

대아지 송상을 위한 수문학적 가능성 평가

노재경^{1*} · 이재남²

Hydrological Feasibility for Heightening Dae-ah Reservoir

Jae-Kyoung Noh^{1*} · Jae-Nam Lee²

ABSTRACT

The objective of this study is to evaluate the hydrological feasibility of heightening the Dae-ah reservoir in order to save instream flow at the Bong-dong station situated in the Mankyong river. The results are summarized as follows.

Firstly, from the Dong-sang and Dae-ah cascaded reservoir's water balance analysis, water supply indexes of the Dae-ah reservoir were analyzed to have the rate of water supply divided by watershed area of 1207.4 mm, the rate of water supply divided by rainfall of 95.8%, the rate of water supply divided by inflow of 153.1%, the rate of water supply divided by storage capacity of 236.1%, and the rate of inflow divided by storage capacity of 200.6%.

Secondly, from the Dae-ah and Kyoung-cheon paralleled reservoir's water balance analysis, flow durations at the Bong-dong station were analyzed to have the Q95 (the 95th high flow) of 28.95 m³/s, the Q185 (the 185th high flow) of 2.00 m³/s, the Q275 (the 275th high flow) of 2.00 m³/s, and the Q355 (the 355th high flow) of 0.82 m³/s.

2008년 1월 21일 접수: 2008년 4월 21일 채택

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

² 충남대학교 대학원 농공학과(Dept. of Agricultural Engineering, Chungnam National University, Daejeon 305-764, Korea)

* 교신저자: 노재경(E-mail: jknoh@cnu.ac.kr, Tel: 042-821-5796)

Thirdly, in case of heightening the full water level of the Dae-ah reservoir of 10m, from the Dong-sang and Dae-ah cascaded reservoir's water balance analysis, water supply indexes of the Dae-ah reservoir were analyzed to have the rate of water supply divided by watershed area of 1220.7 mm, the rate of water supply divided by rainfall of 96.8%, the rate of water supply divided by inflow of 154.6%, the rate of water supply divided by storage capacity of 160.0%, and the rate of inflow divided by storage capacity of 137.0%.

Fourthly, in case of heightening the full water level of the Dae-ah reservoir of 10m, from the Dae-ah and Kyoung-cheon paralleled reservoir's water balance analysis, flow durations at the Bong-dong station were analyzed to have the Q95 of 28.09m³/s, the Q185 of 1.79m³/s, the Q275 of 1.79m³/s, and the Q355 of 0.82m³/s.

The conclusion appeared not to have the hydrological feasibility of heightening the Dae-ah reservoir from the reason that increased storage capacity does not increase water supply amount any more because of the high rate of the water supply divided by inflow.

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

1. 서 론

노재경(2008)은 우리의 하천유지유량은 일본의 1/3에 불과하다고 처음으로 지적하였다. 일본은 주기적으로 실시하는 국세총조사 중 전국 하천의 유량과 어류서식 자료에 의해 하천유지유량을 결정하고 있다. 김규호(1999), 강연훈(2004), 우효섭 등(1998), 이주현 등(2006)은 어류서식을 고려하여 하천유지유량을 산정하였다. 이길성 등(2005)은 건천화 방지를 위한 유지용수의 공급방안, 김정곤(2005) 등은 하수처리수 공급에 의한 대전 3대 하천의 수질변화, 노재경과 박현구(2005)는 단지계획지구의 홍수저류지 활용에 의한 유지유량 공급방안 등 유지유량의 공급방안에 대해 다양하게 검토하였다.

건설교통부(2007)는 자연사회환경 개선을 위한 하천유지유량 산정방안을 검토하였으며, 수

계별로 유량확보방안을 마련하여 국가 수자원계획에 반영하는 노력을 하고 있다. 최근 주요 하천지점별로 자연사회환경을 고려하여 하천유지유량을 새롭게 고시하고 있으며, 이에 따라 지역별로 유지유량의 확보 가능성을 충분히 검토하여 미래의 사람과 자연의 균형있는 물 배분을 위해 준비하여야 한다.

하천유량의 확보방안은 댐, 저수지를 이용하는 대규모, 광역의 적극적 방법과 빗물저류, 하수처리수 등을 이용하는 소규모, 국지의 소극적 방법으로 구분할 수 있다. 하천유지유량 고시지점에서의 유량 확보는 광역의 적극적 방법에 의해 검토해야 한다. 이 연구에서는 만경강 봉동지점의 고시 유량을 확보하기 위해 상류에 위치한 대아저수지의 승상에 대한 수문학적 가능성을 평가하며, 봉동 지점 유역의 동상지, 대아지, 경천지 등의 직렬, 병렬 저수지 연계 운영의 결

과를 반영하여 유량평가를 실시하고자 한다.

II. 재료 및 방법

1. 유역, 저수지 현황 및 사용자료

봉동지점은 상류에 동상지와 대아지가 직렬로 연결돼 흐르는 고산천과 경천지와 병렬로 연결돼 합류된 만경강에 위치하며 유역면적은 355km²이며, 토지이용은 밭이 7.94km²로 전체의 2.2%, 논이 54.68km²로 전체의 15.4%, 삼림이 277.15km²로 전체의 78.0%, 초지가 6.51km²로 전체의 1.8%, 습지가 0.01km²로 전체의 0.003%, 나지가 0.87km²로 전체의 0.2%, 시가지가 3.38km²로 전체의 1.0%, 수역이 4.64km²로 전체의 1.3%를 차지하는 것으로 나타났다(Fig. 1). 대아지의 유역면적은 106.9km²이며, 토지이용은 밭이 0.74km²로 전체의 0.7%, 논이 5.92km²로 전체의 5.5%, 삼림이 97.96

km²로 전체의 91.7%, 초지가 0.34km²로 전체의 0.3%, 나지가 0.01km²로 전체의 0.01%, 시가지가 0.04km²로 전체의 0.04%, 수역이 1.85km²로 전체의 1.7%를 차지하는 것으로 나타났다(Fig. 2). 대아지 유역의 수치고도자료는 Fig. 3과 같으며, 최고 EL.1092.81m, 최저 EL.77.02m이며, EL.200m 이하는 14.17km²로 전체의 13.3%, EL.200~300m는 26.38km²로 전체의 24.7%, EL.300~400m는 29.04km²로 전체의 27.2%, EL.400~500m는 20.60km²로 전체의 19.3%, EL.500~600m는 11.05km²로 전체의 10.3%, EL.600~700m는 3.90km²로 전체의 3.6%, EL.700~800m는 1.13km²로 전체의 1.1%, EL.900m 이상은 0.60km²로 전체의 0.6%를 차지하고 있다. 봉동 지점의 유역은 경천지 유역이 27.5%, 대아지 유역이 30.1%, 지류 유역이 42.4%를 차지하고 있다.

동상지, 대아지, 경천지의 저수량, 수혜면적은 Table 1과 같으며, 동상지의 수혜면적은 대아지

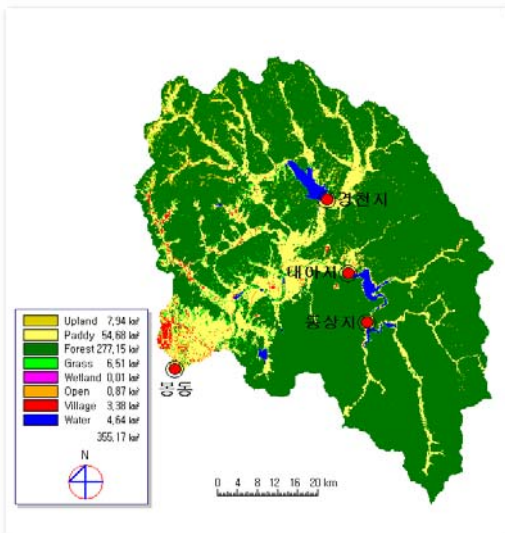


Fig. 1. Study area

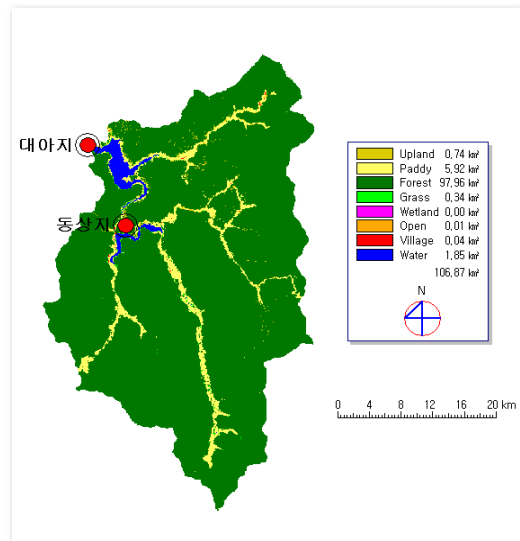


Fig. 2. Land use of Dae-ah watershed

수해면적에 더해 대아지로부터 관개용수를 공급 받는다. 대아지의 송상자료는 기존의 내용적에 수치고도자료(Fig. 3)를 분석한 결과를 합성하여 새롭게 준비하였다(Fig. 4).

하천유량 모의와 저수량 변화 모의에 사용할 강우자료는 유역조사에서 검정한 표준유역 자료를, 기상자료는 전주기상청 자료를 사용하는 것을 기본으로 하였으며, 분석기간은 1966년부터 2007년까지로 하였다.

2. 연구방법

노재경과 Garcia(2007)은 금강수계의 기준유량모의 수문시스템에서 저수량 변화를 고려하고, 용수수요를 고려한 DAWAST모형(노재경, 2003)을 적용하였으며, 논용수량의 일별 수요량

은 노재경(2004)의 방법에 의해 추정하였다. 이를 근간으로 본 연구지역에 적합하게 수정, 보완하여 저수지의 저수량 변화 모의와 하천 유량 모의를 실시하는 것으로 한다. DAWAST 모형은 우리 고유의 기상, 지상자료를 이용하여 개발한 개념적 집중형 일 유출 모형이며, 토양층을 불포화층과 포화층으로 구분하고 물수지에 의해 토양수분저류능을 일별로 나타내, 이를 근거로 일 강우, 증발자료를 입력하여 불포화층의 높이, 포화층의 높이, 포장용수량 높이, 심층투수계수, 유역증발산계수 등 6개 매개변수를 조정하여 일 유출을 모의한다(노재경, 1991).

현재 규모의 대아지의 저수량 변화를 분석하기 위해 동상-대아 연계 모의를 실시하고, 경천-대아 연계 모의의 방류량과 지류유입량을 더해

Table 1. Characteristics of reservoirs to be studied

Reservoir	Watershed area (km ²)	Effective capacity (10 ³ m ³)	Full water level (EL.m)	Irrigated area (ha)
Dong-sang	89.84	11,241	138.3	1,673
Dae-ah	106.87	54,646	120.0	8,732
Gyoung-cheon	97.65	25,346	84.2	7,738

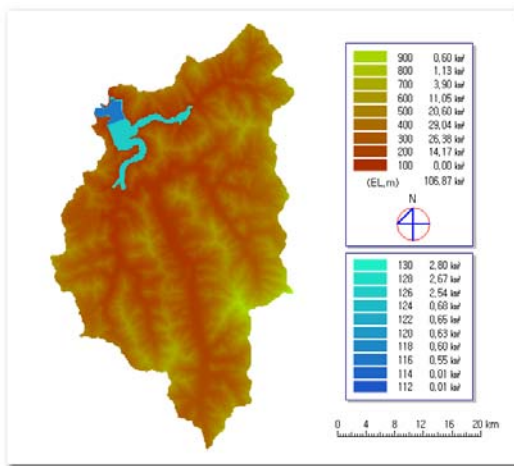


Fig. 3. DEM of Dae-ah watershed

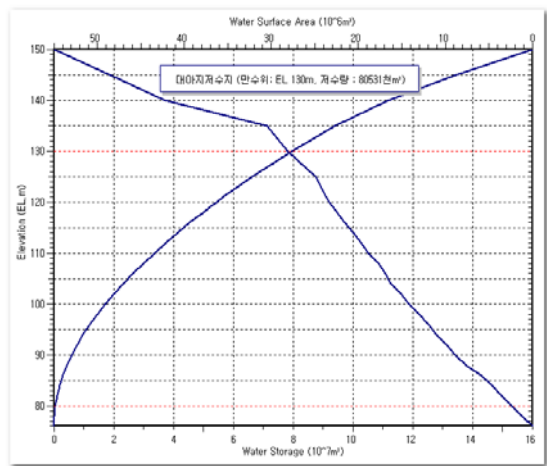


Fig. 4. Capacity curve of Dae-ah reservoir

봉동지점의 유량을 분석하여 고시유량의 충족여부를 판단하고, 부족시 승상 규모의 대아지 저수량을 분석하고, 대아지 승상시 봉동지점의 유량을 분석하여 고시유량과 비교한다. 최근 고시된 봉동지점의 유량은 1.32m³/s이며, 수질보전의 평균갈수량에 근거한 값이다. 저수량 변화의 이수안전도는 일별 기간단위의 90%를 기준으로 한다.

1) 현재 규모의 동상-대아 연계 모의

동상지 수해의 관개답은 대아지와 같은 대아지 하류에 위치해 있어, 관개용수는 우선 대아지로부터 대아지 수해의 관개답과 함께 대아지로부터 공급된다. 따라서 동상-대아 연계의 저수지 유입량과 저수량 변화식은 식(1)~(5)와 같이 구성된다.

$$Sds(i) = Sds(i-1) + QIds(i) - EWds(i) - SQds(i) \quad (1)$$

$$OVds(i) = Sds(i) - FSds, \text{ if } Hds(i) > FHds \quad (2)$$

$$QIda(i) = QLda(i) + SQds(i) + OVds(i) \quad (3)$$

$$Sda(i) = Sda(i-1) + QIda(i) - EWda(i) - SQda(i) \quad (4)$$

$$OVda(i) = Sda(i) - FSda, \text{ if } Hda(i) > FHda \quad (5)$$

식에서 (i)는 시간(일)을 나타내며, S는 저수량, QI는 유입량, EW는 저수면 증발량, SQ는 방류량, OV는 월류량, FS는 만수위의 저수량, H는 저수위, FH는 만수위, QL은 지류유입량, ds는 동상지, da는 대아지, gc는 경천지, bd는 봉동 지점을 나타낸다.

2) 하류 고시 지점인 봉동의 유량 평가

봉동 지점의 유량은 경천지, 대아지의 방류량과 지류유입량을 더한 값으로 구성된다. 방류량은 용수공급량과 월류량으로 구성되며, 용수공급은 논용수만을 고려하고, 논용수의 35%가 하천수로 회귀되는 것으로 한다(건설교통부, 한국수자원공사, 2006).

$$Sgc(i) = Sgc(i-1) + QIgc(i) - EWgc(i) - SQgc(i) \quad (6)$$

$$OVgc(i) = Sgc(i) - FSgc, \text{ if } Hgc(i) > FHgc \quad (7)$$

$$Qbd(i) = QLda(i) + SQda(i) + OVda(i) + SQgc(i) + OVgc(i) \quad (8)$$

3) 대아 승상 시나리오의 동상-대아 연계 모의 현재 상태의 대아지 만수위는 EL.120m이며, 단순화를 위해 EL.130m로 만수위가 높아진 경우만 분석하며, 1)과 같은 방법으로 동상-대아 연계 모의를 실시한다.

4) 대아 승상 시나리오의 봉동 지점 유량 평가 대아지 만수위가 EL.130m로 높아진 경우 경천지와 대아지의 방류량과 월류량을 고려하여 봉동 지점의 유량을 분석하고 고시유량과 비교한다.

III. 결과 및 고찰

1. 현재 규모의 동상-대아 연계 모의

유효저수량 11.44백만m³, 만수위 EL.138.30m, 사수위 EL.110.00m, 유역면적 89.8km²인 동상지에 대해 1966년부터 2007년까지 용수공급능력을

분석한 결과, 연평균하여 강수량은 121.07백만 m^3 , 1347.6mm이었으며, 유입량은 60.73백만 m^3 , 676.0mm/day/ km^2 이었고, 유출률은 50.2%였다. 저수면 증발량은 0.63백만 m^3 이었으며, 이를 저수면적으로 나누면 735.1mm으로 강우량의 54.5%에 이르렀다. 용수공급량은 23.55백만 m^3 , 일평균 6.5만 m^3 이었고, 월류량은 37.28M m^3 , 평균저수량은 9.61M m^3 로, 저수율은 84.0%였다. 종합하면 연평균하여 저수율은 84.0%, 용수공급량/유역면적 비율은 262.2mm, 단위유역 용수공급량/강수량 비율은 20.8%, 용수공급량/유입량 비율은 47.0%, 용수공급량/저수량 비율은 205.8%, 유입량/저수량 비율은 530.8%였다. 용수공급부족의 연수는 총 42년 중에 10년으로, 이수안전도는 76.2%였고, 용수공급부족의 일수는 총 15330일 중에 135일로, 이수안전도는 99.1%였다. 용수공급 부족량은 총 3090.8만 m^3 으로 연평균 73.59만 m^3 에 이르는 것으로 분석되었다.

유효저수량 54.67백만 m^3 , 총저수량 55.14백만 m^3 , 만수위 EL.120.00m, 사수위 EL.80.00m, 유역면적 106.9 km^2 인 대야지의 결과는 연평균하여 강수량은 144.02백만 m^3 , 1347.6mm이었으며, 유입량은 109.63백만 m^3 , 1025.9mm/day/ km^2 이었고, 유출률은 76.1%였다. 저수면 증발량은 0.99백만 m^3 이었으며, 이를 저수면적으로 나누면 735.1mm으로 강우량의 54.6%에 이르렀다. 용수공급량은 129.04백만 m^3 , 일평균 35.4만 m^3 였고, 월류량은 15.34백만 m^3 , 저수량은 24.64백만 m^3 로, 저수율은 44.7%였다(Fig. 5). 종합하면 연평균하여 저수율은 44.7%, 용수공급량/유역면적은 1207.4mm, 단위유역 용수공급량/강수량 비율은 95.8%, 용수공급량/유입량 비율은 153.1%, 용수공급량/저수량 비율은 236.1%, 유입량/저수량 비율은 200.6%였다. 용수공급부족의 연수는 총 42년 중

에 30년으로, 이수안전도는 28.6%였고, 용수공급부족의 일수는 총 15330일 중에 1442일로, 이수안전도는 90.6%였다. 용수공급 부족량은 총 150086.0만 m^3 으로 연평균 3573.48만 m^3 에 이르는 것으로 분석되었으며, 연별 저수량 변화를 중첩하면 Fig. 6과 같다.

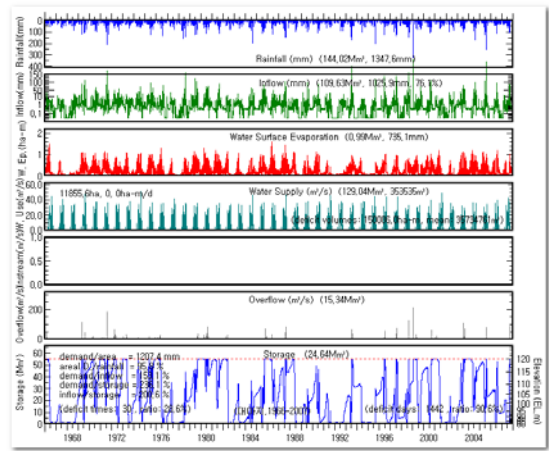


Fig. 5. Simulated daily storages in Dae-ah reservoir with full water level of EL.120m

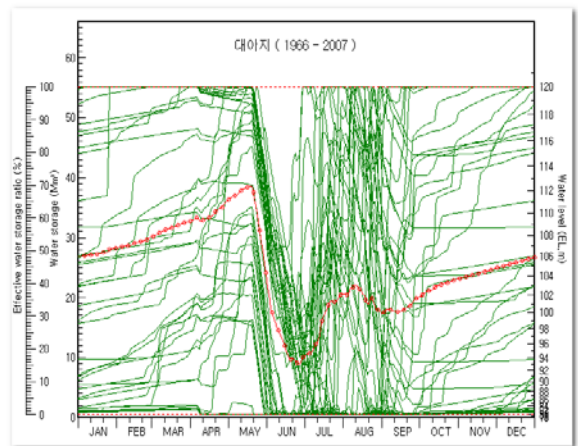


Fig. 6. Superposition of simulated daily storages in Dae-ah reservoir with full water level of EL.120m

2. 하류 고시 지점인 봉동의 유량 평가

유효저수량 54.67백만³, 총저수량 55.14백만³, 유역면적 106.9km²인 대아지의 연평균 저수량은 24.6백만³로 연평균 저수율은 44.7%로 분석되었고, 방류량은 30.67백만³으로 유효저수량의 56.1%에 상당하였으며, 유효저수량 26.06백만³, 총저수량 26.07백만³, 유역면적 97.7km²인 경천지의 연평균 저수량은 10.5백만³로 연평균 저수율은 40.3%로 분석되었고, 방류량은 13.81백만³으로 유효저수량의 53.0%에 상당하였으며, 유역면적 150.5km²인 봉동 지점의 지류유입량은 연평균 751.36백만³, 유역면적 355.00km²인 봉동 지점의 총유입량은 795.68백만³에 이르러 대아지의 방류량은 3.9%, 경천지의 방류량은 1.7%, 지류유입량은 94.4%를 차지하는 것으로 분석되었다(Fig. 7).

봉동 지점의 유황은 연평균하여 풍수량 28.95 m³/s, 평수량 2.00 m³/s, 저수량 0.95 m³/s, 갈수량 0.82 m³/s로 분석되었으며, 고시유량 1.32 m³/s보다 0.50 m³/s 적게 나타났다(Fig. 8).

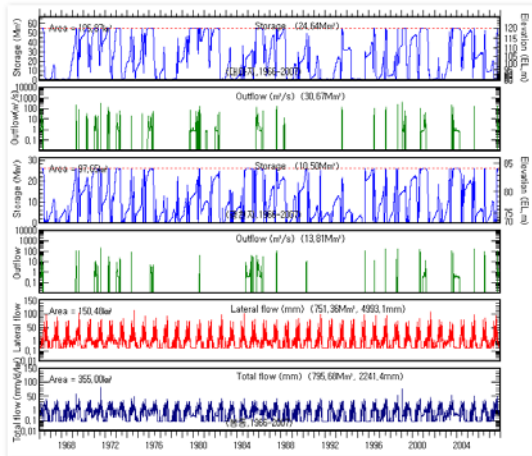


Fig. 7. Daily simulated streamflows at Bong-dong station in case of present Dae-ah reservoir size

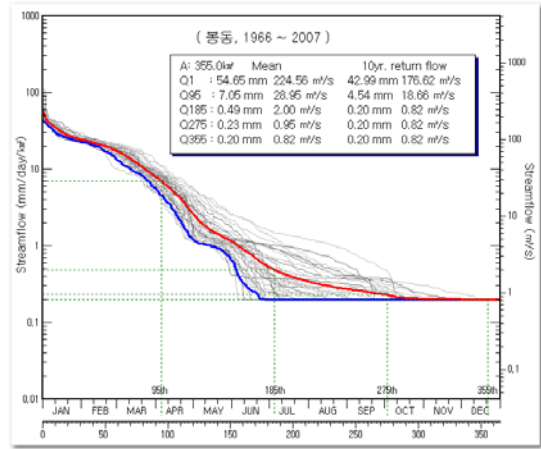


Fig. 8. Flow duration curves at Bong-dong station in case of present Dae-ah reservoir size

3. 대아 승상 시나리오의 동상-대아 연계 모의

대아저수지를 10m 높인 유효저수량 80.05백만³, 총저수량 80.53백만³, 만수위 EL.130.00m, 사수위 EL.80.00m, 유역면적 106.9km²인 대아지에 대해 1966년부터 2007년까지 용수공급능력을 분석한 결과, 연평균하여 강수량은 144.02백만³, 1347.6mm이었으며, 유입량은 109.63백만³, 1025.9mm/day/km²이었고, 유출률은 76.1%였다. 저수면 증발량은 1.17백만³이었으며, 이를 저수면적으로 나누면 735.2mm로 강우량의 54.6%에 이르렀다. 용수공급량은 129.04백만³, 일평균 35.4만³였고, 하천유지유량은 1.42백만³, 공급일수 331일이었으며, 일평균 공급량은 0.4만³이었다. 월류량은 8.14백만³, 저수량은 34.61백만³로, 저수율은 43.0%였다. 종합하면 연평균하여 저수율은 43.0%, 용수공급량/유역면적은 1220.7 mm, 단위유역 용수공급량/강우량 비율은 96.8%, 용수공급량/유입량 비율은 154.6%, 용수공급량/저수량 비율은 163.0%, 유입량/저수

량 비율은 137.0%였다(Fig. 9). 용수공급부족의 연수는 총 42년 중에 25년으로, 이수안전도는 40.5%였고, 용수공급부족의 일수는 총 15330일 중에 1430일로, 이수안전도는 90.7%였다. 용수공급 부족량은 총 1271.4백만 m^3 으로 연평균 3027.08만 m^3 에 이르는 것으로 분석되었으며, 연도별로 저수량 변화를 중첩하면 Fig. 10과 같다.

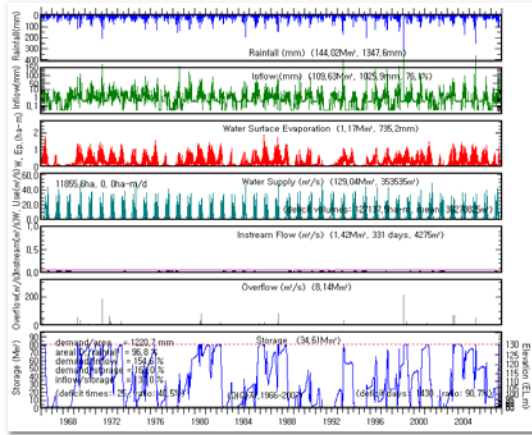


Fig. 9. Simulated daily storages in Dae-ah reservoir with full water level of EL.130m

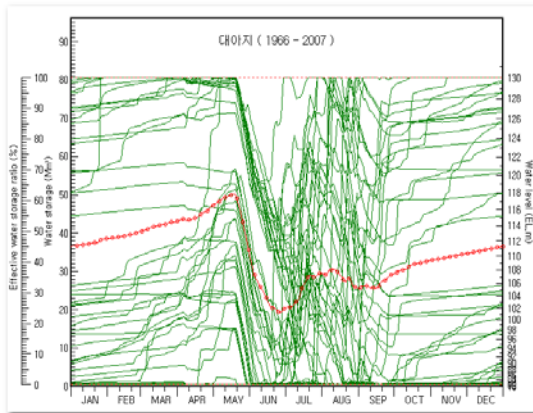


Fig. 10. Superposition of simulated daily storages in Dae-ah reservoir with full water level of EL.130m

4. 대아 승상 시나리오의 고시 지점 유량 평가
대아저수지를 10m 높인 유효저수량 80.05백만 m^3 , 총저수량 80.53백만 m^3 , 유역면적 106.9 km^2 인 대아지의 연평균 저수량은 34.6백만 m^3 로 연평균 저수율은 43.0%로 분석되었고, 방류량은 17.68백만 m^3 으로 유효저수량의 22.1%에相当하였으며, 유효저수량 26.06백만 m^3 , 총저수량 26.07백만 m^3 , 유역면적 97.7 km^2 인 경천지의 연평균 저수량은 10.5백만 m^3 로 연평균 저수율은 40.3%로 분석되었고, 방류량은 13.81백만 m^3 으로 유효저수량의 53.0%에相当하였으며, 유역면적 150.5 km^2 인 봉동 지점의 지류유입량은 연평균 751.36백만 m^3 , 유역면적 355.00 km^2 인 봉동 지점의 총유입량은 782.94백만 m^3 에 이르러 대아지의 방류량은 2.3%, 경천지의 방류량은 1.8%, 지류유입량은 96.0%를 차지하는 것으로 분석되었다(Fig. 11).

봉동 지점의 유황은 연평균하여 풍수량 28.09 m^3/s , 평수량 1.79 m^3/s , 저수량 0.89 m^3/s , 갈수량 0.82 m^3/s 로 분석되었으며, 고시유량 1.32 m^3/s 보다 0.50 m^3/s 적게 나타났다(Fig. 12).

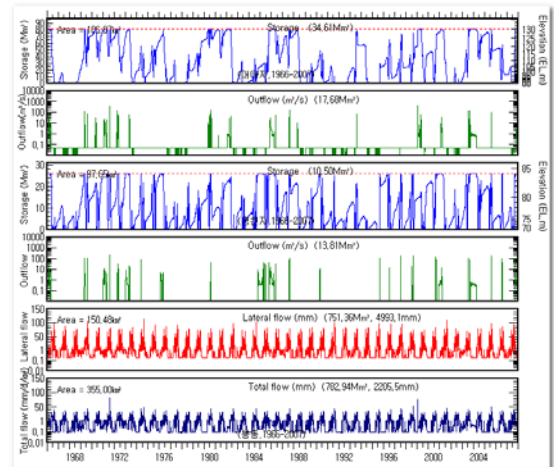


Fig. 11. Daily simulated streamflows at Bong-dong station in case of heightened Dae-ah reservoir size

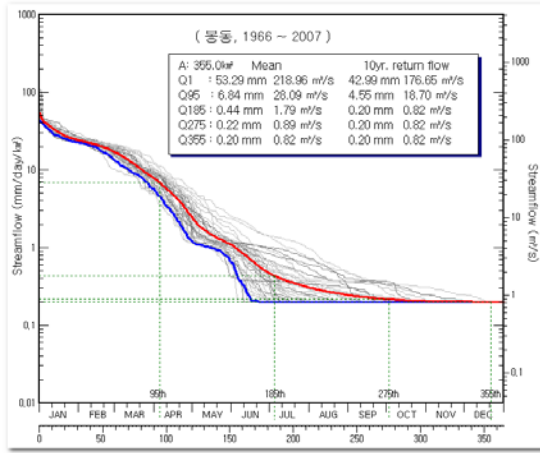


Fig. 12. Flow duration curves at Bong-dong station in case of heightened Dae-ah reservoir size

를 높여도 하천유지유량을 연평균 1.42백만^m³ 공급하는데 불과한 것으로 분석되었다. 또한 봉동 지점의 유황을 비교하면 Table 3과 같으며, 대아저수지를 높여 저수량을 증가시킨 경우에 오히려 하천유황이 감소돼 나타나는 것으로 분석되었다. 이를 해석하면 대아저수지로부터 129.04백만^m³인 관개용수량의 공급이 109.63백만^m³인 유입량의 118%에 이르러 현재 상태 규모의 저수지 용량을 충분하게 활용하기 때문에 저수지 용량을 증가시키더라도 용수공급의 증가효과는 전혀 나타나지 않는 것으로 나타났다. 따라서 봉동지점의 고시유량을 확보하기 위한 대아저수지의 승상의 수문학적 타당성은 전혀 없는 것으로 분석되었다.

종합하면 대아지를 10m 높이면 유효저수량은 25.38백만^m³ 증가하고, 연평균하여 저수면 증발량은 0.18백만^m³, 하천유지유량은 1.42백만^m³, 월류량은 7.20백만^m³, 일평균저수량은 9.97백만^m³ 증가하지만 저수율은 1.7% 감소하는 것으로 분석되었다(Table 2). 이를 요약하면 대아저수지

IV. 적 요

만경강 수계의 봉동 지점에서 자연사회환경 개선의 하천유지유량을 확보하기 위해 상류에 위치한 대아저수지를 높이는 방안에 대한 수문학

Table 2. Comparison of simulated results between present and heightened case of Dae-ah reservoir (m³/s)

case	Effec. storage (Mm³)	Inflow (Mm³)	W. S. Evpo. (Mm³)	Irri. Water (Mm³)	Instream flow (Mm³)	Overflow (Mm³)	Mean W. Storage (Mm³)	Storage rate (%)
present	54.67	109.63	0.99	129.04	-	8.14	24.64	44.7
heightened	80.05	109.63	1.17	129.04	1.42	15.34	34.61	43.0

Table 3. Comparison of streamflows at Bong-dong station between present and heightened case of Dae-ah reservoir (m³/s)

case	Q95	Q185	Q275	Q355
present	28.95	2.00	0.95	0.82
heightened	28.09	1.79	0.89	0.82

적 타당성을 검토한 결과 다음과 같이 요약된다.

첫째, 동상-대아 직렬 연계에 의해 대아저수지로부터의 용수공급을 분석한 결과 용수공급량/유역면적은 1207.4 mm, 단위유역 용수공급량/강우량 비율은 95.8%, 용수공급량/유입량 비율은 153.1%, 용수공급량/저수량 비율은 236.1%, 유입량/저수량 비율은 200.6%였다.

둘째, 대아-경천 병렬 연계를 고려한 봉동 지점의 유량을 분석한 결과 유황은 연평균하여 풍수량 28.95 m³/s, 평수량 2.00 m³/s, 저수량 0.95 m³/s, 갈수량 0.82 m³/s로 분석되었으며, 고시유량 1.32 m³/s보다 0.50 m³/s 적게 나타났다.

셋째, 대아저수지를 10m 높인 경우 대아저수지로부터의 용수공급을 분석한 결과 용수공급량/유역면적은 1220.7 mm, 단위유역 용수공급량/강우량 비율은 96.8%, 용수공급량/유입량 비율은 154.6%, 용수공급량/저수량 비율은 163.0%, 유입량/저수량 비율은 137.0%였다.

넷째, 대아저수지를 10m 높인 경우 대아-경천 병렬 연계를 고려한 봉동 지점의 유량을 분석한 결과 유황은 연평균하여 풍수량 28.09 m³/s, 평수량 1.79 m³/s, 저수량 0.89 m³/s, 갈수량 0.82 m³/s로 분석되어 유량증가 효과는 전혀 나타나지 않았다.

요약하면 대아저수지 용량을 증가시키더라도 용수공급의 증가효과는 전혀 나타나지 않았으며, 봉동지점의 고시유량을 확보하기 위한 대아저수지의 승상의 수문학적 타당성은 전혀 없는 것으로 분석되었다.

참고문헌

1. 건설교통부. 2007. 자연사회환경 개선을 위한 하천유지유량 산정방안 보고서.
2. 건설교통부, 한국수자원공사. 2006. 2020 수자원 장기종합계획(수정본).
3. 강연훈. 2004. 어류의 서식처 조건을 고려한 하천의 필요유량 산정에 관한 연구. 경희대학교 박사학위논문.
4. 김규호. 1999. 하천 어류 서식 환경의 평가와 최적유량 산정. 연세대학교 박사학위논문.
5. 김정근, 여중현, 김우구. 2005. 하수처리수를 이용한 하천유지유량 확보에 따른 대전 3대 하천에서의 수질모의. 한국수자원학회 학술발표회 논문집 : 1373-1377.
6. 노재경. 2008. 하천에 물이 얼마나 흘러야 하나. 사람과 물(편집대표 권순국) : 355-396. 서울대학교출판부.
7. 노재경, 박현구. 2005. 단지계획지구 홍수저류지의 하천유지유량 공급방안 연구. 한국수자원학회 학술발표회 논문집 : 1219-1223.
8. 노재경. 2004. A system for estimating daily paddy irrigation water requirements in simulating daily streamflow. 한국농공학회논문집 46(7) : 71-80.
9. 노재경. 2003. 용수 수요를 고려한 DAWAST 모형의 적용성 평가. 한국수자원학회논문집 36(6) : 1097-1107.
10. 노재경. 1991. 토양수분저류에 의한 일 유출량 유역 모형. 서울대학교 박사학위논문.
11. 우효섭, 이진원, 김규호. 1998. 물고기 서식처를 고려한 하천유지유량 결정방법의 개발-금강 본류에의 적용. 대한토목학회 논문집 18(Ⅱ-4) : 339-350.
12. 이길성, 진락선, 이상호, 이정민. 2005. PCSWMM을 이용한 건천화 방지를 위한 유지용수의 공급방안(Ⅱ) 모형의 적용. 대한토목학회 논문집 25(6B) : 437-441.
13. 이주현, 정상만, 이명호, 이용수. 2006. 유지유량 증분 방법론(IFIM)에 의한 한강수계 주요 지류에서의 어류서식 필요유량 산정. 대한토목학회 논문집 26(2B) : 153-160.

1. 건설교통부. 2007. 자연사회환경 개선을 위한 하

14. Noh, Jaekyoung and Luis A. Garcia. 2007. Hydrologic System for Simulating Reference Flows in the Geum River Basin's TMDL Practices. Hydrology Days 2007 : CD 20p. American Geophysical Union.