

## 스페인 Lemos 지역 관개지구에서 물관리에 영향을 주는 사회적 상황 Social aspects influencing water management in the Lemos Valley irrigation district, Spain

*T. S. Cuesta \*, J. J. Cancela, J. Dafonte, M. Valcarcel, X. X. Neira  
Department of Agroforestry Engineering, University of Santiago de Compostela, Campus Universitario 27002 Lugo, Spain*

물정책분야에서 유럽연합과 스페인 국가관개계획이 원하는 물정책 시나리오에 수자원의 지속가능하고 종합적인 관리이다. 관개가 중요한 역할을 하는 Lemos Valley 지구에서 관리모형을 만들기 위하여 119 농가에 대한 조사를 하였다. 이 조사는 실시간 정보를 얻을 수 있는 대표적인 농가의 샘플을 제공한다. 이 정보는 관리모형을 만드는 과정에서 의사결정을 위한 기초로 사용될 수 있다. 조사지구의 농장은 작은 규모로 분할되어 있다. 더욱이 농장을 관리하는 농민들은 늙었으며, 용수의 급수시설 상태도 낡았고, 관개할 의욕도 줄어서 농민들이 관개를 포기하도록 만들고 있다. 그러므로 관개의 회복을 위해서는 기술적인 것뿐만 아니라 사회경제적인 측면도 다루지 않으면 안 된다.

## 영국과 웨일스에서의 점적관개의 성장: 자료, 규정 및 수자원의 영향 The growth of trickle irrigation in England and Wales: data, regulation and water resource impacts

*J. W. Knox \*, E. K. Weatherhead  
Institute of Water and Environment, Cranfield University, Silsoe, Bedfordshire MK45 4DT, England*

점적관개는 수자원이 부족하거나 물값이 비싼 곳에서 고가작물을 관개하는 좋은 관개방법이 되었다. 영국과 웨일스에서 점적관개는 1990년대 이래 5배로 증가하여 고가작물의 관개에 우위를 점하고 있다. 종래의 물관리 규정에서 점적관개를 위한 취수는 허가대상이 아니었다. 증가하는 점적관개 수요와 규제가 없는 취수는 물환경과 다른 용수 취수자에게 영향을 주게 되었고 따라서 새로운 규정에서는 허가대상이 되었다. 이 논문은 영국과 웨일스에서의 점적관개의 상태를 검토하고 관련 기관에서 구한 자료들을 비교 평가한다. 점적관개의 분포, 기대되는 증가율, 관개작물과 면적, 사용수량 등이 제시된다. 그리고, 영국과 웨일스에서의 수자원관리 및 규정의 변경에 따른 문제점과 장래의 성장성 등에 대해 논의하고 있다.

**드립관개에서 지선과 다기관의 직경을 구하기 위한 도식 방법**

**Graphical method for determining lateral and manifold pipe diameters in drip irrigation**

*Halit Apaydin \*, Osman Yildirim*

*University of Ankara, Faculty of Agriculture, Dept. of Farm Structures and Irrigation, Diskapi-Ankara, Turkey*

드립관개의 주기능은 어떤 수리적 조건과 균등도 내에서 한 작물의 소비수량을 충족시키는 것이다. 이 연구에서는 도식방법을 사용하여 허용 균등도내의 급수를 하기 위한 지선과 다기관의 직경을 정하는 것에 대해 해석하였다. Christiansen의 균등도가 지선과 다기관에 대해 각각 98%와 97.5% 이상이 되도록 직경을 선택하였다. 균등계수를 직접 찾을 수 있는 설계치트를 만들어 지선과 다기관의 직경을 구할 수 있게 하였다.

**중국 Ningxia, Huinong 수로관개지구에서의 배수와 염도 평가**

**Drainage and salinity assessment in the Huinong Canal Irrigation District, Ningxia, China**

*Peter Hollanders 1 \*, Bart Schultz 1, Wang Shaoli 2, Cai Lingen 2*

*IUNESCO-IHE, DA Delft, The Netherlands*

*2Institute of Water Conservancy and Hydroelectric Power Research (IWHR), Beijing, P.R. China*

중국 Ningxia의 Huinong 수로관개지구에서 매년 황하에서 취수된 관개수의 거의 절반은 개수로로 통해 황하로 되돌아간다. 배수불량과 염분축적은 관개지역의 일부에서 발생하고 관개수의 일부는 사막으로 배수된다. 이 지역에 급수된 물의 85~90%는 관개용수이며 따라서 용수절약의 가능성이 크다. 포장 수준에서의 물 이동과 배수 필요성을 분석하기 위하여 1998년 가을부터 2001년 봄까지 Pingluo와 Huinong에서 측정을 하였고 이 자료는 SWAP, MODFLOW 및 DUFLOW 모형들을 검증하고 검증하는데 사용되었다. 불포화 및 포화 권역에서의 물과 염분의 거동 그리고 간선배수로를 통한 흐름에 대한 여러 시나리오를 모의하였다. 작물의 성장, 침투 및 배수필요성에 대한 관개수량 및 지하수위의 영향을 분석하였다. 재배기간중의 평균 관개수량은 현재 630mm이다. 평균적으로 공급된 물의 15%는 지역에 남는데, 이는 주로 작물이 사용하지 못하고 배수시스템에 도달하지 못한 물이다. 재배기간중 지표하 1m 깊이의 지하수위에서 현재 급수량의 75%를 관개한 경우가 가장 좋은 결과를 나타냈다.

이런 상황에서 토양의 염도는 3~3.5 dS m<sup>-1</sup> 정도이고 이는 밀의 성장에 좋으나 옥수수는 20% 정도 수확량이 감소되었다. 부분적인 배수개선을 하고 적정관개수량이 공급될 때, 수확량이 낮은 면적은 감소할 것이다.

## 관개사업에서의 연약 점토의 안정

### Stabilization of soft clay in irrigation projects

M. M. Mubeen \*  
Colombo, Sri Lanka

점토-석회 개선법은 연약한 점질 토양을 개선하는 효과적인 수단이다. 석회 안정법은 특히 점질토의 강도와 작업성을 개선한다. 그리고 토양구조를 단단하게 하고 기후변화에도 더 잘 견디게 한다. 이 연구에서는 토양구조의 강도를 높이기 위해 연약점토의 석회 안정과 석회안정 보충재로서 석분을 이용하는 것을 조사하였다. 연구의 목적은 스리랑카의 관개 구조물에서 연약점토의 문제를 피하기 위해 그 결과를 적용하는 것이다. 그러나, 이 결과와 결론은 연약점토 문제가 있는 다른 지역에서도 고려될 수 있을 것이다. 네덜란드의 Oostvaardersplassen (OVP) 연약점토는 소성이 크고 전단강도가 낮으며 자연함수비가 높기 때문에 이를 선택하여 조사하였다. 점토의 함수비와 석회 함량, 석분 함량을 달리 하면서 unconfined 압축 강도 시험을 한 결과 강도와 작업성이 크게 증가하였다. 석분은 석회 안정 효과를 더욱 증가시켰으며, 석분에 의한 강도 증가는 점질분 함량이 작은 경우에 더 현저하였다. 관개사업지구에는 점질 토양이 널리 분포되어 있어, 이 조사는 관개구조물 기초의 내구성을 장기적으로 증진시키기 위해 석분을 이용하는데 유용할 것이다. 관개사업지구에서 연약점토에 석회와 석분을 이용하는 것은 연약지반을 안정시키고 수로의 누수방지를 포함하여 도로, 구조물, 제방 등의 기초를 개량하는 유용한 방법이 될 것이다. 이 방법을 스리랑카의 관개사업지구에 적용한바 다른 방법에 비해 연약점토상의 구조물 안정비용이 크게 절감되었다.

## 인도-Gangetic 평원에서의 포장 물이용 효율 증대

### Enhancement of field water use efficiency in the Indo-Gangetic Plain of India

T. B. S. Rajput \*, Neelam Patel Water Technology Centre, Indian Agricultural Research Institute,

Indo-Gangetic 평원의 농가 포장에서 물 이용효율을 높이고자 participatory rural appraisal (PRA) 기술을 이용하여 농민을 참여시키면서 조사 연구를 하였다. PRA 와 여러 경작방법을 현장에서 관찰한 것에 근거하여 적정물관리기술과 기존의 것 사이의 차이를 파악하였다. 포장 수준에서의 물 이용효율을 증진시키고 그 차이를 메우기 위하여 여러 방법을 사용하였다. 레이저를 이용한 정지작업, 수로의 개량, CropWat software를 이용한 밭의 최적 파종일자 결정, 관개일정계획을 위해 만든 irriseduler의 이용, 농민에 대한 시범 및 훈련 등

이 있다. 쌀-밀 재배방식의 경우가 Indo-Gangetic 평원의 9.69 백만 ha를 차지하는데 밀의 생산량은 37.8 백만 t으로 평균 생산량은 3.9 t ha<sup>-1</sup>이다. 제안된 방법들은 밀의 수확량을 25% 이상 높일 가능성이 있으며, 이는 전체로 47.25 백만 t이 되고 관개용수는 최소 30.0%(1.45 백만 ha-m)가 절감될 것으로 기대된다.

### 이집트에서 기존 지하배수의 관리를 통한 관개용수 절약

#### Irrigation water saving by management of existing subsurface drainage in Egypt

M. A. S. Wahba 1, E. W. Christen 2, M. H. Amer 1 \*

1Drainage Research Institute, National Water Research Centre, Egypt

2CSIRO Land and Water, Griffith, NSW, 2680, Australia

이집트는 수자원이 한정되어 있고 수요는 계속 증가하여 국가의 경제적 발전에 지장을 초래하고 있다. 관개용수 절약을 위한 어떤 대책을 세우지 않으면 나일강 계곡과 삼각주 지역의 농민들이 물부족에 직면할 위험이 있다. 이집트에서는 2백만 ha 이상이 지하배수조직으로 배수되고 있다. 이들은 지하배수관의 깊이를 고정하고 작물의 종류와 뿌리의 깊이에 따라 지하배수관의 간격이 어떤 배수기준을 충족시키도록 설계되었다. 그러나 배수조직의 수명 기간 동안에 작물의 종류, 재배시기, 가용 수량 등의 변동이 발생한다. 따라서 당초의 설계 조건은 단기간에만 지켜지고 그 후의 대부분의 기간에는 과잉배수가 되고 만다. 대략 7.2 BCM 의 물이 이집트의 지하배수조직에서 배수되고 있다. 종합적인 수자원관리부문으로 지하배수조직을 관리하는 것이 필요하게 되어, 관개용수 이용효율을 높이고자 기존 지하배수조직에 대한 새로운 관리 개념이 개발되었다. 이 관리개념은 단순하고 쉽게 채용할 수 있는 관리수단을 적용하여 효과적인 배수관 간격과 효과적인 배수관 깊이로 변경시키는 것이다. 이 관리방법은 이집트의 서부 삼각주지역에 대해 DRAINMOD-S 모델을 적용함으로써 종래의 방법(no management)과 비교하였다. 그 결과 새로운 관리개념을 사용함으로써, 기존의 관개용수 이용효율을 수확량 감소 없이 15~20% 절감할 수 있고, 전체적으로 약 0.4 BCM 의 관개용수를 서부 삼각주 지역에서 절약할 수 있게 된다.

### 짧은 포장에서 연속 및 surge flow 관개의 모의

#### Simulation of continuous and surge flow irrigation under short field conditions

Saleh M. Ismail 1, Herman Depeweg 2 \*

1Soil and Water Department, Faculty of Agriculture, Assiut University, Assiut, Egypt

2Department of Water Engineering, UNESCO-IHE Institute for Water Education, Delft, Netherlands

이 논문은 컴퓨터 모델인 SIRM0D III으로 짧은 포장 조건하에서 연속 및 서지 흐름(surge flow) 관계에 대한 모의결과를 설명한다. 이는 짧은 포장 조건에서 연속 및 서지 흐름관계를 할 때 침투 파라미터를 계산하는 2점법의 타당성을 조사하고 짧은 고랑에 대한 모델의 성능과 이용성을 평가하기 위한 것이다. 이런 특정 포장조건은 70m 의 고랑길이를 가진 1ha 이내의 농장에서 나타난다. 모델을 평가하기 위하여 이집트의 두 곳과 네덜란드의 한 곳에서 일련의 실험을 시행하였다. 이집트에서의 실험은 Assiut 대학의 농업실험장에 있는 점토질 토양의 포장에서, 그리고 같은 대학의 El-Wadi El-Assuity, Assiut에 있는 사막지역 실험장에 있는 사질토 포장에서 하였다. 네덜란드에서의 실험은 Wageningen 대학의 관개 수공학부의 터널 실험장에서 하였다. 터널은 외부의 기후 특히, 비를 차단하기 위하여 온실처럼 덮었다. 터널내에서의 실험은 사질점토와 사질 점질양토의 두가지 토양으로 하였다. 모든 실험은 끝이 막힌 고랑에서 하고 고랑의 길이와 너비는 각각 70 m, 0.70 m이었다. 측정된 현장 자료는 컴퓨터 모델인 SIRM0D III를 평가하는데 사용하였다. 평가 결과 모델은 측정된 침투 파라미터에 대해 짧은 포장조건하에서 연속 및 서지 흐름관계를 정확하게 모의할 수 있음을 나타냈다. 이들 현장 자료는 진행시간과 침투를 잘 모의하기 위하여 대단히 중요하다. 이점법은 짧은 포장 조건과 여러 다른 토양조건에서 침투 파라미터를 구하는데 잘 사용될 수 있음이 확인되었다.

## 플룸과 웨어의 단순화 된 설계

### Simplified design of flumes and weirs

*Tony L. Wahl 1 \*, Albert J. Clemmens 2, John A. Replogle 3, Marinus G. Bos 4*

*1US Dept. of the Interior, Bureau of Reclamation, Water Resources Research Laboratory, D-8560, PO Box 25007, Denver, CO 80225*

*2US Water Conservation Laboratory (USWCL), Agricultural Research Service, USDA*

*3USWCL, Agricultural Research Service, USDA*

*4International Institute for Land Reclamation and Improvement (Altterra-ILRI), The Netherlands*

지난 20년 동안에 Long-throated flume 과 broad-crested weir가 개수로 유량측정의 표준으로 사용되었다. 이들 구조물은 한계수심에 의한 측정법으로 정확하고 신뢰성이 높으며 이론적으로 검정이 되고 수두 손실이 작으며 시공성도 좋다. 근년에 개발된 컴퓨터 소프트웨어는 설계와 검정과정을 잘 다듬어 놓았다. 소프트웨어 WinFlume은 몇몇 논문과 교과서에도 실렸는데 대단히 사용하기 쉽지만 컴퓨터 모델을 사용할 수 없는 장소인 경우에 설계와 검정을 단순화할 필요가 있다. 이 논문은 관개 배수조직에서 미터 및 영국단위로 측정할 수 있도록 이전의 연구결과를 종합한 것이다. 사다리형 broad-crested weir, 사각형 조절단면을 가진 long-throated flume, 원형 파이프에서의 broad-crested weirs, V-모양의 long-throated flume, 그리고 운반형 RBC flume에 대해 사용하기 쉬운 표를 만들었는데, 수두와 유량, 시공 제원, 수두손실량, 검정 공식의 파라미터 등이 제시되어 있다. 표의 사용법은 예제로서 설명하고 설치방법은 그림으로 설명하였다.