

물이용 종합계획: 국민과 자연에 깨끗하고 충분한 물공급



이 동 료 >>
한국건설기술연구원 수자원연구부 수석연구원
dryl@kict.re.kr



윤 석 영 >>
한국건설기술연구원 수자원연구부 연구위원
syyoon@kict.re.kr



이 길 재 >>
한국수자원공사 조사기획처 처장
giljaelee@hotmail.com

1. 서론

물은 지구상의 모든 생물이 살아가는데 없어서는 안 될 소중한 생명의 자원이다. 물은 환경을 보전하고 경제를 발전시키는 원동력이며 윤택한 생활과 즐거움을 제공한다. 수자원장기종합계획(이하 수자원계획)은 국가가 이와 같은 다양한 물의 역할을 미래의 시간에서 어떤 비전을 가지고, 어떻게 관리할 것인가에 대한 전략과 실행계획을 수립하는 것이다.

우리나라의 수자원계획은 1999년 하천법의 개정으로 10년마다 계획을 수립하게 되어 있으며, 5년마다 계획을 보완하는 법정계획으로 되어 있다. 수자원

계획을 수립함에 있어 가장 중요한 사항은 현재와 미래의 경제, 사회, 환경적인 여건을 반영하여 이를 해소하기 위한 전략을 수립하는 것이다. 따라서 계획수립시의 수자원 관련 현안에 따라 계획에서 추구하고자는 목표가 변화되어 왔다. 수자원 계획은 1990년대까지 고도 경제성장의 기반을 구축하기 위한 수자원 공급의 인프라 구축에 집중되어 왔다. 1990년대 이후는 환경에 대한 국민들의 관심 고조로 수자원계획에서 개발과 보전의 균형이 강조되었다. 그러나 2000년 이후의 수자원 계획은 수요관리의 강화, 계획의 투명성과 참여에 의한 계획수립이 강조되고 있다. 이는 수자원 계획이 추구하는 최종적인 목표도 중요하지만 계획 수행의 실천력을 높이기 위한 과정과 합의가 더 중요해지고 있다는 현실을 반영하고 있다. 결국 이와 같은 환경은 그 동안의 수자원 정책의 성공과 실패에서 얻은 교훈에서 탄생되었다고 할 수 있다.

2001년에 수립된 수자원계획은 2020년까지 수자원 정책방향을 제시하는 중장기계획이지만 그동안 환경단체 등을 중심으로 장래 물 수요 추정과 물 부족량 등에 대해 문제제기가 있어 왔다. 또한 동 계획수립 이후 사회적인 가장 큰 변화는, 특히 물이용 계획에서 계획의 투명성과 수립과정에서의 다양한 이해 관계자들의 참여요구 의견이 점점 더 확산되어가고 있다는 점이다. 이런 과정은 계획의 실천력을 높일 수 있는 동시에 계획에 대한 국민적 공감대 형성을 위하여 반드시 필요한 사항이라 할 수 있다. 2006년 7월에 발표된 수자원계획 보완에서 물이용 계획은 사회적 합의도출을 위해 계획수립과정에서 참여 주체의 확대와 다양한 의견수렴을 기본적인 전략으로 하였다. 본고에서는 물이용 계획의 주요 내용을 기술하였다.

2. 물이용의 현안 문제점

우리나라는 지속적인 수자원 공급인프라의 건설에도 불구하고 1990년 이후 가뭄에 의해 62개 시·군에서 2회 이상의 제한급수를 경험하였다(그림 1). 또한 2003년 기준 전국상수도 보급률은 89.4%이다. 대도시 지역은 99%의 보급률을 가지고 있지만 소도시는 81%, 농촌지역은 33%의 낮은 보급률을 가지고 있어 도·농간의 물이용의 안정성과 형평성이 취약한 상황이다. 환경에 대한 인식의 제고, 생태계의 변화, 수원지 주변지역의 개발 제한과 개발지 부족 및 경제성 문제 등은 신규수원 개발을 어렵게 하고 있다. 그러나 수원개발과 물이용에 따른 유역의 상·하류 지역간 갈등, 개발 지역 주민들의 합의형성은 어려움을 겪고 있다.

2001년 수자원계획에서는 지속가능한 수자원 이용을 위하여 수요관리정책을 강화하였다. 그러나 수요관리의 정책 목표량의 설정은 현실적인 물 이용과 연계되어 설정되지 못하고 절수기, 중수도, 노후관 교체 등 사업위주의 성과로 수립되어 수요 관리 목표

량 설정과정의 객관성이 미흡한 실정이다. 하천유지용수에 대한 사회적 요구의 증대는 이전 계획과 다른 방향설정을 필요로 하고 있다. 수질보전, 하천생태복원의 사회적 요구가 커지고 있으며, 도시 건전화에 대한 환경 용수의 확보 등의 필요성이 확대되고 있다. 그러나 하천유지용수의 확보는 기존 물이용과 심한 경쟁요인이 되어 효율적인 관리 대책 및 비용분담 등의 제도적인 문제해결을 필요로 한다. 최근 심한 가뭄이 빈번해지고 있는 상황에서 물 부족에 대한 사회적 대응능력의 향상이 요구되고 있다. 또한, 기후변화에 의한 수자원 영향 평가는 필수적인 사항이 되고 있으나 이런 평가를 위한 연구 인프라가 부족한 실정이다.

지하수의 이용은 총 용수공급량의 14%를 차지하고 있지만 불충분한 충전층의 발달로 대규모 개발이 어려운 환경을 가지고 있다. 지하수 이용의 대부분은 농업용수로 사용되고 있으며, 가뭄시의 비상용수로 이용되고 있다. 지하수 부존 특성을 고려하지 않는 무분별한 지하수 개발과 많은 폐공의 발생으로 지하수의 고갈과 수질악화 초래하고 있다.



그림 1. 제한급수지역 현황

3. 물 수요 전망

물 수요전망은 미래에 필요한 수자원 개발과 직접적으로 연계되는 요소로서 지속가능한 수자원 계획을 위해서는 객관적이고 신뢰성 있는 추정노력이 필요하다. 그러나 수요전망은 미래의 사회, 경제, 환경 등의 불확실한 정보를 이용할 수 밖에 없어 정확성에 대한 평가의 한계를 가지고 있다. 2001년 수자원계획에서 추정된 수요전망은 과다 추정이라는 문제 제기가 있어 왔다. 보완계획에서는 물 수요의 보다 합리적인 추정을 위하여 방법론과 추정과정에서 계획수립 이해관계자들의 공감대 형성을 기반으로 추정방법을 선정하였다. 또한 미래의 사회, 경제 전망의 불확실성과 수요추정에 이용되는 자료의 한계를 고려하여 물 수요량을 표 1과 같이 고수요, 기준수요, 저수요 시나리오 설정 후 수요량을 추정하였다.

생활용수의 경우 현재의 수요 추세를 통하여 수요 전망을 수행한 후 수요관리 목표량을 100% 달성한 경우를 저수요, 70% 달성을 기준수요 및 50% 달성할 경우를 고수요 시나리오로 설정하였다. 공업용수의 경우 생산액당 원단위법을 이용하여 추정하였으며, 경제성장률 3%의 경우를 저수요, 3.5%를 기준수

요, 4%의 경제성장률의 경우를 고수요 시나리오로 하였다. 또한, 농업용수의 경우는 농지면적의 감소 전망에 따라 시나리오를 설정하여 추정하였다. 하천 유지용수는 새롭게 추정을 하지 않고 2001년 추정된 수질보전 또는 평균갈수량을 이용하였다.

2020년까지 전망된 총 수요전망 표 2와 같다. 생활용수의 경우 시나리오별 매우 완만한 증가 경향을 보이고 있다. 2011년의 생활용수는 인구의 감소(50,855천인→49,783천인) 및 1인 1일당 물 사용량 감소(411ℓ →363ℓ)에 따라 '01년 추정된 수요량보다 감소되는 것으로 전망되었다. 노후관 개량, 절수 기기 설치 등 수요관리를 반영한 전국 생활용수는 2011년 79~82억㎥/년, 2020년에는 79~84억㎥/년으로 전망되었다. 공업용수는 2016년까지 증가가 전망되며 물 재이용 강화정책을 반영하여 재이용량이 증가(0.3억㎥/년→7.8억㎥/년)함에 따라 '01년 추정된 수요량보다 감소할 전망으로 기준수요 기준 2003년 현재 26.0억㎥/년에서 2011년 31.8억㎥/년, 2016년 35.6억㎥/년, 2020년 34.2억㎥/년으로 전망되었다. 농업용수는 경지면적의 감소(기준수요1,850천ha →1,754천ha)에 따라 수요량 감소가 전망된다. 전국 농업용수는 2011년 153~162억㎥/년, 2016년 146~

표 1. 수요전망을 위한 시나리오 설정

용수	수요구분	시나리오
생활용수	고수요	물수요의 현재 감소경향 반영과 함께 최대 절감량의 50% 반영
	기준수요	물수요의 현재 감소경향 반영과 함께 최대 절감량의 70% 반영(환경부 수요관리계획 고려)
	저수요	물수요의 현재 감소경향 반영과 함께 최대 절감량 반영
공업용수	고수요	4%의 경제성장에 따른 수요량
	기준수요	3.5%의 경제성장에 따른 수요량
	저수요	3%의 경제성장에 따른 수요량
농업용수	고수요	식량안보를 위해 논 면적 최대유지 · 2013년 경지면적 1,773천ha(논:1,100천ha, 밭:673천ha)
		현재의 농업환경을 고려한 계획반영 - 농업·농촌종합대책(2004, 농림부) · 2013년 경지면적 1,731천ha(논:1,058천ha, 밭:673천ha)
	저수요	쌀 수입개방에 따른 논 면적 감소 반영 - 농업전망 2005(2005, KERI) 추정치 적용 (선진국대우, 5년간 관세 15% 감축, TRQ(관세할당제) 8%까지 증량) · 2013년 경지면적 1,638천ha(논:1,004천ha, 밭:634천ha)

표 2. 목표 연도별 용수별 수요전망

(단위 : 백만m³/년)

구분		2006년	2011년	2016년	2020년	
'01년 계획	계	35,073	37,353	37,792	38,147	
	생활용수	7,644	8,749	8,920	9,021	
	공업용수	3,706	4,043	4,311	4,565	
	농업용수	15,986	16,193	16,193	16,193	
	유지용수	7,737	8,368	8,368	8,368	
'06 보 완 계 획	고 수 요	계	34,546	36,201	37,079	37,222
		생활용수	7,987	8,241	8,348	8,384
		공업용수	2,845	3,390	3,952	3,864
		농업용수	15,977	16,202	16,411	16,606
	유지용수	7,737	8,368	8,368	8,368	
	기 준 수 요	계	34,378	35,498	35,800	35,568
		생활용수	7,877	8,103	8,180	8,195
		공업용수	2,787	3,178	3,562	3,422
		농업용수	15,977	15,849	15,690	15,583
		유지용수	7,737	8,368	8,368	8,368
	저 수 요	계	34,030	34,504	34,062	33,301
		생활용수	7,711	7,896	7,929	7,912
		공업용수	2,698	2,921	3,128	2,900
		농업용수	15,884	15,319	14,637	14,121
		유지용수	7,737	8,368	8,368	8,368

164억m³/년, 2020년 141~166억m³/년으로 전망되어 시나리오별로 많은 차이를 보이고 있다.

수요량 전망결과 세 가지 시나리오 모두 '01년 수자원계획에 비해 전체적으로 수요량 감소가 전망된다. 고수요 시나리오에서는 2020년까지 완만한 증가양상을 보여주고 있으며, 기준수요의 경우에는 2011년까지 완만하게 증가하다 2016년을 정점으로 감소하는 양상을 나타내고 있다. 저수요 시나리오의 수요량은 2011년 이후 지속적인 감소양상이다.

용수수요 추정에서 하천유지용수는 2001년 추정된 동일 수요량을 적용하였다. 이와 같은 배경은 하천유지용수에 대한 사회적 관심이 증가에 부응하고, 기존의 유지용수 개념과 달리 청계천 사업과 같은 사회·자연환경을 개선하기 위한 신규 용수의 필요성이 증대되어 기존과 다른 종합적 접근을 고려한 유지용수의 추정은 시간과 기술적 한계가 있어 금회 계획에서 새로운 유지용수의 추정이 어려웠기 때문이다. 따라서 금회 계획에서는 유지용수 개념의 재정립을 통

하여 새로운 유지용수 관리방향을 설정하고 이를 2011년 수자원계획에 반영하는 계획을 수립하였다.

4. 물 부족 전망

4.1 물 수급전망 과정

물 부족전망은 1966년 이후 발생했던 최대가뭄이 미래에 재현된다는 가정에서 수요량과의 물수지 분석을 통하여 수행되었다. 물 부족 전망을 위한 물수지 분석은 수자원단위지도의 중권역 구분 기준을 적용하여 5대강 유역을 감안한 5개 대권역과 117개 중권역으로 구분하여 프론티어 사업「수자원의 지속적 기술개발 사업단」의 연구과제 “통합수자원평가계획시스템개발” 연구의 성과인 K-WEAP을 이용하여 수급전망을 수행하였다. 117개 중권역별 하천유량과 수요량의 자료 DB와 물수급 네트워크 구축을 통하여 공

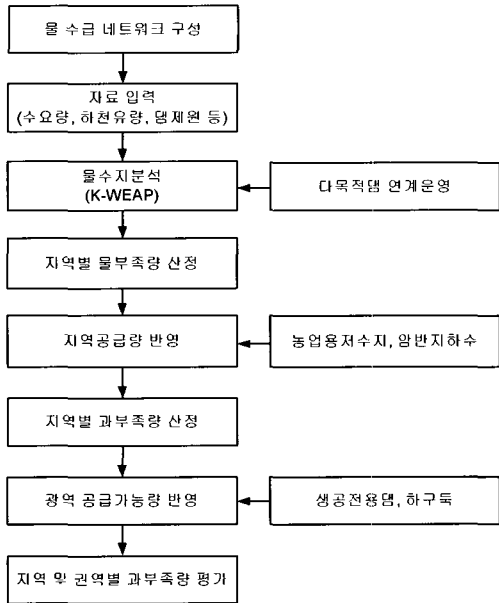


그림 2. 물 수급 전망 과정

급과 수요의 과부족량을 평가한다. 본류 하천 중하류의 대규모 수요처(생활·공업용수) 수요량은 자연 하천수에 의한 공급이 선행되며 이 수량에 의해 부족이 발생하면 상류 다목적댐의 연계운동을 통한 물 공급을 수행한다. 농업용수 수요량이 많은 하천의 상류 및 지류의 중권역에서 하천수에 의한 물 부족이 발생하면 농업용저수지와 지하수로 공급한다. 또한, 중권역에서 추가적인 물부족이 발생하면 인접지역의 생공전용댐, 하구둑 등의 물리적으로 공급가능 수자원 공급시설을 활용하여 물과부족량을 평가하였다. 그림 2는 물 수급전망 과정을 나타낸다.

4.2 물 수급전망의 특징과 가정

금회 물 수급전망은 이전 계획들과 농업용 저수지, 지하수의 반영에서 다른 특징을 가지고 있다. 농업용 저수지의 경우 '01년 계획에서는 중권역별 물 과부족량 산정 시 유효저수용량 천만³ 이상의 농업용 저수지만 반영하였는데 이는 대부분의 저수지가 소규모이기 때문에 심한 가뭄에서는 공급기능이 저하되어 저수량에 의한 공급보다 각 저수지의 집수면적에서 유

출되는 수량으로 공급한다는 가정에서 출발한다. 그러나 금회에서는 과거 최대 가뭄기간의 저수율과 농업용수의 공급시기인 4~5월의 만수위를 유지하는 실무운영을 반영하여 중권역별 모든 농업용 저수지의 유효저수용량을 기준으로 공급수량을 고려하였다. 지하수의 반영에서 암반지하수를 추가적인 공급으로 고려하였다. 충전층 지하수는 하천유량과 연계되어 하천수에 직접 영향을 미치므로 별도의 수원으로 고려하지 않고 하천수-지하수를 연계 운영하는 동일수원으로 고려하였다.

물 수급에서 농업용 저수지 및 지하수의 지역공급원은 해당 중권역의 물 부족 해소에는 기여하나 자체 중권역 밖으로의 물공급은 물리적 및 양적 한계가 있어 인근 중권역의 물 부족 해소에는 고려하지 않았다. 그러나, 용수전용댐의 공급가능량은 급수체계 구축을 통해 전량 인근 지역으로 공급이 가능한 수량으로 고려하였으며 하구둑의 경우 현재 농업용수 연락수로가 설치되어 있어 실제 공급이 이루어지고 있는 지역 및 설치 예정지역을 고려하여 공급 가능량을 적용하였다. 이와 같은 중권역별 잉여수량의 활용은 수원개발 등과의 대안과 경제성, 타당성 등을 비교하여 별도의 물 이동 및 공급시설 계획에 의해 공급가능하다는 가정에 의해 수행되었다.

4.3 권역 및 지역별 물 부족전망

물 부족은 권역과 지역별로 제시하였다. 지역별 물 부족량은 권역내 각 중권역의 물 부족량을 합한 수량이며, 권역별 부족량은 공급시설을 확충하여 인접 중권역의 잉여수자원을 활용할 경우의 부족량을 나타낸다. '01년 수자원계획 대비 2011년 수요량은 감소하였지만 수요, 수자원 부족량 및 공급능력 불균형으로 2011년 기준수요 시나리오의 경우 지역 물 부족 총량은 7.9억³(한강 0.6억³, 낙동강 1.2억³, 금강 0.7억³, 영산·섬진강 5.4억³)이 발생할 것으로 전망된다. 그러나 인접 지역의 잉여수자원을 이용할 경우 2011년 기준수요 시나리오의 경우 권역별 물 부족 총

표 3. 전국 물 수급 전망

[고수요]

(단위 : 백만³m)

구 분	2006년		2011년		2016년		2020년	
	권역별	지역별	권역별	지역별	권역별	지역별	권역별	지역별
한 강	△ 53	△ 74	△ 97	△ 118	△ 443	△ 463	△ 444	△ 464
낙동강	△ 72	△ 196	△ 46	△ 171	△ 136	△ 238	△ 156	△ 255
금 강	△ 61	△ 73	△ 83	△ 93	△ 108	△ 117	△ 116	△ 126
섬·영	△ 240	△ 523	△ 262	△ 570	△ 291	△ 619	△ 304	△ 649
전 국	△ 426	△ 866	△ 488	△ 952	△ 978	△1,437	△1,020	△1,494

[기준수요]

(단위 : 백만³m)

구 분	2006년		2011년		2016년		2020년	
	권역별	지역별	권역별	지역별	권역별	지역별	권역별	지역별
한 강	△ 50	△ 71	△ 42	△ 63	△ 180	△ 201	△ 147	△ 168
낙동강	△ 58	△ 185	+ 11	△ 124	△ 21	△ 143	△ 5	△ 128
금 강	△ 59	△ 71	△ 61	△ 74	△ 62	△ 78	△ 54	△ 72
섬·영	△ 236	△ 519	△ 237	△ 536	△ 237	△ 553	△ 233	△ 557
전 국	△ 403	△ 846	△ 340	△ 797	△ 500	△ 975	△ 439	△ 925

[저수요]

(단위 : 백만³m)

구 분	2006년		2011년		2016년		2020년	
	권역별	지역별	권역별	지역별	권역별	지역별	권역별	지역별
한 강	△ 44	△ 65	△ 28	△ 49	△ 25	△ 46	△ 22	△ 43
낙동강	△ 34	△ 175	+ 77	△ 84	+ 98	△ 67	+ 132	△ 47
금 강	△ 52	△ 65	△ 40	△ 58	△ 16	△ 42	△ 2	△ 34
섬·영	△ 227	△ 509	△ 202	△ 494	△ 177	△ 468	△ 154	△ 435
전 국	△ 357	△ 814	△ 270	△ 685	△ 218	△ 623	△ 178	△ 559

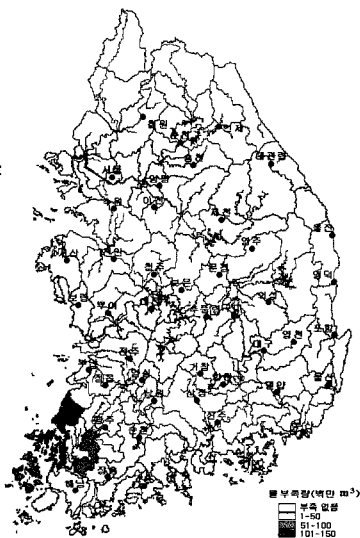


그림 3. 2011년 물 부족지역 전망

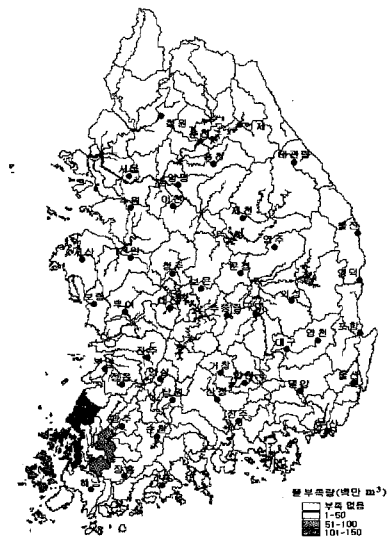


그림 4. 2016년 물 부족지역 전망

량은 3.4억㎥(한강 0.4억㎥, 금강 0.6억㎥, 영산·섬진강 2.4억㎥)로 경감될 것으로 전망된다. 전국적으로 저수요에서 고수요의 2011년의 권역별 물 부족은 2.7~4.9억㎥이 전망되며, 2020년에는 1.8~10.2억㎥으로 전망되었다. 표 3은 시나리오에 따른 권역 및 지역별 물 부족 전망 결과이며, 그림 3과 그림 4는 중권역별 물 부족 현황을 나타내고 있다. 물 부족의 전망에 대한 결과는 대하천 본류 지역 및 대도시 대규모 물 사용지역에 대한 물 공급은 어려움이 없을 것으로 전망된다. 그러나 도서·해안지역 및 산간지역에서는 댐과 같은 안정적인 수자원 공급인프라의 부족으로 물 부족이 예상된다.

5. 추진 목표와 계획

5.1 추진전략

우리나라의 물이용은 사회·경제발전에 필요한 생활, 공업과 농업 용수 등 사회적 수요 중심의 물 관리에 집중되었음에도 가뭄에 의한 지역적 물이용의 안정성이 취약한 환경이다. 또한, 증가하는 수요에 대

응하기 위한 지속적인 수자원의 개발과 공급의 확대는 불가피하게 우리의 생활공간과 자연환경을 훼손시키게 되었다. 이와 함께 생활수준의 향상과 환경 보전에 대한 사회적 공감대 형성으로 하천환경 보전과 자연·사회 환경개선을 위한 필요수량에 대한 관심이 증대되고 있다. 물이용 계획은 “물 이용의 안정성, 형평성과 효율성 향상”을 기본이념으로 하고 있다. 이 같은 배경은 맑고 풍부한 물을 국민과 자연에 안정되고 형평성있게 공급함으로써 풍요로운 생활환경을 구축하고, 물공급과 수요관리, 수자원개발에서 경제적 효율성을 추구하는데 있다. 물이용종합계획은 국민과 자연에게 깨끗하고 충분한 물을 공급하는데 목표를 두고 있으며, 이를 실현하기 위한 주요 전략으로 수요관리를 통한 건전한 물이용체계강화, 하천유량의 복원, 지역적 물이용 형평성과 안정성 확보 등 6개 전략을 수립하였다.

5.2 추진계획

이전계획과 비교하여 금회 물이용 계획은 네 가지 방향에서 개선을 하고자 하였다. 첫째는 부족한 수요관리 정책목표의 평가체계를 강화하는 것이며, 둘째

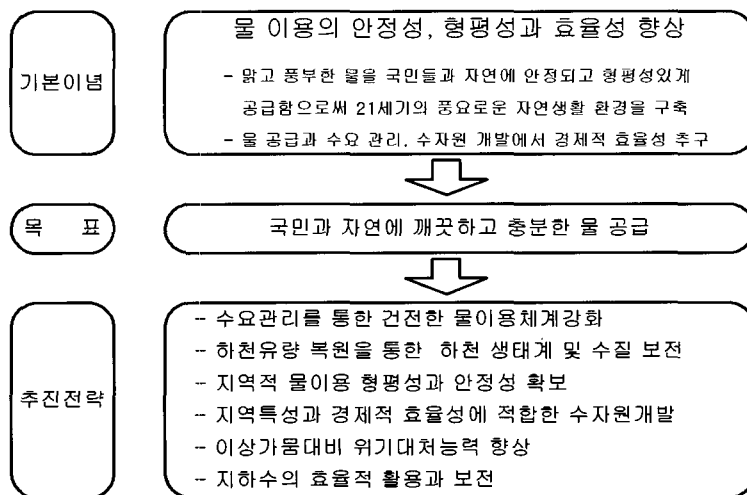


그림 5. 물이용계획의 기본이념과 목표

는 본류 수질보전 중심의 하천유지용수 관리를 지류로 확대하고 사회·자연 환경개선 용수로 확대하는 것이다. 셋째는 수자원 개발중심에서 광역급수체계를 구축하여 잉여 수자원을 효율적으로 활용하는 것이며, 마지막으로 가뭄대비 위기대처 능력을 강화하기 위하여 지역별 물부족(가뭄)예보체계를 구축하는 것이다. 다음은 물이용종합계획에서 추진할 주요 계획들이다.

1) 수요관리를 통한 건전한 물 이용체계 강화

노후관 교체 및 절수기기의 보급을 지속적으로 추진하여 생활용수의 물사용량을 절감하고 공업용수의 재이용율을 2020년까지 40%까지 달성하기 위한 제도의 정비를 추진한다. 수요관리 정책 추진의 효율성을 강화하기 위하여 물 관리 효율과 재이용 향상기술을 개발하고 수요관리를 위한 인센티브 제공과 홍보 프로그램을 개발한다. 또한, 물이용량 모니터링 체계를 구축하여 수요 관리량의 목표달성도를 평가한다.

2) 하천유량 복원을 통한 하천 생태계 및 수질 보전

자연·사회의 환경개선을 위한 하천유지용수를 확보한다. 현재 하천 본류 중심의 수질보전을 위한 유지용수에서 지류, 도시하천 등의 생태계보전과 도시환경 개선을 위한 유지유량 관리를 강화한다. 하천 유지유량 확보를 위한 제도적 정비를 추진하며, 전국

주요하천의 하천유지유량을 조사·산정한다.

3) 지역적 물이용의 형평성·안정성 확보

도서·해안 및 산간 지역의 물 부족을 해소하기 위하여 해수의 담수화, 빗물이용, 지하댐 등 보조수자원개발 활성화 대책을 수립하며, 광역과 지방상수도를 연계하여 효율적인 물 이동계획을 수립한다.

4) 지역특성과 경제적 효율성에 적합한 수자원 개발

수원이 부족한 지역의 물 부족 해소를 위해서는 기존 광역·수도 시설계획을 연계하고, 중·소규모 저수지의 효율적 관리방안을 수립과 함께 기존댐의 용량 재배분 및 권역별 급수체계를 확대한다. 또한, 신규수원개발을 위하여 농업용 저수지 재개발 및 중소규모 댐건설을 추진한다.

5) 이상가뭄 대비 위기대처 능력향상

비상시를 대비한 수자원의 안정적 공급능력 증대를 위하여 주요도시의 물공급 수원을 다원화하고 지역별 물 부족 예보를 실시한다.

6) 지하수의 효율적 활용과 보전

지속가능한 지하수 개발을 위하여 사전조사를 강화하고 과다개발을 억제하기 위하여 지역별 지하수 보존계획을 수립한다. (A)