을 할 것이며 따라서 농촌 사회와 경제를 변화하는데 일조할 핵심 요소가 될 것이다.

현실을 직시하자. 물 한 방울도 매우 소중하다. 물 이슈를 다루지 않고는 농업에 직면한 문제를 해결할 수 없고 식량 생산에 이러한 이슈를 다루지 않고는 현재의 물 문제를 해결할 수 없을 것이다. 본 기사를 읽고 있는 물 관리 전문가든, 민간 부문 종사자, 학자, 과학자 또는 혁신가든지 간에 우리 다함께 더 좋은 실행 사례를 개발할 수 있으며 실패를 통해 배울 수 있다. 우리 모두 협업하고, 새로운 방식으로 생각하고 행동한다면 그 어느 때보다도 물을 더욱 효율적으로 이용할 수 있다. 우리 다 함께, 17개 지속가능개발목표를 대응하고 농업분야의 지속가능하고 포괄적인 성장을 통해 빈곤과 기아를 종식시킬 수 있다.

The UN's Food and Agriculture Organization warns that every drop of water counts and every sector has a role to play to make the 2030 SDG Agenda succeed



Kundhavi Kadiresan

Assistant Director-General and Regional Representative (Asia-Pacific),
Food and Agriculture Organization of the United Nations.

© FAO – Aqcheshma Canal, Afghanistan



The 2030 Agenda – the world's commitment to achieving the 17 Sustainable Development Goals (the SDGs) – is a critical blueprint for a sustainable world in the not-too-distant future. Many of the SDG's have, in some way, a direct link to the world's need for water.

While the SDG's are relatively new, connecting people, farms, industries and other users to reliable and accessible sources of fresh water, are almost timeless. From the aqueducts of Rome to the ancient irrigation practices of Egypt and China, the evolution of our societies, and the food production that sustains them, would not have been possible without the ingenuity and adaptation of irrigation to bring water to where it's needed most. Our ancestors realized the critical nature of irrigation. Here today we still recognize its importance – perhaps even more so in this present age.

The Green Revolution, which also relied heavily on irrigation, lifted millions of poor farmers out of starvation and poverty and contributed to the rapid socio-economic



© FAO

development of the Asian continent. In more recent years, affordable drilling and pumping technologies have revolutionized agriculture again, providing farmers with cheap and reliable access to water for their crops.

The central role of irrigation in meeting global food demand is clearly illustrated by the fact that currently, about 40 percent of food production in the world comes from only 20 percent of irrigated land.

But we are in a changing world – and new challenges are emerging for irrigation. We are experiencing unprecedented and dynamic economic growth, particularly in Asia and in parts of Africa. The pressure on finite land and water resources is rising under the combined effect of population growth, rapid rural to urban migration, profound structural transformation of national economies, and climate change. Where there are challenges there are also opportunities for the public sector to step in, but also for the private sector, which is often the sector that is quickest to respond with innovative ideas given the motivation for profit.

But first let's have a closer look at the challenges we face and how we arrived at them.

In the 20th century, water withdrawals grew at almost twice the rate of population increases. Going forward in this century, the Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) estimates the world will need to produce 60 percent more food on

average to feed a world of more than nine billion people by 2050. Add to that rising incomes, which lead to dietary diversification, and there will be an even greater increase in demand for our scarce water resources, for example in livestock production.

In China, between 1980 and 2010, consumption of fruits, vegetables, poultry and other meat witnessed an almost five-fold increase while water withdrawal increased by 33 percent during the same period. Growing economies in South East Asia like Thailand, Malaysia and Indonesia all followed similar trends.

Climate change will add yet another new dimension to the pre-existing challenges in water management and food production systems because it is expected to intensify water scarcity and change the patterns of water demand for agriculture worldwide creating further water-related disasters. We can see that rainfall patterns are already changing, and droughts are becoming more frequent and severe. The extent and productivity of both rain-fed and irrigated agriculture can be expected to change as well resulting in increased risk for global food security, with the rural poor disproportionately affected.

In Asia, by 2050, the availability of freshwater in Central South, East and South East Asia, particularly in large river basins, is expected to decrease. By contrast, the heavily populated mega deltas in South, East and Southeast Asia will be at risk due to increased

flooding from rivers and saltwater flooding from the seas.

In the lower Mekong Subregion, by some estimates, annual precipitation is projected to increase by as much as 14 percent, resulting in widespread flooding especially in Cambodia and Southern Viet Nam.

Our responses to increased demands for water must be collaborative, but also more innovative.

“Future irrigation practices should also move beyond conventional approaches of productivity gains, and also focus on rural prosperity, facilitating inclusive, equitable and greener growth.”

Kundhavi Kadiresan
FAO Assistant Director-General
and Regional Representative

More than half of the population in the developing world still live in rural areas, and agriculture continues to be the mainstay of their livelihoods. Poverty and food insecurity are largely a rural phenomenon. For instance, India has a rural population of more than 800 million, almost two thirds of its total population. A quarter of these rural inhabitants are considered poor and roughly seven percent are very poor indeed. With the exceptions of Malaysia and Indonesia, the countries of South East Asia still indicate rural populations of more than 50 percent.

Future food security, in large part, hinges on the prosperity of these rural populations. Water and food security is increasingly a social agenda: it is not only about producing more and diversified food, but also about making food available to everyone's plate.

This changing focus will also require a multilayered approach to water management that boosts ecosystem services and water productivity, promotes water conservation, maintains water quality across agriculture, fishery and livestock; facilitates multiple water uses along their supply chains; and adopts bottom-up participatory approaches right from local sources to the watershed level.

The issues are, admittedly, more complex than in the past, and new interventions in irrigation will require a more strategic approach that necessitates a better understanding of the factors affecting our evolving food production systems.

The case for FAO and private sector involvement, working with governments and other stakeholders

Much investment in capital and capacity development will be needed: we will need to reflect on strategies to unleash investment and innovation from farmers and the private sector in irrigation. We will also need to put back on the table a comprehensive agenda for reform of irrigation bureaucracies making them better accountable and responsive,

and through ways that provide incentives to attract a new generation of competent and forward-looking water management professionals.

We cannot solve problems faced by agriculture without dealing directly with water issues and today's water problems will not be solved unless we deal directly with those issues affecting food production. That's why FAO's role can be so critical in finding the right solutions. It also why we've had a long and continuing collaboration with ICID.



© FAO – Ateshan Canal, Afghanistan

The focus of FAO's work with our member countries has evolved progressively from infrastructure development to irrigation and drainage management and, more recently, to water governance and the management of multiple uses of water. This approach acknowledges the increasing complexity of the water-food-energy nexus and the development of methodologies and enhanced governance to address it.

Within the context of climate change

adaptation, and to support the development and implementation of policies and programmes for the sustainable use of water in agriculture, we have prepared a global framework for coping with water scarcity in agriculture. This strategy identifies priority actions for the adaptation of agriculture to climate change and for the scaling up of successful responses to the threats to agricultural production posed by increasing water conflicts. The global framework will help countries, communities and businesses satisfy their needs for increased food production in the face of climate change, while conserving ecosystems and the environmental services they provide.

Working with partners – public, private, inter–agency, civil society

For decades, the community of multilateral organizations has been actively involved in helping developing countries address the many challenges they face in feeding their growing populations, reducing poverty, improving rural livelihoods and managing their natural resources. Historically, we've done that through working, usually independently, with resource partners, trust funds and bilateral donors.

But it's only been in more recent times that multilateral organizations have started to work more closely with one–another – becoming more mindful that no single agency can solve these complex challenges by

themselves – and understanding the clear message from resource partners that we must ensure that our projects and programmes in the field are providing value for money. Our donors and the beneficiaries want to see good impact and tangible results. So they should and so do we.

With regard to partnerships I have four points.

My first point relates to Agenda 2030. Looking back, the Millennium Development Goals (the MDGs) helped us categorize what we needed to do, the need to re–focus and re–tool our approaches to interventions. Now with the 17 Sustainable Development Goals, FAO, other UN agencies and development partners are bringing our work into an even sharper focus – guided by the specifics in the 17 SDGs. This gives us a more precise direction and an opportunity to work with our member countries on the areas that they deem important.

Second, we need to find common ground, among all of us, for development to be sustainable. It is common sense that we should all align our joint efforts within the framework of achieving the SDGs. But to make our cooperation sustainable we must focus on specific outcomes that are measurable and achievable. Achieving real impact, and not simply refining processes, must be the goal. That means a bespoke approach, carefully tailoring the needs of each country, matching that to the

aspirations of the resource partner, and the ability and capacity of the implementing agency. There is no one-size-fits-all.

My third point is about the need to do more of what we do best, and less of some of the other things that haven't worked so well. We need to move away from scattered projects across a wide array of interventions, and focus more clearly on a programmatic approach. Many pilot projects have produced excellent results yet the good practices that have emerged have often not been taken forward. Again, one size doesn't fit all and so the needs of each country must be assessed and then that tailored approach I mentioned (with donors and implementing agencies) can take shape.

My fourth point is about the expanding role of the private sector and other non-state actors in international development work. While the traditional role of the UN Agency and its government constituents must form the foundation of sustainable international cooperation, the role of the private sector and public-private partnerships is expanding. Increasingly, the private sector is showing it is very keen to become more involved in outreach and agricultural extension. And there are clear examples of the private sector's interest – the fact KCIB asked me to write this article is one. The private sector's response to climate change initiatives and the Paris Agreement is another prime example. The private sector sees these initiatives as an

opportunity – presenting it with a business case. The innovative approaches recently in ICTs and E-Agriculture have piqued the private sector's interest. We should recall that governments were not the only driving force behind the successful passage of the Paris Agreement. The World Economic Forum's CEO Climate Leadership effort, including CEOs from 79 companies and 20 economic sectors, with operations in more than 150 countries and territories, pushed hard for an agreement in Paris. Momentum also came from private lenders such as Crédit Agricole CIB, BNP Paribas and HSBC, which pledged to scale-up their investments in renewable and clean energy, green bonds, low-emission transport and agriculture.

“Let's face it. Every drop of water counts. There will be no solution to the problems faced by agriculture without addressing water issues and there will be no solution to today's water problems without addressing those of food production,”

Kundhavi Kadiresan

FAO Assistant Director-General
and Regional Representative

So we simply cannot afford not to engage the private sector because, frankly, the private sector invests much more money than the public sector does in agriculture. FAO estimates that private investment is about four times that of public investment. So if we

want to see a transformative change then we will need to work even closer with the private sector in the future.

Sensing the mood of consumers as mainly wanting to ensure the products and services they buy are not making climate change any worse, a new array of greener investment products is being introduced. In finance, there are a few pioneers leading the charge. Recently the World Bank, with the support of BNP Paribas, launched two potentially revolutionary products that could change traditional ways of thinking about financing development. The first was a new ten-year Sustainable Development Bond that provides an opportunity for retail investors to combine their financial objectives with social and environmental sustainability goals.

The second, announced recently, is a bond tied directly to the SDGs, linking returns to the stock market performance of companies in the Solactive Sustainable Development Goals (SDGs) World Index, backed by BNP Paribas. The Index includes 50 companies that are recognized industry leaders on environmentally and socially sustainable issues, or that dedicate at least 20 percent of their activities to sustainable products.

New concepts like crowd funding, blended finance (to bring public, philanthropic and private capital) and traditional sources of finance must come together to achieve the trillions of dollars in annual funding that will be needed to implement the 2030 agenda.

The Sustainable Development Goal for hunger has set the ambitious target of achieving Zero Hunger by 2030. As this is already 2017, we can see the clock is ticking. Achieving Zero Hunger means that a child born today shall not be malnourished by the time she becomes a teenager. That's the goal – and it must be a sustainable goal.

I've mentioned those four areas. Achieving SDG's as our mandate. Finding common ground among ourselves to add value to donors and beneficiaries. Taking a more programmatic approach and working in new funding arrangements, with the private sector and non-state actors, exploring and using new forms of finance, technology and innovations. Irrigation can be a leader in this regard.

These new approaches were discussed at the beginning of the 2nd World Irrigation Forum last November in Chiang Mai, Thailand. Delegates from around the world agreed that achieving food security, especially in developing countries, goes hand-in-hand with ensuring regular access to water for irrigation. From ending poverty, hunger and malnutrition, to sustaining our natural resources and responding to climate change, sustainable irrigation plays a crucial role, and is therefore a key factor to help transform rural societies and economies.

Let's face it. Every drop of water counts. There will be no solution to the problems faced by agriculture without addressing water

issues and there will be no solution to today's water problems without addressing those of food production. Together, whether it is water management specialists like those of you reading this article, public sector colleagues, academics, scientists and innovators, we can further develop our good practices and learn from our failures. Working together,

thinking and acting in new ways, we can bring water to the world more efficiently than ever before. Together, we can meet those 17 SDG challenges. Together we can eliminate hunger and poverty through sustainable and inclusive growth in the agriculture sector.



국제관개배수위원회(ICID) 행사 안내

제23회 국제관개배수위원회 총회 및 제68회 집행위원회 회의

회의명	23rd ICID Congress and 68th IEC Meeting
주제	신 녹색혁명에 대비한 관개배수 현대화
개최일	2017.10.8~14
장소	멕시코 시티(멕시코)
담당자	Lic. Roberto Ramirez de la Parra(멕시코관개배수위원회 회장)
이메일	info@icid2017.org, info@mxcid.org
홈페이지	www.icid2017.org

제8회 아시아 지역회의

회의명	8th Asian Regional Conference
개최일	2018.5.2~7
장소	카트만두(네팔)
담당자	Bashu Dev Lohanee(네팔관개배수위원회 사무차장)
이메일	lohanibas@yaho.com, irrigation@wlink.com.np
홈페이지	http://nencid.org.np/

제69회 집행위원회 회의 및 국제 컨퍼런스

회의명	69th IEC Meeting and International Conference
개최일	2018.8.12~17
장소	새스커투(캐나다)
홈페이지	http://www.icid2018.org
브로셔 다운	http://www.icid.org/brochure_69iec.pdf

제9회 국제미량관개회의

회의명	9th International Micro Irrigation Conference
개최일	2019.1
장소	아우랑가바드(인도)
담당자	Anuj Kanwal(인도지표수위원회 사무국장)
이메일	icid-cwc@nic.in
홈페이지	http://www.cwc.gov.in/main/INCID/welcome.html

제70회 집행위원회 회의 및 제3회 세계관개포럼

회 의 명 70th IEC Meeting and 3rd World Irrigation Forum(WIF3)
개 최 일 2019
장 소 인도네시아
담 당 자 Mohamad Hasan(인니관개배수위원회 회장)
이 메 일 inacid_indonesia@yahoo.co.id, mohasan53@yahoo.co.id

제71회 집행위원회 회의 및 제24회 ICID 총회

회 의 명 71st IEC Meeting and 24th ICID Congress
개 최 일 2020.5.12.~18
장 소 시드니(호주)
담 당 자 Bryan Ward(호주관개배수위원회 CEO)
이 메 일 Bryan.ward@irrigation.org.au
홈페이지 <http://www.irrigation.org.au>

제16차 세계 물 총회

회 의 명 XVth World Water Congress
주 제 과학과 정책의 만남
개 최 일 2017.5.29.~6.2
장 소 칸쿤(멕시코)
홈페이지 www.worldwatercongress.com

국제 점적관개 및 관비 트레이닝 워크숍

회 의 명 International Training Workshop on Drip Irrigation and Fertigation
개 최 일 2017.9.25~29
장 소 터키 디야르바키르(Dicle대학교 농과대학)
홈페이지 <http://www.dicle.edu.tr>

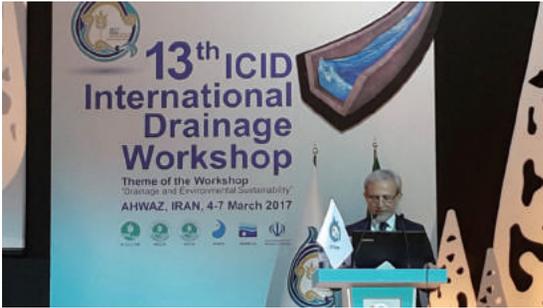
제3회 아프리카 지역회의

회 의 명 GeoAfrica 2017 – 3rd African Regional Conference on Geosynthetics
개 최 일 2017.10.8~11
장 소 마라케시(모로코)
홈페이지 <http://geoafrica2017.com>

KCID 소식

사무국

이봉훈 회장, 제13회 국제배수워크숍 및 한-이란 공동기술위원회 참석



한국관개배수위원회(KCID) 이봉훈 회장과 한국농어촌공사 협상 실무팀은 3월 2일부터 9일까지 7일 간의 일정으로 이란에서 열린 제13회 국제배수워크숍(IDW)에 참석하고, 제2차 한-이란 공동기술위원회(JTC)에서 수자원 분야 협력방안을 논의하였다.

이란관개배수위원회(IRNCID)의 주최로 이란 아바스에서 개최된 제13회 국제배수워크숍에서는 배수와 환경적 지속가능성을 주제로 배수에 관한 다양한 환경적 관심사를 다루었으며, 이어진 이란관개배수위원회와의 미팅에서는 공동연구 수행 및 교육훈련 실시 등 향후 협력 프로그램 추진을 논의하였다.

한편, 지난 해에 이어 추진된 제2차 한-이란 공동기술위원회에서 한국농어촌공사는 이란 쿠제스탄 수 전력청과 ICT 기반 스마트물관리 시범사업을 추진하기로 합의하였다. 이번 사업은 ICID의 비전과 일치하는 이란의 물 부족 문제 해결에 기여함은 물론, KCID의 회원사인 아이에스테크놀로지(물관리장비 기업)와 공동으로 추진하게 되어 우수한 기술을 보유한 한국기업의 해외진출에 좋은 사례가 될 전망이다.

이봉훈 회장, 아시아물위원회(AWC) 이사회 참석



한국관개배수위원회(KCID) 이봉훈 회장은 3월 29일부터 3일 간의 일정으로 중국 베이징에서 개최된 아시아물위원회(AWC) 4차 이사회에 참석하였다. 한국수자원공사, 한국물포럼, 한국농어촌공사 등 국내의 AWC 23개 이사기관이 참여하여 현황리에 진행된 이번 이사회는 올해 사업계획을 승인하고, 제1회 아시아국제물주간(AIWW) 운영계획 등을 보고하였다. 특히, 올해 9월 경주에서 개최예정인 제1회 아시아국제물주간 행사는 우리나라와 아시아의 시급한 물 문제에 대한 해결방안을 논의하고 국내 우수한 수처리 사업의 해외진출에 기여할 것으로 전망된다.

이봉훈 회장, 세네갈 농업분야 신규사업 개척을 위한 조사 출장



한국관개배수위원회(KCID) 이봉훈 회장과 한국농어촌공사 조사단 일행은 4월 8일부터 18일까지 11일 간의 일정으로 농업분야 신규사업 개척을 위해 세네갈을 방문하였다. 이번 일정은 올해 초에 열린 한국농어촌공사 CEO와 주한 세네갈 대사 면담에 따른 후속조치로서 세네갈 수자원위생부 및 농업농촌 시설부 등 유관기관을 방문하고 주요 정책 사업을 협의하였으며, 사업 대상지역에 대한 현장조사를 수행하였다.

이번 방문 및 협의를 통해 세네갈 정부가 추진하고 있는 농업개발 관련 신규 사업의 참여가 확대되고 관개배수 관련 조직과의 네트워크가 강화될 것으로 기대를 모으고 있다.

이봉훈 회장, 우간다 농촌종합개발 사업 추진을 위한 조사 출장



한국관개배수위원회(KCID) 이봉훈 회장과 한국농어촌공사 조사단 일행은 5월 19일부터 27일까지 8일 간의 일정으로 EDCF 농촌종합개발 사업 발굴을 위해 우간다를 방문하였다. 이번 개발 사업은 5,000만 달러 규모의 ‘농촌개발 EDCF 금융협력 양해 각서’ 체결에 따른 후속조치로 이번 농촌종합개발 사업 추진을 통해 우간다의 농촌 생활환경 개선 및 소득 증대를 추진하고, 농지, 농로, 저수지, 관개 등 농촌 인프라를 구축하여 우간다의 농업발전을 적극 지원할 계획이다.

특히 이번 조사단에는 우리 위원회의 회원사인 태성스틸 관계자도 참여하여 민관협력사업에 대한 높은 관심을 보였으며, 향후 지속적인 참여 및 해외진출 방안에 대해 논의하였다.

KCID 농어촌지역개발분과 1차 세미나 개최



한국관개배수위원회(KCID) 농어촌지역개발분과는 지난 3월 27일 한국농어촌공사 기술안전품질원(대전)에서 농어촌지역개발사업 경관계획수립 방향 및 방법을 주제로 올해 첫 세미나를 개최하였다. 경관업무 관련 많은 전문가들이 참가한 가운데 디자인 개념 및 가치발견, 농어촌 경관계획수립 방향 및 방법에 대한 사례발표와 토론을 진행하였으며, 분과위는 앞으로 경관인식 확산 및 실효성 제고를 위해 지속적인 발전 방향을 모색하고 학계, 기관 등 다양한 의견을 교류할 계획이다.(KCID는 올해 각 분과위로부터 세미나 완료 후 영문결과보고서를 제출받아 ICID에 보고할 계획임)

KCID 농어촌지역개발분과 현장견학 실시



한국관개배수위원회(KCID) 농어촌지역개발분과는 지난 6월 8일 한국농어촌공사 농어촌개발처 및 내외 부 전문가가 참여한 가운데 제주도 가시리권역 현장을 견학하였다. 제주도 가시리권역은 농어촌지역개발사업의 좋은 사례지구로 이번 견학은 지역개발사업의 기본계획 수립, 공사시행 등 사업 추진시 고려 사항을 숙지하여 지역개발에 대한 전문성을 향상하고자 마련되었다. 또한 질의응답을 통해 지역개발의 다양한 문제점 및 개선점, 사업의 인허가와 애로사항 등 담당자 간 정보를 공유하는 시간을 가졌다.

KCID 국제협력분과 TF 회의 개최



한국관개배수위원회(KCID) 국제협력분과는 지난 4월 17일 광명역 KTX 회의실에서 TF 회의를 개최하였다. 경북대학교 최경숙 위원장이 주재한 올해 첫 회의에서는 먼저 작년 한해 가장 활발한 활동을 펼치고 KCID 발전에 이바지한 공로를 인정받아 영예의 KCID 최고분과위원회상 수상한 국제협력분과 소속 위원들이 자축하는 자리를 가졌다. 다음으로 ICID ASRWG 기술보고서 발간 추진과 관련하여 각 위원 역할분담, 논문 리뷰 및 선정 작업을 진행하였으며, 본 사업 추진에 필요한 예산 지원은 농림축산식품부 및 한 국농어촌공사에 요청할 계획이다.

제68회 ICID 창립기념일 행사 개최



한국관개배수위원회(KCID)와 KCID 국제협력분과는 올해 68번째 국제관개배수위원회 창립기념일 축하행사를 기념하였다. 지난 6월 15일 한국농어촌공사 나주본사에서 진행된 축하행사 자리에는 KCID 회장 및 KCID 국제협력분과 위원장이자 ICID ASRWG 회원인 경북대학교 최경숙 교수 그리고 한국농어촌공사 해외사업처 처장 및 직원 등 주요인사들이 참석하였다. 본 행사에서는 작년에 태국 치앙마이에서 개최된 제2차 세계관개포럼과 제67회 집행위원회 참가소감 및 미흡한 사항에 대해 논의하고 올해 10월에 예정된 ICID 멕시코 총회에 대한 준비 및 활동방향에 대해 의견을 나누었다.

앞으로도 KCID는 ICID의 발전과 회원국 활성화를 위해 ICID의 다양한 임무에 적극적으로 개입하고 참여하는 한편 ICID 워킹그룹 내 한국 인재의 참여 확대를 위해 한국농어촌공사, 대학, 연구소 등에 협조를 구하기로 하였다.

KCID 환경분과 1차 세미나

한국관개배수위원회(KCID) 환경분과는 지난 6월 8일 한국농어촌공사 토지개발사업단에서 1차 세미나를 개최하였다. 분과위원장인 강원대학교 최중대 교수는 첫 번째 세션에서 2016년 환경분과위원회 추진경과를 설명하고, 2016년 태국 치앙마이에서 개최된 제2차 세계관개포럼 환경분과 활동내역을 보고하였다. 두 번째 세션에서는 부위원장인 한국농어촌공사 엄한용 수석연구원이 간척농지 고부가 작물 재배를 위한 토양환경 개선 및 현장실증 연구를 주제로 연구성과를 발표하는 자리를 가졌다. 끝으로 올해 10월에 개최되는 ICID 멕시코 총회 준비와 관련하여 위원들 간 지속적인 모임을 통해 학술교류를 확대하기로 약속하였다.

KCID 학술 및 기술교류 분과 ICID 세계관개시설물(HIS) 등재 추진 현장 답사



한국관개배수위원회(KCID) 학술 및 기술교류 분과 위원장인 서울대학교 최진용 교수와 연구팀은 지난 5월 24일 ICID 세계관개시설물(HIS)을 추진하고 있는 당진시를 방문하여 시청관계자를 면담하고, 6월 말 제출에 앞서 등재 신청서 내용 및 제반서류를 점검하였다. 또한 자료확보와 현황파악을 위해 합덕수리민속박물관을 둘러보고 석축과 개수공사가 진행되고 있는 합덕제 현장을 답사하였다.

현재 한국이 보유하고 있는 ICID 세계관개시설물 유산은 작년에 등재된 수원 축만제와 김제 벽골제 두 곳이며, 올해는 수원 만석거와 당진 합덕제 두 곳이 등재를 추진 중에 있다.

해외 소식

사무국

제23회 국제 관개배수 총회 개최 안내

제23회 국제 관개배수 총회(주제: 신 녹색혁명에 대비한 관개배수 현대화) 및 제68차 국제 집행위원회 회의가 멕시코관개배수위원회(MXCID) 주최로 올해 10월 8일부터 14일까지 멕시코의 수도인 멕시코 시티에서 개최된다.

총회에서 논의될 의제는 아래와 같다.

Question 60 물 생산성: 물, 에너지, 식량 상호연계를 고려한 개념 재검토

Question 61 지정된 사회경제적 환경 하에서 관개기술 및 실현가능성의 지식상태

본 총회의 온라인 조기등록 기간은 8월 31일까지이며, 아래 주소에서 등록이 가능하다.(<http://www.icid2017.org/registration.html>)

한편 제23차 ICID 총회 조직위원회는 민간회사 및 단체가 1,000여명의 각국 대표단을 상대로 자사 제품과 서비스를 선보이도록 자리를 마련하고 있다. 이번 전시회는 농업과 관개 분야에 가장 큰 비즈니스 행사가 될 것으로 전망하고 있다.(<http://www.icid2017.org/sponsorship.html>)

제8회 세계물포럼(WWF8) 2차 이해당사자 협의회 개최

제8회 세계물포럼의 2차 이해당사자 협의회가 지난 4월 26일-27일 브라질에서 이틀간 개최되었다. 일본관개배수위원회 Masao Miyazaki 사무국장, 브라질관개배수위원회 Paulo Romano 박사가 ICID를 대표하여 참가하였으며, 주요국에서 800여명의 참가자 및 다양한 이해관계자 집단의 대표단이 참석하였다. 본 행사는 2018년 3월 18일-23일까지 브라질에서 개최되는 제8회 세계물포럼(주제: 물 공유)의 준비를 위한 절차로 진행되었으며, 포럼에 대한 더 자세한 정보는 <http://www.worldwaterforum8.org> 에서 확인가능하다.

본 협의회에서 Masao Miyazaki 사무국장은 식량생산을 위한 물을 주제로 아래와 같은 이슈를 제기하여 회원들의 관심을 끌었다.

- a) 식량 생산을 위한 유역 내 토양 및 물 보존 수단
- b) 식량 생산을 위한 지표수 및 지하수 통합관리
- c) 극단적 기후상황(홍수와 가뭄) 대처를 위한 농업체계 탄력성 구축

제13차 국제 배수 워크숍_배수와 환경적 지속성(2017.3.4-7, 이란)

우리가 얼마나 효율적으로 작물에 물을 공급하든지 간에 완벽한 물 관리를 위해서는 잘 기능하는 배수 시스템을 갖추는 게 필요하다. 수원 오염을 야기하는 배수용 물 처리에 대한 악영향은 항상 중대한 관심사이다. ICID는 1983년부터 ‘지면배수’ 설계 및 시공에 역점을 두고 국제 배수 워크숍을 주최해 왔고, 배수 수처리 및 환경적 악영향 감소를 최우선으로 하는 ‘현대 배수’에 주안점을 두고 있다.

제13차 국제 배수 워크숍의 의제는 ‘현대 지면 배수를 넘어’이며, 침수 및 염도 문제 방지와 평가에 관한 다양한 접근 방안을 다루었으며 물-식량-에너지 상호연계 방안을 고려, 지속가능한 결과 도출을 위한 생태계적 고찰에 주위를 기울이고 있다. 배수에 관한 거시적 접근 방안으로 시종일관 이해관계자의 참여를 유지하는 것을 포함하고 있다.

현대 지면 배수는 친환경적으로 지속가능한 배수를 의미하며 지역적 규모로 강화된 수평형 평가를 포함하는데, 소금침출을 제외한 과잉수 방지 및 생태계 수분 요구량 지원, 잔여수 발생시 배수 시스템을 형성한다. 또한 농지를 통해 물이 덜 집결될수록 더 좋은 수질이 남게 되도록 하는 역할을 한다.

배수와 환경적 지속성을 주제로 배수에 관한 환경적 관심사와 연계된 이슈 및 이러한 관심사 해결을 위한 설계, 시행, 관리를 고심하고 있다. 이는 배수 수질 관리 뿐만 아니라 수량 관리도 필요로 한다.

- 배수 수질 향상 방안
- 배수 용수 저감 방안
- 친환경적인 새 설계기준 선정
- 대안적 배수 방법 적용

이번 13차 국제 배수 워크숍은 23개국에서 700여명이 참석하였고, 배수 모델, 배수 재료, 배수관련 특별 이슈를 다루는 논문이 발표되었다. 또한 라운드 테이블에서는 각 분야 전문가들이 대안적 배수 방안 및 배수 용수 재이용에 관한 논의를 통해 주제를 보강하였고, 6개의 기초 연설(현대 지면 배수를 넘어, 지속가능한 환경 하에 농업용수 관리 및 식량 안보, 작물 생산 및 수질을 위한 배수 관리, 에디 공 분산/신틸로메트리/코스모스 기술을 이용한 관개배수 효율성 향상, 불포화토와 지하수 내 바이러스와 콜로이드의 이동, 비편향적 관개배수 사업을 위한 가치공학)을 통해 친환경 지속가능한 배수 방안을 모색하였다.

관개배수를 위한 국제연구프로그램(IRPID) 운영 계획에 대하여

IRPID는 물과 식량 확보에 대처하기 위해 관개배수 분야 내 연구 의제를 발굴·시행하는 프로그램으로 개념화된 것이다. 본 프로그램의 비전은 '세계 식량 확보 달성을 위한 관개배수 연구 강화'이며, 미션은 환경을 보존하면서도 물과 식량 확보 및 빈곤경감 달성과 회원국들의 역량 개발을 위해 관개배수 분야의 과학, 기술, 관리 측면에서 연구활동을 강화하는 것이다. 본 프로그램의 목표는 (1) 연구개발 활동 강화를 위한 우호적 정책 환경 조성, 기술이전 촉진 및 회원 간 네트워크 형성 (2) 각 국가위원회의 자국 내 연계타당성, 효율성, 효과성 습득을 위한 기회 도모 및 인식 (3) 다양한 참가자 간 일관성과 수렴 조성을 통해 회원국 내 연구 및 혁신효과 증진 (4) 연구 활동 착수를 위해 필요한 재원을 형성하기 위한 국가위원회 지원 등이다.

IRPID의 조직 구조는 자문 위원회(AC)로 구성되는데, 본 프로그램에 대한 프레임워크 실행계획을 개진시켜 목표와 실행계획에 타당한 전략을 발전시키고, 양질의 결과물 도출과 효과성을 보장하기 위한 시행과정의 모니터링 및 점검, 공동활동을 통한 비정규 예산 재원 확보 및 배정 등의 역할을 담당한다.

ICID의 비전(지속가능한 농촌 개발을 통한 빈곤과 기아없는 물 안심 세상) 달성을 위한 관개배수 분야 연구 촉진을 위해, 자문 위원회는 각 국가위원회에 개정된 IRPID 운영계획의 근간으로 Regional Node(지역 연결 교점)를 설립하도록 권장하고 있다. 더 자세한 사항은 http://www.icid.org/irpid_scheme.pdf에서 확인가능하다.

2017 스톡홀름 물 주간 - 물과 폐기물: 감축과 재사용

스톡홀름 국제물연구소(SIWI, Stockholm International Water Institute)는 1991년부터 매년 스톡홀름에서 세계물주간(World Water Week)을 주최하고 있다. 올해 세계물주간 행사는 “물과 폐기물: 감축과 재사용”을 주제로 8월 27일부터 9월 1일까지 스웨덴 스톡홀름에서 열릴 예정이다. 주제와 관련된 사항은 다음 주소에서 확인가능하다.

(<http://www.worldwaterweek.org/programme/#thematic-scope>)

본 주제가 다루는 핵심 도전과제는 다음과 같다.

지속가능개발목표(SDGs) 6, 세부목표 3: “2030년까지 오염 감소, 쓰레기 무단투기 근절, 유해화학물질 및 위험물질 방류 최소화, 미처리 하수비율 절반으로 감축, 전 세계적인 재활용과 안전한 재사용 대폭 확대를 통해 수질을 개선한다.”

지속가능개발목표(SDGs) 12, 세부목표 5: “2030년까지 예방, 감축, 재활용 및 재사용을 통해 쓰레기 발생을 대폭 줄인다.”

상기 두 목표는 169개 지속가능개발목표 내 세부목표에 속하며, 기후변화 파리협정 2015와 다보스 세계경제포럼이 출간한 글로벌 리스크 보고서와 마찬가지로 이들 세부목표 중 상당수가 급변하는 세계에 지속가능한 개발을 달성하기 위해 우리의 도전과제를 강조하고 있다. 더 자세한 사항은 다음 주소를 통해 확인가능하다. (<http://www.worldwaterweek.org/>)

제13회 ICID 국제배수워크숍 참가기

박 태 진

한국농어촌공사 과장

I. 머릿글

제13회 국제배수워크숍 (International Drainage Workshop, IDW)은 국제관개배수위원회 (ICID)에서 후원하고 이란 관개배수위원회 주최로 2017년 3월 4~7일 4일간 이란 농업 및 경제의 중심지인 쿠제스탄주 아바즈(Ahwaz)에서 열렸다.

본 워크숍은 배수관련 세계적인 석학 및 전문가가 참여하여 서로간의 기술, 경험, 최신 연구성과 등의 지식을 교환하는 장으로써 네덜란드 와게닝겐에서 1회를 시작으로 미국, 이집트, 인도, 파키스탄 등 세계 각국에서 행사가 진행되어 왔다.

올해 워크숍의 주제는 『배수와 환경적 지속가능성 (Drainage and Environmental Sustainability)』으로서 크게 배수분야 주요연구 흐름의 변화, 물-에너지-식량 넥서스의 발전, 농업용수 관리의 중요성, 신규 배수기술 등 기후변화를 고려한 지속가능성 및 세계 식량안보 등의 이슈에 관하여 폭넓게 다루었다.

워크숍 장소인 쿠제스탄주는 이란 배수문명의 발상지이며 주도인 아바즈는 쿠제스탄 수자원의 약 60%를 차지하는 아주 중요한 도시이다. 뿐만 아니라 이 지역은 기원전 1,250년 전에 만들어진 고대 유적지들이 존재하며 특히, 고대의 물관리 시설 및 배수시스템이 현대에도 훌륭하게 활용되고 있는 곳이기도 하다. 행사일정의 하나인 문화투어의 일환으로 이들 유적지 방문계획이 있었으나 공사에서 쿠제스탄 수전력청 (Kuzestan Water and Power Authority, KWPA)과 신규로 추진 중인 사업관련 협의의 일정으로 인해 직접 눈으로 보지 못한 것에 대한 아쉬움이 남는다. 이러한 모든 점을 고려해 볼 때 금번 개최지인 아바즈는 워크숍의 취지에 아주 적합한 도시라는 생각이 들었다.

II. 워크숍 일정 및 주요내용

금회 워크숍에는 23개국 약 700여명이 참여하여 63건의 논문을 제출하였으며, 36명의 저자가 직접 현장에서 본인의 논문에 대한 발표 및 질의응답 시간을 가졌다. 한국에서는 한국농어촌공사, 서울대, 서울생명과학연구소에서 각각 논문을 기재하였으며 그 중 KCID, 한국농어촌공사, APEC 기후센터에서 참가하였다.

행사는 쿠제스탄 주지사, 쿠제스탄 수전력청장, ICID 회장, 이란 에너지부 차관, 이란 농업부 차관의 환영사와 함께 본격적으로 시작되었다.



그림 1. 행사장 전경



그림 2. 쿠제스탄주지사 환영사



그림 3. KWPA 청장 환영사



그림 4. ICID 회장 환영사

공식적인 워크숍 세부 프로그램은 아래 표와 같이 10개 세션으로 각기 다른 테마로 구성되어 있어 본인이 관심있는 분야에 찾아가서 청강할 수 있도록 운영되었다. 한국에서는 워크숍 둘째날 환경친화적 뉴 디자인 표준 적용 (Adaption of new design criteria in favor of the environment)이란 주제의 세션 6에서 한국농어촌공사 유전용 처장의 “발작물 재배를 위한 간척지에서의 비굴착 지하관개배수 암거 시스템”이라는 주제로 발표하고 세계 각지에서 참가한 관련분야 전문가와 질의응답 시간을 가졌다.



그림 5. 유전용 해외사업처장 발표



표 1. 제13회 국제배수워크숍 행사 일정표

Saturday, March 4 (Day One)
Session 1 – Theme: Drainage special issues
Session 2 – Theme: Drainage special issues
Session 3 – Theme: Irrigation and drainage management
Session 4 – Theme: Application of alternative drainage methods
Sunday, March 5 (Day Two)
Session 5 – Theme: Adaption of new design criteria in favor of the environment
Session 6 – Theme: Adaption of new design criteria in favor of the environment
Session 7 – Theme: Measures to lower volume of drainage water
Session 8 – Theme: Irrigation and drainage management
Session 9 – Theme: Measures to improve drainage water quality
Monday, March 6 (Day Three)
Session 10 – Theme: Drainage special Issues
Tuesday, March 7 (Day Four) Technical Tour

각 테마별 논문들을 살펴보니 논문 63건 중 약 25%인 17건이 지표배수가 아닌 지하배수의 내용을 다루고 있었으며, 지하배수에 관한 직접적인 내용이 아니더라도 간척지 토양 염해, 발작물 재배, 수질에 관한 것이 주를 이루었다. 한국에서는 지표배수에 대한 것만 주로 접하고 지하배수라는 것을 접해본 적이 없는 필자에게는 생소하게 느껴지는 동시에 흥미로웠으며 세계적으로 지하배수에 대한 관심과 연구가 상당한 수준까지 진행되었다는 것을 알 수 있는 시간이었다. 또한, 세션 중간중간 가지는 휴식시간에는 행사장 옆에 배수관련 유관기관 및 업체에서 생산된 기자재 및 장비가 전시된 부스를 둘러보았는데 지하배수와 관련된 기자재가 많이 보여 이미 상당히 상용화 되었다는 것을 다시 한번 실감할 수 있었다.

IV. 시범사업 소개

앞에서 잠깐 언급했듯이 워크숍 참석 이외에 금번 이란 출장의 목적 중 하나인 공사에서 쿠제스탄 수 전력청과 공동으로 추진하고 있는 『스마트물관리시스템개발 시범사업』의 계약협상이 있었다. 이 글을 읽는 독자들이 이란 내 사업동향 및 진출에 관해서 궁금해 할 수도 있을 것 같아 필자가 알고 있는 범위 내에서 간단히 시범사업을 소개하고자 한다.

먼저 이해를 돕기 위해 이란 내 동향에 대한 설명이 필요할 것 같다. 대다수의 사람들은 트럼프 미대통령 당선 이후 또다시 대이란 경제제재가 발효되어 이란 내 추진 중 또는 계획 중인 사업들이 영향을 받지 않을까 우려를 하고 있으나 결론부터 말하자면 괜한 근심이라고 말하고 싶다. 대림산업 지사장, 수

출입은행 소장 등 현지 사정이 밝은 전문가들은 경제제재 (Sanction) 조치가 이루어 지려면 P5+1 (미국, 영국, 프랑스, 러시아, 중국, 독일) 6개국 전원 합의가 이루어 져야하나 현실적으로 전원 합의가 어려울 것이라고 판단하고 있었다.



그림 6. 계약협상



그림 7. 합의의사록 체결

또한, P5+1 국가들 간 합의한 포괄적 공동이행계획이 당초 경제제재 전 체결된 계약에 소급 적용하던 항목에 대해서는 현 시점에서 체결된 계약은 향후 경제제재가 발효되더라도 적용받지 않는 것으로 변경되었다. 실제로 이러한 상황을 기회로 인식한 유럽계 기업들은 이란 진출을 활발히 모색하고 있다고 한다.

본론으로 다시 돌아와 시범사업에 대해 소개하면 본 사업은 2014년 광주 ICID 총회 시 이란 수자원관리공사, 쿠제스탄수전력청과 수자원 및 관개분야 협력에 관한 MoU 체결을 시작으로 추진되었으며, 현재까지 공동기술위원회를 구성·개최하고 한국의 전문가를 이란에 파견하여 현장조사를 시행하는 등 여러 차례 협의를 거쳐 시범사업 내용을 확정하였으며 그 내용은 아래와 같다.

가. 사업개요

■ 필요성

- 스마트물관리시스템 개발을 통한 효율적 물 관리 및 배분
- 쿠제스탄주 내 5개강 유역에 관한 마스터플랜 수립을 통한 장래 시스템 개발방향 설정
- 기존에 여러 국가에서 설치한 장비 및 데이터베이스 통합을 통한 이란 전체 통합 수자원관리 기초 마련

■ 사업기간: 착수 후 12개월

■ 용역비: 2.5 백만불 (KWPA 자체자금)

나. 사업내용

- Component 1: 칼커(Karkheh)강 유역 스마트물관리시스템 개발

- 수리·수문조사 및 최적 모델 디자인 (물분배, 홍수관리)
- 모니터링 시스템 및 2개 물관리프로그램 개발
- 모니터링 장비 신규설치 (100 sets) · 이설 및 데이터베이스 통합
- 기상예측 (Weather Forecasting) 모델 적용 및 시스템 개발
- Component 2: 쿠제스탄주 5개강 유역 마스터플랜
 - 5개강 개략적 유역조사 및 시스템 개발방향 설정
 - 사업 우선순위 및 본사업 예산확보 방안 제시
 - 사업 세부 실행계획 수립 등

V. 맺음말

금번 워크숍에서는 아무래도 공사에서 참여한 세션 및 시범사업 협의에 집중한 관계로 전체 주제에 대한 발표를 모두 경청하지 못했다. 하지만 국제적으로 배수 이슈에 대한 관심이 아주 높고 중요하다는 것을 체감할 수 있는 시간이었다. 이에 대한 반증으로 공사 주제발표를 마치고 들른 행사장 옆 전시부스에서 현지 언론의 요청에 의해 발표내용 및 이란의 현안 이슈에 대한 의견을 묻는 인터뷰에 응했는데 그 질문내용과 깊이에서 기후변화 및 배수에 대한 관심이 얼마나 큰지 느낄 수 있었다.



그림 8. 지 언론 인터뷰



그림 9. 유관기관 전시부스

마지막으로, 3일간의 짧은 워크숍 일정이었지만 관개배수 분야의 석학 및 기술자들의 연구 발표 및 분위기를 통해 배우고 느낀 점을 몇 가지 적고 마무리 하고자 한다.

첫째, 한국에서는 지표배수에 관해서 주로 다루는데 이란, 이집트와 같은 건조 사막지역은 염분침투 문제 등의 문제 해결을 위해 지하배수에 대해서 실제적으로 많은 연구를 하고 있으며 상당히 발전해 있다는 것을 알 수 있었다. 이러한 세계적인 흐름에 맞춰 한국의 산학에서도 이 분야에 대한 연구를 활발히 해야 한다는 생각과 함께 기후변화에 따른 가뭄으로 인한 간척지 염해 문제해결 및 발작물 재배

기반 마련을 위한 하나의 방편인 지하배수에 더 많은 관심을 가졌으면 좋겠다고 생각했다.

둘째, 국제시장에서 경쟁력 있는 기술력 확보의 문제이다. 우리가 개발도상국이라고 생각하여 다소 등한시 여겼던 동남아시아, 중동 등에서 연구하는 석학이나 기업이라도 세계적인 기술력을 확보하고 있으면 국제시장에서 크게 인정받을 수 있다는 일념으로 부단히 노력하고 있다는 것을 알 수 있었고 이는 우리에게도 세계적인 기술력 확보의 중요성을 일깨워 주고 있다.

셋째, 언어의 문제이다. 23개국에 참가한 이번 워크숍을 포함한 모든 국제 세미나 및 학회는 영어로 진행된다. 아무리 훌륭한 이론과 실무경험을 가지고 있다 하더라도 그것을 명확하고 정확하게 전달하지 못하면 그 기술의 의미가 퇴색되고 과소평가 될 수 밖에 없다.

우리 기업들도 국내를 넘어 세계시장으로의 활발한 진출을 모색하고 있는 시점이다. 세계무대에서 인정받는 기업으로 거듭나고 세계적인 기업, 기술자, 석학들과의 경쟁에 뒤지지 않기 위해서 기술력 향상과 언어의 장벽을 극복하기 위하여 부단히 노력해야 할 것이며, 이는 나아가 국가의 이미지 개선 및 발전에 일조할 것이라 생각한다.

중국의 기상공정과 한반도 최악의 기상재난

박승기
공주대학교 교수

서론

중국은 1970년대 이후 개혁·개방을 통한 경제 개발 중 발생한 자국의 문제점을 해결하는 과정에서 주변 국가들과 끊임없는 마찰을 야기하고 있다. 중국은 전통적인 중화사상을 바탕으로 자국의 이익을 위하여 타국에 대한 자비를 일절 베풀지 않는 패권주의적 성향을 유지하고 있다. 대표적으로 해양교통, 어업, 석유 및 가스 자원을 확보하기 위한 영토문제에서의 난샤군도(南沙群島)의 사례와 더불어 중국 북부지방의 물부족을 해결하기 위한 기상조절 등을 들 수 있다. 특히 황사 발원지역에 대한 '서북 지역 기후 조작(人工影响天气) 능력 건설 프로젝트'는 남한의 9.6배에 이르는 96만km²의 면적에 대한 인공강우가 예정되어 있다.

이 같은 중국의 '기상공정'은 자연적인 구름형성을 왜곡함으로써 주변국에 뜻하지 않은 피해를 끼칠 수도 있다는 우려도 제기된다. 중국 내몽골과 사막지역에서 겨울철 눈을 내리게 하면 알베도가 커지면서 겨울철 cP기단을 더 강화시켜 시베리아 한파를 야기할 수 있고, 특히 북쪽에서 다가오는 기압골의 경우 이미 중국에서 비 또는 눈을 내리게 하면 한반도로 올 비 또는 눈구름이 사라지면서 가뭄을 유발 시킬 수 있다. 중국에서 인공 강우를 여름에 실시할 경우 강수대가 갑자기 증폭되면서 폭우를 유발할 수도 있고 태풍의 진로를 변경시킬 수 있는 등 우리나라의 기상변화에 직간접 영향을 줄 수 있어 적극적인 대응이 필요하다.

본 연구는 현재 중국에서 실시 중인 기상공정의 일부인 '인공증우(人工增雨)'에 관련한 법령 소개, 현지 인공증우 실시 현황 및 인공증우 이후 발생한 우리나라의 영향 등을 정리하여 향후 우리나라에 가뭄대비에 활용하는 자료를 제공하고자 한다.

본론

1. 인공강우의 정의

인공기상조절은 과학적 방법을 이용하여 날씨를 예측하고 위험성을 예방하는 기술이다. 인공적으로 비를 내리는 것 외에도 구름 제거, 태풍 약화, 번개 제거, 서리를 방지하여 동파를 방지하는 기술 등이 쓰이고 있다.

이 중 인공증우, 인공강우는 인공적인 빙정핵을 살포하여 비를 내리도록 돕는 기술이다.

자연상태의 구름은 20μm지름의 '구름입자'로 이뤄져 있으며, 중력보다 부력이 더 크기 때문에 구름입자는 하늘에 떠 있을 수 있다. 구름입자 100만개 이상이 합쳐져 2mm의 빗방울이나 1~10cm의 눈송이가 되면 중력이 부력보다 커져 땅으로 떨어진다. 자연 상태에서 구름입자만으로 빗방울이나 눈송이가 되려면 습도가 400% 이상이라는 조건이 필요하나, 구름입자가 서로 뭉치는데 도움을 주는 물질이 구름 속에 있다면 100%의 습도로도 빗방울이 형성된다. 먼지, 연기, 배기가스 등 약 0.1mm 크기의 작은 입자들이 구름입자가

뭉치는데 도움을 준다. 이들 입자를 응결핵, 혹은 빙정핵이라고 부른다. 인공강우의 핵심 원리는 바로 응결핵과 빙정핵 역할을 하는 ‘구름씨(cloud

seeding agent)’를 뿌려 구름이 비를 쉽게 내리도록 돕는 것이다.

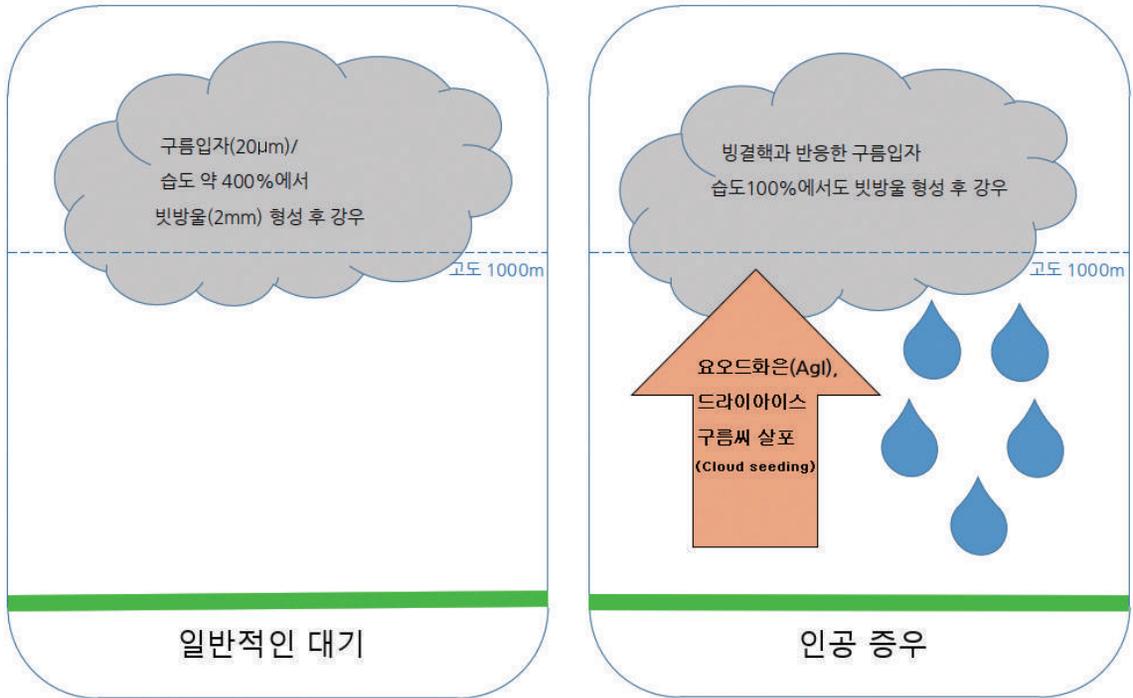


그림 1. 인공증우의 개념

중국은 주로 요오드화은(AgI)과 드라이아이스를 구름씨로 사용한다. 요오드화은을 태우면 작은 입자가 생기는데 이 입자가 영하 4~6℃의 구름에서 주변의 얼음을 끌어 모으는 역할을 한다. 드라이아이스 조각은 영하 10℃의 구름에서 주변의 구름입자를 얼려서 자신에게 붙이는 방식으로 덩치를 키운다(김정훈, 2007). 인공증우는 요오드화은과 드라이아이스 구름씨를 비행기, 대공포 및 로켓발사기를 통해 살포하는 방식으로 진행된다.

2. 중국의 인공증우 현황

중국기상국의 자료에 따르면 1999년에서 2006년 사이 중국의 인공증우량은 총 2,500억 톤으로 매

년 300억 톤씩 증가해 왔고, 2010년에 발표한 계획에 따르면, 매년 5백억 톤을 증우 할 계획이다. 이와 관련되어 매년 수억 위엔의 예산이 투입되고, 국가 각지에서 3만 7천여명이 참여하고 있으며 약 7,000개의 대공포와 5,000개의 로켓발사기가 이용될 정도로 중국의 인공증우 규모는 증가하고 있다. 중국의 인공증우는 관련법에 의하여 통제되나, 그 빈도와 규모는 위협적인 수준이다.

1) 중국의 인공증우 관련법

‘중화 인민 공화국 기상법’은 기상 사업을 발전시키고 기상 업무를 규범화하고, 제때에 기상 예보를 발표하여, 기상재해를 예방하고, 합리적인 개

발 이용과 기후자원을 보호하여, 경제발전, 국방 건설, 사회발전과 인민생활 향상을 위한 법률이다. 제 9회 국가인민대표대회 상임 위원회 제12차

회의에서 채택되어, 1999년 10월 31일에 통과되었으며, 2000년 1월 1일부터 시행되었다. 그 구성과 주요 조항을 살펴보면 다음과 같다.

중국인민공화국기상법의 구성

제 1장 총칙

제 2장 기상시설의 건설과 관리

제 3장 기상관측

제 4장 기상예보와 재해성 날씨경보

제 5장 기상재해방어

제 6장 기후자원개발이용과 보호

제 7장 법률책임

제 8장 부칙

중국인민공화국기상법의 주요조항

제5장 30조

현급 이상 인민 정부는 인공 날씨의 작업의 지도를 응당 강화해야 하며, 실제 상황에 따라, 조직, 계획에 의한 인공 날씨 작업을 하여야 한다. 국무원기상주관기구는 응당 전국 인공 날씨 작업의 관리와 지도를 강화해야 한다. 지방의 모든 수준의 기상주관기구는 응당 인공 날씨 조절 작업의 작업 방안을 제정해야 하고, 동시에 인민정부의 지도와 협조하에 인공 날씨 작업을 관리, 지도, 조직해야 한다. 관련 부서는 응당 책임의 구분에 따라, 기상주관기구와 협력으로 인공 날씨 관련 업무를 한다. 조직의 인공 날씨 변경의 구현은 성, 자치구, 직할시에 기상 주관기구 규정의 자격조건에 따르며, 작업 장비의 사용이 국무원 관할 기상 부서에서 요구하는 기술 수준에 부합하고, 운영 표준을 준수해야 한다.

제5장 31조

모든 수준에서 기상주관기구는 번개 재해 예방의 조직적 관리를 강화해야 하며, 동시에 관련부서의 지도하에 건축물 구조 및 건축물과 기타 시설의 안전장치를 통해, 낙뢰에 대한 보호를 한다. 번개 재해방지장치의 설치는 국가 기상 기관에 의해 규정된 요구 사항을 만족해야 한다.

제6장 32조

국무원기상주관기구는 전국 기후 자원의 종합조사, 구역작업, 조직적 기후 모니터링의 진행, 분석, 평가에 책임을 지며, 이와 동시에 기후악화의 대기성분 모니터링을 통한 포괄적인 조사를 진행하고, 정기적으로 전국 기후 상황을 공지 · 반포하여야 한다.

제6장 33조

현급 이상 지방 인민 정부는 본 지구의 기후자원의 특징에 따라, 기후자원개발이용의 방향과 보호에 중점을 두고 계획하여야 한다. 모든 수준의 지방기상주관기구는 본 수준에 맞는 인민정부의 규칙에 근거하여, 본 수준에 맞는 인민정부와 동급 유관부문을 이용, 기후 자원의 보호와 기후 자원구획 설계의 건의 등 결과의 권장 구역의 사용을 촉진해야 한다.

제6장 34조

모든 수준에서 기상주관기구는 기후 타당성 조사를 위한 도시 계획, 국가 중점 건설 프로젝트, 주요 지역 경제 개발 프로젝트와 대규모 태양열, 풍력 및 기타 기후 자원 개발 및 활용 프로젝트 구성하여야 한다. 대기공학의 자격을 갖춘 건설 프로젝트 환경영향평가에 응당 기상주관기구에서 제공 혹은 신청된 기상자료를 사용해야 한다.

추가적으로 제 6장 31조의 내용 중 ‘번개를 방지하고 재해를 감소시키기 위한 관리 방법’이 “중화인민공화국 기상법” 외 “기상재해 방지 조례” 등 법률로서 제정되어있다는 점이 눈길을 끈다.

2) 중국의 인공증우 사례

중국의 첫 번째 인공 강우는 1958년 길림성에서 시작되었다. 길림성은 60년 만에 찾아온 심각한 가뭄을 대응하고자 폭격기를 사용하여 구름층에 소금의 약 200kg을 살포하는 준 군사작전이 그 시작이었다. 이후 1958년 정부 주도로 인공강우에 대한 기초연구가 시작되다가 1978년 중국기상과학원이 설립되면서 지속적이고 비약적인 발전을 거듭한다.

1987년 헤이룽장성 일대 대홍안령산맥에 대화재가 났을 때는 4,700여발의 인공강우탄을 사용해 비를 불러 화재를 진압한 적도 있다.

1990년대 말 인공기상조절에 대한 관심이 감소하였으나 2008년 베이징 올림픽 개막식 당일 저녁

인공증우 로켓 1,100발 이상을 발사하여 비구름을 없앴다고 밝혔다.

현재 중국에는 20여 개 성구(省區), 1,000여 개의 현(縣)에서 대공포를 이용한 인공강우 실험을 실시하고 있다. 중국은 인공증우를 통해 강수량의 6~20%가 증가했으며 특히 상습 가뭄 지역인 칭하이(青海)성과 황허(黃河) 상류의 경우 각각 26.4%와 25.2%의 강수량 증가를 가져와 수자원 확보에 큰 도움이 되고 있다. 베이징의 경우 인공강우로 인해 매년 1.8억t의 물을 확보하고 있다. 이는 1억7천9백만위안의 가치에 해당한다. 인공강우를 위한 투자액의 90배에 이르는 것이다. 베이징에는 현재 인공강우를 위한 19개의 기지, 37문의 대공포, 6기의 로켓 발사대와 150여 명의 인공강우 지상요원이 배치되어 있다. 인공강우 로켓은 한 발 당 1500위안, 한화 27만원 안팎으로 강우가 가능하며, 중국은 1년에 5만건 이상의 인공강우를 조성하고 있다.



그림 2. 중국의 인공증우 대공포
 (<https://qz.com/1008284/oliver-stones-the-putin-interviews-reveal-a-cynical-brooding-and-oddly-optimistic-leader/>)

2011년 중국은 단일 지역 인공증우 프로그램에 1억 5000만 달러를 투자하였다. 이에 비해 미국은 연간 약 1천 5백만 달러를 투자하는데 그쳤다. 1999년부터 2006년까지 연평균 360억톤이 생산되었으며, 현재 연간 500~550억톤의 인공비가 생성되는데 이는 현재 우리나라에서 사용되는 총 수자원 이용량(약300억톤)보다 많은 양이다.

3. 중국의 인공증우가 국내에 미치는 영향

동북아시아 몬순지대에 속한 우리나라는 겨울이나 봄철에는 주로 북서풍이 불어오며, 편서풍을 따라 중국에서 발생한 구름은 우리나라로 이동하여 강수를 형성한다. 하지만 중국에서 인공강우를 실시할 시 편서풍을 따라 이동하던 구름이 해당 지역에서 소실되어 우리나라에는 건조한 바람

만 불어 들어오게 된다. 이 같은 대기질의 변화는 우리나라 기상에 절대적인 영향을 미칠 것으로 예상되며, 특히 한발과 태풍에 유의미한 결과를 보이고 있다.

1) 한발 - 봄 가뭄과 여름장마의 소실

2000년 이후 서울의 연간(360days)표준강수지수(SPI12)는 그림과 같이 2014년 7월부터 가뭄이 시작되어 현재까지 가뭄이 지속되고 있음을 보여주고 있다. 표준강수지수(Standardized Precipitation Index, SPI)는 WMO 공식 기상학적 가뭄판단 지수로 수개월의 기간에 대한 강수량에 적정 확률분포형을 선정하여 강수 부족량을 표현하며 산출할 시간척도 3, 6개월 등에 따라 SPI3, SPI6 등으로 표현한다.

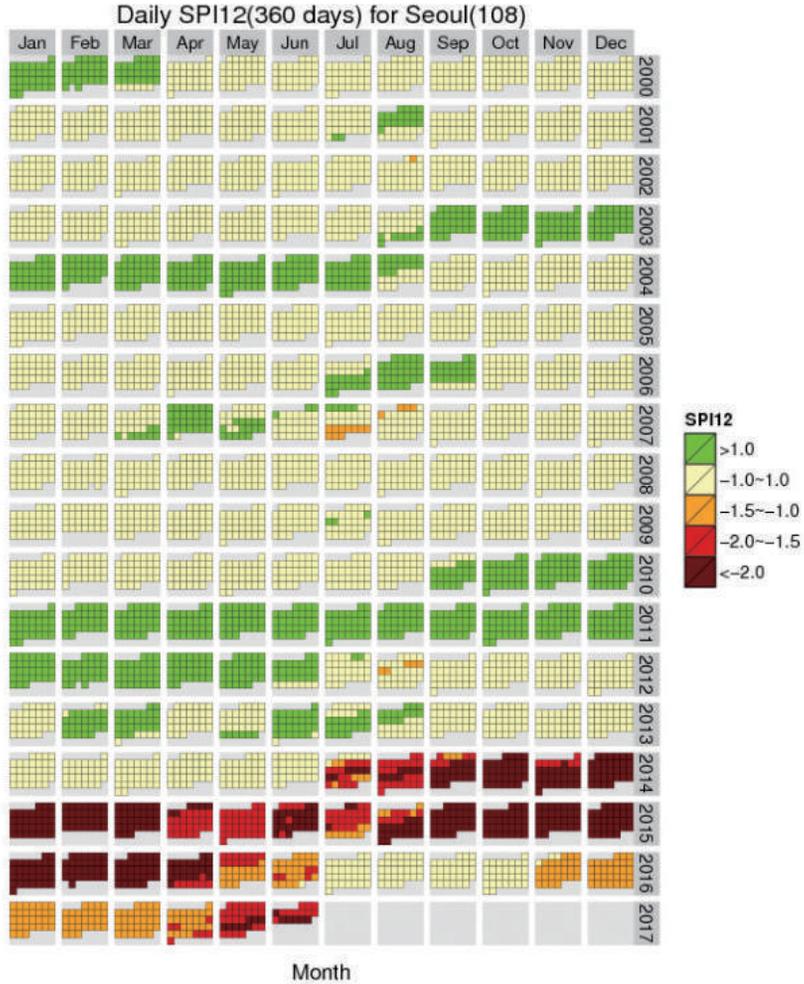


그림 3. 서울기상대의 2000-17년까지 표준강수지수(SPI12)

출처: <https://drought.kma.go.kr/main.do?default=1D>

2) 기류변화 - 태풍의 진로

일반적으로 적도부근에서 발생된 태풍은 서진하다 북위 30도 부근에서 편서풍의 영향을 받아 동진하는 진로를 따른다. 그러나 중국의 인공증수에 따른 동북아시아 기류변화에 의하여 태풍의 진

로가 동진하지 않고 우리나라 서해안을 따라 북진하는 이상진로를 보이고 있다. 그림 4와 표 1에서 보는 바와 같이 2012년 발생한 15호 태풍 볼라벤은 우리나라의 서해안을 따라 동경 126.3도의 직선으로 빠른 속도로 북상하여 심각한 피해를 남겼다.

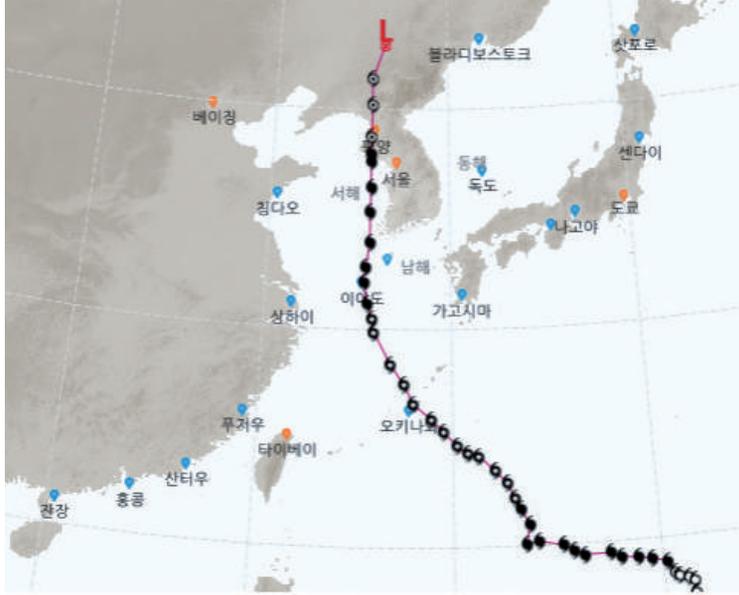


그림 4. 2012년 제15호 블라벤(BOLAVEN)의 진로

표 1. 2012년 제15호 블라벤(BOLAVEN)의 상세표

일시 (KST)	중심위치		중심 기압 (hPa)	최대풍속		강풍 반경 (km)	강도	크기	진행 방향	이동 속도 (km/h)
	위도 (°N)	경도 (°E)		초속 (m/s)	시속 (km/h)					
2012.08.29.06:00	42.9	126.3	986	-	-	-	-	-	북북동	59
2012.08.29.03:00	41.4	125.6	986	27	97	150	중	소형	북	44
2012.08.29.00:00	40.2	125.6	980	28	101	200	중	소형	북	52
2012.08.28.21:00	38.8	125.6	975	30	108	280	중	소형	북	30
2012.08.28.18:00	38.0	125.6	970	36	130	280	강	소형	북	11
2012.08.28.15:00	37.7	125.6	965	38	137	400	강	중형	북	44
2012.08.28.12:00	36.5	125.6	960	40	144	430	강	중형	북	41
2012.08.28.09:00	35.4	125.6	960	40	144	430	강	중형	북	52
2012.08.28.06:00	34.0	125.6	950	40	144	450	강	중형	북	41

위 사례는 직접적인 인과관계에 대한 규명과 후속적인 증빙이 이루어져야 할 것이나 중국의 인공증우가 활발히 시행된 이후 발생한 사례이며, 이 같

은 중국의 인공증우는 국가적인 차원에서 연구 및 대응이 수반되어야 할 것으로 판단된다.

4. 중국 기상공정의 대비책 제안

1) 농업용 수질 등급의 조정

중국의 기상공정으로 인한 가뭄의 장기화는 확정적이다. 따라서 현재 보유한 수자원을 효율적으로 활용하기 위하여 농업용 수질등급의 조정이 요구된다. 현재 호소수 수질등급 중 농업용 수질등급은 COD 8.0ppm이하, T-N 1.0ppm이하, T-P 0.10ppm이하로 과도하게 높게 설정되어 있어 농업용수로서 사용 가능한 수자원을 활용하기 힘든 실정이다. 또한 대장균 수치에 대한 기준이 없어 신선채소용 농업용수로 사용이 곤란한 실정이다. 따라서 난곡 생산용 농업용수와 신선채소 생산용 농업용수로 구분하여 관리함으로써 수자원의 효율적인 사용을 기대할 수 있을 것이다.

2) 저수지의 규모화

양수장, 보 등 유수형 수리시설을 저류형 수리시설로 전환 할 것을 제안한다. 가뭄·홍수에 대비하기 위한 제일 좋은 방안은 '물그릇을 늘리는 것(저수지 규모화 사업)'이다. 국내 대부분의 저수지는 사용연한을 넘겨 노후화 되었으며 퇴적량이 많아 저수시설로서 제 역할을 다하지 못하며, 저수지 신설은 적지의 부족과 사회적 문제 등으로 인하여 사실상 불가능한 형편이다. 따라서 개별 저수지 대하여 내한능력과 공학적 안전성을 평가하여 증축 또는 개·보수를 통한 적극적인 용수량 확장이 필요하다.

3) 기상공정 제한 협정 마련

우리나라 가뭄, 홍수 및 녹조 등으로 대별되는 수자원의 수량과 수질 등의 수자원 문제의 근원은 강수량으로부터 출발한다. 중국의 과도한 기상공정은 우리나라의 기상현상에 악영향을 끼치고 있으나, 중국은 주변국가에 자국의 이익을 양보하

지 않기 때문에 이에 대한 대비가 필요하다. 따라서 중국의 기상공정의 직·간접적 영향권에 있는 국가인 한국, 몽골, 러시아, 일본 등 중심으로 동북아시아 국가 간에 과도한 기상공정을 제한하는 조약·협정을 마련해야 한다.

결론

중국에서 대대적인 기상공정을 위한 로켓포는 우리나라의 설날과 추석을 축하하기 위한 축포가 아니며, 인공 강우용 항공기의 비행은 우리나라를 위한 축하비행이 아님을 직시하여야 할 것이다. 또한 중국은 주변국가를 위한 기상공정을 포기하지 않을 것으로 예상되기 때문에 중국 기상공정에 대한 정확한 연구와 대비가 병행되어야 한다. 이미 발생한 가뭄 등 우리나라의 이상기후에 대한 대책과 향후 기상공정이 미칠 영향을 정확히 분석하는 것만이 한반도에 닥칠 기상재난을 대비하는 유일한 방법일 것이다.

참고문헌

- ▶ 홍성길(1996) 인공강우 기술활용이 필요하다, 한국 수자원 학회지 29(4) pp.9-11
- ▶ 서해숙(2001) 인공강우, 대기(한국기상학회) 11(2) pp.15-26
- ▶ 오성남(2005) 한반도 기상재해와 인공강우 기술개발, 한국 방재학회지 5(2) pp.57-65
- ▶ 김정훈(2007) 구름씨 뿌리는 현대판 '레인메이커', KISTI의 과학향기 664호
- ▶ <https://drought.kma.go.kr/main.do?default=1D>
- ▶ <https://qz.com/138141/china-creates-55-billion-tons-of-artificial-rain-a-year-and-it-plans-to-quintuple-that/>
- ▶ <http://baike.baidu.com/item/%E4%B8%AD%E5%9B%BD%E6%B0%94%E8%B1%A1%E5%B1%80>
- ▶ <http://baike.baidu.com/item/%E9%98%B2%E9%9B%B7%E5%87%8F%E7%81%BE%E7%AE%A1%E7%90%86%E5%8A%9E%E6%B3%95>

파리협정 후속협상 동향과 농업의 역할

권 세 중

외교부 기후변화환경외교국 심의관

1. 파리협정의 체결과 신기후체제의 서막

2015년 12월 12일은 기후변화 협상에 있어 기념비적인 파리협정이 타결된 날이다. 파리협정은 기존의 선진국과 개도국 간 이분화된 체제를 극복하고 모든 기후변화협약 당사국들이 참여하는 보편적이고 포괄적인 기후체제이다. 파리협정 체결은 교토의정서 이행 과정에서 선진국들만의 리그가 가진 취약성이 드러난 결과이기도 했다. 교토의정서는 미국이 초기부터 참여하지 않은 상태에서 결국 캐나다가 탈퇴하고, 제2차 공약기간을 앞두고 일본, 러시아, 뉴질랜드 등이 불참을 하게 되자 나머지 참가국들이 온전히 이행을 해도 전세계 배출량의 22% 밖에 영향을 미치지 못하는 결함을 안게 되었다.

이에 따라 선진국들은 자신들에게 불리한 의무적 이행에서 벗어나고자 하였고 배출량이 증가하고 있는 개도국들이 신규로 참여토록 함으로써 모든 국가가 자발적으로 참여하는 체제를 목표로 하여 새로운 기후체제의 틀을 마련하였다. 당사국들의 이행사항도 온실가스 감축만이 아니라 적응을 포괄하고 투명성과 함께 자원, 기술, 역량배양 등 이행수단 등을 핵심요소로 포함하였다. 이에 따라 각국이 5년마다 제출하는 국가결정기여(NDC: Nationally Determined Contribution)에서 보듯이 국가의 목표 역시 이전의 감축 공약(commitment)에서 국가가 (자발적으로) 결정하는 기여(contribution)로 바뀐 것이다.

파리협정은 지구 평균온도의 목표를 장기적으로 2도보다 훨씬 이하로 억제하는 데 두고 있으며 1.5도 이하로 유지하도록 노력할 것을 요구함으로써 명실 공히 온도 목표를 정해 놓았다. 이러한 지구 공동의 목표는 파리협정이 가야 할 일종의 나침반으로서 산업화 이래 진전되어 온 지구평균 온도를 억제하기 위해서는 기존의 산업과 경제방식으로는 안되고 저탄소를 향한 에너지 전환과 산업과 경제구조를 개편해야 하는 장기적 추세에 대한 방향을 제시하고 있다.

신기후체제의 또 다른 특성은 측정, 보고, 검증(MRV: measurement, reporting, verification)으로 요약되는 투명성 체제의 강화와 정기적으로 지구 전체 차원에서 파리 협정의 목표 달성을 점검하는 글로벌 이행점검(global stocktake)을 실시하도록 한 데 있다. 이는 각국이 개별적으로 이행하는 기여의 총량과 실제로 지구적으로 나타나는 지구평균 온도 등의 종합결과 등을 비교하여 개선방향을 모색하는 증거 틀을 마련할 것으로 기대된다. 이를 위해 파리협정에서는 최고의 의욕수준(highest ambition)과 진전(progression)의 원칙을 설정해 놓고 있다. 이는 각국이 국가결정기여(NDC)를 유엔에 제출할 때마다 이전 보다 후퇴하지 않고 향상된 수준을 반영하여 제출토록 하는 것이다.

파리협정은 2016년 4월 22일 뉴욕에서 반기문 유엔사무총장 주최 하에 175개국이 참석하여 서명

하였고 같은 해 11월 4일 발효하였다. 우리나라는 발효를 앞둔 11월 3일 97번째로 비준서를 기탁하였다. 2017년 6월 15일 현재 148개국이 비준을 완

료하였으며 파리협정을 이행하기 위한 세부 실무 협상이 개시되어 진행 중에 있다.



그림 1. 본 실무회의 의제토의 현장



그림 2. 회의를 배경으로 한 우리정부 대표단

2. 파리협정 이행을 위한 세부협상 동향

파리협정 체결 1년 후인 2016년 11월 모로코 마라케시에 개최된 제22차 기후변화협약 당사국총회(COP22)는 파리협정 이행방안 마련을 위한 후속 협상을 2018년 개최되는 제24차 당사국총회(COP24)까지 완료할 것을 결정하였다. 이런 상황에서 금년 5월 8일부터 2주간 독일 본에서는 본격적인 실무 협상회의가 처음으로 개최되었다. 본 실무회의의 핵심 의제는 국가 감축목표와 관련하여 각국이 제출할 정보목록과 산정기준 등을 더 명확화 하기 위한 추가적인 지침을 마련하는 것이다. 아울러 투명성 체제의 방식과 절차를 어떻게 설정해야 할지의 세부적인 이슈와 시장 메커니즘 지침 마련 방안 등에도 관심이 집중되었다. 이외에도 개도국의 주된 관심사인 적응보고(adaptation communication)를 어떻게 할 것인지, 그리고 파리협정을 이행하고 약속을 준수하기 위한 절차와 방법은 어떻게 규정해야 하는지도 주요 협상 이슈였다.

특히 선진국과 개도국의 이해가 첨예하게 대립한 감축 관련 NDC 정보와 산정 추가지침과 관련해서는 주로 세 방향에서 대립노선이 노정되었다. 첫째는 NDC의 적용범위에 관한 것으로서 개도국들은 NDC가 감축뿐만 아니라 적응, 이행수단을 포함하는 여러 요소간 균형적 접근을 강조한 데 비해, 선진국들은 NDC의 범위를 감축 중심으로 구성해야 한다고 주장했다. 둘째 NDC 정보의 목적과 관련 선진국들은 국별 감축목표를 계량화하여 지구온도의 상승을 억제하는 파리협정의 장기적 목표 달성을 평가할 수 있는 기반을 마련하는데 둔 반면, 개도국들은 감축 노력의 계량화 보다는 각국이 제출한 NDC의 명확성, 투명성, 이해도를 높이는 데 방점을 두었다. 셋째, NDC에서 제공하는 정보의 차별화에 대해 선진국들은 절대량 감축방식, 배출전망치 방식, 배출원단위 방식 등 국가 간 다양한 NDC 형태에 따라 추가적인 정보 지침이 필요하다고 보나, 개도국들은 NDC 형태 보다는 선진국과 개도국 간 역량차이가 있으므로 이분법적인 차별화를 주장하며 맞섰다. 투명성

체제에 있어서도 선진국들은 모든 국가를 포괄하는 공통의 단일한 체제를 상정하고 능력이 현저히 부족한 최빈개도국(LDC) 등에 대해서만 선별적으로 유연성을 부여할 수 있다는 입장인 반면, 개도국들은 형평성과 공통의 차별적인 책임 원칙에 근거하여 선진국과 개도국 간 차별적으로 적용되는 공통의 차별화된 투명성 원칙을 강조했다. 아울러 개도국들은 투명성이 선진국의 감축행동 뿐만 아니라 개도국에 대한 지원에도 균형적으로 적용되어야 한다는 점에 기초하여 세부의제에 대한 입장을 개진하였다. 투명성 체제 논의는 △기본 원칙, △국가 온실가스 인벤토리, △이행경과 추적정보 등 8개 항목을 중심으로 구체화되었으며 여타 의제에 비해서는 비교적 진전을 이루었다.

한편, 시장 메커니즘 논의에 있어서는 기본요소에 대한 초보적인 수준에서만 의견 개진이 이루어졌다. 특히 파리협정 6.2조에 규정된 협력적 접근법과 관련 국제적으로 이전 가능한 감축결과물(ITMO: internationally transferred mitigation outcome)의 산정방법, ITMO를 통해 NDC 목표를 달성하는 방안 등에 대한 다양한 의견 개진이 있었다. 파리협정 6.4조 하의 지속가능발전 메커니즘(SDM: Sustainable Development Mechanism)에 있어서 개도국들은 중앙집권적이고 확고한 감독을 통해 개도국의 지속가능발전을 지원하는 방향으로 구축되어야 함을 강조하였으며, 선진국들은 기존의 청정개발체제(CDM: Clean Development Mechanism)보다 상이하게 구성되어야 하고 환경적 건전성이 확보되어야 함을 강조하였다.

농업이슈와 관련하여 당사국들은 농업문제가 기술적 요인과 정책적 요인이 결부된 복합적 의제이며 식량안보에 있어서도 중요한 의제임에는 공감하나 동 이슈를 논의하는 과학기술자문부속기구

(SBSTA)의 역할 및 농업의제 논의에 대한 방향설정에는 선진국과 개도국 간 이견이 노정되었다. 선진국들은 농업의 향후 작업계획에 초점을 맞춰 SBSTA의 역할을 다양한 견해를 통해 농업관련 요소들의 심화되고 구체적인 논의 진전을 강조한 데 반해, 개도국들은 SBSTA 이외의 다른 이행 기구에게도 이행에 필요한 위임을 부여하고 이를 통해 자원, 기술, 역량배양에 있어 지원을 얻고자 하였다. 농업이슈는 선진국과 개도국 간 견해 차이로 결정문 채택에 상당한 진통을 겪었으나 결국 워크숍 등을 통해 농업관련 이슈의 당사국간 의견 교환, 차기 회의시 농업의제 논의의 지속성 부여에 관한 내용을 담은 결정문을 도출하였다. 그러나 스위스 등 주요 선진국들은 농업 의제가 지난 수년간 진전 없이 논의되어 온 점을 고려하여 동의제 논의를 중단했다가 2019년에 재개하는 방안을 제안하기도 하였다.

총체적으로 본 실무회의에서는 협상의 문만 열어 놓고 결과는 예단할 수 없는 상황에서 주요 의제별로 선진국과 개도국 간 치열한 탐색전이 전개되었다고 평가할 수 있다. 특히 개도국은 선진국과 차별화 전략을 통해 자신들에 대한 부담을 최소화하려 하였다. 선진국과 개도국 간 대립노선으로 인해 의제별 협의는 비공식 협의(informal consultation)를 중심으로 진행되었고, 협상 결과도 공식적으로 합의하거나 인정한 문서가 아닌 그간의 논의 결과를 목록화한 수준의 비공식 노트(informal note) 정도만 나올 수 있었다.

향후 협상의 방향과 관련하여 2018년 파리협정 이행방안 협상 기한을 남겨두고 치열한 탐색전을 거친 각국 대표들은 5월 협상에서의 논의를 바탕으로 오는 9월 새로운 국가제안서를 제출하고 이를 기반으로 하여 11월 주요 의제별 라운드 테이블 및 제23차 당사국총회(COP23)에서 후속논

의를 본격화해 나갈 예정이다. 각국 대표들은 파리협정의 주요 문안들을 둘러싼 세부 이슈에 대한 기술적 논의를 더 진행한 후에 COP23을 계기로 합의문 초안을 마련하여 협상을 진행할 것으로 보인다. 이를 위해서는 비공식 노트로 채택된 회의 문서들이 공식화된 합의 결과물로 전환되어야 하는데 이 과정에서 다시 한 번 선진국과 개도국 간 본격적 줄다리기 싸움이 전개될 것으로 예상된다.

한편, 지난 6월 1일 미국 트럼프 대통령의 파리협정 탈퇴 선언으로 향후 협상동향과 관련하여 중요한 변수가 돌출하였다. 트럼프 대통령은 파리협정 탈퇴를 전격 선언하면서 송도에 소재한 녹색기후기금(GCF)에 대한 공여도 중단하겠다고 하였다. 그러나 파리협정을 탈퇴하려면 발효후 3년이 경과해야 탈퇴 신청서를 유엔에 제출할 수 있고 신청서 접수후 1년이 지나야 효력을 발하므로 최소한 4년의 시간이 소요된다. 결국 트럼프 대통령 임기 중에는 파리협정에 남아 있을 수밖에 없다. 미국 내부적으로는 연방정부의 정책에 반하는 주 정부, 시민단체, 기업, 학계의 목소리도 커지고 있고 국제사회와 연대하면서 기후대응 활동을 모색하고 있다. 이런 와중에 중국이 EU와 공동보조를 취하면서도 지원을 요청하는 개도국의 목소리를 강하게 대변하고 독자적인 위상을 제고하려고 있어 향후 협상과 기후리더십을 둘러싼 향방은 복잡한 국면에 처하게 되었다.

3. 우리나라의 NDC 이행과 농업의 역할

우리나라는 2015년 6월 에너지, 산업, 폐기물 등 경제 전반에 걸쳐 2030년까지 배출전망치(BAU) 대비 37%를 감축한다는 목표를 제출하였다. 2016년 12월에는 파리협정을 반영하여 '제1차 기후변화 대응 기본 계획'과 우리의 감축 목표 달성

을 위한 '2030 온실가스 감축 로드맵'을 발표하였다. 특히 2030 로드맵은 감축목표 달성을 위한 이행방안으로 8개 부문별로 세부 온실가스 감축 목표와 구체적인 이행조치를 명시하고 있다.

우리나라 농업 분야의 온실가스 배출량은 2013년도 기준 21.3백만 톤 가량으로 총배출량의 3.1%를 차지하고 있다. 다른 분야에 비해 온실가스 배출량이 상대적으로 적으며 배출원도 대규모 단지가 있는 것이 아니고 불특정하게 분포되어 있어 감축의무를 부담시키기가 매우 어렵다. 그럼에도 농업분야에서는 간단관개 면적 확대 및 화학비료 사용 절감, 가축분뇨 처리시설 및 양질 조사료 보급 확대, 농업분야 에너지 이용효율화를 통한 화석연료 축소 등의 온실가스 감축을 모색하고 있다. 이외에도 농가의 소득 창출과 저탄소 농업기술 도입으로 인한 경쟁력 확보 등을 위해 2개의 온실가스 감축사업을 시행하고 있다. 첫째는 "농업·농촌 자발적 온실가스 감축사업"으로 농업인이 자발적으로 저탄소 농업기술을 채택하여 온실가스를 감축하면 감축실적을 검증하여 정부가 구매하거나 배출권거래시장에서 거래할 수 있도록 자문을 지원하고 있다. 이 사업을 통해 2016년까지 45,262톤의 온실가스 감축 효과를 본 것으로 평가된다. 둘째는 "저탄소 농축산물 인증제"로서 소비자들에게 익숙한 농축산물에 탄소배출 정보를 인증, 표시하여 판매함으로써 농가의 자발적 감축을 유도하고 소비자에게 윤리적 소비 선택권을 유도하는 것이다. 이 제도를 통해 2016년까지 367건을 인증하여 18,060톤의 온실가스를 감축하였으며 윤리적 가치를 선호하는 소비자가 증가하면서 저탄소 인증 농산물에 대한 수요와 함께 사업에 참가하는 농가도 지속적으로 증가하고 있다.

그럼에도 농업분야는 범지구적인 평균기온 상승

으로 농작물 재배지 변화, 외래 병충해의 유입, 기상재해 등으로 막대한 피해가 우려되고 있어 이에 대한 적응대책이 시급하다. 우리나라는 농업 인구가 2000년 4백만 명에서 2015년 260만 명으로 감소된 데다 빠른 속도로 고령화되고 있다. 또한 각종 개발행위로 인해 농지면적도 2000년 1,715ha에서 2015년 1,675ha 수준으로 감소하여 식량안보에도 불리한 요인이 증가하고 있다. 여기에 집중적인 호우 증가와 국지성 가뭄의 빈발 등도 농업 생산성에 영향을 미치고 있다. 이에 따라 우리나라 농업은 기후변화로 인한 농업피해를 최소화하면서 농업 생산성을 유지하고 농업으로 발생하는 온실가스를 줄여야 하는 다중적 도전에 처해 있다.

이에 따라 우리나라는 기후변화의 부정적인 요인을 줄이면서 식량 안보를 확보해 나간다는 차원에서 기후변화 적응정책을 추진하고 있다. 이러한 정책에는 기상재해에 대한 조기경보시스템 확충, 외래 병해충에 대한 방제기술 개발, 기후변화에 적합한 품종과 재배기술의 개발, 농작물 피해보상체계의 정립 등이 있다. 특히 피해보상과 관련, 파리협정에 기후변화의 부정적 영향으로 인한 ‘손실과 피해’에 관한 조항(제8조) 채택 과정에서 제기된 논란에서 보듯이 매우 민감한 사항이다. 국가 차원에서도 정부의 보상 범위를 확대하더라도 민간차원에서 기후변화로 인한 피해에 대한 보험제도 구축에 있어 새로운 개념 정립과 접근 필요성이 요구되고 있다.

ICID Awards (Young Professional)

- Save Irrigation Water Using the Innovative Machine of Soil and Water Management for Rice Crop Cultivation (SWMR)

송인홍

서울대학교 농업생명과학대학 지역시스템공학 교수

1. 머리말

이번 호에는 ICID Awards 중에 40세 이하의 젊은 과학자를 대상으로 하는 Young Professional Award에 대해 소개하고자 한다. 2016년도 수상자는 Mohamed El-Hagarey 박사로 이집트 카이로에 있는 사막연구센터(Desert Research Center)의 관개배수분과(Irrigatin and Drainage Unit) 소속이다. El-Hagarey 박사는 논의 토양과 물을 관리하는데 혁신 농기계를 이용하여 관개용수를 절약하는 연구(Save Irrigation Water Using the Innovative Machine of Soil and Water Management for Rice Crop Cultivation (SWMR))로 신진과학자상을 수상하였다.

수도작은 세계 관개용수의 34~43%를 사용하는 것으로 추정되고, 이는 세계 담수 수자원의 약 24~30%를 차지한다. Maclean et al (2002)에 따르면, 세계 연간 쌀 생산량은 약 5.5 ~ 6억 톤으

로 수도작 면적은 약 1억 5천만 ha에 달한다고 한다. 쌀은 이집트에서 가장 중요한 농산물의 하나로 주요 수출품이다. 이에 따라 지난 10년간 농경지 면적이 약 1백만 feddans(약 0.65 ha)에서 1백 56만 feddans로 늘어나고 생산량도 연간 580만 톤에 이른다(Gonimey and Rostom, 2002).

2. 혁신 농기계의 구성

SWMR을 위한 혁신 농기계는 물은 물론, 양분, 시간, 노동력, 에너지를 절감하여 비용을 줄이는 동시에 잡초관리에도 효과적이다. 이 농기계는 토양을 20cm 깊이까지 관리하는데, 수도작에 적용하기 위해 물에 범벅이 된 토양 환경에서 작동하도록 설계되고 제작되었다. Fig. 1에서 보는 바와 같이, SWMR 농기계는 기본 축에 실린더 모양의 돌기를 여러 개 달아서 제작되었는데, Fig. 2는 실제 사진으로 보여주고 있다.

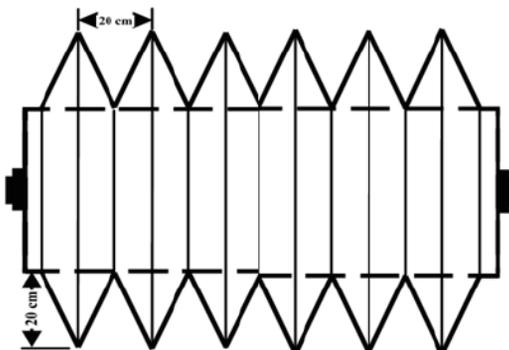


Fig. 1. Side of zigzag shape which reform the soil surface

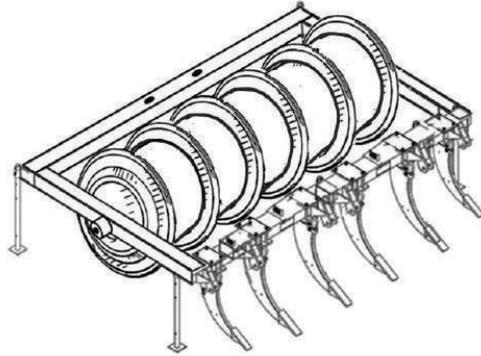


Fig. 2. Innovative machine of soil and water management (SWMR)

이 농기계를 트랙터에 달 때는 하층토 쟁기 (subsoil chisel) 뒤에 연결하여 사용하는데, 이렇게 하면 쟁기에 의해 교반된 토양을 따라 V모양의 고랑을 만드는데 용이하다. 이렇게 형성된 V형 고랑에 바퀴가 V형 고랑에 맞게 개량된 이앙기를 이용해서 모를 심게 된다(Fig 3 & 4). Fig. 5

는 혁신 농기계를 이용한 일관 이앙작업의 개념을 보여주고 있는데, 트랙터에 쟁기를 먼저 연결하고, 이어 둥근 zigzag 형태의 실린더 디스크를 이용해 고랑을 형성하고, 마지막으로 연결된 이앙기가 따르고 있다.

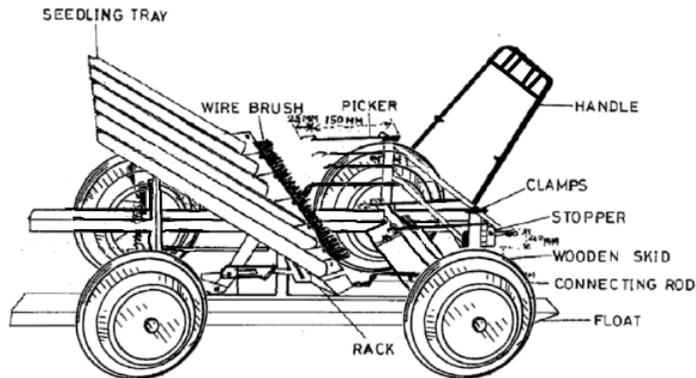


Fig. 3. Modified rice transplanter of the new innovative technique of rice cultivation



Fig. 4. Modified wheel of modified transplanter takes the cross soil furrow shape

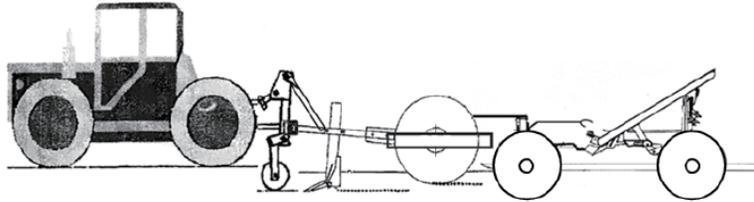


Fig. 5. Innovative cultivation system machine (tractor, SWMR and modified transplanter)

3. 물을 절약하는 기작

본 혁신 기술의 핵심은 논 바닥을 기존의 평편한 형태가 아니라 V자 형으로 고랑을 만들어 바닥에 벼를 이앙하는 것이다. 이렇게 함으로써 동일 담수심을 채우는데 소요되는 관개량도 전통적인 방법의 50% 수준이고, 고랑 바닥에 심은 벼는 그만큼 물 스트레스를 적게 받게 된다. Fig. 6은 혁신

농기계를 이용한 논과 전통적인 논 바닥의 토양 단면을 개념적으로 보여주고 있다. zigzag 디스크를 탑재한 혁신 농기계로 논 바닥에 V자 형 고랑을 형성하여 담수 단면적을 줄임과 동시에 벼의 재식밀도(20cm × 20cm)는 전통적인 방법과 같게 유지하고 있다.

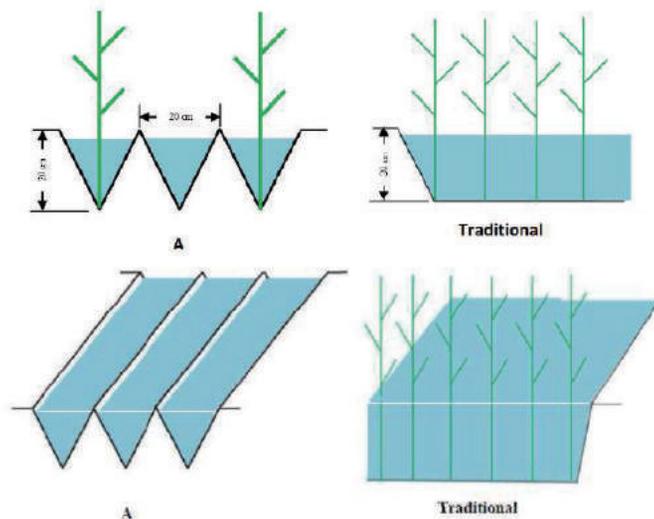


Fig. 6. Cross section (water flow area) of traditional and modified rice furrow irrigation

4. 관개 효율 및 비용 절감 효과 평가

두 영농 방법의 물 이용 효율과 비용절감 등을 평가하여 Fig. 7~10에 나타내었다. 관개 필요 용수량은 Kaft El-Sheikh Governate의 지역 기상관측소의 자료를 이용하여 산정하였고, 이를 바탕으로 관개용수 절약율은 다음의 식으로 계산하였다.

$$\text{Water saving} = \frac{(L_f - L_n)}{L_f} \times 100\%$$

L_f : 전통적 농법의 관개량 (m^3/ha), L_n : 혁신 농법의 관개량 (m^3/ha)

관개 효율(Irrigation water use efficiency)은 Viets (1962)가 제안한 방법을 적용하였다. Fig. 7에서 보는 바와 같이 두 방법의 총 관개량은 비교

하면 전통적인 방법은 ha당 $13,104 \text{ m}^3$ 을 사용한 반면, 혁신 농법은 약 절반인 $6,897 \text{ m}^3$ 의 물을 사용하였다. 이는 혁신 농법이 전통적인 방법에 비해 약 47%의 물을 절약할 수 있음을 의미한다. 혁신 농법에 의한 단위 ha당 생산량은 $8,978 \text{ kg}$ 으로 전통적인 방법의 $3,580 \text{ kg}$ 보다 약간 상회하는 수준으로 생산성을 유지하는 것으로 나타났다 (Fig. 8). 관개 효율을 살펴보면, 전통적인 방법의 $0.65 \text{ kg}/\text{m}^3$ 에 비해 혁신적인 방법인 $1.3 \text{ kg}/\text{m}^3$ 약 두 배가량 높게 나타났다(Fig. 9). 단위 생산량에 대한 관개 비용도 혁신적인 방법이 $0.197 \text{ EGP}/\text{kg}$ 으로 전통적인 방법의 $0.392 \text{ EGP}/\text{kg}$ 비용을 훨씬 저감할 수 있는 것으로 산정되었다(Fig. 10).

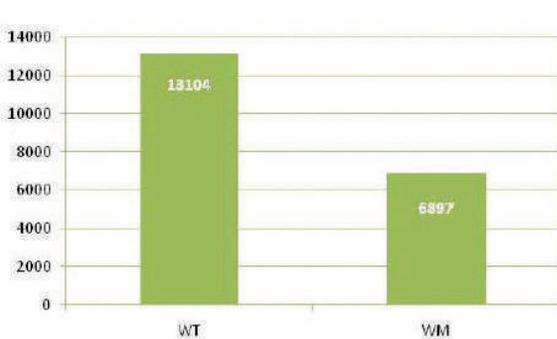


Fig. 7. Amounts of applied irrigation water (m^3/ha)

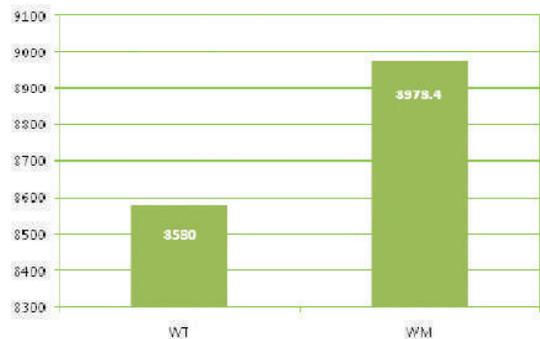


Fig. 8. Rice crop yield (kg/ha)

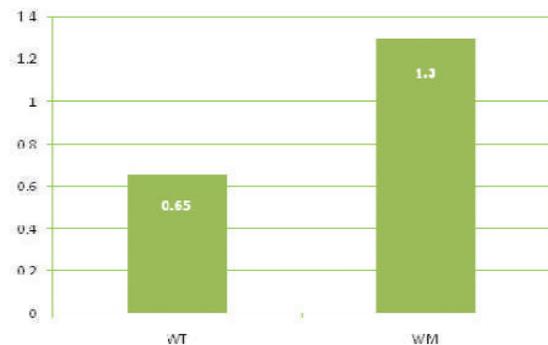


Fig. 9. Irrigation water use efficiency (kg/m^3)



Fig. 10. Irrigation cost of production unit (EGP/kg)

이상을 종합해 보면 혁신 농기계에 의한 혁신 농업이 관개 효율이나 비용 측면에서 매우 효과적임을 알 수 있다. 혁신 기법은 관개수를 절약할 뿐만 아니라 증발이나 지표유출에 의한 관개수의 손실을 줄일 수 있기 때문에 환경적인 측면에서도 긍정적인 효과를 기대할 수 있다. Fig. 11은 혁

신 농법과 전통적인 방법을 사진으로 비교하고 있는데, 이앙 직후의 전경과 이삭이 핀 후의 모습을 보여주고 있다. 혁신 농법에 의한 벼의 성체가 전통적인 방법과 비교하여 생육이 좋은 것을 육안으로 확인할 수 있다.



Fig. 11. Rice under the SWMR method and traditional methods (upper: conventional, lower: renovated)

5. 혁신의 전파

본 연구의 결과물인 혁신 농기계를 이용한 수도작 재배법은 다음과 같이 등록되어 전파되고 있다.

1) 본 연구의 혁신 성과는 지적재산권(Intellectual Property Rights)인 이집트 특허로 등록하여 기술 전파에 노력하고 있다.

2) 수상자는 UNIVE1이라는 국영 TV채널의 한 프로그램에 출연하여 본 연구의 혁신 성과를 홍보하여 기술 전파를 장려하였다.

3) 농업토지개척국(Agricultural and land reclamation)의 여러 이해 당사자뿐 아니라 수자원 관련 기관에도 SWMR 기법의 도입을 제안하였다.

- 4) 본 혁신 성과물을 인쇄물로 제작하여 워크숍, 심포지엄, 컨퍼런스에서 제공하고, 여러 훈련 과정이나 전시회에서 발표함으로써 이해관계자에 홍보하여 SWMR기법을 이용한 수도작의 진흥을 지속적으로 요구하고 있다.
- 5) 제 5차 전략계획에 50%의 관개용수를 절약하는 새로운 방법으로 등재하여 이집트에서 새로 개척되는 벼 재배지에 적용하도록 유도하고 있다.
- 6) 배 생산과 교역에 관심이 있는 글로벌 도시에 SWMR기법을 이용한 새로운 재배방법을 마케팅하고 있다.

6. 향후 전망

이집트와 대부분의 강을 따라 형성된 촌락에서 농민들은 물을 낭비하는 경향이 있는데, 이는 배

수와 통기 불량 등으로 쌀 생산성과 미질을 저하시키게 된다. 나일강에 에디오피아 댐을 건설하여 역사적으로 이집트가 점유하였던 나일강의 수자원량이 약 20% 줄어들었다. 이에 더하여 줄어든 가용수자원에 가뭄이 한 두 해 겹치게 되면 수백만 ha에 이르는 비옥한 농지가 붕괴되어 이집트는 기아와 가뭄에 직면하게 된다. 이러한 측면을 고려할 때 본 연구의 성과물은 관개용수를 약 50% 절감할 수 있기 때문에 물부족 문제를 완화할 수 있고, 이렇게 절약된 수자원은 인근 지역에서 이용될 수 있을 것이다. 비료의 사용량 또한 25%가량 절감할 수 있을 것으로 기대된다. 나아가 SWMR 혁신 기법으로 전지구적으로 확장하면 관개용수, 양분, 에너지, 연료, 비용 절감은 물론 생산성 향상과 상품의 질 개선에도 기여할 수 있을 것이다.

벽골제(碧骨堤)

- ICID 관개시설 유산 (ICID Heritage Irrigation Structure)

김 주 창

한국관개배수위원회 고문

1. 서언

ICID 67차 집행위원회의가 2016년 11월에 태국 Chiang Mai에서 개최되면서 3개국(한국, 중국, 일본)의 12개소(한국 2개소, 중국 3개소, 일본 7개소) 관개시설이 ICID 관개시설유산으로 인정되고 등록되었으며, 그 중에서 한국은 현재 활용 중인 시설부문에서 수원의 축만제(서호)와 역사적인 유물부문에서 김제의 벽골제가 처음으로 선정되었다.

오스트레일리아의 Adelaide에서 2012년 6월 28일 개최된 63차 국제집행위원회의(IEC)에서 Gao Zhanyi ICID 회장이 UNESCO가 인정하는 세계 문화유산처럼 ICID가 역사적인 관개시설을 인정하는 제도를 설치하자고 제안함으로써 논의가 시작되고, 100년 이상의 역사를 가진 시설을 대상으로 각 국가위원회의 신청을 받아 2014년 한국 광주 총회에서 처음으로 중국, 일본, 파키스탄, 스리랑카, 태국 등 5개국의 17개 관개시설이 등록되면서 해마다 그 수가 증가하고 있다.

벽골제는 우리나라의 역사적인 관개시설 중 가장 오래된 것으로 세계적으로도 역사가 오래된 쪽에 속한다. 다만, 아쉬운 것은 제방과 수문, 그리고 중수비가 남아있을 뿐 저수지가 남아있지 않다는 것이다.

2. ICID 관개시설 유산

관개시설 유산제도(Heritage Irrigation Structures - HIS)는 국제관개배수위원회(ICID)가 설치하여, 2014년 9월 우리나라 광주광역시에서 개최된 ICID 22차 총회 때부터 지정하여 등재하였는데 2016년까지 세계 8개국, 47개소가 지정되었으며, 우리나라는 2016년에 김제시의 벽골제와 수원시의 축만제(서호)가 HIS에 등재되었다.

HIS에 등재되는 것은 100년 이상의 역사를 가진 관개시설물을 대상으로 하며, 현재 사용되고 있는 시설물과 현재는 사용되지 않지만 유적으로 가치가 있는 것으로 나누어 지정하고 있는바, 축만제는 사용되고 있는 시설로, 벽골제는 사용되지 않는 유산으로 지정을 받았다.

관개시설 유산에 포함되는 시설은 다음 중 한 가지 이상이 되는 것이 필요하다. 즉, (i) 댐 (주로 관개 목적으로 운영 중인 것), (ii) 물 저장 시설물 (관개용 탱크 등), (iii) 보 시설물, (iv) 수로 시스템, (v) 오래된 수차, (vi) 오래된 shadouf (방아 두레박), (vii) 농업 배수시설물, (viii) 현재 또는 과거의 농업 물 관리 활동에 관련된 시설물이나 부지 등이다.

그리고 관개시설 유산으로 인정되려면 다음 기준을 한 개 이상 충족시켜야 한다.

- (a) 관개농업의 발전에 전환점이 되고, 농업발전에 특별한 증거물이 되고, 농민의 경제상황 개선과 함께 식량생산 증가를 가져온 시설.
- (b) 사업구성, 공학적 설계, 건설기술, 시설물의 크기, 취수유량, 지배면적에서 그 시대의 선도적인 시설(한 개 이상).
- (c) 어떤 지역에서 식량생산, 생계기회, 농촌번영 및 빈곤경감에 현저한 기여를 한 시설.
- (d) 그것을 건설할 당시에 그 아이디어가 혁신적이었던 시설.
- (e) 효율적이고 현대적인 공학적 이론과 방법의 발전에 기여한 시설.
- (f) 그것을 설계 시공할 당시에 환경 문제에 주목했던 본보기가 되는 시설.
- (g) 그것을 건설할 당시 공학적으로 놀라운 일 또는 뛰어난 본보기가 되었던 시설.

- (h) 긍정적, 건설적인 방법으로 독특성이 있는 시설.
- (i) 과거의 문화적인 전통 또는 문명의 특징을 잘 나타낸 시설.

세계 전체적으로 보면, HIS에 등재된 관개시설은 2016년까지 일본이 27개소, 중국이 10개소이고 한국을 포함한 나머지 여러나라는 1, 2개소로 동아시아 지역에 관개시설유산이 많음을 알 수 있다. 이런 현상은 관개가 필수적인 벼농사가 동아시아에서 일찍부터 발달하였기 때문이다.

ICID는 관개시설 유산에 등재된 관개시설에 대하여 “관개시설 유산 - HIS” 명판 및 인증서를 발급하는데, HIS 명판은 해당 시설의 중요한 장소에 비치하여 많은 사람들에게 관개시설 유산의 중요성을 알리는 목적을 가지고 있다.

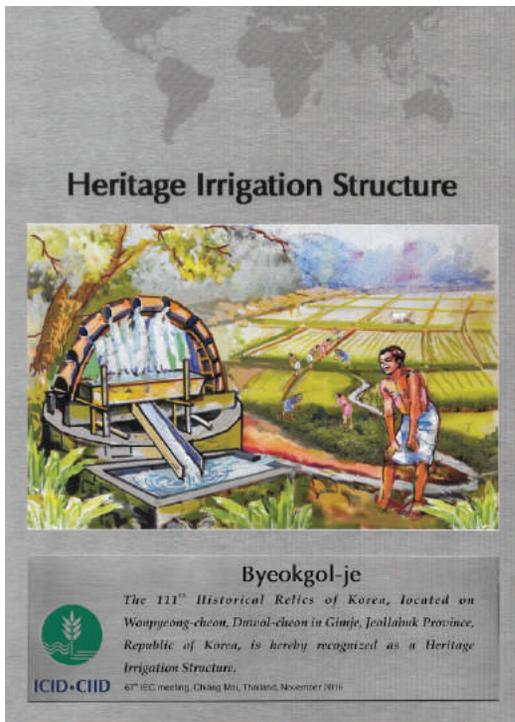


그림 1. 벽골제 “Heritage Irrigation Structure” 명판
자료: ICID 작성 제공



그림 2. 벽골제 “Heritage Irrigation Structure” 인증서
자료: ICID 발행

3. 벽골제의 축조와 수축 및 조사 기록

벽골제는 역사적으로 한국 최초이자 가장 큰 저수지였다. 역사서인 삼국사기의 기록에는 신라 흘해왕 21년(AD 330)에 저수지가 축조되었다고 기록되어 있다. 통일 신라의 원성왕 6년(AD 790)에 재건했고, 고려의 현종과 인종 때도 재건했다는

기록이 있다.

벽골제는 조선의 태종 15년(AD 1415)에 크게 개조되었으나, 세종 2년(AD 1420)에 홍수로 파괴되었다. 그 후에도 부분적으로 사용되었지만 완전한 복구는 시도되지 않았다.

표 1. 벽골제 역사 기록

연도	기록내용	출처
AD 330	(新羅) 訖解尼師今二十一年 始開碧骨池 岸長一千八百步 [신라 흘해왕 21년에 1,800보 길이의 벽골제 건설]	삼국사기
AD 790	(新羅) 元聖王 六年春正月 以宗基爲侍中 增築碧骨堤. 徵全州等七州人興役 [원성왕 6년 정월에 전주 등 7주의 인원을 동원하여 벽골제 증축]	삼국사기
AD 1143	(高麗) 金堤縣本百濟碧骨郡. 新羅景德王, 改爲金堤郡. 高麗初, 爲全州屬縣. 仁宗二十一年, 置縣令. 有碧骨堤【新羅訖解王二十一年, 始開岸, 長一千八百步】 [흘해왕 21년에 만든 1,800보 길이의 벽골제가 있었다는 기록]	고려사
AD 1146	(高麗) 仁宗二十四年 庚申 以巫言 遣內侍奉說 決金堤郡新築碧骨池堰 인종 24년에 무당의 말을 듣고 내시인 봉설을 보내어 벽골제를 허물었다.	고려사
AD 1415	(朝鮮) 全羅道都觀察使朴翊上築堤事目. 報云: “金堤郡 碧骨堤水門修築, 乞送石工三名, 則臣聚本道各官軍人, 以今月二十日, 開基始築.” [(1415년) 10월 14일 김제군 벽골제 수문의 수리를 위해 석공 3인을 요청하다.]	조선왕조실록
AD 1420	全羅道觀察使啓: “大風雨, 金堤郡 碧骨堤決, 損堤下田二千九十八結” [홍수로 김제군 벽골제가 터져, 독 아래 전답 2,098결(의 논)이 피해를 입다.]	조선왕조실록
AD 1975	장생거와 경장거 그리고 제방 일부분 발굴조사	윤무병 발굴보고서
2012/2013	중심거와 제방 일부분 발굴조사	김제시 유적조사보고

4. 벽골제의 제원

벽골제의 최초 설치시의 제원은 알 수 없지만, 조선시대에 들어와 1415년(태종 15년)에 군민과 인접군민 10,000여명과 300여명의 관리를 동원하여 수축한 규모는 신증동국여지승람에 있는 벽골제 중수비문에 따르면, 밑나비 70척(14.5m), 동마루나비 30척(6.2m), 높이 17척(3.5m)이었다(栽柳二行 堰之下廣七十尺 上廣三十尺 高17尺 --: 벽골제중수비문).

태종실록에는 전라도관찰사인 박습(朴翺)이 “그 독을 쌓은 곳의 길이가 7,196척이고 독의 너비가 50척이며, 수문 4개소 가운데 3개소는 모두 돌기둥을 세웠고, 저수한 곳은 거의 1식(一息: 30리)이나 되고, 독 아래의 묵은 땅의 넓이가 독 안 넓이의 3배가 된다”고 보고하였다(其所築處 長七千一百九十六尺 廣五十尺 渠門四處 以中三處 皆立石柱 堤上水貯處 幾至一息 堤下陣地 支廣 三培於堤: 태종실록 15년 8월 1일).

수문은 5개가 설치되었는데 수여거(水餘渠)와 유통거(流通渠)는 여수로로의 역할도 하는 수문이고, 장생거(長生渠), 중심거(中心渠), 경장거(經藏渠)는 취수문이었다.

1420년(세종 2년) 큰 홍수로 김제군 벽골제가 터져서 독 아래 있는 전답 2천 98결(結)이 피해를 입었다. 1428년(세종 10년), 김제 벽골제 등 수재가 예상되는 곳을 살펴 보고하라는 왕의 명령이 있었고 1666년(현종 7년), 비변사가 수축공사를 정지할 것을 왕에게 요청하였다. 그 후 벽골제에 대한 언급은 정조(조선 22대 왕) 대에 이르러 수차례 조정의 의사결정구조에서 거론된다. 또한 민간의 기록에서 조선 중기 김제사람 송재 송일중

이 벽골제를 수리하여 물길 30리를 내었다고 기록도 존재하지만 자세하지 않다. 조선후기에 생산된 1872년 지도(그림 11)에서는 벽골제언(碧骨堤堰)으로 표시된 제방과 두 개의 용추(龍湫)를 확인할 수 있는데, 용추는 독이 터지고 깊은 못으로 남아있는 부분을 가리키는 것으로 보인다.

벽골제의 저수지 구역은 김제시 중심부의 평야부와 호남선 철도구간이며, 벽골제 독은 1929년 11월 섬진강 상류에 설치된 운암댐에서 약 20,000 ha의 농지에 농업용수를 공급하기 위한 수로의 독으로 변경되었다.

5. 현재의 상태

벽골제는 동진수리조합이 1925년에 남아있는 벽골제 제방을 관개를 위한 간선수로의 독으로 전환시켰고, 그 결과 벽골제의 원래 형태는 사라졌지만 두번째 수문인 장생거와 여기서 남쪽으로 약 2km 거리에 네번째 수문인 경장거가 복원되어 설치되어 있다.

벽골제는 한국 과학의 역사에서 옛 왕국이 큰 저수지를 건설하기 위한 고도로 발달된 공학 기술을 가지고 있다는 것을 보여주며, 수문을 포함한 벽골제의 제방과 1415년의 기념 중수비는 국가사적 111호로 지정되어 있다.

그리고 김제시는 한국 최초의 대규모 관개 댐인 벽골제의 역사적 가치를 이해하고 벽골제농경문화박물관을 운영하고 있다. 김제시는 운영 자금이 많이 필요하지만, 한국의 중요한 쌀 생산 평야 중의 하나인 이 지역에서 벽골제의 역사적 의미의 중요성을 전파하기 위해 박물관을 설립하고 운영하는 중이다.



그림 3. 1925년에 수로 제방으로 바뀐 벽골제 제방



그림 4. 장생거

6. 벽골제 수문 및 제방 유적 발굴

벽골제는 1415년에 크게 수축하였고 5개의 수문은 1415년 이전에 설치되었던 것을 1415년 수축시 제정비한 것으로 보인다. 수여거, 장생거, 중심

거, 경장거, 유통거 중 장생거와 경장거는 1975년에 발굴 조사되었고 중심거와 제방 일부는 2012/13년에 발굴 조사되었다.

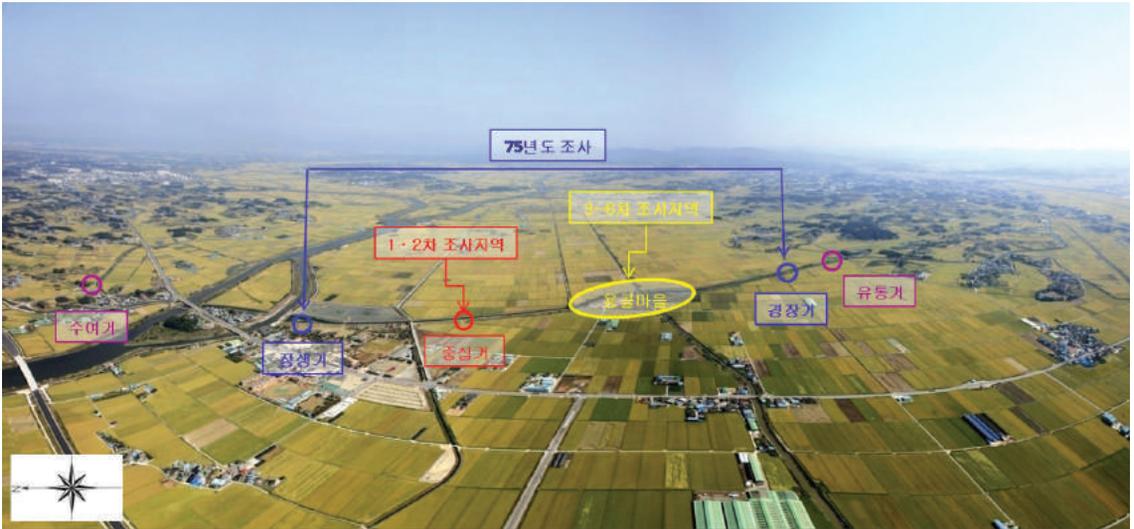


그림 5. 벽골제 수문의 위치



그림 6. 장생거 발굴(1975)



그림 7. 경장거 발굴(1975)



그림 8. 중심거 발굴(2012)



그림 9. 제방 발굴(2013)



그림 10. 장생거 수문의 흠



그림 11. 벽골제 위치도 (1872)

7. 마치는 글

벽골제는 삼국시대에 축조되어 긴 역사를 가질뿐 아니라 그 규모도 대단히 크다. 벽골제의 ICID 관개시설 유산 등재는 사적 제111호 김제 벽골제를 지속적으로 보존 유지 관리하여 후손들에게 넘겨 주는데 도움이 될 것이며, 벽골제단지에서 열리는 한국 최대의 농경문화축제인 지평선 축제에도 근본적인 가치와 의미를 더해준다고 할 수 있다.

특히, 세계적으로 벽골제가 우리나라의 관개시설 유산이라는 것을 ICID를 통해 알릴 수 있어 김제시의 벽골제를 대내외에 홍보하는데도 도움이 클 것으로 기대한다.

〈참고문헌〉

- 1) ICID, Scheme for Recognition of "Heritage Irrigation Structures (HIS)"
- 2) 김부식, 삼국사기, 1145
- 3) 김종서 등, 고려사, 1451
- 4) 조선왕조실록
- 5) 신증동국여지승람, 1530
- 6) 윤무병, 김제 벽골제 발굴보고, 1976
- 7) 김제시, 전북문화재연구원, 유적조사보고 77책, 김제 벽골제 I, 2014
- 8) 김제시, 전북문화재연구원, 유적조사보고 82책, 김제 벽골제 II, 2015
- 9) 정윤숙, 김제 벽골제 사료집성, 2016

한국 농업 ICT 추진 현황 및 ODA 추진 사례

이상훈

농림수산식품교육문화정보원 국제통상협력실장

가. 우리나라 농업분야 ICT 도입 배경

한국은 65세 이상 노인 인구가 2010년 31.8%에서 2015년에는 38.4%로 빠르게 증가하고 있으며, 이러한 인구의 고령화는 노동의 투입을 감소시킨다. 기후변화로 인한 자연재해 발생이 1991년부터 2000년 약 10년 동안 약 19.2회 정도 이던 것이 2001년부터 2008년까지 약 8년 동안 24.5회 이상으로 가파르게 증가하고 있는 등 농업 환경이 악화되고 있으며, 이러한 농업 여건은 갈수록 더 안 좋아 질 전망이다.

이미 우리 농업인들은 종자, 비료, 농약, 농기자재 등 최고의 농기자재를 활용하고 있다고 보여지며, 따라서 이를 통한 획기적인 생산성의 개선 또한 쉽지 않아 보인다. 그러면 앞으로 획기적으로 생산성을 개선할 수 있는 방안은 무엇일까? 그렇다. 바로 4차 산업혁명의 시기인 지금 우리에게 필요한 것은 바로 ICT를 농업에 적극적으로 접목하는 것이다. ICT를 농업분야에 적용함으로써 노동 시간을 획기적으로 단축할 수도 있으며 위험한 작업은 사람 대신 기기들이 대체할 수도 있을 것이다. 또한 ICT는 정밀 농업을 가능하게 함으로써 한계에 다다른 생산성을 다시 증대시킬 수 있으며 동시에 비용의 절감을 가져올 수도 있게 된다.

우리나라는 ICT에 있어서는 세계 선두이며, 많은 분야에서 세계 1위를 차지하고 있다. UN 전자정부지수와 ITU의 ICT지수, 초고속인터넷 사용률과 스마트폰 보급비율에서도 세계 1위를 차지할

정도로 ICT 분야에 있어서는 세계 시장을 리드해 나가고 있다. 농업분야에 바로 이러한 ICT를 적용할 수 있는 아주 좋은 환경을 우리나라에서는 가지고 있다.

하지만 이렇듯 좋은 ICT 환경을 가지고 있는데도 불구하고, 미국 또는 네덜란드 처럼 ICT를 활용한 첨단 농업생산 분야에 있어서는 그 적용이 아직 선진국 수준에 못 미치고 있다. 다만 농업행정 분야에는 농업정보화가 상당히 진일보 되었으며 ICT 기술도 상당한 수준으로 적용되어 활용되고 있다. 극히 제한적이지만 이러한 농업정보화 및 ICT 기술들이 ODA 프로젝트 등을 통해 저개발국에도 적용이 진행되고 있다.

나. 우리나라 농업행정 분야 ICT 추진 현황

지금부터는 이러한 농업정보화 및 ICT가 우리나라에서 농업행정과 농업생산 분야에 어떻게 적용 및 활용되고 있는지를 분야별 사례를 들어 소개하고자 한다. 농업행정이라고 하면 정부부처 및 공공기관에서 효율적인 농업정책 수립과 이행을 위해서 정보화 및 ICT 기술을 농업 행정업무에 적용하여 활용하는 것을 말한다. 물론 모든 농업 행정업무에 ICT 기술이 활용되고 있는 것은 아니다. 수많은 농업 행정업무 서비스들 중에 ICT 기술이 활용되고 있는 대표적인 사례들만 소개할 예정이다.

우선, 이러한 행정업무 및 생산 분야에서 활용되는 ICT 기술의 범주는 상당히 넓고 복잡할 수 있

으나, 여기에서는 간단히 한 3가지 형태로 서비스를 나눠서 소개하고자 한다. 즉 간단히 스마트폰 등 모바일 기기를 활용하여 정보의 제공 및 입력을 하는 가장 기초적인 기술과, 센서들을 통해 수집된 정보를 활용하는 분야, 그리고 위성 등을 활용하여 GIS 및 GPS 위치정보를 활용하는 형태 이렇게 3가지로 구분될 수 있을 것이다.

우선 농업분야에서 모바일 기기를 활용 기초적인 ICT 서비스를 하고 있는 서비스로는 농식품통합정보서비스(Okdab), 농림사업정보시스템(Agrix) 그리고 쇠고기이력시스템(Beef Traceability System) 등이 대표적인 서비스이다.

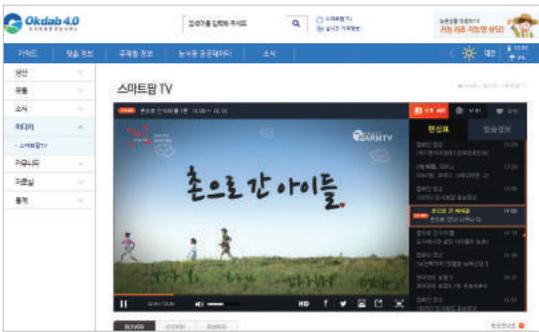


그림 1. 웹을 통한 스마트팜 TV 서비스(온라인)

자료: 농림수산식품교육문화정보원 옥답서비스

농림사업정보시스템은 농림사업의 신청서식을 표준화하고 업무처리 절차를 간소화함으로써 사업 신청에서 정산까지 정보화를 통해 사업관리의 효율화 도모를 위한 시스템으로 농업경영체DB(약 160만 농가)를 기준으로 농림사업에 대한 사업관리 과정을 시스템으로 관리, 집행 등 업무 효율화를 도모함과 동시에 농업 보조금 중복 편중지원 방지 등을 위한 시스템이다.

이 아그릭스 서비스에서는 보조금 중복신청 및 사

농식품통합정보서비스는 농림축산식품부 산하 16개 기관의 123개 사이트와 농촌진흥청, 산림청에서 개별적으로 제공되던 농림축산식품 관련 정보들을 공통의 분류 체계로 통합하여 수요자 중심의 맞춤형 통합정보를 실시간으로 제공, 국민들의 알권리를 보장하고 편익을 증대시키기 위해 이용자들에게 제공되는 통합정보서비스이다.

이 옥답서비스에서는 농산물의 도·소매 가격과 경매·낙찰 가격 등이 모바일을 통해 신속히 서비스 되고 있다. 또한 옥답에서는 스마트팜TV 등의 실시간 미디어 서비스도 제공되고 있다.



그림 2. 모바일을 활용한 가격유통정보 서비스(모바일)

자료: 농림수산식품교육문화정보원 옥답서비스

후검증 관련 모바일기기를 활용하여 현장 지도·관리를 한다. 또한, 위치기반(GIS기술)의 지도서비스를 통해 모바일로 현장 검증 및 확인 시 활용함으로써 행정업무의 효율 및 효과성을 모두 제고하고 있다.

다음으로 소개될 서비스는 쇠고기이력시스템이다. 쇠고기이력시스템은 소의 출생에서부터 도축·포장처리·판매에 이르기까지의 정보를 기록·관리하여 위생·안전에 문제가 발생할 경우



그림 3. 농업직불제 모바일 현장점검서비스(모바일)

자료: 농림수산식품교육문화정보원 AGRFX서비스



그림 4. GIS기반 논 이모작 현장점검 화면(모바일)

자료: 농림수산식품교육문화정보원 AGRFX서비스

그 이력을 추적하여 신속하게 대처하기 위한 시스템이다. 이 시스템을 통해 쇠고기 유통의 투명성을 확보할 수 있으며, 원산지 허위표시나 둔갑판매 등이 방지되고, 판매되는 쇠고기에 대한 정보를 미리 알 수 있어 소비자가 안심하고 구매할 수

있게 해 주는 서비스이다.

쇠고기이력시스템에서도 모바일을 활용하여 소비자 소의 생산 이력정보와 쇠고기 유통정보 등을 QR코드 또는 바코드를 활용하여 조회 등에 활용할 수 있도록 서비스를 하고 있다.

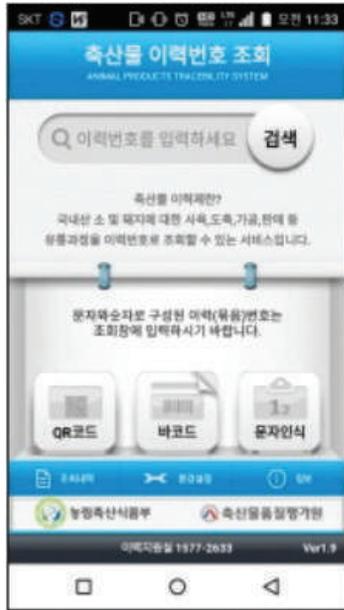


그림 5. 스마트폰 기반 축산물 이력번호조회 화면(모바일)

자료: 축산물품질평가원 쇠고기이력추적서비스



다음은 우리나라 토양 성분 등의 정보를 제공하고 있는 농진청의 토양환경정보시스템(흙토람)과 경

북도농업기술원의 모바일 토양정보시스템을 소개 하겠다. 토양환경정보시스템은 농촌진흥청에서

생산, 배포하고 있는 방대한 토양, 농업환경정보 데이터베이스와 수십 년 동안의 조사·연구 경험을 집대성한 한국의 토양환경정보 포털로써, 농사를 짓고자 할 때 토양특성에 맞는 작물을 재배할 수 있도록 토양정보를 제공하고, 알맞은 비료량을 추천해주는 누구나 쉽게 이용할 수 있는 인터넷 시스템이다.

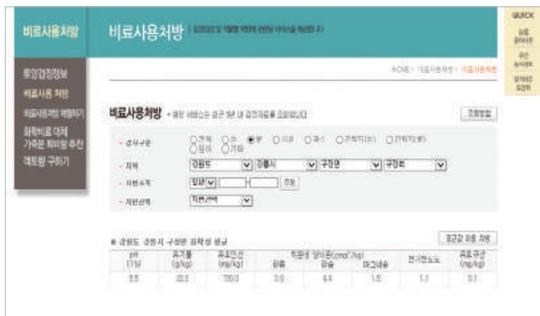


그림 6. 토양검정 통해 토양에 맞는 비료처방(온라인)

자료: 농촌진흥청 흙토람

농진청은 토양정보인 흙토람 이외에 국가농작물 병해충관리시스템(NCPMS)를 구축하여 운영하고 있다. 이 시스템은 기간별 병해충 발생정보, 예측정보, 병해충정보 등을 제공하여 농작물의 병해충 피해를 최소화하여 안전하게 농사를 지을 수 있도록 해주는 서비스이다.

경북도농업기술원의 미기상관측정보시스템에서도 기상정보를 활용하여 병해충 예측정보관리, 생산현장에 스마트 포집장치를 통한 병해충 발생정보 수집, GIS기반 모니터링 등 ICT융합기술을 활용하고 있다. 사용자의 활용성을 높이기 위해 스마트폰에서 병해충 정보 확인 및 Push알림, 등

경북도농업기술원의 미기상관측정보시스템에는 토양시료분석정보 즉, 토양의 건강상태정보를 웹 서비스를 통해 확인 및 출력서비스를 제공한다. 스마트기기(모바일)을 통해 토양의 수분상태정보 등 확인이 가능하다. 토양의 영양상태, 수분상태 등을 Web, Mobile기술을 통해 제공함으로써 농가에서 과학적 영농이 가능하도록 지원해준다.



그림 7. 위치기반 토양 수분상태정보를 제공(모바일)

자료: 경북도농업기술원 미기상관측정보시스템

록한 위치기반 병해충 예측정보 등의 서비스를 제공하고 있다.

마지막으로 농업 생산에도 활용되는 아주 중요한 행정정보 서비스에 농업기상정보시스템이 있다. 농작물은 동물과 달리 누적온도, 누적강수량, 누적광량 등 기상환경에 영향을 많이 받는다. 이 시스템은 도심지가 아닌 농촌 주요지점, 주산지 등의 농업기상관측장치를 통해 기상정보를 수집하여 정확한 농업기상정보, 분석정보, 기상과 농사정보 등을 제공한다. 정밀한 기상정보를 통해 자연재해 예방 및 농가에서 과학적으로 영농활동을 할 수 있도록 지원해주는 서비스이다.

이 농업기상정보시스템에 적용되고 있는 ICT 기술은 원격지에 설치되어 있는 농업기상관측장치를 정보를 수집, GIS기반 모니터링, 기상정보 분

석을 통해 서리예보, 맞춤형농사정보 활용 등 스마트폰 기반에서 서비스를 제공하고 있다.



그림 8. GIS 기반 병해충 예보, 발생정보 제공

자료: 경북도농업기술원 미기상관측정보시스템



그림 9. GIS 기반 농업기상관측정보와 기상정보 서비스

자료: 경북도농업기술원 미기상관측정보시스템

다. 우리나라 농업생산 분야 ICT 추진 현황

지금부터는 국내 농업생산 분야에서 ICT가 적용되어 활용되는 현황을 살펴볼 예정이다. 농업생산 분야에서 ICT 적용을 간단히 말하면 스마트팜(Smart Farm)이라고 부를 수 있겠다. 스마트팜의 정의는 비닐하우스·축사에 ICT를 접목하여 원격·자동으로 작물과 가축의 생육환경을 적정하게 유지·관리할 수 있는 농장을 말하며, 작물 생육정보와 환경정보에 대한 데이터를 기반으로 최적 생육환경을 조성하여, 노동력·에너지·양분 등을 종전보다 덜 투입하고도 농산물의 생산성과 품질 제고를 가능하게 한다.

국내 스마트팜의 정책 수립은 농식품부에서 담당하고 있으며, R&D는 농식품기술기획평가원에서 그리고 기술개발은 농업기술실용화재단에서 그리고 마지막으로 국내 스마트팜의 확산 및 홍보와

교육은 농림수산식품교육문화정보원에서 역할을 나누어 수행하고 있다.

이 스마트팜은 국내에서는 크게 시설원예분야, 과수분야, 축산분야 세 가지 형태로 주로 추진되고 있다. 각각의 추진 내용과 적용되는 ICT 기술, 그리고 이를 통한 생산성 및 소득 개선 내용들도 함께 살펴보도록 하자.

우선 시설원예분야에서는 PC 또는 모바일을 통해 온실의 온·습도, CO₂ 등을 모니터링하고 창문 개폐, 영양분 공급 등을 원격 자동으로 제어하여 작물의 최적 성장환경을 유지 및 관리함으로써 채소·화훼류 등(육묘, 버섯, 인삼, 인삼·약용채소)을 스마트온실을 활용하여 재배할 수 있는 환경을 제공한다.

여기에 활용되는 ICT 기술은 센서 등을 활용하여 환경관리(온도·습도·CO₂·광량·풍속 등) 정

보를 수집 하고, 모바일 기기 등을 활용하여 생장 관리(측장 · 난방 등 환경제어와 생육에 필요한 복

합 환경 제어)가 가능하다.



그림 10. 온실내 · 외부 환경정보를 모니터링되는 화면



그림 11. 온실내부제어장치를 통한 제어 설정

두 번째로는 과수분야인데, PC 또는 모바일을 통해 노지의 온 · 습도, 기상상황 등을 모니터링하고 원격, 자동 관수 및 병해충 관리 등이 가능하며 사과, 배, 감귤 등의 작물이 식재되어 있는 과수원(시설 · 노지)에 적용이 가능하다.

여기에 활용되는 ICT 기술은 센서 등을 활용하여 환경관리(온도 · 습도 · 토양수분 · 풍속 등) 정보를 수집하고, 모바일 기기 등을 활용하여 생장관리(병해충관리, 냉한해 방지, 적정관수, 도난방지 등)를 위한 모니터링 및 제어가 가능하다.



그림 12. 시설원예형 스마트팜 (온습도 · CO2 모니터링, 창문 개폐, 영양분 공급)



그림 13. 노지형 스마트팜 (온습도 · 기상 모니터링, 관수 · 병해충 원격관리 등)

마지막으로는 양돈, 양계, 낙농, 한우 등 축산분야인데, PC 또는 모바일을 통해 온 · 습도 등 축사 환경을 모니터링하고 사료 및 물 공급시기와 양

등을 원격자동으로 제어가 가능한 스마트축사를 말한다.

여기에 활용되는 ICT 기술은 센서 등을 활용하여 축사 내부(온도, 습도, 정전, 화재) 및 외부(온도, 습도, 풍향, 풍속)의 다양한 환경정보를 수집하고, CCTV와 모바일폰을 연결하여 외부에서도 원격

모니터링이 가능하다. 또한 모바일을 통해 사양 관리(사료빈관리기, 출하선별기, 자동급이기, 음수관리기 등) 제어가 가능하다.



그림 14. 스마트팜 정보서비스 홈페이지



그림 15. 양돈 스마트팜 (축사환경 모니터링, 사료·물 공급 등 원격제어)

이러한 스마트팜의 도입으로 정밀농업이 가능하게 됨으로써 물과 비료 등의 자원이 절감 될 수 있으며, 기후변화 및 자연재해 등에 큰 영향을 받지 않고 균일한 품질 생산을 함으로써 궁극적으로 농가 소득도 증대가 가능하게 되었다.

서울대 산학협력단이 농림축산식품부의 연구용역으로 2016년 스마트 팜 성과 분석을 한 결과 단위 면적당 생산량이 27.9% 증가한 것으로 나타났다. 또한 스마트 팜은 생산량 향상과 동시에 노동력도 절감시킨 것으로 조사됐다. 자가노동시간을 연간 278시간에서 234시간으로 15.8% 줄이고, 고용노동비용을 평균 15.9% 감소시킨 것으로 나타났다. 또한 스마트 팜 도입으로 병해충 및 질병 발생 횟수가 평균 53.7%, 그 피해액은 57.3%가 줄어 농가의 경영위험을 상당 부분 낮췄다는 것이다.

라. 우리나라의 농업 ICT ODA 추진 사례

이렇듯 농업행정 및 농업생산 분야의 ICT 활용이 국내에서는 상당히 활발한데 반해 이러한 기술이 해외 특히 ODA를 통해 저개발국에 적용되는 사례는 극히 적다. 이미 세계은행(World Bank)에서는 기 추진되고 있는 농업 ODA 프로젝트에 ICT 기술이 부분적으로라도 활용되는 사례가 약 50%에 이른다는 점에 비교해보면 우리나라의 경험과 전문성을 가진 농업 ICT의 해외 확산을 좀 더 적극적으로 추진해야 하겠다.

농림수산물교육문화정보원(이하 농정원)은 국내에서 유일하게 농업분야의 ICT ODA를 2014년부터 추진해 오고 있다. 농업 ODA 프로젝트 중에 ICT 요소가 일부 포함되는 프로젝트는 있을 수 있으나, 이렇게 완전히 ICT 기반의 농업 ODA 프로젝트는 국내에서는 거의 없었다. 농정원은

실질적으로 2005년도부터 현재까지 약 12년 동안 아세안 10개 국가를 대상으로 역내 식량안보를 위한 인적역량개발 지원을 목적으로 농업통계 및 ICT 초청연수를 추진해 오고 있었으며, 2014년 부터는 아세안 6개 국가를 대상으로 국가농식품통계정보시스템(NAIS, National Agri-food Information System)을 구축해 주는 프로젝트를 추진 중이다.

세계 75억 인구 중 8억 명이 영양부족으로 고통받고 있으며, 이중 기아인구의 3분의 2는 아세안

(ASEAN) 국가를 포함한 아시아 지역에 밀집되어 있다. 아세안의 식량 불안정은 전체 인구의 10%인 6천 350만 여명이 영양부족인 상태로, 아직도 많은 아세안 국가들이 취약한 식량시스템을 보유하고 있어 식량안보는 중요한 과제로 남아있다. 특히 아세안 10개국 중 캄보디아, 미얀마, 인도네시아, 필리핀, 베트남, 라오스 등은 식량안보 위기에 직면해 있어 취약한 농업 인프라와 R&D에 대한 투자 여건 등을 개선할 필요가 있다.

표 1. 식량안보가 불안정한 아세안 국가의 주요 지표(2014~2016)

지표(Indicator)	라오스	미얀마	베트남	인도네시아	캄보디아	필리핀
곡물수입의존율	-5.1	-20.9	-11.0	12.7	-1.4	22.9
저영양인구율	18.5	14.2	11.0	7.6	14.2	13.5
식량부족률	29.1	23.5	17.9	13.9	23.0	20.7
단백질공급량(g)	63.0	79.0	76.0	60.0	63.0	60.0

자료: www.fao.org/economic/ess/ess-fs/ess-fadata/en

식량안보 문제해결을 위한 첫 단추는 식량안보에 취약한 국가의 식량 보유 현황 등의 통계를 적시 확보하는 것이나, 이들 국가에서는 농식품통계시스템의 부재 등 온라인 통계 수집을 위한 기본적인 체계가 없어 적시 정확한 통계 수집에 어려움을 겪었다. 이러한 문제를 해결하기 위해 2001년 제1차 아세안+3 농림장관회의(AMAF+3)에서 아세안 지역의 식량안보에 기여할 목적으로 정보 네트워크를 통해 농업통계를 공유하고, 데이터 수집·분석·관리 및 식량안보 관련 전문인재를 육성하기로 합의하였다. 이를 위해 아세안+3 지역의 식량안보에 대한 공동의 대응을 수행할 수 있도록 아세안식량안보정보시스템(AFSIS) 네트워크를 구축하여 태국에 사무국을 설치하였다(2003).

이후 AFSIS 사무국은 10개 아세안 회원국으로부터 주요 5개 곡물(쌀, 옥수수, 대두, 사탕수수, 카사바)의 생산통계(파종면적, 수확면적, 생산량, 면적당 생산량 등)를 수집하여 공유해 오고 있었으나, 대부분의 아세안 국가들은 식량안보를 위한 국가 차원의 농업통계정보시스템이 구축되어 있지 않아 이메일, 전화, 팩스 등을 활용하여 통계를 수집하였다. 또한 자체 시스템을 보유한 국가들도 지방정부에서 중앙으로 조사통계 등을 신속히 전달하고 공유하지 못해 제 역할이 이뤄지지 않고 있었다. 그 결과 AFSIS에 제공되는 정보는 연말 통계정보에 국한되거나 2~3년 지난 정보가 제공되고 있었으며, 국가별 자체 농업통계정보시스템의 구축되지 않아 통계의 정확성 등을 장담할 수 없는 상황이었다. 또한 개별 국가의 상황을 보

더라도 중요한 국가적 농업통계정보가 개인의 컴퓨터에 Excel, MS Access 또는 오프라인 어플리케이션을 활용하여 관리되고 있는 상황이어서 통계보유 담당자의 PC에 문제가 생길 경우에는 농업통계정보의 손실을 초래할 수도 있는 상황이었다.

이에 따라 2013년 AFSIS 사무국은 이러한 문제점을 해결하기 위해 아세안 국가들의 의견을 수렴하여 한국 정부에 아세안 저개발 국가별 농식품통계시스템 구축 및 이를 AFSIS와 연계할 수 있는 프로젝트 지원을 공식 요청하였다. 더불어 2005년부터 한국 정부에서 제공해 주던 초청연수와 연계하여 농식품통계시스템 구축 후 이를 지속적으로 유지 관리하기 위한 인적 역량 배양도 함께 요청하였다.

국가농식품정보시스템(NAIS)은 2020년까지 2단계로 나눠 구축되고 있으며, 현재 1단계 협력사업을 실시하여 시스템 구축이 필요한 6개 대상국 중 5개국을 완료하였고, 초청연수도 함께 진행해 오고 있다. 금년도에 미얀마를 대상으로 마무리되는 1단계는 생산통계정보의 수집·관리에 초점을 맞추어 구축하였다면, 앞으로 구축할 2단계(2018~2020년)는 유통, 재고, 도·소매 가격 정보 등을 공유하게 함으로써 역내 포괄적 식량안보 조기경보체계 달성에 한 걸음 다가설 수 있을 것이다. 즉, 생산정보 및 도·소매 가격을 모바일 기기를 활용하여 실시간으로 조사 및 공표하고 이해관계자 간에 공유함으로써 시장정보가 투명해지면서 식량의 접근성과 안정성이 높아질 것이다.



그림 16. 농업통계·ICT 역량강화 AFSIS초청연수



그림 17. Global ODA 포럼에서 Agro-ICT 소개

NAIS시스템은 크게 두 가지 모듈로 구성되어 있다. 하나는 주요 식량작물을 지방으로부터 중앙 정부로 신속하고 정확하게 보고 및 승인할 수 있는 행정통계보고 모듈이고 이는 NAIS를 도입하는 모든 나라에서 공통적으로 도입하게 되는 부분이다. 이를 통해 향후 전체 아세안 국가들의 주요 곡물들의 통계 및 재고 현황 등이 서로 동일하게

비교 분석될 수 있게 된다.

두 번째 모듈은 도입하는 각 나라마다 약간 상이하다. 즉 그 나라의 상황에 맞게 그 나라에서 필요한 서비스를 모바일 기반으로 구축해 주고 있다. 각 나라에서 ICT를 활용하여 가장 필요한 서비스를 구현해 주는 것이다. 필리핀(2015)과 베트남(2016)에는 정부의 요구에 따라 모바일을 통한

도·소매가격을 수집할 수 있는 서비스를 구현해 주었다. 또한 인도네시아(2016)를 위해서는 나라의 전략작물이며 주요 식량작물인 사탕수수의 전국 재고량 정보를 태블릿 PC(모바일 안드로이드

도 가능)를 활용하여 수집할 수 있는 시스템을 구축하여 주었다. 전국에 있는 약 64개의 사탕수수 사업장 및 공장 전부에서 이 NAIS 시스템을 활용하여 재고량을 주기적으로 입력하여 활용하고 있다.

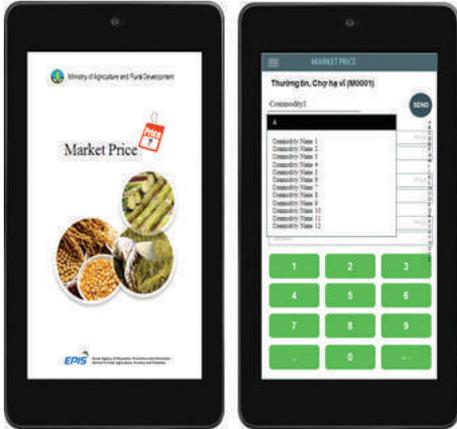


그림 18. 베트남 NAIS(모바일 가격정보 수집)



그림 19. 인도네시아 NAIS(모바일 사탕수수 재고정보 수집)

이렇듯, 아세안 국가들은 이 NAIS를 통해 작황 통계 예측, 지역 통계, 가격 정보, 국가별 작황 정보 등을 공유함으로써 식량안보의 3대 축이라 할 수 있는 생산, 유통, 교환이라는 항목에서 식량안보에 기여할 수 있을 것으로 예상되어지며, 생산, 재고, 파종 및 재배의향 등을 파악함으로써 작황 통계 예측이 가능할 것이다. 이것은 또한 곡물 자급여부와 곡물 비축 및 확보의 필요성과 정도를 사전에 파악할 수 있게 할 것이다.

뿐만 아니라 NAIS는 아세안 국가 내 또는 국가 간 식량의 생산, 재고, 수확 예측량에 대해 조사 시점에 결과가 적시에 집계됨에 따라 지역 및 국가별 식량 생산 및 수급 불균형에 대한 지표를 확보함으로써 국가 간 식량 수출입에 대한 의사결정에 필요한 객관적인 통계를 확보할 수 있다. 이러한 데이터를 활용하여 적절한 시점에 정확한 의사결정을 통해 발생 가능한 식량안보 위협을 조기에 파악하고 대응하는데 기여할 것이다.

아세안 국가들을 대상으로 NAIS 시스템 구축을 성공적으로 완료한 후, 향후 세계은행(WB) 등 국제기구 협력을 통해 아시아, 아프리카 등 기타 식량안보가 취약한 국가에 현지화하여 구축함으로써 식량안보에 적극 기여해 나갈 수 있을 것이다.

마. 마무리하며

4차 산업혁명의 시대가 다가왔다. 미래창조과학부는 4차 산업혁명이란 인공 지능, 사물 인터넷, 빅데이터, 모바일 등 첨단 정보통신기술이 경제·사회 전반에 융합되어 혁신적인 변화가 나타나는 차세대 산업혁명이라고 정의한다. 4차 산업혁명은 모든 산업 분야에 빠르게 뿌리를 내려 빠른 속도로 발전해나가고 있으며 농축산업도 예외는 아니다. 혹자는 4차 산업혁명은 ‘농업 친화적 기술혁명’이라고 표현하기도 한다.

한국의 농업 현장은 영세하지만 ICT 기술이나 농

업기술은 세계적인 수준이기 때문에 현재의 발전 속도보다 이들이 시너지 효과를 낼 향후가 기대되는 바이다. 4차 산업혁명과 ICT 기술은 우리 농업의 구조적 취약점, 집약농업의 한계를 극복하고 우리나라 농업 경쟁력과 체질 개선을 할 수 있는 좋은 기회가 될 전망이다.

국내 농업행정 분야와 농업생산 분야 전반에서 적용되어 활용되고 있는 ICT 기술들 또한 향후 더욱 진일보된 기술들이 적용되어 활용될 전망이다. 모바일 통신을 활용하는 기술은 더욱 농업에 보편화되어 적용 될 것이며 적용기술과 활용 또한 고도화 될 것이다. 농산물품질관리원에서는 농식품의 원산지 등을 모바일 기기로 바로 식별할 수 있는 서비스를 머지 않아 적용할 예정이라고 한다.

또한 인공위성과 드론을 활용하여 농산물의 생산성을 예측할 수 있는 서비스는 물론, 드론을 활용하여 농약 살포를 하고 측사 분뇨 청소 및 자동 제초 로봇들도 몇 년 사이 상용화 되지 않을까 한다.

이러한 시대에 국내 농업에도 더욱 적극적으로 ICT 기술을 도입하여 활용하여야 함은 더 이상 선택의 문제는 아니며 반드시 발맞추어 나아가야 하는 시대의 흐름이라고 생각된다. 마찬가지로 농업 ODA에서도 ICT 기술을 적극 적용하여 추진해야 할 것이다. 세계은행과 같은 국제개발은행에서는 저개발국에 유선 인터넷 보다는 모바일폰을 활용한 다양한 프로젝트가 활발히 진행되고 있다. 오히려 아프리카 시골의 농민들도 모바일폰은 하나씩 가지고 있을 정도로 보편화 되어 있다.

KOICA 아프리카지역 농촌개발 사업 현황 및 주요사업 사례

이우정

KOICA 동아프리카실 대리

한국국제협력단(Korea International Cooperation Agency, KOICA)는 한국의 대외무상원조전담기관으로서 개도국의 사회·경제 발전을 위한 공적개발원조(Official Development Assistance, ODA)를 실행하고 있다. KOICA는 주요 지원분야로서 △교육 △농림수산 △보건 △공공행정 △산업에너지

등 5대 분야에 집중하여 지원을 실시하고 있으며, 이 중 농림수산 지원규모는 2015년 KOICA의 대외무상원조 집행액 중 약 15%(82,890천불/93,774백만원)에 해당하며, 아프리카 지역에 전체 KOICA 농림수산 분야 지원 중 약 35%가 이루어졌다. 아프리카 대상 분야별 지원에 있어서도 농림수산이

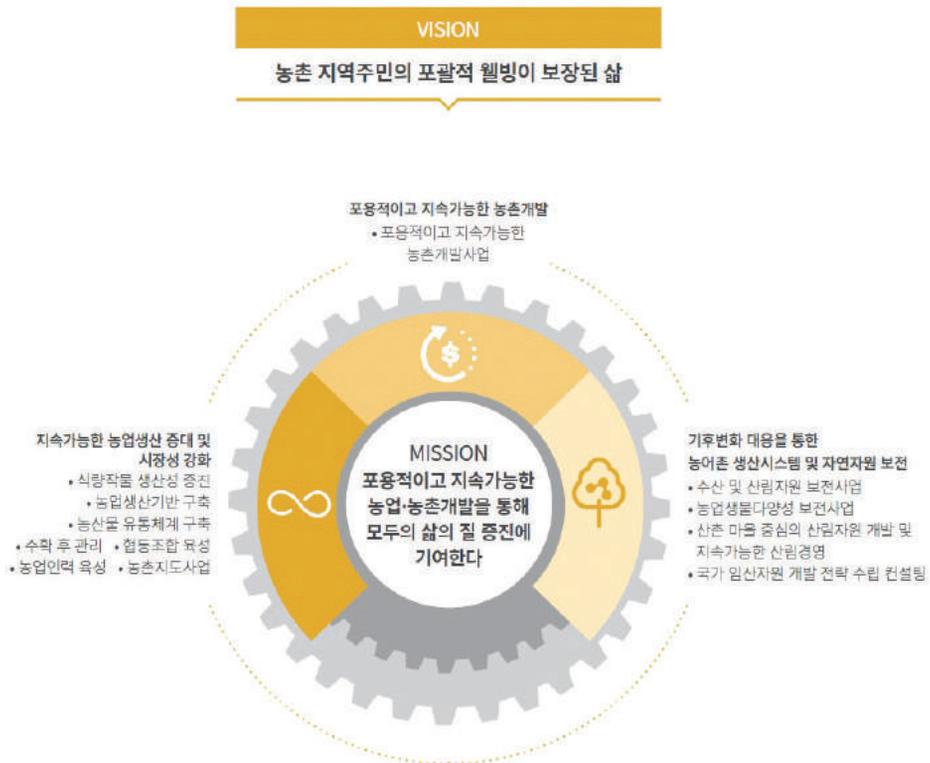


그림 1. KOICA 농촌개발 중기전략 2016-2020

출처: KOICA 농촌개발 중기전략 2016-2020(www.koica.go.kr)

* 2015 KOICA 대외무상원조실적통계(KOICA 홈페이지)

23.8%로 타 지원분야에 비해 지원규모가 큰 편으로 아프리카 지역에서 농촌개발 지원의 중요성 및 지원 필요성을 확인할 수 있다. KOICA는 보다 체계적인 지원을 위해 각 분야별 지원전략 및 국별 지원전략을 수립하여 추진 중이며, 이에 따른 동아프리카지역 주요 사업 사례를 살펴보면 다음과 같다.

□ KOICA 농촌개발 중기전략 2016-2020

KOICA는 지속가능한 발전목표(SDGs) 달성에 기여하기 위해 △지속가능한 농업생산 증대 및 시장성 강화(Sustainable production and expanding market access) △포용적이고 지속가능한 농촌개발(Inclusive and sustainable rural development) △기후변화 대응을 통한 농어촌 생산시스템 및 자연자원 보전(Consercation of rural production

system and natural resource by responding to climate change) 등 전략목표를 수립하여 농업생산기반과 자원을 지속가능한 방식으로 관리하는 포괄적 농촌개발을 지원하고 있다.

□ KOICA 아프리카지역 농촌개발 분야 지원현황 및 주요사례

KOICA는 2017년 현재 아프리카지역에서 총 21건의 농림수산 분야 협력사업을 지원하고 있으며** 2015년 아프리카지역 지원규모 138,339백만원(122,282천달러) 32,872백만원을 농림수산 분야에 지원했다. 주요 지원국가는 르완다(7,063백만원/21.5%) 에티오피아(3,610백만원/11%) 탄자니아(3,184백만원 /9.7%) 순이며 상위 지원국가가 동아프리카지역에 집중되어 있다.***

표 1. 2015년 아프리카지역 농림수산 분야 주요 지원현황

(단위: 백만원, 천달러)

국가	금액(원)	금액(달러)	비율(%)	사업 수1
르완다	7,063	6,248	21.5	2
에티오피아	3,610	3,191	11.0	1
탄자니아	3,184	2,814	9.7	2
알제리	3,170	2,802	9.6	2
세네갈	2,753	2,434	8.4	2
우간다	2,703	2,389	8.2	4
콩고민주공화국	2,213	1,956	6.7	1
수단	1,961	1,734	6.0	1
앙골라	1,746	1,544	5.3	1
가나	573	507	1.7	1
튀니지	235	208	0.7	1
계	29,211	25,827	88.8	18

출처: 2015 KOICA 대외무상원조실적통계(www.koica.go.kr)

** ODA정보포털, KOICA 사업정보(www.oda.go.kr)

*** 2015 KOICA 대외무상원조실적통계(www.koica.go.kr)

표 2. 아프리카지역 중점지원국가별 중점지원분야

국가	중점지원분야
가나	지역개발 , 보건, 교육, 에너지
르완다	교육, 지역개발 , 통신
모잠비크	교통, 에너지, 물 관리 및 보건위생, 교육
세네갈	지역개발 및 수산업, 교육, 물 관리 및 보건위생, 교통
우간다	지역개발 , 교육, 보건위생
에티오피아	물 관리 및 보건위생, 지역개발 , 교통·에너지, 교육
탄자니아	물 관리 및 보건위생, 교통, 교육, 에너지

출처: ODA Korea, 국가협력전략(www.odakorea.go.kr)

아울러, 아프리카 지역에 소재한 중점협력국가 총 7개국의 중점지원분야를 비교할 때 5개국(가나, 르완다, 세네갈, 우간다, 에티오피아)에 지역개발이 포함되어 있어 우리 측의 향후 사업 발굴 및 지원 방향 역시 지역 전반의 지속가능한 개발을 위한 농촌종합 개발에 있음을 알 수 있다.****

□ 르완다 농촌개발 사업 사례

KOICA는 현재 르완다에서 2개 농촌개발 분야 프로젝트를 실시하고 있으며, 2개 사업 모두 르완다 정부에 대한 재정지원(budget support)를 통한 수원국 시스템 활용 사업이다. 한국 정부는 전문가 파견 및 초청연수를 통한 르완다 관계자의 역량강화 뿐 아니라 프로젝트 중 르완다 측 이행사항에 대한 일부 재정지원을 실시하며, 르완다 정부는 자체 재원 투입, 정부의 농촌지역 소득증대 및 지역 개발을 위한 자체 프로그램 실시(home-ground solution), 기타 르완다 측 분담사항 등을 실시한다.

○ 르완다 야루구루 농촌종합개발사업 (2013-2018/500만불)

KOICA는 르완다 남부주 야루구루군 5개 마을을 대상으로 농촌종합개발사업을 실시하고 있으며, 우리 측 전문가 파견을 통해 농업기술전수, 테라스 조성 및 습지 개발을 자문, 축산 자문 등을 실시하고 있다. 사업대상지역은 구릉지로 농지개간이 산발적으로 이루어지고 있으며, 농로가 부재하고 인근시장 및 마을간 접근로가 협소하여 해당 지역 농민의 소득이 거의 발생하지 않는 르완다 내 최저빈곤지역 중 하나이다. 야루구루군청은 KOICA의 지원으로 습지개발, 테라스 조성, 농로 개발을 통한 농지를 확보하여 해당 지역 농민에게 불하하여 영농을 지원 중이다. 주요 작물은 감자, 옥수수 등이며 금년도는 영농 실시 2차년도(2016-2017)로서 1차년도(2015-2016)에 개발이 완료된 농지를 불하 받은 농민들이 작물을 재배하여 시장소득이 발생하고 있으며, 연내 옥수수제분공장, 옥수수건조장, 온실 등을 포함한 마을공동시설 건립이 완료되면 기대소득이 증가할 전망이다.

**** KOICA의 사업유형 중 개발컨설팅 및 프로젝트 사업에 해당하며, 프로젝트형 사업 미실시 국가는 동 표에서 제외하였음.

구분	내용
사업명	르완다 야루구루 농촌종합개발사업 (Integrated Rural Development Project in Nyaruguru)
대상국가 및 지역	르완다 남부주 야루구루군 키베호 섹터
사업기간 및 예산	2013-2018/500만불
사업목적	사업대상지역의 생활환경개선, 소득증대, 주민역량 강화 등을 통한 주민 삶의 질 향상
수원기관	르완다 농축산부(MINAGRI) 및 야루구루군청
수행기관	강원대 국제농촌개발협력사업단, 글로벌아그로네트워크
사업내용	1) 농민지원: 테라스 조성 및 토양개량(HIMO)****, 젓소 공동사육시설 조성 및 젓소 입식(GIRINKA)****, 시범영농 및 농민역량강화(영농시범포, 영농자재지원), 주민역량강화 등 2) 생활환경개선: 마을회관, 다목적창고, 옥수수건조장 등 마을공동시설 3) 전문가파견: 농업토목, 농업, 축산 등 4) 초청연수: 농촌개발과정, 축산과정 5) 기자재 지원 등

○ 르완다 농촌공동체 지원사업
(2014-2018/1,100만불)

‘농촌공동체 지원사업’은 ‘야루구루 농촌종합개발사업’과 달리 중앙부처인 르완다 농축산부(Ministry of Agriculture and Animal Resources, MINAGRI)가 수원기관이자 이행기관이다. MINAGRI는 자체 농업, 농촌개발, 농토목 등 각 분야에서 전문인력을 선발하여 SPIU(Single Project Implementation Unit)을 구성하였으며,

KOICA에서 파견한 전문가와 함께 7개 군을 대상으로 습지 및 관개지 개발, 농촌 및 농업 지도, 가치사슬 강화 등의 사업을 수행한다. MINAGRI는 이 사업을 통해 사업대상지역 내 농업생산 기반시설 확충(농지, 관개시설, 접근로 등) 및 기술전수를 통한 농산물 생산성 증진 및 지역주민 소득 증대를 전망하고 있으며 더 나아가 자립적 소득창출에 대한 주민 조직화로 지역 주민 의식 고취되어 궁극적으로 지역 빈곤이 감소되길 기대하고 있다.

구분	내용
사업명	르완다 농촌공동체 지원사업 (Rural Community Support Project)
대상국가 및 지역	르완다 4개 주 7개 군(District)
사업기간 및 예산	2014-2018/1,100만불
사업목적	우리나라의 새마을운동을 바탕으로 르완다 농촌공동체의 농업생산성 증진을 통한 소득 증대 및 삶의 질 제고
수원기관	르완다 농축산부(MINAGRI)
수행기관	르완다 농축산부(MINAGRI) SPIU
사업내용	1) 습지 및 관개지 개발: 습지 관개개발, 신규 및 개보수, 경사지 농지 개발, 토양 유실 방지, 경사지 영농 기술 보급, 농업 인프라 등 2) 가치사슬강화: 농민조직 결성 및 역량강화, 영농기술향상, 지식전수, 영농자재 지원, 농촌 지도 등

**** HIMO(Haute Intensité de Main-d’oeuvre, Labor Intensive Public Works),
***** One Cow per One Poor Family



그림 2. (아루구루) 관개시설 1



그림 3. (아루구루) 관개시설 2



그림 4. (아루구루) 테라스 조성



그림 5. (아루구루) 관개시설 3



그림 6. (아루구루) 테라스 감자 파종 모습



그림 7. (아루구루) 시범영농 당근 생육 모습



그림 8. (아루구루) 습지 개간 및 옥수수 재배 현황



그림 9. (RCSP) 습지 개간 및 벼 재배 현황

23rd Congress, Mexico City, Mexico 8-14 October 2017 Symposium

Global Review of Institutional Reform in Irrigation Sector for Sustainable Agriculture Water Management, including WUA South Korea

SeongJoon Kim*

본 논문은 올 10월 개최예정인 제23회 ICID 관개배수 멕시코 총회에서 “Global Review of Institutional Reform in Irrigation Sector for Sustainable Agriculture Water Management, including WUA”를 주제로 개최되는 심포지엄에 제출된 컨트리 페이퍼임.

1.0 Introduction

South Korea is located at the far-east of Asia, while it has a quite sound condition for agriculture with four vivid seasons and moderate temperatures (Fig. 1). It was reported from excavated relics that rice cultivation started about 1,000 BC.

South Korea is in the monsoon area so that the wet and dry seasons repeat every year with seasonal variation of precipitation requiring irrigation and drainage systems for stable agricultural activities (Fig. 2). Usually, June through August is the wet season, while most of yearly rainfall occurs during this

period, and the other 9 months have about 30% of the annual rainfall (Fig. 3). Most crops are cultivated during March to October, except for protected farming and winter crops.

Rice is still the most important grain as the staple food of Koreans since rice has been introduced (Fig. 4). Table 1 shows the cultivation areas of rice paddy and dry crops from 2006 to 2015. Table 2 shows the standard ponding depth of transplanting method during rice cultivation (Jung et al., 2014). At present, the direct seeding types covers up to about 11 % (110,000 ha) of the total paddy areas. Now, the average rice

* ICID National Member of WG-IOA Professor, Konkuk University, Department of Civil, Environmental and Plant Engineering,
#1 Hwayang dong, Gwangjin-gu, Seoul 05029, South Korea (kimsj@konkuk.ac.kr, Tel: +82-2-450-3749, Fax: +82-2-444-0186)

production is 5.0 tons/ha. However, the consumption of rice has been decreased by the change and diversity of food tastes (Fig. 5). Fig. 6 shows the area of vegetable greenhouse by type from 2005 to 2014. The paddy areas were occupied by the greenhouse expansion during 1990~1999 subsidy program of central government and the greenhouse on paddy still consistently increases. The farmers graying and the greenhouse farming increase of young farmers is now accelerating the decrease of rice cultivation. Under the situation, the direct payment to paddy rice farmers was introduced since after the 2001 WTO DDA (Doha Development Agenda). South Korea in the present days (2016) has 17,401 agricultural reservoirs, 7,890 pumping and drainage stations, and 44,848 weirs covering 440,807 ha, 193,087 ha, and 113,901 ha respectively (Fig. 7). The enhancement of agriculture and irrigation of paddy fields have been a principal responsibility for governing the country in Korean history. When the country was faced with hardship accompanying destabilizing social movements or starvation due to natural disasters, such as droughts and floods, the government has attempted to ameliorate these disasters by constructing new irrigation systems or rehabilitating existing ones.

As one of the information and communication technologies (ICT) leading countries, the use of ICT applications for agricultural water

resources management has been made due to its benefits in terms of efficiency improvement and cost effectiveness. Since 2001, the MAFRA (Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs) and the government agency KRC (Korea Rural Community Corporation) has invested in reservoir water level monitoring project, which targets at nationwide 1,570 agricultural reservoirs having effective storage above 0.1 million ton in order to watch reservoir flow, alert flood and control storage water for drought in real time (<https://rawris.ekr.or.kr>). KRC also has updated and modernized irrigation practices by introducing TM/TC (tele-metering & tele-control) technology. The project has been completed at 37 irrigation districts since 2001 will be invested until 2021 with total \$0.5 billion. Recently during 2009 to 2015, total 113 agricultural reservoirs were rehabilitated to secure 0.28 billion tons of water for flood and drought prevention including stream management flow as part of four major river restoration project (\$2.7 billion).

In this country paper, to provide understanding of irrigation sector in South Korea, the history of agricultural policy, institutional and organizational change, the present effort of PIM (Participatory Irrigation Management) and the future direction of irrigation and drainage for sustainable agricultural water management.

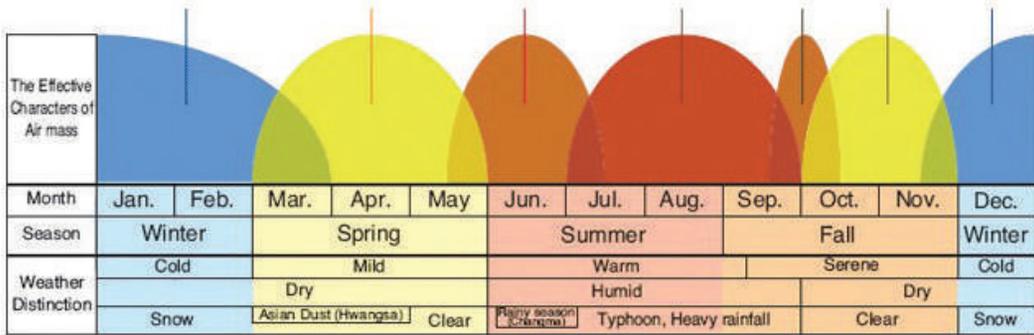


Fig. 1. Seasonal Climate Characteristics of South Korea (http://web.kma.go.kr/eng/biz/climate_01.jsp)

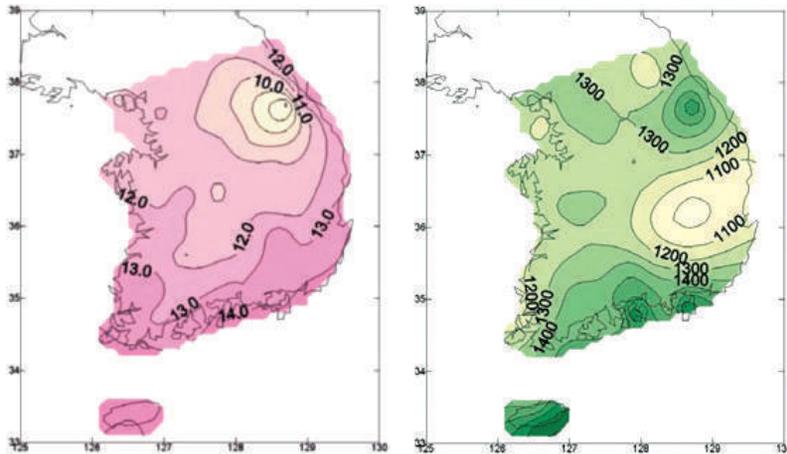


Fig. 2. Yearly normal mean temperature (°C) and precipitation (mm) of South Korea (http://web.kma.go.kr/eng/biz/climate_01.jsp)



Fig. 3. Monthly normal mean temperature (°C) and precipitation (mm) in Seoul (http://web.kma.go.kr/eng/biz/climate_01.jsp)

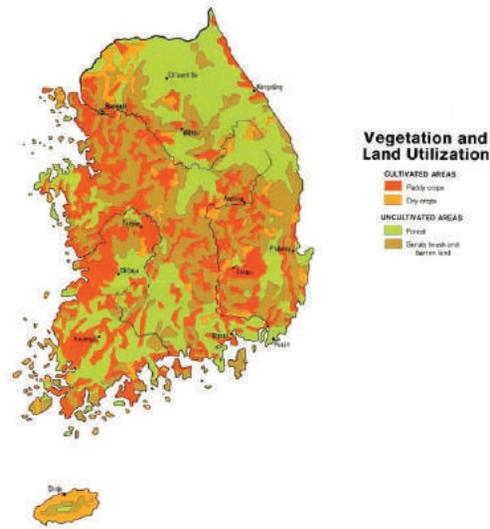


Fig. 4. Present cultivation areas in South Korea

Table 1. Trend of cultivation areas of rice paddy and dry crops from 2006 to 2015 (MAFRA and KRC, 2016)

Cultivation Area (1,000 ha)	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Total	1,800	1,782	1,759	1,737	1,715	1,698	1,730	1,711	1,691	1,679
Rice Paddy	1,084	1,070	1,046	1,010	984	960	966	964	934	908
Dry crop	716	712	713	727	731	738	764	748	757	771

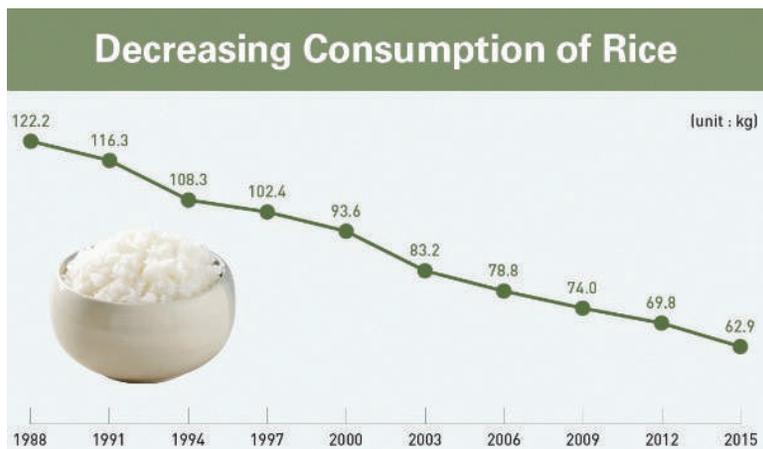


Fig. 5. Consumption of rice from 1988 to 2015 in South Korea (<http://kostat.co.kr>)

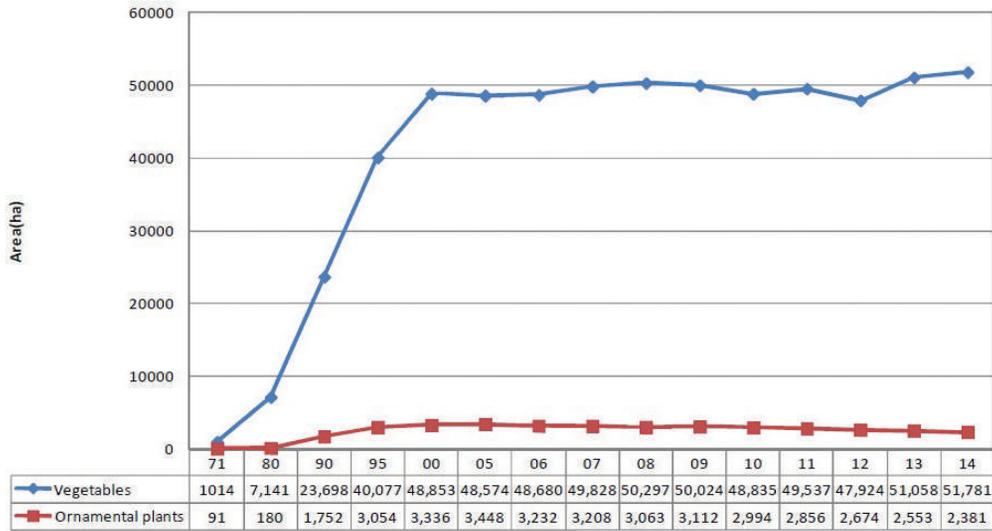


Fig. 6. Area of vegetable greenhouse by type since 1971 (unit: ha) (MAFRA and KRC, 2016)

Table 2. Standard ponding depth of transplanting method during rice cultivation (Jung et al., 2014)

Date	5/11 –5/31	6/01 –6/30	7/01–7/31			8/01–8/20		8/21 –8/30	9/1 –9/10	9/10 –9/20
Growing stage	Trans- planting	Tillering	Panicle initiation/ booting			Heading/ flowering		Ripening/drainage		
Observed ponding depth (mm)	132	50	34	58	86	38	74	103	3	0
Recommended by Government (mm)	60	40	0	60	60	60	60	40	20	0

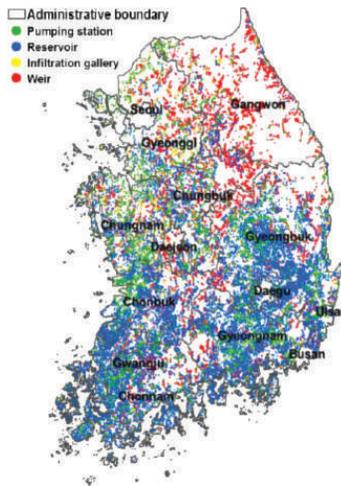


Fig. 7. Distribution of irrigation and drainage facilities in South Korea

2.0 Legal Frameworks

2.1 Review of institutional and organizational aspects of irrigation and drainage sector

Fig. 8 shows the institutional and organizational transition of irrigation and drainage (I&D) sector of South Korea from 1906 to present. Historically, the modern irrigation management started with the establishment of the Jeonbuk Water Users' Union in 1908. The beginning of I&D organization in Korea was 'Irrigation Union'. In 1938 after that, the federation of 'Irrigation Union' was founded as 'Land Federation'. Another one, 'Agricultural Land Corporation' was launched in 1942 as a government agency by merging ULIA (Union of Land Improvement Associations, 1962~1970) and GDC (Groundwater Development Corporation, 1969~1970). The 3 organizations was modified by the government law in 1962, civil law in 1962, and agricultural community modernization promotion act in 1970 respectively. In 2000, the 3 organizations were unified with equal rights to KRC (Korea Rural Community Corporation) to enhance operational efficiency of I&D sector and to strengthen services to farmers. At that time, the KRC was in charge of two third parts of the total irrigation areas with about 20% facilities and the remains were to local governments. The KRC raised operation and management (O&M) funds through profitable business, such as sales of irrigation water, lease of facilities and disposal of

assets together with supports from central government.

Since the KRC organization, the irrigation water was provided free of charge and the operation expenses of KRC were totally supplied from the central government. The yearly water charge before 2000 was 5 kg of rice per 10 are. The farmers union is now existed as 'Managing Board of Representatives' with central board (14 farmers) and branch boards (1,139 farmers) nominally. Thus, the Participatory Irrigation Management (PIM) by the FLIAs farmers was almost disappeared since 2000 and the irrigation responsibility was totally transferred to KRC as the Public Irrigation Management (called PubIM in our case). Fig. 9 shows the present Public Irrigation Management Structure. Now, the farmers cannot participate in decision making for irrigation management in KRC areas and cannot elect union and regional office leaders. Because the KRC forms the boards, and nominates the central and regional representatives, now the farmers had no decision-making authority.

In 2000, even though South Korea has grown the GDP world ranking as 12th, the agricultural water use occupies about 65% with 35 % irrigation efficiency which is less than 38 % for the 93 developing countries in 1998. Under the particular situation of aging farmers, aging facilities, and pushback on the priority list by the government industrial policy, the KRC has strived to improve the

management and operation efficiencies by (control) technology.
 introducing TM/TC (tele-metering & tele-

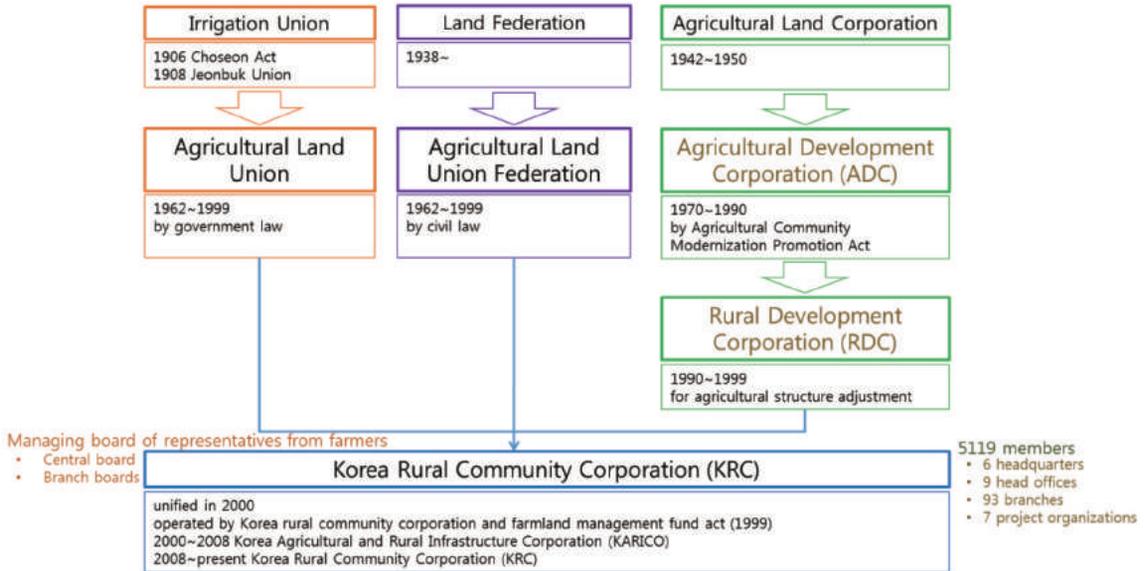


Fig. 8. Government Organization of Irrigation Management in South Korea since 20th Century

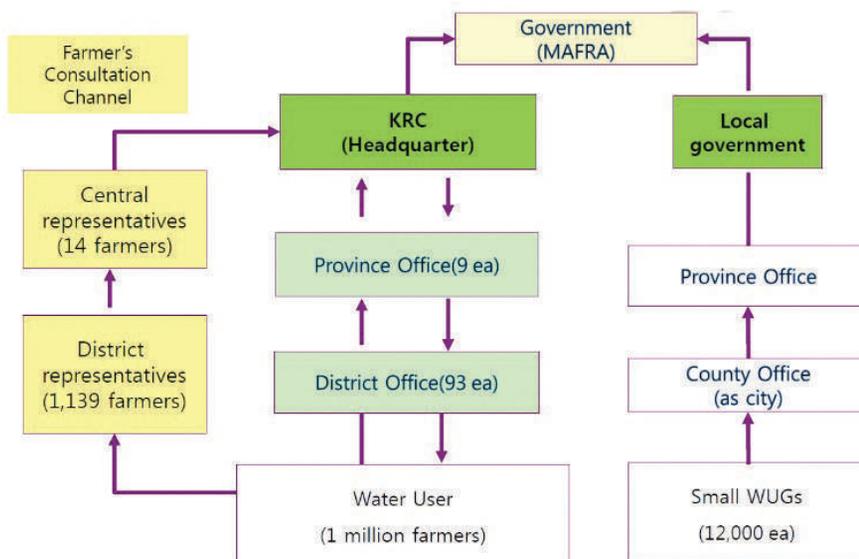


Fig. 9. Public Irrigation Management Structure since 2000 (Lee and Kim, 2011)

2.2 Issues and challenges related to land and water

Before telling about the issues and challenges of our future land water, we need to understand couple of things which have been affected to agricultural land and water in South Korea.

Firstly, 'Large scale project for integrated agricultural development' started in 1969 acquiring loans from IBRD, ADB, and OECF. Together with the graduation of GATT-BOP in 1989, the on-going large scale projects were continued with 100 % support of government subsidy. Almost the projects were conducted with land reclamation projects along the west coast. Presently still we have 2 large projects of Saemangeum (1991~) and Yeongsan (Phase I: 1972~1986, Phase II: 1976~2007, Phase III: 1985~, Phase 4: 2001~) river basin agricultural development (Fig. 10 and Fig. 11). With the aid of the projects, we accomplished 100% of rice self-sufficiency ratio by overcoming the population growth.

Secondly, as shown in Table 3, the government agricultural policy was turned to 'rural community' development from 'agricultural infrastructure' development since 1990 for farmers' protection from the coming GATT-UR and FTA, and rural life quality improvement. The 'Special Act for Rural Community Development' was enacted in 1990, and in 1991, a comprehensive plan of a 42 trillion won investment and loan plan

for the agricultural sector during 1992~2001 was established. Thus, the budget for agricultural land and water development has been decreased by finishing the pre-existing large scale projects while the welfare budget for rural community development has gradually increased until present. The government legislated a Direct Payment Program for paddy field agriculture in 2000, a Direct Payment Program for compensation of income from rice in 2002, and a Special Act for Improved Quality of Life in 2005. At present, the rice and dry crop subsidies are about \$850/ha and \$360/ha respectively.

Thirdly, the environmental problem has become the social issue since 1990. The compensation for fishery rights by tideland reclamation, the value comparison between mudflat ecological system and agricultural land development impeded and retarded the project progress for a long time. In addition, the nonpoint source pollution from agricultural lands and point source pollution from rural communities are still the critical issue to prevent the water quality decline by increasing investment in BMP and village-unit sewage treatment facilities.

Lastly, the climate change approached to agriculture as a big threatening factor. The 2001 spring extreme drought for 3.5 months and the mega flood by Typhoons of 2002 Rusa and 2003 Maemi provoked to re-plan the irrigation and drainage infra for future climate change adaptation and mitigation.

The ICT application to I&D facilities has been the solution to implementation method.

With the above agricultural policy changes and factors to solve the future agricultural land and water problems, presently we need some new emerging issues and challenges for our national food security with safe, stable, and efficient I&D.

By the tendency of holding for rapid decrease of rice paddy area and gradual increase of dry crop area, we need some suitable irrigation system for cry crops using the existing irrigation networks and need to improve the irrigation efficiency by recommending drip irrigation system. For the increase of greenhouse cultivation by young generations, the farmers need all the year round customized irrigation water under their own water supply facilities, for example,

personal groundwater development. Because of this kind of groundwater abuse for warmth keeping during winter periods cultivation, we need to recharge the used warmth keeping groundwater. This also will help to solve the stream drying phenomena which have been a social problem since 2000 by the increase of winter groundwater use, temperature increase bringing earlier spring, and dry spell increase during spring periods.

Recently, the smart farming boom using the fully controlled environment with ICT has been created. We can foresee that the smart farming and further smart crop production factory would be alternative solutions for our limited land and water problems. The ‘smart’ cultivation can be an attractive job market by accomplishing one’s own little world water–food–energy nexus.

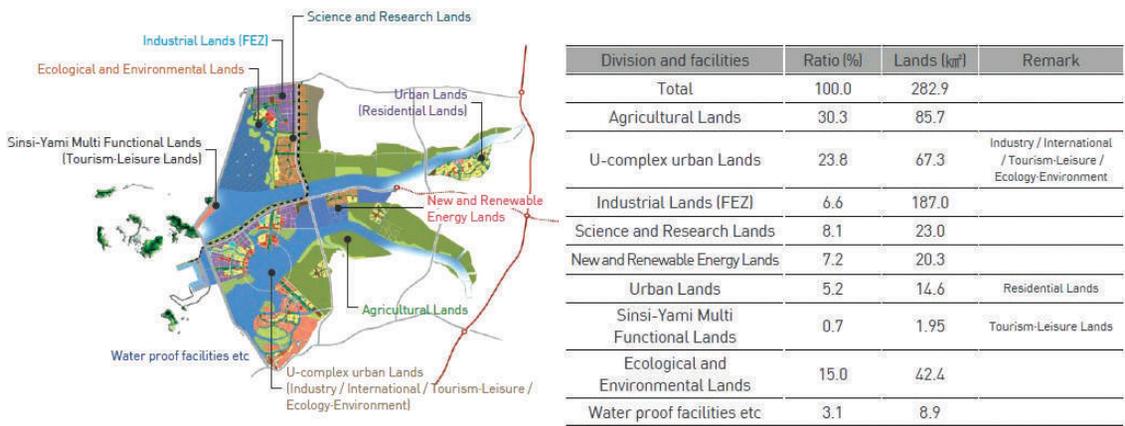


Fig. 10. Saemangeum large scale project outline (www.isaemangeum.co.kr)

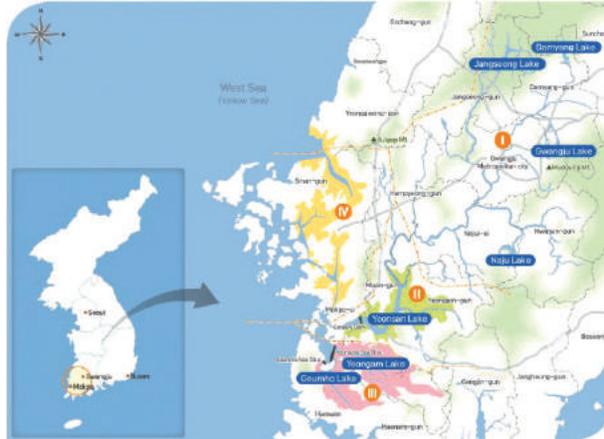


Fig. 11. Yeongsan large scale project outline (KRC and KCID, 2014)

Table 3. Post-1945 Changes in Agricultural Policies and Irrigation and Drainage Projects (KRC and KCID, 2014)

Period	Agricultural Policies	Main Issues and Policies for Construction of Agricultural Infrastructure
1945~1959	Poor food supply and stabilization of grain price • Grain collection and price control • Farmland reform (1949) • 3-year plan for increased agricultural production (1949~1951)	Period of rehabilitation • Projects for restoration of irrigation and drainage • Rehabilitation of war damages • Expansion of irrigation and drainage facilities
1960~1969	Construction of infrastructure systems for self-sufficiency of food • Increased farmers' income and food production • Establishment of 5-year economic development plan • Legislation of Framework Act on Agriculture (1967)	Period of project launching • Legislation of farmland improvement projects • Implementation of survey of resources for upland and tideland reclamation • Intensive development of irrigation facilities (pumping stations and groundwater) • Implementation of land consolidation to modernize of rural areas
1970~1979	Agricultural policy for increased production • Enactment of the Saemaeul Movement* (1970) • Stabilization of income and structural adjustment • Continuation of stabilized agricultural production • Self-sufficiency of staple grains (1977) • Continuous growth of agricultural sector	Period of project expansion • Launching large scale comprehensive agricultural development: 13 projects including Geumgang-Pyeongtaek Project, Yeongsan River Basin Agricultural Development Phase I Project • Expansion of upland and tideland reclamation, and land consolidation projects

1980–1989	<p>Diversification of policy goals for staple grains</p> <ul style="list-style-type: none"> • Persistent growth of agriculture and farmers' income • Stabilization of food production • Improvement of rural structure • UR negotiation and import opening 	<p>Period of project diversification</p> <ul style="list-style-type: none"> • Establishment of 10-year plan for development of agricultural water • Expansion and quality improvement of land consolidation projects • Farmland management fund and substituted farmland development system • Establishment of comprehensive measures for rural area (1986)
1990–1999	<p>Turning point of agricultural policies</p> <ul style="list-style-type: none"> • Strengthening of competitiveness of agriculture • Stabilization of agricultural production capacity • Establishment of for 42 trillion won investment & loan program for agricultural sector (1991) • Establishment of 5-year plan for new agricultural policy (1993) • Legislation of Framework Act on Agriculture and Rural Community (1998) 	<p>Period of project rearrangement</p> <ul style="list-style-type: none"> • Legislation and revision of related acts and laws • Implementation of upland rearrangement project (1994) • Adoption of large scale units based land consolidation project • Introduction of multiple use concept to farmland improvement project

2.3 Need for institutional and organizational structure reforms for sustainable water management

The present agricultural water situation in South Korea can be summarized as follows. The irrigation water became free of charge since 2000 by the government policy. The KRC has been working steadily to raise the irrigated paddy areas and now they reached to 80,6 % (752,598 ha) in 2014 statistics. Among them, 60.1 % has the capacity to endure 10–yr return period of drought. However, by the 11 times droughts (2000, 2001, 2006, 2008, 2009, 2012, 2013, 2014, 2015, 2016, 2017) since after 2000, the agricultural reservoirs frequently fell far

beneath the average in their original capacity at the right time of irrigation needs.

By the economic disadvantage compared to other industry reaching to limitation for hard–infrastructure development, environment priority over agriculture, and climate change attack for infra itself, the agriculture is placed in a dilemma between holding operations for the present organizations and making a breakthrough by new emerging technologies (for example, drone monitoring, self–driving tractor, big data computing etc.).

Now, the management organizations of agricultural water resources and watershed streams are separated to Ministry of

Agriculture, Food and Rural Affairs (MAFRA) and Ministry of the Interior (MOI). For the integrated water resources management (IWRM) in agricultural sector, we need the organization unification of water management function between MAFRA and MOI to keep the always flowing streamflow from watershed to streams and secure the reservoir inflows for irrigation water requirements.

3.0 The Participatory Irrigation Management (PIM) in South Korea

3.1 The need of PIM and its approach

As mentioned earlier, the irrigation responsibility was totally placed on the government agency, KRC in 2000 by national law. Since 2000, the irrigation water has been converted to free of charge and the management and operation expenses of KRC were totally supplied from the central government. Thus, the Participatory Irrigation Management (PIM) chance was almost disappeared since 2000 and the remaining things are the irrigation channel mainly for branch channels and lateral turnouts employing rural peoples by KRC.

With this kind of situations, the irrigation water was supplied by the farmers' requests from reservoir managed by KRC and local governments, and reuses the discharged water to the downstream by using pumping stations. Because of the free water and

the low efficiency of irrigation water, the KRC has converted the earth canals to concrete canals and introduced the TM/TC irrigation control system to enhance the water conveyance efficiency. Even this kind of government investment efforts, there are still difficulties for managing the automated lateral turnouts because the farmers are struggling to supply water first to his/her field and eventually break the turnout function. This causes the low irrigation efficiency even though the government invested the modernization of irrigation system during the past couple of decades.

Since 1962, South Korea has focused on the self-supply achievement of rice as a national policy. By the reason, the irrigation system has been developed for rice paddies and the irrigation system for dry crops was not well developed by the reason of small cultivation areas and the difficulty for the water conveyance to hillslope areas from stream or reservoir. Thus, the dry crop areas are still remained as irrigation vulnerable areas especially for spring drought periods.

Thus, we need two tracks of PIM recovery for rice paddies irrigation and dry crops irrigation. For the rice paddy PIM among the many approaches, one of the South Korea customized PIM can be the introduction of incentive granting program for the good maintenance of turn out based on the affiliated farmers or district unit. For the dry crop PIM, the co-utilization of groundwater

well can be one of the way. However, most of the dry crop farmers are small hold farmers, KRC need to develop the well, and the water supply system and almost the whole operation cost need to be supported by the government.

Now, the irrigation management transfer (IMT) from local government to KRC is an emerging social issue for better I&D service. The irrigation sector managed by local government has received relatively low quality of service by the insufficient financial support from local government compared to the KRC. Thus, there was a recent study (Choi et al., 2016) for the IMT with an extensive survey with structured questionnaires. The survey results showed that most of the farmers, KRC members, and local government officials agreed with the IMT from local government to the KRC. However, the transfer of assets revealed divided opinions for the farmers' contribution to the maintenance of canals, including clearing water weeds and dredging ditches. In addition, some actions have to be implemented to improve irrigation management by encouraging farmers' participation under the public irrigation management (PubIM) system. These actions include reorganization of the discarded water management committee to revive the concept of PIM and direct subsidies for loyal farmers as an incentive for their labour.

3.2 Water use efficiency and Cost recovery

Irrigation canal and drain improvement is

steadily implemented to increase irrigation efficiency. Earth, lined and flume canals are quite typical waterways for irrigation in Korea and drop, chute and gates are usually used for slope declining and water distribution in irrigation networks. Structured canal ratio has been increased due to the effort for irrigation efficiency improvement as shown in Fig. 12. In addition, the use of ICT applications for agricultural water resources management is being made due to its benefits in terms of efficiency improvement and cost effectiveness.

Table 4 shows the transition of irrigation water fee from farmers and Table 5 shows the constitution of irrigation management cost from water fee, subsidy from government, and revenue from FLIA (Farmland Improvement Association) before 2000. Since 2000, after the farmers' water fee was exempted, the O&M costs were provided by the central government and KRC. The O&M cost increased from \$214 million in 2000 to \$339 million in 2013. The cost share in 2013 was 36.6% for government and 63.4% for KRC. The KRC requests more government funds with the maintenance cost share between central government: local government: KRC: farmer of 4:3:2:1. According to a survey conducted by the KRC in 2007, 39% of farmers were willing to pay water fees of \$60 per ha, which was about 10% of the total maintenance cost (Lee and Kim, 2011).

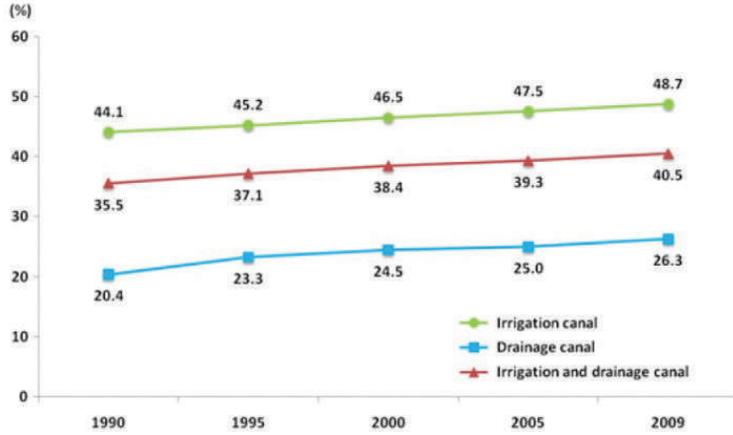


Fig. 12. Changes of structured canal during 1990~2009 (MAFRA and KRC, 2012)

Table 4. Transition of irrigation water fee from farmers (Lee and Kim, 2011)

Classification	Year	Irrigation fee
Before 1987 (Non Subsidy by Government)	1908~	- Establish Irrigation Association - Collet Irrigation Association member fee(IAF)
	1917~	- Enactment for IAF (Farmers say not IAF but Irrigation tax)
	1952~	- Permission parallel payment of IAF(Cash, Goods)
	1983	- Setting maximum of IAF Reservoir beneficiary area 25kg/10a Pumping station 30kg/10a Pumping & Drainage station 35kg/10a
After 1987 (Subsidy by Government)	1987~ 1989	- Rejection and abolition demand by water user(farmer) - Rapidly reduction of IAF (‘87 25kg => ‘88 10kg => ‘89 5kg)
	1997	- Change to Cash(6 USD/10a)
	2000	- Abolition of IAF

Table 5. Constitution of irrigation management cost before 2000 (Lee and Kim, 2011)

Classification	1987	1988	1989	1999	2000	
Standard of IAF (per 10a)	Rice 26kg	Rice 10kg	Rice 5kg (89~95)	6USD (96~99)	-	
Irrigation management cost	Irrigation fee	66%	23%	13%	8%	-
	Subsidy by Government	7%	45%	61%	21%	30%
	Revenue by FLIs	27%	32%	26%	71%	70%

4.0 Challenges

4.1 Water Accounting and Auditing

The water accounting in agricultural sector of South Korea has not been properly treated. Since 2001, the MAFRA (Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs) and the government agency KRC (Korea Rural Community Corporation) has invested in reservoir water level monitoring project, which targets at nationwide 1,570 agricultural reservoirs having effective storage above 0.1 million ton in order to watch reservoir flow, alert flood and control storage water for drought in real time (<https://rawris.ekr.or.kr>). KRC also has updated and modernized irrigation practices by introducing TM/TC (tele-metering & tele-control) technology. The project has been completed at 37 irrigation districts since 2001 will be invested until 2021 with total \$0.5 billion. Recently during 2009 to 2015, total 113 agricultural reservoirs were rehabilitated to secure 0.28 billion tons of water for flood and drought prevention including stream management flow as part of four major river restoration project (\$2.7 billion).

4.2 Engineering challenges

South Korea is now preparing the forthcoming 4th industrial revolution (4IR) age by strong soft-infrastructure building. As already mentioned, the keyword in private sector is 'smart' by introducing summarized ICT. Since the technological foundation of the

fourth Industrial Revolution is ICT, it is required to reestablish nationwide ICT policy driving system or ICT governance. Since the technological foundation of the fourth Industrial Revolution is ICT, it is required to reestablish nationwide ICT policy driving system or ICT governance. Since the technology foundation of 4IR is ICT and pursues hyper-connection mutually, it is required to reestablish nationwide information linkage between a sector and other sectors. This means that the government side needs to reform or link the institutional and organizational structures in irrigation sector and the related sectors. South Korea has central government organizations for irrigation water management by KRC (Korea Rural Community Corporation, <http://eng.ekr.or.kr/Kenpub/index.krc>), crop water management by RDA (Rural Development Administration, <http://www.rda.go.kr/foreign/ten/>), agricultural product distribution by aT (Korea Agro-Fisheries & Food Trade Corporation, <http://www.at.or.kr/home/apen000000/index.action>), and local government institutions at each city and provinces for providing agricultural technology and information (<http://agro.seoul.go.kr/>, <http://nongup.gg.go.kr/>). If they are linked each other, they can provide alive information and knowledge contents from farming irrigation to food supply to personnel (from watershed agricultural water resources–water production–water supply–water consumption–crop yield–food delivery–food safety–to people's welfare) (Fig. 13).

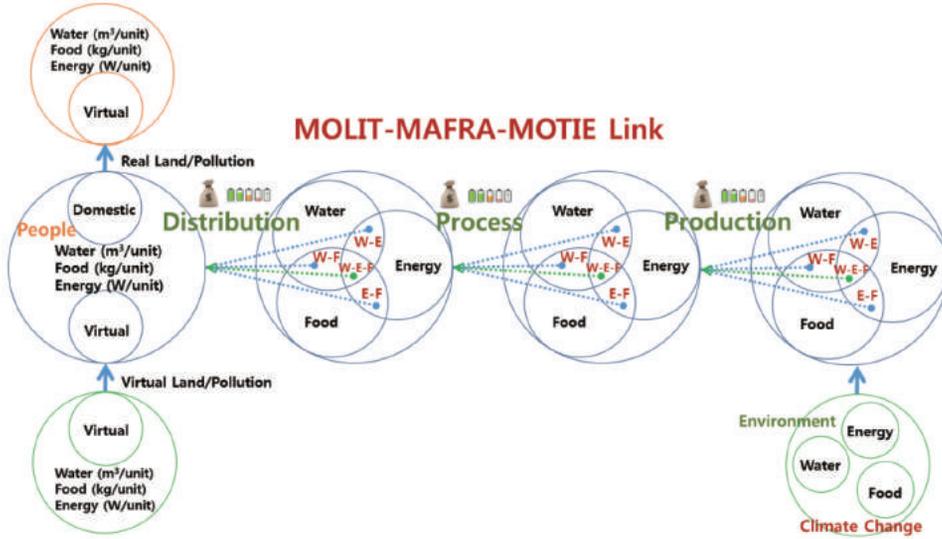


Fig. 13. Concept of Water–Food–Energy Nexus
 MOLIT: Ministry of Land, Infrastructure and Transport
 MAFRA: Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs
 MOTIE: Ministry of Trade, Industry and Energy

4.3 The direction of Public Private Partnership (PPP) in South Korea

The irrigation management system of South Korea has been revolutionarily changed by the law in 2000 from private (PIM; Participatory Irrigation Management) to public (PubIM; Public Irrigation Management). From this change, there were positive and negative aspects for the water supply and use. The positive effects by PubIM were the stable investment of new I&D facilities and repairs, the systematic operation of I&D facilities, and the risk management for drought event by KRC. The negative effect were the full dependency of water supply from central and local governments. This resulted in the weakened and limited participation for irrigation works, and the abuse of water as

a result with still less than 40% irrigation efficiency even though the O&M and branch channels have been modernized.

Therefore, we need to recover the partnership acceptable and executable with farmers for water saving and environmental conversation of their private controlled areas. For the farmers’ participation, the government needs to give incentives for the farmers’ efforts of saving and conseravtion, and financial supports for the new WUG (Water Users Group) organization and activities. For the partnership restoration between public and private, the KRC needs to to give more rights and duties to the board of representatives in the KRC and government decision making processes. Among the rights and duties to be given and recovered, the most important

and first thing is the reorganization of WUGs to revive the concept of PIM through the autonomously reinforced new type of WUGs. The second thing is that KRC needs to recover the rights of collecting water fees from the farmers for the better irrigation service adjusted by PPP between WUGs and KRC.

5.0 Recommendations

As described above, the PIM and the PPP concepts of South Korea were broken and could not be operated well by the government legal action of unification from 3 organizations (ALU, ALUF, and RDC in Fig. 8) to government agency, KRC in 2000. After that, the irrigation management has been dependent on public side. Thus, we, first of all, should recover the function of PIM and PPP by reorganizing WUGs with decision making rights and water price duty for better water sharing and service.

Agricultural water management is so complex because it concerns different spatial and temporal scales and multiple stakeholders with varying goals. Information on the spatio-temporal variability of environmental parameters, their impacts on soil, crop, water, and other components of farming play a major role in formulating the farmers' strategy. Today, farmers and water-related stakeholders can utilize the convergence of several technologies including in-field sensors, geographic information system

(GIS), remote sensing (RS), crop and water simulation models, prediction of climate and advanced information processing and wire/wireless communications (Panchard et al., 2006). As already mentioned, the information and communications infrastructure in South Korea is now well equipped for irrigation management applications between government and farmers. Thus, as the future irrigation water management of South Korea, it is necessary to build the bi- or multi-directional synchronous linkage of shared information for irrigation management. This is the direction of 4th industrial revolution preparation in agricultural activities.

The big problem to solve is the adaptation and mitigation of climate change impact on sustainable irrigation. The future climate trend certainly goes to become hotter and drier resulting in the difficult irrigation water management. Despite increased stress on agricultural water resources, many water users and managers are still unaware of practical, cost-effective irrigation water efficiency improvements they can make. Strategies or plans for irrigation water efficiency are largely lacking, both in the public and private sectors. The PPP for enhancing the irrigation water use efficiency in supplying and cultivation processes are very important. The irrigation water efficiency should be the indicator between the amount of water required for irrigation purpose and the amount of water used or delivered for irrigation (Vickers, 2001).

References

- ▶ Choi SM, Yoon KS, Kim JS. 2016. Irrigation management transfer between public organizations and the role of participatory irrigation management under public irrigation management in Korea. *Irrigation and drainage* 65: 69–75
- ▶ Jung CG, Park JY, Kim SJ, Park GA. 2014. The SRI (system of rice intensification) water management evaluation by SWAPP (SWAT–APEX Program) modeling in an agricultural watershed of South Korea. *Paddy Water Environment* 12(1): 251–261
- ▶ Korea Rural Community Corporation (KRC), Korea National Committee on Irrigation and Drainage (KCID). 2014. *Agricultural Development in Yeongsan River Basin, Korea*. KRC: Republic of Korea
- ▶ Lee SH, Kim TC. 2011. Encouraging farmers' participation in Public Irrigation Management in Korea. In: *Proceedings of ICID 21st International Congress on Irrigation and Drainage, Iran, Tehran; 181–191, October 15–23*
- ▶ Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs (MAFRA), Korea Rural Community Corporation (KRC). 2012. *Statistical Yearbook of Land Water Development for Agriculture 2012*. MAFRA and KRC: Seoul, Republic of Korea
- ▶ Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs (MAFRA), Korea Rural Community Corporation (KRC). 2016. *Statistical Yearbook of Land Water Development for Agriculture 2016*. MAFRA and KRC: Seoul, Republic of Korea
- ▶ Panchard J, Rao S, Prabhakar TV, Jamadagni HS, Hubaux JP. 2006. COMMON–Sense Net: Improved water management for resource–poor farmers via sensor networks. *International Conference on Information and Communication Technologies and Development, Berkeley, CA; 22–33*
- ▶ Vickers A. 2001. *Handbook of Water Use and Conservation*. WaterPlow Press: Amherst, MA

미국 캘리포니아 및 텍사스 주의 지하수 최적분배를 통한 관리 방안

이병선*, 송성호**, 김원석***

Groundwater management plans by optimal distribution policies of California and Texas states, USA

Byung Sun Lee*, Sung-Ho Song**, Wonsuck Kim***

This study reviewed the groundwater policies, particularly, with respect to optimal groundwater distribution of California and Texas states in USA as benchmarkings for the purpose of improving domestic groundwater regulations. In the California state, severe drought resulted in the statewide groundwater elevation monitoring (CASGEM) program. CASGEM designated a total of 515 alluvial groundwater basins to be 43 high, 84 medium, 27 low, and 361 very low prioritization basins based on sum of eight indicators. Groundwater levels for a total of 127 basins (43 high and 84 medium basins) have been monitored after classification for sustainable groundwater management. Groundwater sustainability agencies (GSAs) of 127 priority basins were established to pursue groundwater sustainable plans (GSPs) every 5 years. Implement of GSPs will be evaluated by the state water resource control board (SWRCB). If the implement does not meet the GSPs, SWRCB can enforce GSAs to implement GSPs. In the Texas state, water markets have been considered as the most effective regulation for optimal water distribution. Water rights may be deal in material goods, which increases household profits and induces optimal water use, simultaneously. Trade of water rights is conducted through sales, rents, designation of specific years, and activation of water bank/trust. Whole or partial right can be traded between seller and buyer, which induces groundwater to be distributed to the most needed area. Strategies regarding CASGEM and water market would be good benchmarkings for domestic groundwater plans such as local government's groundwater management plan and rural groundwater management plan, which would result in more optimal and sustainable management of domestic groundwater resources.

Keywords: Distribution, Groundwater, Optimal management, Sustainability, Water right

1. 서론

최근 기후변화에 따른 기상이변은 우리나라를 비롯하여 미국 서부, 브라질, 중국, 스페인, 호주 등 전세계적인 하천수 고갈 등 물 부족 문제를 발생

* 한국농어촌공사 농어촌연구원, 주임연구원 (byungsun94@ekr.or.kr)
(Rural Research Institute, Korea Rural Community Corporation, Associate Researcher)

** 한국농어촌공사 농어촌연구원, 수석연구원 (Corresponding author, shsong@ekr.or.kr)
(Rural Research Institute, Korea Rural Community Corporation, Principal Researcher)

*** 텍사스주립대학교 지질학과, 부교수 (delta@jsg.utexas.edu)
(Department of Geological Sciences, University of Texas at Austin, Associate Professor)

시키고 있다. 지하수는 물 부족 기간에 대응할 수 있는 소중한 수자원으로, 국내의 경우, 2015년 현재 연간 최대 지하수 개발가능량의 약 32%(약 41억 $m^3/year$)만이 이용되고 있으며, 이론적으로 68%(약 87억 $m^3/year$)에 해당하는 물을 추가로 공급할 수 있는 잠재력을 지니고 있다(MOLIT and K-water, 2016). 물론, 물 부족 문제의 해결책은 신규관정 개발을 통한 지하수 공급만이 아닐 수 있고, 무분별한 지하수 개발·이용은 지하수 고갈을 초래할 수도 있으며, 난개발에 따른 불용공 발생은 관리 부실에 따른 대수층 수질오염확산 문제를 일으킬 수도 있다. 따라서 적정 수준의 지하수 이용을 유지하고, 물복지 사각지대가 없도록 균형잡힌 지하수 공급을 상시 실현하며, 나아가 최적 분배를 통한 지하수 관리 방안을 마련할 수 있다면, 물 문제 극복방안 마련은 물론 조화로운 지하수자원 이용을 위해 한 걸음 더 나아갈 수 있을 것이다.

미국 캘리포니아 주에서는 지난 2010년대 초중반 엘니뇨현상에 의해 유발된 장기가뭄과 인구 증가에 따른 물 문제를 극복하고자, 2014년 7월에 『캘리포니아 지하수 수위 관측(CASGEM; California Statewide Groundwater Elevation Monitoring)』 프로그램을 시행하였다. 이 프로그램을 통해 캘리포니아 주 총 515개 층적층 지하수 분지 가운데 물 관리가 시급한 127개 분지를 지정하고, 지하수 수위 관측을 시행하였다. 이 후, 2014년 9월에 『지속가능한 지하수 관리법(SGMA; Sustainable Groundwater Management Act)』을 제정하여, 이들 127개 분지의 지역 지하수 관리기관으로 하여금 『지하수 지속가능성 계획(GSPs; Groundwater Sustainability Plans)』 또는 이와 『유사한 계획(Alternatives)』을 수립하여 제출하도록 요구하였다(DWR, 2014). 지속가능한 지하수 관리란,

만성적인 지하수 수위 하강으로 인한 지하수 고갈, 지하수 부존량 감소, 해수침투 발생, 지하수 수질 저하, 지반침하, 그리고 지하수와 수리적으로 연결된 하천수의 고갈 문제 등을 사전에 예방하며 지하수를 건전하고 지속가능하게 이용하는 것을 일컫는다. 그리고 2016년 5월에, 캘리포니아 주 수자원국(DWR; Department of Water Resources)은 『지하수 지속가능성 계획 비상 규정(GSP ERs; Groundwater Sustainability Plan Emergency Regulations)』을 마련하여 분지별 지속가능한 지하수 계획 수립과 시행을 지원하고, 주민들에게 지속가능한 지하수 관리 법규를 상세히 알려 지하수자원의 소중함을 고취시키고자 하였다(DWR, 2016).

미국 텍사스 주에서는 지난 2009년부터 2013년까지 발생한 장기가뭄으로 물 공급과 수요 사이에 불균형이 발생했고, 하천수와 지하수가 심각한 고갈 위기를 맞이하였다. 이에 더불어, 도시화에 따른 인구증가(2014년 현재 인구증가율 24.4%)로 과거보다 더 많은 하천수를 전용하고, 더 많은 지하수를 양수하여 이용하였지만, 이러한 대응방안은 항구적인 해법이 될 수 없었다(Airhart, 2012). 『물 시장(Water Markets)』은 제한적인 수자원을 물 판매자와 수요자 사이에 자발적으로 매매하여, 수자원을 가장 가치있게 사용할 수 있는 쪽으로 재배치하고 수자원 보전방안을 모색하는 제도로서(Ballew, 2014), 이미 오래된 제도이며 텍사스 주만의 새로운 제도는 아니다. 그렇지만, 텍사스 주 중앙부에 위치한 『에드워드 대수층 관리국(EAA; Edward Aquifer Authority)』은 탄력적인 지하수 관리를 위해 이 제도를 유용한 도구로 사용해 왔으며, 물 판매자와 수요자 간의 자발적인 거래로, 필요한 곳에 물을 재배치함으로써 물수요에 대응하고, 지하수자원의 최적 분배를 실현코자 하였다. 그리고 좀더 높은 부가가치를

위해 지하수가 이용될 수 있도록 하여 경제성장을 지지할 수 있도록 추진하였다(Boadu et al., 2007). 이 연구에서는 기후변화 및 물 수요 대응을 위해 캘리포니아 및 텍사스 주에서 시행되는 지하수 관리 제도(지하수 지속가능성 계획 및 물 시장)를 살펴보고, 우리나라 제도와 비교하여 국내 지하수 자원의 지속가능한 이용 및 최적 관리로의 시사점을 도출하고자 한다.

II. 캘리포니아 주의 지속가능한 지하수 관리 제도

기상이변에 따른 장기가뭄과 인구증가에 따른 지하수 수요의 증가는 캘리포니아 지하수 수량과 수질의 악화를 초래하였으며, 캘리포니아 지하수자원의 지속가능성에 대해 우려를 자아내었다(CWS, 2012; USGS, 2009; Walker, 2010). 2009년 캘리포니아 주정부는 이에 대한 대응방안으로 지하수 관측(Groundwater Monitoring) 법안을 통과시켰고, 이 후 캘리포니아 주 수자원국(DWR)은 『캘리포니아 지하수 수위 관측(CASGEM)』 프로그램이라는 이름으로 지하수 관측법을 시행 중이다. 캘리포니아 주 지하수 수위 관측 프로그램(CASGEM)의 목적은, 캘리포니아 주의 총 515개 충적층 지하수 분지에 대하여, 각 분지별 지하수 수위의 계절적인 변동과 장기 변동 추세를 정기적, 조직적으로 관측하는 정규 지역 관리 프로그램을 설립하고, 일반인 누구나 쉽게 활용할 수 있는 지하수 수위 정보를 구축함에 있다. 캘리포니아 주 지하수 수위 관측 프로그램(CASGEM) 법령의 일환으로, 2014년 7월 캘리포니아 주 수자원국(DWR)은 공청회를 거쳐 총 515개 지하수 분지에 대하여 관리 우선순위를 구분하여 확정하였다. 관리 중요도에 따라 4개 관리 순위(높은 순위, 중간 우선순위, 낮은 순위 및 매우

낮은 순위)로 구분하였으며, 인구밀도가 높고 지하수 이용량도 많은 127개 분지(높은 순위 43개 분지, 중간 순위 84개 분지)에 대하여, 해당 분지의 지역 지하수 관리기관(GSAs; Groundwater Sustainability Agencies)으로 하여금 지하수 지속가능성 계획(GSPs) 또는 이와 유사한 계획을 매 5년마다 수립하게 하고 이를 달성토록 규정하였다. 그리고 캘리포니아 수자원국(DWR)은 이들 127개 분지의 지하수 지속가능성 계획(또는 유사 계획)을 평가하고, 분지별 지하수 지속가능성 목표를 달성할 수 있게끔 지원토록 하였다(DWR, 2014). 아래 2.1~2.4절에는 DWR(2014, 2016) 및 캘리포니아 수자원국 웹사이트(www.water.ca.gov)를 참고하여 상세한 내용을 서술하고, 우리나라 지하수 제도로의 시사점을 기술하였다.

1. 지하수 분지 관리 우선순위 산출

지하수 분지의 관리 우선순위는 아래 8개 인자를 고려하여 지정되었다. 각 분지별 면적이 서로 다르기 때문에, 1~6번 항목에 대해 표준화 작업이 시행되었고, 0~5점 범위로 점수가 부여되었다(Table 1). 각 인자별 해당 수치가 클 수록 높은 점수가 부여된다. 7~8번 항목은 수자원국(DWR) 직원들의 분석을 통해 이루어지며, 각 분지별 해당사항이 있을 경우에만 1~6번 항목에 추가된다. 7번 항목은 1~5점 범위로 점수가 부여되며, 8번 항목은 음의 랭킹(negative ranking)으로 -5점까지 부여된다.

- ① 분지 내 인구 수 : 2010년 캘리포니아 주 인구조사 자료
- ② 인구 증가(예상)율 : 2010년부터 2040년까지 인구증가 예측 자료
- ③ 공공관정 개소수 : 먹는물 공급관정 데이터 베이스 자료

- ④ 전체 관정 개소수 : 2012년 관정 자료
- ⑤ 농업용수 관개면적 : 최신 토지이용 자료 및 공청회 의견 반영
- ⑥ 지하수를 수자원으로 이용하는 비율 : 최신 토지이용 자료 및 공청회 의견 반영
- ⑦ 과잉 양수, 지반 침하, 해수 침투, 지하수 수질 저하 등 지하수 장애요인 : 수자원국 직원들의 검토 자료
- ⑧ 기타 필요하다고 판단된 정보 : 수자원국 직원들의 검토 자료

Table 1. Data component ranking ranges for CASGEM groundwater basin ranking (DWR, 2014)

Ranking value	Data components and ranking ranges						
	Population		Public well density (mile ²)	Total well density (mile ²)	Irrigated acreage (acre/mile ²)	Groundwater reliance	
	Density (mile ²)	Projected growth* (%)				Use (acre-feet/acre)	% of total supply** (%)
0	$x < 7$	$x < 0$	$x = 0$	$x = 0$	$x < 1$	$x < 0.03$	$x < 0.1$
1	$7 \leq x < 250$	$0 \leq x < 6$	$0 < x < 0.1$	$0 < x < 2$	$1 \leq x < 25$	$0.03 \leq x < 0.1$	$0.1 \leq x < 20$
2	$250 \leq x < 1,000$	$6 \leq x < 15$	$0.1 \leq x < 0.25$	$2 \leq x < 5$	$25 \leq x < 100$	$0.1 \leq x < 0.25$	$20 \leq x < 40$
3	$1,000 \leq x < 2,500$	$15 \leq x < 25$	$0.25 \leq x < 0.5$	$5 \leq x < 10$	$100 \leq x < 200$	$0.25 \leq x < 0.5$	$40 \leq x < 60$
4	$2,500 \leq x < 4,000$	$25 \leq x < 40$	$0.5 \leq x < 1.0$	$10 \leq x < 20$	$200 \leq x < 350$	$0.5 \leq x < 0.75$	$60 \leq x < 80$
5	$4,000 \leq x$	$40 \leq x$	$1.0 \leq x$	$20 \leq x$	$350 \leq x$	$0.75 \leq x$	$80 \leq x$

* Population growth is percent growth from 2010 to 2030

** Percent of total water supply (groundwater and surface water) that is provided by groundwater

8개 항목을 이용하여 각 분지에 대해 점수를 부여한 산출식은 아래 (Eq.1)과 같다. 이 가운데, 전체 관정 개소수의 경우, 관정 개소수에 대한 불확실성 때문에 75%에 해당하는 점수를 부여했다. 분지 점수로 환산된 각 분지는 4개 관리 순위(높은 순위, 중간 순위, 낮은 순위, 매우낮은 순위)로 구분되며, 각 순위별 분지 점수의 범위는 (Table 2)와 같다.

$$\begin{aligned}
 \text{분지 점수} &= \text{인구밀도} + \text{인구증가율} \\
 &+ \text{공공관정 개소수} \\
 &+ (\text{전체 관정 개소수} \times 0.75 \\
 &+ \text{관개면적} + [(\text{지하수 이용량} \\
 &+ \text{지하수 이용비율})/2] \\
 &+ \text{장애요인} + \text{기타 자료 (Eq.1)}
 \end{aligned}$$

Table 2. Data component range of basin priority

Very low priority	Low priority	Medium priority	High priority
$x < 5.75$	$5.75 \leq x < 13.42$	$13.42 \leq x < 21.08$	$21.08 \leq x$

2014년 5월에 발표된 결과에 따르면, 515개 분지 중 43개 분지가 높은 순위(High Priority), 84개 분지가 중간 순위(Medium Priority), 27개 분지가 낮은 순위(Low Priority), 그리고 나머지 361개 분지가 매우 낮은 순위(Very Low Priority)로 분류되었다. 43개 높은 순위 분지에서는 캘리포니아 주 전체 지하수 이용량의 약 69%를 이용 중이고, 전체 인구의 약 47%가 분지 내에 거주한다 (Table 3). 중간 순위 84개 지하수 분지에서는 캘리포니아 주 전체 지하수 이용량의 약 27%를 이용 중이고, 전체 인구의 약 41%가 거주한다. 결과적으로, 높은 순위(43개 분지)와 중간 순위(84개 분지)를 합친 127개 분지는 캘리포니아 주 전체 지하수 이용량의 96%를 이용하고 있고, 전체 인구의 약 88%가 거주하므로, 이들 분지에 대한

집중적인 관리를 통해 지하수 지속가능성을 확보할 수 있음을 나타내었다. 2014년 6월 13일 현재, 캘리포니아 주 지하수 수위 관측 프로그램 (CASGEM)에 의하여 127개 분지(높은 순위 및 중간 순위) 중 76개(60%)분지에서 지하수 수위가 완벽하게 관측되고 있고, 14개(11%) 분지는 부분적으로 관측되고 있다. 나머지 37개(29%) 분지에 대해서는 지하수 수위가 미관측되고 있지만, 이 가운데 35개 분지에 대해서는 지역 지하수 관리기관들에 의해 관측 계획이 수립 중에 있다. 이외, 낮은 순위(27개 분지) 및 매우 낮은 순위(361개 분지)에 대해서는, 분지별 지역 지하수 관리기관으로 하여금 꾸준한 지하수 수위 관측과 관리를 권고하는 수준이다.

Table 3. CASGEM groundwater basin prioritization of California state (DWR, 2014)

Basin priority	Number of basin	Percent of total (%)	
		Groundwater use	Overlying population
High	43	69	47
Medium	84	27	41
Low	27	3	1
Very low	361	1	11
Total	515	100	100

지하수 분지 관리 우선순위는 상대적인 관리 중요성을 고려한 순위로 개발되었지만, 고순위 분지를 어떻게 관리하고 관측해야 하는지에 대한 방법은 특정하지 않는다. 지하수 분지 관리 우선순위 결과는, 상기한 8가지 인자(Eq.1)에 근거하여 캘리포니아 주 지하수의 전반적인 중요성을 평가하고, 향후 지하수 관리의 방향성을 제시한 것에 의의가 있다.

2. 지하수 지속가능성 계획 비상 규정

2014년 9월 16일에 제정된 『지속가능한 지하수 관리법(SGMA)』은 전술한 127개 분지에 대하여, 각 분지별 지역 지하수 관리기관 또는 신규설립된 『지하수 지속가능성 기관(GSAs)』이 상시 지속가능한 지하수 관리를 실현하게끔 하는 데에 있다. 이에 따라, 127개 분지 가운데, 과잉양수 이용하는 분지는 2020년 1월 31일까지, 과잉양수 하지 않는 분지는 2022년 1월 31일까지 지하수 지속가능성 계획(GSPs)을 수립하고 운영하여야 한다. 지하수 지속가능성 기관(GSAs)에는 효율적인 시행을 위하여 재정적, 법적 집행권이 부여되고, 캘리포니아 수자원국(DWR)은 분지

별 지하수 지속가능성 계획 수립, 시행 및 평가업무를 한다. 지속가능한 지하수 관리에 의지가 없거나 역량이 부족한 분지에 대해서는 캘리포니아 주 수자원 관리 위원회(SWRCB; State Water Resource Control Board)가 개입하여 임시계획을 수립하고 이를 강제할 수 있다. 127개 분지 이외의, 지하수 지속가능성 계획이 요구되지 않는 388개 분지는 2016년 4월 1일부터 각 분지의 지하수에 대한 연차보고서를 캘리포니아 주 수자원국(DWR)에 제출하여야 한다.

2016년 5월 18일, 캘리포니아 주 수자원국(DWR)은 지역별 지하수 지속가능성 계획(GSPs) 및 유사계획을 평가하고, 시행을 감독하기 위해, 지하수 지속가능성 계획 비상 규정(GSP ERs)을 만들고, 이익단체들과의 다양한 사회적 합의를 거쳐서 이를 통과시켰다. 이로서, 127개 각 지하수 분지의 지하수 지속가능성과 불확실성이 현재 서로 다를지라도(GSA-1 단계), 지속가능성 계획이 시행된 약 20년 후에는 최종적으로 모든 지하수 지속가능성 기관(GSAs)은 지하수 지속가능성을 확보(GSA-2 단계)해야만 한다(Fig. 1).

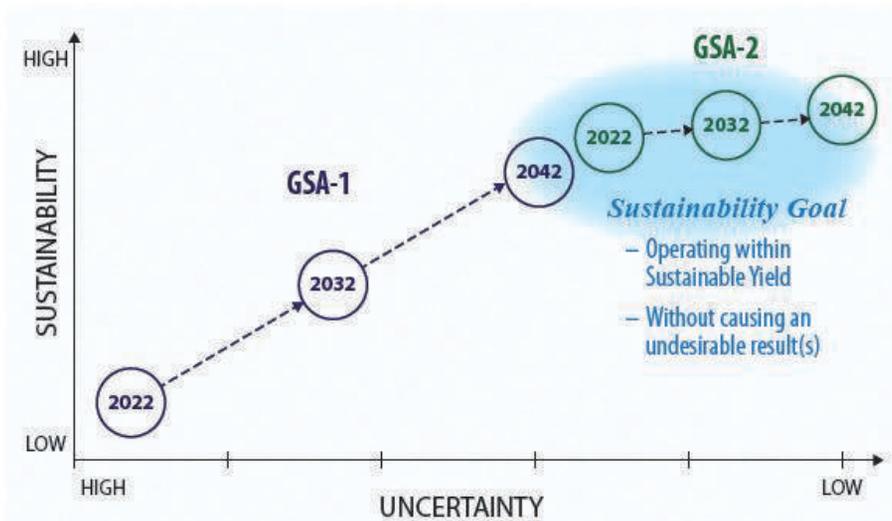


Fig. 1. Groundwater sustainability goal (DWR, 2016)

3. 지하수 지속가능성 계획 수립 및 시행

지하수 지속가능성 계획 수립 및 시행은 크게 4 단계로 구분되어 진행된다(Fig. 2). 1단계는 지하수 지속가능성 기관(GSAs) 설립 및 조합 단계로서, 우선 각 분지간의 경계를 보정하고, 지하수 지속가능성 기관(GSAs)을 설립하여 지하수 분지 관할권을 조정한다. 2단계는 지하수 지속가능성 계획(GSPs) 준비 및 제출 단계로서, 지하수 지속가능성 기관(GSAs)은 지하수 지속가능성 계획

(GSPs)을 수립하고 적용성을 평가하여 캘리포니아 주 수자원국(DWR)에 제출한다. 3단계는 지하수 지속가능성 계획(GSPs) 검토 및 평가 단계로서, 수자원국(DWR)은 각 분지별 지하수 지속가능성 계획(GSPs)의 적합성을 검토하고 평가한다. 4단계는 시행 및 보고 단계로서, 분지별 지하수 지속가능성 기관(GSAs)은 연차보고서를 제출하고 매 5년마다 지역 지하수 지속가능성 계획(GSPs)에 대한 평가를 받는다.

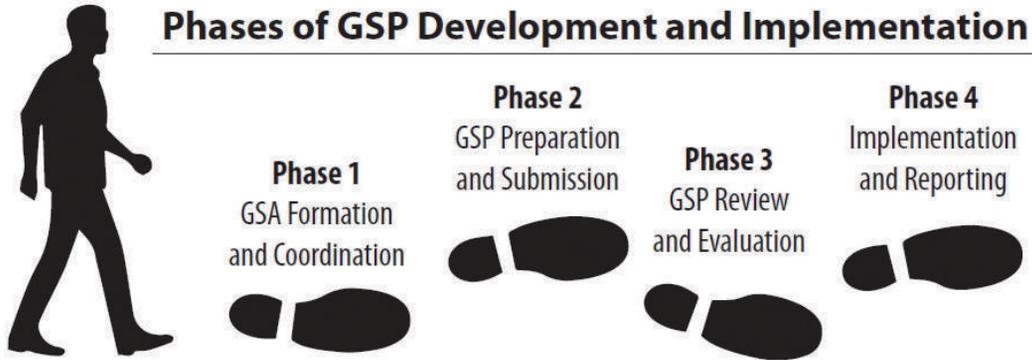


Fig. 2. Phases of GSP development and implement (DWR, 2016)

가. 제 1단계

: 지하수 지속가능성 기관 설립 및 조합

2016년 3월 31일자로 지하수 분지간 경계 변경이 완료되었지만, 과학적인 관리를 위해 향후 변경 기간에 분지간 경계 변경이 가능하며, 분지 간 이해관계가 생길 경우 이를 해결해야 한다. 그리고 127개 분지는 2017년 6월 30일까지 지하수 지속가능성 기관(GSAs)을 설립하여야 한다. 수자원국(DWR)은 분지간 경계 변경을 승인하고, 지하수 지속가능성 기관(GSAs) 설립을 위한 추진비용으로서 미화 2백만 달러를 분지별로 제공한다.

1개 지하수 분지내 지하수 지속가능성 기관(GSAs)은 여러 개 설치될 수 있다. 다수의 지하

수 지속가능성 기관(GSAs)이 1개 분지의 지하수를 관리하는 경우 대표 기관을 지정하여야 하고, 기관 간 조정 협정(Coordination Agreements)을 의무적으로 체결하여 다수의 지하수 지속가능성 계획이 해당 1개 분지의 지속가능성 목표를 어떠한 방식으로 달성할 수 있는지 지하수 지속가능성 계획(GSPs)에 기술해야 한다. 만약 인접한 2개 이상 분지의 지하수 지속가능성 기관(GSAs)들이 지속가능성 목표를 조화롭게 달성하고자 한다면 자율적으로 분지간 협정(Interbasin Agreements)을 체결할 수 있다. 분지간 협정은 분지간 지하수의 수리적 연결성이 있을 때 적용 가능하다.

나. 제 2단계

: 지하수 지속가능성 계획 수립 및 제출

지하수 지속가능성 계획(GSPs)을 과학적으로 수립하기 위해서는, 우선적으로 각 분지의 수리지질학적 특성 분석이 완료되어야 한다. 그리고 지하수 지속가능성 계획(GSPs)에는 각 지하수 분지의 고유 지하수 관측망(계획)에 대한 상세한 기술이 포함되어야 하며, 지하수 장애의 원인을 알아낼 수 있는 지하수 관측 방법이 기재되어야 한다. 지하수 지속가능성 기관(GSAs)은 지하수 자료 관리 시스템을 구축하여야 한다.

지속가능성 계획 수립 시 가장 중요한 점은 지속가능한 관리 기준을 정하는 것이다(Fig. 3). 향후 20년 간 분지 내에 어떠한 지하수 장애도 발생시키지 않는다는 가정 하에서, 지역 이해관계

자(또는 기관) 간의 협의를 통해 지속가능성 목표가 결정되어야 한다. 이를 위해 각각의 지속가능성 지시인자(지하수 수위, 부존량, 해수침투, 수질, 지반침하, 하천수-지하수 상호작용)에 대해 최소 문턱값이 설정되어, 각 지시인자별 매 5년마다 도달할 수 있는 임시목표치(IM; Interim Milestones)가 기재되어, 최종적으로 지속가능한 관리 기준(Sustainable Groundwater Management Criteria)에 도달하여야 한다. 매 5년마다의 임시목표치는 수자원국의 검토를 거쳐야 한다. 지하수 지속가능성 기관들은, 분지 내 지하수 장애가 발생하였을 경우, 이것이 임시목표치 달성에 얼마나 영향을 주며, 최소문턱값을 얼마나 초과 하는지, 그리고 지하수 장애가 일어났던 경과 등을 지하수 지속가능성 계획(GSPs)에 기술하여야 한다.

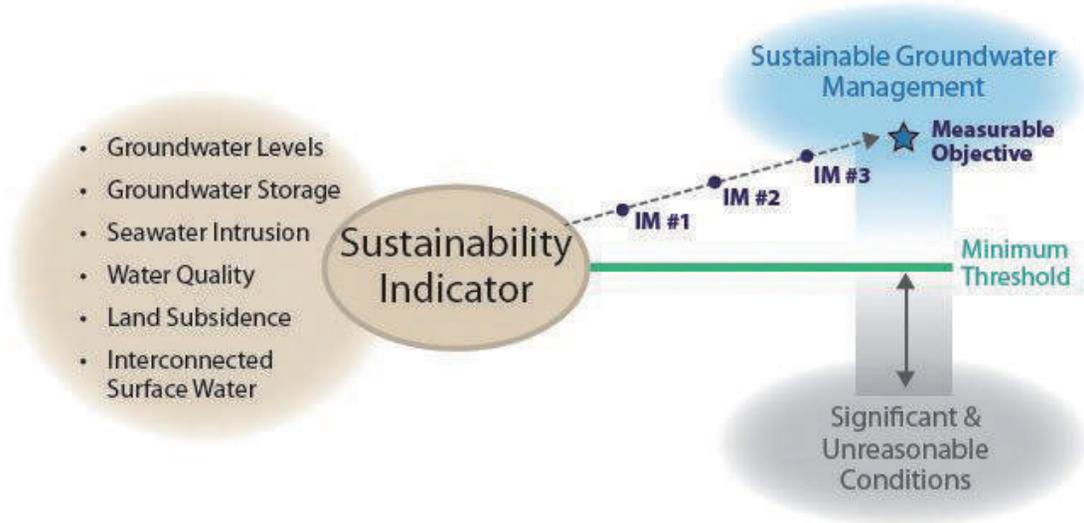


Fig. 3. Groundwater sustainability indicators (DWR, 2016)

1개 분지 내에는 여러 개의 관리구역(MA; Management Areas)을 둘 수 있다. 각 관리구역마다 고유한 지하수 이용량, 지하수 수위, 지

질, 대수층 특성 등에 근거하여 최소문턱값, 측정 목표치, 모니터링 또는 예측 및 관리 등이 다양할 수 있기 때문이다. 수자원국(DWR)은 제2단계의

지하수 지속가능성 계획(GSPs) 수립을 위해 지하수 지속가능성 기관(GSAs)에 대한 재정지원, 계획수립 및 예산계획 수립을 위한 기술지원 등을 할 수 있다. 각 분지별 이익단체들은 수자원국(DWR)에 지하수 지속가능성 계획(GSPs) 초안이 접수된 후부터 의견을 제시할 수 있다.

다. 제 3단계

: 지하수 지속가능성 계획 검토 및 평가

수자원국(DWR)은 제출된 분지별 지하수 지속가능성 계획(GSPs)을 향후 20년 동안 검토 및 승인할 예정이며, 초안은 2년 이내에 평가할 예정이다. 제출된 지하수 지속가능성 계획(GSPs)에 대해서는 약 60일 동안 공청회 등을 통해 공공의 의견을 청취할 예정이다. 지하수 지속가능성 계획(GSPs) 검토 결과, 부적합으로 결정되거나, 지속가능한 지하수 관리법(SGMA)의 요구조항을 반영하지 않았거나, 부적절한 내용이 삽입되어 있을 경우, 캘리포니아 주 수자원 관리위원회(SWRCB)는 이에 개입하여 계획을 강제 조정할 수 있다.

라. 제 4단계

: 시행 및 보고

지하수 지속가능성 기관(GSAs)은 지하수 지속가능성 계획(GSPs)의 실천내용이 담긴 연차보고서를 다음 해 4월 1일까지 수자원국(DWR)에 제출하여야 한다. 수자원국(DWR)은 연차보고서, 지하수 지속가능성 계획(GSPs)의 5년주기 개정본을 검토하고 평가할 예정이다. 연차보고서, 5년주기 개정본이 부적절할 경우, 캘리포니아 주 수자원 관리위원회(SWRCB)는 이에 개입할 수 있다.

4. 국내 지하수 지속가능성 확보를 위한 제도 도입방안

우선순위 지정에 따른 선택과 집중에 기반한 지하수 관리방안은, 한정된 예산과 부족한 관리인원으로 최대의 효과를 거둘 수 있는 지하수 최적관리 전략이다. 대상지구(광역시도 단위, 시군 단위, 용수구역 단위)의 면적은 넓고, 관정은 분산되어 있으며, 실제 많은 양의 지하수를 필요로 하는 구역은 일부분으로 한정된 지하수 이용 특성에도 불구하고, 그 동안의 국내 지하수 관리 전략은 대상지구 전체를 대상으로 다루었기 때문에, 지하수자원 관리의 효율이 기대만큼 도달하지 못하는 실정이었다. 반면, 선택과 집중에 대한 필요성은 절감하고 있었을지라도, 선택과 집중에 대한 각론이 부재했고, 물 복지 소외지구 발생에 대한 우려 때문에, 선택과 집중에 기반한 지하수에 대한 관리는 담보상태에 머무르고 있었을 수도 있다. 이런 점에서 볼 때, 캘리포니아 주의 우선관리순위 지정과 127개 분지에 대한 지하수 지속가능성 계획(GSPs) 수립 및 실천방법은 국내 지하수 관리에 유익한 벤치마킹이 될 것으로 보인다. 특히, 최근 기상이변에 의한 가뭄으로 지하수의 최적 개발·이용 및 관리의 중요성이 더욱 부각되는 바, 캘리포니아 주의 지하수 관리방법은 국내 지하수자원의 건전하고 지속가능한 개발·이용 및 관리에 여러 시사점을 줄 수 있을 것이다.

우리나라 지하수법에서는 지하수 고갈을 포함한 장해 우려 지역에 대하여 '지하수보전구역'을 지정하고, 보전구역 내 지하수 개발이용을 최대한 금지하고 있다. 그러나 지하수법 시행 이래 현재까지 단 두 곳(무안 및 합덕)에만 지하수보전구역이 설정되었을 뿐이고, 하천법, 공원녹지법 등 타법과의 관계, 주민들의 물권리에 따른 민원 문제 등의 사유로 사실상 지하수보전구역 지정은 쉽지

않은 실정이다. 국내 지하수법에 의한 지하수보전구역은 ‘제한’과 관련된 규정이지만, 캘리포니아 주의 지속가능한 지하수 관리법은 ‘이용 관리’와 관련된 규정이다. 캘리포니아 주의 사례는, 지하수는 보전도 중요하지만, 필요한 곳에 최적배분하여 이용하도록 관리하는 것도 중요한 정책임을 알 수 있게 한다.

만약 지하수법 등의 관련 법령과, 지자체별 지하수관리기본계획, 농식품부 지하수자원관리사업 등에서, 캘리포니아의 제도를 벤치마킹하여, 그동안의 지하수 관리 접근방법이었던 ‘제한’보다는 ‘이용 관리’로 패러다임을 바꿀 수 있다면, 물 부족 지역의 지하수를 상시 건전하게 이용토록 하는 동시에 가뭄 등 기상이변 발생시 물 부족을 사전 대응하는 등 양자의 목적을 달성할 수 있을 것으로 기대된다. 선택과 집중에 따른 지하수자원의 관리는 행정적으로도 지자체 지하수담당 공무원과 지하수전문기관 종사자의 업무를 획기적으로 줄일 수 있고, 나아가 가장 효율적인 지하수 관리방법을 운영함으로써 국민에게 직접적인 지하수 복지를 가져다 줄 수 있을 것으로 기대된다. 실제로, 최근 충청남도청에서는 캘리포니아 주의 정책과 비교할 때, 방법은 다르지만 내용은 유사하게, 충청남도 전체 170개 읍면 중 18개 심각 지역, 15개 우려지역을 선택하여 지하수개발제한 및 공공개발 관리를 추진하는 등, 『충남형 지속가능한 수자원 확보』를 추진코자 노력 중에 있다 (Chungcheongnamdo, 2017).

III. 텍사스 주의 지하수 최적배치 전략

물 시장(Water markets)은 판매자와 수요자 사이에 자발적으로 물(하천수, 지하수)을 교환하는 시장이다. 물 시장 내에서, 물 가격은 양자 간 협의에 의해 결정되고, 물을 가장 가치있게 사용할

수 있는 쪽으로 물의 이동을 도모한다. 간단한 예로, 1개 소유역에 농어민과 소도시가 있다고 가정해 본다. 도시화로 인해 급격히 인구가 늘어난 소도시에서, 갈수기 기간동안 용수공급이 어려워지면, 그 기간 동안 농어민은 농작물을 재배하는데 소요되는 물의 양을 최소한으로 줄이고, 남은 잉여의 물을 주변 소도시에 판매한다. 이러한 판매로 농어민은 1년간 농작물을 수확해서 얻을 수 있는 금액보다 훨씬 큰 이익을 얻을 수도 있다. 이후 물공급이 원활해지면 농어민은 물 판매를 중지하고 농작물 재배를 위해 물을 평소대로 사용하며, 소도시 역시 평소 공급 수준으로 되돌아간다. 이처럼 물 시장을 통해 재배치된 수자원은 보다 더 경제적으로 이용되며, 물 부족 지역에서 수자원의 무분별한 개발을 방지할 수 있다. 아래 3.1-3.4절에 Ballew(2014)를 참고하여 미국 텍사스 주의 사례를 기술하고, 이를 국내에 도입하기 위해서는 어떠한 것들이 필요한지에 대해 설명하였다.

1. 물 시장 도입을 위한 기준

물 시장 도입을 위해서는, 아래와 같은 네 가지 기준이 지켜져야 한다(AG-NWC, 2011). 첫째, 물은 교환가능한 재화로 취급되어야 한다. 둘째, 모든 물 판매자와 수요자는 물 가격 정보에 쉽게 접근할 수 있어야 한다. 셋째, 물 매매 관리시스템을 통해 물이 이동한 양을 정확하게 관측할 수 있어야 한다. 넷째, 물 시장 진입을 위해 행정적으로 소요되는 금액과 관료 등을 통해 물리적으로 물을 이동시키는 금액 등은 최소화되어야 한다. 물 시장에서 지하수의 이동은 비교적 간단하고 경제적으로 이루어진다. 동일한 대수층에 물 판매자와 수요자가 존재할 경우, 판매자는 수요자에게 판매수량만큼 지하수를 양수를 줄이고, 수요자는 그의 관정에서 구매수량만큼 지하수를 더 양

수하면 지하수 이동을 위한 비용이 소요되지 않는다.

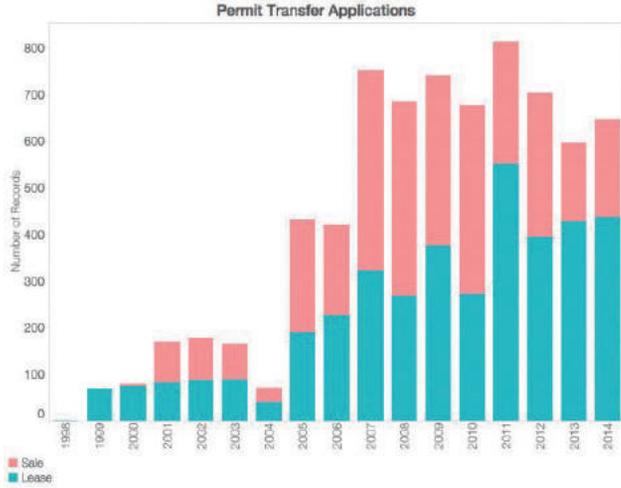
물 판매자와 구매자 사이에 물 권리의 이동은 다양한 방법으로 이루어지며, 물 권리는 일부 또는 전부가 이동될 수 있다(Griffin, 2011). 물 교환 방법은 크게 판매, 대여, 갈수연도 선택, 그리고 물 은행을 통한 거래로 구분할 수 있다. 물 판매란, 물 권리의 항구적인 이양을 일컫는다. 물 대여란, 지정된 기간동안 물 권리의 임시 이양을 일컫는다. 갈수연도 선택이란, 물 권리 판매자와 구매자 사이에 강수량이 부족한 연도에만 물을 이동시키는 것을 협약하고, 이 기간동안에만 권리 이양이 발생하는 것을 일컫는다. 물 은행을 통한 거래란, 공공기관에서 물을 우선 임차하고, 물을 필요로 하는 수요자에게 재배치 하는 것을 일컫는다.

물 시장 활성화를 위해, 텍사스 수자원 개발 위원회(TWDB; Texas Water Development Board)는 텍사스 물 은행(Texas Water Bank)을 운영한다. 텍사스 물 은행은 공공 데이터베이스를 기반으로 개인(법인) 간 물 권리 이동을 관리하도록 개발되었다. 즉, 온라인 거래망을 통해, 판매자들은 물의 양과 가격을 기재해 올리고, 수요자들은 각자의 여건에 따라 이를 구매한다. 그리고 텍사스 수자원 개발 위원회(TWDB)는 환경용수 확보를 위해 텍사스 물 신탁(Texas Water Trust)을 운영 중에 있다. 그러나 홍보의 부족으로 최근까지도 이들 시스템을 통한 물 권리 매매 건수는 많지 않은 편이다.

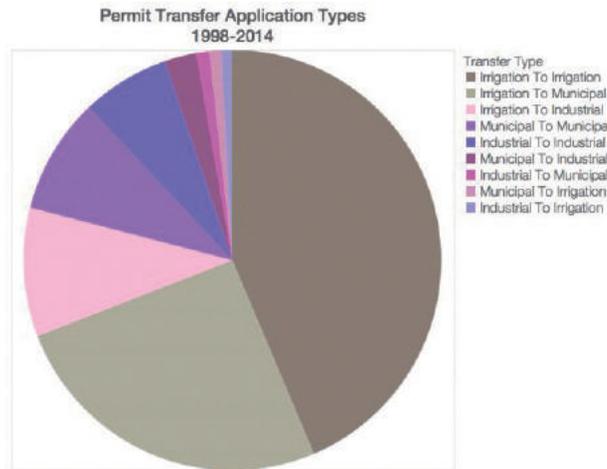
2. 에드워드 대수층 관리국 물 시장

에드워드 대수층 관리국(EAA; Edward Aquifer Authority)은 텍사스 중앙부에 위치하는 지하수 관리기관이다. 에드워드 대수층 관리국(EAA)은 관리 구역 내 개인(법인)에게 농어업용수, 생활용수, 공업용수 및 환경용수를 공급한다. 판매 초기에는 농어업용수 공급이 주된 목적이었으나, 관리구역 내 샌 안토니오(San Antonio) 시가 커짐에 따라 농어업용수에서 생활용수 공급으로 목적이 바뀌었다. 에드워드 대수층 관리국(EAA)은 관리구역 내 지하수 수량 관리를 위해, 각 지하수 이용자들에게 지하수 이용 허가증을 배부하고, 관정별로 지정된 양수량만큼만 지하수를 이용할 수 있도록 하며, 기준 수위 이하로 지하수 수위가 하강할 경우 관정별 지하수 양수량을 강제적으로 줄일 수 있는 권한을 행사한다(www.edwardsquifer.org).

에드워드 대수층 관리국(EAA)은 지하수 관리 권한을 기반으로 지하수 물 시장을 운영한다. 1998년에 물 시장이 개시된 후부터 2014년 11월까지 개인(법인)간 판매(이동)된 물 권리(지하수 양수 권리) 통계를 살펴보면(Fig. 4a), 농어업용수로 이용되던 물 권리를 또 다른 농어업목적으로 거래되는 경우가 가장 많았고, 농어업용수를 생활용수로 거래하는 경우가 그 다음이었다. 초기 몇 년간은 물 시장 제도가 덜 알려져 권리의 이동이 적었지만, 가뭄이 들었던 2011년에는 물 권리 교환에 따른 이익이 최고조에 이르렀다(Fig. 4b).



(a)



(b)

Fig. 4. Statistics regarding water rights of the EAA; Number of lease and sale applications received by the EAA (a), Types of transfers in the Edwards aquifer region (b)(Ballew, 2014)

3. 에드워드 대수층 관리국의 제도적 규제

이상적으로 운영되는 물 시장에서는 불이익을 받는 개인(법인)이 생길 수 없고, 모든 물 판매자와 수요자는 그 전보다 많은 이익을 얻는다. 그러나 어떠한 제도도 완벽할 수 없고, 제도의 허점을 비집고 들어오는 불편한 사례가 언제든지 생길 수 있다. 에드워드 대수층 관리국(EAA)은 이에 대응

하기 위해 법령(the Edward Aquifer Authority Act)으로 개인(법인)의 물 권리를 보호해 왔다. 상세하게는, 오직 에드워드 대수층 관리국(EAA)만이 지하수를 관리하고 이용량을 제한할 수 있도록 했고, 개인(법인)은 물 권리 이동과 관련된 입차 허가권을 에드워드 대수층 관리국(EAA)으로부터 받도록 하였다(Boadu et al., 2007). 그리고,

농어촌 물 권리 보호를 위해, 농어업용수에서 생활용수로 물 권리의 이동은 법적으로 정해진 수량의 50%만 이동될 수 있도록 제한했다. 왜냐하면 대도시에 의한 농어촌지역 물권리의 무분별한 매입은 농어촌 물 복지 감소를 유발할 수 있고, 농어촌지역 물 권리를 매입하여 도시지역에 판매하는 전문적인 물 판매 회사의 출현에 대한 우려(Kelly, 2004; Kounduri, 2004) 때문이다.

에드워드 대수층 관리국(EAA)에 의한 물 권리 이동제한은 완벽한 시장경제의 실현이 아니기 때문에, 물 권리 판매자는 해당 권리를 100% 행사하지 못하게 되어 물 매매에 의한 이익을 최대화 할 수 없는 단점도 있다. 그리고, 농업용수 사용자들간의 물 권리 이동은 복지 증진에 현저한 도움을 주지 않으며, 이는 지하수 최적관리가 실현되는 경우와 동일한 효과를 발생하는 것으로 분석된다. 그리고 농어업용수로 이용되던 물 권리를 생활용수로 이동하는 것은 물 가격이 높게 책정될 경우에 발생하는 것으로 분석된다(Kaiser and Phillips, 1998).

4. 국내 지하수 지속가능성 확보를 위한 물 시장 도입방안

우리나라 지하수법 제3조1항에 의하면 우리나라 지하수는 공적자원이므로, 개인(법인)간 화폐거래가 불가능하다. 다만 관정소유자는 각 관정마다 허가·신고된 지하수 수량 이하로 지하수를 이용할 수 있다. 따라서, 지하수법 해당 조항이 개정되지 않는 한 개인(법인)간 물 권리 거래는 불가능하고, 개인(법인)의 수입원으로 활용되지 못한다.

그런데 여기서 우리는 영리 목적이 아닌, 지하수 자원 최적 배치와 이를 통한 지하수 이용 효율 최대화를 위하여, 국가(공공기관)에 의한 공공목적

의 물 권리 임대제도에 대해 고민할 필요가 있다. 다시 말하면, 국가에서 지정한 지하수 관련 공공기관은, 국가 공공관정에 대한 물 권리를 필요시기에만 개인(법인)에 임대할 수 있는 행정권을 부여받는다. 임대 결과로 확보된 임대수익금은 공공관정이 소재한 지역의 지하수(대수층) 관리를 위해 재투자 하도록 한다. 이것이 실현된다면 좀 더 발전적인 지하수 관리의 기틀이 마련될 수 있을 것으로 기대된다.

IV. 결론 및 제언

우리나라 저수지는 최근 기상이변에 따른 강수의 불균형으로 상시 만수울 확보가 어려운 실정이고, 신규 저수지 건설부지 확보도 한계가 있어 저수량을 늘리는 것은 좀처럼 쉽지 않다. 지하수자원은 미래 물 수요를 대비하고, 가뭄 등 물 수급 비상 시 해당 수요를 감당하는 중요한 역할을 한다. 만약 지하수 최적관리 등 지하수의 미래에 대한 고민이 부족할 경우, 물 수급 비상 시 지하수 자원의 최적 배치 문제, 물 복지 소외지역의 고질적인 물 문제, 그리고 지하수를 이용한 관련 산업의 생산성에 문제를 일으킬 가능성이 있다.

현재 우리나라에서 시행되는 지하수 관리 전략이 과연 기상이변 및 미래 지하수 수요를 충분히 감당할 수 있는지, 미래의 지하수 관리 정책이 어떠한 방식으로 시행되어야 하는지에 대한 진지한 고민이 필요한 때이다. 지하수 최적관리를 위한 제도로서, 미국 캘리포니아 주의 지하수 지속가능성 계획, 텍사스 주의 물 시장 정책은 국내에서도 이제는 한 번쯤 고민해 볼 시기가 도래한 것으로 생각된다. 이들 정책을 벤치마킹하여, 무분별한 관정 개발을 지양하고, 동시에 지하수자원의 보전을 추구하며, 좀 더 높은 부가가치를 위해 지하수가 이용되도록 관리함으로써, 경제성장을 지지

할 수 있는 탄력적인 지하수 관리 도구를 개발할 필요가 있다.

사 사

이 연구는 농림축산식품부 첨단생산기술개발사업 (과제번호 114049-2)의 연구비 지원으로 이루어 졌다.

References

- ▶ AG-NWC, 2011, Water markets in Australia: a short history, AG-NWC (Australian Government National Water Commission), 139 p.
- ▶ Airhart M., 2012, Groundwater depletion in semiarid regions of texas and california threatens U.S. food security, Retrieved from: <https://news.utexas.edu/2012/05/29/groundwater>.
- ▶ Ballew, N., 2014, Water Marketing: designed for groundwater management in Texas, Retrieved from: <http://www.texaswaterpolicy.com>.
- ▶ Boadu, F.O., McCarl, B.M., and Gillig, D., 2007, An empirical investigation of institutional change in groundwater management in Texas: The Edwards Aquifer case, Natural Resour. Jour., Vol.47, 117-136
- ▶ Chungcheongnamdo, 2017, Regional groundwater management plan on Chungchungnamdo, Proceedings of Groundwater Korea 2017, 35-53.
- ▶ CWS, 2012, Addressing nitrate in California's drinking water with a focus on Tulare lake basin and saline valley groundwater: Report for the state water resources control board report to the legislature, CWS (Center for Watershed Sciences), Univ. of California at Davis, 78 p.
- ▶ DWR, 2014, California groundwater elevation monitoring: Basin prioritization process, DWR (Department of water resource), State of California, 28 p.
- ▶ DWR, 2016, Sustainable groundwater management program: Groundwater sustainability plan (GSP) emergency regulations guide, DWR (Department of water resource), State of California, 21 p.
- ▶ Griffin, R.C., 2011, Water policy in Texas: Responding to the rise of scarcity, RFF press, Washington, D.C. 250 p.
- ▶ Kaiser, R.A. and Phillips, L.M., 1998, Dividing the waters: Water marketing as a conflict resolution in the Edwards aquifer region, Natural Resour. Jour., Vol.38, 411-444.
- ▶ MOLIT and K-water, 2016, 2016 groundwater annual report, MOLIT (Ministry of land, infrastrucure, and transport) and K-water, 647 p.
- ▶ USGS, 2009, Groundwater availability of the central valley aquifer, California, USGS (U.S. geological survey), 225 p.
- ▶ Walker, L., 2010, CV SALTS; Salt and nitrate sources pilot implementation study report, First report, Larry Walker associates, 534 p.

최고의 국제개발협력 지식파트너 (사)글로벌발전연구원 ReDI

글로벌발전연구원

1. ReDI의 목표와 전략

(사)글로벌발전연구원 (Re-shaping Development Institute: ReDI)는 ①공동체 재생 (Revitalizing Community), ②주민권한 강화 (Empowering People), ③역량 개발 (Developing Capacity), ④제도 혁신 (Innovating Institution)의 핵심 전략을 통해 지구촌과 한반도의 지속가능발전에 기여하는 조직으로 2011년 설립된 국제개발협력 비영리연구기관입니다.

국제개발을 재구성하고, 국제개발을 재성찰하고,

국제개발을 새롭게 모색하고, 국제개발을 새롭게 지향하고, 국제개발을 개혁한다는 5대 정신을 가지고 국제개발협력의 성공과 실패의 다양한 사례를 종합적으로 비교연구하고 평가하여 국제개발의 지식을 실험하는 ‘국제개발 실험실’입니다.

6년이라는 짧은 시간에 이룩한 국제개발 분야의 연구, 평가, 그리고 해외 현장사업의 영역의 성과와 경험을 바탕으로 싱크 앤 두 탱크(Think-and-do-tank)로서 국제개발 분야의 최고의 지식파트너로 거듭나고 있습니다.

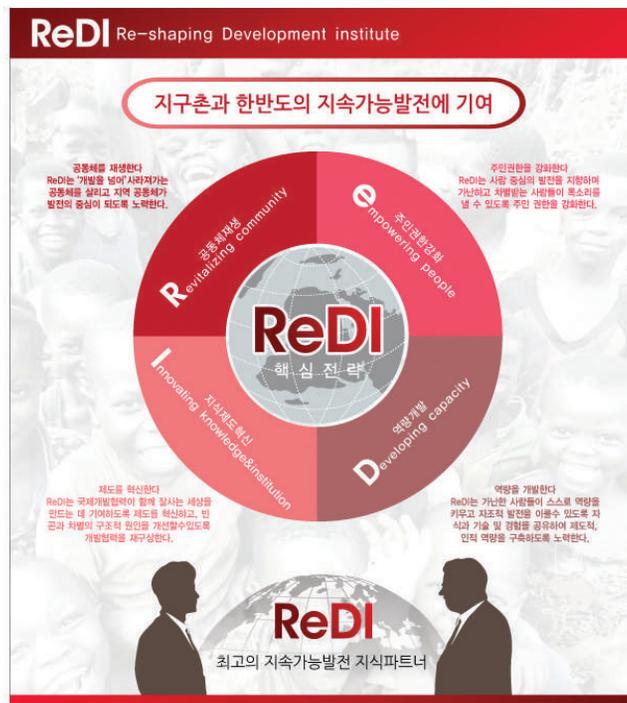


그림 1. ReDI 핵심전략

2. 주요 활동 분야

그간 ReDI는 국제개발협력에 특화된 평가, 연구, 사업, 어드보커시 활동 등을 통해 국제개발협력의 다양한 지식을 나누고 공유해 왔습니다.

먼저 평가 분야에서는 한국 정부의 ODA 사업뿐만 아니라 국제 NGO의 국제개발협력 활동에 대한 다양한 평가를 통해 개발협력 사업의 성과를 측정하고 사업과 프로그램의 개선방향을 모색하였습니다. 개별 ODA 사업에 대한 평가로는 KOICA의 ‘케냐 식수 지원 사업 사후평가(2011)’, ‘과테말라 난민 정착 지원 및 교육강화 사업 사후평가’, ‘몽골 채소재배 온실설치 지원사업 사후평가(2012)’, ‘방글라데시 사업 2건 사후평가(2016)’, 농촌진흥청의 ‘KOICA 베트남, 우즈벡 센터의 농업기술협력사업 평가(2013)’ 등을 통해 다양한 분야의 한국 ODA의 대표 사업 평가하여 성과를 확인하는 한편, 유사사업에 대한 개선방향을 제시 하였습니다.

또한, 개별 사업 뿐만 아니라, 국내 초청 연수사업(CIAT) 종합평가(2016), 해외봉사단과전사업 종합평가(2012, 2016)를 통해 한국 정부가 실시하고 있는 다양한 형태의 사업 영역에 대한 종합평가도 함께 실시하고 있습니다.

두 번째, 연구 분야에서는 국제개발협력에 대한 정책 및 전략 연구와 성과관리 연구를 중점적으로 실시하고 있습니다. 한국의 분야, 형태별 국제개발협력 사업의 전략과 정책에 대한 전략 연구를 통해 사업의 효과성과 효율성을 높이고, 국제사회의 기준에 맞는 한국 국제개발협력 전략 및 정책 수립에 기여하고 있습니다. 대표적인 정책 및 전략연구로는 외교통상부의 ‘Post-Busan 이행

체계와 우리나라 ODA의 전략 방향 연구(2012)’, KOICA의 ‘우리나라 기술협력 공적개발원조(ODA)사업 개선방안 연구’, ‘사하라이남아프리카 보건분야 다자협력 추진전략 수립연구(2013)’, ‘캄보디아 동북부 원주민 관광 ODA 전략 연구(2015)’, 감사원의 ‘공적개발원조(ODA) 사업 추진 체계 개선방안 연구(2016)’ 등이 있습니다. 또한 다양한 분야와 형태의 정부와 NGO 국제개발협력 사업의 성과관리 연구를 통해 성과를 지속적으로 모니터링하고 평가할 수 있는 지표를 수립하고 이를 측정할 수 있는 성과관리체계를 수립하였습니다. 대표적인 연구 결과로는 농촌진흥청의 ‘개발도상국 농업기술협력사업의 성과지표 개발과 평가 연구(2012)’, KOICA의 ‘연수사업 성과평가 및 성과관리체계 연구(2015)’, 유네스코 한국위원회의 ‘유네스코 브릿지 사업 지표개발 연구(2016)’ 등이 있습니다.

마지막으로 2014년부터는 기존의 평가와 연구를 바탕으로 행동하는 연구소로 거듭나고자 직접 사업을 본격적으로 시작하였습니다. ReDI의 사업 기획 및 수행의 핵심은 사업의 효과성을 확인할 수 있는 ‘체계적이고 과학적인 성과관리’라고 할 수 있으며, 기존의 성과관리 연구를 기반으로 성과중심의 사업을 기획하고 수행해 나가고 있습니다. 대표적인 사업으로는 KOICA 대학협력사업의 일환으로 실시한 ‘미얀마 포괄적 발전을 위한 지역역량강화사업(2013)’, KOICA의 ‘에티오피아 식수위생환경 개선 사업(2014-2017)’, 그리고 KOICA-롯데-산업자원부가 함께 참여하는 민·관·학 협력사업인 ‘베트남 유통산업 상생발전 역량강화사업(2016-2019)’ 등이 있습니다.

농업 관련 주요 연구 및 평가 소개

〈(농어촌공사) 캄보디아 영농기술전수를 통한 농업생산성 증대사업 타당성조사(2016)〉

국제기구 및 유럽 선진 공여국에서는 사업 예비조사 또는 사전 타당성 조사 절차를 의무화 하면서 사업기획 및 준비단계를 강화해오고 있습니다. 타당성조사는 사업형성 및 발굴과정에서 필수적인 요소로 수원국이 요청하는 사업을 일방적으로 받아들이는 것이 아니라 사업의 필요성과 타당성, 수원국과 공여국의 관련 정책과 전략과의 부합성, 주요 쟁점 및 효율적 예산 편성, 사업 수행계획 수립, 위험요인 분석 등에 관한 객관적인 검토 과정을 통해 실현가능한 대안을 점검하고 실질적인 사업수행을 위한 조사과정입니다. 하지만 이러한 중요성에도 불구하고 아직까지 ODA사업에 대한 타당성조사 미 실시 비율이 40%를 상회하고, 실시 시에도 기관내 자체직원만을 통하여 실시하여 외부전문가 또는 용역기관을 통한 타당성조사의 질 제고 및 실시비율 제고에 대한 필요성이 대두되고 있는 상황입니다.

이러한 맥락에서 ReDI는 외부기관으로의 독립성을 유지하여 농어촌공사에서 2017년도 실시예정인 캄보디아 영농기술전수를 통한 농업생산성 증대사업에 대한 타당성조사를 실시하였습니다. 무상 ODA 사업에 대한 책무성 요구에 대한 부응의 필요성과 사업효과성 제고를 위한 사업기획안에 대한 품질관리 방안으로 사업배경 및 추진타당성을 검증하기 위해 이 조사를 실시하였습니다. 또한 실제 사업 수행 시 효율성 제고를 위하여 현지 사업관리 및 행정체계, 수행기관의 필요 역량 및 수원기관과의 역할분담, 수원기관의 전문성과 권한, 사업의지 등을

점검하여 달성가능하고 지속가능한 사업계획수립을 위해 기여하였다고 할 수 있습니다.

〈(KOICA) 방글라데시 농촌종합개발사업과 태양광 관개펌프 사업 사후평가(2016)〉

최근 농촌개발협력사업에서 종합적 접근이 강조되면서 농촌종합개발사업 형태의 국제협력사업의 수요와 중요성이 점차 증대하고 있습니다. 그러나 아직까지 이러한 농촌종합개발사업의 성과에 대한 평가와 성과달성 여부의 원인에 대한 파악은 구체적으로 이루어지지 못한 상태입니다.

또한 국제사회에서 SDGs 담론의 논의가 심화되면서, 국내외에서 지속가능한 발전에 대한 요구 또한 계속해서 증대되고 있어 이러한 맥락 하에서 KOICA 또한 환경적으로 지속가능한 개발사업에 주의를 기울이고 있으며, 향후 KOICA 내 적정기술, 신재생에너지 관련 ODA 사업과 민관협력사업 또한 증대될 것으로 예상되고 있습니다.

이러한 배경에 따라, 본 평가는 사후평가로서 방글라데시 꾸밀라 농촌종합개발 사업과 태양광 관개펌프 사업의 과정상의 효율성 및 성과 정도를 파악하기 위해 동 사업의 성과 달성 및 미달성의 원인을 다면적으로 평가함으로써 설치된 시설에 대한 사후관리와 향후 유사사업 발굴 시 필요한 제언을 도출하였습니다.

본 평가의 결과, 꾸밀라 농촌종합개발 사업의 경우 농업기반시설 확보 및 활용 증가의 성과는 완전히 달성되지 못하였음에도 불구하고 주민 설문조사 및 면담조사 결과에 따르면 해당 기자

재 및 시설을 사용하던 기간 내 해당 목표의 달성 성과는 긍정적이었던 것으로 나타났다는 점은 주목할 만합니다. 경운기의 경우 노동시간 절감이 가장 큰 효과로 나타났고, 경운기 사용을 통해 절감된 시간을 타 소득활동에 활용함으로써 농가소득증대에도 간접적으로 긍정적 영향이 있었음이 확인할 수 있었습니다.

태양광 관개펌프 사업은 사업 추진 당시 방글라데시 내 태양광을 활용한 관개펌프 시범(파일

렛) 사업으로 수행되어 이후 유사사업 추진에 발판을 마련했다는 점에서 방글라데시 국가 차원에서 그 정책적 의의가 큼니다. 또한, 기존 사용하던 디젤 펌프 대비 관개비용 및 노동시간이 절감되고 일부 지역에서는 새로운 작물을 생산하게 되는 등의 긍정적인 영향이 발견되었습니다. 그러나 본 사업을 종합적으로 평가하였을 때 기존 달성하고자 했던 사업의 성과는 거의 달성되지 못했던 것으로 파악되었습니다.

3. 에티오피아 식수위생환경 개선사업

ReDI는 2013년 12월부터 에티오피아 SNNPR 구라계존에서 KOICA 식수위생환경 개선사업을 진행하고 있습니다. 구라계존의 체하 워레다와 에네모르 워레다 두 지역 내 48개 마을 3,600가구 주민 (약 17,000명) 대상으로 주민주도형 화장실 개선사업 (Community-led Total Sanitation: CLTS)과 더불어 위생행동 개선, 급수시설 관리, 사업 성과관리를 통해 에티오피아 농촌지역의 5세미만 아동의 설사 감소효과를 검증하는 것을 목적으로 하고 있는 사업입니다.

본 사업은 KOICA 최초의 주민주도형, 주민 참여형 위생개선 사업으로써 주민들과 지역 정부 부처의 역량을 동시에 향상시킬 수 있는 접근방법을 활용하였습니다. 이러한 접근을 통해 사업의 지속가능성과 효과성을 달성할 수 있었습니다. 또한 통합적 급수위생사업 (급수시설 설치, 화장실 개선, 위생행동 개선)을 지향하고 주민주도형 화장실 개선법 (CLTS)의 아동 설사 발생 관련 효과성을 검증하여 국제적 연구 성과를 도출하였습니다.

작년 7월 전 세계 여러 보건사업이 진행되고 있는 체하 워레다(지역) 지역 정부부처에서 주민주도형

통합적 급수위생사업을 우수사업으로 선정하였습니다. 체하 워레다 지역의 보건국장인 Mesfin Alemu씨는 외부의 도움 없이 주민들이 주변 자원과 그들의 지혜를 이용하여 개선된 화장실을 규격에 따라 지은 현장을 방문하여 “우리들의 문제를 우리들의 방식과 자원으로 해결하도록 이끌어준 ReDI와 KOICA의 역할이 컸다.”고 감사의 인사를 전했습니다.

2017년 2월 체하 워레다와 에네모르 워레다 지역에서 야외배변 종식행사 (Open Defecation Free)가 있었습니다. 기존 에티오피아 농촌지역 사람들의 절반 이상이 노상배변을 실시하고 있었고 이는 식수 및 주변 환경을 오염시켜 수인성 질병 증가에도 영향을 미치고 있었습니다. 이 행사는 지역 주민들이 개선된 화장실의 필요성을 인식하고 위생습관 개선을 통해 야외배변을 더 이상 실시하지 않는다는 것으로 보건위생 분야의 큰 성과라 할 수 있습니다.

각 마을 지역주민들에게 설사 횟수를 기록할 수 있는 달력을 제공하여 실제로 기록할 수 있도록 독려하고 일정기간 이후 수거하여 성과를 분석하는 단계를 진행 중에 있습니다. 현재까지 분석된 성과로는 5세미만 아동의 설사 감소에 이 사업이



매우 긍정적인 요인으로 작용하였음을 확인하였습니다.

4. 향후 연구원 방향

ReDI는 ‘국제개발을 재구성한다’(Reshaping Development)는 가치를 들고 창립된지 이제 7년 차를 맞고 있습니다. ReDI는 지난 반세기 동안의 국제개발 관행과 결과를 성찰하고자 했으며 이를 ‘다시 계획하고 다시 구상하는 것’이 절실히 필요하다고 생각했기 때문에 만들어졌습니다.

ReDI 정신은 근본을 다시 생각하는 재성찰의 Rethinking 정신이고, 미래를 재구성하는 Reshaping 정신입니다. 옛것에 토대를 두되 새로운 것을 창조한다는 ‘법고창신’의 정신과도 같은 개념입니다. ReDI 정신은 항상 근본과 기본에 충실하고 이를 존중하되 여기에 머물지 않고 새로운 길로 나아가는 것입니다. ReDI 정신은 모든 잘못된 관행과 생각, 제도를 바꾸고자 하는 개혁 Reforming 정신이기도 합니다. 또한 ReDI 정신은 잘못된 불평등한 관계를 개선하고, 소외되고 낮은 자들과 연대하고자 하는 관계의 재정립 Reorienting 정신이기도 합니다. 서구중심의 사고와 가진 자 중심의 제도를 개선하고 이를 평등

한 연대의 관계로 재정립하고자 하는 것입니다. 우리는 끊임없이 질문하고 연구하여 구체적인 해결책을 찾아갈 것입니다. 그것이 사실에 입각해 옳은 것을 구하고자 하는 ‘실사구시’의 정신이고 레디의 실천적 연구 Research 정신입니다.

ReDI는 지속발전을 위한 국제개발의 선도자이며 최고의 지식협력 파트너 기관입니다. 앞으로 국제개발의 이념과 목적, 정책과 전략, 주체와 방식, 제도와 관행 등 모든 것이 SDGs를 실현하기 위한 것으로 대전환되어야 합니다. 지금 우리는 ‘국제개발의 대전환’(great transformation of international development) 시대를 목도하고 있으며 이러한 대전환이 올바른 방향으로 실현될 수 있도록 하기 위해 ReDI가 존재합니다. 따라서 우리의 확실한 비전 목표는 ‘지속발전을 위한 최고의 지식 파트너’가 되는 것입니다.

ReDI의 비전을 구체적으로 실천하기 위해 우리는 공동체의 재생(Revitalizing community), 주민 권한강화(Empowering people), 역량개발(Developing capacity), 제도와 지식혁신(Innovating knowledge and institution)이라는 4대 전략목표를 설정하였고 부단한 연구와 실천을 통해 이를 착실히 실현해 나가하고자 합니다.

(주) 남경

R&D 연구개발에서 해외 NETWORK 확장으로

남경

1. 남경 소개

남경은 국내 점적관수 분야의 대표적인 제조/유통 업체로 “세계 속의 남경”을 목표로 씬 없이 전진하고 있다. 1996년도부터 시작하여 수입산 일색이었던 점적관수자재 시장의 국산화를 이뤄냈다. 남경이 개발한 점적관수 호스와 테이프는 국내 여건에 맞고 우수한 성능과 합리적인 가격으로 큰 주목을 받았다. 또한 작물에 물을 균일하게 공급해 생산량 증대와 고품질 농작물 생산 및 일손 절감효과를 나타내며 입소문을 탔다.



현재 남경의 국내시장 점유율은 50%를 상회하며, 해외기업보다 후발 주자였음에도 불구하고 농민들의 마음을 얻을 수 있었던 비결은 좋은 품질과 신속한 A/S덕분이다. 실제로 남경은 농민들에게 불량이 없는 고품질의 점적관수자재를 공급하기 위해 부품 하나하나까지 철저하게 점검하고, A/S당일처리 원칙을 고수하며 신뢰를 쌓고 있다. 또한 회사 내에 연구센터를 두고 호스가 수압으로 인해 막히거나 터지지 않도록 끊임없이 연구하고 있으며, 하자 발생시에는 철저한 피드백을 통해 원인을 파악한다. 각 도마다 A/S 전문인력을 상주시켜 고객의 요청이 있으면 전국 어디든 즉시 처리하는 것도 눈에 띈다. 그래서인지 남경의 제품은 타 업체보다 가격이 10~20% 비싸도 인기가 좋다.

남경은 국내시장에서의 인지도와 신뢰도를 바탕으로 세계로 발을 넓히고 있다. 현재 루마니아, 우크라이나, 러시아, 이란, 일본, 몽골, 호주 등 전세계 15개국에 점적관수 자재를 공급하고 있다. 2000년도 후반기부터 국내시장은 제로섬 게임(ZERO-SUM GAME)의 성격이 강하기 때문에 더 큰 미래를 향해 과감히 세계로 시각을 돌렸다. 2015년 기준 300만 달러를 넘어서며 지속적인 수출액 상승곡선을



그리고 있으며, 2016년말 6,000평 규모의 공장 확장 이전으로 작업환경 개선 및 생산효율화에 박차를 가함으로써 향후 5~6년내 수출 1,000만 달러를 목표로 정진하고 있다.



2. 남경 주요 연혁

남경은 1997년 국내 최초로 점적관수 테잎을 개발하여 국내 보급하기 시작하여, 지속적인 신제품 개발 및 시설 확장으로 다양한 점적관수 제품을 구비한 명실상부 국내 제 1의 점적관수자재 유통업체로 성장하였다. 2009년 산림청 주관 몽골 사막화방지사업 참여로 대단위 점적호스를 해외로 공급함으로써 해외시장으로 진출하게 되었으며 2013년 수출 3백만불의 쾌거를 이루었다. 2012년에는 자동관수시스템인 “용달샘” 시리즈를 국내시장에 선보이며 정밀시설농업 실현과 부흥에 이바지하고 있다.



남경의 성장에 주요 원동력인 지속적인 혁신과 제품개발의 의지는 2015년 농림수산물식품부 수출유망 점적관수장치 핵심제품 연구개발 프로젝트의 주관기관 선정에 이르게 한다. 서울대, 경북대, 충남대, 시설원예연구소, 환경농업연구원 등 중 8기관으로 구성된 컨소시엄 형태이며, 당 정부 프로젝트의 목적은 국내 수입자재들을 대체하고 추가로 세계시장에서도 품질/가격 경쟁력을 가지는 첨단생산기술 및 제품을 개발하는 3년간 21억의 장기 연구과제이다.



2016년 5월 대통령의 이란 국민방문 시 남경은 이란경제사절단으로 참여하여 40ft컨테이너 6대 분량인 점적테잎 60만 달러의 계약을 성사시켰다. 그해 5월에 한국농어촌공사 해외사업관련 MOU를 체결하고, 11월에는 한국관개배수위원회(KCID) 정식회원사로 등록하여 해외시장으로의 네트워크 확장에 심혈을 기울이고 있다.

2016년 10월 화성시 양감면 3만평 부지에 6천평의 공장으로 확장 이전하여 세계 최고의 제품 개발과 첨단기술 확보를 위해 노력하고 있다.



3. 남경의 연구개발

20년전만 하더라도 국내 점적관수시장은 대부분 수입품 일색이었으며, 그 중 일부는 국내 여건에도 맞지 않아 국내 농업현장에서 어려움이 많았다. 남경의 국내 최초 점적관수 테이프 “워터폴 (WaterFall)” 시리즈는 이런 국내 소비자의 기호에 맞춰 개발된 제품이었으며, 그 이후에도 “마스터드립 (MasterDrip)” 시리즈, “워터라인 (WaterLine)” 시리즈, 그리고 “N”타입 시리즈 등 끊임없이 신제품을 개발 보급하며 변화에 대응하는 혁신의 끈을 놓지 않았다.



10여년 전부터 점점 늘어나는 시설원에 하우스 농가들은 점적관수 자재의 정밀도를 요구하게 되었고, 남경은 그 수요에 부응하는 점적관수자재들을 새롭게 개발하여 왔으며, 시설원에 하우스의 심장이라고 할 수 있는 자동관수시스템(관비기, 양액기) 개발 및 증강은 향후 10년간 먹거리 아이템이라 불리어 진다.



해마다 시설재배 면적이 확대되고 정밀시설농업이 요구됨에 따라 자동화 기술을 통한 수분 공급은 농가의 필수사항으로 자리 잡고 있다. 이에 농림축산식품부와 농림수산식품기술기획평가원은 수입에만 의존하던 점적관수 자재와 생산설비를 국산화하고 수출을 활성화시키고자 ‘첨단생산기술개발사업’이라는 연구과제를 진행중이며, 남경이 2015년 9월부터 2018년 9월까지 3년간 8개 기관이 참여하는 ‘수출유망 점적관수장치 핵심제품개발’의 주관기관으로 선정되었다.



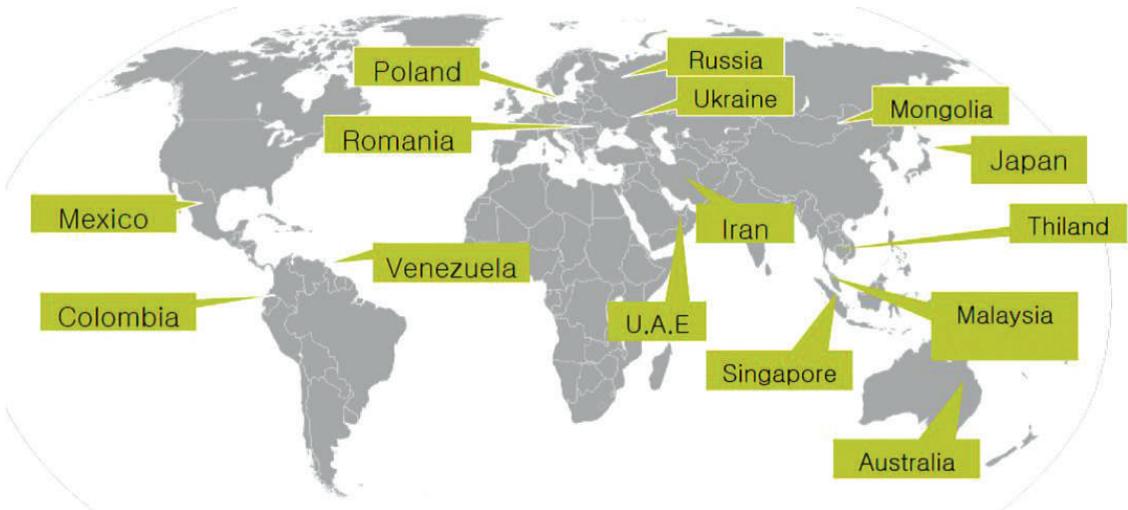
이에 남경을 필두로 서울대학교, 경북대학교, 충남대학교, 시설원예연구소, 환경농업연구원, 그리고 2개 민간기업으로 구성된 당 연구프로젝트 팀은 초고속점적테잎 생산설비, 압력보상형 점적호스, 압력보상형 단추, 압력보상형 스프링클러, 솔레노이드 전자밸브, 농업용여과기, 자동역세여과기, 대용량 모래여과기등의 신속한 기술 및 제품개발을 통하여 이스라엘, 미국, 유럽의 선진농업국

가에 역수출한다는 목표를 가지고 연구에 임하고 있다.

남경은 실용화에 중점을 두고 연구를 진행 중인 만큼 현재 구축된 수출국뿐만 아니라 인도, CIS지역, 사우디아라비아, 네덜란드, 이탈리아, 스페인, 독일, 미국, 중남미 국가 등으로 수출국을 확대하여, 최종 6개 대륙 26개국에 남경의 경쟁력 있는 점적관수 제품 보급을 위해 노력 중이다.

4. 해외시장으로의 NETWORK 확장 계획

남경은 2009년 5월 산림청에서 몽골 사막화 방지를 위해 추진하는 산림녹화사업에 컨소시엄 형태로 참여 이후에 자체적으로 신시장 개척에 나섰다.



2011년에는 중소기업청과 경기도청에서 지정하는 유망수출기업으로 각각 지정될 정도로 그 수출 물량이 매년 증가하였고, 급기야 2013년도 세계 15개국에 300만불의 수출 실적을 돌파하였다.

창립 이래 끊임없는 점적관수제품의 기술 투자와 농림수산식품부의 수출유망 점적관수장치 핵심제품 연구개발등으로 5년 이내 수입품 대체효과를 획득하고, 이스라엘, 미국, 유럽의 선진농업국에 역수출하는 토대를 마련하여 6개 대륙 26개 국가에 남경의 점적관수 제품을 보급할 수 있을 것으로 보인다.



특히 남경은 2016년 이란경제사절단으로 참여하여 인연을 맺기 시작한 한국관개배수위원회(KCID)의 지원으로 당해 6월 한국농어촌공사와 해외민관협력(PPP, Public Private Partnership)사업 동반 기업 MOU를 체결하게 되었다.

앞으로 남경은 기존의 국내영업 라인과 해외 수출 네트워크 토대 위에서 정부, 학회, 그리고 농업단체 네트워크의 지원을 적극적으로 활용하며 세계 점적관수시장에서 강소기업으로의 도약을 위해 최선을 다할 것이다.

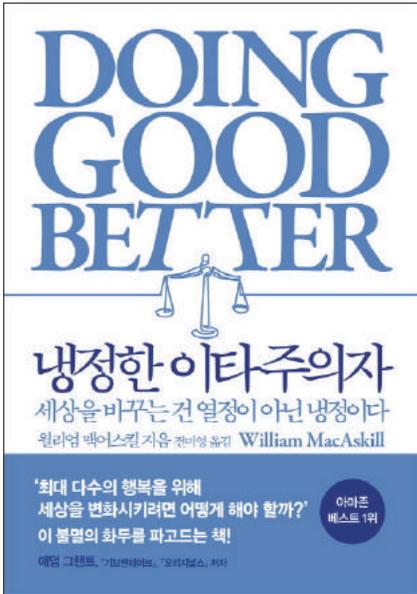


냉정한 이타주의자

윌리엄 맥어스킬 저

최진용

서울대학교 농업생명과학대학 교수



제목 Doing Good Better
저자 William MacAskill

국내외 비영리 구호 단체에 기부를 할 때 기부금에 사용에 대한 의구심을 가질 수 있다. 국제협력사업의 무상원조에 대하여 그 용도가 효과성 있게 집행되고 있는지에 대하여 궁금하다. 공정무역이 정말 아프리카의 빈곤한 농민에게 얼마나 도움이 되는지 알고 싶기도 하다. 더욱 나아가 최근 대두되고 있는 적정기술과 적정기술 제품이 실제 현장에서 얼마나 잘 활용될 수 있을까 하는 궁금증이 있다면 이 책 읽기를 권하고 싶다.

“냉정한 이타주의자”는 “세상을 바꾸는 건 열정이 아닌 냉정이다” 라는 소제목을 달고 있는데 옥스퍼드대학교 철학과 부교수이자 비영리 단체 “기빙 왓 위캔 Giving What We Can”과 “8만 시간 80,000 hours”의 공동설립자인 윌리엄 맥어스킬 (William MacAskill) 이 집필한 책이다.

이 책에서는 현장의 자료와 분석을 통해서 무엇을 어디에 누구를 도울 지를 결정해야 합리적이고 실패하지 않으며 비용효율적인 구호를 할 수 있음을 사례를 들어 조목조목 설명한다. 국내외 국제구호단체들이 ‘빈곤포르노그래피’라고 하는 감정에 호소하는 사진과 동영상으로 기부금을 모금하는데 이때 감정에 흔들리지 말고 관리비와 운영비 그리고 사업비에 기부금이 얼마나 어떻게 이용되는지, 그리고 그

구호단체 사업의 효과성이 얼마나 되는지 따져보고 선택하여 기부해야 한다고 얘기하고 있다, 국제구호현장에서 일하는 것보다 본인의 일터에서 열심히 일하면서 일정액을 기부하는 것이 훨씬 기부의 효과가 크다는 것도 차근차근 설명한다. 특히 “재해구호에 기부하면 안 되는 이유”, “차라리 노동착취 공장 제품을 사라” 라고 하는 대목에서는 우리가 생각하고 있던 상식을 깨뜨리는 분석을 통하여 호응을 이끌어 낸다.

최근 우리나라에서도 기부문화가 확산되고 국제개발협력사업에 대한 관심이 높아지고 있다. 특히 한 국관개배수위원회 회원들은 세계의 빈곤 문제 해결과 지속가능개발목표(SDGs) 달성을 위해서 어떻게 노력해야 할지 궁금해 할 것이다. 이 책은 그런 궁금증 해결에 조금이라고 기여할 수 있을 것으로 기대 된다.

국내 농업 소식

한국농어촌공사, 마른장마 대비 농업용수 확보 총력(2017.6.21)

한국농어촌공사는 최근 가뭃에도 전국 대부분의 지역에서 모내기가 완료됨에 따라 마른장마에 대비한 농업용수 공급 대책에 주력한다.

20일 현재 전국의 모내기 실적은 97.7%에 이르고 있다. 앞으로 모의 뿌리내림과 생육을 돕고, 폭염으로 인한 증발에 대응하기 위해 지속적으로 논에 용수공급이 필요한 상황이다. 7월까지 강수량이 평년 수준을 밑돌 것으로 예상되는 가운데 21일 현재 전국 평균 저수율은 39%에 머물고 있어 공사는 용수 공급을 위한 비상대책을 추진 중이다.

경기 남부, 충남 서북부, 전남 남부 등 가뭃이 극심한 지역은 인근의 담수호, 하천으로부터 관로를 연결해 저수지에 물을 보충하거나 농경지에 직접 급수하고 있다. 충남 서산과 보령의 간척지에서는 염해에 대응해 재이양에 필요한 예비못자리를 지원하는 한편 비상펌프를 추가로 설치하고 관정을 개발하는 등 용수 확보에 총력을 다하고 있다. 또한 논에서 흘러나온 퇴수를 다시 끌어다 쓰고 정화된 하수를 활용하는 등 수자원의 재활용에도 힘쓰고 있다.

21일 경남 하동과 전남 광양, 순천 지역의 가뭃 대책 현장을 방문한 한국농어촌공사 정승 사장은 “마른장마에도 벼가 원활히 생육할 수 있도록 용수 확보에 만전을 기하겠다”라며 “4년째 봄가뭃이 반복되고 있는 만큼 기후변화에 대응한 항구적인 가뭃대책을 정부와 긴밀히 협의해나가겠다”라고 말했다.

국민안전처, 6월 가뭃 예·경보 발표_농림축산식품부(2017.6.11)

국민안전처는 경기·충남·전남 일부지역에 가뭃 상황이 발생함에 따라 피해 최소화를 위하여 범정부 차원에서 가뭃대책을 추진하고 있다고 밝히면서 6월 가뭃 예경보를 발표하였다.

전국 농업용 저수지의 저수율(51%)은 평년(67%)의 76% 수준이나, 농업용수 수요가 많은 영농시기로 세종, 경기, 충남, 전남 일부지역은 주의 또는 심함단계가 전망된다. 6월에는 세종·경기·충남·전남 10개 시군이 주의심함 단계이고, 7월에는 세종·경기·강원·충남·전남 17개 시군으로 확대되었다가, 9월에는 세종·경기·충남·전남 10개 시군으로 다소 완화 될 것으로 전망된다.

농림축산식품부는 작년 10월부터 가뭃 우려지역에 관정개발, 양수장 설치, 저수지 물채우기 등을 추진하여 가뭃에 대비하였으나, 지속적인 강수량 부족으로 세종·경기·강원·충남·전남 일부지역에 가뭃이 발생 중에 있어 영농급수 대책비 125억원과 특별교부세(국민안전처) 194억원을 긴급 지원하여 하상굴착, 관정개발, 양수장 설치, 송급수시설 등 용수원 개발을 집중 추진 중에 있다.

농경연·농협 업무협약 추진_농민신문(2017.6.9)

농협중앙회는 9일 서울 중구 중앙회 본관에서 한국농촌경제연구원과 ‘농업인 소득향상과 농업·농촌 발전을 위한 업무협약’을 체결했다.

두 기관은 농축산물 수급안정을 위한 관측정보를 생산하고 농가들의 활용도를 높이기 위해 힘을 모을 계획이다. 이에 따라 농경연 농업관측본부가 관측정보를 생산해 계량모형을 분석한 후 제공하면, 농협 원예관측정보팀은 이를 사전적 생산조절에 활용하고 전국적으로 확산시키기로 했다. 또 농업·농촌과 관련한 연구협력, 현장이슈 중심의 토론과 소통문화 확산, 연구와 사업분야 간 시너지 제고를 위한 정보교류, 농업·농촌의 가치에 대한 공감대 전파를 위한 홍보협력 등을 공동 추진하기로 했다.

김창길 농경연 원장은 “농축산물 관측정보 공유와 농업·농촌 연구부문에서 실질적인 도움이 되는 협력을 기대한다”고 말했다.

김병원 농협회장은 “농경연이 생산한 귀중한 관측정보와 연구자료를 농업현장에서 제대로 활용해 농가소득 5,000만원 시대를 열 수 있도록 최선을 다하겠다”고 밝혔다.

동양물산, 농기계 자율주행 시대의 막을 열다_한국농정(2017.6.4)

동양물산이 지난달 17일 전북 부안군 동진면에서 업체 관계자 및 농민 등 30여명이 참석한 가운데 자율주행 트랙터와 이앙기 시연회를 실시해 호평을 받았다. 이날 시연회는 논 1,200평을 대상으로 자율주행 트랙터와 이앙기의 무인주행과 작업 성능을 시연하며 일본 제품과의 꼼꼼한 비교·분석도 이뤄졌다.

동양물산은 지난 2015년 최초로 자율주행 트랙터를 일반에 공개해 업계에 신선한 충격을 안기기도 했다. 이번 시연회를 통해 자율주행 트랙터가 직접 묻는 로타리 작업을 실행함으로써 그 동안 밭 작업 위주로만 펼쳐진 시험에서 한발 더 성장한 기술을

선보였다.

또한 이번 시연회에서 처음 선보인 자율주행 이앙기는 보조인원 없이 혼자 이앙을 하며 육묘 공급 등의 다른 일을 할 수 있도록 직선구간 내의 자율주행 기능을 선보였다. 이앙시 묘 간격을 자동으로 맞추는 직선 자율 기능으로 작업자의 피로도 감소와 운전 용이성 등 다양한 편리기능을 제공한다.

동양물산 관계자는 “자율주행 연구 개발 기술을 활용해 트랙터·이앙기에 이어 콤팩트까지 확대할 계획을 가지고 있으며 업계 최초 상용화를 통해 농업분야의 4차 산업혁명 시대를 이끌 것으로 내다본다”고 말했다.

한편, 농업기계 분야의 자율주행 기술은 이를 활용한 정밀농업으로 운전 중 안전사고 예방, 농작업 환경개선 및 비용절감, 생산성 증대, 농가 인구 감소 문제 등을 해소하는 데 큰 기여를 할 것으로 예측된다.



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-mail주소를 기입한다.)
- 논문의 경우 초록(Abstract) 및 Keyword를 필히 작성한다.
(초록은 300단어 정도, 15행 이내로 한다.)
- 국문 논문의 요지는 영문으로, 영문논문의 요지는 국문으로 작성한다.
- 4명 이상의 공저의 경우 2열로 나누어 적는다.

집필 번호 체계

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

그림 및 사진

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

용 어

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

참고문헌

- 원고 끝에 순서에 따라, 논문일 경우 저자명, 발행연도, 논문명, 게재지명, 게재 페이지를 기재하고, 단행본일 경우는 저자명, 발행연도, 책명, 발행처명, 인용 페이지를 기재하도록 한다.
- 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, 일본 문헌 및 기타 언어 문헌 순으로 한다.

송부방법

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

기 타

- 원고는 성과품 최고 12페이지를 초과하여 게재하지 못한다.

연 락 처

- 한국관개배수위원회 사무국
- 주소: 경기도 수원로 권선구 수인로 126 한국농어촌공사 토지개발사업단 3층
- Tel: 031-201-0467
- Fax: 0505-300-0471
- E-mail: kcidkr@gmail.com

학술 및 국제교류 분과위원회 명단

위원장 최진용 (서울대학교 농업생명과학대학 지역시스템공학 교수)

부위원장 송인홍 (서울대학교 농업생명과학대학 지역시스템공학 교수)

간사 남원호 (한경대학교 농생대 지역시스템공학과 교수)

위원 최중대 (강원대학교 지역건설공학과 교수)
윤광식 (전남대학교 지역·바이오시스템공학과 교수)
김성준 (건국대학교 사회환경플랜트공학과 교수)
허남주 (한국농어촌공사 농어촌연구원 박사)
김상열 (한국농어촌공사 농촌개발처 처장)
박창언 (신구대학교 토목과 교수)
최경숙 (경북대학교 농업토목공학과 교수)
유승환 (전남대학교 지역·바이오시스템공학과 교수)
임경재 (강원대학교 지역건설공학과 교수)
장민원 (경상대학교 지역환경기반공학과 교수)
이성희 (한국농어촌공사 국제교육교류센터 박사)
박기욱 (한국농어촌공사 국제협력처 박사)
황세운 (경상대학교 지역환경기반공학과 교수)
장정렬 (한국농어촌공사 농어촌연구원 수석연구원)
윤남규 (농촌진흥청 농업연구사)
엄한용 (한국농어촌공사 농어촌연구원 수석연구원)
서동욱 (한국농어촌공사 농어촌연구원 과장)

한국관개배수기술정보지

등록번호	경기 사-0009
등록일자	1994. 7. 11
인쇄일	2017년 6월 30일
발행일	2017년 6월 30일
발행인	이 봉 훈
편집인	최 진 용
발행처	사단법인 한국관개배수위원회 경기도 수원시 권선구 수인로 126(16429) 한국농어촌공사 토지개발사업단 3층 KCID 사무국 Tel. : 031) 201-0468 E-mail : kcidkr@gmail.com http://www.ekcid.org/
은행계좌	농협 317-0009-1157-21
디자인제작	(주)에스앤에스기획 Tel. 02) 2264-8700 Fax. 02) 2274-8704

<비매품>

생명의 원천 농어촌 용수

국토의 건강한 물 순환,
 묵묵히 지켜 나가겠습니다.

