

ICID 제1차 아시아 지역회의 General Reports

General Reports on the First Asian Regional Conference of ICID

김 태 철*, 이 용 직**, 김 진 수***, 김 현 영****
 Kim, Tai Cheol, Lee, Yong-Jig, Kim, Jin Soo, Kim, Hyun-Young

1. 머리말

국제관개배수위원회(ICID) 제52차 집행위원회의(IEC)와 제1차 아시아지역회의(ARC)가 2001년 9월 16일부터 21일까지 서울 스위스그랜드 호텔에서 개최되었다. 우리 나라 농업생산기반정비사업과 관련해서 개최되는 최초, 최대의 국제행사였던 만큼 우리 농촌, 농업, 농민의 국제적 지위도 크게 향상되었다.

국제관개배수위원회는 1950년 설립된 비정부기구(NGO)로서 관개, 배수 및 홍수조절에 대한 새로운 기술과 정보를 교류하고, 효율적인 물 관리와 환경 보전, 수자원 및 농지의 생산성 향상, 세계식량공급의 안정적 공급 등을 목표로 현재 95개국의 회원국과 FAO, WHO, UNDP, UNESCO, ICOLD, ISO, IWMI 등 국제기구와 공동으로 활동하고 있다. 주요활동은 매년 집행위원회의를 개최하며, 매 3년마다 총회(Congress)와 지역회의를 개최하고 있다. 지역회의는 유럽지역회의 20회, 아프리카-아시아지역회의 10회, 아메리카지역회의 4회가 개최되었다.

한국관개배수위원회(KCID)는 1969년 ICID 회원국으로 가입하여 활동하고 있으며, 1992년 사단법인으로 등록한 이후 현재 일반회원 1,389명 단체회원 86개사로 구성되어 있다.

주요활동으로는 ICID가 주관하는 각종 국제회의에 참가하고, 매년 세계 물의 날 기념 국제심포지엄, 회지 및 소식지 발간, ICID 기술서적 보급 등이다.

2. 아프리카-아시아 지역회의

제1차 아프리카-아시아 지역회의는 소비에트 연방 타시켄트에서 1976년 처음 개최된 이후 평균 2년에 1회씩 지역회의가 열렸다.

제1차(1976) : 소비에트 연방, 타시켄트, “관개, 배수, 홍수조절의 사회-경제적 상황”

제2차(1978) : 필리핀, 마닐라, “아프리카-아시아의 쌀 생산”.

제3차(1980) : 인도, 뉴델리, “관개시스템에서의 지표수-지하수를 연계한 물 관리”,

제4차(1982) : 나이지리아, 라르고, “식량생산을 위한 강유역 개발”,

제5차(1985) : 오스트레일리아, 타운스빌, “열대지역에서의 농업용수 계획과 관리”,

제6차(1987) : 이집트, 카이로, “건조-반건조 지역에서의 물 관리”,

* 충남대학교 농업생명과학대학 (dawast@hanbat.chungnam.ac.kr)

** 농업기반공사 농어촌연구원 (leeyj@karico.co.kr)

*** 충북대학교 농과대학 (jskim@cbucc.chungbuk.ac.kr)

**** 농업기반공사 화용사업단 (hykim@karico.co.kr)

- 제7차(1989) : 일본, 도쿄, “습지-반건조 지역에서의 농업과 농촌개발을 위한 계획과 관리”,
- 제8차(1991) : 태국, 방콕, “아프리카-아시아 국가의 토지와 수자원관리”,
- 제9차(1995) : 알제리아, 알제, “아프리카-아시아 지역의 가뭄과 홍수조절 전략개발”
- 제10차(1998) : 인도네시아, 발리, “수자원과 토지자원의 지속가능한 개발과 관리”

3. 제1차 아시아 지역회의 - 「농업, 물 그리고 환경」

1996년 로마에서 개최된 제46차 집행위원회에서는 2001년부터 아프리카-아시아 지역회의를 아프리카지역회의와 아시아지역회의로 분리하여 금년 서울에서 제1차 아시아 지역회의가 개최되게 되었다. 또한, 아시아의 많은 개발도상국에서는 인구성장과 경제발전으로 식량 부족, 수자원 부족 및 환경 악화 등의 문제가 야기되고 있어, 제1차 아시아 지역회의의 주제는 “농업, 물 그리고 환경”으로 결정하였다.

앞으로 25년 후에는 세계 식량 수요는 현재보다 2배 이상 증가할 것으로 예상되어 농업은 21세기에도 중요한 산업이 될 것이다. 한편, 관개 용수는 물을 가장 많이 쓰는 부문이지만, 생·공 용수 및 수력 발전 용수 등 타 부문의 수요가 증대하고 있어 상대적 비율이 감소하고 있다. 뿐만 아니라, 관개용수를 절수하여 물의 가치가 높은 타 부문 용수를 공급하려는 노력이 경주되고 있어 물 사용자간의 경쟁도 점차 치열해지고 있다. 상류 지역 개발은 하류 지역 수량 감소라는 지금까지의 제로섬(Zero-sum) 게임에서 어떠한 물 관리 시스템으로 윈윈(Win-win)게임을 이루느냐가 관심의 대상이다. 이번 아시아지역회의에서도 관개 용수 절수 방안과 수리권에 대한 많은 연구 논문이 발

표되었다.

General Reporter 김태철은 제1차 아시아 지역회의가 추구하는 이념을 농업, 물 그리고 환경의 조화를 통하여 쾌적한 인간생활을 향유하는 방정식으로 표현하였다.

농업 + 물 + 환경 = 쾌적한 농촌생활

(Agriculture + Water + Environment
= Amenity of rural life)

농업형태도 시대요구에 따라 고에너지-다수확(Maximum yield) 체제에서 저에너지-적정수확(Optimum yield) 체제로 변모하는 것이 선진 농업의 추세이다. ICID 솔츠회장은 2000년 ICID 케이프타운 회의 기조연설에서 세계적으로 관개 용수와 관련하여 해결해야 하는 시급한 문제는 어떻게 현재 사용량의 15~20%를 절수하고, 10~15%를 새로이 건설하고, 관개 용수의 수질을 어떻게 보전하느냐에 있다고 주장한 바 있다.

제1차 아시아 지역회의에는 24개국에서 100편 논문이 제출되었으며, 소주제명과 편수는 다음과 같다.

제1 소주제 “농지에서의 관개 배수” 45편

제2 소주제 “자동화와 실시간 모니터링 시스템” 16편

제3 소주제 “관개수질, 물 정책 및 환경” 32편

제4 소주제 “홍수 피해조절” 7편

국가별 논문편수는 한국 28편, 일본 16편, 인도 10편, 러시아 8편, 중국과 타이완 각 5편, 미국 4편, 이란 3편, 오스트레일리아, 캐나다, 미얀마, 우크라이나, 우즈베키스탄 각 2편, 방글라데시, 벨지움, 체코, 이집트, 프랑스, 인도네시아, 네팔, 네델란드, 파키스탄, 스리랑카, 탄자니아 각 1편 등 100편이다. 특히, 제1차 아시아 지역회의를 빛내주기 위해 아프리카 2편, 유럽지역 5편, 아메리카지역 6편 논문이

제출되었다.

연구 발표자의 직업은 대학 교수 44편, 연구자 38편, 정부 관리 8편, 사업 관리자 6편, 공공 기관 4편 등이다.

국제 공동연구 발표논문은 네델란드-인도 4편, 네델란드-이집트, 네팔 각 1편, 캐나다-인도 2편, 캐나다-이란 1편, IWMI-중국 2편, 일본-한국, 메콩, 스리랑카, 태국 각 1편, 미국-타이완, 미국-중국-말레이시아 1편 등 17편이다. 이와 같은 국제 공동연구는 관개 배수와 관련된 경험을 나누고 농업, 물 그리고 환경과 관련된 문제를 해결하기 위하여 더욱 확대되어야 한다.

4. 발표논문 내용

제1차 아시아 지역회의 주제 “농업, 물 그리고 환경”하에 제1 소주제 “농지에서의 관개 배수”, 제2 소주제 “자동화와 실시간 모니터링 시스템”, 제3 소주제 “관개수질, 물 정책 및 환경”, 제4 소주제 “홍수 피해조절”에 대한 발표논문의 내용과 방향은 다음과 같다.

가. 제 1 소주제 : 농지에서의 관개 배수

제 1 소주제는 절수 관개, 지하 배수, 필요수량과 물 관리 및 재이용과 지하수 함양에 관한 논문이다.

1) 절수 관개

농촌 지역의 물 부족 문제를 해결하는 방법에는 저수지의 효율적 관리, 라이닝 수로, 자동화 시설과 함께 절수 관개가 가장 효과적이다. 간단 관개, 습윤-건조관개, 윤환 관개, 천수 관개 등 실용적인 절수 관개가 제안되고 있으나, 수백·수천 년 세습되어 온 담수 관개라는 수리 관행의 벽에 부딪혀 잘 시행되고 있지 않다. 즉, 물 공급에 대한 불신 때문에 논에 물을 가득 담아두려는 농민의 심리적 습

성과 함께 월담 관개라는 지형적 특성에 기인한다. 따라서, 농민들이 관개 방법을 상시 담수 관개에서 간단 관개 및 윤환 관개로 전환하도록 기술 지도 및 홍보가 대단히 중요하다.

중국에서는 절수 관개(천수 간단 관개, 작부체계조정, 물 재이용, 수로라이닝 등)로 관행 방법(상시 담수 관개)보다 물 생산성이 20~35% 향상되었으며, 현재 350만ha에서 시행되고 있다. 관개 용수를 절수하여 비싼 도시 용수로 공급하면, 농민은 수세는 적게 내고 절수한 만큼 돈으로 보상받도록 수세법이 제정된 이후 절수 관개 시행면적이 확대되고 있다. 일례로 중국 이창(宜昌) 관개지구에서는 절수한 만큼 수세를 적게 내고, 절수한 농업용수 1m³를 150원 정도를 받고 도시 용수로 공급하고 있다.

인도에서는 동부지역 우기 건담 직파 재배 시험구에서 관행의 담수 관개 방법에서는 683mm의 관개 용수가 필요한데 간단 관개 방법에서는 103mm로도 수확량에 차이가 없었음을 발표하였다.

IWMI에서 제안한 천수 관개 또는 습윤-건조 반복(AWDI) 절수 방법을 인도, 중국, 케냐 등에 시행한 결과, 수확량에 별차이 없이 관행 담수관개보다 40~70%의 절수효과를 나타냈다고 보고하였다.

김태철 교수가 발표한 관개저수지의 저수율에 따라 절수계획을 수립하는 간단-윤환 관개시스템 등 절수 관개는 물의 효율성과 생산성을 향상한다는 좋은 점에도 불구하고, 농민들의 오랜 수리 관행과 관개 용수 사용료 부담이 적거나 없기 때문에 추진하기가 대단히 어렵다. 국민적 절수 관개 운동으로 국가에서 지원하고 농민 단체에서 앞장 서 국민적 운동으로 캠페인을 벌여야 가능할 것이다.

2) 지하배수

논 지하배수는 건조지역 (인도, 호주 등)에

서는 염분조절과 배수 조절을 위하여 실시하고, 습윤 지역(한국, 일본 등)에서는 경지정리와 병행하여 다양한 토지이용과 작부체계 향상을 위하여 실시한다. 이러한 논 지하배수는 아직 아시아 개발 도상국에서는 확대되고 있지 않지만, 산업화에 따른 농촌 노동력 감소와 기계화에 따라 경지정리와 병행하는 지하배수 시설은 가까운 장래에 크게 확대될 것으로 기대된다. 우리의 축적된 경지정리기술이 광대한 중국과 인도 농지에 진출할 수 있는 길을 적극적으로 모색해야 할 것이다.

인도에서는 논 지하배수 지역에서 지하배수 시설을 하지 않은 지역보다 밀과 콩 수확량이 약 55% 증수되었다고 보고하였다.

호주에서는 논 지하배수(두더지 암거 시설) 지역에서 벼 이모작으로 재배한 밀의 수확량이 9% 증수하였으며, 두더지 암거 시설은 점토질 토양에 적합한 것으로 보고하였다.

3) 필요수량과 물관리

관개 계획을 수립하는데 가장 중요한 인자 중의 하나가 작물의 증발산량 산정이다. 작물이 충분히 증발산 작용을 하도록 물을 공급하는 것이 관개 활동이기 때문이다. 증발산량을 산정하는 전통적 라이시미터(마이크로 또는 대형)방법, 토양면과 작물 피복면을 모형을 사용하는 실험적 방법, Landsat에서 얻은 열적외선 자료로부터 넓은 지역의 증발산량을 산정하는 SEBAL이라는 새로운 방법을 개발하여 발표하였다.

4) 재이용과 지하수 함양

일반적으로 수로 말단에는 물이 부족하므로, 관개지구에서 배수되어 버려지는 회귀수를 재이용하면 수로 말단의 물 부족 현상을 해결할 수 있다.

미얀마 Shwedo 지구에서는 관개 용수 회귀 수량 $6 \text{ m}^3/\text{s}$ 를 13개의 취입보로 도수하여 10,680ha에 관개 용수를 공급하고 있다. 이

것으로 연간 1억 m^3 의 물을 수력 발전 용수로 전용할 수 있다. 미얀마는 개발도상국가 이면서도 절수 관개와 함께 재이용 시설과 관개수질 개선에 주력하는 등 우리에게도 큰 교훈을 주고 있다. 우리의 절수 관개, 재이용 시설과 관개수질 개선에 대한 노력이 너무 미흡하기 때문이다. 농촌 용수 공급을 위한 지하수 개발이 크게 확대되면서, 지하수량 고갈, 지하수위 저하, 하천 갈수량 감소, 지하수질 악화의 문제가 제기되고 있어 안전 채수량에 대한 관심이 높아지고 있다.

탄산수로 유명한 우리 나라 초정(椒井) 지구에서 강수량, 유출량, 토양수분량, 자유수면 지하수위, 피압 지하수위 등에 대한 종합 관측으로 안전 채수량(Safe yield)에 관한 연구를 수행하고 있으며 현재로는 약 6%의 함양률을 보고하고 있다.

나. 제 2 소주제 : 자동화와 실시간 모니터링시스템

제 2 소주제는 자동화 시스템 및 시설과 실시간 모니터링에 관한 논문이다.

1) 자동화 시스템과 시설

관개 배수의 자동화 시스템은 물 사용량과 노동력을 줄이고 환경에 미치는 영향을 최소화하기 위하여 대단히 중요한 현대화 사업이다. 아시아 지역의 많은 개발 도상국들의 관개배수 현대화 사업이 현재는 낙후되어 있지만 멀지 않은 장래에 크게 확산될 것으로 기대한다. 이와 관련하여 중국, 한국, 일본, 말레이시아, 파키스탄, 타이완 및 미국에서의 자동화 시스템과 시설을 소개하고 있다. 우리와 여건이 비슷하면서 1970년대에 관개 배수 자동화 사업을 실시한 타이완의 실패와 성공은 우리에게도 교훈이 될 것이다. 타이완도 초기에는 기술 부족, 경험 부족과 인식 부족으로 농민이 자동화 시설을 파괴하는 등 실패를 경험하고 있다.

소규모 관개 구역에 자동화 시설을 도입하려면 저비용 시스템이어야 한다. 데이터 로거, 센서, 태양-에너지원 통신 시설, 퍼스컴 및 인터넷 등 제반 자동화 시설에 필요한 부품 값이 저렴해지고 있어 시설비용이 적게드는 자동화 시설이 가능하게 될 것이다.

미국 Hansen은 인터넷과 웹브라우저를 실시간 자료 전송 수단으로 사용하는 저비용 SCADA-저비용 자동화 시스템 사업을 적용한 중국 징타이 지구 66,700ha, 말레이시아 케라이언 지구 23,400ha에서의 시행 사례를 소개하고 있다. 또한, 대부분 포장은 전원에서 멀리 떨어져 있기 때문에 자동화 시설의 모든 에너지는 태양열을 이용하는 시스템을 소개하고 있다. 저비용 수로 자동화를 구성하는 데이터 로거, 수위 감지 센서, 이동 전화, 모뎀, 태양열 시스템, 보호 시설 등 기본 시설에는 2,800달러와 4시간의 설치 시간이 필요하다. 여기에 태양 에너지로 가동되는 수문을 설치하면 1,500달러가 추가된다. USBR이 개발한 태양 에너지 시설비용은 10Watt 시스템은 200달러, 40Watt 시스템은 500달러로 전체 비용의 10% 이내이며, 이미 25개소에 태양 에너지로 가동되는 수문을 설치하였다.

2) 실시간 모니터링

일본 홋카이도에서는 기상 예보와 증발산량에 따른 토양수분량을 예측하여 밭 작물 재배 농가에게 관개 시점과 관개 수량을 Fax로 알려주는 실용적 관개지령 시스템을 사례로 소개하고 있다.

우리 나라 관개 배수 자동화 사업을 위하여 이와 같은 저비용 SCADA-저비용 자동화 시스템과 관개 지령 시스템 도입과 개발 및 부품 산업화에 노력을 기울여야 할 것이다.

다. 제 3 소주제 관개수질과 물정책 및 환경

제 3 소주제는 관개수질과 오염, 수리권과 물 정책, 환경과 생태보전에 관한 논문이다.

1) 관개수질과 오염관리

지난 수십년간 많은 연구에도 불구하고 농업 활동이 수질에 미치는 순기능과 역기능에 대하여 잘 알려지지 않고 있다. 특히, 농경지에 비료, 농약을 과잉 투여함으로써 농지에서 배출되는 비점오염원은 하천수의 부영양화를 야기하고, 지하수를 오염시키므로 이 매카니즘에 대한 기초 연구가 주류를 이루고 있다.

우리 나라에서는 접촉 산화 수로로 둘러싸인 원형 수질 정화조를 이용하여 저수지와 하천의 수질을 개선하는 공법과 인공 습지 설치와 각종 수초 재배에 의한 저수지 수질 개선 방법을 소개하고 있다.

2) 수리권과 물정책

물 부족에 따라 사용자간의 물 분쟁이 빈번해지며 이에 따라 수로간, 수계간, 국가간 수리권에 대한 문제가 발생하고 있다. 같은 수계 내에서도 수원공에 물은 충분한데도 물 소비 형태에 따라 수로 종점부에서는 심한 물 부족 현상을 야기한다.

일본 사토 교수는 코카이 강에서 사례 분석을 통하여 농민이 관개 용수를 절수하여 도시 용수를 공급하게 되면 그 만큼 보상해 주는 보상 시스템을 추천하고 있다.

인도네시아에서는 탐포강 유역 내에서 상류 지역 수자원 개발과 개보수는 하류 주민들이 이용할 수량이 감소할 수 있다는 상·하류간 갈등을 지적하고 있다.

Iskandar는 아랄해로 유입하는 제라프산 강물의 이용량 배분에 대한 우즈베키스탄과 타지키스탄간의 물 사용 협정이 없어 국가간 수자원 개발 계획에 문제가 야기되고 있다고 하였다.

3) 환경 및 생태보전

상류 유역에서의 대규모 관개 용수의 공급은 하류 주민들이 이용할 수량이 감소하고 하류 하천의 수생 생태에 치명적인 영향을 미칠

수 있다. 생태계의 종 다양성과 논의 환경 친화적 기능에 대한 주민들의 요구가 급증함에 따라 이에 대한 논 농업의 필요성이 강조되고 있다.

ICID 2000 『논 농업 관개배수의 지속적 발전』 워크숍에서 도쿄 선언을 통하여 아시아 문순 지역에서의 논 농업은 식량의 안정적 공급, 경제 발전, 국토 환경의 보존, 농촌 지역 사회의 활성화와 같은 다면적인 기능을 가지고 있다고 밝힌바 있다. 논 농업의 다면적 기능은 농업과 농촌의 지속적인 발전을 위하여 앞으로도 계속적으로 기여하게 될 것이다.

미국 Tanji 교수는 캘리포니아 새크라멘토 지역에서 환경과 생태 보전을 위하여 잔류 농약 제한, 벼 뒷그루 태우기 금지, 야생 동물 서식지 제공 등 논 관개 사업의 각종 규제 사항과 함께 논 관개 사업이 환경에 미치는 좋은 순기능을 소개하고 있다.

합리적 물 관리와 수로 관리를 위해 시행하는 관개 수로의 콘크리트 라이닝 작업은 수생 동·식물에 나쁜 영향을 미치고, 지역의 종 다양성을 감소시키는 등 문제가 제기되고 있다. 일본과 네팔에서는 친자연형 수로건설 기법에, 한국에서는 어도가 있는 하천건설 기법을 소개하고 있다.

라. 제4 소주제 홍수조절

제 4 소주제는 홍수조절과 홍수피해 사례에 관한 논문이다.

홍수 피해를 경감시키기 위해서는 유역 관리, 배수 시스템 정비, 적정 저수지 관리, 실시간 예·경보 시스템, 유역 침투량 증대 방안, 지표 저류능 증대 등 종합적인 치수 대책이 강구되어야 한다.

일본에서는 논의 홍수 조절 기능을 피크 홍수량 감소량과 피크 도달시간 지연 관점에서 분석, 소개하였다.

체코에서는 상류 유역에서의 농업 배수의

개선은 오히려 하류 지역에서의 피크 홍수량과 홍수 용량을 증대시켜 대도시가 큰 침수피해를받을 수 있다는 점을 지적하고 있다.

5. 맺는말

제1차 아시아 지역회의에서 추구하는 관개배수의 이념은 농업, 물, 환경의 조화 속에 - 경제적으로 부유하고, 정신적으로 건전하며, 향토 전통문화가 전승되는 - “쾌적한 농촌 생활 (Amenity of rural life)” 이다. 이것이 바로 “덜 가졌지만 웃을 수 있어 더 행복한 (Less rich, but more happy with smiling)” 가치, 즉 우리의 전통적 농심(農心)을 되찾아 지키는 것이 관개배수의 새로운 도전이다.

관개배수의 이념방정식 :

농업 + 물 + 환경 = 쾌적한 농촌생활

첫째, 관개배수 사업의 효율성에 대한 자성(自省)의 평가가 있어야 한다.

관개배수는 건설과 유지 관리에 들어가는 엄청난 투자 때문에 고비용-저효율 사업으로 때로는 비판을 받고 있으며, 고에너지-다수확 체제는 환경에 많은 부하를 주고 있어 지탄의 대상이 되기도 한다. 따라서, 관개배수는 저비용-고효율 사업으로 환경을 보전할 때만이 지속 가능한 사업이 될 것이다.

둘째, 국민적 절수관개 운동을 전개해야 한다.

절수 관개는 물의 생산성 향상이라는 좋은 점에도 불구하고, 농민들의 오랜 수리 관행과 관개 용수 사용료 부담이 적거나 없기 때문에 추진하기가 대단히 어렵다. 따라서 국가에서 지원하고 농민 단체에서 앞장 서 캠페인을 벌여야 한다.

셋째, 관개배수사업의 새로운 사업 비전을 제시해야 한다.

물이 필요할 때는 물을 대주고 넘칠 때는

물을 빼주는 전통적 관개배수 사업에서 벗어나, 관개배수 시설을 자동화하고, 농촌지역의 정보화를 촉진하며, 하천생태와 토양환경을 보전할 수 있는 새로운 사업 비전을 제시해야 한다.

넷째, 새로운 사업 시행을 위한 관개배수사업 공공 투자가 확대되어야 한다.

우리 국가 예산은 1997년도 800억 달러에서 2000년도 1천억 달러로 증가하였는데도, 관개배수 사업부문 투자 예산은 같은 기간 18억 달러로 정체 상태에 놓여 있다.

다섯째, 아시아 경제 블록의 사안별 협조를 강화해야 한다.

경제 세계화를 주도하는 WTO 체제는 많은 문제점에도 불구하고 어쩔 수 없는 선택으로 진행되고 있다. 특히, 농업 부문의 자유시장 개방은 아시아 지역 개발도상국에게는 대체로 불리하게 작용한다. 따라서, APEC, ASEAN 등 지역 경제 블록을 중심으로 사안별 공동 대처의 필요성이 더욱 증대되고 있다.