물이용과 유량특성 변동 분석

An Analysis on the Human Water Use and Hydrologic Alteration

강성규*, 이동률**, 문장원***, 최시중****

Seong Kyu Kang, Dong-Ryul Lee, Jang Won Moon, Si Jung Choi

요 지

본 연구에서는 인간의 물이용으로 인한 유량의 변동을 금강유역을 대상으로 시설물 현황, 유황분석, 홍수량의 변화 및 갈수량의 변화 특성을 통해 분석하였다. 분석결과 유황은 물이용을 위한 시설물 등으로 인해 고유량은 과거에 비해 감소하였으며, 물이용의 안정성 확보에 영향을 주는 저유량은 증가하는 것으로 분석되었다. 갈수량의 빈도해석 결과 평균갈수량(재현기간 2.33년)은 2배가량 증가하였으며, 기준갈수량(재현기간 10년)은 약 7배가량 증가한 것으로 분석되었다. 다만, 홍수량 빈도해석의 결과는 재현기간에 따라 다른 경향을 보여주고 있다. 이들 변화는 물이용을 위한 유황 변동에는 긍정적인 영향을 주고 있으나, 생태계의 다양성과 지속성 측면에서는 부정적 영향을 끼칠것으로 판단된다.

핵심용어 : 유황, 갈수량, 홍수량

1. 서론

과거 개발의 대상이었으며, 인간의 독점적 권리로 여겨졌던 하천과 수자원은 최근 들어 환경보전과 복원사업 및 필요성의 대두, 삶의 질의 향상에 따른 많은 관심 등으로 자연과 인간이 공유해야 하는 자원으로 인식되고 있다. 우리나라의 경우, 이 수자원의 공유의 범위를 설정하는 것이 하천유지유량을 산정하여 관리하는 것이다. 1990년대 들어 구체적인 하천유지유량 산정방안(한국수자원공사, 1995)이 마련되었으며, 1990년대 말, 전국 주요하천에 대한 하천유지유량이 산정되어 2006년 현재 60개 지점에서 고시되어 있다. 그러나, 공급의 가능성을 지나치게 의식한 나머지 대부분의 고시유량이 갈수량(평균, 기준갈수량)으로 결정되어 실질적인 하천의 정상적인 기능으로 작용하고 있지 못하고 있다. 최근 발효된 하천법에서는 그 개념이 변화되어 하천유지유량을 산정할 경우, 물이용량을 고려토록하고 있다. 즉, 과거 하천유지유량의 개념이 물이용보다는 하천의 기능유지에만 치중하였음에도 그 역할을 제대로 하지 못하고 있는데 반하여, 변화된 하천유지유량의 개념에는 인간과 자연의 수자원 공유에 대한 내용이 포함되어 있는 것이다. 본 연구에서는 인간의 물이용과 이를 위한 사업으로 인해 하천의 유량이 변화된 양상을 분석하여 제시하고, 추후 우리나라의 하천수 관리가 나아가야 할 방향을 제시하고자 하였다.

2. 연구대상유역 및 방법

* 정회원·한국건설기술연구원 연구원·e-mail : skkang@kict.re.kr
** 정회원·한국건설기술연구원 책임연구원·e-mail : dryi@kict.re.kr
*** 정회원·한국건설기술연구원 연구원·e-mail : jwmoon@kict.re.kr
**** 정회원·한국건설기술연구원 연구원·e-mail : sjchoi@kict.re.kr

2.1 대상유역 및 시설물현황

연구대상지역은 금강유역이며, 물이용 및 홍수피해 방지를 위한 주요 시설로 용담댐과 대청댐이 건설되어 있는 지역이다. 또한, 물이용을 위한 취수허가는 대략 150개소에 이르며, 댐과 광역상수도를 통해 공급되는 유량을 제외하고 하천에서 취수하는 양은 일 평균 약 4백 5십만 m^3에 해당한다. 금강유역의 유역형상 및 이들 시설물 현황은 그림 1 및 표 1에 나타내었다. 하천수 취수허가현황은 2008년의 금강홍수통제소의 허가현황을 조사하여 나타내었다.

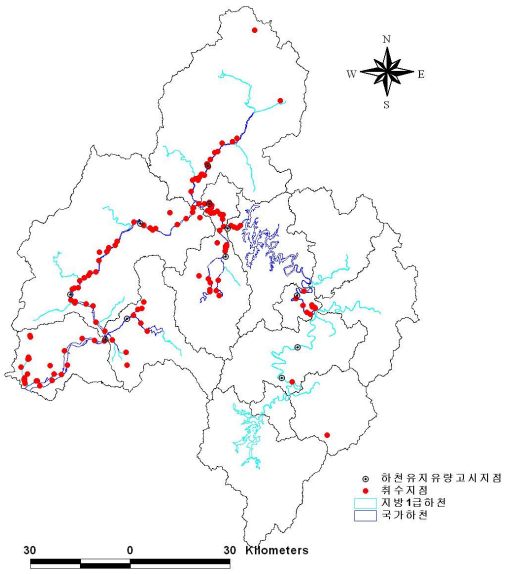

그림 1. 금강유역 현황(강성규, 2008)

표 1. 금강유역 하천수 취수허가 현황

하천	생활용수		공업용수		농업용수	
	개소수	허가량	개소수	허가량	개소수	허가량
금강	5	56,400	14	100,970	77	3,210,923
무주남대천	-	-	-	-	1	110
갑천	1	75,000	2	728	15	208,408
미호천	-	-	5	68,648	15	447,073
논산천	1	23,155	-	-	7	371,629
계	7	154,555	21	170,346	115	4,238,144

2.2 연구의 방법

하천의 유량을 평가하는 방법은 여러 가지가 있으나, 본 연구에서는 일반적인 유황곡선을 활용하는 분석과 홍수량 및 갈수량의 빈도해석을 통한 유량의 변화양상을 평가하였다. 이용된 자료는 대청댐 하류의 공주지점과 용담댐 하류의 이원지점(구, 옥천지점)의 일유량 자료이다. 물이용에 따른 유황특성 비교를 위한 시기는 용담댐과 대청댐이 건설되기 전과 건설된 후로 구분하였으며, 표 2에 분석 대상 자료를 표기하였다.

표 2. 분석 대상 자료

구분	댐 건설 전			댐 건설 후		
	자료기간	누락자료	자료년수	자료기간	누락자료	자료년수
공주	1956-1980	'61,'64,'65	22	1981-2007	'86,'89,'92,'98,'99	22
이원	1994-2000	-	7	2001-2007	-	7

3. 유량변동 분석 결과

유황곡선을 통한 특성평가는 연중 유량의 크기비교에는 매우 적합하나, 그 발생 시기에 대한 정보를 확인하는 것은 무리가 있다. 유황곡선에서 풍수량은 연중 95일 이상 유지되는 유량, 평수량은 185일, 저수량은 275일, 갈수량은 355일 이상 유지되는 유량을 나타낸다. 한편 유황계수(이진원 외, 1993)는 연중 10일을 유지하는 유량을 355일 이상 유지되는 유량으로 나눈 값으로 하상계수가 수문관측의 오차와 결측 등에 매우 큰 영향을 받는데 비해 상대적으로 안정적인 값을 찾을 수 있는 장점이 있다.

표 3. 댐 건설 전·후의 유황 변동 특성

구분		풍수량 (㎥/s)	평수량 (㎥/s)	저수량 (㎥/s)	갈수량 (㎥/s)	유황계수
공주	댐 건설 전	109.22	50.97	32.84	16.30	62.44
	댐 건설 후	150.10	78.90	49.31	30.33	26.47
	변화율(%)	137.44	154.80	150.18	186.05	42.39
이원	댐 건설 전	42.15	16.90	8.47	4.48	64.24
	댐 건설 후	44.99	24.45	15.62	8.80	44.13
	변화율(%)	106.74	144.67	184.38	196.39	68.70

표 3에서 변화율은 과거의 특성에 비하여 변화된 양상을 보기위한 자료이며, 유황분석 결과 그 차이는 갈수기로 갈수록 큰 변화율을 보인다. 이는 댐의 물공급 패턴인 홍수기에 저류하여 갈수기에 방류하는 특성을 보여주는 것이다. 갈수량의 경우 그 변화는 2배에 가깝게 분석되었으며, 고유량과 저유량의 편차인 유황계수는 매우 줄어드는 것으로 분석되었다. 이들 변화는 그림 2와 3의 유황곡선에서 잘 나타난다. 그림 2에서 공주지점의 경우 유황곡선의 지속기간 41일째부터 유량의 역전 현상이 발생하며, 이원은 용담댐이 건설된 지 오랜 기간이 지나지 않아 자료기간이 짧은 단점이 있으나, 4일째부터 유량 역전현상이 나타난다.

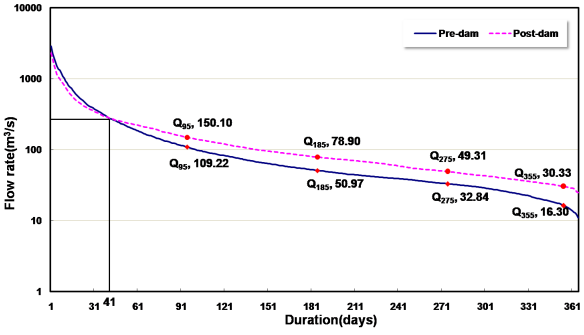

그림 2. 공주지점 유황 곡선

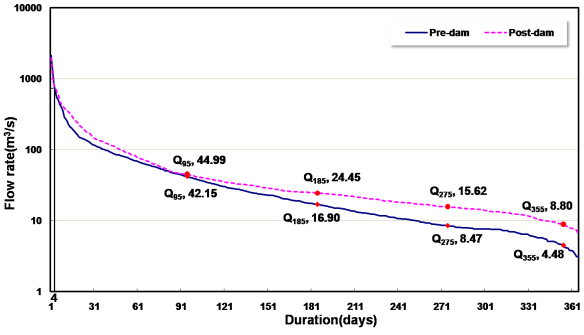

그림 3. 이원지점 유황 곡선

한편, 갈수량 및 홍수량의 빈도해석은 갈수량(유황곡선의 355일째 되는 유량)계열과 연 최대치 계열을 분석하여 나타냈다. 그 매개변수의 추정방법으로는 확률가중 모멘트 방법이며, 적합도 검정결과 Gumbel분포와 GEV분포가 가장 적합한 것으로 나타났으나, 분석결과의 통일성을 확보하기 위하여 GEV 분포의 결과를 도표로 나타내었다. 갈수량은 평균갈수량과 기준갈수량의 개념이 흔히 사용되며, 평균갈수량은 재현기간 2.33년에 해당하는 값이며, 기준갈수량은 재현기간이 10년

에 해당하는 값이다. 현재 고시된 하천유지유량의 경우 댐 등 유량의 공급시설의 영향을 받는 경우에는 평균갈수량으로, 그렇지 못한 댐 및 저수지의 상류나 지류는 기준갈수량으로 결정된 경우가 많다. 특히, 기준갈수량은 하천에 안정적으로 공급되는 유량으로서 사회적 합의가 된 유량이며, 이는 하천수의 전체 취수 허가 가능량으로 결정되어 이용되고 있다. 일본 역시 기준갈수량을 취수 허가의 기준으로 사용하고 있으며, 미국의 경우는 10년 빈도의 7일 연속갈수량을 기저유량으로 결정하고 있다. 10년 빈도 7일 연속갈수량은 연중 연속되는 7일간의 유량 평균의 최저치를 빈도해석하여 10년 빈도에 해당하는 양을 의미한다.

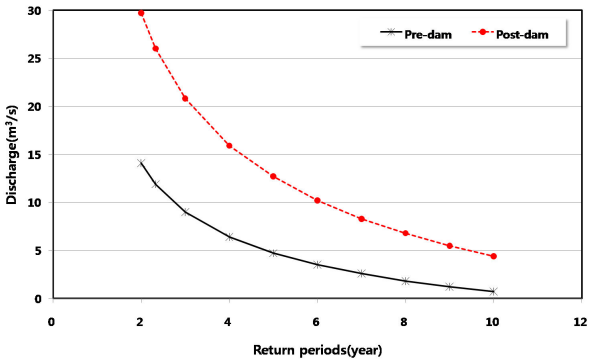

그림 4. 공주지점 갈수량 변화

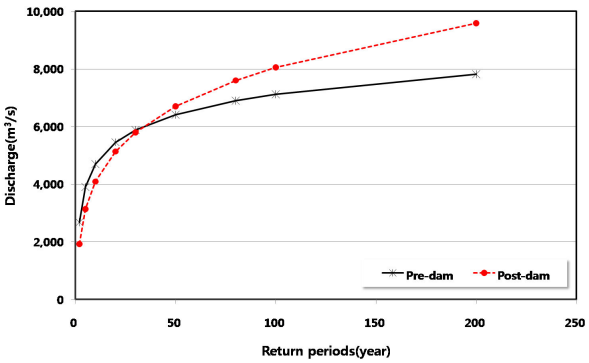

그림 5. 공주지점 홍수량 변화

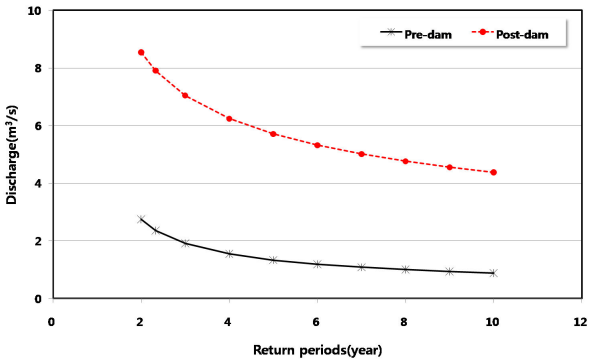

그림 6. 이원지점 갈수량 변화

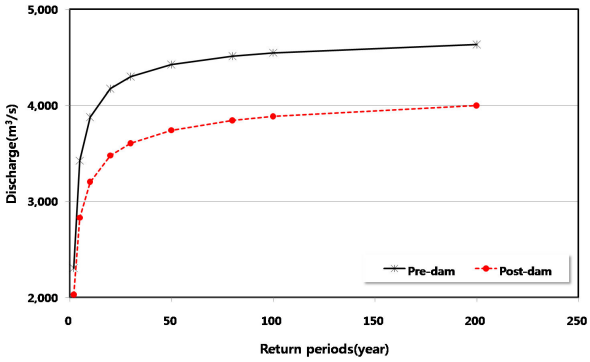

그림 7. 이원지점 갈수량 변화

공주지점의 평균갈수량은 11.9 ㎥/s에서 26.0 ㎥/s으로, 이원지점의 평균갈수량은 2.4 ㎥/s에서 7.9 ㎥/s으로 2배~3배로 늘었고, 기준갈수량은 공주가 0.7 ㎥/s에서 4.4 ㎥/s로, 이원이 0.9 ㎥/s, 4.4 ㎥/s로 더욱 큰 폭으로 증가한 것으로 평가되었다. 홍수량의 경우는 공주지점은 댐 건설과 무관한 것으로 평가되며, 이원지점의 경우 홍수량의 빈도해석 결과는 100년 빈도일 때 660 ㎥/s만큼 줄어드는 것으로 나타났다. 단, 이원지점은 전술한 바와 같이 그 자료기간이 짧아 그 신뢰성이 떨어진다. 홍수량보다 갈수량의 변화가 두드러지는 것은 역시 댐의 방류에 의한 효과이다. 즉, 홍수기에는 공주의 경우 대청댐과 공주사이의 지류인 갑천 및 미호천과 대청댐 하류 잔유역이, 이원의 경우 용담댐과 이원의 사이의 지류인 무주남대천, 초강천, 보청천과 용담댐 하류 잔유역에서 유량에 기여하는 바가 크지만, 갈수기의 경우는 댐에서 공급하는 물이 없다면 하천의 수량은 크게 줄어들기 때문이다.

4. 결론

본 연구에서는 인간의 물이용과 이를 위한 시설물의 영향으로 유량의 상황이 변동되는 양상을 분석하였으며, 이를 위해 유황분석, 갈수량 및 홍수량의 빈도해석을 수행하였다. 그 결과 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 갈수량이 2배 가량 늘어나고 있고, 유황계수는 크게 줄어 고유량과 저유량의 차이가 줄어들고 있다.
2. 빈도해석 결과 갈수량의 변화율이 홍수량의 변화율 보다 크며, 갈수기 취수의 안정성 측면에서 긍정적인 변화를 보이고 있다.
3. 자연적인 상태에서 이러한 변화는 다양성을 저해하는 요소로 작용할 수 있다.

하천유지유량의 정의에 나타나는 “하천의 정상적인 기능과 상태”라는 것은 하천에 항시 풍부한 물이 흐르는 것을 의미하지 않는다. 가장 자연적이고 정상적인 상태란, 인위적인 조절이 전혀 없는 것이나, 이는 인간의 물이용과 홍수로부터의 피해 방지 측면에서 가능하지 않으며, 바람직하지도 않다. 다만, 보다 현실적이고 선진화된 인간과 자연의 수자원 공유를 위한 방법에 대한 연구와 노력이 필요하다. 물의 흐름상태가 하천과 생태계에 주는 영향의 정도를 정량적으로 계측하는 것은 불가능하다. 그러나 흐름의 특성별로 영향을 받는 인자에 대한 연구와 그에 대한 평가를 통해 단순한 유량의 개념이 아닌 하천에 유지되어야 하는 흐름의 특성을 파악하고 유지시켜나갈 수 있는 장기적인 노력이 필요하다.

참 고 문 헌

1. 한국수자원공사(1995). 하천유지유량 결정방법 및 적용
2. 강성규, 이동률, 문장원, 최시중(2008). “금강유역의 가용하천수량 평가”, 대한토목학회 학술발표회 논문집, pp 2861-2864
3. 이진원, 김형섭, 우효섭(1993). “댐건설로 인한 5대수계 본류의 유황변화 분석”, 대한토목학회논문집, 제13권, 제3호, pp. 79-91.