

수자원-7 소규모 저수지의 저류용량 결정에 관한 연구

정순돌^{*}, 김대형¹, 안승섭, 이증석², 장인수³

경일대학교 도시정보지적공학과, ¹경산시 재난관리과

²경일대학교 토목공학과, ³충주대학교 환경공학과

1. 서론

시대의 흐름에 따라 수자원 이용이 효율적으로 되는 추세에 비추어 볼 때 용수의 안정적인 수급측면에서 수자원의 시간적·공간적인 편중을 극복하는 방법으로 홍수기의 풍부한 수량을 일단 저류했다가 관개기 혹은 갈수기에 이용하는 수단으로서 저수지의 역할은 매우 크다. 소규모 관개용 저수지의 경우에는 지속적인 가뭄을 극복할 수 있을 만큼 충분한 저류용량을 갖는 것이 아니라 대략 10년 빈도의 가뭄기간 동안 즉, 신뢰도 90% 정도의 적절한 물 관리가 이루어진 경우에 관개용수의 공급이 가능하도록 계획되어진다.

국내외의 저수지 저류용량 결정에 관한 최초의 연구는 과거의 유입량 기록이 장래에도 반복되어 발생한다는 가정하에 과거의 유입량 기록이나 추정치를 근거로 한 Rippl(1883)의 연구 이래로 Waitt(1945), Alexander(1962), Moran(1955), Gould(1964), 장인수(1985), 최한규(1986), 안승섭(1997), 정상만(1994) 및 한국수자원공사(1998) 등에 의해서 연구가 진행된 바 있다.

본 연구에서는 소규모 저수지에서의 저류용량 결정을 위한 저수지 운영기법을 비교·검토함으로써 소규모 저수지의 용수공급능력의 효율적인 추정은 물론 향후 저수지 하류지역의 수자원 관리계획 수립에 필요한 자료를 제공하는데 목적이 있다.

2. 용수공급능력 결정기법의 기본이론

2.1. 저수지 유입량 해석의 기본이론

저수지의 소요용량결정이나 저수지 운영조작분석 등을 위해서 필요한 월별유출입 특성분석은 여러 가지 방법을 이용하고 있으나 본 연구에서는 우리나라의 수문 실무분석에 널리 이용되고 있는 Tank모형을 이용하였다.

2.2. 저류량-용수공급능력 결정의 기본이론

본 연구에서는 소규모 저수지의 저류용량 결정을 위하여 추계학적 방법, Simulation 방법 및 최적화기법(선형계획법)을 이용하였다. 먼저, 추계학적방법으로는 Moran이 제안한 이론을 기초로 하여 Gould가 발전시킨 TPM(Transition Probability Matrix)기법을 이용하였다. 다음으로, Simulation방법으로는 미국 육군공병단에서 개발하여 국내외에서 저수지 해석에 많이 이용되고 있는 HEC-5(U. S. Army Corps of Eng., 1982 : Wurbs et al., 1985)모델을 이용하였으며, 마지막으로 최적화기법으로는 유역의 한정된 수자원을 최적으로 이용하는 방법중 하나인 수리계획법에 의해서 최적 용수배분 시스템을 구축하기

위하여 본 선형계획법을 이용하였다.

3. 모델의 적용 및 분석결과

3.1. 연구대상구역의 선정 및 자료의 수집

본 연구의 대상 저수지는 농어촌진흥공사에서 농촌용수개발사업 목적으로 건설되어 운영중인 낙동강 지류 대가천 상류에 위치한 성주지를 대상으로 하였으며, 용수공급능력 해석에 필요한 유입량 자료는 Tank모델을 이용하여 유출 계산을 한 결과를 입력자료로서 사용하였다.

성주지의 유역면적은 150.682km²이고, 댐 형식은 석피댐으로서 마루표고는 EL. 191.0m이다. 성주지의 계획용수공급량은 50,041천m³/년으로서 이 중에서 생·공용수 3,212천m³/년, 농업용수 29,800천m³/년, 하천유지용수 17,029천m³/년을 공급 목표로 하고 있으며, 주용수공급은 농업용수와 하천유지용수로 각각 59.8%, 34%를 공급하고 있는 실정이다.

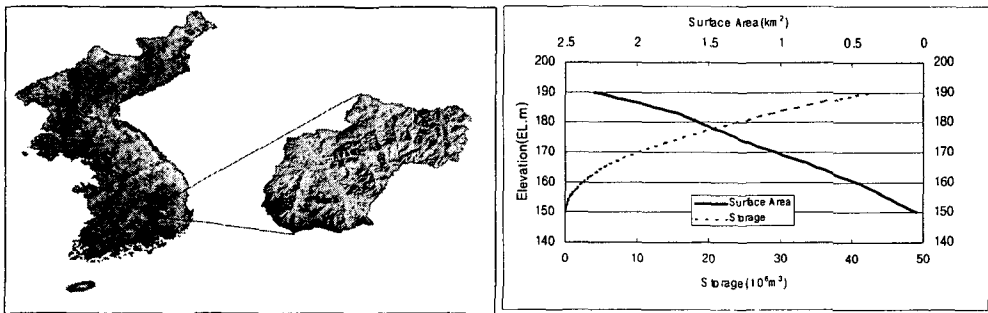


Fig. 1 Location Map of Study Area Fig. 2 Dam Elevation-Surface Area-Storage

3.2. 연구대상구역의 수문특성 분석

본 연구의 연구대상 댐이 위치한 성주댐유역 낙동강 수계의 제 1지류로서 유역내에는 1개의 강우관측소(대가 관측소, 건설교통부 T/M우량관측소)가 설치되어 수문관측에 이용되고 있으며, 이 중에서 댐개발 예정지역에 대한 수문분석의 정도를 높이기 위하여 성주댐유역 유출에 영향을 미치는 인근 강우관측소에서 관측된 1966년부터 1995년까지 30개년간의 관측자료를 이용하여 댐유역별 과거년별 강우량을 조사하여 댐 유역의 년별 월별 유출특성을 Tank Model을 이용하여 분석하였다. 분석결과 <Fig. 3>에서 나타낸 바와 같이 년 평균 유출량은 576.29m³/s이며, 이 중에서 하기인 6~9월에 전체 유출량의 약 74%인 426.22m³/s가 발생하고 있어서 계절적 편차가 극심함을 알 수 있었다.

3.3. 저류량-용수공급능력 분석 및 결과의 검토

본 연구에서는 소규모 농업용저수지인 성주댐을 대상으로 TPM Method, Simulation Method(HEC-5 Model) 및 Linear Programming Method를 이용하여 최적 용수공급능력을 분석하였으며, 분석결과를 비교 검토한 결과 <Table 1> 및 <Fig. 4>와 같았다. 분석

방법에 있어서 성주댐의 최적용수공급능력 결정시에 천이확률행렬법과 Simulation기법에 의한 용수공급 신뢰도는 각각 90% 및 95%로 하였으나 선형계획기법에 의한 추정은 월별 필요수량에 따라서 최적화 개념을 이용하여 최적 용수공급능력을 검토하기 때문에 신뢰도가 고려되지 않았다.

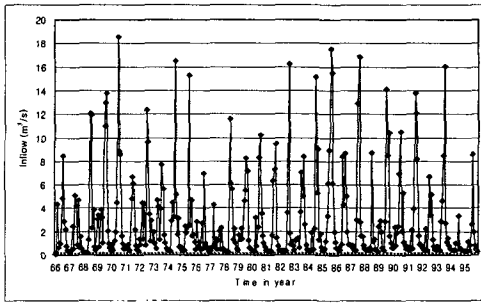


Fig. 3 Results of Monthly Runoff Discharge Simulation

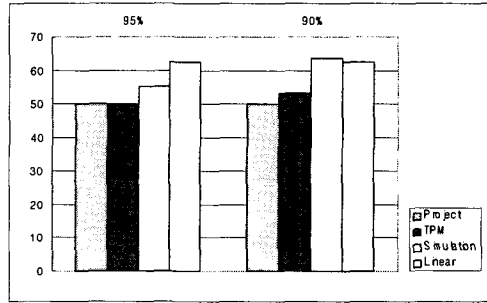


Fig. 4 Comparison of Optimal Water Supply Capacity

검토결과 <Table 1> 및 <Fig. 4>에서 나타낸 바와 같이 성주저수지의 계획 용수공급량 50백만톤과 비교할 때 천이확률행렬법에 의한 경우 최적 용수공급능력은 매월 동일량의 용수확보개념이 적용된 것으로서 기존의 계획 용수공급량은 신뢰도 95%과 거의 일치하는 것으로 나타났다. 다음으로, Simulation 방법에 의한 추정 결과는 계획능력에 비해 10%이상 크게 추정되어, 이러한 결과는 저수지 유입량 시계열자료의 연속적인 모의가 이루어지므로 유입량의 변화에도 안정적으로 용수공급이 이루어질 수 있도록 운영됨을 알 수 있었다. 마지막으로, 선형계획법에 의한 최적 용수공급능력은 계획공급량 50백만톤과 비교할 때, 약 25% 정도 증가되는 것으로 검토되었다.

<Table 1> Comparison of Optimal Water Supply Capacity

Reliability(%)	Water Supply Capacity(10 ⁶ m ³ /year)			
	Project	TPM	Simulation	Linear
95	50	49.80	55.18	62.40
90	50	53.40	63.70	62.40

4. 결론

본 연구에서는 농어촌진흥공사에서 농촌용수개발사업 목적으로 건설되어 운영중인 낙동강 지류 대가천 상류에 위치한 성주지를 대상으로 하여 소규모 저수지 저류용량 결정에 관한 기법을 검토하였다. 분석에 있어서는 추계학적방법(TPM방법), Simulation법(HEC-5모델) 및 최적화기법(선형계획법)을 이용하였다.

각 분석기법별로 용수공급능력을 분석한 결과, 동일한 조건의 유입량과 입력자료의 사용으로 최대한 동일 비교가 가능하도록 하였음에도 각기 운영방법에 따라 조금씩 다른

결과치를 보여주고 있으며, 용수공급능력은 선형계획법 > Simulation기법 > 천이확률행렬법의 순으로 검토되어, 농업용 소규모 저수지의 용수공급능력은 저수지 유입량 계열 자료를 비교적 합리적으로 적용가능하고, 중위치를 나타내고 있는 Simulation기법 이용하는 적합할 것으로 판단된다.

또한, Simulation기법을 기준으로 할 경우 성주저수지의 저류용량은 기존의 계획 용수공급량 50백만톤을 상향조정하여 공급신뢰도 95%와 90%일 때 각각 약 55.18백만톤 및 63.7백만톤으로 조정하여 이용함으로써, 댐 하류지역의 개발에 따른수자원 이용의 효율성을 제고할 수 있을 것으로 판단된다. 또한, 농업용 저수지에도 각 월별 운영기법과 효율적인 저수지 관리를 통하여 수자원의 확보가 가능할 것으로 판단되며, 안정적인 용수공급으로 인하여 농촌지역의 경제 발전에 기여할 것으로 사료된다.

참 고 문 헌

- Rippl, W., 1883, The Capacity of Storage Reservoirs for Water Supply, Proc. Tnst. Civil Eng., 71, pp.270~278.
- Waite, F.W.F., 1945, Studies of Droughts in the Sydney Catchment Areas, Jr. I.E. Aust., Vol.17, No.4~5, April~May, pp.90~97.
- Alexander, G.N., 1962, The Use of the Gamma Distribution in Estimating Regulated Output from Storages, Civ. Eng. Tr. I.E. AUT., pp.29~34.
- Moran, P.A.P., 1955, A Probability Theory of Dams Storage System, Modification of the Release Rule, Aust. J. Appl. Sci., 5, pp.117~130.
- Gould, B.W., 1964, Statistical Methods for Reservoir Yield Estimation, Water Research Foundation Australia, Report No. 8, 1964.
- 장인수, 이순탁, 1985, 저수지의 Storage-Yield에 관한 연구, 한국수자원학회지, 제 18권 제 3호, pp.253~264.
- 최한규, 최영박, 김치홍, 1986, 추계학적 저수용량결정에 관한연구, 한국수자원학회지, 제 19권 제 2호, pp.149~155.
- 안승섭, 장인수, 이수식, 1997, 소규모 저수지의 최적용수공급능력 결정에 관한 연구, 한국농공학회지, 제 39권 제 5호, pp.109~122.
- 정상만, 신현민, 1994, 다목적댐의 용수공급능력 평가방법의 개선, 건기연, 연구보고 94-WR-111.
- 한국수자원공사, 1998, 기존댐 용수공급능력조사(낙동강, 금강수계)보고서, 한국수자원공사 박기범, 저수지의 저류량-용수공급능력해석에 관한 연구, 영남대 석사학위 논문, 1999.
- 정순돌, 신성일, 김승균, 이증석, 안승섭, 2001, 신뢰도를 고려한 소규모 저수지의 공급능력결정, 한국산업융용학회 춘계학술발표회 논문집, pp.58~65.
- 황동규, 2001, 대규모 농촌용수개발사업-성주지구사업-, 한국농공학회지, 제 43권 제 1호, pp.10~15.
- 농어촌진흥공사, 성주지구 농업용수개발 사업계획서, 1988.