

댐 건설에 따른 하류 유황의 변화 분석

An Analysis on the Changes of Flow Duration Characteristics due to Dam Construction

김 태 균* / 윤 용 남** / 안 재 현***

Kim, Tae Gyun / Yoon, Yong Nam / Ahn, Jae Hyun

Abstract

The purpose of the present study was to evaluate the changes of flow duration characteristics of a large river basin due to construction of a dam. The changes of water surface are quantified from remote sensing film taken before and after dam construction. Gongju gauging station was selected to analyze the changes of flow duration, and annual exceedance series of Gongju and Kyuam gauging station were selected to estimate the changes of flood quantile before and after dam construction. From the analysing results, it was found that the construction of dam contributes to make flow duration stable and to decrease flood flow. In conclusion, it was confirmed that the construction of the dam is useful for water supply and flood prevention.

Keywords : dam, remote sensing, flow duration, annual exceedance series, frequency analysis

요 지

본 연구에서는 댐 건설에 따른 댐 하류 유황의 변화에 대해 살펴보고자 하였다. 이를 위해 대청댐이 위치해 있는 금강유역을 대상으로 하였으며, 댐 건설 전후의 인공위성 영상자료를 분석해서 댐 하류 수표면의 변화를 평가하였고, 유황변화에 대한 분석을 위해서는 대청댐 하류에 위치한 공주 수위관측소의 자료를 이용해서 댐의 건설에 따른 하류 유황변화를 분석을 실시하고 그 영향을 평가하였다. 또한, 댐의 홍수조절에 따른 홍수량 규모의 변화를 살펴보기 위해 대청댐 하류의 공주와 규암지점의 연 초과치 계열에 대한 빈도해석을 실시하고 그 변화를 분석하였다.

이를 통해 댐이 하류하천의 유황을 개선하고 일정하게 유지해서 안정적인 수자원 공급을 가능하게 해주는 역할과 침투유량의 감소로 홍수피해를 저감시켜주는 역할을 동시에 담당하고 있음을 알 수 있었으며, 수자원의 관리 및 이용측면에서 이·치수에 기여하는 댐의 긍정적인 효과를 다시 한번 확인할 수 있었다.

핵심용어 : 댐, 영상분석, 유황, 연 초과치 계열, 빈도해석

* 진주산업대학교 조경공학과 교수
Assistant Prof., Dept. of Landscape, Jinju National Univ., Jinju, Kyongnam 660-758, Korea
(E-mail : tgkim@jinju.ac.kr)

** 고려대학교 토목환경공학과 교수
Prof., Dept. of Civil & Environmental Engrg., Korea Univ., Seoul 136-701, Korea

*** 서경대학교 토목공학과 교수
Prof., Dept. of Civil Engrg., Seokyeong Univ., Seoul 136-704, Korea

1. 서론

우리나라의 하천들은 대부분 유역면적이 작고 유로 연장이 짧으며, 산지가 많은 지형특성상 하천의 경사도 급한 경우가 많다. 이와 같은 특성으로 인해 하천에서의 평균유량과 갈수량은 작은 반면 홍수량은 커서 연간 하천유량의 변동이 극심하며 수자원개발 및 관리라는 측면에서 대단히 불리한 여건을 가지고 있다. 따라서, 이러한 하천의 유역특성을 감안하여 조기에 바다로 유출되는 하천수를 저류함으로써 용수확보율을 제고하고, 아울러 홍수조절 효과를 얻고자 하는 것이 우리나라 수자원 개발정책의 골간이 되어왔으며, 이는 대규모 다목적 댐의 건설로 이어져 왔다(윤용남, 1998).

다목적 댐은 이수와 치수목적은 모두 만족시키기 위해 건설된다. 기본적으로 댐 건설에는 댐 건설 당시의 수문특성이 고려되며 이러한 수문특성은 댐 건설 이후에도 지속된다는 가정을 가지고 댐 운영에 임하게 된다. 그러나 댐의 건설은 댐 주변의 자연 및 사회 환경의 변화를 유발하게 되고 이는 구체적으로 토지이용의 변화로서 나타난다. 아울러 댐 상류의 경우에 있어서는 개발제한에 따른 식생의 발달 및 댐에 의한 수표면적의 증가가 발생하고, 댐 하류의 경우에는 댐의 조절기능에 따른 하류 홍수량의 변화로 하류 하도 및 유황의 변화 등이 발생하게 된다.

본 연구에서 살펴보고자 하는 댐 건설 후, 댐 하류 지역의 변화와 관련된 기존의 연구들은 많지 않으며, 다음과 같이 주로 하상계수의 변화나 상대적인 유출량의 변화 등에 대한 분석이 실시되었다. 이진원 등(1993)은 우리나라 5개 수계의 유출량 자료를 정리하고 하상계수를 산정해서, 댐 건설 후에 하상계수가 감소하여 유황이 개선되었음을 보인 바 있으며, 이재형 등(1994)은 금강하구호의 월 유출량이 댐 건설 후에 증가함을 보였다. 또한 윤용남 등(1998a, 1998b)은 대청댐의 건설에 따른 수문환경의 변화를 분석하여 댐 건설 후에 수표면적 증가와 지하수위의 상승으로 인해 댐 상류지역 유출율이 미소하게 증가함을 보였으며, 한국수자원공사(1997)에서는 금강수계의 대청댐 건설에 따른 하도의 변화양상을 비교·분석하여 댐에 의한 유사이송의 차단으로 인해 세굴과 퇴적 양상의 변화가 발생하였음을 파악한 바 있다. 그러나, 이러한 연구가 댐의 역할 측면에서, 즉 원래 계획했던 댐 본연의 임무가 충실히 수행하고 있는지를 종합적으로 파악하는 부분에서는 상대적으로 미약했던 것으로 판단된다.

따라서, 본 연구에서는 우리나라의 경우 하천유량의 변동성이 크다는 문제점을 해결하기 위해 실시되고 있는 댐의 건설이 실제적으로 그 본래의 목적을 달성하고 있는지를 검토해보고자 한다. 특히 댐 건설 전후 댐 하류의 유황 변화에 대해 살펴봄으로서, 댐 건설에 따른 하천유량의 변동성을 검토하고자 하였다.

이를 위해 대청댐이 위치해 있는 금강유역을 연구의 대상유역으로 하였으며, 댐 건설 전후의 인공위성 영상 자료를 분석해서 댐 하류 수표면의 변화를 평가하였고, 대청댐 하류에 위치한 수위관측소 중에서 장기간의 자료를 보유하고 있는 공주 수위관측소의 자료를 이용해서 댐의 건설에 따른 하류 유황변화를 분석하고 그 영향을 평가하고자 하였다. 또한, 대청댐의 건설에 따른 하류 하도에서의 홍수량 규모 변화를 검토하기 위해 댐 하류의 수위관측소에서 측정된 댐 건설 전후의 연 초과치 유출량 계열에 대한 빈도해석을 실시하고 그 변화를 분석하였다.

2. 대상유역의 현황

본 연구는 대청댐이 위치해 있는 금강유역을 대상으로 하였다. 금강유역은 한반도의 중서부에 위치하며, 충청남도, 충청북도, 전라북도, 전라북도의 약 1/4 및 경기도 및 경상북도 일부를 포함하는 유역 면적 9,886 km²의 대유역으로서, 대략 남한면적의 1/10정도인 남한 제3의 유역이며 본류의 유로 연장이 393.9km에 이른다(한국수자원공사, 1992).

금강 유역에 위치한 대청 다목적댐은 금강 하구로부터 150km 상류, 대전 및 청주시로부터 각각 16km 지점에 위치하고 있으며, 본 댐 이외에 역조정지와 대전·청주 취수탑 및 3개의 부댐으로 구성되어 있다. 유역면적 4134.54km², 총 저수용량 1490백만m³로 저수용량 기준으로 우리나라에서 세 번째 규모인 대청댐은 1975년 착공되어 1980년에 완공되었으며, 댐 하류의 홍수 재해를 경감할 뿐 아니라 급속도로 증가하고 있는 인접 대도시의 생활 및 공업용수를 공급하고 있으며 금강하류의 관개용수와 수력발전 및 금강하구의 염해 방지에도 기여하고 있다.

3. 인공위성 영상자료를 이용한 댐 건설 전후 하류 수표면의 변화 분석

댐 건설 전후의 대청댐 하류 수표면의 변화를 분석하기 위하여 댐 건설 전후에 댐 하류구간을 촬영한 인공위성 영상을 구입하여, 영상처리를 통해 수표면 구역

을 벡터화하고 GIS분석을 실시하였다. 이를 위해 인공 위성 영상이 촬영된 시기를 댐 건설 전(1975년)과 댐 건설 직후(1985년) 및 최근(1995년)의 세 시기로 구분하였으며, 촬영센서의 선택을 위해 댐 건설전후의 기간에 대해 모두 영상구입이 가능한 해상력 68m인 MSS(Multi Spectral Scanner)영상을 일괄적으로 구입하여 분석하였다.

본 연구에서 사용한 위성영상은 구분된 세 시기의 봄과 가을에 해당하는 영상이지만, 1975년의 봄 영상은 구름이 많은 관계로 분석에 어려움이 있어 1974년 4월의 영상을 구입하여 분석하였다. 이와 같은 영상의 현황을 표 1에 나타내었는데, 인공위성 Landsat 1, 2호와 3, 4, 5호의 좌표체계는 다소 차이가 있기 때문에 금강유역에 해당하는 중심좌표는 Landsat 1, 2호의 경우는 PATH 125-ROW 35에 해당되며 3, 4, 5호의 경우는 PATH 115-ROW 35에 해당한다.

구입된 영상은 영상처리 소프트웨어인 Image Translator로 처리하여 자료를 추출하였다. 추출된 자료는 MAI(MGE Advanced Imager)를 이용하여 대기보정 및 기하보정 등의 영상처리를 실시하였으며, 최종적으로 분석된 결과를 표 2에 나타내었다. 표 2는 각각의 시기에 해당하는 봄과 가을의 영상에 대하여 하천의 수표면 변화에 분석결과를 수록한 것으로서, 영상의

하천부를 수경계면을 따라 벡터화하여 하천상에 실제로 존재하는 물의 표면적과 그 평균폭 등을 구한 것이다.

표 2에 나타난 것과 같이 댐 건설 후의 댐 하류 하천은 전체적으로 수표면의 폭과 면적이 줄고 있음을 알 수 있다. 이는 댐 건설 이후에 댐이 홍수조절 능력을 가지게 됨에 따라 유황이 안정적으로 일정해지면서, 수표면 이외의 지역이 장기간 노출됨에 따라 하천의 유수단면이 거의 일정하게 유지되어 유수단면 이외의 지역에 잡초지가 형성되어 수표면이 감소하게 나타난 것으로 판단된다. 하지만 이것이 하천단면의 축소를 의미하는 것으로 단정할 수 있는 것은 아니다. 왜냐하면, 위성 자료는 단지 수표면에 대한 정보만을 보여주기 때문에 하천단면상의 잡초나 초지 및 그 외의 건조물 등에 의한 범위는 다르게 분류할 수 있으며, 또한 본 연구가 대상시기의 봄과 가을에 국한되었기 때문이다. 이외의 영향을 살펴보면 수표면의 전체적인 감소경향으로부터 댐 건설 후에 침수지역이 감소하는 것으로 분석할 수 있는데, 이것은 댐의 조절로 인해 댐 건설 전에 비해 대규모의 유출이 줄어들면서 침수지역이 감소하기 때문인 것으로 판단된다.

이러한 인공위성 영상자료를 이용한 분석으로부터 단정적으로 결론짓기는 힘들지만, 댐 건설이 하류하천의 유황을 개선해서 안정적인 공급을 가능하게 해주는

표 1. 분석에 이용된 인공위성 영상자료 현황

인공위성	센서	촬영일자	PATH	ROW
LANDSAT	MSS	1974. 4. 23	125	35
	MSS	1975. 11. 11	125	35
	MSS	1985. 3. 12	115	35
	MSS	1985. 11. 15	115	35
	MSS	1995. 5. 3	115	35
	MSS	1995. 11. 11	115	35

표 2. 댐 건설 전후의 댐하류 수표면의 변화

대 상 시 기		수표면적(m ²)	주장(m)	평균폭(m)	
댐 건설 전	1975년	1974. 4	61,899,016.15	282,893.70	457.88
		1975.11	49,663,889.86	284,704.24	367.38
		평 균	55,781,453.01	283,798.97	412.63
댐 건설 후	1985년	1985. 3	50,929,414.39	276,001.84	376.74
		1985.11	51,721,330.77	283,527.59	382.60
		평 균	51,325,372.58	279,764.72	379.67
	1995년	1995. 5	45,608,339.26	268,430.83	337.38
		1995.11	48,165,527.39	276,439.85	356.29
		평 균	46,886,933.33	272,435.34	346.84

역할과 침투유량의 감소로 침수지역을 줄여주는(홍수피해를 저감시켜주는) 역할을 동시에 담당하고 있음을 짐작할 수 있을 것이다.

4. 댐 건설에 따른 하류유황의 변화 분석

4.1 분석자료

본 연구에서는 댐 건설로 인한 유황 변화의 분석지점으로 대청댐 하류에 위치하면서 1915년부터 관측이 시작된 공주 수위관측소 지점을 선정하였다. 공주 수위관측소의 수위-유량관계곡선식은 기간별로 다양한 형태를 보이며, 대부분의 수위-유량관계곡선식이 홍수위를 기준으로 작성되었기 때문에, 갈수기에는 그 정확도가 떨어진다. 따라서 본 연구에서는 건설교통부(1999)에서 새로이 작성한 수위-유량관계곡선식을 이용해서 유량을 산정하였다.

자료의 분석기간은 비교적 안정적인 조사가 이루어진 1955년 이후부터 1997년까지로 하였으며, 이 기간 동안의 자료 현황을 표 3에 나타내었다. 표 3에서 ()안의 숫자는 결측일수이며, 1990년에 발생한 2일의 결

측은 전후수위를 비교하여 보간하였고, 결측이 비교적 장기적으로 이루어진 1961, 1964, 1965, 1986, 1989, 1990년의 경우는 분석에서 제외하였다. 또한, 본 연구에서는 대청댐의 완공이 1980년에 이루어졌고, 1955년 자료부터 사용하였기 때문에, 댐 건설 전을 1955-1980년, 댐 건설 후를 1981-1997년으로 분류하여 각각의 기간별로 유황변화에 대한 분석을 실시하였다.

4.2 통계적인 특성 비교

먼저, 표 3에 나타난 대청댐 건설전후 공주 수위관측소 지점의 일 유량자료를 이용해서 연도별로 연평균 유출량 및 표준편차를 계산하여 그림 1에 나타내었다. 그림 1에서 알 수 있듯이 댐 건설 전의 연평균 일유출량은 132.3m³/s였으나, 댐 건설 후에는 138.0m³/s로 약간 증가하였으며, 표준편차는 건설 전의 338.6m³/s에서 건설 후의 249.5m³/s로 크게 감소하고 있음을 알 수 있다. 따라서, 댐 건설 후에 인공적인 댐의 조절이 있다고 하더라도 평균적인 유출량은 댐 건설 전후에 큰 변화가 발생하지 않지만, 댐의 조절효과로 인한 유량의 변동폭이 줄어들기 때문에 표준편차가 큰 폭으로 감소하고 있

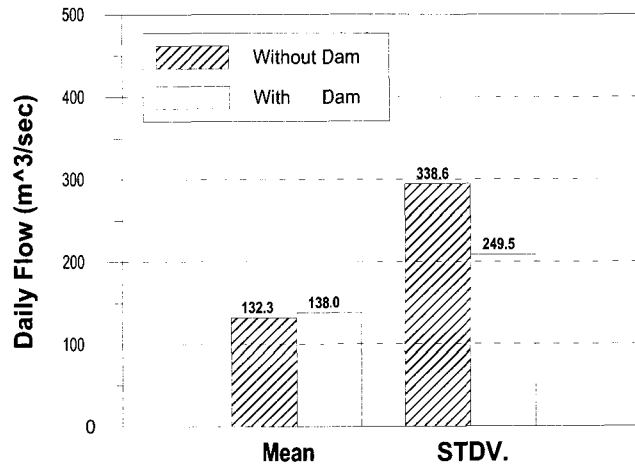


그림 1. 댐 건설 전후 연평균 일유출량과 표준편차의 비교

표 3. 공주 수위관측소 일수위자료 보유 현황

관측소명	일수위자료 보유 현황	자료 보유기간	자료 사용기간	비 고
공 주	55, 56, 57, 58, 59, 60, 61(14), 62, 63, 64(31), 65(91), 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80	26년	23년	댐 건설 전
	81, 82, 83, 84, 85, 86(28), 87, 88, 89(32), 90(2), 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97	17년	15년	댐 건설 후

주) ()안의 숫자는 결측일수임.

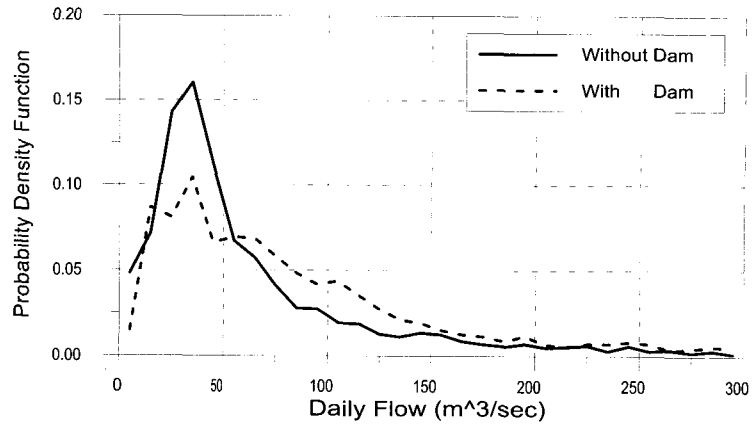


그림 2. 댐 건설 전후 일 유출량의 확률밀도함수

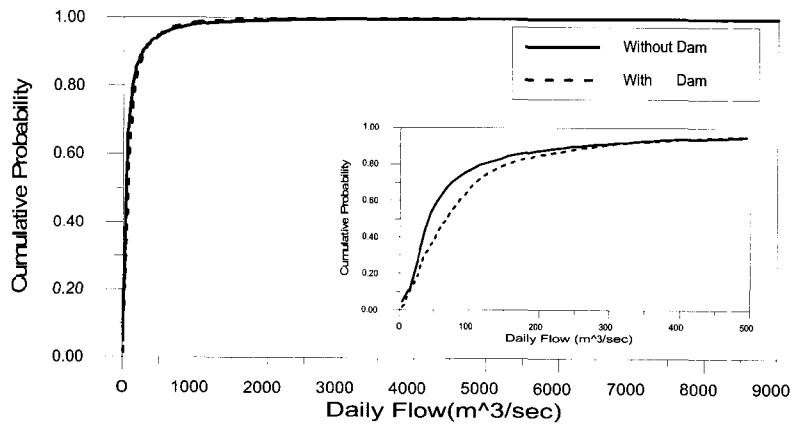


그림 3. 댐 건설 전후 일 유출량의 누적확률밀도함수

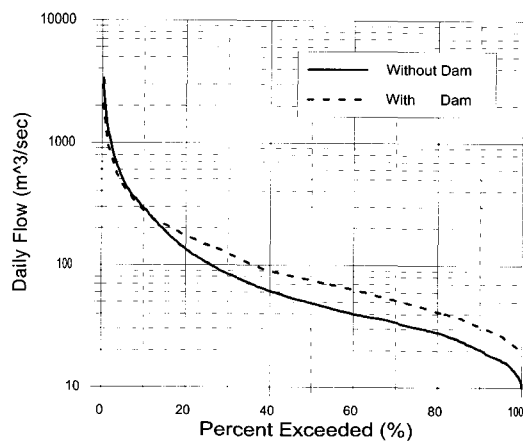


그림 4. 댐 건설 전후 유황곡선의 변화

음을 알 수 있다.

그림 2와 그림 3에 댐 건설 전후의 공주 수위관측소 지점 일 유출량의 확률밀도함수와 누가확률밀도함수의 변화를 도시하였다. 그림 2의 확률밀도함수의 비교를 통해 가장 큰 빈도를 보이는 일 유량은 댐 건설 전후 모두 약 30m/s 정도임을 알 수 있다. 그러나, 상대적인 발생빈도를 살펴보면 댐 건설 전이 건설 후에 비해 저유량측에서 많이 발생하며, 댐 건설 후에는 저유량측이 감소하면서 건설 전에 비해 좀더 큰 유량의 발생비율이 높아지고 있다. 이것은 그림 1의 분석을 통해 나타난 결과와 마찬가지로 댐에 의한 조절효과로 인해 하류의 유황조건이 상당부분 개선되었음을 보여주는 것이라 하겠다.

그림 3에 누가확률밀도함수의 비교를 통해서도 마찬가지로 저유량 부분의 발생확률이 댐 건설 전에 비해 건설 후가 많이 낮아지고 있음을 보여주고 있으며, 댐에 의한 유황개선효과를 다시 한번 확인할 수 있다.

4.3 유황곡선의 비교

유황곡선(flow duration curve)은 하천수계상의 어떤 지점에서의 가용 하천유량의 규모와 변동성을 평가하기 위한 수단이다. 따라서 본 연구에서는 유황곡선을 이용한 댐 건설 전후 하천유량의 변화를 평가하고자 하였다. 이를 위해 대청댐 건설전후 공주 수위관측소 지점의 일 유량자료를 이용해서 댐 건설 전후의 유황곡선을 작성하여 그림 4에 도시하였으며, 댐 건설 전후의 지속기간별 유황곡선의 차를 산정해서 그림 5에 나타내었다.

그림 4에 나타낸 유황곡선을 살펴보면 지속기간이 대략 12% 정도 되는 고유량 부분까지는 댐 건설 전의 유량이 크며, 그 이후에는 작아지는 것을 알 수 있다. 이것은 앞에서 분석한 통계적인 방법들에 대한 분석결과와 마찬가지로, 댐 건설 후의 조절효과로 홍수시 유량은 줄어들고 평수기나 갈수기의 유량은 증가되는 홍수조절 및 유황개선 효과를 잘 보여주는 것이라 할 수 있다. 이러한 유황개선 효과는 그림 5에서와 같이 홍수시에는 최대 1300m³/s의 홍수조절 효과가 있었으며, 갈수기에는 평균 10m³/s(864,000m³/일) 정도의 유황개선 효과를 보여주고 있는데, 지속일수 43일(11.78%)을 전후로 홍수기에는 홍수조절 효과가 있고 나머지기 간에는 유황이 개선된 것으로 분석되었다.

한편, 댐 건설 전후의 최대 갈수년의 유황을 비교·분석하기 위해 댐 건설 전후의 최대갈수년(유출량 기준)

을 선정된 결과, 댐 건설 전의 최대갈수년은 1977년으로 연총유출량이 1.7×10⁹m³이었으며 댐 건설 후의 최대갈수년은 1992년으로 연총유출량은 1.05×10⁹m³로 나타났다.

선정된 최대 갈수년 일유량의 지속기간별 차를 그림 6에 나타내었는데, 연간 총 유출량 측면에서는 1992년의 유출량이 댐건설 이전인 1977년의 유출량에 비하여 작은데도 불구하고 그림 5에서 보여주듯이 갈수기에는 유황이 개선되고 있음을 알 수 있다. 즉, 하천설계기준(건설교통부, 2000)에서 정의하고 있는 저수량(275일 지속 유량)보다 약간 작은 298일(지속기간 81.37%) 지속유량부터 유황이 개선되는 것고 있으며, 일반적인 기준에서 하천유지용수로 고려되는 갈수량(355일 지속유량)은 상대적으로 7.2m³/s 정도의 개선효과를 보이고 있는 것으로 나타났다.

4.4 하상계수 및 유황계수의 비교

일반적으로 하천에서의 유황을 정의하는 하천유량으로 풍수량, 평수량, 저수량, 갈수량 등을 이용하는데, 풍수량은 1년을 통하여 95일은 이보다 더 작지 않은 유량으로 정의되며, 평수량은 185일, 저수량은 275일, 갈수량은 355일을 기준으로 한다(건설교통부, 2000).

또한, 우리나라에서 하천의 유황을 나타내기 위해 일반적으로 사용하는 지표는 하상계수로서, 하천유황의 변동정도를 표시하며 대하천의 주요지점에서의 최대유량과 최소유량의 비로 정의된다(윤용남, 1998). 그러나 하상계수는 이상 갈수나 이상 홍수에 의해 그 값이 매우 민감하기 때문에 평균적인 하천유황의 특성을 나타내기 위해 문제점이 있으며, 갈수나 홍수시의 유황관측 및 수위-유량 환산에 의한 자료의 신뢰도가 약한 현실을 고려하면 하천의 유황을 대표하기에는 무리가 있다(이진원 등, 1993).

따라서, 이진원 등(1993)은 이러한 점을 개선한 “유황계수”를 제시한 바 있으며, 이는 하천의 유황변화의 척도를 나타낼 수 있는 홍수량의 대표치로 지속기간 10일 유량과 갈수량의 대표치로 지속기간 355일 유량의 비로 정의된다.

본 연구에서는 이와 같이 하천의 유황변동을 나타내기 위해 사용되는 풍수량, 평수량, 저수량, 갈수량 및 하상계수와 유황계수를 댐 건설 전후의 공주 수위관측소의 유량자료를 이용해서 산정하였으며, 이를 표 4에 나타내었다. 표 4를 통해 알 수 있듯이 댐 건설 후에는 댐 건설 전에 비해 풍수량, 평수량, 저수량, 갈수량 모

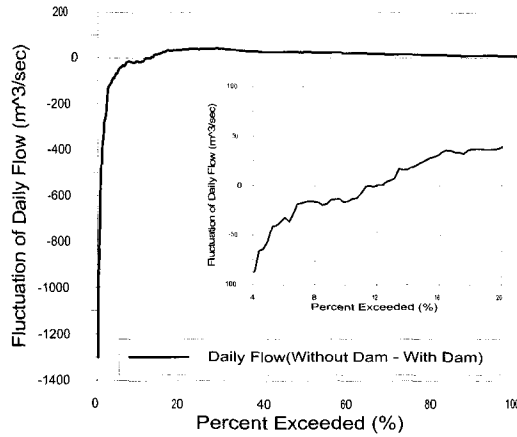


그림 5. 댐 건설 전후 유항곡선의 초과백분율별 일 유량의 차

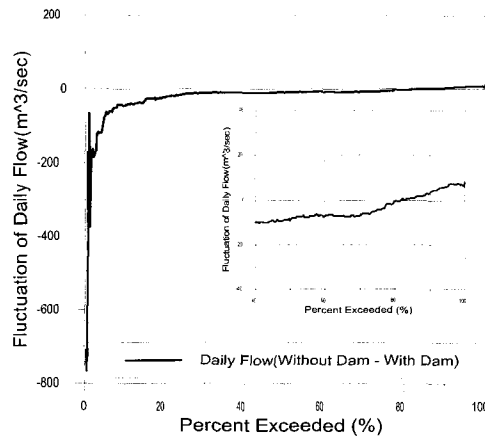


그림 6. 댐 건설 전후 최대갈수년 유항곡선의 초과백분율별 일 유량의 차

표 4. 댐 건설 전후 공주 수위관측소 지점의 유황 및 하상계수와 유황계수의 비교

구분	자료기간 (년)	유황분석(m/s)				하상계수	유황계수
		풍수량(Q95)	평수량(Q185)	저수량(Q275)	갈수량(Q355)		
댐건설전	'55-'80	99.5	48.2	30.6	14.8	335	55
댐건설후	'81-'97	141.7	74.1	46.4	23.2	108	30
변화율(%)		142	154	152	157	32	55

두 약 42-57% 정도 증가되는 것으로 나타나고 있으며, 하상계수의 경우는 약 32% 정도로 감소하고 있다. 또한 유황계수의 경우도 55% 정도로 감소하는 것으로 나타났다. 이러한 결과로부터 댐 건설로 인해 하류하천의 유황은 상당히 개선되고 있음을 다시 한번 확인할 수 있다.

5. 확률홍수량 산정을 통한 분석

5.1 대상자료 및 분석방법

댐 건설로 인해 생성되는 대응량의 저수지는 장기간에 걸친 방류량 조절로 저수나 홍수상황을 변동시키게 되며 이러한 유량의 조절, 균형화 효과는 긍정적인 댐

의 영향으로서 홍수를 경감시키고 물의 이용도를 제고시켜 준다. 본 연구에서는 대청댐의 건설에 따른 하류 하도에서의 홍수량 규모 변화를 검토하기 위해 댐 건설 전인 1963~1979년(17개년) 기간의 홍수량 규모와 댐 건설 후인 1981~1994년(14개년) 기간의 홍수량 규모에 대한 빈도분석을 실시하였다.

일반적으로 빈도별 홍수량의 산정은 관측소별 연최대 강우량을 빈도분석하여 빈도별 우량을 산정한 후 이를 유출모형에 입력시키는 방법을 통해 이루어지게 된다. 그러나 동일한 호우사상일지라도 토양의 함수상태, 증발산 손실, 침투율, 유출율 또는 하도유하에 따른 홍수파의 확산 등에 따라 홍수크기나 형태가 달라지므로 강우와 홍수는 통계학적으로 볼 때 같은 모집단에 속한다고 볼 수가 없다. 더구나 확률적으로 강우나 홍수사상이 같은 모집단이라고 가정한다해도 강우 유출모형의 불확실성과 유역내 점강우량 사이의 통계적 종속성에 따른 평균 우량 평가의 곤란성 때문에 호우와 이에 따른 홍수에 동일한 빈도개념을 부여하기가 어렵다.

따라서 본 연구에서는 짧은 기간의 모집단이라는 하지만 댐 건설 전후의 연 초과치 홍수량 계열을 작성하여 빈도해석 하는 방법을 채택하였으며, 분석 대상지점으로서는 대청댐 하류의 분류에 위치한 수위관측소 중 공주와 규암의 2개 지점을 선정하였다. 선정된 지점에서 댐 건설 전후 각각의 연 초과치 홍수량 계열을 작성하

였으며, 이를 표 5에 나타내었다.

표 5에 나타낸 공주와 규암 지점의 연 초과치 홍수량 계열에 대한 빈도분석을 위해 정규분포, 2변수 대수정규분포, 3변수 대수정규분포, 2변수 Gamma분포, 3변수 Gamma분포, Log-Pearson Type-3분포, Type-1 극치분포, Type-3 극치분포 등 8개의 확률분포형을 선정하였다. 이들 확률 분포형을 자료시계열에 적합(fitting)시키기 위해 결정해야 하는 매개변수의 산정방법에는 모멘트법(method of moment), 최우법(method of maximum likelihood), 확률가중모멘트법(method of probability weighted moment) 등이 있으나, 본 연구에서는 WMO(World Meteorological Organization)가 추천한 확률가중모멘트법을 이용하였다. 또한 적정 분포형을 선정하기 위한 적합도 검정을 위해 K-S Test와 Chi-square Test를 실시하였으며, 이를 통해 2변수 대수정규분포, 3변수 대수정규분포, 3변수 Gamma분포, Type-1 극치분포 등이 적합한 것으로 분석되었다.

5.2 댐 건설 전후 빈도별 홍수량의 비교 분석

전술한 바와 같이 공주와 규암 지점 연 초과치 계열에 대한 분포형 검정을 통해 2변수 대수정규분포(2LN), 3변수 대수정규분포(3LN), 3변수 Gamma분포(3GA), Type-1 극치분포(TE1) 등이 적합한 것으

표 5. 공주와 규암 지점의 연 초과치 계열

순위	댐 건설 전(1953-1979년)				댐 건설 후(1981-1994년)			
	공주관측소		규암수위표		공주관측소		규암수위표	
	발생일	홍수량 (m/s)	발생일	홍수량 (m/s)	발생일	홍수량 (m/s)	발생일	홍수량 (m/s)
1	1969.8. 8	5,237	1969.8. 8	5,929	1987.7.23	4,193	1987.7.23	5,115
2	1978.8.20	4,704	1971.7.27	5,268	1987.8.31	3,888	1985.9.20	4,748
3	1965.7.23	4,653	1965.7.23	5,043	1987.7.26	3,677	1987.9. 1	4,261
4	1979.6.26	4,449	1978.8.21	4,945	1987.9. 1	3,361	1984.9. 3	4,092
5	1978.8.21	4,200	1969.8. 7	4,754	1985.9.20	3,078	1987.8.31	4,009
6	1979.6.27	4,139	1979.6.27	4,553	1989.7.28	2,882	1987.7.22	3,951
7	1963.5.31	3,841	1969.8. 4	4,487	1985.8.18	2,499	1992.8.28	3,857
8	1967.7.24	3,829	1963.7.27	4,460	1987.8.30	2,465	1985.8.18	3,551
9	1965.7.17	3,806	1969.8. 9	4,395	1987.7.22	2,330	1994.8.30	3,408
10	1965.7.22	3,794	1963.5.31	4,382	1990.9.12	2,183	1993.7.14	3,398
11	1971.7.27	3,656	1978.8.20	4,214	1984.9. 3	2,026	1987.8.30	3,311
12	1972.7.18	3,554	1969.7.17	4,075	1987.7.27	2,026	1984.9. 2	3,121
13	1969.8. 7	3,442	1964.7.19	3,975	1984.9. 2	1,957	1993.8.10	2,957
14	1963.7.27	3,245	1969.8. 3	3,975	1989.9.15	1,957	1993.8.11	2,937
15	1978.7.19	3,170	1969.8. 5	3,865	-	-	-	-
16	1972.8.20	3,107	1965.7.18	3,816	-	-	-	-
17	1974.7. 9	3,033	1969.8. 6	3,792	-	-	-	-

표 6. 댐 건설 전후 공주와 규암지점의 빈도별 홍수량

지 점	확률 분포형	빈도별 확률홍수량(m ³ /s)								
		50년			100년			200년		
		전	후	차(%)	전	후	차(%)	전	후	차(%)
공 주	2LN	5,288	4,620	-12.6	5,520	4,972	-9.9	5,741	5,317	-7.4
	3LN	5,316	4,530	-14.8	5,560	4,838	-13.0	5,794	5,134	-11.4
	3GA	5,430	4,738	-12.7	5,716	5,123	-10.4	5,994	5,499	-8.3
	TE1	5,487	4,744	-13.5	5,826	5,162	-11.4	6,163	5,579	-9.5
	평균	5,380	4,658	-13.4	5,656	5,024	-11.2	5,923	5,382	-9.1
규 암	2LN	5,725	5,254	-8.2	5,922	5,501	-7.1	6,109	5,738	-6.1
	3LN	5,877	5,284	-10.1	6,152	5,545	-9.9	6,424	5,796	-9.8
	3GA	6,072	5,438	-10.4	6,422	5,758	-10.3	6,764	6,072	-10.2
	TE1	5,970	5,453	-8.7	6,285	5,807	-7.6	6,600	6,160	-6.7
	평균	5,911	5,357	-9.4	6,195	5,653	-8.7	6,474	5,942	-8.2

로 분석되었으며, 따라서 이들 분포형을 이용하여 댐 건설 전후에 공주 및 규암지점의 빈도별 홍수량을 산정하였고 50년, 100년, 200년 빈도에 대한 값을 표 6에 나타내었다.

표 6에 나타난 것처럼, 지점 및 빈도별 변화를 종합적으로 판단하기 위하여 분포형별로 산정된 빈도별 홍수량을 평균하여 그 변화를 살펴보았다. 두 지점 모두 댐 건설 후의 빈도별 홍수량이 감소하는 것으로 나타났으며, 공주지점의 경우 50년 빈도일 때 약 13.4%의 감소하였고 100년과 200년 빈도는 각각 11.2%와 9.1%가 감소하는 것으로 분석되었다. 규암지점의 경우는 공주지점에 비해 그 감소폭이 약간 작게 나타났으며, 8.2%에서 9.4% 사이의 감소를 보여주었다. 이와 같은 분석결과로부터 대청댐 건설에 따른 홍수량의 조절효과로 인해 댐 하류홍수량의 규모가 8~13% 정도의 범위에서 감소하는 것을 파악할 수 있었다.

6. 결 론

본 연구에서는 댐 건설에 따른 댐 하류 유황의 변화에 대해 살펴보려고 하였다. 이를 위해 대청댐이 위치해 있는 금강유역을 대상으로 하였으며, 댐 건설 전후의 인공위성 영상자료를 분석해서 댐 하류 수표면의 변화를 평가하였고, 유황변화에 대한 분석을 위해서는 대청댐 하류에 위치한 공주 수위관측소의 자료를 이용해서 댐의 건설에 따른 하류 유황변화를 분석을 실시하고 그 영향을 평가하였다. 또한, 댐의 홍수조절에 따른 홍수량 규모의 변화를 살펴보기 위해 대청댐 하류의 공주와 규암지점의 연 초과치 계열에 대한 빈도해석을 실시

하고 그 변화를 분석하였다. 이와 같은 연구를 통해 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

첫째, 댐 건설 전후의 인공위성 영상자료에 대한 분석으로부터, 댐 건설 후에 댐 하류 하천의 수표면 폭과 면적 및 침수면적이 감소하는 것으로 나타났다. 이를 통해 댐 건설이 하류하천의 유황을 개선해서 안정적인 공급을 가능하게 해주는 역할과 침투유량의 감소로 침수지역을 줄여주는(홍수피해를 저감시켜주는) 역할을 동시에 담당하고 있음을 짐작할 수 있었다.

둘째, 댐 건설 후 하류유황의 변화를 파악하기 위해, 공주 수위관측소 38개년의 유량자료를 이용하여 댐 건설 전후의 평균 및 표준편차의 변화, 확률밀도함수와 누가확률밀도함수의 변화, 유황곡선의 변화, 하상 및 유황계수 등의 변화를 분석하였다. 이를 통해 상대적인 홍수량의 감소와 저수량의 증가를 확인할 수 있었으며, 댐에 의한 조절효과로 인해 하류유황이 개선되었음을 알 수 있었다.

셋째, 댐 건설 전후 댐 하류에 위치한 공주와 규암 수위관측소 연 초과치 계열에 대한 빈도해석을 통해 50년, 100년, 200년 빈도 홍수량을 산정하여 비교하였으며, 댐의 조절로 인해 홍수량 규모가 8~13% 정도의 범위에서 감소하는 것을 알 수 있었다.

이와 같은 분석결과로부터 대청댐 건설에 따른 하류 유황의 개선효과를 알 수 있었으며, 수자원의 관리 및 이용측면에서 이·치수에 기여하는 댐의 긍정적인 효과를 다시 한번 확인할 수 있었다.

참 고 문 헌

- 건설교통부(1999). **금강수계 하천수 사용실태조사 및 하천유지유량 산정**.
- 건설교통부(2000). **하천설계기준**.
- 이재형, 김양일, 황만하, 정재성(1994). “금강 하구호의 월 유입량 추정에 관한 연구.” **한국수문학회지**, 한국수문학회, 제27권, 제3호, pp. 83-93.
- 이진원, 김형섭, 우효섭(1993). “댐 건설로 인한 5대수계 분류의 유황변화 분석.” **대한토목학회 논문집**, 대한토목학회, 제13권, 제3호, pp. 79-91.
- 윤용남(1998). **공업수문학**, 청문각, pp. 249-253.
- 윤용남, 강병석, 김웅대, 김재형, 고익환(1998a). “댐 건설 전후 유역의 장기유출특성변화의 분석: II. 모형의 매개변수 산정을 통한 유역 장기유출특성 변화 분석.” **대한토목학회 논문집**, 대한토목학회, 제18권, 제II-5호, pp. 461-470.
- 윤용남, 유철상, 안재현, 양인태, 고덕구(1998b). “댐 건설 전후 유역의 장기유출특성변화의 분석: I. GIS를 이용한 NWS-PC 모형의 매개변수 추정.” **대한토목학회 논문집**, 대한토목학회, 제18권, 제II-5호, pp. 449-459.
- 한국수자원공사(1992). **전국 하천조사서**.
- 한국수자원공사(1997). **댐 건설 전후의 자연환경변화에 관한 연구(대청댐 유역을 중심으로)**.
(논문번호:02-54/접수:2002.08.19/심사완료:2002.11.28)