

# 농업용수 사용지표 개발

## Development of agricultural water use indicator

\*이광야 · 임종완 · 홍대벽(농기공)

\*Lee, kwang ya · Lim. jong wan · Hong, dae byuk

### Abstract

The purpose of this study is to develop an indicator for agricultural water use. Agricultural water is challenged by the increase of water use in the sectors of urbanization and industry and social pressure to use water in a sustainable and environmentally sound way. The development of agricultural environment indicators is divided into 13 sectors, among which agricultural water use indicators include amount and intensity of agricultural water use, efficiency of agricultural water use, shortage or surplus of water use, water stress, etc.. Agricultural water use indicators provide basic data for sustainable and environmentally sound agricultural development, and also help policy decision makers to solve water shortage problems through water policy and water management measures by making the most of the total available water resources.

### I. 서론

물은 인간생활의 많은 부분을 지원해 주고 있다. 단순히 “물을 풍부히 사용한다/아니다”라는 점이 인간 생활의 건강과 부를 제한하는 기본적인 요인이 된다는 사실이 점차 분명해지고 있다. 특히 농업용수는 현재 식량자급도가 약 29%밖에 되지 않는 우리나라가 2030년경에 5천만명이 훨씬 넘는 인구를 먹일 수 있는 양식을 농업기술의 발전과 과학적인 물관리를 통하여 최소한 주곡인 “쌀만이라도 자급할 수 있는가 혹은 수입하는가”라는 절대적인 문제를 해결하는데 주요한 요소로 작용할 것이다.

이러한 식량과 인류의 삶을 지속해주는 환경보전 등에 관한 세계적인 노력이 '92년 리우환경회의에서 지구환경실천강령(AGENDA 21)으로 유발된 이래로 꾸준히 지속되었지만 실질적인 성과를 기대하기는 어려운 상황이다. 여기에는 여러 가지 이유가 있겠지만 그 중 중요한 것은 환경을 정확히 평가하고 정량화 할 수 있는 기준이 없었기 때문이다. 최근들어 OECD 회원국을 중심으로 환경지표를 설정하여 국가간 환경상태를 평가하고 있다.

현재 OECD에서 제안하고 있는 농업용수 사용지표는 전체 수자원 중 농업용수로 사용하는 양의 비율, 농업용수를 사용하여 생산된 농작물의 가격, 가용 농업용수 양 등이 있으나 외국의 지표를 국내에 모두 적용하기에는 국내의 농업용수 사용 기작 및 기타 환경이 외국과 상이하므로 적용이 곤란한 경우가 발생한다.

본 연구는 우리 실정을 최대한 고려하여 농업용수 사용지표를 물사용강도와 물스트레스, 물사용효율로 구분하여 개발하고 표본지구를 중심으로 지표를 적용하여 우리나라 농업용수 사용지표의 적용성을 검토하였다.

## II. 농업용수 사용현황

### 2.1 수리시설물 현황

정부에서 시행한 농업에 대한 투자액 중 상당부분이 농업용수를 위한 수리시설분야에 투자되었으나 1996년말 현재 수리답은 총 답면적 1,176,148ha중 75.5%인 888,795ha에 불과하며 이중 10년 빈도 내한 능력을 지닌 수리답은 399,161.9ha로 전체 답 면적의 33.9%에 지나지 않아 아직도 한·수해가 식량생산에 큰 영향을 미치고 있다.

현재의 수리시설 내용을 관리 주체별로 구분하면 농업기반공사 관리 시설물의 73%가 저수지이고 양수장 17%, 양배수장 7%, 취입보와 집수암거 등이 3%를 차지하고 있어 대부분이 저수지와 양수장에 의존하고 있음을 알 수 있다. 주 수원공인 저수지의 설치연도는 농업기반공사 관할 주수원공 저수지 수의 절반에 해당하는 9,875개가 1945년 이전이므로 그 시설의 노후화를 입증해주고 있다. 관개면적별 주수원공 규모 현황으로 10ha 미만의 시설물이 전체의 70%이상을 차지하고 있어 시설관리 효율이 좋지 않음을 알 수 있다. 농업기반공사에서 정밀안전진단을 실시한 결과 2000년도의 경우 진단시설의 50%가 보수보강이 필요한 시설로 판명되어 수리시설에 대한 재투자가 반드시 필요한 것으로 나타났다.

### 2.2 농업용수 현황

우리나라 논용수 수요량은 '97년 현재 13,006백만 $m^3$ /년, 목표 연도인 2001년, 2006년 및 2011년에는 각각 12,972백만 $m^3$ /년, 13,020백만 $m^3$ /년, 13,167백만 $m^3$ /년으로 산정되었다. 여기서 수리답의 용수 수요량은 '97년 현재 10,553백만 $m^3$ /년에서 2011년에는 12,253백만 $m^3$ /년으로 1,700백만 $m^3$ /년이 증가 할 것으로 추정되었으며 수리불안전답의 경우 2,453백만 $m^3$ /년에서 914백만 $m^3$ /년으로 1,539백만 $m^3$ /년이 감소될 것으로 추정되었다. 논용수 수요량 중에서 수리답의 용수 수요량 비중이 '97년 현재 논용수 수요량의 약 81%에서 2011년에는 93%로 증가하였으며 상대적으로 수리불안전답의 경우 수요량 비중은 19%에서 7%로 감소하는 것으로 나타났다. 이는 현재 수리답 비율이 76%에서 2011년에는 90%로 증가하는 것과 직파 재배면적의 증가, 시설관리용수율 감소에 따른 것으로 추정된다.

밭용수 수요량은 '97년말 현재 2,394백만 $m^3$ /년, 2001년, 2006년 및 2011년에는 각각 2,425백만 $m^3$ /년, 2,466백만 $m^3$ /년, 2,526백만 $m^3$ /년으로 산정되었다. 여기서 관개전의 용수 수요량은 '97년 현재 94백만 $m^3$ /년에서 2011년에는 644백만 $m^3$ /년으로 약 550백만 $m^3$ /년의 밭용수가 증가 할 것으로 추정되었으며 비관개전에 대한 용수 수요량도 2,300백만 $m^3$ /년에서 1,882백만 $m^3$ /년으로 418백만 $m^3$ /년이 감소될 것으로 추정되었다. 밭용수 수요량의 구성 비율을 살펴보면 관개전에 대한 수요량 비중이 '97년 현재 밭 수요량의 약 4%에서 2011년에는 26%로 증가하는 것으로 추정되었으며 상대적으로 비관개전의 용수 수요량 비중은 96%에서 74%로 감소하는 것으로 나타났다. 이는 현재 관개전 비율이 3%에서 2011년에는 20%로 증가하기 때문인 것으로 사료된다.

## III. 농업용수 사용지표

### 3.1 용어의 정의

본 연구에서는 농업용수 사용지표로 물사용강도와 물스트레스, 물 사용 효율을 선정

하였으며 각 지표의 의미는 다음과 같다.

- **물사용 강도(Water Use Intensity)** : 국가전체의 수자원에 대한 농업용수 비율
- **물스트레스 (Water Stress)** : 농업용수의 부족 정도
- **물 사용 효율(Water Use Efficiency)** : 농업용수 사용 목적을 달성한 량의 비율

물사용 강도는 우리나라의 강수현황 및 유역특성을 분석하여 국가 전체의 가용 수자원을 산정하여 농업용수, 하천유지용수, 생활용수 및 공업용수 등으로 분류된 수자원량을 이용하여 지표를 산정한다. 또한 물 스트레스는 농업용수의 부족 정도를 평가할 수 있도록 수리답 한발빈도별 비율과 국내 농업용수는 외국과는 달리 강에서 취수하지 않고 주로 저수지에서 취수하므로 우리나라 실정에 맞게 농업용 저수지의 저수율을 기준으로 용수부족을 평가할 수 있는 지표를 개발하였으며, 물사용 효율은 관개효율을 기준으로 정의하였다.

### 3.2 농업용수 사용지표 개발

#### 3.2.1 물사용 강도(Water Use Intensity) 개발

농업용수 사용강도를 표현하기 위해 다음과 같이 4개의 지표를 설정하였다.

- ▶ 지표 1 : 농업(관개)용수 사용 비율 =  $\frac{C+D}{A}$
- ▶ 지표 2 : 경지면적(1ha)당 농업용수 사용량 ( $m^3/ha$ ) =  $\frac{C+D}{B}$
- ▶ 지표 3 : 논 용수사용강도 =  $\frac{C}{C+D}$   
단위면적당 논용수사용량 =  $\frac{C}{\alpha B}$
- ▶ 지표 4 : 밭 용수사용강도 =  $\frac{D}{C+D}$   
단위면적당 밭용수사용량 =  $\frac{D}{\beta B}$

여기서 A = 전체 수자원사용량(농업용수+ 하천용수+ 생활용수+ 공업용수+ 기타용수)

B = 경지면적, C = 논용수사용량 (수리답+수리불안전답)

D = 밭용수사용량 (관개전+비관개전)

$\alpha$  = 논경지면적 비율(수리답+수리불안전답)

$\beta$  = 밭경지면적 비율(관개전+비관개전)

#### 3.2.2 물스트레스 (Water Stress) 지표개발

농업용수의 물 스트레스는 한발과 밀접한 관계가 있다. 물스트레스 지표로 내한능력별 수리답 비율과 농업용수의 약 60%를 차지하는 주 공급원인 저수지 수량의 “풍부/부족”으로 표현되는 지표를 적용하였다. 저수지 수량 지표의 기본개념은 해당기간의 저수지 저수율이 전체 계절 평균보다 크다/적다의 빈도수를 사용하는 것이다.

- ▶ 지표 5 : 내한능력별 면적비율
- ▶ 지표 6 : 전체 계절평균보다 적은 순별 저수율의 빈도수

#### 3.2.3 물 사용 효율(Water Use Efficiency) 지표개발

농업용수 사용효율은 의도한 목적을 위해 필요한 용수를 대상구역에 공급한 물의 총량으로 나눈 비율로 정의된다. 의도한 목적으로 사용되지 않은 물은 그 구역에서 손실로 간주된다. 대상구역은 포장, 지구, 유역 단위로 구별되고 목적과 대상 구역의 종류에 따라 여러 가지 효율의 개념이 존재한다. 식량 생산의 물 공급 목적은 작물의 증발산 수요를 충족시키는 것이며 대상구역에 따라 효율과 손실은 다양하게 정의된다.

#### IV. 결과 및 고찰

본 연구에 개발된 농업용수 지표를 국내의 농업용수 수요량과 및 수리시설물의 특성을 고려하여 적용한 결과는 다음과 같다.

첫째, 우리나라 수리시설물은 농업기반공사 관리 시설물의 73%가 저수지이며 양수장 17%, 양배수장 7%, 취입보와 집수암거 등이 3%를 차지하고 있어 대부분이 저수지와 양수장에 의존하고 있음을 알 수 있다. 둘째, 우리나라 전국에 걸친 논용수 수요량은 '97년말 현재 13,006백만 $m^3$ /년, 2001년, 2006년 및 2011년에는 각각 12,972백만 $m^3$ /년, 13,020백만 $m^3$ /년, 13,167백만 $m^3$ /년으로 산정되었고, 밭은 '97년말 현재 2,394백만 $m^3$ /년, 2001년, 2006년 및 2011년에는 각각 2,425백만 $m^3$ /년, 2,466백만 $m^3$ /년, 2,526백만 $m^3$ /년으로 산정되었다. 셋째, 농업용수 사용지표로 물사용강도 지표 4개, 물스트레스 지표 2개를 개발하였다. '98년 현재 우리나라 농업용수 사용강도 지표 1(농업용수사용비율)은 47.7%로 과거보다 전체 수자원 중 농업관개용수가 차지하는 비중이 적어졌다. 이는 산업구조 및 생활환경 변화에 기인한 것이다. 전체 농업용수 사용량 중 논과 밭의 비중이 82.3%, 15.1%로 국내 농업용수 이용이 주로 논 중심이며 여전히 벼 재배에 많은 량의 수자원이 이용되고 있음을 알 수 있다. 앞으로 현재보다 농경지의 감소가 예견되나 영농방식의 변화, 관개시설의 확충 등에 따라 단위 용수의 증가가 예상되며 수리시설의 내한능력 증대에 따라 농업용수 사용량이 증가되고 논과 밭의 경작비율이 안정되는 것으로 예측되어 농업용수 사용강도는 일정한 수준을 유지하는 것으로 산정되었다. 넷째, '91년~2000년(10개년) 동안 전국 농업용 저수지를 대상으로 평균저수율 자료를 사용하여 물스트레스 지표를 산정한 결과 '91년 '93년 '94년과 '96년 '97년에 물스트레스가 발생한 것으로 나타났다.

#### 참고문헌

1. 건설교통부, 2001, 수자원장기종합계획(2001~2020)
2. 농림부·농어촌진흥공사, 1999, 농업·농촌용수 종합이용계획
3. 농림부·농어촌진흥공사, 1999, 농촌용수 수요량조사 종합보고서
4. 이광야, 김선주. 2001. 농업용수 수요량 산정 시스템 개발. 한국농공학회지 43(1) pp53-65
5. 서영제, 이광야. 2002. 발용수량 산정방법(기술강좌). 한국농공학회지 44(1) 25-34
6. 이광야. 2001. 농업용수 수요량의 도별 특성 분석. 2000년 한국수자원학회 기초과제 연구보고서 pp393-414
7. OECD(1998), THE IMPACT OF AGRICULTURE ON WATER QUALITY, indicators and Policy Measures ; in Sustainable Management of Water In Agriculture:Issues and Policies-the Athens Workshop, pp138~172
8. OECD WORKSHOP ON AGRI-ENVIRONMENTAL INDICATORS BREAKOUT SESSION GROUP1 - AGRICULTURE AND WATER QUALITY. (1998). pp8
9. OECD(2000). COM/AGR/CA/ENV/EPOC(99)130 <Environmental Indicators for Agriculture : Methods and Results - The Stocktaking Report WATER QUALITY>