주요 국가의 수자원 확보·이용현황과 정책방향 *

김 선 주
(건국대학교 사회환경시스템공학과 교수)

1. 대한민국

1.1. 우리나라의 수자원 현황과 특징

우리나라는 지형적, 기후적 특징으로 인해 수자원 관리에 불리한 자연적 조건을 지니고 있다. 우리나라의 연평균 강수량은 1,245㎜(1974~2003년 평균)로 세계 평균 880㎜의 약 1.4배이나 인구밀도가 높기 때문에 인구 1인당 연 강수총량은 2,591㎥로 세계 평균 19,635㎥의 약 1/8에 해당된다. 1,500mm 이상의 연평균강수량을 갖는 국가는 일본, 뉴질랜드, 브라질 등이며, 우리나라와 비슷한 10,00~1,500mm의 국가는 인도, 영국, 노르웨이 등이 해당된다.

실질적으로 이용가능한 수자원인 재생가능한 수자원은 북한지역 임진강 유입량을 포함하여 연간 723억㎥이며, 1인당 가용 수자원량은 1,512㎥로서 1인당 가용수자원량이 1,700㎥보다 낮을 경우 광범위한 지역에서 만성적인 물 공급문제가 발생함(PAI, 1997) 이라는 연구결과에 따라 우리나라도 물 스트레스 국가로 분류되는 것으로 알려졌다. 하지만 우리나라에서 물의 이용과 관련되어 더욱 큰 문제는 총괄적인 수량의 부족보다는 과도한 담수자원을 사용함으로써 발생하는 수계의 생태적 스트레스와 지역

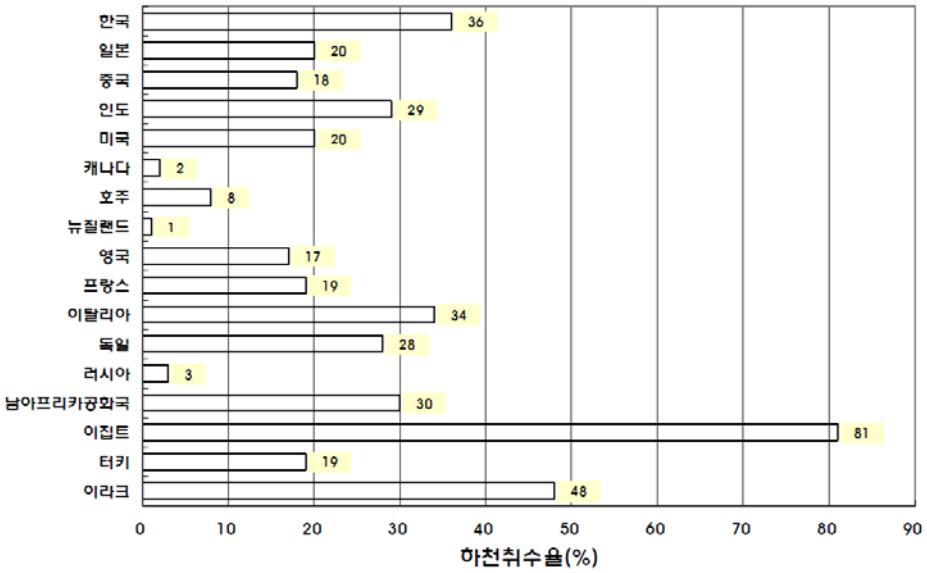
* (sunjoo@konkuk.ac.kr).

적으로 물의 편중이 심하다는 것이다(환경부, 2006).

우리나라의 생활, 공업 및 농업용수의 공급을 위한 하천수 취수율은 36%로 OECD국가에서도 높은 수준이고 높은 물 이용률은 가뭄의 심도에 따른 물이용에 큰 취약성을 가지게 되며, 많은 물 사용에 따른 수질관리의 어려움도 초래하고 있다. 특히 수도권 지역인 한강과 안성천 유역의 경우 1인당 수자원 사용가능량이 각각 863㎥, 581㎥ 인 반면, 낙동강, 금강의 경우는 1인당 수자원 사용가능량이 각각 2,355㎥, 2207㎥ 등 유역별로 수자원량의 지역적 편중이 매우 심한 것을 알 수 있다.

지역적 수자원량의 편중현상은 우리나라의 지형적 특징에서 비롯된다. 우리나라는 국토의 65%가 산악지형이고, 토양의 표토층이 얇아 유역의 보수능력이 적고, 하천의 경사가 급하여 홍수가 일시에 유출되고 갈수기에는 유출량이 적어 유량변동계수(최대유량과 최소유량의 비)가 300~400 정도로서 유럽의 평야지역 국가와 비교하여 10배 이상일 정도로 수자원을 효율적으로 이용하기 위해서는 많은 하드웨어적인 시설 투자가 이뤄져야 가능함을 알 수 있다.

그림 1 국가별 하천수 취수율



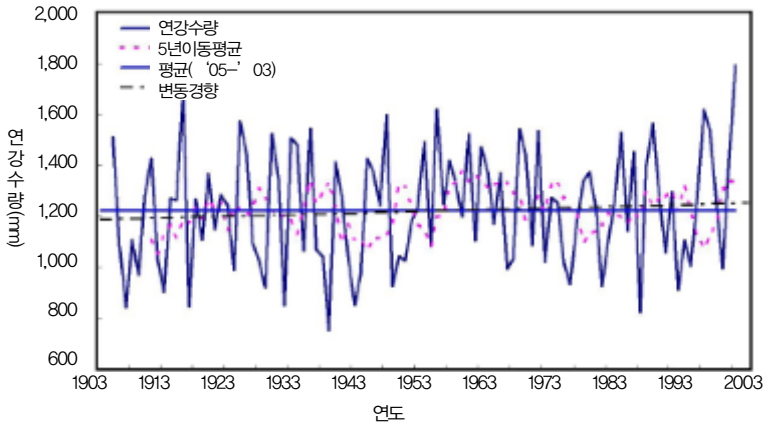
자료 : Comprehensive assessment of the freshwater resources of the world(SEI, 1997).

기후적인 특성으로 우리나라의 연강수량은 2/3가 홍수기인 6~9월의 장마와 태풍기간에 집중되고, 갈수기인 11월부터 익년 4월까지 6개월간은 연강수량의 1/5에 불과하

기 때문에 하천유량의 변동이 매우 커 물을 이용하는 측면인 이수와 물에 의한 피해를 저감하기 위한 치수 노력이 다른 나라에 비해 매우 가혹하다. 따라서 하천정비계획에 의거 하천의 개수가 이루어지는 경우 과거에 비해 하천의 제방이 더욱 높아지고 홍수부지가 넓어지는 이유이다.

지난 100년간의 연강수량은 약간 증가하고 있는 경향이 있으며 1960년대 이후 연강수량의 변동 폭이 커져 가뭄과 홍수의 크기가 갈수록 증가하는 추세로 기존 수자원 시설물의 용수공급과 홍수방어능력을 취약하게 하는 원인으로 작용하고 있다.

그림 2 우리나라 연평균 강수량의 경년변화



자료 : 수자원장기종합계획(2006, 건설교통부).

1.2. 우리나라의 수자원 개발 현황

수자원 계획이 수립되기 이전 1960년대 초반까지는 농업용수 확보와 수력개발을 위주로 하는 단일목적댐이 몇 개 있었을 뿐이고 대규모 다목적댐은 전무하였다. 이 후에 지속적인 수자원의 확보를 목적으로 소양강, 충주 등 15개 다목적댐에서 연간 108억㎥의 용수공급이 이뤄지고 있다. 농업용수의 개발은 소규모 농업용수 공급을 위한 농업생산기반 정비를 추진하였고 이후 간척사업에 의한 담수호 개발 및 중규모의 농업용수 개발 사업을 추진하였으며 최근에는 다목적 농촌용수를 목적으로 수자원을 개발하고 있다.

1.2.1. 1960년대 수자원개발

1960년대에는 국토개발이 본격화되면서 농업용 목적과 발전을 목적으로 섬진강 다

목적 댐 준공되었고, 치수 위주의 하천법이 제정됨에 따라 하천정비계획의 방식도 하천의 환경, 이용측면 보다는 홍수를 배제, 방어할 수 있는 하천의 모습으로 정비가 되었다. 농업용수의 경우 가뭄걱정 없는 전천후 농업을 지향하여 양수장, 지하수 등 소규모시설 중심의 농업용수개발을 추진하였다.

1.2.2. 1970년대 수자원개발

수자원개발 10개년 계획(1970～1980) 수립을 통해 소양강댐 및 안동댐, 대청댐 등 다목적댐과 광역상수도가 건설되어 생활용수 및 공업용수의 공급의 불균형을 어느 정도 해소하게 되었다. 농업용수의 경우 외국차관 도입에 의한 대단위농업종합개발사업과 수리시설 내한능력 조사에 의한 항구적인 농업용수개발 추진되었다.

1.2.3. 1980년대 수자원개발

1980년 수자원종합개발계획(1981～2001) 수립에 의해 충주댐, 합천댐, 주암댐 등과 수도권 및 기타 지역의 광역상수도 건설이 추진되었고, 수자원 관리에서 수질관리의 필요성이 부각되었다. 농업용수 개발 사업에서는 비교적 수혜구역이 넓은 중규모 급의 농촌용수 개발 사업이 추진되었다. 특히 농업용수개발 10개년계획('82～'91)을 수립하여 신규용수개발에 역점을 두어 추진하였다.

1.2.4. 1990년대 수자원개발

1990년 수자원장기종합계획(1991～2001) 수립으로 밀양댐, 부안댐 등 중소규모 다목적댐의 건설과 하천정비 시 하천환경 개념이 처음으로 제시되었으며, 하천과 저수지 수질관리의 중요성이 수자원 정책에 반영되었으며, 수자원 관리와 보전이라는 비구조물적 계획을 처음으로 수자원계획에 포함하였다. 농업용수의 경우는 농어촌발전특별조치법에 의한 농어촌용수 개념의 재정립하게 되었으며 1994년 영호남지역에 발생한 극심한 가뭄을 계기로 농어촌용수개발 10개년 계획(1995)과 농어촌용수이용합리화계획(1999)을 수립하여 체계적인 농업용수 개발을 추진하였다.

1.2.5. 2000년대 수자원개발

수자원장기종합계획(2001) 수립으로 수요관리정책 및 수자원의 효율적 이용에 관하여 정책을 강화시키는 계기를 만들었다. 농업용수개발의 경우 농정여건 변화 등을 감안 새로운 농업생산기반정비 중장기계획('02년 5월)을 수립하여 진흥지역 중심의 용수개발 및 밭용수, 환경용수 등 다목적 농촌용수개발을 목적으로 농업수자원 개발을 추진하고 있다.

1.3. 우리나라의 수자원 개발 현안

우리나라 수자원 개발정책은 지금까지 유역을 기반으로 하는 수자원개발보다는 시군의 지역을 위주로 하는 단일 용수공급체계로 개발되어 왔다. 또한 한강, 금강, 낙동강, 영산강 등 4대강 별로 유출되어 이용될 수 있는 수자원량은 한정되어 있다. 따라서 생활·공업용수의 경우 용수공급 대상지역의 인구수에 비례하여 많아지거나 줄어든다면 가장 이상적인 수자원의 이용방법일 것이다. 하지만 우리나라의 수자원 개발 정책은 유역간의 수자원이동은 불가능한 구조로 고착되어 왔기 때문에 결국, 용수의 부익부 빈익빈 현상은 당분간 지속될 것이고, 지역 간의 용수공급의 불균형을 최소화 할 수 있는 수자원정책이 우선 필요로 할 것이다.

또한 단일한 용수 계통상에 수원개발에 따른 상·하류 지역 간 갈등, 개발 지역 주민들의 합의형성 등이 수자원개발에 많은 지장을 초래하고 있으며, 수리권과 관련한 지자체간 갈등은 신규 수자원 개발에 있어 더 큰 어려움을 초래하고 있다.

농업용수가 포함된 농업수자원의 현안은 생활·공업용수와는 다른 이유이지만 현상은 비슷하다. 과거의 농업생산기반정비사업을 통해 개발된 수원공(저수지, 양수장 등)은 1960년 이후 수자원량의 양적증가를 목표로 급수면적 확대위주의 개발사업을 추진하면서 수요자(농업용지) 중심보다는 공급자(수원공) 위주의 농지확대 개발방법으로 추진하였다. 따라서 수원공에 연결되어 있는 농경지는 가뭄기간에도 농업용수를 공급할 수 있는 100% 완전 수리답이지만 같은 지역에서도 수원공에 포함되어 있지 않은 농경지는 가뭄에 매우 취약할 수밖에 없으며 농업용수 분야에서도 용수의 부익부 빈익빈 현상이 지속적으로 발생하고 있다.

1.4. 농업용 수리시설 현황

우리나라의 농업용수 공급을 위한 수리시설은 기본적으로 저수지 중심 관개체계로 구성되고 있다. 반면에 우리와 유사한 일본은 하천수 이용 중심으로 농업용수 공급원을 가지고 있다. <표 1>에서 보는 바와 같이 우리나라 수리시설물에서 관개하는 논의 면적을 시설물별로 살펴보면 2009년 말, 현재 수리답 중 56.2%는 저수지, 24.9%는 양수장·양배수장·배수장, 10.2%는 보, 5.5%는 관정을 통해 물 공급이 이루어지고 있다. 결국 하천(소하천 포함) 취수로 볼 수 있는 양수장, 양배수장, 배수장 그리고 취입보 관개를 합치면 하천 취수 비중은 전체 수리답의 약 35%를 차지한다. 또한 전체 농경지 중에서 농어촌공사관할구역만을 대상으로 볼 경우에는 용수공급면적의 65.5%가 저수지에 의해 관개되고 있음을 알 수 있다.

표 1 수리시설별 수리답 면적

단위 : 개소, ha, %

구분		저수지	양수장	양배수장	배수장	보	집수암거	관정	기타시설	계
시군	수원공수	14,206	3,188	18	184	13,954	2,372	22,075	–	55,997
	수리답 면적	112,326 (39.3)	31,901 (11.2)	1,917 (0.7)	792 (0.3)	69,917 (24.5)	11,747 (4.1)	44,421 (15.5)	12,656 (4.4)	285,680 (100.0)
공사	수원공수	3,363	3,342	105	630	4,160	324	1,403	–	13,327
	수리답 면적	340,983 (65.5)	137,567 (26.4)	28,575 (5.5)	–	12,625 (2.4)	979 (0.2)	63 (0.0)	–	520,795 (100.0)
계	수원공수	17,569	6,530	123	814	18,114	2,696	23,478	–	69,324
	수리답 면적	453,310 (56.2)	169,468 (21.0)	30,492 (3.8)	792 (0.1)	82,543 (10.2)	12,726 (1.6)	44,485 (5.5)	12,656 (1.6)	806,475 (100.0)

자료 : 농림수산식품부 · 농촌공사, 2010 농업생산기반정비사업통계연보.

농지면적 중 수리답 면적은 <표 2>에서 보는 바와 같이 1995년 90만 6,828ha에서 2000년 88만 444ha, 2008년 83만 1,553ha로 줄었으나 전체 논 면적 또한 같은 기간 120만 5,867ha에서 114만 9,041ha, 104만 5,991ha로 감소함으로써 수리답 비율은 75.2%에서 76.6%, 79.5%로 계속 증가하였다.

수리답은 수리시설의 관리주체에 따라 한국농어촌공사 관할구역과 시·군 관할구역으로 구분되는데, 농어촌공사 관할구역의 수리답 면적은 1995년 50만 4,318ha에서 2007년 53만 2,436ha로 계속 증가추세를 나타내다가 2008년 53만 8ha로 감소한 반면, 시·군 관할구역의 수리답 면적은 2008년까지 계속 감소추세를 나타냈다. 수리답 전체 면적에서 차지하는 농어촌공사 관할 구역 수리답의 비중은 1995년 55.6%에서 2008년 63.7%로 계속 증가하였다.

농업용수가 공급되는 수리답 면적은 한발빈도 평년을 기준으로 한 것으로서 표 3에서 보는바와 같이 10년 이상 빈도의 한발에 견딜 수 있는 수리답은 2008년 49만 6,231ha로 전체 수리답 면적 83만 1,533ha의 59.7%를 차지하며, 평년 빈도의 수리답이 20만 370ha로 24.1%, 3년 빈도 수리답 비중은 8.8%, 5년 빈도 수리답 비중은 4.7%, 7년 빈도 수리답 비중은 2.7%였다. 수리시설 유형별로 한발빈도의 비중을 고찰하면 양배수장의 경우 10년 빈도의 한발에 견디는 수리답 비중이 90%를 넘고, 저수지와 양수장은 그 비중이 65%를 차지하며, 보·집수암거·관정은 33~36%였다. 우리나라의 농업요수 관개시스템은 저수지 중심이다. 이러한 물 공급 시스템 구성은 주작물이 논벼의 물 이용 패턴에 기인한다.

표 2 수리시설 유형별 · 경과연수별 현황

단위: 개소

구 분	계		30년 미만 ('78 이후)		30-50년 ('58-'77)		50년 이상 ('57 이전)		수혜면적 (ha)
	시설 수	%	시설 수	%	시설 수	%	시설 수	%	
계	69,899	100.0	32,462	46.4	19,831	28.4	17,606	25.2	826,940.1
저 수 지	17,699	100.0	1,225	6.9	5,531	31.3	10,943	61.8	470,269.1
양 수 장	6,307	100.0	4,688	74.3	1,399	22.2	220	3.5	162,351.8
양배수장	120	100.0	84	70.0	20	16.7	16	13.3	25,808.4
배 수 장	712	100.0	669	94.0	35	4.9	8	1.1	10,570.2
취 입 보	18,005	100.0	4,887	27.1	7,805	43.4	5,313	29.5	93,573.0
집수암거	2,870	100.0	902	31.4	1,844	64.3	124	4.3	14,341.3
관 정	22,593	100.0	19,919	88.2	2,639	11.6	35	0.2	50,026.3
방 조 제	1,593	100.0	88	5.5	558	35.0	947	59.5	-

우리나라는 하천취수를 위주로 하는 일본과 달리 저수지에 의한 관개가 중심인데, 10년 빈도 수리안전답 비율이 낮고, 노후화된 농업용 수리시설의 비중이 높으며, 소규모 시설이 많을 뿐 아니라 토공 수로의 비중이 높다는 문제를 안고 있다. 결국 10년 빈도 수리안전답 비율이 낮다는 것은 그만큼 농업용수 공급이 충분하지 않다는 것을 의미한다. 농업용수의 공급 확대가 필요하나 농업용 수리시설을 신규로 확충하기는 현실적으로 쉽지 않은 실정이다. 따라서 공급관리 측면에서 기존 시설을 최대한 효율적으로 활용하고 수요관리 축면에서 농업용수의 수요량과 누수에 의한 손실량을 줄이는 물 절약 방안을 강구할 필요가 있다. 또한 노후화된 농업용 수리시설이 많다는 것은 수리시설의 개보수 필요성이 크다는 것을 의미한다.

1.5. 농업용수 미래 전망

최근 농업용저수지 둑 높이기 사업으로 기능과 역할에 변화가 발생하고 있다. 과거 농업용저수지가 관개라는 단일 기능만 가지고 있다가 추가적인 수자원을 확보함으로써 기존의 관개용수뿐만 아니라 4대강 본류 및 지류의 하천유지 용수를 공급하고, 나아가 수질개선을 위한 용수로 활용할 수 있다. 또한 기존 농업용 관개용수가 관개기인 5~9월에 집중된 반면에 하천유지 용수의 공급은 갈수기에 발생할 가능성이 많으므로, 저수지 수자원을 연중 활용할 수 있는 계획을 수립할 필요성이 제기되고 있다. 수자원에 대한 개념의 변화와 더불어 수자원의 다원적 활용 및 운영의 중요성이 강조되고 있다.

그림 3 농업용저수지 운영 패러다임의 변화

특히, 농업용 저수지를 수자원의 관점으로만 역할을 부여하는 것이 아니라, 저수지 주변 환경을 복합적으로 활용할 수 있는 복합적인 자산으로서의 역할로 관점을 확대하고 있다. 저수지 수변지역 개발 및 친수공간의 친환경적 개발 등을 통해 사회적인 역할로의 확대가 기대되고 있다. 수변공간과 주변지역의 역사적 문화적 가치를 조명함으로써 저수지 공간의 생태관광자원화가 강조되고 있다. 기존의 농민 중심의 수요자에서 농민, 4대강 본류, 지방자치단체, 물 관련 정부 및 민간 기관, 환경단체 등 다양한 이해당사자들이 저수지 운영에 대한 복합적인 이해관계를 형성하고 있으며, 이러한 이해관계가 저수지 운영에 대한 복잡한 관점을 제시하고 있다. 또한 둑 높이기에 따라 수위 및 저수량 증가, 수면적이 증가함에 따라 수력개발 등 신재생 에너지 생산에 활용 가능하다.

저수지 자원의 수자원적인 관점에서 기존의 농업용 관개용수의 기능은 농업용 저수지의 기본기능을 유지한다. 더불어, 지역주민 생활에 필요한 생활용수, 4대강 본류 및 지류의 하천유지 용수로 활용될 수 있다. 또한 관개기 및 비관개기 비도율과 저수율을 분석하고, 갈수기 비영농기 여유저수량의 우선공급기준을 설정함으로써 연중 수자원을 효과적으로 활용할 수 있다.

그림 4 수자원 활용 목적의 개념 변화

	농업용수 (단일용도)	⇨	관계+하천유지	⇨	다원적 활용
방류계획	농업용수		농업용수 +하천유지		농업용수 +하천유지 +생활용수 +재해방지
방류시기	5~9월 집중		연중		연중
수요자	농민		농민 +4대강		농민 +4대강 +지역주민 +도시주민
운영관련 기관/단체	농어촌공사		농어촌공사 +국토해양부		농어촌공사 +국토해양부 +소방방재청 +환경부 +지방자치단체 +지역주민

최근의 기후 변화에 따라 집중 호우 등 재해가 집중적으로 발생하고 있어서, 둑 높이기 저수지 사업을 통해서 높아진 저수지의 둑을 활용하여 저류공간을 확보할 수 있다. 집중 호우 발생 시 추가적으로 수량을 저수할 수 있어 홍수 통제 기능을 수행할 수 있다. 또한 갈수기 또는 가뭄 발생 시에도 확보된 저류공간을 통하여 수자원을 공급함으로써 연간 균형 있게 수자원을 공급할 수 있다. 둑 높이기 사업대상 농업용 저수지 113개 중에서 약 80%인 90개 저수지가 수변개발 저수지로 확정되어 있으며, 현재 43개 저수지의 수변 공간 개발이 완료된 상태이다. 녹색농촌 체험 마을, 레저 및 스포츠 공간 조성 등을 통해서 휴양 및 문화관광 지역을 조성하고, 농촌관광 상품을 개발할 수 있다. 아울러 자연학습관, 생태체험관 등을 조성하고 다양한 문화축제를 계획하여 농민들뿐만 아니라 도시민이 다양한 체험을 할 수 있는 테마공원을 조성함으로써 도시와 농촌의 교류를 촉진시킬 수 있다.

1.6. 농업용수 절약

2009년 다보스 포럼에서 반기문 UN 사무총장이 지적한 수자원 부도(Water Bankruptcy)로 세계 물위기를 경고한 바 있다. 거기에 반하여 엘 고어 전 미 부통령은 거대한 물산업(The Big Blue)을 지적하고 있다. 위기가 기회라는 말은 진실일 가능성이 클 것으

로 생각된다. 물 산업에 대한 여러 키워드가 저명인사나 언론매체를 통해 자주 등장하고 있다. 20세기가 석유의 시대이면 21세기는 물의 시대라든지 그레이 워터(Grey Water)가 황금이라든지 여러 징후가 나타나고 있다. 기후변화 등으로 현재의 상황이 물 관리 관점에서 위기이지만 산업적인 관점에서는 큰 기회가 될 수 있음을 시사하고 있는 것이다. 농업용수와 물산이 상호 연관이 없는 것처럼 보이지만 농업용수도 농업이라는 산업을 지원하는 인프라로서 산업적 활용성이 매우 크며 향후 발전 전망도 자원순환과 녹색성장이라는 키워드와 같이 발전될 것이다.

물 절약은 물 산업인가. 당연한 논리이다. 금년도 세계물포럼(2012, 프랑스)에서도 물 문제의 주범이 농업용수라는 인식이 적지 않았으며 식량, 물 그리고 인간의 결합이 포럼의 주요 화두로 부상하였다. 결국 식량을 생산하는 농업용수의 중요성이 부각되었으며 물 문제의 시작과 끝이 농업용수임이 입증된 듯하다.

농업용수 절약이 우리나라 물 문제를 해결하는 주요 방안이 될 것으로 판단된다. 앞서 언급한 바와 같이 농업용수의 물리적 손실은 거의 수리시설의 노후화와 물 관리 관행에 기인한다. 주 수원공인 농어용저수지에서 길게 뻗은 수로, 바둑판 모양의 경지 이러한 형상의 농업기반사업이 새마을 운동과 함께 농촌 근대화와 쌀 자급을 달성했다. 그러나 현재 이러한 농업기반 형태를 재조정할 필요성이 있다. 과거에는 싼 노동력을 기반으로 유지관리에 전혀 문제가 없었다. 인력위주의 수로관리 및 분수문 조정 등이 농업혁명을 원활히 수행 할 수 있었다.

현재의 문제는 유지관리에 있다. 기존 시스템의 원활한 작동을 위해 모든 수로 시스템을 현대화[1]하면 수로에서 발생하는 손실을 최소화 할 수 있다. 현재의 농촌에는 유지관리에 적절한 인력이 부족한 실정이다.[2]

물 절약을 위해서는 물 관리 체계의 재정비가 반드시 필요하다. 관리보다는 자율이 더 적절한 방안이라 생각된다. 현재 모두 공급관리 영역인 용수공급 시스템을 관리부분과 자율부분으로 나누어 관리해야 한다. 현재 농업용수 공급은 수많은 수문을 모두 공급자가 관리하고 있으며 이러한 체계를 가지고 구조물(수리시설)이 배치되어 있다. 경우에 따라서 수로 최 말단의 농지에 물을 공급하기 위해서 전체 농지에 용수를 공급해야 하는 곳도 존재한다.

개선안으로, 공급자는 조절지(Farm pond)만 관리하는 체계이다. 조절지와 연계된 분수문(Diversion gate)만 관리함으로서 시스템의 현대화가 쉽고 비용도 적게 소요될 것이다.

1) 라이닝, 전동 수문, 원격조정.
2) 농가 인구 감소, 농민의 고령화 등.

조절지에서 물을 이용하는 것은 농민(수요자)으로서 용수구역 자율관리에 의한 체계로 물을 이용한다. 이때 각 용수구역당 총량제 개념의 물 이용량을 책정하고 수요자가 물 절약하면 인센티브를 부여하도록 한다. 여기에 수리권 거래제나 물 은행 등을 도입해서 수리권의 양도나 이월(월별이나 매년)하도록 하여 물이용의 합리성을 부여하고 자율 물관리 체계가 활성화 되도록 지원한다. 물론 이러한 시스템을 도입하기 위해서 농업기반 하드웨어의 재정비와 제도 보안[3]이 선결되어야 할 것이다.

또한 지금까지 농업용수의 개발과 관리가 양적인 부분의 개발과 관리에 집중되어 이수와 치수에 대한 문제와 해결책이 주로 다루어져 왔었다. 그러나 미래의 농업용수는 수량 관리에서 수질 관리 부분이 첨가된 통합관리가 필요하고 농업용수의 수요에 질적 조절능력이 추가된 상태가 요구될 것이다. 미래 소비자의 요구에 따라 생산자가 다양한 품질의 농산물을 생산할 것이며 이에 따른 맞춤형 농업용수 공급이 요구 될 것이다. 고품질 농산물, 수출농업 등 향후 농업의 미래가 이곳에 초점을 맞출 예정인데 이를 위한 농업용수 수질관리 조성이 필요하다.

1.7. 향후 과제

농업용수는 우리나라 수자원의 절반을 차지하고 있으면서 생활이나 공업용수에 비하여 가치가 낮게 평가된 자원이다. 식량안보의 측면에서 필수 산업으로 농업이 자리하고 있다면 농업용수도 필수 산업을 지탱하는 기초 인프라로 위상을 갖추고 있어야 한다.

현재의 농업용수는 기후와 지리적 위치, 작물에 따라 그 수요가 다르고, 작물 양육 특상 상 모내기 기간인 4월과 5월에 물 수요가 집중되고, 가뭄이 있는 해에 물 수요가 증가하는 경향이 있으며 사회적 측면에서는 이용이 공공적이며 지하수 보전 등 주변 환경에 긍정적 영향을 끼치기도 한다. 또한 주된 공급시설은 저수지이며 대부분 소규모, 노후화의 특징을 가지고 있다. 이는 유지관리 분야의 지속적 투자가 필요함을 입증한다.

최근 농업용수는 농촌용수로 개념이 확대되어, 이해관계자가 기존의 농민에서 농촌지역주민으로 확대되었다. 확대된 이해관계자의 갈등과 분쟁을 최소화하기 위해 주민참여를 위한 거버넌스와 통합 물 관리 체계 구축이 필요하다. 농업용수 문제의 핵심은 수리권에서 출발한다고 해도 과언이 아닐 것이다. 농업용수 수리권 문제는 농업 외 부분의 법제도 개선에서 출발하지 말고 농업부분의 법제도 정비를 통하여 해결해야 한다. 수리권의 주체, 조직, 허가수리권 문제 등 모두 농업분야의 법제도 정비를 통해 규

3) 농어촌정비법 개정 등.

정하여야 합리적인 해결책이 제시 될 수 있을 것이다. 여기에 추가하여 농업용수의 범위 확대에 따른 위상 재정립이 필요하며 그 위상에 어울리는 관리체계, 인력, 예산 등이 적용되어야 효율적인 농업용수 관리 및 이용이 실현될 것이다. 농업용수를 바라보는 패러다임의 전환과 이를 달성할 수 있는 시행 의지가 필요한 시점이다. 이러한 제도적 지원과 수리시설과 경지정리의 재편 [4]등이 선결되면 농업용수의 물 절약 실현이 가능할 것이다.

현재의 농업용수 개발과 관리가 양적인 부분의 개발과 관리에 집중되어 이수와 치수에 대한 문제와 해결책이 주로 다루어져 왔었다. 그러나 미래의 농업용수는 수량 관리에서 수질 관리 부분이 첨가된 통합관리가 필요하고 농업용수의 수요에 질적 조절 능력이 추가된 상태가 요구될 것이다. 미래에는 소비자의 다양한 요구에 따라 생산자가 다양한 품질의 농산물을 생산할 것이며 이에 따른 맞춤형 농업용수 공급이 요구될 것이다. 고품질 농산물, 수출농업 등 향후 농업의 미래가 수질과 수량의 통합 물 관리에서 출발할 것이다

2. 일본

일본에 있어서의 농업용수 및 수자원의 현황과 과제를「헤세이(平成) 24년(2012년)판 일본의 수자원(국토교통성)」등에 의한 정리는 다음과 같다.

2.1. 농업용수의 이용 실태

2009년의 농업용수량은 약 544억 ㎥로서 일본의 논총면적은 270만 ha이며 이 중 수도작을 하고 있는 면적은 170만 ha(감소율 37%)이다. 일본의 농업용수의 주요 부분은 논관개 용수이지만 수도작 면적의 30% 정도가 감소(수도작 면적의 조정「감반」)하여 용수량이 감소하고 있으나 한편으로 용·배수의 분리에 의한 물의 재이용율 저하, 논의 배수시설 개량에 의한 논의 단위면적 당 수량의 증가, 개수로 분수시설의 수위 유지용수에 따른 용수량의 증가 등의 증가 요인들이 발생하고 있다.

또한 농업용수의「지역 용수」로서 기능, 지역의 수질환경·수생태계를 보전하기 위한 다면적 기능의 확보로부터 수도작의 면적은 감소하는데 비해서 전체적인 농업용수의 사용량은 크게 줄어들지 않고 있다. 농업용수량은 1998년부터 2009년에 걸쳐 7%

4) 대규모 토목사업.

정도(연간 0.6%감소)의 감소 경향을 보이고 있으며 밭의 용수량은 감소하고 있지 않기 때문에 대부분이 논 용수량의 감소이다.

최근 농업용수는「지역 용수」로서의 측면이 강조되어 농업용수의 다면적 가치 발휘(공익성)의 요인이 되고 있다. 지역 용수로서의 기능은「소·류설용수(消 · 流雪用水)」,「환경·경관 용수」,「양어 용수」,「소수력 발전용수」 등이다. 이러한 다양한 공익 기능은 수량 그 자체를 소비하는 것이 아니고 물의 온도나 흐름의 에너지를 이용하거나 또는 생태계를 유지하거나 미관상의 효과를 발휘하거나 하는 공익성이 강한 기능이다. 그러므로 농업용수의 기능을 지역용수라는 측면에서 장기적으로 보면 경작면적의 감소만을 생각해서 용수량을 감소시키는 것은 공익적인 측면에서 결코 바람직하지는 않다.

농업용수를 이용한 소수력 발전에 대한 기대가 높아지고 있다. 이것은, 2011년 3월 11일에 발생한 동일본 대지진[5]을 계기로,「화석·원자력 에너지 의존」으로부터「재생가능 에너지 의존」으로 희망하는 국민 여론을 배경으로 하고 있으며 정부도「재생가능 에너지 촉진법」을 발효(2004년 7월 1일)하여 100kw이하의 소수력발전에 대해서 고가 고정의 가격으로 전량 매입하는 제도가 정비되었다. 이에 따라 토지 개량구등의 농업용수의 수리권을 가지는 단체는 자신들이 소유·관리하고 있는 용수로에 설치가 용이한 발전기를 설치하는 등 발전 사업에 참가할 준비를 하고 있다.

수력 발전은 일본의 유력한 에너지원의 하나이며 실제로 전체 발전 전력량의 7.9%를 차지하고 있으며 그 대부분이 10만 kw이상의 대형 수력 발전이며 이번의 소수력(1000kw이하) 발전의 촉진 시책은 농촌 지역경제의 발전에 큰 효과가 있을 것이라고 기대된다.

2.2. 수자원 정책

동일본 대지진으로 인하여「라이프라인」으로서의 물이용의 중요성이 재차 확인되고 있다. 상수도에서 19개 도도부현에서 최대 230만호의 가구에서 단수(斷水)가 발생하였고, 하수도에서는 126개 시읍면 등에서 연장 550km의 관로 파손이 생겨 48개소의 하수처리장의 가동이 정지되었다. 공업용수도에서는 도호쿠(東北)·간토(關東)지방의 전체 45개 사업체중 25개 사업체에 대해 시설 파손 피해가 생겼다.

최근 기후 변화의 영향으로 댐이나 저수지의 설계 저수량(10년 빈도)을 기준으로 강수

5) 특히 후쿠시마 제1원자력 발전 사고.

량을 밑도는 해가 많아서 니시니혼(西日本) 특히 시코쿠, 도카이(東海) 지방 등에서 갈수(渴水)가 다발하고 있다.

향후 지구 차원에서 기후 변화를 고려하여 안정적인 물 공급을 확보하기 위해서 「수자원 시설의 효율적 운용」, 「물이용의 원활화·효율화」에 중점을 두어야 하며 하천수 뿐만이 아니라 지하수, 빗물, 재생수 등의 적절한 이용을 추진하여야 한다.

수자원 관련 시설의 노후화(50년의 내용연수를 초과)가 진행되어 수자원 관련 시설의 유지 관리(stockmanagement)가 중요한 과제가 되어 있다. 총연장 60만 km의 상수도관 중 17만 km(약 25%)가 법정 내용연수(50년)를 넘고 있다. 정부 예산이 부족한 가운데 이러한 수자원 관련 시설의 유지·보수가 적절히 실시될지가 과제가 되고 있다.

수자원 정책의 기본적 방향으로서는 「건전한 물 순환계 구축」의 필요성이 강조되고 있다. 지금까지의 도시 인구·산업의 집중, 각종 배수에 의한 수질오염, 지하수의 과잉 취수[6] 등의 영향으로, 물 순환계의 불건전화가 진행되고 있다.

이러한 문제에 대처하려면 「유역을 중심으로 한 일련의 물의 흐름을 파악하고 인간과 환경 보전을 위한 물의 기능이 적절한 밸런스 아래에 확보되고 있는 상태[7]」를 구축해야 한다고 하고 있다.

앞으로는 수자원이 가지는 「에너지」를 생산·생활에 적용하는 기술·시책의 개발이 진행될 것이다. 농업용수를 이용한 발전 외에도 예를 들면 온천수의 경우 관광 이외에도 시설 원예나 주택 난방으로의 재이용 등이 촉진될 것이다. 연중 온도가 안정되어 있는 지하수도 히트 펌프 방식으로 저온 열원을 이용한 냉·난방도 벌써 이용되고 있다.

3. 미국

3.1. 미국의 수자원

미국의 지표수[8]는 일상에서 중요한 역할을 한다. 이러한 지표수는 주로 식수를 포함하여 공공용수, 공업용수, 관개, 화력발전소, 광산 등에서 이용되고, 이 중 공공용수와 관개에서 가장 많은 물을 소비한다.

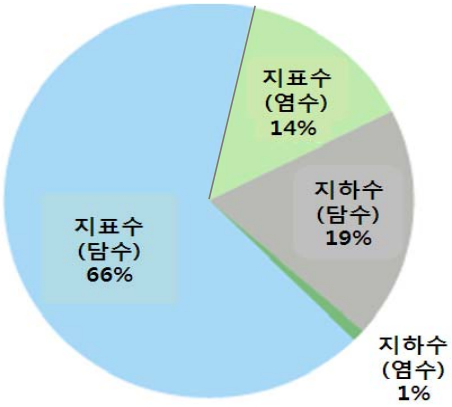
'Estimated use of water in the United States in 2005' 에 따르면, 2005년 미국에서 이용

6) 지반침하, 용수 고갈.
7) 건전한 물순환계.
8) 강, 하천, 호수, 시내, 저수지.

한 물(about 410,000 million gallons per day (Mgal/d))의 80%(about 328,000 Mgal/d)이 지표수에서 왔음을 알 수 있다. 이용한 물의 나머지 20%는 지하수이다.

전체 사용된 물의 85% 이상이 담수를 취수해 사용하였고, 염수는 주로 화력발전소에 사용되었고 그 중 일부는 광산업과 공업에서 사용되었다. 2005년 미국에서 사용된 약 77%의 담수는 지표수를, 나머지 23%는 지하수를 수원으로 하였다.

그림 5 미국 내 취수원



주 : 염수의 96%는 화력발전에 사용함.

그림 6 주별 지표수 취수, 2005

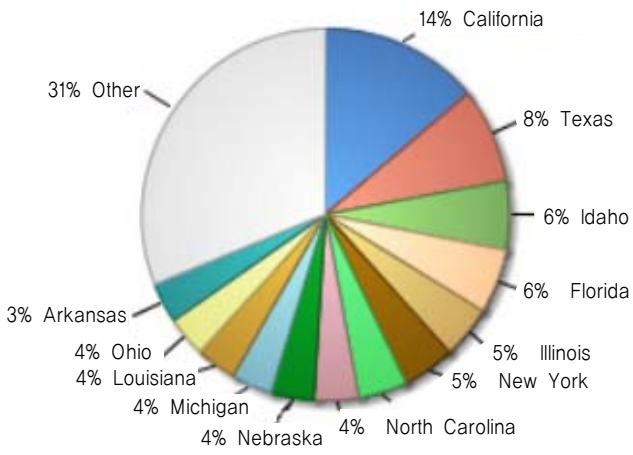


그림 7 주별 지표수 취수, 2005

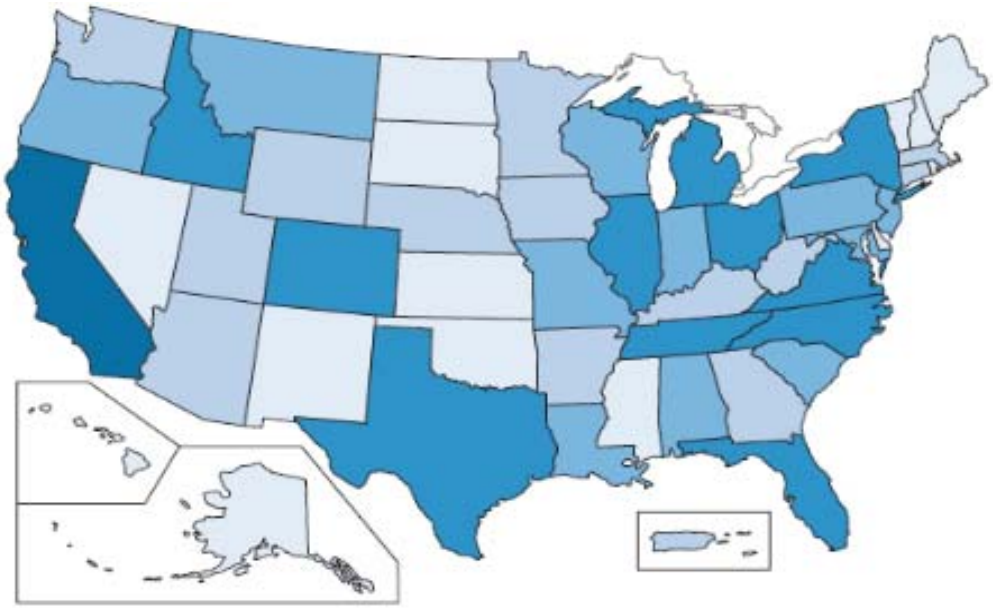


그림 8 주별 지하수 취수, 2005

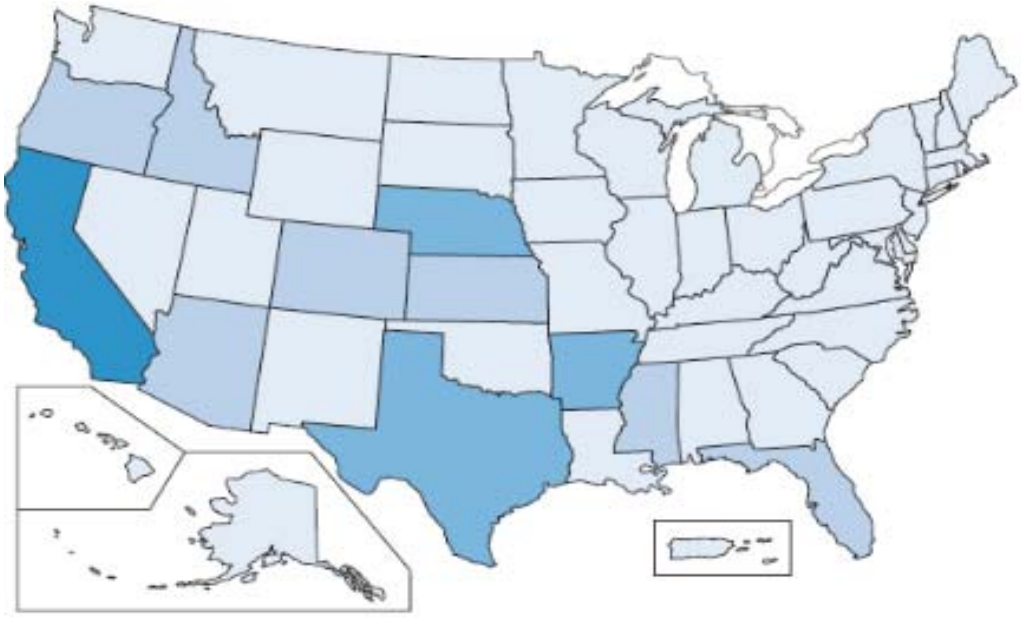


그림 9 주별 담수 취수, 2005

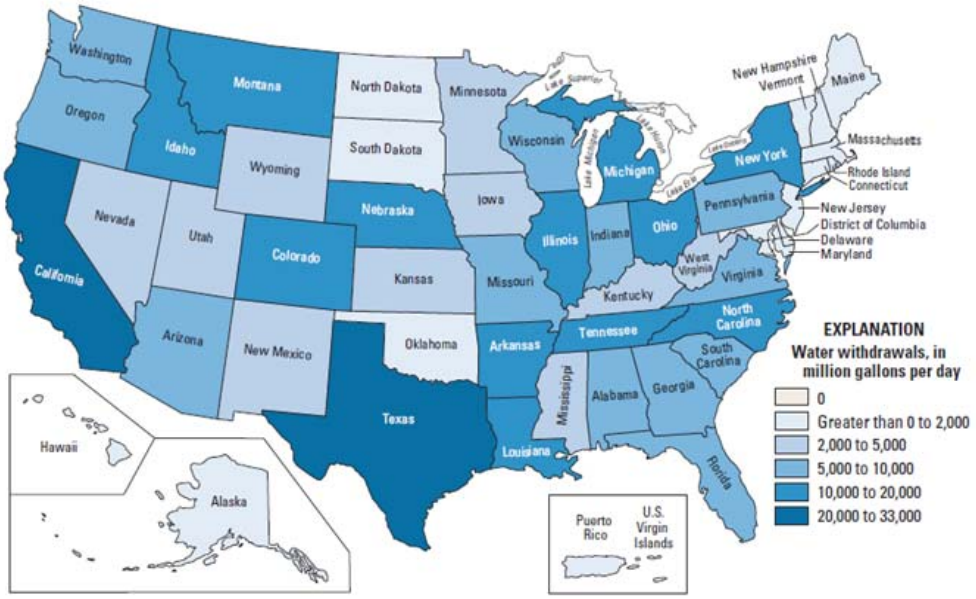


그림 10 주별 염수 취수, 2005

3.2. 수자원의 이용

3.2.1. 이용분야에 따른 수자원의 이용

수원에서 취수된 물은 크게 공공용수, 가정 용수, 관개, 목축업, 농업, 공업, 광산업, 화력발전(전기 발생장치의 온도를 낮추기 위해)에 이용된다.

2005년 통계<그림 11>에 따르면, 이 중 화력발전에 이용 되는 물이 49%로 가장 많고 그 다음으로 관개에 쓰이는 물이 31%를 차지한다.

그림 11 이용분야별 총 지표수 이용

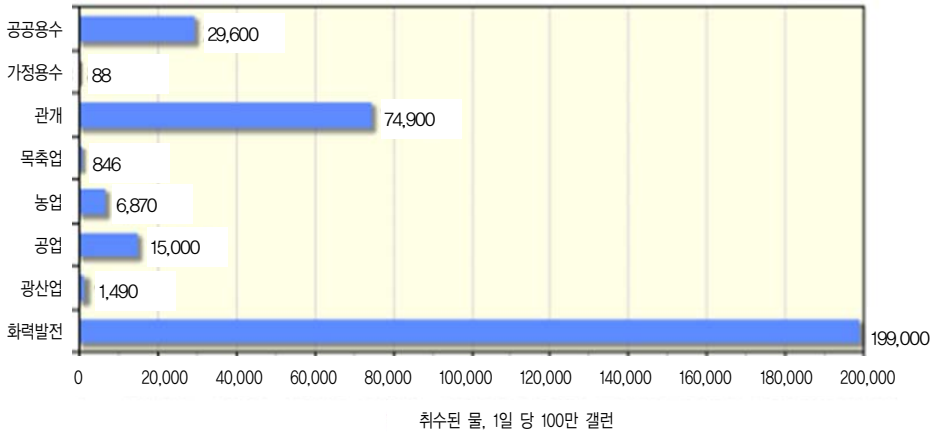
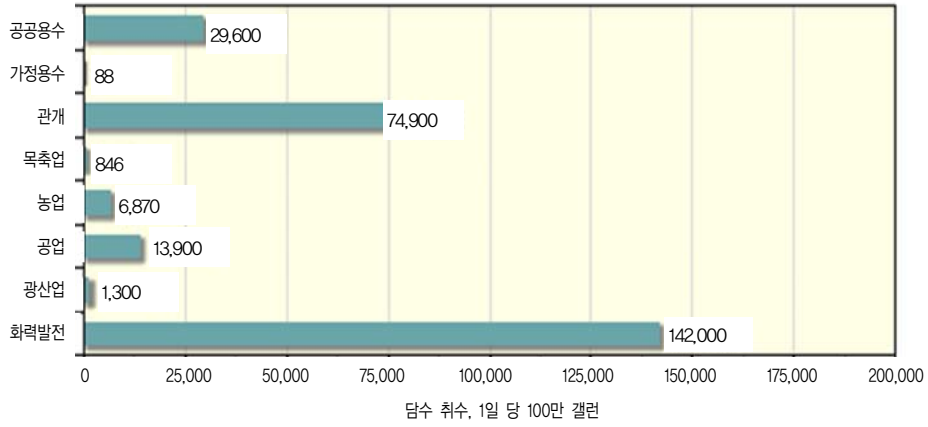


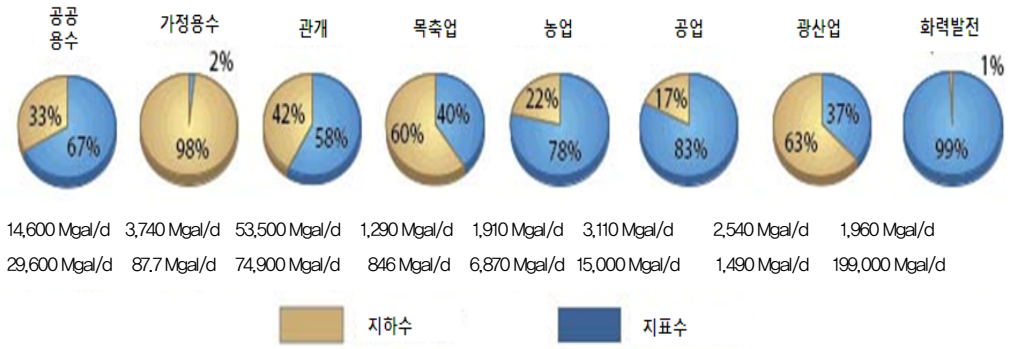
그림 12 이용분야별 총 담수 이용



담수의 53%가 화력발전에 이용되지만 대부분의 용수가 수원으로 돌려보내지기 때문에, 실질적으로 물은 전체 사용량의 31%를 차지하는 관개에 가장 많이 사용된다고 할 수 있다. 미국 전역에서 화력발전을 제외한 나머지 물의 이용 중 관개로 쓰이는 물은 55%를 차지하며, 가장 많은 비율을 차지한다.

화력발전에서의 물 사용을 고려하지 않으면, 담수의 28%가 관개에 이용되고, 지표수의 58%가 관개에 이용된다고 할 수 있다. 공공용수와 공업용수가 관개 다음으로 물 이용의 큰 부분을 차지한다.

그림 13 이용분야별 지하수와 지표수의 이용



원 그래프에서는 이용분야에 따른 지표수와 지하수의 이용 정도를 알 수 있으며, 대부분의 분야에서 지표수가 지하수 보다 많이 사용되고 있다. 특히 화력발전의 경우 99%가 지표수를 사용한다. 반면, 가정용수의 경우 98%를 지하수를 사용하는 것을 볼 수 있다. 텍사스, 루이지애나, 인디아나 와 같은 주에서는 굴뚝 산업으로 인한 물의 이용이 많은 반면, 캘리포니아를 비롯한 서부지역에서는 농업용수 이용이 많은 것을 알 수 있다.

3.2.2. 관개에 이용되는 물

관개에 이용되는 물은 농업과 원예에서 식물의 성장을 유지하기위한 관개 시스템에 쓰이는 물을 포함한다. 이 물은 또한 사전 관개, 서리 방지, 화학물질의 응용, 잡초 억제, 토지 정비, 작물의 온도 하강, 수확, 먼지 억제, 뿌리 부분으로 부터의 염분 침출, 손실 수량을 포함하고 있다. 여기에 공원, 골프장, 잔디 농장, 묘지, 조경을 위해 쓰이는 물도 관개 수량에 포함된다.

관개에 쓰이는 용수는 개인, 회사, 정부에 의해 조달된다. 거의 모든 관개용수는 담

수가 사용되고, 관개 방법은 스프링클러, 미량관개, 지표관개로, 크게 3가지로 분류 된다. 특히, 미량관개는 미국의 서부 지역과 같은 건조한 지역에 많이 이용된다.

화력발전에서의 물 사용을 고려하지 않으면, 담수의 28%가 관개에 이용되고, 이 중 58%가 지표수 이다. 약 26.6 million acres이 지표 관개에 의해, 약 4.05 million acres이 미량 관개에 의해, 약 30.5 million acres이 스프링클러에 의해 관개 된다.

서부의 17개 주는 관개용수의 85%를 사용하고, 총 관개면적의 74%를 차지한다. 이것은 작물을 재배하기 위한 연평균강수량이 20 inches 정도 낮기 때문이다. 대부분의 농산물이 미국 중부지방에서 재배되는데 반하여 서부지역의 물의 이용이 많은 이유는 서부지역은 건조한 자연환경 탓에 관개에 이용 되는 물이 많고, 중부지방은 대부분 자연적 강수에 의존한 농업이 이루어지기 때문이다.

2005년 통계에 따르면, 지표수는 가장 주요한 관개용수의 수원이다. 캘리포니아, 아이다호, 콜로라도, 몬태나 주의 총 취수량은 총 관개용수의 49%를 차지한다. 또한 13개 주에서 취수된 지하수 중 거의 90%가 관개에 이용된다. 13개 주 중, 관개용수로 지하수를 가장 주요한 수원으로 쓰는 주는 네브래스카, 아칸소, 텍사스, 캔자스, 미시시피, 미주리 주이다.

캘리포니아, 네브래스카, 텍사스, 아칸소, 아이다호 주의 관개 면적은 는 총 관개 면적의 52%를 차지한다. 또한 캘리포니아는 총 미량관개 면적의 65%를 차지한다. 스프링클러와 미량관개는 총 관개면적의 56% 차지한다.

3.3. 미국의 물 관리 정책

3.3.1. 수자원 관련 조직 및 임무

현재 미국의 수자원관리는 크게 연방정부, 주정부, 그리고 전문기관으로 임무가 분할되어 있다. 연방정부는 최상위계획을 수립 및 물 배분, 주정부는 정책의 유연한 적용, 가뭄 및 홍수에 대비한 수자원정책수립, 전문기관인 환경청, 지질조사국, 개척국, 공병단 등은 기술지원, 공병단(COE)은 댐 개발, 하천관리, 수로 개선, 홍수피해규모예측, 기술적 지원, 개척국(USBR)은 수자원 및 자연자원의 관리 및 개발, 지질조사국(USGS)은 물이용 자료, 유역조사 및 유역정보제공, 기술개발, 환경청(EPA)은 미국 내 수자원 관리를 환경 측면에서 규제, 운영 및 연구, 테네시유역관리청(TVA)은 홍수피해예방을 위한 개발 계획수립, 통합적 유역 개발업무, 자연자원보호국은 기상청과 함께 홍수예비경보시스템의 운영 등을 맡고 있다.

3.3.2. 전문기관에서 운영되고 있는 물관리 시스템

미국 개척국(U.S. Bureau of Reclamation, USBR)에서는 WARSMP라는 물 관리 시스템을 운영 하고 있다. WARSMP 프로그램은 미 개척국과 미 지질조사국에서 공동으로 개발한 것으로서, 이 프로그램의 개발은 1990년 대 초반부터 유역 내 수자원 정보의 실시간 분석 및 수자원 이용 가능량 파악에 대한 필요성이 증가하면서 시작되었으며, 수자원 의사 결정을 위한 운영시스템에 기초를 제공하고 있다.

미국 지질조사국(U.S. Geological Survey, USGS)에서는 NWISWeb (National Water Information System Web)이라는 물 관리 시스템을 운영하고 있다. NWISWeb는 미국 내 50개 주와 워싱턴 DC, 그리고 푸에르토리코에서 수집된 대략 150만개의 수자원 관련 현장 데이터에 대한 각종 정보를 제공한다. 이들 정보들은 Real Time/Site Information/Surface Water/ Groundwater/Water Quality 등 총 5개의 카테고리로 구성되어 있으며, 미 지질조사국에서는 이들 정보를 수자원을 관리하는 주나 관련 단체 및 연방기관 등에 보급하고 있다.

3.3.3. 미국의 물 관리 정책

(1) 물 관리 정책의 변화

의회가 Water Pollution Control Act of 1948을 통과시킨 것이 전환점이 되어, The Water Pollution Quality Act of 1965에서 의회는 그 지역의 호수와 계곡 등에서 산정한 오염정도에 맞춰 수질관리기준프로그램을 만들었다. 1969년에 National Environmental Policy Act(NEPA)에서 주 당국들은 미국 내에서 지구, 공기, 대지, 물의 보호자로의 권한을 부여 받았고, 1972년에 호수, 강, 습지대등 각주간의 수질을 보호하도록 Federal Water Pollution Control Act 수정안들이 통과되었다.

CleanWater Act 수정안에서는 지역의 수질을 강화하고 무허가 오염물질을 유기는 불법으로 정하고 가장 성취 가능한 오염관리기술을 사용하도록 권장, 특정 화학물질이 수역에 위치할 수 있는 최대농도기준을 올렸다. 공공수를 오염과 수인성 전염병으로부터 보호하기 위한 Safe Drinking Water Act of 1974가 통과되면서 연방음용수 기준이 만들어졌고, EPA는 이 책임기관으로 임명되었다.

The Resource Conservation and Recovery Act of 1976에서 EPA가 유독성 물질이 땅에 유출시키는 것을 규제하였고, 1984년에 이 법률은 EPA가 토질처리작용을 규제하고 지하수를 오염시킬 수 있는 지하저장탱크 누수를 규제할 수 있도록 수정되었다. 1977년에

Clean Water Act of 1972의 개정안이 통과되었고, 이것은 983년까지 수중생물과 활동을 보호하기 위한 수질개선, 1985년까지 수질오염 물질 유출 제거, 독극물질 유출 금지, 공공소유의 폐수처리장 건설, 지역수질처리 계획과정의 계발, 전염 될 수 있는 지역에의 모든 오염물질 유출을 제거하기 위한 기술 개발 등의 내용을 포함한다.

(2) 대표적 물관리 정책

깨끗한 물 법(Clean Water Act, 1972)은 1972년도에 제정된 법으로 미국 역사상 처음으로 수질환경 보전 및 습지보전 등을 목적으로 만들어진 기념비적인 법이다. 주정부들의 비효과적인 오염 규제책을 대체하고 국가 종합적인 수질관리 시스템을 만듦으로써 국토 내의 모든 물이 수영 가능하고 낚시 가능하도록 만들고자 하였다.

이 법에서 시도하고 있는 오염규제의 수단은 매우 다양하지만 대표적인 것은 오염자배출제거시스템(NPDES)이다. 이 시스템은 하천으로 오염을 배출하는 모든 배출자는 반드시 허가를 득하도록 했으며 허가를 얻기 위해서는 반드시 연방정부의 배출기준을 맞춰야 한다. 이 법의 중요 프로그램 중의 하나는 전국에 하수종말처리장의 건립을 늘리기 위해건립비용을 지원하는 것이었다.

이 법에서 수질기준의 수준을 정하는 것은 주정부에 일임했으나 그것이 적절치 않다고 판단되었을 때에는 환경청이 자체적인 기준을 적용하였고, 또한 수질기준 달성이 어려운 하천의 경우에는 '수질한계상황'으로 정하고 지역 내 배출자에게 '일일오염배출총량'을 정해 지키도록 하였다. 비점오염원의 경우 법 제정초기에는 통제를 포기했었으나 80년대 말부터 개정법을 통해 비점오염원에 대한 관리 및 제어 프로그램을 시행하였다. 이 법에서는 미국 내 어떤 하천에서든지 준설과 매립 등을 하고자 할 경우에는 육군공병단의 허가를 받도록 하였다. 댐의 건설은 물론 다리, 도로의 건설, 홍수조절을 위한 각종 행위, 조개잡이 행위 등까지도 허가를 받도록 하고 있으며, 허가신청이 들어올 경우 공병단에서는 준설이나 매립으로 인한 영향이 모든 관련 환경법 규정에 적법한지를 살펴본 후 허가를 내주게 된다.

4. 네덜란드

4.1. 배경

네덜란드[9]는 제방과 뚝, 풍차의 나라이며 국토의 1/4이 해수면보다 낮으며(Low Country), 델타와 라인강, 뫼즈강, 발강 등의 하천 하류에 걸쳐있는 저지대 국가이고 전체 물 공

급의 70%를 지하수에 의존하고 있다.

4.2. 수자원이용

식수의 60%는 네덜란드 동부지역의 지하수를 이용하고, 40%는 서부지역의 지표수를 이용하고 있으며 국민의 99%가 고품질의 식수를 제공 받고 있다. 네덜란드 담수의 65%를 차지하는 라인강으로부터 많은 양의 용수가 운하를 통해 공급한다. 바다로 방류되는 하천수를 모아서 이용하기 위해 하구 또는 하구 부근에 저수시설을 설치하고, 강수량이 많을 때 하천에서 바다로 흘러가는 물을 하천의 끝에서 가두어 농업용수 등으로 활용하고 있다. 1930년대 초에 완공된 아이젤호로부터 간척지의 관개용수, 생활용수 및 공업용수를 공급하고 있다. 쥬델제(Zuiderzee) 간척사업으로 조성된 3개 담수호는 네덜란드의 핵심적인 수자원 공급시설로서의 역할을 하고 있다.

델타프로젝트를 통해 농업용수의 수질이 향상되었고, 델타 지역의 물 조절이 보다 쉬워졌다. 국가 차원에서 많은 투자를 해서 모든 수로와 하천에 수질정화 시스템을 설치하였으며, 동서남북으로 연결된 수로를 이용해 홍수를 조절하고, 가뭄 때는 저류지로 활용하고 있다. 그 결과 미국에 이어 세계 2위의 농산물 수출국이 되어 연간 590억 유로 규모의 농산물을 수출하고 연간 농가 소득이 1억 원에 이르는 농업부국으로 성장하였다.

4.3. 물 관리 정책

관리 주체는 중앙정부, 지방정부, 물관리위원회(Waterschap)이다. 물관리위원회(Waterschap)는 물 관리를 위한 자생적인 조직이면서 준정부조직으로서의 위치를 부여받고 있다. 광역자치단체에 소속된 조직이지만 물 관리에 관한 한 정부조직과는 별도로 운영되는 준자치체이다. 주요기능은 물통제, 안전관리, 하구둑 보강, 물관리(수위조절 및 물분배), 시설물의 유지관리, 수질관리 등으로 모든 국토가 물관리위원회의 관할 구역으로 편제 등이다. 공기업과 지방자치단체의 통합한 한 것과 같은 성격을 가지고 있다. 농업용수 관리는 염분축적을 막는 것 목적으로 하고 있으며 농업용수에 한정되지 않고 모든 용도의 물을 동시에 관리하기 때문에 물관리조직에 농민과 비농민이

9) 국토면적 : 41,526㎢ , 농경지 면적: 약 9440㎢ (2003년), 인구 1664만 5000명(2008년)
내해수면 제외 시 37,305㎢로 한반도의 약 1/5
네덜란드 1인당 가용 수자원량 : 5583m^3/1인 (2003년 기준)
남한 1인당 가용 수자원량 : 1453m^3/1인

모두 참여한다는 특징이 있다.

통합수자원관리를 살펴보면 1968년 첫 번째 물정책에서는 식수 및 농업용수에 필요한 시설, 북해의 바닷물 유입과 배수, 라인강 연안의 나라들과 진행하는 지표수 오염 제거 및 방지에 대한 협상 등의 내용으로서 지하수와 지표수의 양과 질이 가장 큰 관심사이었다. 라인강 연안의 국가들이 장관급 회의를 통해 2000년까지의 장기계획 수립하게 되었는데 1986년 라인강변의 화학공장에서 발생한 화재로 인해 독성 물질이 물에 유입된 것이 계기가 되어 1986~1995년 사이에 중요 화학오염물질 오염이 50% 감소되었고 수은, 카드뮴, 납, 다이옥신 등이 70% 감소되었음. 향후 라인강과 지류에 산란장을 복원하고 습지대를 복원하는 것을 목표로 하였다. 1989년에는 물관리법(Water Management Act) 통과되어 4~8년 마다 계획을 경신하고, 중앙정부와 지방정부가 함께 전략계획을 수립하여 재정적, 경제적, 공간적 결과를 예측할 수 있게 하였다.

1994년 네덜란드 외 4개 지역(프랑스, 벨지움의 후랑드르 지역, 브뤼셀, 왈로네)이 협약을 맺었고, 1995년 라인강, 뫼즈강의 홍수대책협약을 체결하였다. 토지이용계획, 물관리(완충지대, 뚝, 제방, 홍수지역관리), 공간계획에 관심분야이었다.

이용료 부담과 관련하여 취수부담금은 1994년 환경세법(The Dutch Environmental Taxes Act)이 통과 되면서 1995년 1월 1일부터 시행되었다. 지하수 관리를 위한 재원확보와 물 절약에 대한 인센티브 제공하고, 지하수와 지표수의 요금격차를 줄이기 위한 목적을 갖고 있었다. 수도 사업자에게 적용되는 취수세는 $1m^3$당 305.96원(2010년 1월 4일)이며, 산업·농업 취수세는 $1m^3$당 170.78원(2000년)이다. 수도용수에 비해 낮은 세율을 적용하는 이유는 국가의 절수정책에 따라 많은 투자를 하고 있기 때문에 무거운 세부담을 부과하면 재정적으로 그러한 투자를 제약하는 결과를 초래할 우려가 있기 때문이다. 하지만 산업 및 농업부문에 대한 세율도 지속적으로 높여 수도용수와 같은 수준으로 통일할 예정이다. 재무부(Ministry of Finance)와 중앙환경세기구(the Central Environmental)가 운영주체이며, 2005년 징수된 지하수 취수세는 2,077억 원이다.

수도세는 물공급과 관련된 재원을 확보, 물절약 동기를 부여 및 지하수와 지표수 사이에 수원으로 사용하는 경우의 수도요금의 차이를 줄이고, 취수비용이 더 낮은 지하수를 과도하게 취수하는 경향이 있어서 이를 규제하기 위한 목적을 가지고 있다.[10] 네덜란드 수도세는 $1m^3$당 207.78원(2006년)[11]이다.

---

10) 지하수와 지표수의 요금격차 $1m^3$당 약 800원 (1998년).

11) 한국 $1m^3$당 지방상수도 평균요금은 610원 (2010년).

물관리 재정비용은 이해 당사자나 물에 책임을 지는 자에 의하여 지불하고, 물의 비용이 개인적으로 나누어 질 수 없을 때는 이해의 마을이나 책임지는 마을에 나누어 분배한다. 위의 두 방법이 가능하지 않으면 중앙정부의 일반회계 예산으로부터 지불한다. 재정의 첫 번째 우선순위는 기업이나 기구가 허가 및 인가의 규칙을 지켜서 새로운 물 사업을 하게 되면 그 기업이나 기구가 사업의 비용을 담당하고 두 번째 우선순위는 물위원회 소관의 제방이나 지역, 지방의 수량에 대한 비용은 '사용자 부담의 원칙'으로 지불하고 사용자대표가 반드시 참여한 상태에서 사용자의 이해정도에 따라 물 값이 결정된다. 세 번째 우선순위는 국가나 도정부가 다른 공공이익과 함께 물의 통제활동을 준비하고 균형을 이뤄야 하는 경우 국가 예산으로 충당한다.

물관리위원회의 운영경비는 물관리비와 오염세로 충당한다. 물관리료[12]는 대규모 시설 사업은 국고로 보조하며, 물관리료의 수혜자 납부 비율은 거주자 : 토지소유자 : 건물소유자 : 산업활동참가자 = 12 : 7 : 7 : 4 로 납부한다. 즉 실제 수혜자를 중심으로 부담하는 것이다.

제도와 법을 살펴보면 물관리법(1989년) 중앙정부, 지방정부의 물관리계획기구에서 규정하고 있다. 주로 지표수의 수량적 관리에 관하여 규정하고 있으며, 계획, 허가, 등록, 배출, 부과금 등의 정책수단을 제공한다. 지표수 오염법, 지하수법, 물관리법에 기초를 둔 중앙정부와 지방정부 계획의 통합을 제시하고 있다. 지표수오염법(1970년)은 오염배출의 감소와 수질개선을 목표로 하고 있으며, 배출허가, 기준 설정, 부과금의 책정을 한다. 지하수법(1981년)에서는 지하수 채수허가, 등록, 보고의 책임, 부과금 규정하고 있다. 토양보전법(1987년)에서는 토양의 정화, 지하수오염 정화에 관한 일반적인 규정을 하고 있다.

기타 관련법으로는 하수수집과 처리에 관한 입법, 물 기반시설에 관한 법, 간척지 및 제방에 관한 법, 하천법, 델타법, 홍수방지법, 식수공급법, 공간계획법, 환경보호법, 자연보전법 등이 있다.

12) 1997년 기준.

참고문헌

한국농어촌공사 농어촌연구원, 2012. 우리나라의 수자원 이용 현황과 농업용수 미래 전망, 한국농어촌공사 농어촌연구원.

정민순, 2004, 농업용수의 효과적인 관리방안에 관한 연구, 강원대학교 경영행정대학원.

최동진, 2010, 수자원 관리의 패러다임 연구, 한국법제연구원.

최승업, 2004, 미국의 수자원 관리체계와 지역수리권 연구.

최연홍, 1998, 미국 화란의 수자원 관리 정책 : 최근동향, 국회환경포럼, "장마지대".

日本 國土交通省, 2012, 일본의 수자원.

Kenny, J.F., Barber, N.L., Hutson, S.S., Linsey, K.S., Lovelace, J.K., and Maupin, M.A., 2009, Estimated use of water in the United States in 2005: U.S. Geological Survey Circular 1344, 52p.

Center for Sustainable Systems, University of Michigan, 2011, "U.S. Water Supply and Distribution Fact Sheet."Pub No. CSS05-17.

The Security Demographic Population and Civil Conflict after the Cold war, 2003, Water for People Water for Life, *The United Nations World Water Development Report.*

참고사이트

http://ga.water.usgs.gov/edu/wusw.html

http://wdr.water.usgs.gov/adrgmap/

http://www.nationalatlas.gov/articles/water/a_wateruse.html