

상류 저수지군의 저수량 확보 시나리오에 의한 논산천의 유지유량 증가

노재경^{1*}

Increasing Instream flow in Nonsancheon by Water Storage Securing Scenario of Upstream Reservoirs

Jae-Kyoung Noh^{1*}

ABSTRACT

This study was performed to evaluate the effect of increasing instream flow at Nonsancheon stream of Nonsan city by securing water storages in upstream reservoirs; Ge-ryong, Gyoung-cheon, Dae-dun, and Tab-jeong. The paralleled and cascaded upstream reservoir operations for 8 storage securing scenarios were considered to simulate daily streamflows at Nonsan station. Using Tab-jeong reservoir water storage, the DAWAST model's parameters were determined, and the verified result showed Nash-Schcliffe's coefficient of 0.666. Instream flows were analyzed to supply maximum 59.85 Mm³ on an annually average from upstream reservoir storage securing scenarios. The storage securing set of 2 m heightened Ge-ryong, 5 m Dae-dun, and 1 m Tab-jeong showed that the additional secured water storages were 17.132 Mm³ and instream flow at Nonsan station was increased to 2.183 m³/s, 2 times of present condition.

Key words : instream flow, reservoir water balance, flow duration, urban stream

2009년 3월 24일 접수; 2009년 5월 25일 수정; 2009년 6월 3일 채택

¹ 충남대학교 농업생명과학대학 지역환경토목전공(Dept. of Agricultural and Rural Engineering, Chungnam National University, Daejeon 305-764, Korea)

* 교신저자: 노재경(E-mail: jknoh@cnu.ac.kr, Tel: +82-42-821-5796)

I. 서 론

2008년 말 논산시의 면적은 554.83km², 인구는 130,114명이었으며, 이 중 취암, 부창동 등 도심 인구는 46,857명으로 시 전체의 36%에 달하였다 (http://www.nonsan.go.kr). 논산천은 계룡산에 발원한 노성천, 연산천과 대둔산에서 발원한 논산천이 합류돼 도심을 통과하여 강경에서 금강에 합류된다. 도심하천의 부지는 산책로, 운동시설을 갖춰 시민의 건강과 정서에 많은 도움을 주고 있다. 그러나 대전(노재경, 2009a)의 도시하천, 청양(노재경, 2009b)의 농촌하천 등의 예와 마찬가지로 평갈수기 하천유량의 확보가 절실히 요구되고 있다.

논산천의 상류에는 계룡지, 경천지, 탑정지 등 기존저수지가 위치하고 있으며, 대둔지가 신규로 건설되고 있다. 모두 관개용 저수지로 하천유량 확보를 위한 저수량의 할당은 없는 상태이다. 건설교통부(2007)는 자연사회환경 개선을 위한 하천유지유량 산정방안을 검토하여 새롭게 고시하려는 노력을 하고 있으며, 최근 4대강 살리기 사업에서 기존 저수지를 증고하여 하천유량을 확보하려는 계획이 수립되고 있다. 기존 저수지를 증고하여 하류하천의 유량이 얼마나 증가하는지 검증하는 절차가 반드시 필요하며, 이로부터 과학적이고 지속가능한 하천계획의 수립이 가능하다.

이 연구에서는 논산천의 상류에 위치한 저수지군의 저수량 확보 시나리오에 따라 하류의 도심 하천에서의 유량증가 효과가 어느 정도인지 저수지의 직렬, 병렬 연계 운영을 고려한 하천유량을 모의 평가함으로써 상류 저수지를 활용한 유량확보 계획의 타당성을 입증하고자 한다.

II. 재료 및 방법

1. 유역, 저수지 현황 및 사용자료

목표유량 검정 지점은 논산천의 논산 수위표 지점(이하 논산 지점이라 함)으로 유역면적 469.1 km²이며, 논산 유역의 토지이용은 밭이 36.99km²로 전체의 7.9%, 논이 105.20km²로 전체의 22.4%, 삼림이 266.28km²로 전체의 56.8%, 초지가 23.54km²로 전체의 5.0%, 습지가 0.47km²로 전체의 0.1%, 나지가 9.44km²로 전체의 2.0%, 시가지가 20.59km²로 전체의 4.4%, 수역이 6.57km²로 전체의 1.4%를 차지하는 것으로 나타났다(Fig. 1). HyGIS(건설기술연구원, 2009)를 이용하여 도출한 하천망은 Fig. 2와 같으며, 노성천 상류에 계룡지와 경천지 논산천 상류에 탑정지 등 기존 저수지와 건설 중의 대둔지가 위치하고 있으며, 출구 지점은 논산 수위표 지점이다.

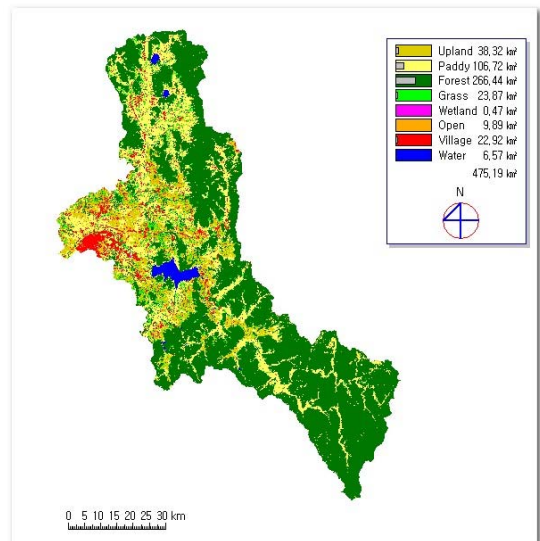


Fig. 1. Land use of study area.

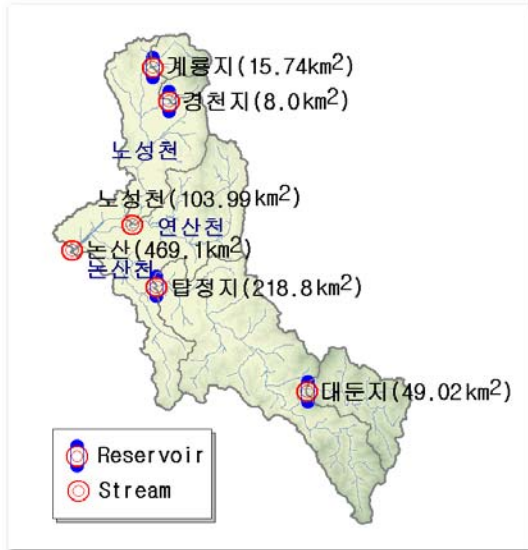


Fig. 2. Stream network of study area.

연구 유역에 위치한 계룡지 경천지, 탑정지 등 기존 저수지와 신규의 대둔지의 유역면적, 유효저수량, 만수위, 수해면적은 Table 1과 같다.

저수지 후보지의 내용적은 10m × 10m의 수치고도자료(DEM)를 이용하였으며, 대둔지 유역의 DEM은 Fig. 3, DEM으로부터 추출한 대둔지 내용적은 Fig. 4와 같다.

하천유량 모의와 저수량 변화 모의에 사용할 강우자료는 유역조사에서 검정한 표준유역 자료를, 기상자료는 대전기상청 자료를 사용하는 것

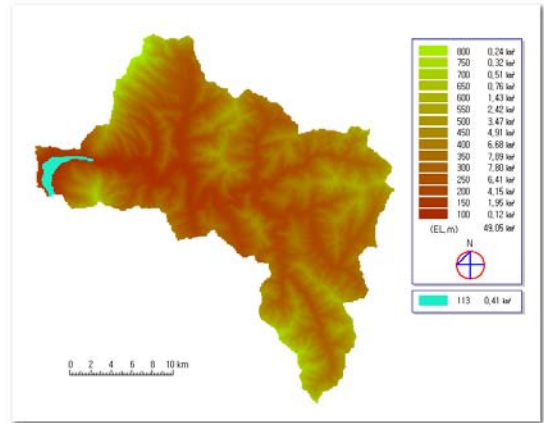


Fig. 3. DEM of Dae-dun watershed.

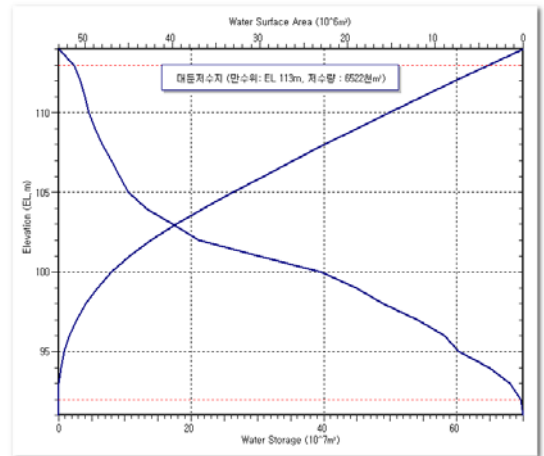


Fig. 4. Capacity of Dae-dun reservoir.

Table 1. Characteristics of study reservoirs.

Reservoir	Watershed area (km ²)	Effective capacity (10 ³ m ³)	Full water level (EL.m)	Irrigated area (ha)	Dam height (m)
Ge-ryong	15.74	3,412	59.0	450.2	14.3
Kyoung-cheon	8.00	2,028	58.0	296.6	17.2
Tab-jeong	218.80	30,701	28.3	5,713.3	17.8
Dae-dun	49.02	6,522	113.0	872.0	-

을 기본으로 하였으며, 분석기간은 1966년부터 2007년까지로 하였다.

2. 연구방법

가. 모의 유량 검증

저수지 유입량과 하천 유량 모의에는 용수수요를 고려한 DAWAST 모형(노재경, 2003)을 사용하며, 농용수량의 일별 수요량(노재경, 2004)을 추정하여 그의 35%를 회귀수로 반영한다(건설교통부, 한국수자원공사 2006). DAWAST 모형은 우리 고유의 기상, 지상자료를 이용하여 개발한 개념적 집중형 일 유출 모형으로서 토양층을 불포화층과 포화층으로 구분하고 물수지에 의해 토양수분저류능을 일별로 나타내며, 일 강우 및 증발 자료를 입력하여 불포화층의 높이(Umax), 포화층의 높이(Lmax), 포장용수량 높이(FC), 침투수계수(CP), 유역증발산계수(CE) 등 6개 매개변수를 조정하여 일 유출을 모의한다(노재경, 1991).

대상 지점인 논산 지점은 수위 자료는 있으나 유량 자료가 없고, 유역 내 유량자료가 있는 관측소는 없는 것으로 조사되었다. 그러나 저수량 오차에 의해 유입량 모의를 위한 매개변수를 결정하는 방법을 제시하였으며(노재경, 2000), 이를

탐정지에 적용, 매개변수를 결정하고, 저수지 유입량 및 하천 유량 모의에 사용하는 것으로 한다. 4개 저수지 중에 탐정지에 적용하는 이유는 탐정지 저수지의 수위 관측이 일별로 이루어지며, 나머지 저수지의 수위는 일정 기간별 저수율 자료에 의해 추정해야 하며 정확성도 다소 떨어지기 때문이다.

나. 저수량 확보 및 하천유량 모의 시나리오 설정
기존 저수지를 증고하여 저수량을 확보하기 위해서는 증고에 따른 수몰지의 토지이용현황 적정 유역배출 등을 고려하여 사업의 가능성과 효과를 면밀히 검토하여야 한다. 계룡지, 경천지, 탐정지 및 대둔지의 수변 현황과 규모를 고려하여 계룡지, 탐정지, 대둔지에 대해 증고가 가능한 것으로 판단하였으며, 단순화를 위해 계룡지는 2 m, 5 m, 대둔지는 5 m, 탐정지는 1 m 증고하는 경우의 조합에 대한 하루 하천의 유량 모의 시나리오를 Table 2와 같이 설정하였다. 확보된 저수량은 최대 19.721백만 m³에 이른다.

다. 저수지 연계 운영 물수지

계룡지, 경천지, 탐정지, 대둔지는 모두 고유의

Table 2. Nonsancheon simulation scenarios on combinations of upstream reservoirs' heightening (m).

Case	Ge-ryong (GR)	Gyoung-cheon	Dae-dun (DD)	Tab-jeong (TJ)	Secured storages (Mm ³)		
					GR	DD	TJ
1(present)	0	0	without	0	0	0	
2	0	0	0	0	0	6.522	
3	2	0	0	0	1.443	6.522	
4	5	0	0	0	4.032	6.522	
5	2	0	0	1	1.443	6.522	6.434
6	5	0	0	1	4.032	6.522	6.434
7	2	0	5	1	1.443	9.255	6.434
8	5	0	5	1	4.032	9.255	6.434

수혜면적을 갖고 있으며, 단일 저수지로 해석이 가능하다. 저수량 변화식은 식(1)~(2)와 같이 구성되며, 만수위를 초과하면 월류된다. 탐정지는 상류에 위치한 대둔지가 건설되면 유입량 모의를 위해 직렬 연계하여 분석하여야 한다.

$$S(i) = S(i-1) + QI(i) - EW(i) - SQ(i) \quad (1)$$

$$OV(i) = S(i) - FS, \text{ if } H(i) > FH \quad (2)$$

식에서 (i)는 시간(일)을 나타내며, S는 저수량, QI는 유입량, EW는 저수면 증발량, SQ는 방류량, OV는 월류량, FS는 만수위의 저수량, H는 저수위, FH는 만수위를 나타낸다.

상류에 대둔지가 건설되면 탐정지의 저수량 변화식은 식(3)~(5)와 같이 구성된다.

$$Stj(i) = Stj(i-1) + Qtj(i) - EWtj(i) - SQtj(i) \quad (3)$$

$$Qtj(i) = SQdd(i) + QLtj(i) \quad (4)$$

$$OVtj(i) = Stj(i) - FStj, \text{ if } Htj(i) > FHtj \quad (5)$$

식에서 QL은 상류에 위치한 저수지 유역을 제외한 지류 유입량, tj는 탐정지, dd는 대둔지를 나타낸다.

라. 저수량 확보 시나리오별 논산 지점 유량 평가
상류에 위치한 저수지의 방류량을 고려하여 논산 지점의 유량을 모의하기 위해 Fig. 2와 같이 노성천 지점을 추가하여 논산 지점의 유출량을 구성한다.

노성천 지점의 하천유량은 식(6)과 같이 지류 유입량과 계룡지, 경천지의 방류량, 월류량으로 구성하며, 논산 수위표 지점의 하천유량은 식(7)

과 같이 노성천 유량, 탐정지 방류량과 월류량, 지류유입량으로 구성한다.

$$Qrs(i) = QLrs(i) + SQgr(i) + OVgr(i) + SQgc(i) + OVgc(i) \quad (6)$$

$$Qns(i) = Qrs(i) + SQtj(i) + OVtj(i) + QLns(i) \quad (7)$$

식에서 rs는 노성천, ns는 논산천을 나타낸 것이다.

III. 결과 및 고찰

1. 모의 유량 검증

탐정지에 보정 연도를 1999년으로, 검정 연도를 2003년으로 적용하였으며, 결정 매개변수는 Fig. 5와 같이 $U_{max} = 317.5 \text{ mm}$, $L_{max} = 26.5 \text{ mm}$, $FC = 156.0 \text{ mm}$, $CP = 0.0184$, $CE = 0.0070$ 으로 나타났으며, 유입량 모의 예는 Fig. 6과 같다. Fig. 7은 보정 연도의 관측-모의 저수량 변화를 비교한 것으로 Nash-Sutcliffe 모형효율(1970)은 0.566으로 다소 낮은 값을 나타냈으며, Fig. 8은 보정 연도의 관측-모의 저수량의 등가선을 나타낸 것으로 결정계수 $R^2 = 0.629$ 로 마찬가지로 다소 낮은 값을 보여주었다. 한편 검정 연도인 2004년에 대해 관측-모의 저수량 변화를 비교한 것은 Fig. 9로 Nash-Sutcliffe 모형효율은 0.661로 보정연도의 값과 비슷한 값을 나타냈으며, Fig. 10의 검정 연도의 관측-모의 저수량의 등가선은 결정계수 $R^2 = 0.666$ 으로 보정연도의 값과 비슷한 값을 보여주었다.

결과가 다소 만족할 수준은 아니지만 결정된 매개변수의 값이 유량자료가 있는 관측소에서 결

정한 매개변수의 범위를 벗어나지 않은 것으로 판단하였고, 유역내에서 관측한 하천의 유량자료가 없는 상황을 고려하여 그대로 사용하는 것으로 하였다.

2. 저수지 저수량 변화 모의

계룡지는 현재 규모 (만수위 EL.59.0 m), 2 m, 5 m 증고한 경우, 경천지는 현재 규모 (만수위

EL.58.0 m), 대둔지는 설계 규모 (공사중, 만수위 EL.113.0 m)와 5 m 증고한 경우, 탑정지는 현재 규모 (만수위 EL.28.3 m)와 1 m 증고한 경우로 구분하여 단일 저수지인 경우에 대해 대둔지가 준공한 후 대둔자-탑정지 직렬 연계 저수지에 대

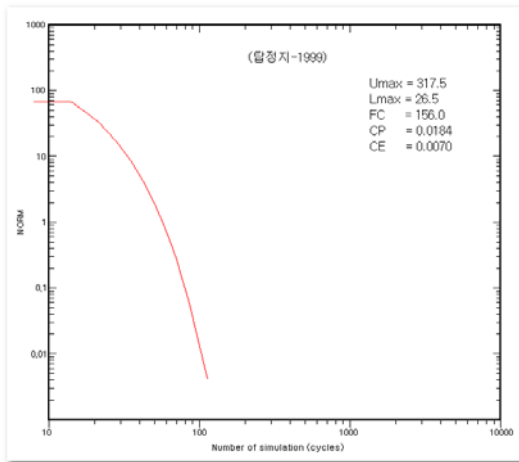


Fig. 5. Determined DAWAST parameters.

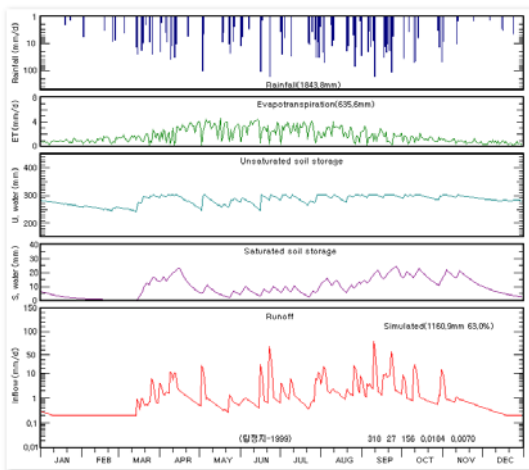


Fig. 6. Simulated inflow example.

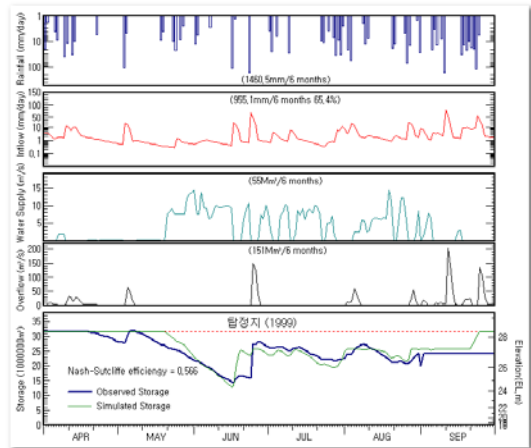


Fig. 7. Compared reservoir storages in calibration year (1999).

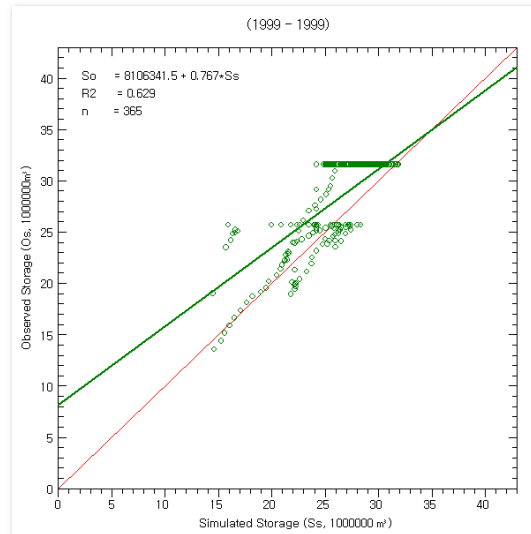


Fig. 8. Equal value line in calibration year (1999).

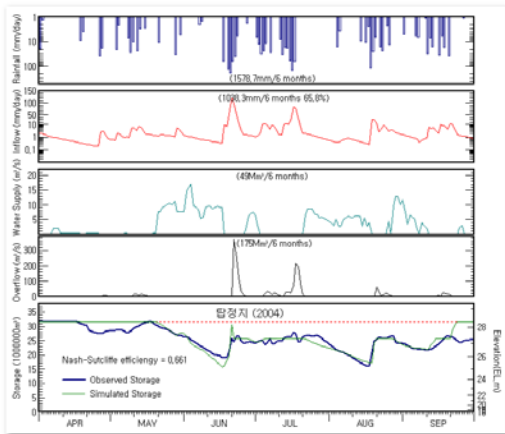


Fig. 9. Compared reservoir storages in verification year (2004).

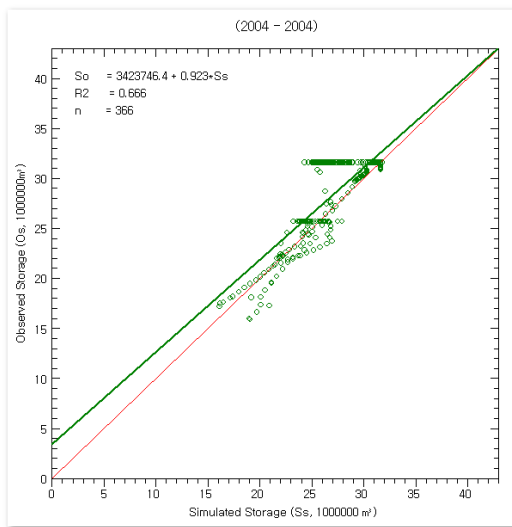


Fig. 10. Equal value line in verification year (2004).

해 현재 규모인 경우, 탐정지만 1 m 증고한 경우, 대둔지 5 m, 탐정지 1 m 각각 증고한 경우로 구분하여 각각 저수량 변화를 일별로 모의하였다. 이 때 현재 규모의 저수지는 수혜면적만을 공급하는 것으로 하였고, 증고한 저수지는 잉여 저수량을 하천유지유량으로 공급하는 것으로

하였으며, 일별 기간단위의 용수공급 신뢰도가 90%가 되도록 하였다.

설계 규모의 대둔지 방류량을 고려한 탐정지의 유입량을 모의한 결과는 Fig. 11과 같으며, 유효저수량 7.04백만 m^3 , 유역면적 49.0 km^2 인 대둔지의 연평균 저수량은 6.1백만 m^3 로 연평균 저수율은 87.0%로 분석되었고, 방류량은 27.80백만 m^3 으로 유효저수량의 394.7%에相当하였으며, 유역면적 169.8 km^2 인 탐정지의 지류 유입량은 연평균 133.08백만 m^3 , 총유입량은 161.09백만 m^3 에 이르러 대둔지의 방류량은 17.3%, 지류 유입량은 82.6%를 차지하는 것으로 분석되었다.

탐정지만 1 m 증고한 대둔지-탐정지 조합의 직렬 연계 모의 결과는 Fig. 12와 같으며, 유효저수량 36.75백만 m^3 , 만수위 EL.29.30 m, 사수위 EL.16.00 m, 수혜면적 5,713.3 ha, 유역면적 218.8 km^2 인 탐정지에 대해 1966년부터 2007년까지 용수공급능력을 분석한 결과, 연평균하여 강수량은 296.06백만 m^3 , 1,353.1 mm이었으며, 유입량은 161.09백만 m^3 , 736.3 mm/day/ km^2 이었고, 유출률은 54.4%였다. 저수면 증발량은 3.46백만 m^3 이었으며, 이를 저수면적으로 나누면 750.1 mm으로 강수량의 55.4%에 이르렀다. 용수공급량은 63.21백만 m^3 , 일평균 17.3만 m^3 이었고, 하천유지유량은 48.89백만 m^3 , 공급일수 329일이었으며, 일평균 공급량은 14.9만 m^3 이었다. 월류량은 52.40 M m^3 , 저수량은 22.50 M m^3 로, 저수율은 61.2%였다. 종합하면 연평균하여 저수율은 61.2%, 용수공급량/유역면적 비율은 512.3 mm, 단위유역 용수공급량/강수량 비율은 40.2%, 용수공급량/유입량 비율은 83.9%, 용수공급량/저수량 비율은 305.0%, 유입량/저수량 비율은 438.4%였다. 용수공급부족의 연수는 총 42년 중에 24년으로, 연단위 신뢰도는 42.9%였고, 용수공급부족의 일수는 총

15,330일 중에 1,540일로, 일단위 신뢰도는 90.0 %였다. 용수공급 부족량은 총 511.5백만 m³으로 연평균 12.2백만 m³에 이르는 것으로 분석되었다.

나머지 저수량을 분석한 결과는 Table 3 과 같 으며, 저수지를增高하여 저수량을 확보함으로써 하천유지유량을 연평균 최대 59.85백만 m³ 공급 가능한 것으로 분석되었다.

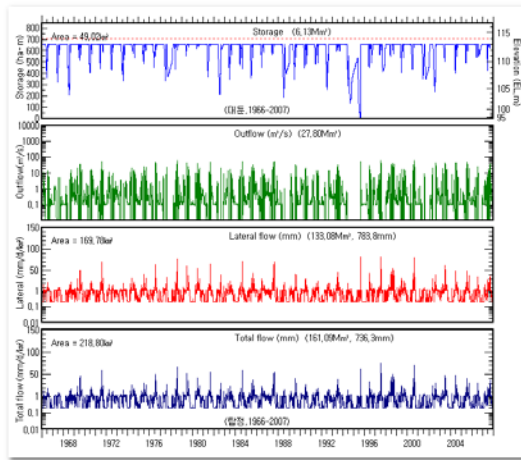


Fig. 11. Inflow to Tab-jeong by adding upstream Dae-dun outflows.

3. 저수량 확보 시나리오별 논산 지점 유량

Table 2의 상류 저수지의 저수량 확보 시나리오별로 식(6), (7)에 의해 노성천 지점과 논산 관측소 지점의 유출량을 1966년부터 2007년까지 일별로 모의하여 논산 지점의 유량을 연평균한 값과 추가 저수량 확보가 없는 시나리오 1의 현재

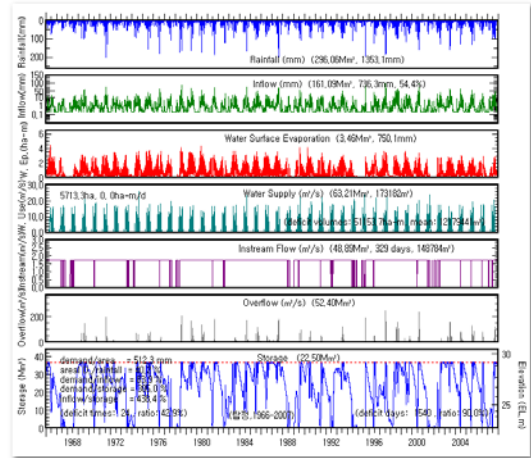


Fig. 12. Dae-dun and Tab-jeong cascaded simulation on 0-1 m heightened combination.

Table 3. Simulated reservoir storages in cases of heightening.

Reservoirs	Heightened (m)	Inflows (Mm ³)	Reservoir Evapo. (Mm ³)	Irrigation water (Mm ³)	Instream flow (Mm ³)	Overflow (Mm ³)	Storages (Mm ³)	
							Effec.	Mean
Ge-ryong	0	11.58	0.46	5.18	0	6.06	3.412	2.88
"	2	11.58	0.43	5.18	3.14	3.09	4.857	3.08
"	5	11.58	0.46	5.18	4.40	1.90	7.445	3.90
Kyoung-cheon	0	5.82	0.25	3.42	0	2.35	2.028	1.54
Dae-dun	0	37.76	0.38	9.61	0	27.80	6.522	6.13
"	5	37.76	0.33	9.61	16.19	12.40	9.255	5.45
Tab-jeong	0	170.28	4.15	63.21	0	104.06	30.314	26.34
"	1	170.28	3.44	63.21	56.14	54.03	36.748	22.32
Dae-dun and Tab-jeong (cascaded)	0-0	161.09	3.20	63.21	43.14	58.69	30.314	19.04
	0-1	161.09	3.46	63.21	48.89	52.40	36.748	22.50
	5-1	161.83	3.44	63.21	55.45	46.09	36.748	22.32

상태의 유황과 비교한 결과는 Table 4와 같으며, 시나리오 7인 경우의 노성천, 논산 지점의 유출량을 모의한 결과는 각각 Fig. 13, Fig. 14, 논산 지점의 유황 분석 결과는 Fig. 15와 같다.

현재 상태의 유황은 갈수량 기준으로 1.086 m³/s이었으나 대둔지가 준공되면 1.809 m³/s로 증가되고, 계룡지를 2 m, 5 m로 증고하면 각각 1.841 m³/s, 1.862 m³/s로 증가되고, 추가로 탐정지를 1 m 증고하면 각각 1.978 m³/s, 2.011 m³/s로 증가되고, 추가로 대둔지를 5 m 증고하면 각각 2.183 m³/s, 2.218 m³/s 증가되는 것으로 분석되었다. 우리 하천의 유지유량을 평균하여 0.2 mm/d/km²로 본다면 목표 값을 2배로 한 시나리오 7의 결과가 되기 위해서는 계룡지를 2 m, 대둔지를 5 m, 탐정지를 1 m 각각 증고하여 17.132백만 m³의 저수량을 추가로 확보하여야 한다는 결과를 얻었으며, 추가 저수량에 의해 획득한 하천유지유량은 일본의 평균적인 값의 2/3에 불과한 값이다(노재경, 2008).

Fig. 13은 시나리오 7인 경우의 2 m 증고한 계룡지와 경천지의 방류량을 고려한 노성천 지점에서 일별로 모의한 하천유량이며 유효저수량 4.86

백만 m³, 유역면적 15.7 km²인 계룡지의 연평균 저수량은 3.1백만 m³로 연평균 저수율은 63.4 %로 분석되었고, 방류량은 6.22백만 m³으로 유효저수량의 128.0%에 상당하였으며, 유효저수량 2.02백만 m³, 유역면적 8.0 km²인 경천(양화)지의 연평균 저수량은 1.5백만 m³로 연평균 저수율은 76.0%로 분석되었고, 방류량은 2.35백만 m³으로 유효저수량의 116.4%에 상당하였으며, 유역면적 80.3 km²인 노성천 지점의 지류유입량은 연평균 66.09백만 m³, 유역면적 103.99 km²인 노성천 지점의 총유입량은 74.73백만 m³에 이르러 계룡지의 방류량은 8.3%, 경천(양화)지의 방류량은 3.1%, 지류유입량은 88.4 %를 차지하는 것으로 분석되었다.

Fig. 14는 시나리오 7인 경우의 탐정지 방류량과 노성천 유량을 고려한 논산 지점의 유출량을 일별로 모의한 결과이며, 유효저수량 36.75백만 m³, 유역면적 218.8 km²인 탐정지의 연평균 저수량은 22.3백만 m³로 연평균 저수율은 60.7%로 분석되었고, 방류량은 101.54백만 m³으로 유효저수량의 276.3%에 상당하였으며, 유역면적 104.0 km²인 노성천 지점의 유량은 연평균 74.73백만 m³, 유역면적 146.3 km²인 논산지점의 지류유입량은 연평

Table 4. Comparison of flow durations at Nonsancheon station in cases of upstream enlarged storage scenarios.

Case	Total flow (Mm ³ /yr)	Q1 (m ³ /s)	Q95 (m ³ /s)	Q185 (m ³ /s)	Q275 (m ³ /s)	Q355		ΔQ (m ³ /s)
						(m ³ /s)	mm/d/km ²	
1	279.90	225.065	5.778	2.518	1.244	1.086	0.20	0
2	266.65	188.002	5.644	3.105	2.089	1.809	0.33	0.723
3	266.52	185.369	5.706	3.156	2.137	1.841	0.34	0.755
4	266.51	183.962	5.742	3.198	2.174	1.862	0.34	0.776
5	265.88	178.713	5.804	3.305	2.304	1.978	0.36	0.892
6	265.93	177.462	5.842	3.344	2.341	2.011	0.37	0.925
7	266.23	170.780	5.978	3.490	2.494	2.183	0.40	1.097
8	266.23	170.088	6.007	3.532	2.534	2.218	0.41	1.132

균 89.11백만 m³, 유역면적 469.1 km²인 논산 지점의 총유량은 266.17백만 m³에 이르러 탑정지의 방류량은 38.1%, 노성천 지점의 유량은 28.1%,

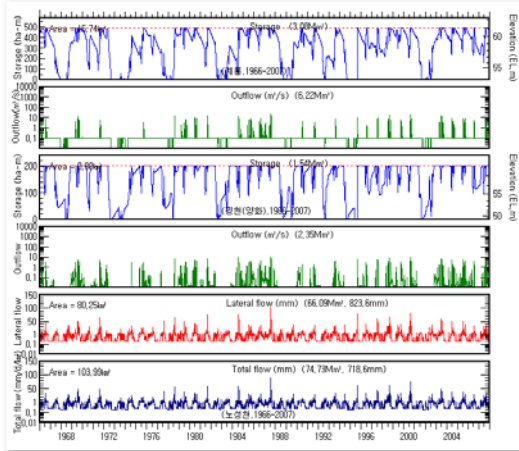


Fig. 13. Simulated daily streamflows at Noseongcheon station by including outflows from upstream paralleled reservoirs.

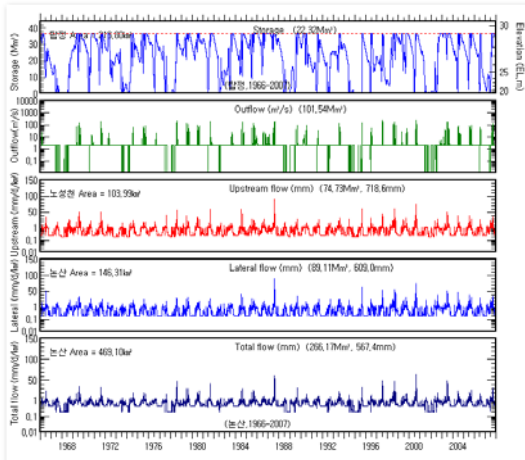


Fig. 14. Simulated daily streamflows at Nosancheon station by including Tab-jeong outflows and Noseongcheon streamflows.

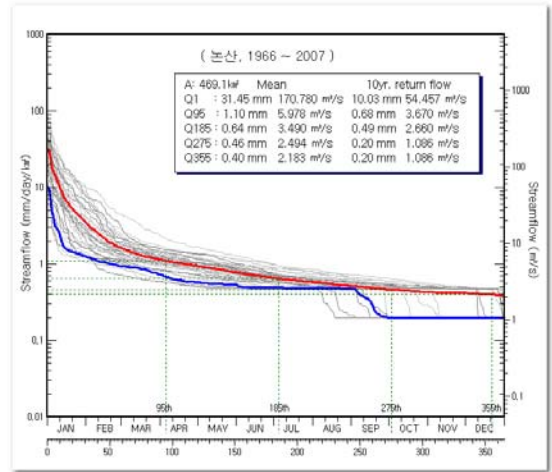


Fig. 15. Flow durations at Nonsancheon station in case of scenario 7.

지류유입량은 33.5%를 차지하는 것으로 분석되었다.

Fig. 15는 시나리오 7인 경우의 결과이며, 유역면적 469.1 km²인 논산 지점의 유출량을 1966년부터 2007년까지 일별로 모의하여 유황을 분석한 결과는 연평균하여 풍수량은 1.1 mm/d/km², 5.978 m³/s, 평수량은 0.64 mm/d/km², 3.490 m³/s, 저수량은 0.46 mm/d/km², 2.494 m³/s, 갈수량은 0.40 mm/d/km², 2.183 m³/s였으며, 연 유출량은 266.13 백만 m³이었다.

IV. 적 요

논산시의 논산천 도심구간의 하천유지유량을 확보하기 위해 상류의 계룡지 경천지, 대둔지와 탑정지 등을 증고하여 저수량을 확보하는 시나리오별로 상류의 저수지 군을 직렬, 병렬 연계 운영을 고려하여 논산 지점의 유량을 1966년부터

2007년까지 일별로 모의하여 유황을 분석하고 유지유량의 증가 효과를 분석한 결과는 다음과 같다.

첫째, 유역 내 하천유량의 관측자료가 없어 유입량을 DAWAST 모형에 의하고 관개용수를 공급할 때 탐정지의 저수량 변화를 모의하여 관측-모의의 저수량 오차를 목적함수로 함으로써 모형 매개변수를 구해 적용한 결과 Nash-Schcliffe 모형효율은 0.661, 관측-모의 저수량의 등가선의 결정계수는 0.666로 되는 모형의 검증을 거쳐 저수지 유입량, 하천유량 모의에 사용하였다.

둘째, 계룡지 2 m, 5 m, 대둔지 5 m, 탐정지 1 m 등을 증고하는 시나리오를 설정하였고, 상류 저수지에 의한 저수량 확보 시나리오별로 단일 및 연계 저수지 운영을 모의한 결과 하천유지유량을 연평균 최대 59.85백만 m³까지 공급할 수 있는 것으로 분석되었다.

셋째, 논산 지점의 하천 유황은 갈수량 기준으로 저수지를 증고하지 않은 현재 상태는 1.086 m³/s이었으나 대둔지가 준공되면 1.809 m³/s로 증가되고, 계룡지를 2 m, 5 m로 증고하면 각각 1.841 m³/s, 1.862 m³/s로 증가되고, 추가로 탐정지를 1 m 증고하면 각각 1.978 m³/s, 2.011 m³/s로 증가되고, 추가로 대둔지를 5 m 증고하면 각각 2.183 m³/s, 2.218 m³/s 증가되는 것으로 분석되었다.

요약하면 계룡지를 2 m, 대둔지를 5 m, 탐정지를 1 m 각각 증고하여 17.132백만 m³의 저수량을 추가로 확보함으로써 논산 지점의 하천유지유

량을 현재의 2배 정도로 증가시킬 수 있다는 결과를 얻었다.

참고문헌

1. 건설교통부. 2007. 자연사회환경 개선을 위한 하천유지유량 산정방안 보고서.
2. 건설교통부, 한국수자원공사 2006. 2020 수자원 장기종합계획수정본).
3. 한국건설기술연구원 2009. HyGIS 매뉴얼.
4. 노재경. 2009a. 대전 3대 하천 유지유량 확보방안. 한국수자원학회 학술발표회 논문집 CD.
5. 노재경. 2009b. 칠갑지 송상에 의한 청양 도심하천유량 증가 효과. 한국수자원학회 학술발표회 논문집 CD.
6. 노재경. 2008. 하천에 물이 얼마나 흘러야 하나. 사람과 물(편집대표 권순국) : 355-396. 서울대학교출판부.
7. 노재경. 2004. A system for estimating daily paddy irrigation water requirements in simulating daily streamflow. 한국농공학회논문집 46(7) : 71-80.
8. 노재경. 2003. 용수 수요를 고려한 DAWAST 모형의 적용성 평가. 한국수자원학회논문집 36(6) : 1097-1107.
9. 노재경. 2000. 저수량 오차를 목적함수로 한 저수지 일 유입량 모의. 한국농공학회지 42(4): 76-86.
10. 노재경. 1991. 토양수분저류에 의한 일 유출량 유역 모형. 서울대학교 박사학위논문.
11. Nash, J.E. and J.V. Sutcliffe. 1970. River flow forecasting through conceptual models, part 1 - a discussion of principles. Journal of Hydrology 10(3) : 282-290.