

장기유출모의를 통한 농업용저수지 저수율 예측

Storage Rate Estimation of Irrigation Reservoir by Long term Rainfall-Runoff Modeling

박종표*, 정순찬**, 유창환***, 원창연****

Park, Jongpyo / Jeong, Soonchan / Yu, Changhwan / Won, Changyeon

요 지

장기유출모형을 이용하여 농업용저수지 유입량을 예측하고 농업용수 필요수량 및 홍수기 저수지 홍수조절을 통한 방류량 데이터를 이용하여 장기간에 대한 농업용저수지 저수율을 계산하였다. 계산결과와 실측 저수율 데이터의 비교·검증을 통하여 모형의 적용성을 평가하였다.

대상유역은 담양댐 지점이며 유역면적은 47.2km² 이며 주 하천 연장은 12.0km 이다. 담양댐은 저수용량에 비하여 유역면적이 작기 때문에 댐 계획 당시 순창군 구림면에 유역면적 18.4km² 인 2개의 보를 축조하여 유역변경방식으로 간접유역 유출량을 비관개기 및 홍수시에 도수하며 최대 도수량은 10m³/s 이다.

장기유출모의는 한국수자원공사(2001)에서 수행한 전역최적화기법인 콤플렉스 혼합진화기법을 통하여 추정된 나주지점의 모형보정 성과를 활용하였으며 모의기간은 1981-2010년(30년)이다. 장기유출모의 결과 담양댐 유역의 평균 유출율은 67% 인 것으로 분석되었다.

농업용수 필요수량은 한국농촌공사에서 산정한 연도별 필요수량 산정결과를 이용하여 실측 농업용수 월별 방류량 자료를 기준으로 관개개간인 4월 21일-9월 20일(163일)동안 월별로 분배하여 적용하였다. 홍수조절은 기존 댐 상시만수위, 홍수기제한수위 데이터를 근거로 운영하였다.

일별저수지 운영모형은 미공병단의 HEC-5 모형을 이용하였으며 한국농어촌공사 농촌용수종합정보시스템(RAMIS)의 댐 일별 저수율 현황과 기존저수지 일별 저수지 모의운영결과를 비교·검증하였다. 모형수행결과 실측저수율과 모형수행결과 상관계수는 0.93 인 것으로 분석되었다.

연구결과, 장기유출모의 결과와 연계하여 농업용수, 하천유지용수, 홍수조절을 고려한 저수지 운영을 통하여 비교적 정확하게 농업용저수지 저수율을 예측할 수 있을 것으로 판단된다. 본 연구성과를 바탕으로 농업용저수지의 장기적인 용수수급현황을 예측하여 효율적인 용수공급계획을 수립할 수 있을 것으로 기대된다.

핵심용어 : 농업용저수지, 장기유출모의, TANK 모형, HEC-5

* 주식회사 핵코리아 이사 · E-mail : jppark@hecorea.co.kr
** 동부엔지니어링(주) 상무 · E-mail : sawshark@dbeng.co.kr
*** 주식회사 핵코리아 수자원환경사업부 이사 · E-mail : cv13@hecorea.co.kr
**** 주식회사 핵코리아 수자원환경사업부 대리 · E-mail : woncy@hecorea.co.kr

1. 서론

농업용 저수지는 치수, 이수, 환경적 기능을 가지는 수리구조물로 홍수기에는 홍수조절을 통하여 하류부의 홍수피해를 경감하고 관개기 농업용수 공급, 하천유지용수 하류방류를 통하여 하류 하천을 유휴 및 수질을 개선하는 역할을 한다. 농업용 저수지의 유입량, 방류량을 근거로한 저수율의 정확한 예측은 장래 저수지의 효율적인 운영에 있어 기초적인 데이터를 제공할 수 있다.

본 연구의 연구방법은 다음과 같다. 1단계, 농업용 저수지 저수율 예측을 수행하였으며 유입량 예측을 위하여 국내외에서 적용사례가 많은 TANK 모형을 이용하였다. 2단계, 농업용수 및 하천 유지용수량은 한국농촌공사에서 산정한 농업용수, 유지용수 필요수량을 실제 관개기 공급실적 데이터를 기초로 분배하여 적용하였다. 3단계, 기존댐의 홍수기 홍수조절방안 및 수위-방류량 관계를 이용하여 홍수기 수위를 예측하였다. 4단계, HEC-5모형을 이용하여 일별저수지 모의운행을 수행하고 마지막으로, 계산결과와 실측 저수율 데이터의 비교검증을 통하여 모형의 적용성을 평가하였다.

2. 장기유출모의

2.1 유역특성 분석

담양댐 유역은 행정구역상 전라남도 담양군 금성면, 용면 일원에 해당하며 간접유역으로는 순창군 구림면에 해당한다. 유역면적은 간접유역을 포함하여 46.9km² 이며 유로연장은 12km 이다. 담양댐은 저수용량에 비하여 유역면적이 작기 때문에 댐 계획 당시 순창군 구림면에 유역면적 1,840ha 인 2개 보를 축조하여 유역변경방식으로 간접유역 유출량을 비관개기 및 홍수기에 도수하고 있다. 간접유역의 유역면적은 18.40km² 이며 도수로 연장은 1,356m 이다. 담양댐 유역의 유역면적을 그림 1에 도시하였다. 담양댐은 중심코어형 필댐으로 댐 높이는 4.0m 이고 댐길이는 305m 이며 여수로 형식은 측구식으로 설계되어 있으며 취수시설은 2중 방식 취수탑(최대취수량 8.1m³/s)이다.

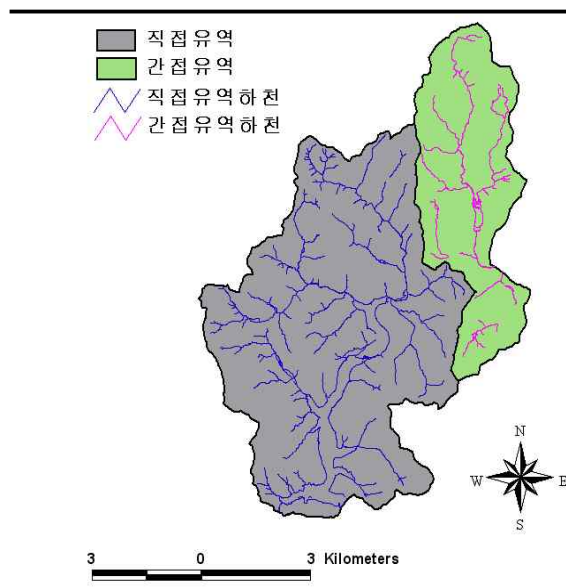


표 1. 담양댐 현황

유역면적 (km ²)	제체연장 (m)	제체높이 (m)	제정고 (EL. m)
46.90	305.5	46.0	126.36
만수위 (EL. m)	계획홍수위 (EL. m)	수문규모 (B×H×련)	댐운영방식
121.86	123.46	측구식	자연조절

그림 1. 유역현황도

2.2 매개변수 산정

본 연구에서 강우관측소는 담양댐 인근 관측소 중 자료기간이 길고 유역의 특성을 잘 반영할수 있는 기상청 관할 광주관측소를 지배관측소로 선정하였다. 강우데이터는 1981-2010년의 일강우 자료를 적용하였으며 증발량의 경우 관측기간이 짧아 Penman 공식을 이용하여 산정한 잠재증발산량을 추정하여 실제증발량으로 환산 후 모형에 입력하여 적용하였다. TANK 모형의 매개변수는 한국수자원공사(2001) “수문자료빈도분석 및 일유출 모의시스템 구축용역”에서 수행한 전역최적화 기법인 콤플렉스 혼합진화기법을 통하여 추정된 전국 17개 지점에 대한 매개변수를 유역특성으로 반영하여 적용하였으며 모형보정결과 및 매개변수 산정결과를 아래 그림 2, 표 2에 각각 정리하였다.

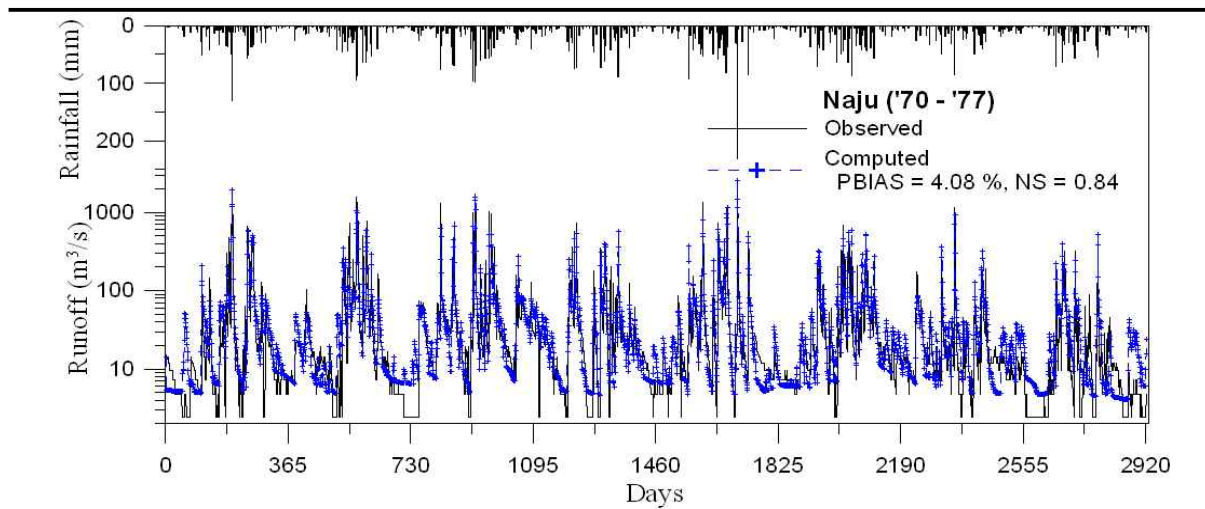


그림 2. 나주지점 모형의 보정(한국수자원공사, 2001)

표 2. TANK 모형 입력 매개변수

A11	A12	A2	A3	B1	B2	H12	U1
0.0692329	0.5803747	0.0079767	0.0002238	0.0227009	0.0165264	61.8923197	0.4245921

2.3 TANK 모형 수행결과

구림저수지 하류 간접유역의 비 관개기, 홍수시 도수를 고려한 장기유출모의를 TANK 모형을 이용하여 수행하였다. 모형수행결과 다양댐 유역의 30년 평균 유출량은 5,702 만 m^3 , 유출율은 67% 인 것으로 분석 되었다. 장기유출모의 수행결과와 유출량, 유출율 계산결과를 아래 그림 3, 4와 표 3에 도시하였다.

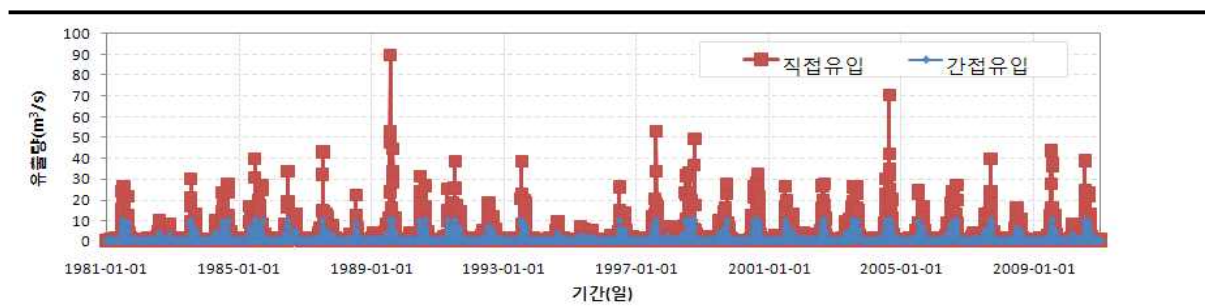


그림 3. 직접유입 및 간접유입 유출수문곡선

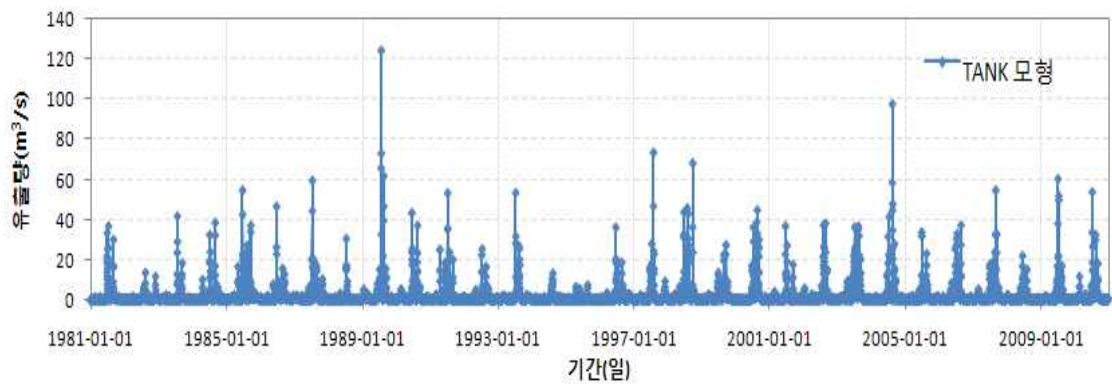


그림 4. 담양댐 지점 총 유입수문곡선

표 3. TANK 모형 유출량, 유출율 산정결과

연 도	강우량 (mm)	TANK 모형		연 도	강우량 (mm)	TANK 모형	
		유출량 (만m ³)	유출율 (%)			유출량 (만m ³)	유출율 (%)
1981년	1,340.6	5,616	68.5	1997년	1,479.2	6,441	71.2
1982년	874.3	2,699	50.5	1998년	1,943.0	8,745	73.6
1983년	1,026.7	3,617	57.6	1999년	1,429.7	5,552	63.5
1984년	1,271.0	4,900	63.0	2000년	1,511.0	7,024	76.0
1985년	1,995.6	8,831	72.3	2001년	1,129.9	4,539	65.7
1986년	1,357.9	5,120	61.6	2002년	1,458.7	5,880	65.9
1987년	1,611.0	6,969	70.7	2003년	1,994.1	8,943	73.3
1988년	799.9	2,553	52.2	2004년	1,742.3	8,004	75.1
1989년	2,020.4	9,555	77.3	2005년	1,289.6	4,808	61.0
1990년	1,484.2	6,064	66.8	2006년	1,520.2	6,457	69.4
1991년	1,480.5	5,890	65.0	2007년	1,620.6	7,080	71.4
1992년	1,098.1	4,029	60.0	2008년	1,007.2	3,599	58.4
1993년	1,372.1	5,767	68.7	2009년	1,488.2	6,549	71.9
1994년	776.4	2,425	51.1	2010년	1,391.0	6,579	68.4
1995년	764.4	1,901	40.7	평균	1,397.3	5,702	67.0
1996년	1,268.8	4,929	63.5				

3. 일별저수지 모의운영

3.1 용수수급계획

농업용수 필요수량은 한국농촌공사에서 산정한 연간 관개 필요수량을 한국농어촌공사 담양지사의 실측 농업용수 월별 방류량 기준으로 관개기간인 4월 21일-9월 20일(163일)동안 월별로 분배하여 적용하였다. 또한, 하천 유지용수는 연간 725 만m³ 을 적용하였다(표 4, 5).

표 4. 농업용수, 하천유지용수 필요수량(한국농어촌공사, 2011)

연도	농업용수	하천유지용수	계 (만m ³)	연도	농업용수	하천유지용수	계 (만m ³)	연도	농업용수	하천유지용수	계 (만m ³)
1981년	3808	771	4,579	1991년	3940	695	4,635	2001년	4634	762	5,396
1982년	5123	797	5,920	1992년	5129	800	5,929	2002년	3858	797	4,655
1983년	5126	797	5,923	1993년	3366	797	4,163	2003년	1759	587	2,346
1984년	3789	800	4,589	1994년	6140	797	6,937	2004년	3678	639	4,317
1985년	3102	683	3,785	1995년	5774	797	6,571	2005년	3647	677	4,324
1986년	3647	695	4,342	1996년	3533	800	4,333	2006년	3230	765	3,995
1987년	3119	628	3,747	1997년	4638	797	5,435	2007년	3574	619	4,193
1988년	5380	777	6,157	1998년	3641	797	4,438	2008년	4569	712	5,281
1989년	2332	660	2,992	1999년	3580	698	4,278	2009년	3791	797	4,588
1990년	3806	634	4,440	2000년	2678	657	3,335	평균	3945	732	4,677

표 5. 30년 평균 월별 필요수량 배분

구분		1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월
농업용수	유출체적 (만m ³)	-	-	-	169.6	504.9	1199.1	153.8	1041.4	875.7	-	-	-
	유출량 (m/s)	-	-	-	0.63	1.89	4.63	0.57	3.89	3.38	-	-	-
유지용수	유출체적 (만m ³)	60.4	60.4	60.4	60.4	60.4	60.4	60.4	60.4	60.4	60.4	60.4	60.4
	유출량 (m/s)	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23
총계	유출체적 (만m ³)	60.4	60.4	60.4	230	565.3	1259.5	214.2	1101.8	936.1	60.4	60.4	60.4
	유출량 (m/s)	0.23	0.23	0.23	0.86	2.12	4.86	0.80	4.12	3.61	0.23	0.23	0.23

3.2 일별저수지 모의운영 방법

일별 저수지 모의운영의 HEC-5 모형을 이용하여 수행하였으며 1-3단계 과정의 자세한 내용은 2장과 3.1장에 자세히 기술하였다. 4단계 일별저수지 모의운영은 1981-2010년(30년)에 대하여 수행하였으며 모의간격을 일간격이다. 홍수기 운영은 홍수기 제한수위, 만수위 EL. 121.86m, 계획홍수위 EL. 123.46m 조건으로 검토하였다.

표 6. 일별저수지 운영방법

구분	내용	과업수행 주요내용
1단계	기상자료 분석	· 1981-2010년(30년) 일강우, 증발 자료 입수 및 분석
2단계	유역유출연속모의	· TANK 모형을 이용한 일유출모의 : 담양댐 유입유량 예측
3단계	용수 수급계획 검토	· 담양댐 일별 농업용수, 유지용수 공급 검토
4단계	일별저수지 모의 운영	· 저수지 일별 저수지 모의운영(HEC-5 모형 수행): 30년간
5단계	모형결과 검증	· HEC-5모형 결과와 농어촌공사 저수율데이터 비교 분석

4. 기존저수지 저수율, 모형결과 비교검증

한국농어촌공사 농촌용수종합정보시스템(RAMIS)의 댐 일별 저수율 현황과 기존저수지 일별 저수지 모의운영결과를 비교·검증하였다. 모형수행결과 실측저수율과 모형수행결과는 상관계수는 0.93 인 것으로 분석되었다.

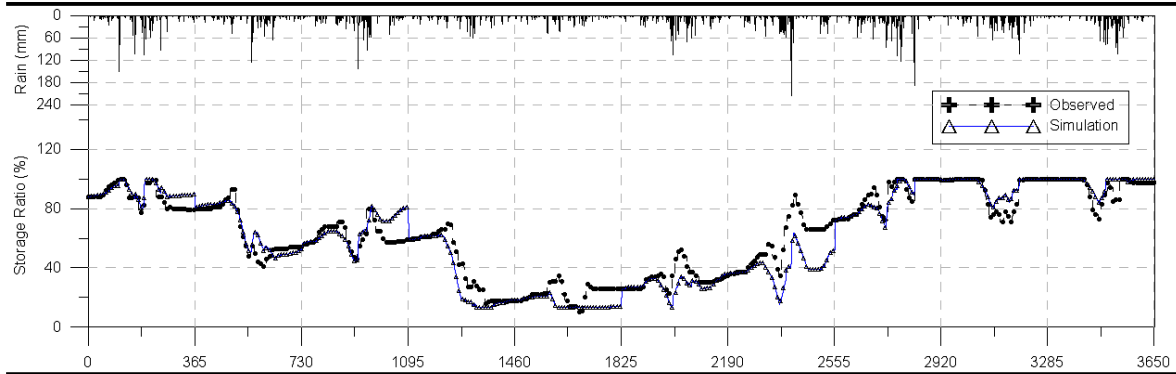


그림 5. 1991-2000년 저수율 현황 및 모의운영 결과비교

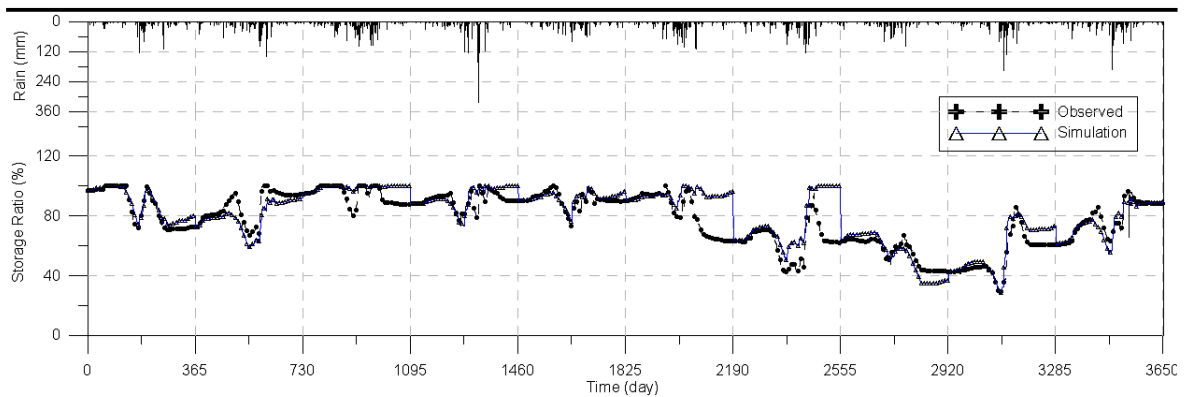


그림 6. 2001-2010년 저수율 현황 및 모의운영 결과비교

5. 결론

장기유출모의 결과와 연계하여 농업용수, 하천유지용수, 홍수조절을 고려한 저수지 운영을 통하여 비교적 정확하게 농업용저수지 저수율을 예측할 수 있을 것으로 판단된다. 본 연구 성과를 바탕으로 농업용저수지의 장기적인 용수수급현황을 예측하여 효율적인 용수공급계획을 수립할 수 있을것으로 기대된다.

감 사 의 글

본 연구는 농업용저수지 독높이기 사업(담양댐) 과업수행시 적용된 연구성과입니다. 롯데건설(주)의 연구비 지원에 감사드립니다.

참 고 문 헌

한국수자원공사 (2001). 수문자료빈도분석 및 일유출 모의시스템 구축용역