

용담댐에 의한 유역변경이 하류 대청댐 저수량 관리에 미치는 영향 경감 방안 연구

A study for the Mitigation of Impact to Daecheong Dam
Management due to the Water Transfer by Yongdam Dam

김 태 철*, 박 정 남*
Kim, Tai Cheol, Park, Jung Nam

Abstract

As more water becomes necessary for agricultural, industrial and other purposes, certain regions are facing the water shortage. Accordingly, it is needed to transfer water over long distances from surplus to deficit areas. But, this inter-regional water transfers are going to be crucial in the coming years, because they are the answer to the "Two faces of water - Floods and Droughts". Generally, inter-regional water transfer affects the quantity and quality of water in the river and reservoirs in the downstream.

Yongdam multipurpose dam was constructed to divert a part of Geum riverflow to Mangyeong watershed and to supply the domestic and industrial water to the Jeonju region and produce the hydro-electricity.

The impact of operation plan of Yongdam dam on the management of quantity and quality of water in the Geum river and Daecheong dam was investigated. And, some counter measures how to operate the Yongdam dam to reduce the impacts on the Daecheong dam were proposed in the study. It was recommended that the discharge of water transfer from one region to another should be minimized as much as possible to reduce the impacts not only on the water shortage of the downstream, but also on the environment and ecology of the downstream.

1. 서론

지역적 수자원 불균형을 해소하기 위하여 풍부한 수계에서 부족한 다른 수계로 물을 공급하는 방식을 유역변경에 의한 수자원 개발

이라 한다. 이 방식은 수자원의 효율적 이용이라는 측면과 환경·생태에 미치는 영향이라는 상반된 가치가 대립하고 있어 조화로운 계획이 매우 중요하다.

용담댐은 전주권과 서해안 개발지역에 생·

* 충남대학교 농과대학

키워드: 유역변경, 대청댐, 용담댐, 하천관리유량
저수량관리

공업용수를 안정적으로 공급하면서 수력에너지를 생산하고, 금강 중·하류 지역의 홍수피해를 경감시키기 위하여 금강 상류에 저수량 약 8억 m^3 규모로 건설 중에 있으며 2000년 11월부터 담수가 진행되고 있다. 하천길이가 400km인 금강의 중류부에는 충청권에 생공업용수를 안정적으로 공급하기 위하여 1980년 건설된 유역면적 4,134 km^2 , 총저수용량 약 15억 m^3 규모의 대청 다목적댐이 있다. 따라서, 전주권의 생공업용수 공급을 위하여 용담댐에서 금강 물이 만경강으로 유역 변경됨에 따라 유하량 감소로 인하여 하류 금강의 하천관리유량 공급과 대청댐의 수량과 수질관리에 어떤 영향을 미칠 것이 예상된다.

이 연구에서는 유역변경 방식에 의한 수자원 개발로 예상되는 하천유황변화와 대청댐 저수량 관리에 미치는 영향을 최소화할 수 있도록 인구예측, 생공업용수 수요량 추정, 하류하천의

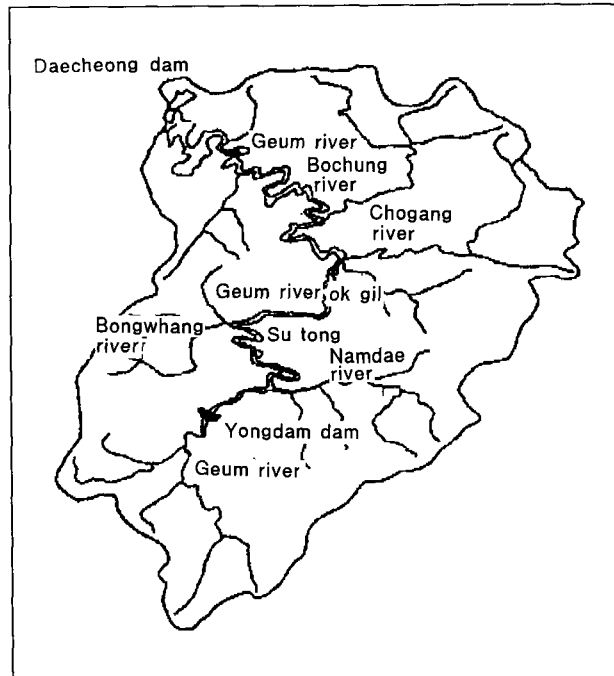
관리유량 및 대청댐 운영실적을 검토하여 합리적인 용담댐 저수량 운영방안을 제시하였다.

II. 자료 및 방법

1. 유역 개황 및 분석자료

용담댐 유역도는 <Fig. 1>과 같다. 금강상류에서 용담댐 구간에는 장계천, 구랑천, 진안천, 정자천 등의 지류가 있다. 용담댐에서 대청댐 구간에는 하천길이가 19.8km, 유역면적 456.2 km^2 의 남대천, 52.3km, 244.2 km^2 의 봉황천, 82.4km, 680.9 km^2 의 초강천, 107.7km, 496.3 km^2 의 보청천 등 지류가 있다.

분석에 이용된 자료는 “용담 다목적댐 건설사업 실시설계보고서”(1991. 건설부) 등이며 이 연구결과는 “대전광역시, 2000. 대청호 상수원 수질보전연구”의 일부이다.



<Fig. 1> Watershed map of Daecheong and Yongdam dam

(Table 1) Design characteristics of Daecheong and Yongdam dam

Name	Watershed area	Total storage	Flood control	Water supply	Hydor-electricity	Annual inflow	Runoff ratio
Unit	km ²	×10 ⁶ m ³	×10 ⁶ m ³	×10 ³ m ³ /day	×10 ⁶ kWh/y	×10 ⁶ m ³	%
Daecheong	4,134	14.9	2.5	355	2.4	32.2	65.4
Yongdam	930	8.15	1.4	135	2.0	7.76	66.0

2. 전주권 생공업용수 수요량

전주권(전주, 익산, 군산, 기타 지역 등)의 연도별 생공업용수 수요량을 산정하였다. 수자원개발 계획수립시에 20~30년 후의 수요량을 정확히 예측하는 것은 대단히 어려운 문제이다. 용담댐 설계시 건설교통부(MOCT)에서 예측한 목표연도 2021년의 전주권 인구는 389만명이었고, 이번 대전시 조사에서 예측한 목표연도 2021년의 전주권 인구는 254만명으로 <Table 2>와 같이 큰 차이를 보이고 있다. 목표연도 2021년의 건설교통부(1994)의 전주권 인구예측 389만명을 기준으로 산정한

총 생·공업용수량은 1,841×10³m³/day 이며, 대전시(2000)의 전주권 인구예측 254만명을 기준으로 하고 공업용수량은 건설교통부(1994)내용을 그대로 산정한 총 생공업용수량은 1,305×10³m³/day 이다. 인구추정에 따라 용수 수요량 예측도 <Table 3>과 같이 큰 차이를 보이고 있다.

(Table 2) Annual trend of population in Jeonju region (10³ person)

Year	1993	1996	1999	2001	2006	2011	2016	2021
MOCT(1994)	1,372	1,542	1,679	2,047	2,390	2,805	3,334	3,893
Daejeon(2000)	1,249	1,284	1,478	1,747	1,890	2,067	2,279	2,537

(Table 3) Annual trend of water demand in Jeonju region (10³m³/day)

Year	MOCT's survey(1994)						Daejeon's survey (2000)					
	1996	2001	2006	2011	2016	2021	1996	2001	2006	2011	2016	2021
Jeonju	353.7	410.0	471.2	545.8	631.4	720.0	348.2	398.7	418.9	441.6	466.2	492.2
Domestic	192.1	248.4	309.6	384.2	469.8	558.4	186.6	237.1	257.3	280.0	304.6	330.6
Industrial	161.6	161.6	161.6	161.6	161.6	161.6	161.6	161.6	161.6	161.6	161.6	161.6
Iksan	140.3	255.9	292.7	333.2	378.9	430.6	125.6	253.6	254.9	259.4	265.1	269.3
Domestic	97.7	131.7	168.5	209.0	254.7	306.4	83.0	129.4	130.7	135.2	140.9	145.1
Industrial	42.6	124.2	124.2	124.2	124.2	124.2	42.6	124.2	124.2	124.2	124.2	124.2
Gunsan	202.3	274.5	344.5	407.7	478.6	560.1	135.2	247.3	283.5	329.6	389.4	464.5
Domestic	146.2	218.4	285.4	351.6	422.5	504.0	79.1	191.2	227.4	273.5	331.3	408.4
Industrial	56.1	56.1	56.1	56.1	56.1	56.1	56.1	56.1	56.1	56.1	56.1	56.1
Other towns	50.2	87.2	113.9	122.1	126.3	130.5	64.7	67.9	70.1	73.5	77.0	79.3
Total	747	1028	1219	1409	1615	1841	674	968	1027	1104	1196	1305

3. 하류하천의 하천관리유량

건설교통부 하천시설기준(1993)에는 하천환경과 생태를 보전하기 위하여 하천관리유량 개념을 도입하였다. 하천유지유량에 기준점 하류에서 유수의 점용을 위하여 필요한 이수유량을 합하여 하천관리유량으로 정의하였다. 따라서, 이 연구에서는 용담댐 설계시에는 고려하지 않은 하천관리유량을 반영한다.

4. 대청댐 운영실적

대청댐이 축조된 1980년 이후, 1981~1997년의 운영실적은 <Table 4>와 같다. 연평균 강수량 1,150mm, 연평균 유입량 $2,563 \times 10^6 \text{m}^3$, 유출율 51.7%로서, 설계시 추정된 연평균 유입량 $3,220 \times 10^6 \text{m}^3$, 유출율 65.4% 보다는 훨씬 못 미치는 실적이다. 최대 갈수년 1994년의 강

수량은 695.6mm, 유출율 28.8%로 연간 유입량은 $827 \times 10^6 \text{m}^3$ 에 불과하였고, 최대 풍수년 1987년의 강수량은 1,537mm, 유출율 75%로 연간 유입량은 $4,768 \times 10^6 \text{m}^3$ 에 달하였다.

대청댐 유효방류량 $2,312 \times 10^6 \text{m}^3$ 의 93%인 $2,143 \times 10^6 \text{m}^3$ 이 발전용수로 당초 계획수준인 2.2억kWh 전력을 생산할 수 있었으며 하류하천에는 좋은 영향을 주었다. 그러나, 대청댐에서 발전유량 $26.7 \text{m}^3/\text{s}$ 로 발전을 하고 이 용수가 급강을 유하하면서 하천유지용수 기능을 한 후 부여 취수장에서 취수하여 $231 \times 10^6 \text{m}^3$ 일을 생공업용수로 공급하려던 대청댐의 당초 다목적 기능이 크게 훼손된 댐운영이며 실적이다. 이와같이 당초 계획대로 발전용수에 의하여 생공업용수를 공급하는 형태가 아니고, 댐저수지에서 직접 취수하여 공급하는 형태라면 발전수량 감소로 인하여 하천유지 용수량이 감소되고, 하류 하천수질도 악화될 것으로 우려된다.

(Table 4) Annual operation data of Daecheong dam

Year	Rainfall	Inflow	Runoff ratio	Hydro-power water	Domestic water	Effective release	Electricity
Unit	mm	$\times 10^6 \text{m}^3$	%	$\times 10^6 \text{m}^3$	$\times 10^6 \text{m}^3$	$\times 10^6 \text{m}^3$	$\times 10^6 \text{kWh}$
1981	1,079.2	2,607	58.4	2,415	60.4	2,475	239
1982	759.7	1,142	36.4	1,103	67.3	1,170	343
1983	1,052.6	2,455	56.4	2,391	77.6	2,469	224
1984	1,161.7	2,825	58.8	2,635	82.8	2,718	257
1985	1,787.0	4,318	58.5	3,357	115.6	3,455	337
1986	1,177.1	2,680	55.1	3,095	124.6	3,193	297
1987	1,537.4	4,768	75.0	2,876	132.3	2,977	275
1988	788.2	1,254	38.5	1,594	163.6	1,707	138
1989	1,326.8	3,013	54.9	2,313	208.4	2,459	224
1990	1,213.7	3,091	61.6	2,886	224.2	3,048	286
1991	1,116.3	2,394	51.9	2,278	276.9	2,470	226
1992	950.7	1,665	42.4	1,333	311.0	1,552	125
1993	1,417.6	3,607	61.5	2,773	320.8	2,998	282
1994	695.6	827	28.8	948	370.4	1,218	84
1995	976.5	1,629	40.4	927	393.0	1,222	94
1996	1,177.5	2,247	46.2	1,611	426.3	1,935	161
1997	1,341.5	3,042	54.8	1,894	438.7	2,232	190
Mean	1,150.5	2,563	51.7	2,143	223.2	2,312	222

유효방류율(유효방류량/유효저수량)은 293%로서 연간 유효저수량의(7.9억m³)의 약 3배를 공급하는 셈이며, 무효방류량은 85년 792×10⁶m³, 87년 1,800×10⁶m³, 97년 660×10⁶m³를 제외하고는 별로 많지 않았으며, 17년 가운데 9년은 무효방류되었다. 1997년 현재, 대청댐에서 공급한 생공업용수량은 4.4×10⁶m³ (금강하류 부여, 옥룡취수량 포함)로 120×10⁶m³/일이다.

2021년도 용담댐에서 전주권으로 공급해야 할 생공업 용수량은 1,305×10⁶m³/day로 산정하였다. 현재 공급가능한 생·공용수 취수시설 용량은 <Table 5>와 같이 563.5×10⁶m³/day이다. 이 양을 제외한 742×10⁶m³/day이 2021년의 전주권 용수 부족량이다. 당초 1994년 설계시 용담댐 공급계획 용수량은 1,350×10⁶m³/day 이므로 목표년도의 인구는 145만명, 용수수요량은 608×10⁶m³/day 과대하게 추정된 것으로 판단되었다.

III. 결과 및 고찰

1. 용담댐 하류에 미치는 영향을 최소화할 적정 하천관리유량

따라서, 당초 계획보다 용담댐 하류 및 대청댐 저수량에 미치는 유입량 감소 영향을 608×10⁶m³/day 만큼 경감할 수 있을 것이다.

가. 전주권 생공업용수 수요량 산정

이 연구에서는 생공업용수 수요량 산정을 위한 인구 예측치는 1999년 현재 전주권 인구가 147만명으로 건설교통부의 168만명과는 이미 큰 차이를 보이고 있어, 148만명을 예측하고 있는 대전시 조사의 인구예측치를 채택하였다.

나. 하류하천의 하천관리유량 산정

1) 이수유량의 산정

용담댐 상·하류 유역인 충북 영동군, 옥천군, 보은군, 충남 금산군과 전북의 진안군, 무주군, 장수군의 용수급수 현황은 <Table 6>과 같이 총 인구 약 34만명 가운데 약 14만명이 285ℓ/일의 급수량 약 4만m³/일 정도만을

<Table 5> Capacity of water supply facilities in Jeonju region

(m³/day)

Water	Name of city	Capacity of supply facility	Water sources			
			Daecheong	River-intake	Reservoir	Tube
Domestic	Jeonju	182,000	102,000	60,000	20,000	-
	Iksan	95,000	40,000	-	55,000	-
	Gunsan	103,400	60,400	-	43,000	-
	other towns	18,500	14,000	2,900	-	1,600
	Total	398,900	216,400	62,900	118,000	1,600
Industrial	Jeonju	70,000	-	70,000	-	-
	Iksan	-	-	-	-	-
	Gunsan	94,600	49,600	-	45,000	-
	other towns	-	-	-	-	-
	Total	164,600	49,600	70,000	45,000	-
Total		563,500	266,000	132,900	163,000	1,600

〈Table 6〉 Present condition and expectation of water supply in Yongdam dam region

Name	Conditions (1997)					Expectation (2021)		
	Total population	Population with water supply	Water supply ratio %	Water supply m ³ /day	ℓ /day	Population expected	Water supply ratio %	Water supply m ³ /day
Yeongdong	61,296	32,693	53.3	9,318	285	84,588	88	28,286
Okcheon	63,262	30,816	48.7	8,345	271	87,301	"	29,193
Boeun	46,038	14,767	32.1	4,197	284	63,532	"	21,245
Geumsan	70,125	25,753	76.8	9,201	357	96,772	"	32,360
Jinan	36,027	10,350	28.7	2,827	273	49,717	"	16,625
Muju	30,866	14,273	46.2	3,930	275	42,595	"	14,243
Jang su	29,801	7,130	23.9	1,775	249	41,125	"	13,752
Total	337,415	135,782	44.2	39,593	285	465,630	88	155,704

공급하고 있는 실정이다.

2021년의 인구추정(증가율 138% 적용) 약 47만명에게 380 ℓ/일 공급해야 하는 생활용수는 15.6만m³/일로 예상되어 부족량 약 12만m³/일이 필요하고 이를 하천유지용수량과 지천갈수량으로부터 공급하는 것으로 설계서에 되어 있으나 이는 당연히 용담댐에서 안정적으로 공급해야 할 것이다. 따라서, 2021년의 용담댐 하류지역 생활용수 부족량은 약 12만m³/일로 예상된다. 또한 이 지역에 대한 충청북도의 공업용수 공급계획을 용담댐의 전주권 공업용수 공급계획을 참고로(생활용수의 약 1/3) 추정하면 2021년 이 지역의 공업용수 수요량은 약 3.7×10⁶m³/일로 예측된다. 용담댐 하류측에 현재 36개 양수장에서 936ha의 논에 14×10⁶m³/일의 관개용수 등 기득수리권과 관련된 이수유량은 3.5m³/s(=30만m³/일)로 용담댐에서 공급하는 것으로 조정하였다.

2) 하천유지유량의 산정

설계 당시 용담댐 하류 금강으로 방류하려던 하천유지유량은 5.4m³/s 였다. 이는 용담댐 지점에서 저수량에 해당되는 유량이므로

연간 90일 정도는 갈수기 유황이 개선되는 효과가 있지만 나머지 270일간은 하천유황이 불리해질 수 있다.

따라서, 하천유지유량은 평균 갈수량이나 환경보전유량의 차원에서 산정할 것이 아니라 유역변경하는 도수량을 최소화하는 차원에서 산정하였다.

3) 하천관리유량 산정

용담댐 설계시에는 하천유지유량 5.4m³/s만을 고려하였지만, 이 연구에서는 1993년 하천시설기준 개정과 설계조건 변경에 따라 이수유량을 포함하는 용담댐 하천관리유량을 다음 4가지 방법으로 산정하여 재평가 하였다.

① 계획대로 5.4m³/s의 하천유지용수를 공급하는 경우:

당초 하천유지용수를 5.4m³/s로 결정한 것은 규암지점 10년 빈도 갈수량 44.1m³/s으로부터 유역면적비로 산정하여 구한 것이다. 이 때는 이수유량 3.5m³/s이 취수되고 난 후에는 하천유지유량은 2.9m³/s에 불과하기 때문에 금강의 하천수질과 생태에 많은 문제가 우려되며, 대청댐의 저수량과 수질에 영향이 있어 생공업

용수공급 계획에도 문제가 예상된다.

② 하천관리유량 8.9m³/s를 공급하는 경우:
 계획된 5.4m³/s의 하천유지용수에 이 지역 이수용량 3.5m³/s를 추가하여 8.9m³/s의 하천관리유량을 공급하는 경우이다.

③ 하천관리유량 12.4m³/s를 공급하는 경우:
 용담지점의 공급가능 유량 21m³/s에서 전주권 생공업용수 계획량 8.6m³/s(=74만m³/일)만을 공급하고 나머지 12.4m³/s를 하천관리유량으로 공급하는 경우이다.

④ 하천관리유량 16.4m³/s를 공급하는 경우:
 용담지점의 공급가능 유량 21m³/s에서 전주권 생활용수 계획량 4.6m³/s(= 40만m³/일)만을 공급하고 나머지 16.4m³/s를 하천관리유량으로 공급하는 경우이다. 전주권 공업용수 34만m³/일(=4m³/s)은 금강 광역상수도에서 공급하는 것으로 하였으며 또는 금강호에서 그리고 만경강 자체 유역내인 새만금호에서도 공급할 가능성이 있다.

이상 4가지 용담댐 하천관리유량에 대하여 검토한 바, 유역변경하는 도수량을 최소화하는 차원에서 대청댐과의 연계 운영에서 저수량 관리상 가장 적절하다고 판단되는 12.4m³/s를 하천관리유량으로 결정하였다.

2. 용담-대청댐 저수량 관리에 의한 연계 운영방안

용담댐에서 전주권 생공업용수 74×10⁶m³/일, 용담댐 하류 하천유지용수 5.4m³/s를 공급하게 될 것이다. 또한 100년 빈도 홍수량 4,070m³/s를 1,570m³/s로 조절방류하여 연간 12억원의 홍수조절 편익과 2.3억kWh의 수력발전을 기대하고 있다. 유역변경에 의한 용담댐 건설계획에 따라 운영할 때, 하류하천 유황과 대청댐 저수량에 미치는 영향을 물수지 모형을 참고로 분석하여 용담댐이 하류하천의 유황과 대

청댐 저수량에 미치는 영향을 검토하였다.

가. 용담댐 하천관리 유량에 따른 대청댐의 저수량변화 예측

하천관리유량 산정에서 기술한 용담댐 하천관리유량 5.4, 8.9, 12.4, 16.4m³/s 방류가 대청댐의 저수량에 미치는 영향을 1) 용담댐 건설 후에도 대청댐 발전을 현행대로 유지할 경우의 저수위 변화, 2) 용담댐 건설 후 대청댐의 저수위를 현행대로 유지할 경우의 발전용수량 변화에 대하여 검토한 결과 12.4m³/s이 적절한 수준으로 분석되었다.

1) 용담댐 건설 후에도 대청댐 발전을 현행대로 유지할 경우의 저수위 변화

용담댐 건설 전 17년간 대청댐 연평균 유입량은 2,563×10⁶m³이며 용담댐 건설 후에 계획대로 5.4m³/s의 하천유지용수를 공급할 경우에는 대청댐 유입량은 2,157×10⁶m³으로 연평균 406×10⁶m³이 감소하며 대청댐의 발전용수를 현행대로 유지할 경우의 대청댐 저수위는 강하할 것이다. 대청댐의 저수위 강하는 수량에도 문제가 되지만 갈수기 대청댐 수질에 크게 영향을 미치게 될 것이다. 용담댐 하천관리유량 12.4m³/s 인 경우, 대청댐 발전을 현행대로 유지할 경우 모의 발생한 연도별 월별 저수위 변화는 <Table 7>와 <Fig. 2>과 같다.

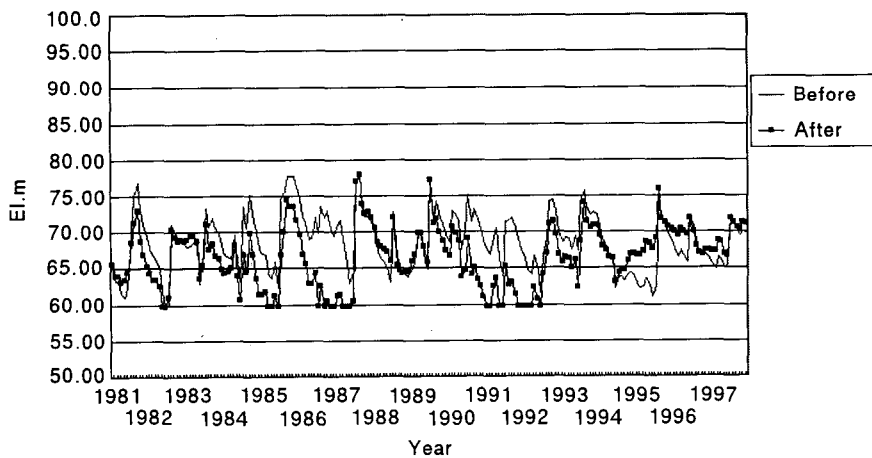
대청호로 유입되는 연평균 유입량은 용담댐 하천유지유량이 5.4m³/s이면 406×10⁶m³, 하천관리유량이 8.9m³/s이면 296×10⁶m³, 하천관리유량이 12.4m³/s이면 186×10⁶m³, 하천관리유량이 16.4m³/s이면 59×10⁶m³이 감소될 것으로 예상된다

2) 용담댐 건설 후 대청댐의 저수위를 현행대로 유지할 경우의 발전용수량 변화

용담댐 건설 후에 대청댐의 저수위를 현행대로 유지할 경우의 대청댐 연평균 발전용수량은 용담댐 하천유지유량이 5.4m³/s이면 288×10⁶m³

(Table 7) Water level change in case river maintenance water of $12.4\text{m}^3/\text{s}$

Year	Rainfall	Inflow		Hydropower		Domestic water	Water level	
		Before	After	Before	After		Before	After
Unit	mm	$10^6 \times \text{m}^3$		$10^9 \times \text{m}^3$		$10^6 \times \text{m}^3$	El.m	
1981	1,079.2	2,607	2,411	2,415	2,415	60.4	69.4	65.3
1982	759.7	1,142	1,276	1,103	1,054	67.3	68.3	68.7
1983	1,052.6	2,455	2,294	2,391	2,391	77.6	68.1	64.8
1984	1,161.7	2,825	2,582	2,635	2,635	82.8	67.6	61.3
1985	1,787.0	4,318	3,738	3,357	3,193	97.6	76.2	71.6
1986	1,177.1	2,680	2,468	3,095	2,878	98.2	69.5	59.7
1987	1,537.4	4,768	4,086	2,876	2,550	101.1	71.5	72.0
1988	788.2	1,254	1,364	1,594	1,594	112.5	63.8	64.5
1989	1,326.8	3,013	2,726	2,313	2,313	145.6	69.6	67.5
1990	1,213.7	3,091	2,786	2,886	2,886	162.1	68.7	61.1
1991	1,116.3	2,394	2,247	2,278	2,102	192.3	67.6	59.7
1992	950.7	1,665	1,683	1,333	1,188	218.8	70.0	66.9
1993	1,417.6	3,607	3,186	2,773	2,773	224.6	72.4	70.9
1994	695.6	827	1,032	948	948	269.8	63.8	66.9
1995	976.5	1,629	1,654	927	927	294.7	68.7	70.4
1996	1,177.5	2,247	2,134	1,611	1,611	324.0	66.4	67.4
1997	1,341.5	3,042	2,749	1,894	1,894	338.0	69.8	71.1
Mean	1,150.5	2,563	2,377	2,143	2,080	168.7		



(Fig. 2) Water level change in case river maintenance water of $12.4\text{m}^3/\text{s}$

<Table 8> Annual inflow to Daecheong lake according to releases from Yongdam dam

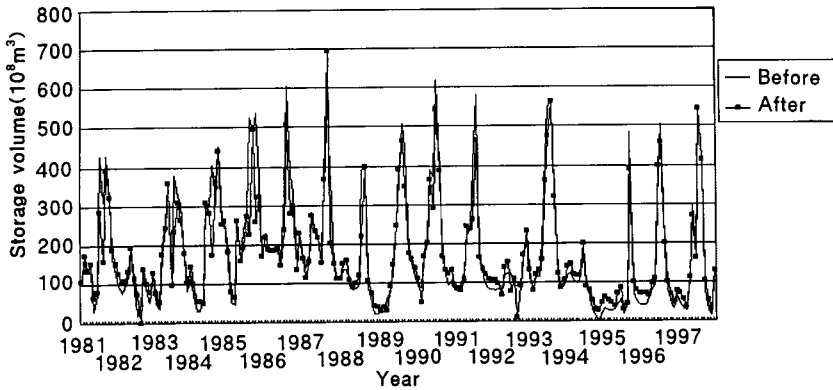
	Unit	Planned	Observed	River maintenance water from Yongdam dam (m ³ /s)			
				5.4	8.9	12.4	16.4
Annual inflow to Daecheong lake	10 ⁶ m ³ /year	32	25.6	21.6	22.7	23.8	25.0

정도 감소할 것으로 예상되며, 8.9m³/s 이면 184 × 10⁶m³, 12.4m³/s 이면 81 × 10⁶m³ 정도 감소될 것으로 예상된다. 용담댐 설계 계획대로 하천유지유량을 5.4m³/s로 방류할 경우 대청댐 저수위 강하를 방지하기 위해서는 발전용수(하천유

지용수) 방류량을 감소시켜야 하므로 대청댐 하류하천의 유량이 감소한다. 용담댐 하천관리유량 12.4m³/s인 경우, 대청댐 저수위를 현행대로 유지할 경우 모의 발생한 연도별 월별 발전용수량 변화는 <Table 9>와 <Fig. 3>과 같다.

<Table 9> Hydropower water in case river maintenance water of 12.4m³/s

Year	Rainfall	Inflow		Hydropower		Domestic water	Water level	
		Before	After	Before	After		Before	After
Unit	mm	10 ⁶ × m ³		10 ⁶ × m ³		10 ⁶ × m ³	El.m	
1981	1,079.2	2,607	2,411	2,415	2,202	60.4	69.4	69.4
1982	759.7	1,142	1,276	1,103	1,300	67.3	68.3	68.3
1983	1,052.6	2,455	2,294	2,391	2,229	77.6	68.1	68.1
1984	1,161.7	2,825	2,582	2,635	2,521	82.8	67.6	67.6
1985	1,787.0	4,318	3,738	3,357	2,723	97.6	76.2	76.2
1986	1,177.1	2,680	2,468	3,095	2,740	98.2	69.5	69.5
1987	1,537.4	4,768	4,086	2,876	2,779	101.1	71.5	71.5
1988	788.2	1,254	1,364	1,594	1,605	112.5	63.8	63.8
1989	1,326.8	3,013	2,726	2,313	2,251	145.6	69.6	69.6
1990	1,213.7	3,091	2,786	2,886	2,666	162.1	68.7	68.7
1991	1,116.3	2,394	2,247	2,278	2,094	192.3	67.6	67.6
1992	950.7	1,665	1,683	1,333	1,348	218.8	70.0	70.0
1993	1,417.6	3,607	3,186	2,773	2,653	224.6	72.4	72.4
1994	695.6	827	1,032	948	1,164	269.8	63.8	63.8
1995	976.5	1,629	1,654	927	1,064	294.7	68.7	68.7
1996	1,177.5	2,247	2,134	1,611	1,754	324.0	66.4	66.4
1997	1,341.5	3,042	2,749	1,894	1,969	338.0	69.8	69.8
Mean	1,150.5	2,563	2,377	2,143	2,062	168.7		



〈Fig. 3〉 Hydropower water in case river maintenance water of 12.4m³/s

나. 대청댐의 생·공업용수 공급능력 재평가

설계조건을 변화하여 1997년 현재 지난 17년간의 대청댐 유입량 실적과 생공업용수 및 발전용수 공급실적을 분석하여 대청댐의 공급능력을 재평가하였다.

1981~97년 유입량 실적에 용담댐에서 5.4m³/s의 하천유지유량을 공급하고 대청댐에서 발전을 하지 않고 댐에서 직접 생·공업용수 계획량 355만m³/일을 공급하는 경우에는 1995년 6, 7월에 사수위 이하로 고갈되었다. 용담댐에서 8.9m³/s의 하천관리유량을 공급하고 대청댐에서 발전을 하지 않고 댐에서 직접 생공업용수 계획량 355만m³/일을 공급하는 경우에는 저수량 고갈없이 용수를 공급할 수 있으며 이 때 최저수위도 El. 63.65m로 안정적이지만, 이 경우에는 발전을 하지 않으므로 금강하류 하천유지유량 공급이 안되어 하천환경과 생태에 문제가 야기된다. 대청댐 지점의 하천유지

유량을 규암지점 10년빈도 갈수량 44.1m³/s의 대청댐과 규암지점과의 유역면적비로부터 구하여 21m³/s로 설정하여 발전유량으로 취하였다.

금강하류 하천환경과 생태보전을 위하여 대청댐에서 하천유지용수 21m³/s로 발전용수를 공급하고 생·공업용수 계획량 355만m³/일의 공급할 경우에는 대청댐 저수위가 최저 수위인 El. 59.75m 이하로 고갈되는 횟수가 30회 발생하는 것으로 모의되어 당초 계획대로 발전량과 생·공업용수를 공급할 수 없는 것으로 판단된다.

용담댐 하천관리유량 12.4m³/s로 조정하고 대청댐 생공업용수 계획량 355만m³/일을 공급할 경우 목표량을 달성할 수 있으나 대청댐 지점의 하천유지유량(=발전용수) 공급 부족으로 하천수질에 미치는 영향이 클 것으로 판단된다.

용담댐 방류량을 12.4m³/s로 조정하고 대청댐 이수유량 (대청광역상수 25만m³/일) 및 대청댐 하류 하천유지유량 21m³/s로 방류할

〈Table 10〉 Hdropower water of Daechong dam according to releases from Yongdam dam

	Unit	Planned	River maintenance water from Yongdam dam (m ³ /s)			
			5.4	8.9	12.4	16.4
Annual hydropower water of Daechong lake	10 ⁸ m ³ /year	21.4	18.6	19.6	20.6	21.8

<Table 11> Water level of Daecheong lake according to the quantity of hydropower and domestic water supply

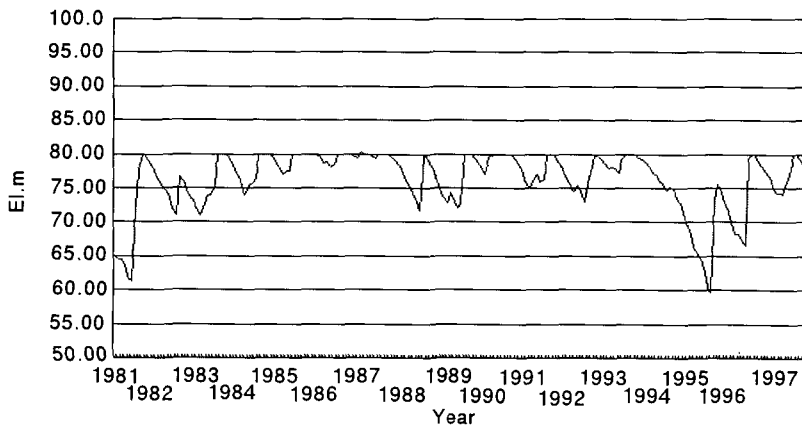
Domestic water supply		355×10 ⁴ m ³ /day		275×10 ⁴ m ³ /day
Hydropower discharge		None	21 m ³ /s	21 m ³ /s
Discharges of release from Yongdam dam for river maintenance flow (m ³ /s)	5.4	Lowest level at El.m 62.70	30 times below the low water level of El.59.75m	-
	8.9	Low level at El.m 63.65		-
	12.4	None below the low water level		1 time below the low water level
	16.4	None below the low water level		None below the low water level

경우 대청댐 생·공업용수 공급능력은 275만 m³/일로 감소될 것으로 분석되었다.

따라서 당초 대청댐 생·공업용수 공급 계획량 355만m³/일은 제반 설계조건변화로 275만m³/일로 감소될 것으로 예상되며, 1997년 현재 확정된 시설용량이 270만m³/일이기 때문에 이후 금강광역에 용수수요가 추가로 발생하면 새로운 취수원을 개발하여 공급해야 할 것이다.

<Fig. 4>과 같이 대청댐에서 금강하류 하천 유지용수를 고려하여 발전용수를 21m³/s 공급

하고 대청댐 저수위가 최저 수위인 El. 59.75m 이하로 고갈되는 횟수가 1회 발생하는 20년 빈도 생·공업용수 공급 가능량은 275만m³/일로 분석되었다. 즉, 설계조건변화로 대청댐의 생공업용수 공급가능량은 355만m³/일에서 275만m³/일로 하향 조정되어야 할 것이다. 1999년 현재 대청댐을 수원으로 하는 시설용량은 270만m³/일이 이미 확정되어 있어 앞으로 대청댐을 수원으로 하는 안정적인 공급 확대는 어려울 것으로 판단된다.



<Fig. 4> Water level in case Yongdam dam river maintenance water of 12.4m³/s and Daecheong dam domestic water of 275×10⁴m³/day with hydropower water of 21m³/s

IV. 결론

유역변경에 의한 유하량 감소로 용담댐 하류하천과 대청댐 저수량 관리에 영향을 미칠 것으로 예상되므로 수량과 수질에 미치는 영향을 최소화하기 위하여 대청댐-용담댐을 연계하여 용수배분 계획을 재조정 하여야 할 것이다.

1. 용담댐에서 방류하는 하천유지유량에 하천관리유량 개념을 도입하여 $12.4\text{m}^3/\text{s}$ 로 확대하는 것이 금강 하천생태와 대청호의 저수량 관리에 적절할 것이다.

2. 대청호의 연평균 유입량 실적($=25.6\text{억}\text{m}^3$)과 용담댐 하천관리유량($=12.4\text{m}^3/\text{s}$) 방류계획과 대청호에서의 발전유량($=21\text{m}^3/\text{s}$)을 고려할 때, 대청댐의 생공업용수 공급가능량은 1일 $355\text{만}\text{m}^3$ 에서 $275\text{만}\text{m}^3$ 로 감소될 것이다.

3. 1997년 현재 확정된 대청댐 생공업용수 시설용량은 1일 $270\text{만}\text{m}^3$ 이므로 앞으로 금강광역에서 용수수요가 추가로 발생하면 새로운 수자원 개발해야 할 것이다.

4. 목표년도 2021년의 만경강 유역으로의 공급계획량 $15.6\text{m}^3/\text{s}$ 과 도수로 터널이 확보되어 있으므로 도시발전과 산업추세를 보아가면서 생공업용수 공급 우선 원칙에 따라 단계적으로 만경강 유역으로 공급한다. 목표치에 이르지 못한 생공업 용수량은 비상방류구를 통하여 금강으로 방류해야만 금강 하천생태와 대청댐 저수량에 미치는 영향을 최소화할 수 있을 것이다.

용수수급에 관한 연구, KRIHS, 88(3).

3. 건설부, 1978. 대청 다목적댐 용수사업 운영방안연구.
4. 건설부, 1981. 대청 다목적댐 준공지.
5. 건설부, 1991. 용담 다목적댐 건설사업 실시계획보고서.
6. 건설부, 1992. 용담 다목적댐 실시설계 환경영향평가서.
7. 건설부, 1992. 용담 다목적댐 실시설계 환경영향평가서 (보완보고서).
8. 건설부, 1994. 용담댐 하류에 미치는 영향 검토.
9. 김태철, 노재경, 1991. 유역토양 수분추적에 의한 유출모형, 한국농공학회지 33(4).
10. 김태철, 1992. 관개저수지의 이수관리방법, 한국농공학회지, 34(1).
11. 박승기, 김태철, 1996. 한국하천의 일유출량 모형, 한국수자원학회지 29(5).
12. 김태철, 1997. DAWAST모형을 이용한 유출곡선번호 추정, 한국수자원학회지 30(5).
13. 김태철, 1997. 용담댐 운영계획과 금강유황 및 대청댐 저수량의 변화, 충남대학교, 환경문제연구소, 환경연구 15권.
14. 대전광역시, 2000. 대청호 상수원 수질보전연구
15. 충남대학교, 1992. 한국하천의 일유출량 모형, DAWAST모형 구조와 사용지침.
16. 한국수자원공사, 1981~1997. 대청댐 관리연보.
17. G.N. Golubev and A.K Biswas, 1979. Interregional water transfers, Pergamon press.
18. Votruba, V., 1989. Water management in reservoirs, Elsevier.

참고문헌

1. 국토개발연구원, 1988. 하천유지용수의 수급에 관한 연구, KRIHS, 88(2).
2. 국토개발연구원, 1988. 서해안개발에 대비한