

International Commission on Irrigation and Drainage (ICID) Awards

- WatSave Awards를 중심으로 -

유 승 환

전남대학교 지역·바이오시스템공학과

1. ICID Award 개요

한국관개배수위원회(KCID)의 〈세계 농업과 물〉이 세계 농업과 농업용수에 관한 다양하고 생생한 정보를 전달하는 소식지로서 글로벌 위기에 대응할 수 있는 지혜를 나눌 수 있는 소통의 장이 될 수 있도록, 본 고에서는 국제관개배수위원회(International Commission on Irrigation and Drainage, ICID)의 기술상에 대해 회원들에게 소

개하고자 합니다. 국제관개배수위원회에서 매년 선정하고 있는 수상내역들을 살펴봄으로써 최근 주목받고 있는 세계 관개배수 기술 현황을 파악하고 국외의 농업용수 활용기술에 대해 살펴보는 계기가 될 수 있을 것입니다.

ICID에서는 홈페이지에서 그림 1과 같이 수상 항목(Awards)을 분류별로 게시하고 이에 대한 기존의 수상자들에 대한 수상사유와 업적에 관한 자세

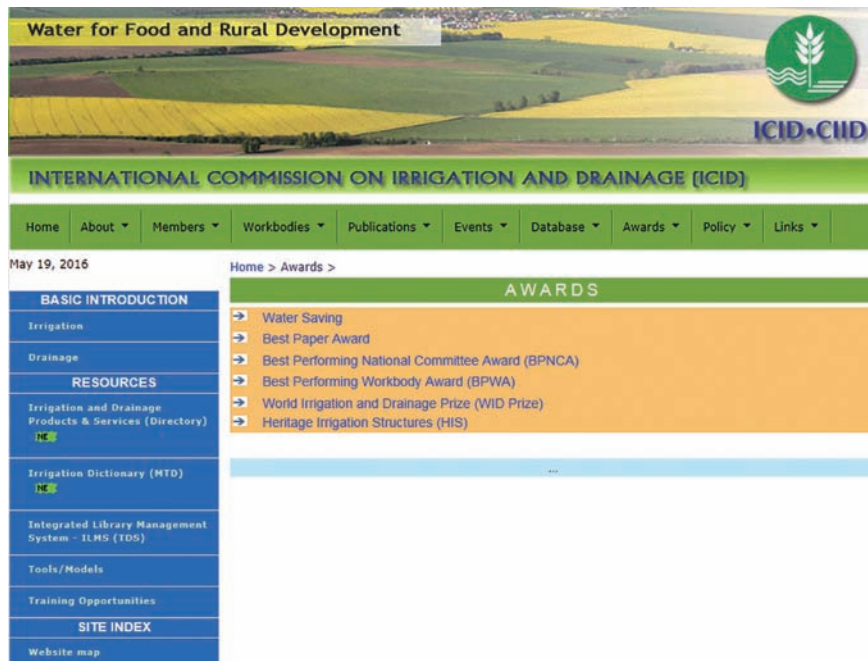


그림 1. ICID Awards의 Web-Page

한 정보를 제공하고 있습니다. 수상 부분은 다음과 같이 크게 여섯 가지로 구성되어 있습니다.

- 절수(Water Saving) 부문
- 최우수 논문상(Best Paper Award)
- 최우수 활동 국가위원회상(Best Performing National Committee Award)
- 최우수 활동 분과위원회상(Best Performing Workbody Award: BPWA)
- 세계 관개배수상(World Irrigation and Drainage Prize: WID Prize)
- 역사적인 관개구조물(Heritage Irrigation Structures: HIS)

본 고에서는 이 중 절수(Water Saving) 부문에 대해 중점적으로 소개하고자 합니다.

2. WatSave Award

가. 수상 배경 (Backgrounds)

오늘날 관개농업이 직면한 주요 과제는 수자원 생산성을 높임으로써 적은 물을 사용하여 농업의 단위 생산량을 높이는 것이다. 이를 위해서는 적절한 절수기술(water saving technologies) 및 관리 도구, 관련 정책이 적재적소에 적용되어야 하고, 관개용수 관리와 관련한 모든 관계자들이 물을 절약하고 부정적인 환경 영향을 완화하기 위한 노력을 적극적으로 기울일 수 있도록 적절한 정책과 인센티브를 장려하고 유도할 필요가 있다. 이러한 관개배수의 혁신을 장려할 필요성을 인식한 ICID에서는 1997년에 'WatSave Annual Award'를 제정하여 농업에서의 용수 보전과 물 절약에 공헌한 개인 혹은 단체에게 이 상을 수상하고 있습니다. 수상 후보 추천은 연초에 ICID의 국가위원회로부

터 모집하고 있으며 수상자에게는 상금과 인증서(Citation)가 주어진다.

나. ICID WatSave Awards 2016

2016년 수상후보는 지난해 광주광역시에서 개최된 제 65회 국제 집행위원회(the 65th International Executive Council, IEC)에서 승인한 WatSave 계획에 부합하는 4가지 분야별로 추천을 받고 있다.

4가지 분야별 WatSave의 목표를 구체적으로 살펴보면 다음과 같다.

첫째, 오페수를 정화하거나 절감하는데 성공적인 프로젝트 및 최고의 기술 적용사례 장려

둘째, 수자원의 가용성을 증진하기 위한 혁신적인 토지·용수 관리/기술 및 기타 비기술적 개입 장려

셋째, 용수 이용에 있어서의 실제적인 절수를 유도하는 연구 활동 장려

넷째, 비용 효율적인 용수 이용을 유도하는 새로운 정책과 절수 방법 개발 장려

WatSave 수상 범위 (scope)에서는 성과 자체에 중점을 두고 있고, ICID의 WatSave 수상 정신(spirit)은 특정 개인이나 그룹의 전문적인 성과를 강조하는 것이 아니라 관련 활동을 유도하는데 목적이 있다. 또한, 관련 연구를 인정하는 데 머무는 것이 아니라 실제 절수 사례로 성취된 업적을 인식하고, 파일럿 규모 또는 큰면적의 연구 대상지에서의 절수활동이 단순한 가정을 통해 예상되는 결과가 아니라 농민이나 관리자들에게 소개되고 적용되도록 유도하고 있다.

다. 수상 부문 (Categories of the Award(s))

WatSave의 수상 부분은 아래와 같이 총 다섯 부분으로 나누어져 있다.

- WatSave 기술상(Technology Award): 오페수를 정화하거나 절감하는데 성공적인 프로젝트와 최고의 기술 적용사례를 장려하기 위한 작업에 수상
- WatSave 물관리 개선상(Innovative Water Management Award): 수자원의 가용성을 증진하기 위한 혁신적인 토지·용수 관리/기술 및 기타 비기술적 개입 사례 또는 용수 이용에 있어서 실제적인 절수를 유도하는 연구 활동, 비용효율적인 용수 이용을 유도하는 새로운 정책을 대상으로 수상
- WatSave 청년분과상(Young Professional Award): 40세 이하의 젊은 전문가에 의한 절수 및 보전 작업에 대해 수상
- WatSave 농민상(Farmers' Award): 용수 보전을 장려하기 위해 성공적인 용수 절감 사례로 증명된 농업인에게 수상

라. WatSave 기술상 부문 (Technology Award)

2015년의 WatSave 수상자(Winners of WatSave Awards)에 대해 구체적으로 살펴보기 위해, 지난 10년간의 수상자 내역을 표 1-3에 차례대로 정리하였다. 이 중 2015년 기술상 수상자는 중국의 Li Xinjian으로, 그는 논벼 재배에 있어서 용수절감과 생산량 증대와 관련하여 'Impact of irrigation experiment on water saving and yield increasing for rice in Guangxi autonomous region'으로 수상하였다. Guangxi 지역은 연평균 강우량이 1000~1800 mm 되는 곳으로 60~70%의 강우가 봄에 집중되어 8월과 10월 사이의 심각한 가뭄이 쌀 생산량에 영향을 주는 지역으로, 이를 위해 1950년대 말부터 관개 실험장비를 설치하여 쌀 생산량과 물절약을 위한 과학적인 관개 방법을 확대하기 위해 노력하였고, 1970년대부

터 8개의 도시의 감독지점과 11개의 Guangxi 지역 내의 실험 측점을 네트워크화하여 괄목할만한 성과를 이루었다. 1960년대부터 새로운 관개방법 개발을 위해 서로 다른 관개 방식을 각 시험지에 적용하여 비교 시험을 수행하였으며, 그 결과를 바탕으로 낮은 수심의 습식 및 건식 방법(shallow water, wet and dry method)을 쌀 재배를 위한 개선된 관개방법으로 적용하고 있다.

2014년 기술상은 미국의 Jeff Shaw와 Todd Kotey의 'Benefints of the South San Joaquin Irrigation District (SSJID) pilot pressure irrigation project'가 수상하였다. 이 지역은 400 mile의 중력기반 운하와 파이프를 통해 농민에게 농업용수를 공급하는 지역으로, 농민들은 스프링클러 혹은 점적관개를 위해 개인의 펌프를 이용하거나 저류관개 (flood irrigation)를 실시하고 있다. 관개효율을 높이기 위해 SSJID 위탁 Stantec 컨설팅이 파트너로 선정되어 압력 관개프로젝트 (pressure irrigation project) 실험을 수행하였는데, 이는 압력수를 이용하여 압력 파이프라인으로 농지에 물을 관개하고, 농민들이 시간, 용량, 유량을 선택하도록 하는 실험이다. 또한 Web 기반 툴을 통해 다양한 정보를 제공함으로써 농민이 컴퓨터나 스마트폰, 또는 iPad를 이용하여 관개 일정을 조정하도록 하였다. 이를 통해 이 지역의 농민들이 실제로 얻은 이익을 다양한 측면에서 소개하였는데, 관개기간, 관개주기, 유량의 유동성과, 용수 보전효과, 에너지 비용의 절감, 지하수 사용량의 감소, 공기질의 개선, 생산량 증가, 노동력 감소, 지능적 관개 스케줄링 효과 등을 정량적으로 분석하였다. 즉, 기존의 지하수 관개시스템에서 벗어나 개선된 자동 관개시스템을 구축한 공로를 ICID로부터 인정받아 기술상을 수상하였다.

표 1. TECHNOLOGY AWARD 수상 내역

Year	Title of the Award winning Contribution	Award Winner(s)
2015	Impact of Irrigation Experiment on Water Saving and Yield Increasing for Rice in Guangxi Autonomous Region (Guangxi 자치구에서의 쌀 생산량 증가와 절수 관개 실험의 영향)	Li Xinjian, Fang Rongjie, Wang Chunri (China)
2014	Benefits of the South San Joaquin Irrigation District's Pilot Pressure Irrigation Project (South San Joaquin Irrigation District의 파일럿 압력 관개 프로젝트의 장점)	Jeff Shaw, Todd Kotey (USA)
2013	Thin and Exposed Irrigation (얇은 노출 관개)	Prof. Yi Yongqing (China)
2012	Theory and Technology of Controlled Irrigation of Rice in China (중국에서의 쌀 제어 관개의 이론과 기술)	Prof. Peng Shizhang (China)
2011	SAPWAT 3: Irrigation Water Planning Tool (SAPWAT 3: 관개용수의 계획 툴)	Messrs Pieter S. van Heerden, Charles T. Crosby (South Africa)
2010	Irrigation Water Security: Promoting On-Farm Reservoirs in the UK (관개용수 안보: 영국에서의 농장 저수지 활성화)	Dr. Keith Weatherhead Mr. Melvyn Kay, Dr. Jerry Knox (UK)
2009	Wheat Bed Planter (밀 베드 플랜터)	Prof. Dr. Rai Niaz Ahmad (Pakistan)
2008	Micro Irrigation – A Technology for Prosperity (미관개 – 활성화를 위한 기술)	Dr. Yella Reddy, Mr. Satyanarayana, Mrs. G Andal (India)
2007	Growing Rice with Pivots – A Step Towards Water Conservation (피봇을 이용한 쌀생육- 물 보전을 향한 단계)	Messrs Werner, Herbert Arns (Brazil)
2006	Contributions and Achievements to Water-Savings in Agriculture (농업에서의 절수를 위한 공헌과 성과)	Prof. Kang Shaozhong (China)
2001	Rotational irrigation scheduling in rice paddy with the operation rule curve of irrigation reservoir (관개용저수지의 조작규정곡선을 이용한 윤환관개모형)	Prof. Tai Cheol Kim (Korea)

마. WatSave 물관리 개선상 부문

(Innovative Water Management Award)

2015년 WatSave 물관리 개선상은 이집트의 남부 지역을 대상으로 기존의 토지와 개간된 토지에서 윤작 시 필요로 하는 용수 수요량을 산정하여 관개용수를 절약할 수 있는 윤작 방법을 제안한 이집트의 Samiha Ouda와 Abd El-Hafeez Zohry의 ‘Crop rotation: An approach to save irrigation water under water scarcity in Egypt’가 수상하였다. 2014년 수상자도 이집트의 ‘Improving growth, yield and water productivity of some maize cultivars by new

planting method’를 연구한 Yosri Ibrahim Mohamed Atta이었는데, 2005년과 2006년 이집트의 El-Sharkia Governorate 지역에 위치한 Zankalon 연구센터에서 여름시기에 두 곳의 필드 시험지를 통해 용수 손실을 줄이고 작물 생산량을 증가시키는 작물 재배 방법을 연구하였다. 전통적인 재배방법인 80cm 폭의 밭고랑 위에서 재배하는 방식과 새로운 방식인 밭고랑 아래쪽 (bottom of furrow)에 80cm, 160cm 폭으로 심는 방식을 비교하여 두 가지 옥수수 작물별 수확량과 용수 절감율, 용수 생산량 등을 산정하고 이를 분석하였다.



2015 ICID Award, 66th IEC and 26th ERC meetings 11–16 October, 2015, Montpellier, France

표 2. INNOVATIVE WATER MANAGEMENT AWARD 수상 내역

Year	Title of the Award winning Contribution	Award Winner(s)
2015	Crop Rotation: An Approach to Save Irrigation Water under Water Scarcity in Egypt 윤작: 이집트의 물부족하에서의 관개 용수 절약을 위한 접근	Prof. Samiha Ouda, Prof. Abd-El-Hafeez-Zohry (Egypt)
2014	Improving Growth, Yield and Water Productivity of some Maize Cultivars by new Planting Method 새로운 식재방법에 의한 옥수수종의 생장, 생산량, 물생산성 개선	Dr. Yosri Ibrahim Mohamed Atta (Egypt)
2013	Jiamakou Irrigation Scheme (JIS), China Jiamakou 관개 계획	Mr. Zhang Xuehui (China)
2012	Integrated Water Recovery Provides Regional Growth for Northern Victoria, Australia 통합형 물 복원이 제공한 호주 북부 빅토리아의 지역성장	Mr. Peter McCamish (Australia)
2011	Participatory Rainwater Conservation of Rainfed Agriculture of Vidarbha Region (Maharashtra), India 인도 Vidarbha 지역의 천수 농업에서의 참여형 빗물 보전	Prof. Dr. Subhash Madhawrao Taley (India)
2010	Water Distribution Management at the Vaalharts Irrigation Scheme Vaalharts 관개 방식에서 용수 분산 관리	Mr. Kobus Harbron (South Africa)
2009	Transformation of Irrigation through Management Transfer 관리 이전을 통한 관개 변환	Messrs Shahaji Manikrao Somawanshi, Bharat Kawale, Sanjay Madhukar Belsare (India)
2008	Innovative Method for Rice Irrigation with High Potential of Water Saving 고잠재력의 절수를 통한 쌀 관개 개선 방법	Dr. Yousri Ibrahim Atta (Egypt)
2007	Provision of Irrigation Scheduling Advice to Small Scale Sugarcane Farmers Using a Web Based Crop Model and Cellular Technology: A South African Case Study 웹기반 작물모델과 셀룰러 기술을 이용한 소규모 사탕수수 농민에게 관개일정 조언제공: 남아프리카 사례 연구	A. SINGELS, M.T. SMITH (South Africa)
2006	Water Administration System (WAS) 물 관리 시스템	Dr. Nico Benadé (South Africa)

표 3. YOUNG PROFESSIONALS 및 FARMER AWARD 수상 내역

Year	Title of the Award winning Contribution	Award Winner(s)
2009	Development and Application of Innovative and Advanced Simulation Tools for the Evaluation and Optimization of Surface Irrigation Systems 지표관개 시스템의 평가와 최적화를 위한 개선된 모의틀 개발 및 적용	Dr. Malcolm Gillies (Australia)
2008	Water Banking – Conjunctive Water Use Management Approach for Water Saving and Improve Productivity and Environmental Performance 워터 बैं킹 – 물절약과 생산성 및 환경 성능 향상을 위한 결합형 물 사용 관리 방법	Dr. Amgad Elmahdi (Australia)
2006	Micro Irrigation – A Technology to save Water 미량 관개 – 물 절약을 위한 기술	Ms. Neelam Patel (India)
Year	Title of the Award winning Contribution	Award Winning farmer(s)
2015	Group Farming and Micro Irrigation a Way to Prosperity 그룹 농업과 미량 관개 방법	Bhagwan M. Kapse (India)
2011	The Willow Creek Piping Project Willow Creek 배관 프로젝트	Mr. Jerry Erstrom, USA
2009	Rainwater Conservation through natural Cracks in Deep Black Soils 깊은 Black 토양에서의 자연 균열을 통한 빗물 보존	Mr. Arvind Narayanrao Nalkande (India)

바. WatSave 기타 부문

한편 WatSave 청년분과상의 경우에는 최근 6년간 수상자가 없었으며, 가장 최근 수상자는 호주의 Malcom Gillies가 ‘Development and application of innovative and advanced simulation tools for the evaluation and optimization of surface irrigation systems’로 수상하였다. 농민상의 경우에도 매년 수상자가 배출되지는 않으며 이 분야가 생긴 이래 총 세 번의 농민 수상자가 인도, 미국, 인도 등에서 각각 2015년, 2011년, 2009년에 배출된 바 있다.

3. 맺음말

본 고에서는 KCID 기술정보지인 <세계 농업과 물>을 맞이하여 국제관개배수위원회 (ICID)의 Awards에 대해 회원들의 전반적인 이해를 돕고자 ICID Award의 수상 부문 및 개요에 대하여 살펴보았습니다. ICID Award의 5가지 수상 부문 중 관개배수 기술 분야에 해당하는 절수 (Water Saving) 부문의 배경 및 범위를 구체적으로 살펴보고, 4가지 세부 수상 부문 (WatSave 기술상, WatSave 물관리 개선상, WatSave 청년분과상, WatSave 농민상)에 대한 최근 10여년간 수상 내역을 제시하고, 최근 각 부문 수상 기술에 대하여 간략히 소개하였습니다. 향후 <세계 농업과 물>에서 연재될 ICID 기술상 시리즈를 통하여, 국제적인 관개배수 기술 현황을 파악하고, 국외의 농업용수 활용기술에 대해 고찰할 수 있는 좋은 계기가 되기를 바랍니다.

건조지역의 카나트 관개시스템

Qanat system in arid area

김 태 철

충남대학교 농업생명과학대학 명예교수

1. 머리말

KCID 기술정보지 〈세계 농업과 물〉 개편 발간의 일환으로 기획 연재할 해외 수리시설의 첫 회로 “카나트 시스템”을 소개한다.

필자는 2007년 5월 이란 테헤란에서 열린 ICID 아시아지역 분과위원회가 주최한 “참여형 물 관리(Participatory Irrigation Management)” 워크숍에서 어떻게 하면 낮아지는 농업용수의 효율성을 향상시킬 수 있는지에 대한 논문발표와 토론 회의에 1주일간 참가하였다. 회의 후 세계의 절반이라는 아름다운 도시 이스파한(Esfahan)과 다리우스 1세의 페르세폴리스가 있는 페르시아의 영광이라는 시라즈(Shiraz) 지역에서 현장 견학과 역사 문화를 탐방하였다.

이스파한에서 시라즈로 가는 자그로스(Zagros) 산맥과 이란고원 사이 상공에서 내려다보이는 끝없이 황량한 사막이 지루해질 때, 놀랍게도 드라마틱한 광경, 질푸른 농경지가 눈 아래 넓게 펼쳐졌다. 마치 작은 분화구 같기도 하고 개미총 같기도 한 구멍들이 줄지어 있고 주변에 녹색 작물이 자라고 있어 재빨리 카메라를 꺼냈다. 도대체 사막 한 가운데 이런 농경지가 가능한지 실로 놀라운 광경이었다. 그것이 바로 그 유명한 고대 수리시설 카나트(Qanat)인 것은 뒤에 알았다. 사막에서 인간은 평등하게 왜소한 존재이다. 순응하지 않으면 살아갈 방도가 없기 때문이다. 그 순응으

로 이 사막지역에서 인간이 살아갈 터전을 마련한 인류학적 문화유산인 것도 뒤에 알았다.

카나트는 2,700년 이어온 역사적 유물로서의 관개시설뿐만 아니라, 아직도 건조지역 많은 나라에서 상당량의 관개용수를 공급하고 있다. 이란에는 지금도 34,000여개 카나트에서 연간 82억 m^3 지하수를 공급하여 전체 지하수공급량의 11%를 차지하고 있다. 더욱이 대형 펌프에 의한 지하수 과잉채수에 따른 지하대수층 고갈이라는 지역적 환경재앙을 해소할 대안으로 카나트 시설 확대가 검토되고 있다. 환경 친화적이고 지속가능한 카나트 관개시설을 재건하고 활성화하려는 법적, 재정적, 기술적 방안이 UNESCO 후원으로 모색되고 있다. 무엇보다 카나트 관개시설의 낮은 경제적 효율성을 제고하기 위한 노력이 중요하다.

건조지역의 독특한 관개시설인 카나트 보존에 노



2007년 5월 비행기에서 내려다 본 이란 고원

력하고 있는 이란을 중심으로 카나트의 역사, 시스템 그리고 새로운 패러다임을 살펴본다. “생명처럼 흐르는 강물이 정의(正義)”라는 이란은 태생적으로 ‘물 부족 국가’이지만, 특히 카나트의 발상지로 알려진 이란 고원은 연 강수량이 100mm이하의 극 건조지역이다.

카나트 전반에 대한 상세한 내용은 “사막의 수맥 (2010, Veins of desert)”을 참고한다. 더불어 이란과 우리나라가 최근 추진하는 경제협력 과정에 관개배수 분야에서도 활발한 상호 교류와 협력이 확대되기를 기대한다.

2. 카나트의 역사

카나트는 산지에 내린 풍부한 강수나 녹은 눈이 침투하여 지하대수층에 저류되어 있을 때, 산록에 수직갱을 파서 원우물(母井, mother well)을 만든 다음 수평식 지하 수로를 통하여 중력으로 농경지로 물을 흘려 내려 관개 및 생활용수로 사용하는 인공 수로이다. 지표수 관개가 불가능한 건조 지대에 분포하는 지하 수로식 관개시설을 말한다.

가. 기원

카나트의 기원은 앗시리아의 사르곤 2세(Sargon II, B.C. 722~705)가 아르메니아 지방에 거주하고 있던 산악 민족 우라르투(Urartu) 왕국에 원정 갔을 때 함락된 수도 우히우(uhihu)에서 발견된 설형(楔形)문서에 “많은 수로에서 땅속의 물을 끄집어내어 경지를 관개한다”는 기록이 있어 그 관개시설이 카나트를 지칭하는 것으로 유추한다. Goblot H. (1979)에 의하면 이란고원에는 약 반만 년 전부터 몇몇 부족들이 물이 절대 부족한 이 지역에 유입하여 정착하게 되었다. (이후 중세에는 실크로드 대상(隙商)들의 집결지로, 몽고군 침입 때 예술가와 지식인들의 피신처로 이 지역에 숨

어들었다.) 이들 정착민들에게는 농사짓고 살아갈 물이 절대로 필요했는데 물이 보이지 않았다. 그런데 아카디안 광부들이 구리를 캐기 위해 파고 들어간 굴에서 지하수가 지속적으로 흘러나오는 것을 발견하게 되었다. 우라르투 왕국은 아르메니아 지방의 풍부한 광산물로 번영을 이루었다. 그 당시에는 지표에서 수직굴(豎坑)을 파서 광물을 채굴했는데 이때 채광을 방해하는 용출수를 배제하기 위해서 몇 개 수직굴 바닥(豎坑底)을 연결하는 수평 굴(橫坑)을 산록에 파 지하수를 배제해가며 채광한 것이 카나트의 기원이라고 추정한다. 광부와 농민과 우호적인 협력 관계가 계속 유지되면서 카나트 기술은 발전했으며 이 후 자그로스 산맥과 같은 주변 지역으로 퍼져 나갔을 것이다.

나. 지리학적 분포

이후 카나트(Qanat) 관개시스템은 이란을 중심으로 서쪽으로 이집트, 알제리(Foggara), 모로코(Khatara), 스페인(Galleria)까지, 이рак, 오만, 시리아 및 아제르바이잔 등 중앙아시아, 그리고 동쪽으로 아프가니스탄(Karez), 파키스탄, 중국 서부(Kanerjing), 일본(Mambo)까지 널리 퍼져 나갔다. 대체로 증발이 강우보다 많아 토양수분이 적어 작물 경작이 어려운 건조 및 반 건조 지역(대체로 북위 15~45°)에 분포한다. 카나트는 페르시아어로 굴을 판다는 뜻 Kane이 어원이며, 그 외 27개 정도의 다른 이름이 있다.

다. 시대적인 변화

근세 이후 도시화, 산업화의 영향으로 농촌인구가 감소하고 농업의 중요성이 쇠퇴하는 한편, 지하수 굴착기술 발전과 대형 펌프 도입으로 카나트의 이용도가 낮아지고 있다. 지금 만들어지는 카나트 시설은 옛날에 만들어진 카나트보다 효율이 훨씬 떨어진다. 힘들고 위험한 전통 카나트 건

설이 쇠퇴하여, 그 기술적 노하우도 후세에게 제대로 전수되지 않았기 때문이다. 그럼에도 카나트 시설은 여전히 존재하며 이란 고원 지역에서는 지금도 약 4/5 정도가 카나트 시설로부터 물을 얻는다. 이란 고나바드(Gonabad)에 있는 카나트는 500년 이상 오래되었지만 4만여명에게 농업 용수와 식용수를 공급하고 있다. 원우물 깊이가 360m, 총 길이는 45km에 이른다.

이제는 많은 농부들이 수백 년간 사용해 오던 카나트 관개를 포기하고, 손쉬운 디젤 펌프를 이용하여 대규모로 양수하고 있다. 그러나 이란, 오만, 아프가니스탄, 파키스탄, 중국, 아제르바이잔에서는 아직도 카나트 시스템으로 상당량의 관개 용수를 공급하고 있으며 그 보존에 노력하고 있다. 더욱이 지하수 과잉채수가 불러온 환경, 생태, 사회적 문제가 대두되면서 카나트 관개의 환경 친화적이고 지속가능한 시설의 가치와 중요성을 재인식하게 되었고, 보수와 재건을 위한 법적, 재정적 지원 등 많은 노력을 기울이고 있다.

3. 카나트 시스템

건조지역인 사막에는 물이 없지만 지하에는 지질학적 변화에 매몰된 지하수 또는 빗물이 침투된 지하수가 존재한다. 사막지역 원주민들은 샘물이 용출되는 오아시스 지역에 소규모로 정주했을 것이다. 낙타가 물 냄새를 맡아 땅을 파면, 거기에 고이는 물을 함께 마셨을 것이다. 기원전 6세기 몇몇 부족들이 물이 절대 부족한 이란 고원에 유입하여 정착하게 되었으며, 이들은 농사와 생활에 필요한 물을 얻기 위해 카나트를 개발하였다. 이 거대한 토목 공사에는 당시 페르시아 제국에 편입된 수많은 전쟁 포로들이 노동자로 동원됐고 이들은 점토판에 월급 명세를 새긴 다음 나중에 땅으로 보상받았다고 한다. 숙련된 카나트 기술

자는 관개가 필요한 또 다른 건조지역으로 이동하며 큰돈을 벌었으며 이들은 일종의 길드를 형성하였다. 또한 카나트를 파고, 이것을 관리하는 데는 막대한 비용이 들기 때문에 카나트의 공사와 유지에 지주 계급의 출자에 의존하는 경우가 많다. 따라서 카나트 및 카나트를 통해서 얻은 물의 소유권은 대부분 지주에게 속해 있다.

가. 카나트의 구성

카나트 개발의 첫 단계는 수직 갱도를 수량이 풍부한 층적 지하대수층까지 파내려 가 원우물을 찾아내는 일이다. 원우물과 농경지 사이 즉 카나트가 통과할 예정선을 따라 수평 갱도(橫坑, gallery)를 굴착해가며 약 20~200m 간격으로 수직 갱도(豎坑, vertical shaft well)를 순차적으로 뚫어 원우물과 연결한다.

1) 수평 갱도 (Qanat gallery)

원우물이 있는 지하대수층까지 연결하기 위한 수평 갱도로 관개를 하려는 농경지까지 물을 보내는 수로를 말한다. 굴의 높이는 작업자가 간신히 진입할 수 있는 90~150cm, 폭은 높이의 1/2 보다 넓지 않다. 갱도가 작은 것은 그 당시에는 8~12세 아이들이 좁은 갱도에서 바위, 흙부스러기를 나르고 버리는 작업을 했기 때문이다. 수로 기울기는 너무 느려 바닥에 침전물이 쌓이거나 너무 급해 침식이 일어나지 않도록 적절하게 1/1,000 ~ 1/1,500 정도로 한다. 수로 길이는 지형, 대수층 상태, 필요수량에 따라 8km~50km에 달한다. 길이가 길면 상부 불포화층으로부터 더 많은 물이 수평수로로 침투되어 유량이 증가한다. 필요에 따라서는 수평수로에 직각 방향으로 유입하는 측면 수로를 만들어 유량을 증가시킬 수 있다. 수로 기울기가 완만할수록 물을 멀리 농경지까지 보낼 수 있다.

2) 수직 갱도(shaft well or air shaft)

터널 라인을 따라 지표면에서 수평 갱도 쪽으로 수직 갱도를 판다. 터널을 굴착할 때 나오는 암편과 흙 부스러기를 버킷에 담아 도르래로 지표면으로 버리는 것이 주목적이지만, 신선한 공기를 지하에 공급하여 원활한 공사로 공사 기간을 단축하려는 목적도 있다. 또한 카나트를 보수할 때 필요한 인력과 장비가 내려가고 파낸 부스러기를 올려 보내는 창구역할을 한다. 수직 갱도 측벽에 흠집을 만들어 사다리처럼 작업자가 쉽게 오르내릴 수 있게 한다.

수직 갱도 직경은 90~120cm, 간격은 20~200m 정도이다. 수직 갱 깊이가 보통 40m 이하 낮으면 깊이의 2배 정도, 깊이가 깊을수록 간격도 더 넓어진다.

토질이 연약한 지층에 수직 갱도를 굴착할 때 붕괴 위험이 있으면 벽돌, 돌, 세라믹으로 라이닝하며 작업한다.

3) 원우물

관개 농경지에서 가장 먼 수직 갱도를 원우물이라 하며 보통 가장 깊다. 지하대수층의 지하수위가 원우물 바닥보다 내려가면 수평 갱도로 물이 유입되

지 않아 카나트는 말라 버린다. 이런 경우 상류 측 즉 산록 쪽으로 수직 갱도를 지하수위까지 더 깊이 굴착하면 그것이 원우물이 되고 기존 원우물은 수직 갱도의 하나가 된다. 원우물 깊이는 지역에 따라 10~20m가 보통이고 10m 이하 또는 30m 이상은 많지는 않다.

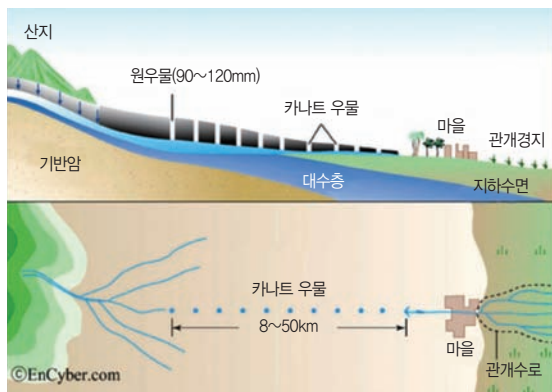
나. 부대시설

1) 물레방아 제분기(water mill)

카나트에 흐르는 물의 낙차를 이용하여 물레방아를 돌려 곡물 주로 밀을 가루로 만드는 시설이다. 최근에는 거의 사용하지 않고 대신에 카나트 수로 바닥보다 약 10m 낮은 곳에 수차를 설치하여 수압을 증대시켜 소수력 발전을 하려는 계획이 시도되고 있다.

2) 저수조 (water reservoir)

카나트로부터 유출되는 지하수를 담아 각종 지역 용수를 공급하는 물탱크로 용량이 큰 것은 수만 m^3 나 된다. 여행 중 방문했던 Qazvin 지역의 호화로운 대형 공중목욕탕에서도 카나트로부터 용수를 공급받고 있었다.



카나트 관개시스템의 단면도 및 평면도



이스파한-시라즈 상공에서 본 카나트 관개지구

3) 저류지

카나트 유량이 충분하면 물을 저류할 필요 없이 그대로 관개용수를 공급할 수 있다. 그러나 공급 유량이 필요수량에 부족하거나 관개농지에 공급할 위치수두(head)가 필요하면 카나트 말단에 저류지를 설치한다. 빠르고 안정적으로 공급할 유량과 카나트보다 높은 위치에 있는 경작지까지 공급할 높이 위치를 확보하기 위한 것이다.

4) 바람 탑(wind tower)

더운 공기가 카나트에 흐르는 낮은 수온(보통 10~18℃)의 물과 접촉하여 시원해지면 가옥이나 공공시설의 실내로 유입하여 더운 공기를 배출하여 실내온도를 시원하게 순환시켜준다. 카나트와 가까운 지하로 더 내려가기 위해 반 지하 건물이 많다.

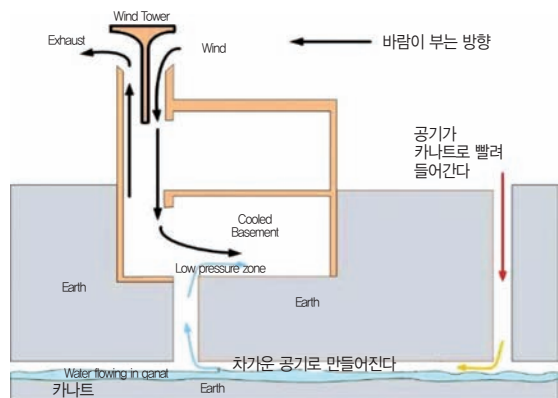
다. 시공과 보수

카나트 건설에는 특수한 기술과 많은 비용이 소요되므로 카나트 축조는 일반적으로 부유한 지주나 상인에 의해서 추진되었다. 카나트 굴착에 풍부한 경험과 특수 기술을 가진 기술자 무가니(muganni)와 책임기술자 무가니 바시(muganni bashi)를 채용하여 원우물 굴착지점을 선정하는

것으로부터 시작한다. 책임기술자는 오랜 경험과 숙련된 지혜로 식생의 종류, 토양 및 강바닥의 형태를 보고 지표에서 비교적 가까운 곳에 부존하는 지하수층의 존재를 추정하고 시굴 우물(trial well, 試掘) 굴착지점을 선정한다. 굴착지점이 정확해지면 우선 시굴 우물을 지하대수층에 닿을 때까지 판다. 지하대수층에 닿으면 지하수가 용출되기 시작하면 우물 바닥에 모인 지하수를 가죽주머니로 퍼 올려 지하수 용출 상태를 조사한다. 하룻밤 사이에 우물바닥에 깊이 2m 정도의 지하수가 고이는지 혹은 일정시간에 유출량의 증감이 두드러지지 않는지 등 수량 변화를 기준으로 관찰한다. 포화대의 대수층에서 용출하는 지하수량의 변화가 심하고 쉽게 고갈되면 그것은 적합하지 않다고 판단한다. 또 지하수 용출량이 충분하지 않으면 더 깊이 파든가 다른 지점에 시굴우물을 다시 파는 등 여러 개의 시굴 우물을 판다. 그 가운데 조건이 가장 적합한 우물을 즉 원우물이라 부르고 카나트의 수원지로 선발한다. 원우물이 정확해지면 바닥에서 용출하는 지하수를 필요한 곳까지 유도해서 관개, 생활용수로 공급하기 위한 수평 수로의 예정선과 기울기를 결정해야 한다. 이 경우 수평 수로 기울기가 급하면 유속이 커서 측벽이 침식되어 파괴되기 쉽고 수평 수로는 점점



카나트의 흐름을 이용한 물레방아 제분기



실내기온을 낮추는 카나트의 바람 탑

깊게 지하에 잠입해서 지표면과 만날 수 없게 된다. 수평 수로 기울기가 너무 완만하면 바닥에 침전물이 쌓여 흐름을 막는다. 따라서 수평 수로 기울기는 1/1,000~1/1,500 정도이고, 카나트 길이가 길어질수록 수평 수로 기울기는 더 완만하여 1/1,500~1/3,000 정도가 된다.

수평 수로 내에 토사가 쌓여 물이 흐르지 않아 수량이 부족하게 되면 그 때 그 때 카나트를 청소하거나 보수해야 한다. 카나트를 개보수할 때 책임 기술자는 어디에 측면 수로(Side canal)를 설치하여 유량을 증대시킬 것인가, 원우물을 어떻게 확대하여 유량을 증대할 것인가를 판단한다. 그 외 수로바닥의 침전물을 수거하는 기술자, 수거된 침전물을 버킷에 담아 밖으로 제거하는 기술자 등 각 분야 별로 숙련된 기술 인력이 필요하다.

4. 카나트의 새로운 패러다임

대형 양수기에 의한 과잉취수로 지하수량 고갈 및 지하수위 저하로 환경 피해가 야기되고 있다. 따라서 역사적 문화유산으로서의 전통 카나트뿐만 아니라, 카나트 시설을 현대적 기술로 재건하여 환경 친화적이고 지속가능한 지하수 관리 대안으로 재조명하고 있다. 또한 양어시설, 소수력발전, 관광자원 활용, 도시용수 공급방안 등 시설 다양화를 통한 경제적 효율성 확대 방안이 최근 모색되고 있다.

가. 현대적 평가

2700년 전 페르시아에서는 카나트 시스템으로 지하수를 중력으로 이용하였으며 자연스럽게 지하수 채수량과 보충량이 평형을 이루어 수문학적으로 지하대수층의 교란은 없었다. 그러나 전통 카나트 건설 사업은 10년이 걸리는데, 굴착장비와 기술 발달로 펌프 우물을 굴착하는데 1개월도 안

걸리게 되었다. 또한 카나트 유량을 증대하려고 터널을 연장하는데 2~3년이 걸리지만 현대 굴착 기술은 단기간에 펌프 직경을 키우거나 우물깊이를 연장하기만 하면 된다. 따라서 농민들은 쉽게 현대기술을 받아들여, 펌프 우물 개발이 전 세계적으로 삼시간에 확대되어, 비옥한 평지와 많은 황무지가 옥토 경작지로 바뀌었다. 그 결과 세계 도처에서 특히 지하수가 유일한 대안인 건조지역에서 지하대수층이 교란되어 장기적으로 환경적, 생태적 피해가 속출하고 있다. 즉, 과잉 지하수 채수로 지하수위가 낮아져 사막식물 뿌리가 토양 수분을 흡수할 수 없어 멸종위기에 처하게 된다. 식생이 파괴된 지표면에 바람이 불어 발생하는 토양유실은 사막화를 촉진하게 된다. 지하수위 저하로 토양공극이 다져져 지반 침하를 야기하는 한편 비가 내려도 토양 내 공극이 적어 침투능력이 사라져 지하저류가 안 된다. 어떤 지역에서는 지반침하가 인근에 있는 염수가 담수지역으로 침투하여 수질악화를 일으킨다. 또한 주변의 기존 카나트 시스템의 수원 고갈을 야기하게 된다.

나. 폐기 또는 기능저하 카나트의 재건

펌프 우물에서 대량 채수로 지하수위 저하와 지하수량이 고갈되면 인근 카나트도 고갈되어 폐기 또는 기능이 저하된다. 이 폐기 또는 기능이 저하된 카나트 시스템을 재건하여 다시 활용하려면 그 원인을 규명해야 하는데 여기에는 농업의 위상 하락, 농민의 사회활동 영역 변화, 카나트 관련 기술자 부족, 카나트 유지관리의 비효율성 등 기술적, 사회적 측면을 동시에 고려해야 한다.

이란은 이슬람 혁명 이후, 정부차원에서 카나트 재건에 대해 큰 관심을 보이고 있다. 1981년 처음으로 지하수 과잉채수에 대한 대책으로 카나트 시설을 재건하기 위한 회의가 개최되었다. 카나트 재건에 정부의 책임을 강화하고, 카나트 유

지관리비용의 50%를 보조금으로 지급하고 나머지 50%는 카나트 소유자가 부담한다. 이를 위해 2005~2009년 카나트 건설과 유지관리 비용으로 매년 15백만US\$를 배정하고 있다. 지난 10년간 22,356개 카나트를 재건하여 약 20억m³의 지하수 공급량을 확대하였다. 그 결과 2003년 현재 33,691개 카나트 시설에서 연간 80억m³의 지하수량을 공급하여 전체 지하수 공급량 11%와 기타 깊은 우물 42%, 얕은 우물 18%, 용천수 29%를 차지한다. 2005년 이란 정부는 UNESCO 후원 하에 “국제 카나트 및 수리시설 센터”를 설립하여 운영하고 있다.

다. 경제적 효율성 제고

농민에게 현행 카나트 시스템의 가장 큰 단점은 경제성, 수익이 낮다는 것이다. 카나트 시설로 관개되는 농경지는 재래식 영농 방법으로 작물 생산 편익은 낮고, 반면 카나트 보수와 유지관리, 비료, 종자, 밭갈이, 관개, 노동인건비 등 생산 비용은 높다. 따라서 카나트 보수-유지관리비와 생산 비용을 낮추어 소득을 높일 수 있다면, 카나트 시설을 보존하겠다는 동기와 의지가 강해질 것이다. 문제는 카나트 소유자가 민간인이기 때문에 카나트 시스템을 보존하려는 종합적이고 일관된 국가 정책을 추진하기 어렵다. 즉, 과잉채수로 인한 예상되는 장기적 미래 피해 때문에 현재는 경제적 효율은 높은 동력에 의한 펌프 사용을 중지하고, 전통적이고 친환경적이고 지속가능하다고 경제성 낮은 카나트 시스템 재건 사업을 강요할 수 없기 때문이다. 그런 입장에서 카나트 보수-유지관리에 신기술 접목, 카나트 시설에 양어, 소수력 발전, 카나트 관광 육성, 현대 관개기법 등 민간 카나트 관리자가 만족할 수 있도록 경제성을 향상시키는 방안이 제안되고 있다.

1) 카나트 보수-유지관리에 신기술 접목

카나트 재건에는 전통 전문기술자가 부족한 것이 문제이다. 재래식 도구로 좁은 지하공간에서 전통방식으로 위험하게 작업할 인력, 특히 8~12세 어린 기술자를 구하기가 어렵기 때문이다. 따라서 재래식 도구 대신에 전기 램프와 전기 드릴을 사용한 현대식 소위 소규모 터널공법(micro-tunneling)과 로봇(robot) 기술을 접목하면 공사비 절감과 공사 기간 단축을 할 수 있다.

2) 카나트 시설에 양어

길이가 수 km에 달하므로 카나트와 말단에 있는 저류지는 양어장 역할하기에 충분한 공간이다. 지표수가 없는 지역 카나트에는 1~2종, 지표수가 윤택한 지역 카나트에는 5~6종의 물고기가 서식한다. 이 가운데 76%가 잉어과 물고기이다. 카나트 지역의 어시장에서 주민이 좋아하는 물고기 종을 양어하고, 수요 어종이 없으면 일반적으로 인기 있는 송어를 양어하는 시범 사업의 반응이 좋다고 한다. 카나트의 유속, 수온(10~18 ℃) 등 유황조건도 송어 양어에 적합하다.

3) 극 소수력발전(pico-hydropower)

카나트의 물레방아 제분 시설은 최근에서 거의 사용하지 않고 있다. 대신에 카나트 수로바닥보다 약 10m 낮은 곳에 수차를 설치하여 수압을 증대시켜 극 소수력 발전을 시도하고 있다. 최근에 최소 낙차 8m, 최소 유량 150 l/s 1개 터빈으로 400 W를 생산하여 카나트 시설 자체의 전등, 환기에 필요한 전기를 공급할 수 있다고 분석하였다. 한편 카나트의 길이가 수십 km일 경우에는 더 많은 터빈을 설치할 수 있어 더 많은 전력생산이 가능하다. 소수력 전력은 전량 정부에서 매입하므로 농가소득 증대를 기대할 수 있다.

4) 카나트 관광 육성

카나트는 지하에 흐르는 수리시설로 눈에 보이지 않는 문화유산이다. 중국 신장지역에 굴착한 카나트 길이는 3,000km에 달하여 문명사적 차원에서는 만리장성보다 중요한 가치가 있다고 평가하는 중국 지질학자도 있다. 하물며 40만km(지구 둘레 8배 해당)에 달하는 이란 카나트의 문명사적 가치를 어떻게 가늠할 수 있겠는가? 당연히 이러한 문화유산을 관광자원으로 활용할 방안을 찾게 된다. 2,700년 전, 그 옛날 땅속에 지하대수층을 어떻게 찾았는지, 몇 십-몇 백m 깊이 원우물을 어떻게 굴착하였는지, 수십km에 이르는 수평갱도와 수직 갱도를 어떻게 정확하게 연결하였는지, 지금도 신비로운 그 경험과 지혜의 유산이 어떻게 수천 년 간 후손에게 이어져 왔는지? 이러한 역사적, 문화적 가치는 오늘날 살아가는 후손들이 존중하기에 충분한 문화 관광자원이다. 중국 신장지역 트루판(Trufan)의 카레즈 박물관, 이란 야지드(Yazd)의 카나트 박물관 등은 매년 수만 명의 관광객이 방문하여 관광 상업화가 성공한 사례이다.

참고문헌

- 김중식, 2016, 4 경향신문, 페르시아 산책, 기획 연재물
- 네이버 지식백과, 카나트 (Qanat)
- Ali Asghar Semsar Yazdi & Majid Labbaf Khaneiki, 2010, Veins of desert – A review on the technique of Qanat – ISBN 978-600-91142-4-5

5) 현대 관개기법과 연계

카나트 시설을 점적관개 기술과 연계할 수 있다. 옛날에는 사막지대에 있던 농경지가 도시가 팽창함에 따라 카나트가 주택지, 공공 기관, 운동장 등을 통과하거나 인접하는 경우가 발생하게 되므로 앞으로는 주택 정원, 과수원, 도시 공원에 급수하여 카나트의 경제적 효율을 높일 수 있는 방안을 강구해야 한다.

고려시대에 시작한 강화도의 간척

김 주 창

한국종합기술 고문

1. 강화군의 현황

강화군은 인천광역시에 속한 군으로 강화도 본섬의 10개 면(양사면, 송해면, 강화읍, 선원면, 불은면, 길상면, 화도면, 양도면, 내가면, 하정면)과 서쪽의 섬들로 이루어진 교동면, 삼산면, 서도면 등 3개 면이 있다. 간척사업으로 섬들이 합병되기 전과 비교하면 강화도는 본섬과 고가도(현재의 화도면), 교동면은 교동도와 수정산, 삼산면은 석모도와 송가도가 합병되고, 서검도와 미법도를 포함하며, 서도면은 주문도, 말도, 불음도, 아차도 등 4개의 섬들을 포함하고 있다. 합병되는 섬들은 2개의 방조제로 두 섬의 양쪽 끝부분을 연결하고 그 내부를 간척함으로써 2개의 섬과中间的 간척지가 합하여 하나의 육지가 된 것으로, 간척지는 넓은 논으로 개발되었다.

2014년 현재 강화군의 전체면적과 논면적을 본섬과 3개 서쪽 면으로 나누어 비교하면 표 1과 같다.

표 1. 강화군의 전체면적과 논면적(2014년 기준)

구분	전체면적 (ha)	논면적 (ha)	%	종래의 섬
강화도	30,542.4	8,202.4	26.9	강화도, 고가도의 합병
교동면	4,717.5	2,555.9	54.2	교동도, 수정산 등의 합병
삼산면	4,562.4	1,372.6	30.1	석모도, 송가도, 어유정도의 합병, 서검도, 미법도 등
서도면	1,310.7	287.7	22.0	주문도, 말도, 불음도, 아차도 등
강화군 계	41,133.0	12,418.6	30.2	



강화군의 읍면의 분포

원래 작은 규모의 섬은 바다 속에 있는 산의 윗부분이 노출된 곳으로 주변에 평지가 없는 것이지만 장기간에 걸쳐 침전물이 섬 주변에 퇴적되어 간척지가 발달하고 이를 인간이 제방으로 둘러막으면 논으로 개발할 수 있는 평지가 되는 것이다.

위 표를 보면 강화군 전체에서 논 면적이 30% 정도를 차지하고 교동면의 경우는 54% 정도가 논인데 이는 한강에서 오랫동안 내려온 침전물이 쌓였고 또 간척을 많이 하였다는 증거가 된다.

지금까지 이렇게 많은 논면적이 개발된 것은 지금



그림 1. 강화군의 논 지대 분포

부터 780여 년 전인, 1235년에 고려왕조가 해안에 제방을 설치하면서 간척을 시작한 것에 기인하는 것으로, 위의 그림 1에서 진한 색깔의 산지를 제외하고 연한 색 부분은 간척에 의해 논으로 개발된 곳으로 매우 넓은 면적임을 알 수 있다.

2. 강화도 간척의 특징

강화도의 간척은 다음과 같은 특징을 가지고 있다.

- 순수한 해면간척이다: 강화도에 큰 강이 없고 여러 개의 작은 만을 방조제로 막거나 섬들을 연결해서 방조제를 설치하였기 때문에 하구간척과는 다른 해면간척의 특징을 가장 잘 나타낸다.
- 작은 섬들의 합병이다: 여러 개의 작은 섬들이 더 큰 섬으로 점차 합병되어 더 큰 면적의 섬으로 확장되었다. 이 과정에서 강화도 섬은 남쪽에 있는 고가도를 합병하였고 교동도는 서쪽에 있는 여러 개의 섬을 합병하였고 석모도는 북쪽의 송가도와 남쪽의 어유정도를 합병하였다.

강화도, 교동도, 석모도의 3개의 큰 섬 이외에도 미법도, 서검도, 주문도 등에서도 간척이 시행되었다.

- 합병된 섬들의 사이에 간척으로 평야가 조성되었는데 강화도와 고가도 사이에 가능평과 선두평, 교동도에 염주평, 석모도에 송가평이 있다.
- 고려시대에 시작하여 조선시대와 근세를 거치면서 새로운 간척뿐만 아니라 기존의 간척개발지 외부에 다시 간척을 함으로써 간척 면적이 계속 증가되었다.

3. 고려시대 간척의 시작

강화도 간척은 고려 고종 때에 몽고의 침입에 관련되어 있다. 만약 몽고의 침입이 없었다면 간척이 고려시대에 강화도에서 시작되지 못했을 것이다. 1231년(고종 18년)에 몽고군이 침략하자 정부는 왕을 모시고 1232년에 개경(개성)에서 강화로 천도를 하였다. 이는 해전에 약한 몽고군을 피하기 위한 전술이었고 1270년 개경으로 돌아올 때

까지 48년간 강화도에서 버티었다. 몽고는 이 기간 동안 6차(1231, 1232, 1235, 1247, 1253, 1254)에 걸쳐 침공을 하였지만 강화도에 들어오지는 못했다. 그렇지만 20여년이 넘는 기간에 정부는 강화도에서 직접적 피해없이 지냈지만 백성들은 무주공산을 짓밟는 침략군에게 얼마나 많은 피해를 입었는지 지금 생각해도 안타까움을 금할 수 없다.

강화도 피난 중인 1235년 몽고의 3차 침입에 대비하여 해상 방어용 방조제를 쌓았는데 이는 아군을 보호하면서 가까이 오는 선박을 공격하기 좋은 시설이기 때문이었다. 그런데 방어용 방조제 내부에 빗물이 고이고 저절로 제염이 되어 풀과 벼씨가 자라는 것을 보면서 관리들은 물론이고 주민들도 바다를 막아 쌀농사를 할 수 있음을 알게 되었다. 더구나 강화도가 국가의 수도가 되면서 관리, 왕족, 군대 등 인구의 증가로 식량 수요는 늘었고 또 방조제 공사를 할 수 있는 인력도 많아서 1253년경부터 농사를 위한 간척이 시작되었고 1256년(고종 43년)에는 군량확보를 위하여 제포(梯浦), 와포(瓦浦), 초포(草浦), 이포(狸浦)에 논을 만들기 위한 제언(방조제)를 쌓아 둔전(屯田)을 조성하였다.

전 세계적으로 소규모 집단이나 개인이 소규모로 간척을 한 역사는 많이 있을 수 있지만, 국가에서

시행한 간척사업은 아마도 강화도가 세계적으로 최초라고 할 수 있는데 이는 작은 섬에 중앙의 정부가 수 십 년 동안 존재했고 간척공사에 동원할 인력이 있었고 또 썰물 때는 넓은 간척지가 눈앞에 펼쳐져서 간척에 필요한 모든 조건이 갖추어져 있기 때문이었다.

유럽에서는 네덜란드가 국토면적의 확장을 위하여 10세기경에 간척을 하였다고 알려져 있고, 중국도 10세기경이며, 일본은 고려보다 약 50년이 늦은 1284년(肥後國大慈寺文書: 1284년, 肥前國高成寺文書: 1288년)에 간척을 한 기록이 있는 것을 보면 고려의 간척도 상당히 역사가 오래 된 것임을 알 수 있다.

4. 조선시대의 강화도 간척

가. 개요

조선시대에 들어와서 인조 이전까지는 간척사업이 없었지만, 병자호란이 일어나기 직전인 1636년(인조 14년)에 삼간포언을 시작으로 강화도에 간척사업이 1630년대부터 1700년대까지 계속되었다(표 2. 참조).

조선시대에 다시 강화도에서 힘들게 바다를 막아서 간척사업으로 농지를 조성할 수 있었던 배경

표 2. 조선시대 강화도 주요 간척 현황

연도(왕대)	소재지	방조제	시설자	비고
1636(인조 14년)	송해면	삼간포언	강화유수 장신	간척지 저수지
1656(효종 7년)	길상면	굴곶언	강화유수 홍중보	
1664(현종 5년)	선원면	대청포언	강화유수 조부양	
1665(현종 6년)	양도면	가능포언		
1696(숙종 22년)	양록	기포언		
1706(숙종 32년)	길상면 선두리	선두포언	강화유수 민진원	
1715(숙종 41년)	길상면 선두리	(선두중제)	강화유수 이태좌	
미상	길상면 초지리	어지랑 방축	판서 이상국	

은 정묘호란 때(1627년)와 병자호란 때(1636년) 왕 또는 왕자와 병사들이 한정된 면적인 강화도에 들어오면서 방어의 필요성과 식량확보의 필요성이 커졌던 것과 고려시대에 만든 간척농지의 효과를 볼 수 있었던 것, 그리고 강화도의 자연환경이 간척사업에 적합했기 때문이다. 강화도는 조수의 간만차가 커서 (최대 간만차 약 8m) 간조 시에는 광활한 간척지가 노출되어 사람들이 땅 욕심을 내기 쉽고 제방으로 조수를 차단하면 배수가 용이한 입지조건을 갖추고 있었다.

나. 조선시대 주요 방조제

1) 선두포언(船頭浦堰)

인천광역시 강화군의 길상면 선두리에 위치한 방조제로 1706년(숙종 32년)에 강화유수 민진원(閔鎭遠)이 쌓았다. 종래에 배머리 나루라는 포구가 있었기 때문에 한자로 선두포가 된 것이다. 선두포언은 길상면 선두리와 화도면 사기리 사이의 갯골을 막은 둑으로 『한국지명유래집 중부편』에 그

림 2와 같은 지도가 실려 있다. 현재의 지도인 그림 3과 비교하면 숙종 때의 방조제 밖의 남부에 다시 새로운 간척지로 확장되었음을 알 수 있다.

선두포언에 대해서는 설치 다음 해인 1707년(숙종 33년) 11월에 선두포 신언절목이 제정되고, 10년 후인 1717년(숙종 43년) 6월에는 선두포 절목이 제정되어, 제언 내 토지의 분배, 세금, 수문 등의 유지관리, 제언 내에서의 불법경작 방지 등을 다루며, 설치와 후속 유지관리를 잘 연결시킨 흔하지 않은 간척의 사례라 할 수 있다.

그리고 1715년(숙종 22년)에 설치된 선두중제는 선두포언으로 조성된 간척지 내부에 만든 저수지로 선두포언으로 만들어진 간척지에 물을 공급하였다.

2) 가능포언(嘉陵浦堰)

가능포언은 강화군 남서쪽인 양도면 포구에 소재하며 1665년(현종 6년)에 축조되어 마니산이 위치한 고가도(화도)와 강화 본도를 연결했고, 1706년



그림 2. 선두포언

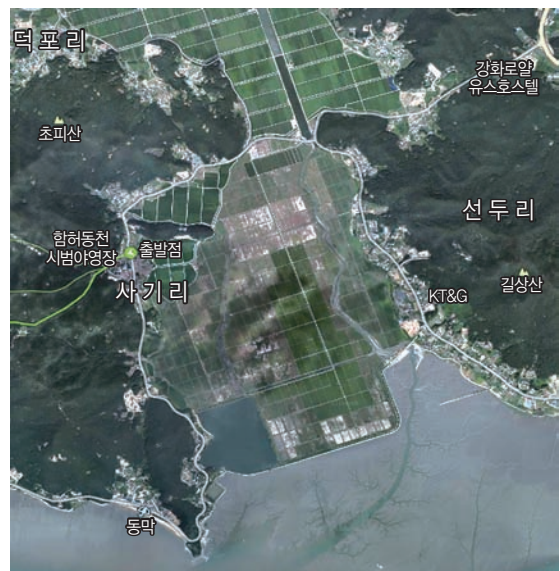


그림 3. 현재의 부근 지도

에 축조된 선두포언도 화도와 강화본도를 연결함으로써, 가능포언과 선두포언 사이에 넓은 간척 농지가 형성되었다.

다. 제언 관련 규정: 제언사목, 제언절목과 선두포 신언절목, 선두포절목

제언에 관한 조선시대의 규정은 1662년부터 1778년까지 116년간에 표 3과 같이 4개를 만들었다. 육지부분에 적용되는 제언사목, 제언절목은 많이 소개되었지만 해안간척지 부분에 적용되는 선두포 신언절목, 선두포 절목은 별로 알려지지 않았다. 지금부터 300여 년 전에 이런 규정을 만든 우리 조상들의 지혜를 다시 볼 수 있게 되었다.

두 경우에 내용에서 제언이란 단어를 같이 사용하지만 그 뜻에는 차이가 있으므로 이를 확실히 알아야 사목이나 절목을 읽을 때 혼동을 피할 수 있다. 또, 사목이나 절목의 내용도 육지인가 간척지인가에 따라 크게 달라진다.

- 흙과 돌을 사용하여 독을 쌓는다는 의미에서 두 경우는 같은 것이다.
- 제언사목과 제언절목에서의 제언은 물을 가두는 저수지를 만드는 것이다. 따라서 제언의 안은 물로 채우고 제언의 밖으로 물을 보내서 사용한다.
- 선두포 신언절목과 선두포 절목에서의 제언은 방조제로서 바닷물이 제언의 안으로 들어오는 것을 막는 것이다. 따라서 이것은 바닷가나 하구에 새로운 농지를 만드는 것이다.
- 육지에서 제언은 제언 안에서 경작을 하는 것을 방지하는 것이 문제이지만, 간척지에서의 제언은 제언의 안의 농지를 적절히 분배하여 경작하도록 하는 것이 어려운 일이다.
- 제언이 파괴되면 육지에서는 저수지가 없어지지만 간척지에서는 농지가 없어진다.

표 3. 제언사목, 제언절목과 선두포 신언절목, 선두포 절목

일자	제목	주요내용	비고
1662. 1. 24	진휼청 제언사목	제언 설치와 관리에 대한 것으로 15개 항목이며, 제언의 설치에 관한 인력동원, 재료 확보, 공사감독, 토지보상, 공사방법, 그리고 보의 설치; 행정처리로 공사감독의 선발, 각종 보고, 공적에 대한 포상; 유리관리 측면에서 제언 내에서의 불법경작방지; 그리고 사회적 문제로 백성의 구제 등을 다룬다.	비변사등록 (현종 3년 1월 24일)
1778. 1. 13	진휼청 제언절목	제언의 설치와 관리에 대한 것으로 11개 항목이며, 제언의 설치에 관한 인력동원, 공사감독, 토지보상, 공사방법; 행정처리로 공사감독의 선발, 각종 보고, 공적에 대한 포상 및 처벌; 유리관리 측면에서 제언 내에서의 불법경작 방지; 그리고 수통(현재의 복통)과 보의 설치 등을 다룬다.	비변사등록 (정조 2년 1월 13일)
1707. 11. 19	선두포 신언절목	강화도 간척지인 선두포언의 설치와 관리에 대한 것으로 13개 항목이며, 별장(관리자) 및 언직이의 임명과 급여, 부실한 제언의 보수, 토지의 분배, 세금 등을 다룬다. 특별히 개인들이 쌓은 독에 대해 "무너져버린 독은 새로 쌓은 자가 주인이 된다."는 규정을 두어 분쟁의 소지를 제거한 것이 확인된다.	비변사등록 (숙종 33년 11월 19일)
1717. 6. 11	선두포 절목	강화도 간척지인 선두포언의 관리에 대한 것으로 14개 항목이며, 제언 내 토지의 분배, 세금, 수문 등의 유지관리, 제언 내에서의 불법경작 방지 등을 다룬다.	비변사등록 (숙종 43년 6월 11일)

5. 20세기까지의 강화도 간척과 서해안 간척

이와 같이 고려와 조선에서 국란극복의 수단으로 주로 강화도에서 시행되었던 간척개발은 한반도 서해안의 천혜적인 간척적지의 조건과 이것을 일찍이 개발 이용했던 우리 선조들의 지혜를 본받아 20세기에 영산강 하구와 근처의 영산호지구, 영암호지구와 금호호지구, 만경강-동진강 하구의 새만금지구, 진위천 하구의 평택호지구, 삼교

천 하구의 삼교호지구, 대호지구, 시화지구 등에서 크게 꽃을 피워냈다.

그림 4는 강화도의 간척 이전, 고려 말, 1800년대, 1990년대의 지도를 나타내는 것으로 간척의 진화를 잘 나타내고 있다. 특히 가능포연과 선두포연은 1800년대와 1990년대를 비교하면 방조제가 외해 쪽으로 전진했음을 분명하게 보여준다.

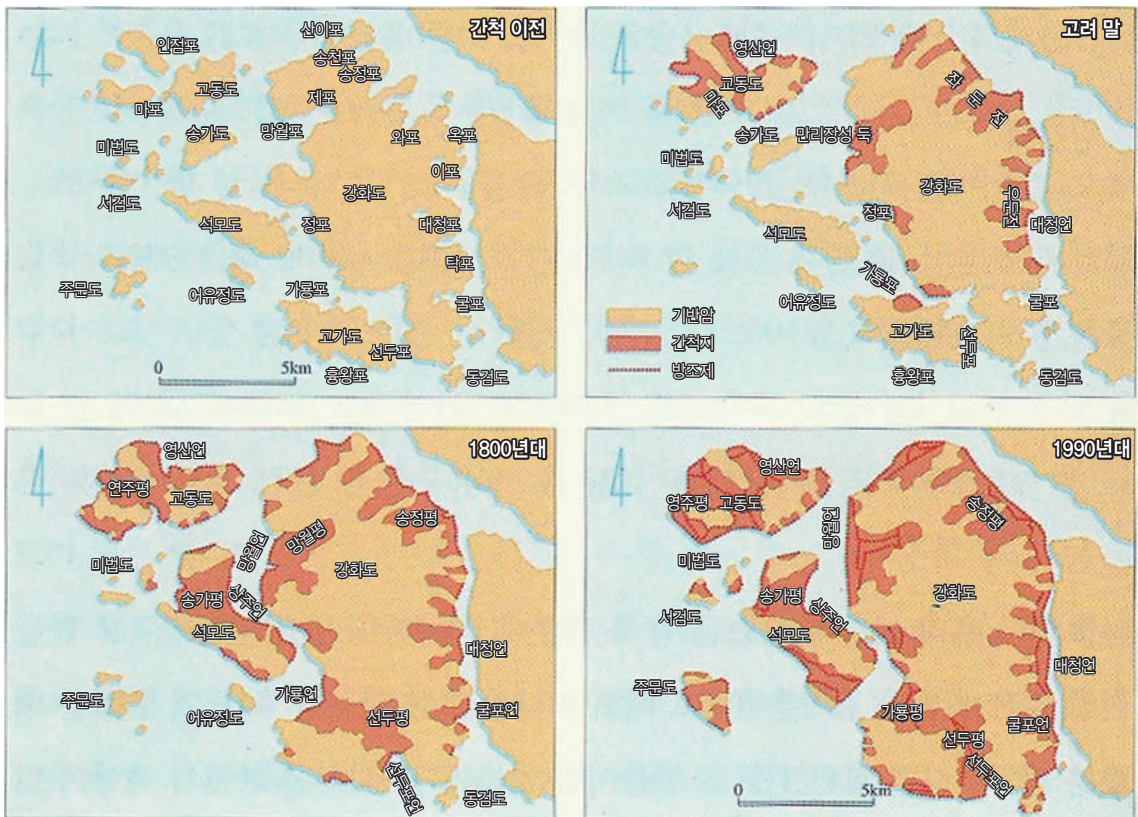


그림 4. 강화도의 시대별 간척사업 (최영준, 국토와 민족생활사, 한길사, 1997)

참고문헌

- 『한국지명유래집 중부편』
- 『備邊司謄錄』
- 안재숙, 1989, 『한국농지개발사』, 효석선생화갑기념출판봉정추진위원회
- 최영준, 1997, 『국토와 민족생활사』, 한길사
- K Water, 한국대담회, 한국수자원학회, 2015, 『한국수자원 100년의 발자취와 교훈』, 한국대담회
- 2002, 農林部, 農業振興公司, 『韓國水利施設の變遷과 文化遺産』, 농업기반공사
- 1995, 『한국의 간척』, 농어촌진흥공사