

# 국내의 유역간 물이동 현황 분석

○김승\*, 여홍구\*, 김현준\*

## 1. 서론

수자원관리는 공급과 수요의 시간적 공간적 차이를 효율적으로 관리하는 것이라고 할 수 있다. 유역간 물이동은 수자원의 공간적인 차이를 효율적으로 극복할 수 있는 수자원관리 방법이다. 물론 수자원의 관리에 있어서 절대량의 충분한 확보는 무엇보다도 중요한 일이다. 그러나 좁은 국토와 다우기에 집중되는 강수, 대규모 댐개발적지의 절대 부족, 지역이기주의 만연과 수리권분쟁의 심화 등 수자원공급량을 양적으로 증대하는 데는 많은 어려움이 따른다. 한편, 국가의 수자원계획은 국토종합계획의 일환으로 수립되므로 국토의 지역간 균등발전 측면이 고려되어야 한다. 이러한 이유 때문에 우리나라에서 유역간 물이동은 필요할 수밖에 없으며 문제는 그 목적과 범위 그리고 규모이다.

최근 우리나라에서는 물부족 문제가 심각하게 제기되고 있으며, 지역간 농업용수 공급의 불균형을 해소하기 위하여 대대적인 유역간 물이동 방안(농어촌진흥공사, 1996)이 제시된 바 있다. 유역간 물이동이란 물이 남는 지역에서 부족한 지역으로 물을 이동시킴으로써 물이 부족한 지역의 경제적인 발전을 도모하는 것이다. 이러한 물이동은 강물의 경로를 바꾸거나 대규모 수로를 건조함으로써 성취될 수 있다. 세계적인 유역간 물이동 사업인 중국의 중부대수로, 미국의 Colorado River Aqueduct, 리비아의 대수로 등이 이러한 목적으로 건설되어 운영되고 있다. 우리나라에서도 이미 일부 농업용수와 광역상수도망에 의한 생공용수를 유역간에 공급하고 있다. 이러한 물이동 방식은 경제적, 환경적, 사회적 측면에서 심각한 변화를 가져올 수 있으므로 면밀한 분석과 평가를 거쳐 시행되어야 한다. 여기에는 수질과 수량에 대한 포괄적인 평가, 용수수요의 평가, 용수이용의 효율성 평가 등이 포함되어야 한다 (Biswas et al., 1983).

---

\* 한국건설기술연구원 수자원연구실 근무

본 논문은 최근 제기되고 있는 우리나라의 유역간물 이동 제안을 좀더 정성적으로 이해하기 위하여 우리나라 주요 유역별 물이용 현황과 물이동 현황을 분석하고자 한다. 대상은 10개 직할하천 유역이며, 유역간 물이동은 이미 시행되고 있거나 계획중인 것을 포함하여 분석한다.

## 2. 유역별 물이용 현황 분석

우리 나라의 5대강 및 5대소하천을 중심으로 살펴본 각 유역별 특성은 표 1과 같다. 강수량과 유출량의 산출에 쓰인 자료는 1959년에서 1988년까지의 자료이다. 유역별 강수 및 유출, 용수이용량 등을 살펴보면 표 1에서 보인 바와 같이 연평균강수량은 1,087mm(형산강) ~ 1,414 mm(섬진강)로서 지역적으로 30%의 편차를 보인다. 연평균유출량은  $19,385 \times 10^6 \text{m}^3$ (한강) ~  $648 \times 10^6 \text{m}^3$ (형산강)으로 절대량이 30배의 차이가 있으며, 유출계수는 한강과 안성천의 0.57에서 낙동강과 금강의 0.49까지 유역별로 16%의 차이를 보인다.

표 1. 유역별 현황

유역구분	연평균 강수량 (mm)	연평균 유출량 <sup>A</sup> ( $10^6 \text{ton}$ )	유출계수	'93 용수이용 현황(백만톤/년)					이용률 (B/A) (%)
				생활용수	공업용수	농업용수	하천유지용수	계 <sup>B</sup>	
한강	1,286.0	19,385	0.57	2,540.9	595.4	1,758.8	3,059.0	7,954.1	41.0
낙동강	1,166.0	13,946	0.49	1,278.0	229.8	3,431.5	1,419.2	6,358.5	45.6
금강	1,269.0	6,205	0.49	330.7	93.4	1,844.9	946.1	3,215.1	51.8
영산강	1,319.0	2,588	0.57	157.8	44.8	924.5	315.4	1,442.5	55.7
섬진강	1,414.0	3,831	0.54	32.8	7.9	742.6	173.4	956.7	25.0
안성천	1,277.0	1,244	0.57	149.4	50.8	476.8	25.2	702.2	56.4
형산강	1,087.0	648	0.51	75.7	66.4	248.3	72.5	462.9	71.4
삼교천	1,254.0	1,121	0.55	54.3	10.0	587.0	94.6	745.9	66.5
만경강	1,279.0	1,084	0.54	115.3	67.6	499.2	63.1	745.2	68.7
동진강	1,314.0	699	0.53	22.3	10.4	458.5	15.8	507.0	72.5
기타	1,319.0	14,676	0.60	1,234.3	650.8	3,937.9	48.9	5,871.9	40.0
전체	1,262.0	65,427	0.55	5,991.5	1,827.3	14,910.0	6,233.2	28,962.0	44.3

\* 전체는 전국내륙을 지칭함.

\* 자료: 수자원자료집, 1996; 수자원장기종합계획('91-2011)보고서, 1990.

용수이용량은 한강의  $7,954.1 \times 10^6 \text{m}^3$ 에서 형산강의  $462.9 \times 10^6 \text{m}^3$ 까지이며 각 유역별로 생활용수, 공업용수, 농업용수, 유지용수의 구성비율이 서로 다르다 (그림 1, 그림 2). 용수의 이용량은 그 유역의 특성을 내포한다. 한강수계의 경우 과밀한 수도권 인구의 집중으로 생활용수가 32%로서 상대

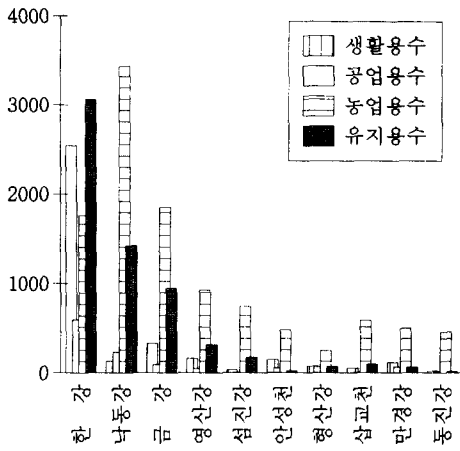


그림 1. 유역별 용수사용(백만톤)

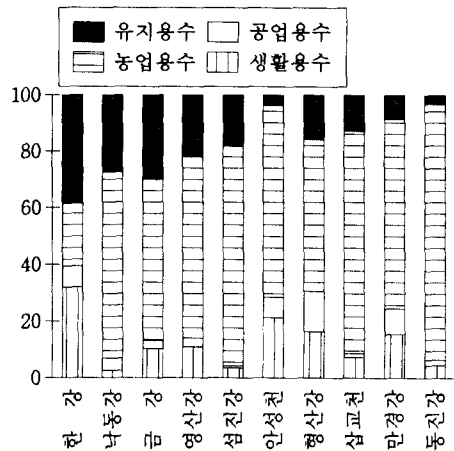


그림 2. 유역별 용수사용백분율(%)

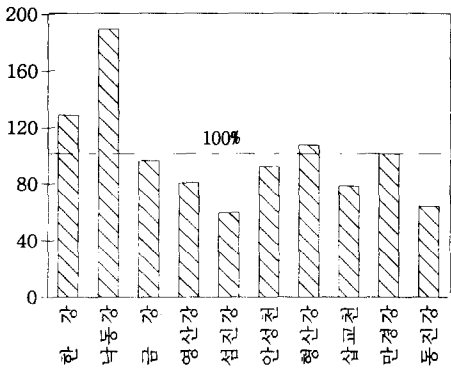


그림 3. 유역별 1인당 상대생활용수(%)

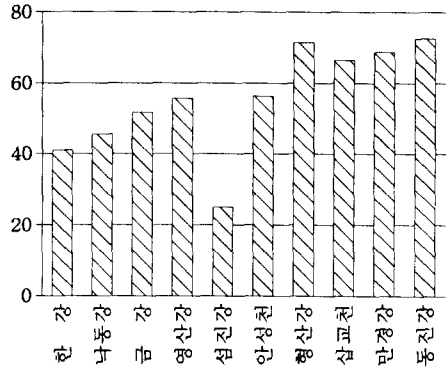


그림 4. 유역별 용수이용율(%)

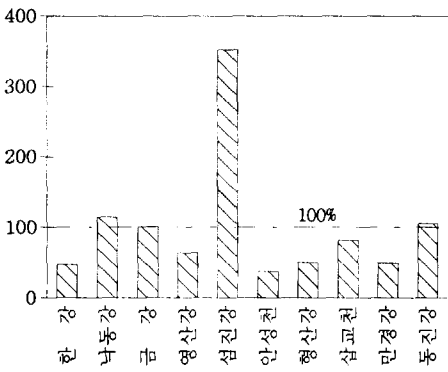


그림 5. 유역별 1인당 상대강수량(%)

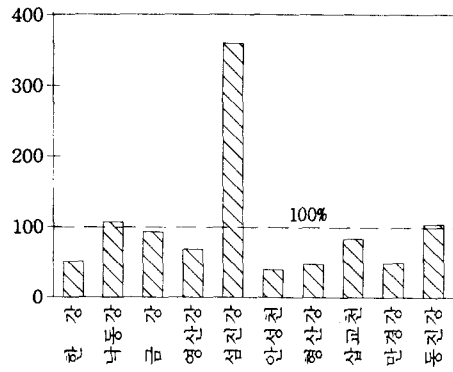


그림 6. 유역별 1인당 상대유출량(%)

적으로 많은 부분을 차지하고, 동진강의 경우 농업용수가 90%로서 대부분을 차지한다(그림2). 이렇듯 다양한 구성비를 갖는 용수이용의 유역별 효율도를 간단히 평가하기는 어렵다고 판단된다. 생활용수의 경우 유역내의 인구에 대한 이용수량으로써 간단히 비교해 볼 수도 있겠지만(그림 3), 농업용수의 경우 효율가치를 정확하게 파악하기는 매우 힘들다고 판단된다. 우선 수리안전담, 불안전담, 관개전 등의 구분에 따라 면적별 수요량과 공급량을 평가할 수도 있겠지만 유역별로 경작특성이 다르고 월별 용수수급 상황이 다르므로 이러한 단순평가는 무리가 있을 것으로 판단된다.

유출에 대한 이용률을 살펴보면, 유역 중에서 이용률이 낮고 인구가 적어 개발 가능성이 가장 높은 지역은 섬진강유역(25%)이다. 또한 한강유역(41%)과 낙동강유역(45.6%)도 이용률 측면에서는 다른 유역에 비하여 상대적으로 낮아 개발여지가 있다고 할 수 있다. 그러나 동진강, 형산강, 만경강, 삼포천 등 중소규모 유역들은 이용률이 70%를 상회하거나 70% 가까이 되므로 개발할 수 있는 여지는 적은 편이다 (그림 4).

그런데 이와 같은 이용률은 국제적으로 매우 높은 편이며 이미 환경적으로 지속가능한 수준을 넘어섰다고 할 수 있다. United Nations Department for Policy Coordination and Sustainable Development(1997)는 이 이용률을 가지고 국가의 '물 스트레스' (water stress) 정도를 구분하고 있다. 이용률이 40%가 넘는 이용행태는 환경적으로 지속될 수 없으며 물부족은 경제발전의 제한요소로 작용한다. 위에서 제시한대로 우리나라의 내륙전체의 이용률은 44.3%로서 이미 마지막 단계에 와 있다. 특히, 형산강유역은 71.4%, 동진강유역은 72.5%로서 전국에서 가장 높다. 이 수치들은 우리나라가 얼마나 물을 인간위주로 집중적으로 이용하고 있는가를 상대적으로 보여주고 있다.

### 3. 유역별 1인당 물이용 현황 분석

공급되는 수자원량의 효율가치는 수계내의 면적, 인구, 산업구조, 토지이용, 유출율 등 많은 인자의 영향을 받으므로 각 유역의 수자원량의 과부족을 절대량만으로 단정할 수 없음은 당연하다. 이 중에서 유역별 1993년도 인구를 기준으로 1인당 강수량을 살펴보면 표 2와 같다. 1인당 강수량은 다우지역이면서 인구가 적은 편인 섬진강(15,008톤/인·년)이 가장 많고, 한강유역의 경우 낙동강유역보다 강수량도 풍부하고 유역면적도 약간 크지만 수용해야 할 인구가 거의 3배에 가까워 1인당 강수량은 낙동강유역의 1/2밖에 되지 않는다. 10개 유역의 1인당 강수량 평균치를 100%로 하여 각 유역별로 상대적인 강수량을 보면 그림 5와 같다.

1인당 유출총량과 용수이용량을 표 2에 나타내었다. 강수량과 같은 방법으로 유역별로 상대적인

유출량을 나타낸 것이 그림 6이다. 여기에서 확인할 만한 사실은 1인당 연평균 유출량의 경우 한강이 낙동강 유역의 47%로서 절반에도 못미친다는 사실이다. 1인당 이용량의 경우는 한강이 낙동강 유역의 43%로서 절반에도 훨씬 못미친다. 이러한 결과는 한강유역의 경우 인구가 많고 생활용수 수요가 상대적으로 많기 때문이다. 섬진강 유역은 직할하천 유역 중에서 인구비로 볼 때 유출량이나 이용량이 단연 많으며, 동진강 유역의 경우도 유출량이나 이용량이 나머지 유역보다 월등하게 많은 것으로 나타난다. 그런데 1인당 연평균 유출량의 경우 낙동강 유역이 섬진강 유역의 다음으로서 이 지표로만 판단한다면 낙동강 유역은 인구에 비하여 상대적으로 쓸 수 있는 물이 많은 유역이라고 할 수 있다.

#### 4. 유역간물이동 현황 및 계획 분석

우리 나라의 대표적인 유역간물이동은 주로 광역상수도를 통하여 이루어지고 있다. 광역상수도는 자체수원확보가 어려운 여러 도시를 지역에 따라 계통으로 통합하여 광역적으로 물을 공급하는 체계이다. 이는 행정구역이나 수계를 초월하여 용수를 공급할 수 있다는 장점을 살려, 지역간 용수공급의 불균형을 해소하고 이상가뭄 혹은 각종 사고에 대비하여 수자원의 효율적인 운영을 꾀하는 것이다.

표 2. 1인당 강수총량, 유출량, 이용량

유역구분	인구 (1993)	유역면적 (km <sup>2</sup> )	1인당 연평균강수량 (톤/인·년)	1인당 연평균유출량 (톤/인·년)	1인당연평균 용수이용량 (톤/인·년)
한 강	16,605,584	26,018.0	2,014.9	1,167.3	479.0
낙동강	5,689,720	23,817.3	4,880.9	2,451.0	1,117.5
금 강	2,899,118	9,810.4	4,294.2	2,140.3	1,109.0
영산강	1,643,270	3,371.3	2,706.0	1,574.9	877.8
섬진강	461,330	4,896.5	15,008.0	8,304.2	2,073.8
안성천	1,367,168	1,699.6	1,587.5	909.9	513.6
형산강	593,052	1,166.8	2,138.6	1,092.6	780.5
삼교천	583,819	1,611.7	3,462.8	1,920.1	1,277.6
만경강	961,593	1,570.9	2,089.4	1,127.2	775.0
동진강	291,851	1,000.4	4,504.1	2,395.1	2,045.6
기 타	13,458,192	22,356.1	2,191.1	1,090.5	436.3
합 계	44,554,697	97,319.0	2,756.5	1,468.5	650.0

\* 합계는 제주도를 제외한 것임.

\* 자료: 수자원자료집, 1996; 수자원장기종합계획('91-2011)보고서, 1990.

현재 수도권, 금강계통, 태백권, 주암댐계통 등의 광역상수도사업이 완공됨에 따라 댐이나 하천에서 취수된 물을 다른 수계로 공급하고 있다. 건설중인 충주댐계통, 전주권계통 등이 완공되고 인근 광역상수도가 서로 연결되면(섬진강↔전주권 등) 광역상수도를 통한 수계간의 물이동은 더욱 확대될 것이다.

그 외에도 유역간 물이동은 인접댐의 연결방식을 통하여 이루어지고 있다. 이미 섬진강댐에서 동진강으로 유역변경하여 농업용수를 공급하고 있고, 금강의 용담댐에서 만경강으로 도수터널이 건설중에 있다. 그리고 경북 동·남부지역의 용수공급과 금호강의 하천 유지용수 공급을 목적으로 총연장 53km의 영천댐도수터널이 건설중이며, 이 도수터널은 일일 67만톤(8CMS)를 원활하게 공급할 수 있는 규모로 계획되었다.

위와 같이 우리나라에서 시행되고 있거나 계획중인 유역간 물이동사업이 여러 개 있는데 이들이 각 수계에서 차지하고 있는 비중을 '수자원장기종합계획('91-2011)보고서'(한국수자원공사,1990.5)의 2011년 용수수급계획에서 살펴보면 표 3 및 그림7과 같다.

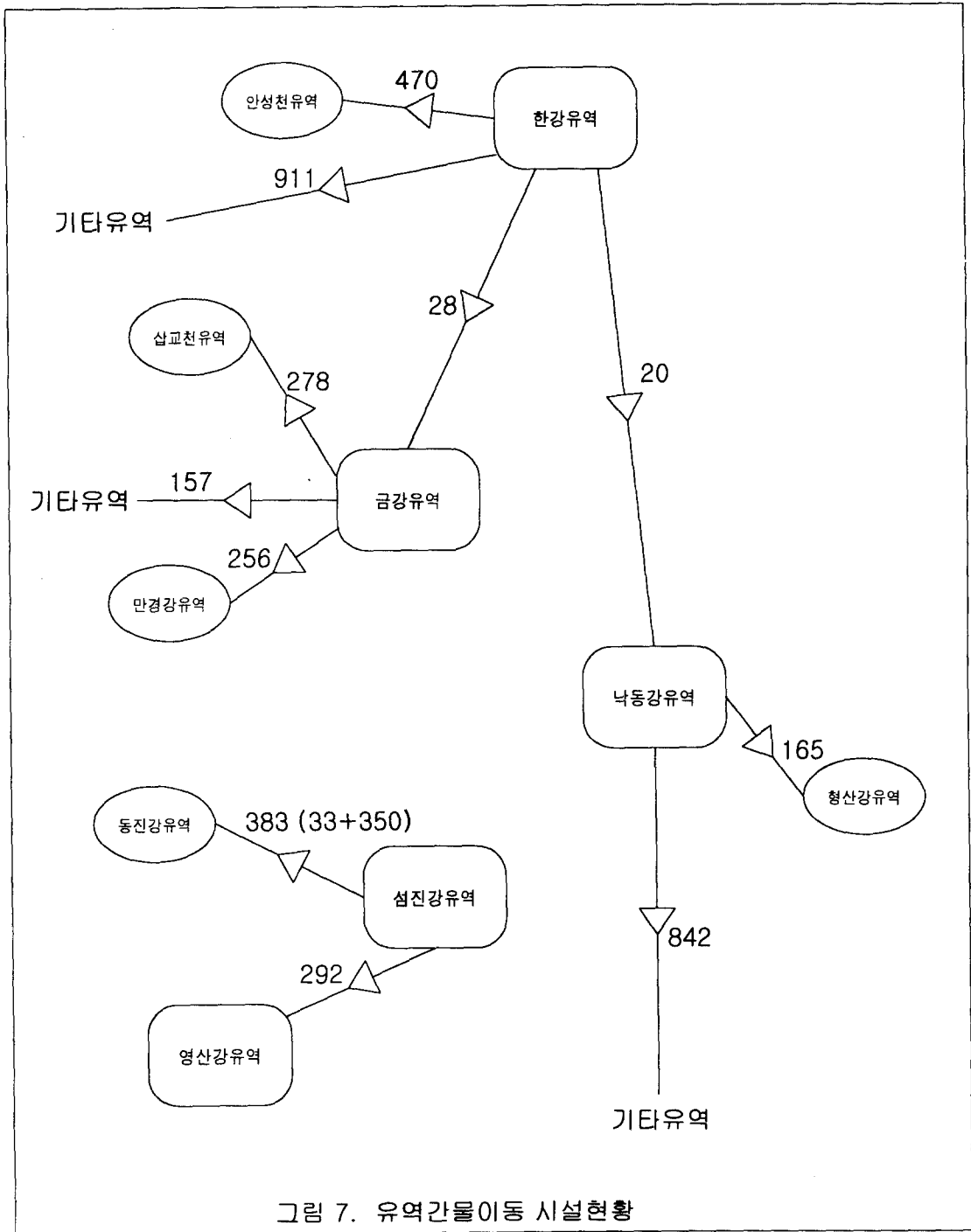
표 3. 2011년의 유역별 용수수요

유역구분	2011년 용수수요(백만톤/년)					유역간 이동량(백만톤/년)		공급총량에 대한 비율(%)	생공용수 수요량에 대한 비율(%)
	용수 수요	하천수, 지하수공급	유역내 댐공급	총공급	총과부족	유역외 공급	유역외 수급		
한 강	11,134	5,771	5,643	11,414	280	1430	-	11	-
낙동강	8,772	5,831	3,585	9,416	644	1006	20	10	1
금 강	3,709	1,479	2,664	4,143	434	691	28	14	3
섬진강	1,221	1,156	623	1,779	558	675	-	28	-
영산강	1,918	1,182	592	1,774	-144	-	292	-	59
안성천	1,048	596	195	791	-257	-	470	-	127
삼교천	822	492	243	735	-87	-	278	-	172
만경강	888	510	142	652	-236	-	256	-	95
동진강	539	156	0	156	-383	-	383	-	52
형산강	554	368	21	389	-165	-	165	-	80
기 타	6,182	4,170	1,709	5,879	-303	-	1910	-	127
합 계	36787	21711	15417	37128	341	3802	3802	9	32

\* 기타, 합계에서 제주도제외.

\* 자료: 업무자료, 1996; 수자원자료집, 1996; 수자원장기종합계획('91-2011)보고서, 1990.

2011년의 유역별 용수수급계획상 수계별로 자체의 수계내에서 공급부족량은 적게는  $87 \times 10^6 \text{m}^3$ (삼교천)에서 많게는  $383 \times 10^6 \text{m}^3$ (동진강) 정도이다. 이 부족량은 영산강을 제외한 5대강의 기개발되었



(주) 단위: 백만톤/년  
 광역상수도와 광업용수도의 시설용량을 기준으로 함.  
 동진강의 경우 350은 동진농업수로를 통한 농업용수임

거나 2011년 이전에 완공될 댐들로부터 공급이 가능하며, 이동가능량은 유역별로 총 용수공급량의 10%에서 28%에 이른다. 대부분 용수공급이 부족한 5대소하천은 상당량의 용수를 유역외에서 공급 받게 되며, 이 수급량은 주로 광역상수도과 공업용수도를 통한 생공용수가 대부분이다. 자체유역의 생공용수에 대한 비율을 보면 유역별로 52%(동진강)에서 172%(삼교천)까지 수급이 가능하다. 즉 5대소하천과 영산강유역의 경우 절반이상의 생공용수를 타유역에서 공급받을수 있는 설비가 갖추어져있고, 특히 안성천, 삼교천 및 기타지역은 생공용수 총량보다 많은 용수수급이 가능한 시설이 계획되어있다. 동진강의 경우 총  $383 \times 10^6 \text{m}^3$  중 생공용수  $33 \times 10^6 \text{m}^3$  외에 섬진강에서 공급받는  $350 \times 10^6 \text{m}^3$ 은 농업용수로서 유역내 농업용수수요의 76%에 달하는 양이다. 낙동강과 금강유역의 경우 미미하나마 한강유역으로부터 각각 태백권광역상수도망과 충주댐을 통하여 20(1%),  $28 \times 10^6 \text{m}^3$ (3%)의 생공용수를 공급받을 수 있다.

광역상수도, 공업용수도 및 도수로를 통한 각 수계간의 물이동은 생공용수의 경우 전체의 32%가 이동가능하고, 공급가능량을 기준으로 보면  $3,802 \times 10^6 \text{m}^3$ 으로 총공급량의 9.3%에 해당하는 양이 이동 가능하다.

## 5. 토의 및 결론

최근의 극심한 가뭄으로 유역별로 많은 피해를 입었고 이와 더불어 한강의 충주호와 낙동강을 연결하는 방안, 하구연의 담수호를 연결하는 방안 등의 유역간물이동방안이 제안되고 있다. 유역간 물이동은 경제적, 환경적, 사회적 측면에서 심각한 변화를 초래할 수 있으므로 시행에 앞서 면밀한 평가가 필수적이다. 이러한 평가의 일부로서 우리나라 10대강 유역에 대한 유역별 물이용현황과 유역간물이동 현황을 분석한 바 다음과 같은 결론을 얻었다.

1) 우리나라의 물이용률은 46%에 달하며, 이미 국제연합이 제시한 지속가능한 이용을 위한 한계를 초과한 상태이다. 특히 직할하천중에서 중소유역은 이용률이 60%이상으로서 매우 높다. 하천의 이용률로만 판단한다면 타유역으로 물이동을 고려해볼 수 있는 유역은 이용률이 25%로서 타유역보다 월등히 낮은 섬진강 정도이다.

2) 1인당 물이용량을 평가할 때 한강유역의 1인당 물이용량이 다른 유역에 비하여 월등히 낮다. 이것은 한강유역이 강수량도 풍부하고 유역면적도 크지만 전체인구중 약 37%가 집중되어 있어 1인당 물이용량은 전체평균의 약 2/3에 지나지 않는다. 특히, 한강유역의 1인당 물이용량은 낙동강의 유역의 43%로서 절반에도 못미친다. 1인당 물이용량만을 가지고 판단할 때 한강유역의 물을 낙동



강유역으로 이동하는 것은 사회적 경제적 측면에서 인정하기 곤란하다고 판단된다.

3) 우리나라에서도 광역상수도망과 농업용·로를 통하여 전체용수수요의 9.3%에 해당되는 38억 m<sup>3</sup> 이상의 물이 유역간에 이동될 수 있는 시설이 건설되어 있거나 건설될 것으로 계획되어 있다. 유역별로는 한강유역이 자체수계 내에서 공급가능량의 11%를, 낙동강유역은 10%를, 금강유역은 14%를, 섬진강유역은 28%를 타유역으로 공급할 수 있다. 반면에 중소유역들은 적게는 생공용수 수요의 52%에서 많게는 생공용수 수요전체를 다른 유역에서 공급받을 수도 있다. 이와 같은 현황은 우리나라는 이미 유역간 물이동이 매우 강도높게 시행되고 있는 국가임을 시사하고 있으며 추가적인 유역간 물이동은 신중한 검토를 거쳐 시행할 필요가 있음을 나타내고 있다고 판단된다.

#### 참고문헌

Biswas, A. K., Dakang Z. and E. J. Nickum., Long-Distance Water Transfer: a Chinese case study and international experiences, Tycooly international publishing, Buenos aires, 1983.

United Nations Department for Policy Coordination and Sustainable Development, Comprehensive Assessment of the Freshwater Resources of the World, Advance Unedited Text, Paragraph No. 70, 1997.

농어촌진흥공사, 아시아 물 2000년-농어촌용수 수급과 효율적 관리, 1996.

수자원심의관실, 업무자료, 1996.12.

한국수자원공사, 수자원 장기 종합 계획 보고서 '91-2011, 1990.5.

한국수자원공사/한국건설기술연구원, 수자원자료집, 1996.