

## 세계 식량생산에 크게 기여하는 관개와 배수

### Irrigation and drainage. Main contributors to global food production

Bart Schultz (1) \*, C. D. Thatte (2), V. K. Labhsetwar (2)

(1) UNESCO-IHE, Delft, the Netherlands, Rijkswaterstaat, Utrecht, the Netherlands

(2) ICID, Central Office, New Delhi, India

앞으로 오는 10년 동안 세계 인구 성장은 특히 저개발국과 신생국에서 일어날 것이다. 이것은 이들 국가가 자기 영토내에서 식량 증산을 하거나 수입을 증가시켜야 함을 의미한다. 지속적인 농촌개발과 함께 식량 증산이 필요하다는 면에서 생기는 많은 중요한 문제들이 있다. 식량생산의 관점에서 소요 증가량의 90%는 기존의 경지에서 그리고 10%는 새로 개발된 농지에서 해야 할 것이란 공동의 견해가 있다. 지속적 농촌개발의 관점에서는 사회경제적, 환경적 양상이 결정적인 역할을 한다.

여기서는 물관리를 어떻게 개선해야 기대되는 개발에 기여할 수 있는가에 초점을 맞추고자 한다. 그리고 인구증가의 경지에서 또 곡류 생산의 지구적 분포와 함께 설명하려 한다. 이런 틀 안에서 소요 식량생산의 증가와 지속적인 농촌개발에 기여하는 물관리의 여러 가지 수단을 제시한다. 이런 관점에서 대규모 관개관리 이양이 신생국과 경제가 전환 중인 국가에서 일어나고 있는 것은 중요한 일이다.

## L-모멘트를 이용한 한발강우의 추정

### Estimation of drought rainfall using L-moments

Soon H. Lee, Sung J. Maeng \*

Department of Rural Engineering, Chungbuk National University, Cheongju, Korea

이 연구의 목적은 한국의 57개 강우관측소에서 1, 2, 4, 6, 9 및 12개월 연속기간에 대한 최소월강우량 자료를 사용하여 L 모멘트법으로 설계한발강우를 구하는 것이다. 강우관측소별 최소월강우에 대한 자료의 적정분포를 선택하기 위하여 일반화된 극치의 분포 (GEV), 일반화된 logistic (GLO), 그리고 일반화된 Pareto (GPA) 분포가 사용되고 사용된 GEV, GLO 및 GPA 분포의 적합성은 L-모멘트 비 다이어그램과 Kolmogorov-Smirnov (K-S) 시험으로 판정하였다. 강우관측소별 측정 최소월강우와 Monte Carlo 기술로 모의한 최소월강우에 대해 적절히 선택된 GEV 및 GPA 분포의 파라미터는 L-모멘트법으로 계산되고 설계한발강우를 유도하였다. 강우관측소별 GEV 및 GPA 분포에서 유도된 설계한발강우의 비교분석을 통하여 강우관측소별 최적설계한발강우를 제시하였다.

## 스프링클러 관개시스템의 성능평가: 살수증발손실에 대한 새로운 지표

### Performance assessment of sprinkler irrigation systems: a new indicator for spray evaporation losses

Giulio Lorenzini (1) \*, Daniele De Wrachien (2)

(1) Department of Agricultural Economics and Engineering, Alma Mater Studiorum-University of Bologna, Viale Giuseppe Fanin 50, 40127 Bologna, Italy

(2) Department of Agricultural Hydraulics, University of Milan, Via Caloria 2, 20133 Milan, Italy

성능평가는 오늘날의 관개 시스템에서 관심을 끄는 개념이다. 이 때문에 실제 성능과 설정된 설계기준을 비교하는 몇몇 지표들이 제안되었다. 스프링클러 관개에 있어 환경조건에 따른 분사 손실의 평가는 시스템 성능의 중요한 지표로서 간주할 수 있다. 이 과제는 분사 흐름과 손실의 분석적 설명을 필요로 하고 실험적 그리고 이론적 연구를 모두 수반한다. 전자에서는 규명하기가 어려워 각 파라미터가 최종 결과에 기여하는 것을 측정하고 후자에서는 변수들 간의 비선형 관계가 과정의 철저한 분석 내용을 얻기 어렵게 만든다. 수많은 실험적 이론적 연구가 이 현상을 깊이 규명하기 위한 시도로 근래에 이루어졌으나, 할 일이 아직 많이 남아 있다. 현상에 대한 단순화된 동적 접근에 기초를 둔 스프링클러 물방울의 궤적에 대한 수학 모델을 제시하였다. 더 복잡한 과정을 사용한 다른 저자에 의해 얻어진 운동학적 결과와 여기서 얻은 결과는 대단히 잘 비교되었다. 더욱이 현장실험 결과 환경조건에 따른 분사증발손실을 믿음만하게 추정할 수 있는 모델임을 보여주었다. 앞으로 이 문제를 더 잘 이해하기 위하여 분석적 그리고 실험적 작업이 더 필요하다.

## 관개지역에 벤치마킹으로 적용하기 위한 도구: IGRA

### IGRA. A tool for applying the benchmarking initiative to irrigated areas

J. A. Rodríguez Díaz (1) \*, L. Pérez Urrestarazu (1), E. Camacho Poyato (1), R. López Luque (2)

(1) Department of Agronomy, University of Cordoba, Apartado 3048, 14080 Cordoba, Spain

(2) Department of Physics, University of Cordoba, Apartado 3048, 14080 Cordoba, Spain

오늘날 세계에서 물은 그 합리적인 사용이 강조되고 있는 근본적이고 부족한 재화이다. 관개는 가장 많은 물을 소비하는 활동으로서 이를 정확하게 실행하는 것이 대단히 중요하다. 관개성능지표는 관개 관리의 개선과 최적화를 하는데 유용한 도구가 된다. 이 지표를 잘 사용하기 위하여 IGRA (Irrigation Performance Indicators Application)라 불리는 컴퓨터 모델이 개발되었다. 이 모델은 광범위한 구역

인자와 관개년 변수를 사용하여 지표를 계산하고 정의한다. 프로그램의 데이터베이스를 가지고 기록, 표, 차트 등으로 데이터를 볼 수 있게 만들며 이것들로 다른 구역간 그리고 관개년간의 비교를 할 수 있다. IGRA는 또 기준 모델과의 비교를 할 수 있게 한다.

선택된 지표는 IPTRID가 만든 지표들에도 부응한다. 이 지표는 4개의 그룹, 즉 시스템 운영(system operation), 재정성능(financial performance), 생산효율(productive efficiency) 그리고 환경성능(environmental performance)으로 나뉜다. IGRA는 Andalusia에 위치한 몇 개의 관개구역에서 성능 지표들을 계산하고 비교하는데 사용되어 구역간의 관개성능 차이를 심층연구 할 수 있었다.

### 농업 경관이 다른 비 균등지의 고랑에서의 환경적 및 생산성의 지속성 유지

#### Maintaining environmental and productivity sustainability of a non-homogeneous furrow set in different agro-landscapes

Z. Popova (1) \*, J. C. Mailhol (2), P. Ruelle (2), I. Varlev (1), I. Gospodinov (3)

(1) N. Poushkarov Institute of Soil Science, 7, Shosse Bankya, Str., Sofia 1080, Bulgaria

(2) CEMAGREF; UR Irrigation BP 5095, 34033 Montpellier, France

(3) Experimental Station of Irrigation, Stara Zagora, Bulgaria

이 논문의 목적은 프랑스와 불가리아에서 농업경관이 다른 경우의 고랑관개에서 환경과 생산성에 관한 균등분포의 영향을 평가하고 지리적 차이를 고려한 관개방법을 제안하는 것이다. 하나의 고랑에서 한 연구와 달리 이들 분석은 30~40개 이상의 고랑에서 동시에 전반적인 균등성을 고려하는 것이다. FURMOD (Popova, 1990; Popova and Kuncheva, 1996) 와 SOFIP (Mailhol, 2001, 2003) 모델은 포장 조사 자료로 검정하고 검증되었다. FURMOD는 물분배의 평가, 급수 시간과 수심에 따른 심층 침투와 유출손실, 근역에서의 물부족, 물 진행과정의 횡적인 비균등성 등을 다룰 수 있는 모델이다. 그러므로 추정 급수심(WAD)은 작물 생산과 질소 용탈에 WAD의 이질성의 영향을 평가하는데 작물 모델의 투입이 된다. SOFIP는 심층 침투와 작물 생산성에 대한 고랑관개 시행의 영향을 분석하는 모의 모델이다. 가변성(유량, 침투 파라미터)의 근원이 다른 것을 고려할 때, SOFIP의 추정능력은 고랑관개 시스템 관리와 설계의 개선에 목적을 두고 있다. 이들 두개의 다른 접근방법은 건강함과 사용의 편의라는 두개의 조건으로 비교할 수 있다. 토지 및 수자원 이용의 효율을 증가시키는데 있어 관개방법의 역할은 여러 해 동안에 걸쳐 찾을 수 있다. 모델을 돌리면 환경적 그리고 생산성의 안정은 특히 관개용수량이 클 때 이질성 근원의 축소를 필요로 함을 보여준다. 관개용수를 절약하고 수확량을 최대화하며 환경 악영향을 최소화하기 위해서는 여러 가지 전략이 권장된다.

## 농업용 관개에 의한 지하수 함양의 추정에 관한 연구

### A study on the estimation of groundwater recharge by agriculture irrigation

*Cheh-Shyh Ting (1) \*, I. Tsou I, Jung-Hsiang Lu (2)*

*(1) Department of Civil Engineering, National Pingtung University of Science and Technology, Taiwan*

*(2) Taso-Jiin Memorial Foundation for R&D for Agriculture and Irrigation, Kaohsiung, Taiwan*

논의 농업-생태 시스템에서의 생산성과 생태에 대한 연구가 오늘날 강조되고 있다. 그러나 장기간에 걸친 논에서의 침투는 담수함에 따라 지하수에 중요한 함양을 한다. 이 논문에서는 농업관개로부터의 지하수 함양에 대한 3개년간의 연구 결과를 논의한다. 건조/침수의 여러 조건하의 논에서 침투과정을 모의하고 분석하기 위하여 경반의 물리적 화학적 성질, 관개 포장에서의 침투손실 메커니즘 그리고 비 포화/포화 구역 3차원 모델(FEMWATER)이 사용되었다.

## 리투아니아의 카르스트 지역에서 토양수질에 대한 농업의 영향

### Influence of agriculture on soil water quality in the karst region of Lithuania

*V. Morkunas, A. Rudzianskaite \*, P. Sukys*

*Geofiltration Research Laboratory, Water Management Institute of Lithuanian Agricultural University, Parko 6, Vilainiai,*

*LT-58103 Kedainiai district, Lithuania*

이 논문은 리투아니아 카르스트 지역에서 시행된 라이시미터와 배수 연구의 결과를 제시한다. 토지 이용과 시비 정도에 따라 빙퇴석 롬과 사질롬 토양 단면에서의 수질 변화를 나타낸다. 토양수에 포함된 N-NO<sub>3</sub> 농도의 변동은 주로 수확물로부터의 N 손실에 좌우된다. ( $r^2=0.78$ ). 최고 N 농도는 28.7 mg L<sup>-1</sup>로서 감자가 자라고 있는 밭에서 나타났고 6배나 낮은 농도가 보리밭에서, 그리고 가장 낮은 농도는 5.1 mg L<sup>-1</sup>로 영구 초지에서 나타났다. 비료를 효율적으로 주면 토양수의 N-NO<sub>3</sub>와 TP 농도가 감소한다 (각각  $r^2=0.27\sim 0.56$ 와  $r^2=0.18\sim 0.57$ ). 영구 초지에 비해 경작지는 모든 토양 단면에서 심한 경우 9배나 높은 N-NO<sub>3</sub> 농도와 2.6배가 낮은 TP 농도를 나타냈다. 그러나 경작지에서 심층 토양으로 가면 N-NO<sub>3</sub>의 농도가 감소하고 초지에서는 N-NO<sub>3</sub>의 최소농도가 근역에서 나타난다. TP 농도는 경작지나 초지나 모두 심층으로 가면서 농도가 감소한다. 적절한 토지이용의 선택이 특히 중요한 요소가 된다. N-NO<sub>3</sub>의 용탈을 줄이기 위해서는 초지면적을 늘릴 필요가 있으나 이는 TP의 농도를 증가시킬 수 있다. 그리고 경운한 토지에 물을 넣어 두는 것은 위험한 일이다.