

1)

환경용수량 산정을 통한 동화댐의 용수 이용률 제고 Water Use Enhancement Donghwa Dam Using Estimation of Environmentally Friendly Water

박현준*, 김선주**, 이상윤***

Hyun Jun Park, Sun Joo Kim, Sang Yoon Lee

요 지

최근 환경에 대한 국민의 인식이 변화됨에 따라 기존 수리시설물에서의 환경친화적인 도시 공간 마련 또는 생태공원 및 친수환경 조성에 대한 용수확보의 필요성이 제기되고 있으며, 이러한 자연환경 및 생활환경 개선을 위한 용수를 ‘환경용수’라 한다. 또한 물이 부족한 우리나라에서 있어 기존 수리시설물에 저장된 용수를 최대한 활용하여 환경용수로 이용하는 것은 부족한 수자원의 효율적인 사용으로 매우 중요한 사항이다. 여기서 우리나라에서의 환경용수에 대한 개념은 하천유지유량의 시대적인 기능변천과 함께 발전되어 왔고 물과 관련된 각 기관에서 사용하고 있으나, 아직까지 용어에 대한 정의는 학문적·제도적으로 통일되어 있지 않는 실정이다.

본 연구에서는 환경용수량을 산정하기 위하여 우선 환경용수의 개념을 정립하고, 비교적 수량이 풍부한 동화댐을 대상으로 하여 물수지 분석을 하였다. 댐의 계획공급량 이외의 추가공급 가능량을 환경용수로 판단하였으며, 이를 대상지구에 활용하고 가치를 판단하는 등 용수이용률 제고에 관하여 연구하였다.

핵심용어 : 환경용수, 물수지 분석, 용수 이용

1. 서론

최근 청계천 복원사업, 성남시 탄천, 일산의 호수공원 등 환경친화적인 도시 공간 마련 또는 생태공원 및 친수환경 조성에 대한 국민의 기대가 높아지고, 많은 지방자치 단체들이 많은 양의 물을 사용하면서 생활환경 및 자연환경 개선을 위한 용수 ‘환경용수’의 도입 필요성이 제기되고 있다. 국내의 댐 중 관개용수와 기타용수를 관리하기 위하여 운영되는 관개용 댐은 약 1,100여개소로 대부분이 소규모 댐으로 이루어져 있다. 유역강수의 80%정도를 저장하여 물의 이용효율이 높은 대규모 댐과 달리 홍수 조절 능력이 적은 관개용 댐의 경우에는 저류정도가 약 30%로 대규모 댐에 비해 물의 이용효율이 상대적으로 낮다. 그러나 이렇게 낮은 용수 이용효율에도 불구하고 관개용 댐은 농업발달과 인구 증가 같은 사회적 변화와 환경에 대한 국민의식 수준의 변화로 인하여 관개뿐만 아니라 생활·공업용수나 하천유지용수, 환경용수와 같은 다목적용수를 공급하고 있다. 특히, 건전한 하천환경조성에 대한 국민의 높은 기대와 농촌 정주인구의 생활 향상, 농촌관광사업 등으로 용수수요가 꾸준히 증가하는 추세이며, 이에 따라 환경용수의 확보가 요구되며 필요하다.

본 연구의 연구 대상지구는 관개용 댐인 동화댐으로 하였다. 물수지 분석을 통한 환경용수량을 산정하고 저수용량의 활용을 최대화하기 위하여 농업용수, 생활·공업용수, 하천유지용수의 이용률을 높여 댐의 용수 공급능력을 판단하여 댐의 환경용수 가용성을 검토하였다. 산정된 환경용수량은 대상지구의 생태공원 및 친수환경의 조성이 필요한 관광지역에 배분하여 용수배분 가능성을 판단하였다.

* 정회원 · 건국대학교 사회환경시스템공학과 대학원 · E-mail : hyunjun@konkuk.ac.kr

** 정회원 · 건국대학교 사회환경시스템공학과 교수 · E-mail : sunjoo@konkuk.ac.kr

*** 정회원 · 건국대학교 사회환경시스템공학과 대학원 · E-mail : sygogo79@konkuk.ac.kr

2. 재료 및 방법

2.1 연구 대상지구

본 연구에서는 물관리 자동화(Tele-Monitoring / Tele-Control) 사업의 대표적 댐인 전북의 동화댐을 연구 대상지구로 선정하였다.

동화댐은 높이가 최고 70.55m, 총저수량 3,235ha·m의 댐으로 농업용수저류공급, 홍수조절, 생활용수 공급 등을 위한 댐이다. 홍수조절을 목적으로 125.6만톤의 홍수조절 수량을 두고 홍수기에는 댐의 만수위를 EL 321.6m로 비홍수기의 만수위 EL 322.6m보다 1.0m 낮추어 125.6만톤의 홍수조절량을 가지고 있다. 여수토 물넘이에는 높이 6.5m, 폭 5.5m,의 Radial Gate 4련이 설치되어있다.

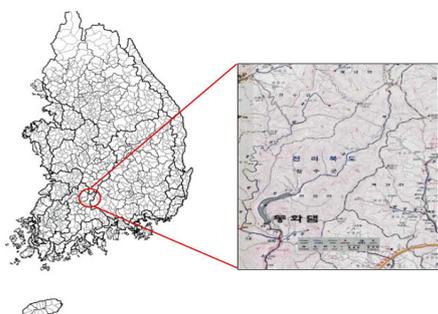


그림 1. 동화댐 위치와 유역

표 1. 동화댐 저수 현황

구 분		동 화 댐
유역면적		7,400ha
관개면적		3,000ha
생 · 공용수		30,000m ³ /d
만수위	하계	EL. 321.6m
	동계	EL. 322.6m
사수위		EL. 271.0m

2.2 환경용수량 산정

2.2.1 장기 물수지 분석

장기 유출량을 산정하기 위하여 장기 유출모형 중 국내유역에서의 적용이 입증된 SWAT(Soil and Water Assessment Tool) 모형을 사용하였다. 한국농촌공사에서 논의 필요수량 산정을 위해 개발하고 현재 관개지구의 설계 및 물관리에 이용하고 있는 수리시설물 모의조작시스템(HOMWRS, Hydrological Operation Model for Water Resources System)을 이용하여 관개용수량을 산정하였다. 그 외의 생활 · 공업용수량과 하천유지용수량은 댐 건설 계획당시의 용수공급량을 적용하였다. 특히, 환경용수의 개념이 들어간 2002년을 기준년으로 하여 설계당시 계획수량을 2002년 이전과 이후로 구분하였다. 이는 동화댐 건설 계획당시의 용수공급량 중 하천유지용수가 130 ha · m/년(3,561.6m³/일)으로 계획되었지만, 실제로 하천유지용수가 남원시, 임실군 등 용수공급대상지역에 공급된 년은 2002년부터이기 때문이다.

2.2.2 월별 최소 확보 저수위

댐의 용수공급능력을 확인하고, 계획공급량 이외에 추가적으로 공급할 수 있는 여유수량을 산정하기 위하여 물수지 분석을 통해 동화댐의 최소 확보 저수위를 산정하였다. 물수지 분석자료는 ‘성주 및 동화댐 수문 분석 기초자료 보고서(한국농촌공사, 2002)’의 결과, 1967년부터 2001년까지 총 35개년의 동화댐 수문분석 기초자료를 이용하였다. 여기서 검토된 필요저수량의 수량을 확보하기 위해 저수지 수위에 필요저수량 부분을 합하여 각 월에 용수공급을 위한 저수위를 구하였으며, 이를 동화댐의 월별 최소 확보 저수위로 하였다.

그림 2는 정상적 공급량이외의 추가공급 가능량을 나타내는 개념도이다.

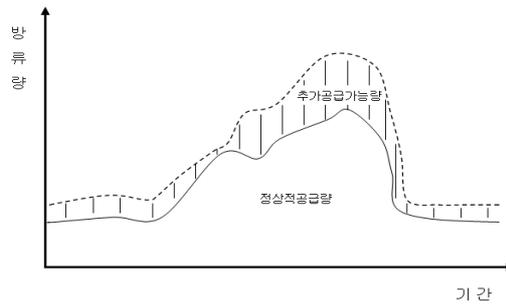


그림 2. 추가공급 가능량 개념도

2.3 용수 이용률 제고

2.3.1 이용률 제고를 위한 환경용수량

동화댐의 물수지 분석(1967~2001년 자료이용)으로 구한 댐의 월별 최소 확보 저수위를 기준 저수위로 하였으며, 실제 저수지 운영수위(1998~2001년)와 비교하여 실제 운영수위와 월별 최소 확보 저수위의 차 만큼의 양을 동화댐의 추가공급 가능량으로 판단하고 이를 가용할 수 있는 환경용수량으로 보았다. 또한 환경용수의 개념이 들어간 2002년부터는 동화댐 건설 계획당시의 하천유지용수 130 ha·m/년(3,561.6m³/일)를 동화댐의 최소 확보 저수량에 포함시켜 월별 최소 확보 저수위를 다시 산정하였으며, 이를 바탕으로 2002년 이후의 추가공급 가능량을 판단하였다.

2.3.2 이용률 증가에 따른 용수공급능력

동화댐은 남원시, 임실군, 장수군 및 곡성군 등 전북·전남지역 한해 상습지의 천수답과 수리불안전답 3,000ha에 대한 관개급수와 2,000년대 생활·공업용수 수요에 대비한 30,000m³/일의 용수공급을 위한 댐으로 건설 당시의 최대급수량은 52,000m³/일이다. 본 연구에서는 2011년에 공급이 예상되는 최대급수량 52,000m³/일을 적용하였다.

하천유지용수는 생활·공업용수와 마찬가지로 설계당시 사용된 이용률을 높여 댐을 모의하였다. 동화댐 건설 계획당시의 하천유지용수는 130 ha·m/년(3,561.6m³/일)으로 계획되었지만, 실제로 하천유지용수가 남원시, 임실군 등 용수공급대상지역에 공급된 년은 2002년부터이며, 본 연구에서는 2011년 계획 수요량인 6,262m³/일을 적용시켰다.

3. 결과 및 고찰

3.1 용수이용률 제고를 위한 환경용수량 산정

본 연구에서는 물수지 분석을 통해 산정한 동화댐의 월별 최소 확보 저수위와 실제 저수지 운영수위와 비교하였다. 이를 통하여 댐의 용수공급능력을 분석하고 추가적인 공급 가능량을 산정하였으며, 이를 환경용수량이라 판단하였다.

3.1.1 댐의 월별 최소 확보 저수위

동화댐의 월별 물수지 분석 결과(1967~2001년, 총 35개년 자료이용)를 이용하여 댐이 용수공급을 위해 필요한 용수량을 확보하기 위한 최소 확보 저수위를 산정하였다. 물수지 분석에서 검토된 필요 수량을 확보하려면 저수지 수위에 필요 저수량 부분을 합한 만큼의 수위를 유지하여야 한다. 표 2는 필요 저수량을 확보하기 위하여 각 월에 유지하여야 할 저수지 수위를 추정한 것이다.

표 2. 계획공급량 확보를 위한 월별 저수량 및 저수위

구 분	유입량 (10 ³ m ³)	최 소 확 보			무효 방류량 (10 ³ m ³)
		계획공급량 (10 ³ m ³)	저수량 (10 ³ m ³)	저수위 (EL.m)	
1월	1,010.2	930.0	23,861.5	315.39	127.9
2월	1,212.9	847.7	23,897.5	315.43	176.8
3월	1,703.8	930.3	24,148.3	315.66	343.0
4월	2,871.5	1,152.6	24,592.0	316.07	686.1
5월	3,108.2	1,211.4	25,599.8	316.98	914.7
6월	5,801.9	8,932.9	19,863.3	311.47	1,277.9
7월	10,878.2	5,870.5	20,340.8	311.96	3,710.6
8월	9,735.8	7,531.8	20,149.3	311.77	3,614.0
9월	6,235.8	4,760.2	20,080.6	311.70	1,727.8
10월	2,367.6	930.0	22,390.1	313.92	520.6
11월	1,802.6	900.0	23,111.2	314.69	265.4
12월	990.6	930.0	23,612.1	315.16	99.5

3.1.2 동화댐의 용수공급능력

그림 3을 보면, 2001년의 6월 이후를 제외하고는 3개년의 실제 저수지 운영수위의 형태가 비슷하다. 6월과 7월에는 저수지 수위가 약 EL310 m 까지 낮게 유지하다가 8월부터는 저수위가 높게 유지하였다. 이는 6월과 7월은 홍수를 대비하여 저수지 수위를 낮게 유지하고 8월 이후는 이수기 용수공급용량을 확보하기 위해 높게 유지하는 것으로 판단된다. 또한 1999년과 2000년 2개년의 저수지 운영수위는 월별 최소 확보 저수위보다 높게 유지되는 것으로 분석되었으므로, 동화댐은 계획한 용수공급이 가능한 것으로 판단된다.

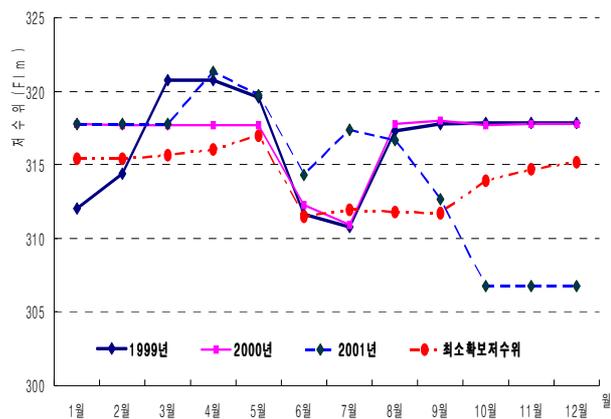
3.1.3 추가공급 가능량 산정

표 3은 1998년부터 2005년까지 총 8개년의 물수지 분석을 통하여 필요수량을 제외한 여유수량을 산정한 것이며, 댐에서의 무효방류를 고려하지 않아 산정된 여유수량이 모두 추가사용이 가능한 수량으로 판단한 것이다.

년 도	강우량 (mm)	유입량 (10 ³ m ³)	필요수량 (10 ³ m ³)	여유수량 (10 ³ m ³)
1998	1,573	59,943	32,628	27,325
1999	1,365	48,301	30,873	17,428
2000	1,636	66,866	28,068	38,798
2001	1,094	35,166	31,160	4,005
2002	1,130	37,575	30,060	7,515
2003	1,860	71,143	25,545	45,599
2004	1,458	56,108	30,527	25,581
2005	1,390	49,302	28,786	20,516

표 3. 추가공급 가능량

그림 3. 동화댐의 월별 최소 확보 저수위 및 실제 저수지 운영수위



4. 결론

본 연구는 환경용수의 개념을 정립하고 비교적 수량이 풍부한 대상지구의 여유수량을 산정하였다. 또한 계획공급량 이외의 추가공급 가능량을 환경용수로 판단하여 대상지구에 활용하고 가치를 판단하는 등 용수

이용률에 관하여 연구하였다. 그 결과를 요약하면 다음과 같다.

환경용수는 농촌지역 수변공간의 경관 및 기능보전 또는 수변공간 중의 산책 스포츠, 물놀이, 낚시 등 레크리에이션을 통한 심리적, 정서적 만족을 얻을 수 있는 용수로 판단하였다. 또한 환경용수를 하천유지용수와 구분하나, 수변환경의 조성 및 수질 정화를 위한 용수이용량의 증가 등 어떠한 목적을 갖고 하천유지용수의 명목으로 배분하는 추가적인 용수는 환경용수로 판단하였다.

댐 건설당시 계획된 관개수량과 기타용수량 이외에 발생하는 추가적인 여유수량을 산정하기 위하여 동화댐의 최소 확보 저수위를 산정하였다. 이를 통해 추가공급 가능량을 산정하였으며, 방류량 요소의 이용률을 높임으로써 댐의 용수이용률을 제고하였다.

실제 저수지 운영수위를 각 월에 유지해야할 저수지 최소수위와 비교한 결과, 1999년과 2000년 2개년의 저수지 운영수위는 월별 최소 확보 저수위보다 높게 유지되는 것으로 분석되었다. 이를 통해 동화댐은 계획한 용수공급이 가능한 것으로 판단 할 수 있다.

동화댐을 대상으로 생활·공용수는 52,000m³/일, 하천유지용수는 6,262m³/일로 용수이용률을 높여 물수지 분석결과, 1998년부터 2005년까지 평균15,297×10³m³의 추가공급 가능량이 발생하였다.

환경용수는 댐의 용수이용 중 농업용수, 생활·공업용수, 하천유지용수 이외 댐에서 공급할 수 있는 여유수량으로 경제·생활수준의 향상으로 인한 국민의 요구에 의해 점점 증가하는 용수라 할 수 있다. 또한 환경용수는 댐의 용수배분에 있어서 타 용수의 계획공급량을 충족시킨 후 가용할 수 있는 용수량으로, 우선순위가 1이 될 수 없는 제일 낮은 순위의 용수이다. 따라서, 환경용수량 정에 있어서는 정확한 물수지 분석이 필요하다고 판단된다.

참 고 문 헌

1. 건설교통부, 수자원장기종합계획(2006~2020)
2. 한국환경정책평가연구원, 2004, 지속가능한 물관리를 위한 환경생태용수 배분방향
3. 김휘린, 2002, 장기저수지 유입량의 갈수 빈도 비교분석, 고려대학교 석사 학위논문
4. 농업기반공사, 2002, 이상호우에 대비한 농업용 댐(저수지) 홍수조절 기능 분석 및 개선 방안
5. 농업기반공사, 2001, 동화지구 물관리자동화사업 기본계획(안)
6. 이주용, 2005, 기간별 저수 관리를 통한 소규모댐의 용수 이용률 제고, 건국대학교 석사 학위논문