

# 농업용수자원과 세계 식량안보\*

어 대 수  
(해외농업개발협회 상근부회장)

이 광 야  
(한국농어촌공사 농어촌연구원 책임연구원)

## 1. 세계의 물 자원

### 1.1. 물과 농업

물은 지구 역사 속에서 생명과 함께 존재하는 기본요소다. 인류의 역사를 살펴보면 물은 생명을 유지시켜 주는 필수요소인 동시에 때로는 인간의 활동을 제한하는 요소이기도 하다. 물은 생체 구성성분의 대부분을 차지할 뿐만 아니라 영양분과 혈액을 구석구석 운반하고 노폐물을 배설시키며 체온을 조절하는 대사역할 등 생명유지에 반드시 필요하며 수분을 섭취하지 못하는 생명체는 일주일도 넘기기 어렵다고 한다.

불(火)이 수렵사회를 지탱하는 필수요소였다면 물(水)은 농경사회 이후 생명의 근본을 이루는 가장 중요한 자원이었다. 물 없이 농업생산 활동을 할 수 없기 때문이다. 동서고금을 막론하고 물을 다루고 이용하는 기술인 치수와 이수는 국가의 흥망과 밀접한 관련이 있어 왔으며, 물을 잘 다루는 통치자가 국가의 번영을 주도해 왔다. 세계 4대 문명이 시작된 곳도 물을 잘 이용할 수 있었던 큰 강을 중심으로 이루어져 왔으며, 중국과 우리나라에서는 물을 잘 다스리고 이용하는 통치자가 덕이 있는 훌륭한 군왕으로 자리 잡았다.

\* (bfish@hanmail.net).

식량은 생존의 문제이다. 생존을 위한 물은 식량을 생산하는 농업활동에 필수불가결한 요소인 동시에 생명의 근간인 공공재로 받아들여진다. 누구나 먹어야 살 수 있으며 그 먹을거리를 생산하는데 없어서는 안 될 귀중한 자원이 바로 물, 다시 말해 농업용수이다. 농업에 쓰이는 물과 식량생산과의 관계를 살펴보면 생산량을 증가시키기 위해서는 농업용수의 양도 늘어나야 한다. 세계 식량의 필요량은 인구증가로 인해 계속 늘어나고 있으며 필연적으로 농업용수의 사용량도 늘어날 수밖에 없다.

우리는 약 50년 전 녹색혁명을 통해 지구촌의 먹거리를 해결할 수 있는 듯했다. 다수확 품종의 개발과 혁신적인 기술발전을 통해 농지의 단위생산량이 크게 늘어났기 때문이다. 그러나 매년 2~3% 정도의 생산량 증가를 가져왔던 기술혁명이 80년대 이후 1% 이하로 떨어지게 되면서 한계점에 이르게 되었다. 식량의 문제를 해결하기 위해, 그와 더불어 필연적으로 따라오게 되는 물 부족 문제의 해결을 위해 무엇인가 다른 대책이 필요하게 되었다. 농업은 공적지원 정책을 통해 생산기반시설을 갖추어야 비로소 생산량의 증대를 가져올 수 있다. 농업용 저수지의 건설이나 잘 갖추어진 관개 배수 시스템 없이 오늘의 농업을 생각 할 수 없으며 이러한 기반시설 덕택에 지속적인 식량안보가 가능하다. 선진국일수록 농업기반시설이 잘 정비되어 있으며 식량의 자급도도 높은 편이다.

농업생산량을 불안정하게 하는 여러 요인 중 기후변화만큼이나 큰 영향을 미치는 요인이 물문제이다. 곡물 1톤을 생산하기 위해서는 대략 1,000톤의 물이 필요하며 전 세계적으로 담수 사용량의 70% 정도가 농업생산에 이용되고 있다. 다시 말해 가장 큰 물소비자가 농업부문이며 향후 식량공급에 대한 전망을 볼 때 농업용수 수요량이 계속 증가할 것으로 예측된다. 그런데 물은 다른 농업생산요소인 에너지나 비료 등과 달리 대체재가 없기 때문에 물 부족이 안정적인 식량수급에 작용하는 제약은 매우 크다. 우리나라의 경우 농지면적의 감소, 산업화 등의 외부요인으로 농업부문에 대한 투자나 물 문제 해결에 소극적인 시각이 있는데, 이는 재고해 보아야 할 발상이다. 국내의 식량 안보를 농산물 수입에 의존한다고 하여도 가까운 미래에 물 부족은 세계적인 현상이 될 것이며 지금의 농업 수출국이 영원한 수출국으로 남을지 확신할 수도 없다.

농업에서의 물, 즉 농업용수 문제는 두 가지 측면에서 살펴볼 수 있다. 수요측면에서 볼 때 농업용수는 수요가 증가할수록 공업용수나 생활용수와 경쟁해야 한다. 이 갈등은 이미 진행 중이며 세계 물 포럼 등 물 관련 국제회의에서 매년 주요 안건으로 채택되어 논의되고 있다. 생산측면에서 보면 물 문제는 더욱 복잡해진다. 농업용수를 사

용하여 생산을 하는 방식이 다르기 때문이다. 농업에 활용되는 물은 강수를 직접 이용하는 것과 강, 호수, 저수지, 지하수에 저장된 물을 공급받아 사용하는 두 가지 유형이 있다. 강우 의존형인 그린워터는 자유재이다. 강우를 직접 이용하는 방법은 저장된 물로 관개하는 방식보다 물을 절약할 수 있다. 그 이유는 저장된 물, 즉, 블루워터는 이용을 위하여 위치를 옮겨야하고 그 도중에 손실이나 증발의 여지가 크기 때문이다. 이러한 차이로 그린워터의 효율이 블루워터보다 5배나 높게 나타난다. 그러나 그린워터는 인위적 조절이 불가능한 제한적 자원이라는 단점이 있다. 부족한 물은 블루워터로 해결할 수밖에 없으며 이것이 농업용 수리시설이 필요한 이유이다.

## 1.2. 세계의 수자원

늘어나는 세계 인구를 감당할 식량을 생산하기 위한 담수상태의 물은 매우 제한적이다. 지구상에 존재하는 물의 총량은 약 13.8억 km<sup>3</sup>로 대부분 바닷물이며 인간이 이용 가능한 담수는 2.5%에 불과하다. 그나마 빙설 및 지하수를 제외하고 손쉽게 이용할 수 있는 물은 전체의 0.01% 정도인 약 10만 km<sup>3</sup>에 불과하다.

표 1 지구상에 존재하는 물 부존 현황

부피단위 : 백만 km<sup>3</sup>

구 분	물 부존 양		비 고
	부 피	비 율	
총 량	1,386	100	
염수(salt water)	1,351	97.47	바닷물, 염호 및 지하염수 포함
담수(fresh water)	35	2.53	
- 빙설(빙하, 만년설 등)	24	1.76	
- 지하수	11	0.76	
- 하천 및 호수	0.1	0.01	직접 이용이 가능한 담수

자료 : 물과 미래, 2012 제20회 세계물의 날 자료, 한국수자원공사

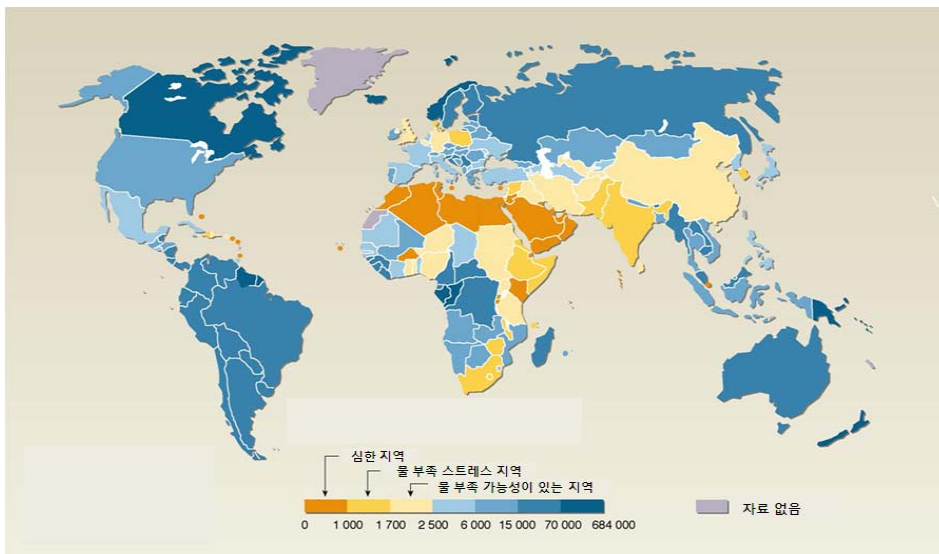
<표 1>의 물 부존현황에 나타난 숫자만 가지고 볼 때 지구상에 존재하는 물의 총량 중 99.9%는 사용하지 않는 물이다. 다시 말해 지금보다 수백 배, 천배 비싼 비용을 지불하고서라도 기꺼이 물을 확보하겠다고 한다면 물 부족이라는 단어는 필요 없을지 모른다. 그러나 물 개발이 경제적 타당성을 갖춘 효율적 방법이며 지속가능하게 이용

해야 한다는 전제를 가지게 되면 지구촌 물 사정은 결코 넉넉하지 못하다. 대륙별 또는 지역적 편차를 보이고 있기는 하나 물 부족은 광범위하게 나타나고 있는 현상이다.

최근 지구촌 곳곳에 더욱 빈번하게 나타나고 있는 이상기후와 각국의 산업화와 도시화에 따른 담수의 수질오염은 우리가 쉽게 접근할 수 있는 물의 양을 점점 줄여들게 하고 있다. 지난 30~40년 동안 국제관개배수위원회(ICID), 세계물포럼(WWF), 세계대담회의(ICOLD) 등 물 관련 국제회의에서 단골 메뉴처럼 논의되어 왔던 아랄해의 염호화 및 주변지역의 사막화 문제, 요르단 강 및 나일강 주변국가의 물 사용 경쟁심화와 분쟁, 라인강 및 메콩강 등 국제하천의 물 이용 협약, 중국과 미국 중남부 등 일부 지역에서의 과도한 지하수 개발 및 이용에 따른 지반침하와 환경오염 등 전 세계적으로 물 부족이 심화되고 있다.

세계식량농업기구(FAO)와 세계기상기구(WMO)에 따르면 전 세계적으로 25개 국가가 물 부족 현상을 나타내고 있으며, 그 숫자는 더욱 늘어나 2025년에는 34개국에 이를 것으로 전망되고 있다.

그림 1 1인당 담수 이용 가능량



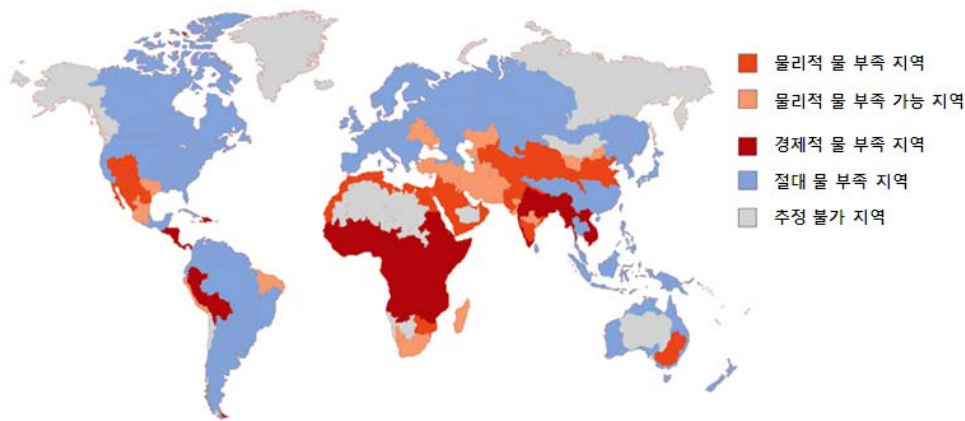
자료 : FAO of the United Nations, World Resources Institute(WRI) Institute(WRI).

<그림 1>은 인구 1인당 담수의 이용 가능량을 보여 준다. 1,000m<sup>3</sup>/인 이하의 지역은 물 부족이 심한 지역으로 분류되며 북아프리카 및 중동지역의 국가를 포함하고 있

다. 1,000m<sup>3</sup>/인~1,700m<sup>3</sup>/인 지역은 물 부족 스트레스가 있는 지역으로 인도, 남아프리카공화국 등 남아프리카, 에티오피아 등 동아프리카, 폴란드 등이며 강수량은 세계 평균보다 50% 정도 많으나, 인구밀도가 높은 우리나라도 물 스트레스가 있는 국가로 분류된다. 1,700m<sup>3</sup>/인~2,500m<sup>3</sup>/인 지역은 잠재적으로 물 부족 가능성이 있는 지역으로 이란을 포함한 중동의 일부, 중국, 수단을 포함한 동아프리카 일부, 영국, 독일 및 네덜란드 등이 이 범위에 속한다. 이용 가능한 담수의 양으로만 볼 때 남·북아메리카, 러시아, 유럽, 동남아시아, 오스트레일리아 및 서아프리카 지역은 물이 넉넉한 지역이다.

그러나 실제 물자원의 개발과 이용 측면에서 본 물 부족은 매우 다른 양상을 보여 준다. 국제물관리연구소(IWMI)의 2007년 연구에 따르면 절대 물 부족으로 고통 받는 인구는 약 12억 명에 이르는 것으로 예측하고 있다.

그림 2 세계의 지역별 물 부족



자료 : comprehensive Assessment of Water Management in Agriculture, 2007.

<그림 2>는 지역별 물 부족을 나타내는 지도이다. 물자원의 개발과 이용률이 적정 선을 넘어 절대부족 지역으로 분류되는 곳은 북아프리카, 중동, 중국 북부지역과 중앙아시아, 인도 남부, 남동 오스트레일리아, 멕시코와 미국남부의 일부 지역이 이에 속하며 2025년에는 파키스탄, 남아프리카공화국, 중국 및 인도의 일부지역으로 확대되어 그 지역에 사는 인구는 18억 명에 이를 것으로 예측하고 있다. <그림 1>에서 물 이용률이 넉넉한 지역으로 분류되는 서아프리카 지역의 많은 국가를 포함한 대부분의 사

하라 남쪽 국가, 인도 북부와 방글라데시 등 일부 동남아 국가 및 중남미 일부 국가는 경제적 물 부족 지역으로 분류된다. 경제적 물 부족 지역에 사는 약 16억 명의 인구는 이용가능한 물이 있어도 개발에 투자할 여력이 없어 필요한 물을 공급받지 못한다.

### 1.3. 세계의 농업 수자원

국제물관리연구소는 늘어나고 있는 세계 인구에게 필요한 2025년의 물 수요를 충족시키기 위해서는 지금보다 22% 이상의 수자원을 더 개발해야 할 것으로 예측하였다. 담수 이용량의 70%를 소비하는 농업용수 중 향후 식량수요에 맞추기 위해서 수 자원 개발 사업에 투자를 늘려야 하며 관개용수를 17%까지 확대해야 하는 것으로 보고 있다.

늘어나고 있는 세계 인구를 먹여 살릴 식량 소비량은 계속 증가할 것이며, 식량의 획기적인 증산은 관개면적의 확대 없이는 불가능할 것으로 보인다. 따라서 관개농업을 위한 농업용수의 개발과 이용은 계속 확대되어야 한다. 세계기상기구에 따르면 2025년 전 세계의 관개면적과 농업용수 이용량은 각각 3억 2900만 ha와 3,162km<sup>3</sup>에 이르러 농업용수는 1995를 기준으로 할 때, 30년 동안 약 26% 정도 증가할 것으로 예측하였다. 세계기상기구는 이 농업용수량에 산업용수와 식수를 합한 2025년의 총 수자원이용량은 4,912km<sup>3</sup>로 농업용수의 비율은 64%가 될 것으로 예측하였다. <표 2>는 대륙별 수자원 이용량 전망으로 아프리카와 남아메리카의 증가율이 크다는 것을 알 수 있다.

표 2 대륙별 세계 수자원 이용량 전망

단위 : 백만 km<sup>3</sup>/년

구분	물 이용량		30년 동안 증가량	
	1995년	2025년	증가량	증가율(%)
총 량	3,5721	4,912	1,340	138
아시아	2,085	2,997	912	144
유럽	497	602	105	121
아프리카	161	254	93	158
북아메리카	652	794	142	122
남아메리카	152	233	81	153
오세아니아	26	33	7	127

자료 : Assessment of Water Resources and Water Availability in the World, 1996(WMO).

---

## 2. 식량의 인공적 공급과 물 이용

### 2.1. 세계농업이 안고 있는 과제

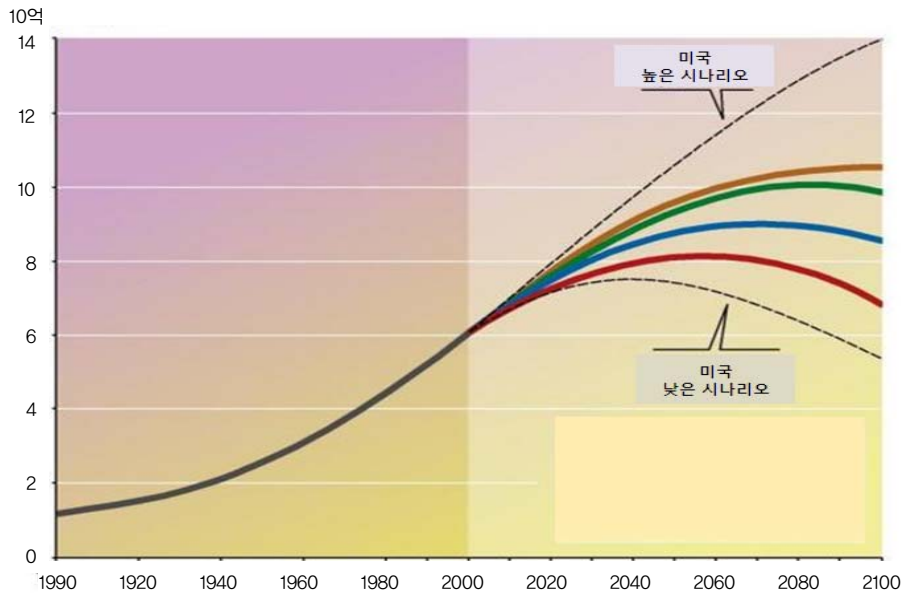
지금의 세계 농업이 직면하고 있는 문제점은 개발도상국의 인구증가 및 경제성장, 지역적 가뭄과 홍수 등의 기상이변, 농업에 대한 투자 감소, 물 이용효율의 정체, 일부 수자원의 과도한 이용 및 오염 확산 등으로 인해 농업생산성 증가가 둔화되고 식량의 안정적 공급에 대한 전망은 불투명하다는 점이다. 세계농업이 풀어야 할 과제를 다음과 같이 정리할 수 있다. ① 세계 인구의 계속적인 증가, ② 농업생산을 위한 단위 토지이용면적의 감소, ③ 낮은 물 이용효율, ④ 소득증가와 식생활 소비패턴의 변화, ⑤ 관개사업 투자의 감소, ⑥ 환경적으로 건전한 지속가능한 농업 등이다.

#### 2.1.1. 세계인구 증가와 영양

유엔 인구국은 2001년 중간 정도의 변수를 적용하여 2050년의 세계 인구는 93억 명에 이를 것으로 예측하고 있으며, 미국 인구조사국도 91억 명 정도로 추정하였다. 어느 기관의 예측 값을 적용하더라도 2050년 세계 인구는 지금보다 20억 명 이상이 늘어날 것으로 보이며, 2100년에 이르러서는 지금보다 약 30억 명이 늘어나 전체 인구는 100억 명에 이를 것으로 예측된다. <그림 3>에서 보는 것과 같이 늘어나는 인구와 함께 경제적 성장은 더 많은 식량을 필요로 할뿐만 아니라 식량에 대한 접근성도 개선되어야 한다. 오늘날 세계 식량의 수요와 공급량은 어느 정도 균형을 유지하고 있으나, 분배는 그렇지 못한 실정이다. 각국의 식량정책이나 경제적 여건 또는 국제곡물시장의 상황에 따라 충분한 식량을 확보하지 못하는 경우가 많이 발생한다. 앞으로 인구 증가와 관련해 우리가 직면한 문제는 식량생산의 양적 증가는 물론 국제곡물시장이 합리적으로 운영될 수 있는 정책도 필요하다는 점이다.

식량의 안정적 공급과 관련된 인구 문제 중 풀어야 할 또 하나의 숙제는 도시로의 인구 집중 현상이다. 특히 개발도상국과 농업이 중심 산업인 국가에서 젊은 노동력이 농촌에서 도시로 이주하는 현상은 농업생산을 담당할 인력이 부족해진다는 측면에서 많은 사회적 부작용을 초래하고 있다. 농촌에서 도시로의 인구유입을 강제적으로 막을 수는 없으므로 정부나 지역의 정책적 지원과 대책이 필요하다. 예를 들어 농업을 규모화 시키고 기계화를 도입하여 농업생산 효율성을 증가시키는 물 절약을 실현하는 노력 등이 필요하다.

그림 3 변수 적용 시나리오에 따른 세계 인구 증가 전망



자료 : Millennium Ecosystem Assessment.

### 2.1.2. 경작면적의 감소

식량을 포함한 곡물을 생산하기 위한 경지면적은 1990년 이후 정체되거나 약간 감소하는 경향을 보이고 있다. 개발도상국과 대규모 농업국이 속해 있는 아프리카, 아시아, 남아메리카에서의 경지면적은 증가하고 있으나, 그 증가면적이 유럽, 북아메리카 및 동아시아 일부 국가에서 줄어들고 있는 경지면적과 거의 균형을 이루고 있다.

더욱이 인구는 계속 늘어나고 있으므로 1인당 경지면적은 계속 줄어들고 있다. 세계 식량기구(FAO)의 통계자료에 의하면 1961년 0.45 ha/인이었던 경지면적이 1999년에는 0.25 ha/인으로 줄어들었으며 지금은 0.23 ha/인에 지나지 않는다. 과거 50년 동안에 한 사람당 식량을 생산하는 경지면적이 반으로 줄어든 것이다.

### 2.1.3. 물 이용효율

농업에 있어서의 물 이용효율은 보는 관점에 따라 여러 가지 의미로 정의할 수 있다. 예를 들어 어떤 포장이나 관개사업구역에서 관개효율이 낮다고 하더라도 그 구역에서 손실된 물이 토양 속으로 스며들어 대수층에 모이게 되고 또 그 물을 양수하여 동일 관개사업구역이든 하류 지역에서 다시 재이용한다면 전체 유역의 관점에서 볼



때 물 이용 효율은 다르게 평가될 수 있다. 어느 관개지구의 관점에서 볼 때의 또 다른 손실량, 즉 지표면을 윤훈하는 물은 배수로나 하천으로 흘러들어 하류의 어느 지점에서 양수하여 관개용수로 이용할 수도 있다. 하류에서의 물 재이용율이 클수록 유역의 물 이용률은 높아진다. 물 이용효율을 높이는 새로운 물 절약 기술은 대부분 지표면에서의 증발량을 줄이거나 다른 쓸모없는 식물로부터의 증발산량을 줄이는 기술이다. 그러므로 이용효율을 높이는 물 보전사업은 유역차원에서 수문학적 정보를 면밀하게 검토하여 사업효과를 평가해야 한다.

최근 기후변화와 이에 따른 사막화 현상으로 지구촌의 농업생산량은 큰 영향을 받고 있다. 점점 심화되어 가고 있는 중국의 내륙과 몽골지역의 사막화는 기후 및 환경 영향뿐만 아니라 토지 생산성에도 심각한 영향을 미치고 있음은 우리에게 이미 잘 알려진 사실이다.

세계농업기구는 2025년에 이르면 농지 60만 km<sup>2</sup>가 사라질 것으로 예측하고 있다. 늘어나는 인구의 압력으로 식량증산이 필요하게 되며 이에 따라 물은 점점 부족하게 될 것이다. 이에 대한 해결책의 하나로 농업에서의 물이용 효율을 높이는 것이 매우 중요한 과제이며, 국제관개배수위원회(ICID)를 비롯한 농업관련 국제회의에서 중요한 이슈가 되고 있다.

국제관개배수위원회 보고서에 따르면 담수재배 벼농사 포장관개효율은 대개 20% 정도에 지나지 않고 전통적 고랑관개에 의존하는 개발도상국에서의 관개효율은 43%에 지나지 않는다. 수원에서부터 포장까지의 용수공급 방법이나 포장에서의 관개방법에 따라 많은 차이가 있기는 하나 관개효율은 대략 30~65% 사이에 있고, 물을 고도 이용하는 지중해 지역과 같은 경우의 관개효율은 70%를 상회하고 있으므로 물 사용 효율을 좀 더 높일 수 있는 가능성은 크다. 더욱이 최근에는 도시나 산업화가 진행되는 지역 주변의 농지에서는 하수나 폐수에 의해 수질이 악화되고 있다.

한정된 자원인 물의 이용 효율을 높이기 위해 물 절약기술의 개발과 활용이 절실하게 필요하다. 필요한 만큼의 물을 식물뿌리에 공급하는 점적관개기술의 개발 및 보급, 지중관수로의 설치 및 활용, 하수 재처리수의 농업용수 이용 등의 기술개발로 물을 절약할 수 있다. 이와 더불어 관개수로의 손실을 방지하기 위한 농업기반시설의 개보수 사업과 농업기반시설의 현대화사업도 꾸준히 확대해 나가야 할 것이다.

#### 2.1.4. 소득증가와 식생활 소비패턴의 변화

최근 세계 축산업의 성장은 예상보다 빠르게 성장하고 있으며 이와 같은 급격한 성

장의 이면에는 인구증가, 개발도상국을 중심으로 한 경제성장과 소득의 증대 및 도시화가 큰 영향을 미치고 있다. 소득수준과 육류소비량 사이에는 정비례관계가 성립하며, 더욱이 육류가격의 하락과 함께 개발도상국에서의 육류소비량의 증가는 과거 선진국들이 경험했던 소득수준에서보다 훨씬 빠른 속도로 늘어나고 있다. 도시민이 농촌에 거주하는 사람들보다 육류소비를 많이 하는 특성 때문에 도시화도 육류 소비를 증가시키는 한 요인이 된다. 전 세계적으로 보면 인구가 많고 경제성장과 도시화가 빠르게 진행되었던 중국에서의 육류소비가 폭발적으로 늘어나고 있다.

세계 인구가 약 60억 명이었던 1997~1999년 사이의 육류소비는 약 2억 1800만 톤이었던 것이 인구가 83억 명으로 추정되는 2030년에는 3억 7600만 톤으로 늘어날 것으로 예측된다. <표 3>은 1인당 육류소비량의 증가를 보여준다.

표 3 1인당 육류 소비량의 증가

단위 : kg/년

대표 지역	육류 소비량		
	1964~1966	1964~1966	2030
세계 평균	24.2	36.4	45.3
개발도상국	10.2	25.5	36.7
사하라 이남 아프리카	9.9	9.4	13.4
동아시아	8.7	37.7	58.5
산업화된 국가	61.5	88.2	100.1

자료 : 세계보건기구 리포트 WHO 2012.

<표 3>에서 알 수 있듯이 개발도상국과 중국을 포함한 동아시아에서의 육류소비가 폭발적으로 늘어나고 있다.

육류소비를 많이 하는 식생활로의 변화는 곡물소비량을 큰 폭으로 증가시키고 따라서 그 곡물을 생산하기 위한 물 소비량을 늘어나게 하며 결과적으로는 물 부족을 더욱 심화시킨다. 소고기 1kg을 생산하기 위해서는 7kg의 곡물사료가 필요하며 돼지고기는 4kg의 곡물사료가 필요하다고 한다. 우리나라를 예로 들면 대략 1년에 약 2,000만 톤의 곡물소비량 중 600만 톤이 식용, 400만 톤이 가공용, 1,000만 톤이 곡물사료용으로 쓰인다. 약 13억 명의 인구를 가진 중국의 1년 간 곡물생산량은 5억 톤을 상회한다. 중국인의 식생활 패턴이 변화하면서 그 중 상당량을 사료곡물로 사용하게 되었으며 결국 1990년 대 중반부터 곡물수입국으로 변화하였다.

### 2.1.5. 관개사업 투자 감소

지난 수십 년 동안 농업관련 국제기구나 국제은행의 업무 중 농업생산성을 높이고 개발도상국에서의 가난을 해소하기 위한 농업개발투자나 지원은 가장 중요한 사업의 하나였다. 그 당시에는 대규모 관개배수개발 투자 사업이 많이 시행되었으나 최근 세계은행을 비롯한 국제은행의 정책변화에 따라 그 규모가 상당히 축소되었다. 세계은행의 정책변화를 가져온 주요 원인은 1970년부터 2000년까지 약 30년 동안 농지의 면적이 1억 7,000만 ha에서 2억 7,000만 ha로 늘어났으며 개발도상국에서의 경제성장과 수출시장의 중요성이 강조되었기 때문으로 생각된다. 개발도상국에서는 물 사용량의 약 85%가 농업에 이용되고 있으므로, 물이 농업생산뿐만 아니라 농촌에서의 주민생활 향상에도 필수적인 요소이지만 효율성과 경제성 측면을 강조하여 정책이 변화한 것이다.

그러나 2.1.2에서 이미 지적하였듯이 2000년 이후 전 세계의 경지면적은 더 이상 늘어나지 않고 있다. 인구증가를 고려하면 1인당 경지면적은 현저하게 줄어들고 있다. 세계은행의 자료에 따르면 1994~1996년 사이 연간 10억 달러에 달하던 관개사업 투자는 1997~1999년 사이에는 연간 8억 9,000만 달러로 2000~2002년 사이에는 다시 4억 9천만 달러로 급격하게 감소하였다. 관개개발 사업 투자액이 줄어드는 것과 동시에 개발사업의 규모도 대규모 사업에서 소규모 사업과 개보수 사업 위주로 변화되었다.

전 세계적으로 약 17%의 관개농업 면적이 40%의 식량을 생산할 정도로 식량공급 측면에서 관개농업이 차지하는 비중은 매우 크다. 관개농업지구에서의 생산량이 비관개지역 농지에서의 생산량보다 월등히 많고 장래 세계 식량수요는 인구증가와 함께 계속 늘어날 것으로 전망됨으로 관개 개발 사업에 대한 투자는 늘어나야 할 것으로 생각된다.

### 2.1.6. 환경적으로 건전한 지속가능 농업

세계 여러 나라는 이미 과도한 수자원개발 및 토지와 물의 집약적 이용 때문에 많은 어려움을 겪고 있다. 일부 지역에서 지하수의 과도한 개발 및 이용이 지하수위를 떨어뜨리고 오염문제를 야기하기도 한다. 매년 약 3,000만 ha의 농지가 염해를 입거나 침수피해를 입고 있다. 지구촌 기후변화로 야기되는 가뭄과 홍수는 농업에 심각한 영향을 미치고 있으며 특히 저개발국에 큰 피해를 입히고 있다. 인접한 여러 국가나 지역을 거쳐 흐르는 국제하천의 경우에는 상·하류 국가 간에 수리권뿐만 아니라 하류지역의 환경영향까지 분쟁을 일으키기도 한다.

미래의 농업용수개발은 사후 물 관리와 연계하여 좋은 영향이든 나쁜 영향이든 환경적 영향을 고려해야하며 이 환경적 영향은 사업을 계획하고 수행할 때 반영되어야

한다. 국제물관리연구소(IWMI)는 농업용수개발사업을 계획할 때 고려해야 할 환경관리 이슈를 정리하여 몇 가지 원칙을 제시하였다.

- 수원공, 퇴수 및 배수관리를 개선하여 습지를 훼손하고 염분 및 유해 농화학물질을 활성화시키며 하류를 오염시키거나 침수를 일으키지 않도록 한다.
- 관개용수 취수를 조절·모니터링하여 하천유지용수를 유지하도록 하고 지하수 대수층의 고갈을 방지한다.
- 수질이 좋지 않은 물을 관개용수로 써야 할 경우에는 적절한 규정 및 표준을 마련하여 사용한다.
- 기후변화에 대응할 지원환경 및 역량을 개발한다.
- 신규 또는 개보수 관개배수계획의 설계와 현대화 사업에 환경계획을 도입한다.

한 가지 사업을 예로 들면, 어느 포장에서 물 사용 효율을 높여 생산량을 높이기 위해서는 질소비료의 사용량을 늘리는 경우가 있다. 과도하게 사용한 질소비료 성분의 유출은 하류에 있는 습지에 좋지 않은 영향을 줄 수 있고 종 다양성을 감소시킬 수도 있다. 이런 경우 위의 가이드라인을 적용하여 질소성분을 흡수할 수 있는 콩과식물을 심거나 윤작을 시행해야 한다. 사회가 발전하고 삶의 질에 대한 욕구가 점점 커지면서 환경적으로 건전하고 지속 가능한 농업을 해야 한다는 요구가 늘어나고 있다.

## 2.2. 물 자원과 농업생산량의 확대

식량의 안정적인 공급을 담당해야 할 세계 농업이 지니고 있는 문제점을 2.1절에서 ‘물 자원’과 연계하여 생각해 보았다. 또한 그와 같은 문제점을 해결하기 위해 국제기구나 전문가들 사이에서 논의되고 있는 여러 가지 생각과 방안을 논의하고자 한다.

세계 인구의 지속적인 증가와 농촌인구의 감소를 인위적으로 막을 수 있는 방법은 없어 보인다. 북아메리카나 유럽 및 일부 극동아시아 지역의 농업에서는 이미 획기적인 생산량의 증가를 기대하기 어렵다. 이와 같이 개발이 이루어진 지역은 전 세계의 식량소비량 증가를 감당하기에는 개발이 가능한 면적도 제한적일 뿐만 아니라 농업의 정책방향도 맞지 않는다.

인구 증가폭이 큰 지역의 식량수요를 맞추기 위해 그 지역을 중심으로 필요한 수자원을 개발해야 할 것이다. 과거 1960~1980년대와 같은 녹색기술혁명을 기대할 수는 없으므로 다수확 품종이나 농업기술 개발을 꾸준하게 지속해 나가되 아프리카 사하라

---

이남지역과 남아메리카 등지에서는 농지의 확대와 함께 토양개량을 위한 비료와 적정량의 농약사용량도 늘려야 할 것이다. 이것만으로도 현재 그 지역에서 1.0 kg/ha에 지나지 않는 단위생산량을 3배 이상 획기적으로 늘릴 수 있다. 낮은 물 이용효율을 개선시키기 위해 농업기반시설을 개보수하거나 현대화시키는 사업에 꾸준히 투자를 늘려야 한다. 물을 절약하는 만큼 새로운 농업용수개발에 들어가는 비용을 줄일 수 있다. 환경적으로 지속가능한 농업은 이미 국제사회의 큰 흐름이며 관개사업계획을 수립할 때부터 고려해야 할 중요한 요소이다.

농촌진흥청(RDA)의 식량수급모델 예측결과에 의하면 세계 곡물소비량은 2012년 26억 톤에서 2020년 28~30억 톤이었으며 2025년에 이르러서는 30~32억 톤 정도로 추정된다. 세계기상기구에서 예측한 2025년의 농업용수사용 요구량은 3,162km<sup>3</sup>에 달해 관개면적이 상대적으로 많이 늘어 날 아프리카와 남아메리카에서의 농업용수량 추가 확보가 시급한 과제로 대두되고 있다.

### 3. 새로운 물자원의 확보

#### 3.1. 농업용수의 확보

개발도상국의 빠른 산업화와 도시화 및 전 지구적 기후변화 시대를 맞아 풀어야 할 과제는 결국 자연환경의 보전을 동반하는 농업용수 개발과 이용 및 수계의 하천유지용수를 유지하는 방법을 모색하는 것이다. 특히 수계에 인접한 국가들 간의 물 분쟁을 야기시킬 수 있는 국제하천의 경우는 상류국가에서의 과도한 취수와 오염물질의 배출이 하류국가에 치명적인 영향을 줄 수 있으므로 국가 간 현명한 이용에 대한 조정과 합의가 필요하다.

미국, 유럽 및 오스트레일리아 등의 농산물 수출국들은 개발도상국의 인구증가와 경제발전이 따라 늘어나는 세계 식량소비량을 맞추기 위해서는 관개면적을 확대해야 하며 따라서 더 많은 관개용수를 확보해야 한다고 주장한다. 관개용수의 추가 확보는 대규모의 새로운 수원공을 개발하는 것 보다 기존 관개시스템의 효율성을 증가시키고 물을 절약함으로써 가능하다는 주장이다. 또한 일부 아시아지역은 농업용수를 지나치게 낭비하며 비료와 농약을 과다하게 사용하여 환경에 좋지 않은 영향을 미친다고 비판하고 있다. 또한 수자원의 과도한 개발·이용은 하천수위를 떨어뜨려 하천 및 주변 습지생태계를 훼손하고 있다고 주장하고 있다. 이들 국가들은 대개 효율적인 물 관리

와 물 절약을 위해서는 정부 또는 공공기관이 가지고 있는 물 관리 기능을 농민이 직접 할 수 있도록 농민조직으로 이양해야 한다고 하며, 관개시설 설치 및 유지관리도 생산자인 농민이 부담해야 한다는 수혜자부담원칙(full cost recovery)을 전체비용부담원칙을 적용해야 한다고 국제사회에 제안하고 있다.

그러나 식량사정이 좋지 않은 대부분의 개발도상국은 당장 농업수출국이 제안한 요구를 수용할 기반을 갖추고 있지 못하다. 농업용수의 개발과 이용 및 유지관리 등에 관한 국가의 정책 및 전략이 부실하며 무엇보다도 경제적 여력이 없는 경우가 대부분이다. 농지확대와 농업용수개발을 위해 지속적인 투자가 필요한 실정이다.

농업용수개발 투자와 함께 중요한 것은 물을 절약하겠다는 노력이다. 절약한 만큼 새로운 물 자원을 확보한 것이 되기 때문이다. 예를 들어 전체 물 이용량의 48%인 158억 톤을 농업용수로 사용하는 우리나라의 경우 10%만 절약하면 충주댐 5개 정도를 만들어 수자원을 확보하는 효과가 있다. 하물며 세계적으로 70% 정도를 차지하는 농업용수 부분에서 10%를 절약하면 양으로만 볼 때 세계 물 부족을 크게 개선시킬 수 있을 것이다.

부족한 농업용수의 확보와 물 문제를 지속적인 투자와 노력 없이 한꺼번에 해결할 수는 없다. 물 절약은 수요와 공급의 원칙이 적용되는 효율적 관리인데 값싼 노동력, 다른 용수에 비해 낮은 생산성, 농업용수가 가지는 공공성, 넓은 수혜지역 등의 이유로 적은 투자로 최대의 효율을 얻는 방식으로 농업용 수리시설이 만들어졌고 관리되고 있기 때문에 비효율을 걷어 내기는 쉽지 않다. 특히 투자여력이 부족하고 기초 체력이 약한 개발도상국들은 우선 자본의 투자유치에 힘쓰고 수자원의 개발과 효율적인 이용을 위한 기술 및 경험을 축적했을 때 비로소 국제사회가 요구하는 방안을 받아들일 수 있을 것이다.

### 3.2. 토론 요약 및 대안

물은 생명유지에 꼭 필요한 한정된 공공재이며 세계 인구를 부양할 식량의 생산을 위한 농업에 없어서는 안 될 귀중한 자원이다. 전 세계적으로 나타나게 될 물 부족 현상과 식량안보와 직결되는 기후변화에 대비하여 농업용수에 대한 국제적·지역적·국가적 차원의 대비와 논의가 필요하다. 물은 한정된 자원이므로 물 사용자들이 지금보다 훨씬 비싼 비용을 지불해야 물을 확보할 수 있는 시기가 온다는 사실을 알려야 한다.

새로운 관개용수를 확보할 수 있는 시설을 늘려야 하며 농업용수의 효율적 이용을

---

위해 기술개발 및 연구개발 투자가 필요하다. 새로운 대체 수자원을 개발하는 노력이 뒤따라야 하며 아울러 농업기반시설의 개보수 및 현대화와 물 절약을 위한 지능형 관개배수 기술의 개발이 필요하다.

새로운 21세기는 생명 유지를 위해 물이 가장 중요한 자원으로 인식되는 시대가 될 것이며, 물이 부족한 국제하천 주변의 국가들 사이에서 국제적 물 분쟁이 심화될 것으로 예상된다. 물 산업 선진국들 사이에서는 대체 수원을 개발하는 원천기술을 확보하고자 경쟁이 치열하게 전개되고 있다. 물산업과 관련해 논의되는 유력한 기술들은 빗물의 효율적 재이용, 하수처리수의 재이용, 물 이용효율을 높이는 첨단 물 관리, 해수 담수화 및 산업적 이용 등이다. 이 중 관개용수 목적으로는 빗물이용, 하수처리수 이용 및 첨단 물 관리는 매우 중요한 대안으로 떠오르고 있다.

물의 수문학적 자연 순환에 의해 얻을 수 있는 빗물의 농업적 이용은 선진국을 중심으로 연구되어 왔다. 독일의 경우는 빗물 처리수를 도시용수로 많이 이용하고 있으며, 오스트레일리아는 빗물의 50% 이상을 농업에 재활용하고 있다고 한다. 이외에 미국이나 일본도 많은 양의 빗물을 음용수를 제외한 도시용수 목적으로 활용하고 있다.

생활하수를 처리하는 하수처리장의 방류수를 용도에 맞게 재처리할 경우 환경오염을 방지하고 수자원의 재활용이라는 일석이조의 효과를 얻을 수 있다. 하수처리수의 활용은 연중 확보할 수 있다는 장점이 있으며, 많지 않은 비용으로 농업용수의 수질기준을 맞출 수 있기 때문에 우리나라도 농어촌연구원을 중심으로 하수처리수의 농업적 이용을 위해 많은 연구가 이루어지고 있다. 물 부족이 심한 이스라엘 등의 중동국가는 하수처리수의 70% 이상을 농업용수로 재활용하고 있다. 미국과 일본도 농업용수 목적은 아니지만 오래 전부터 하수재처리수를 활용하고 있다.

필요한 만큼의 물을 식물뿌리에 직접 공급하는 점적관개기술은 첨단 제어시설을 이용하여 취수에서부터 공급까지 자동화시키는 정밀관개기술로 활용이 가능하다. 개발도상국에서 지금 당장 활용하기는 어려워도 물이 근본적으로 부족한 국가에서는 투자 대비 경제성이 있는 기술일 것이다. 이와 더불어 관개수로의 손실을 방지하기 위한 노력과 농업기반시설의 개보수사업 및 농업기반시설의 현대화사업 등 관개효율화도 꾸준히 확대해 나가야 할 것이다.

## 참고문헌

- 이광야. 2012. “물과 농업 그리고 농업용수” 『한국수자원학회지』 제45권 제6호.
- 이상봉 외 4인. 2012. 『블루골드, 물 이야기』. RDA 인터러뱅 제68호.
- 이인복 외 9인. 2012. 『물 부족 시대를 대비한 해수의 농업적 활용 관련 연구개발 동향』. 농림수산식품기술기획평가원.
- 폴 로버츠(김선영 역). 2008. 『식량의 종말』. 민음사.
- Eo, Daesu. 2012. Agricultural Water Development in Paddy Field. Lecture note for the Program of Irrigation and Agricultural Development, Ethiopia.
- Hamdy A. 1999. “Water Use Efficiency in Irrigated Agriculture: an Analytical Review” Options Mediterranean Series B No.57.
- IWMI. 2003. Projected Water Scarcity in 2025.
- Japanese Ministry of Agriculture, Forstry and Fisheries. 2003. The Global Diversity of Irrigation. JIID.
- Muller A. 2012. Contribution to Food Security by Optimal Use of Water. World Water Forum 6.

## 참고사이트

- 네이버 블로그 <http://blog.naver.com/rda2448>
- FAO FAOSTAT [www.fao.org](http://www.fao.org)
- WB Agriculture Investment Sourcebook [www.worldbank.org](http://www.worldbank.org)
- WHO 2012 [www.who.org](http://www.who.org)
- WTO <http://www.wto.org>