

다목적댐의 용수공급능력 평가지표 설정 연구

A Criterion for Evaluating Capacity of Multi-purpose Reservoir

○노재경*

1. 서 론

다목적 댐으로부터의 용수는 생활용수, 공업용수, 관개용수, 하천유지용수 등이며, 용수사용량은 생활용수, 공업용수, 하천유지용수는 거의 일정한 양상을 보이고 있으며, 관개용수는 우리나라의 경우 주로 수도재배를 위한 것이며 생육시기별로 포장의 유효수량에 따라 다양한 양상을 나타낸다.

지금까지 댐의 계획은 월 유량에 근거하였으나, 이제는 일 유량에 의하는 것도 가능하게 되었다. 일 단위의 저수량 모의를 하는데 제약은 정확한 일 유량의 추정과 용수수요변화가 심한 관개용수의 일별 배분이다. 일 단위의 연속유출 모형은 확정론적, 추계학적 모형으로 크게 분류되며, 그 가지수는 수없이 많다. 실무에서 흔히 사용하는 모형은 탱크 모형, DAWAST 모형을 들 수 있다. 논의 관개용수는 생육시기별로 요구되는 담수심이 다르며, 소비수량을 계산하는데 필요한 강우, 온도, 증발, 습도, 풍속, 일조시간 등 각종 기상자료가 사용할 수 있을 정도로 축적되어 있다. 이 기상자료를 이용하여 작물소비수량을 계산하고 유효수량을 고려하여 필요한 담수심에 상당한 수량과 수로손실, 관리손실을 더하여 용수량을 일별로 계산할 수 있다.

따라서, 저수지 물수지를 설정하여 각종 용수공급에 따라 다목적댐의 저수량 변화를 일별로 얻을 수 있다. 이의 결과를 분석하여 댐 계획을 수립한다면 지금까지 사용되어온 기준년 설정 방법의 모호성을 탈피할 수 있을 뿐만 아니라 실제 댐 운영에 사용되는 것을 계획에도 그대로 반영하는 셈이 된다.

그러면 저수지 물수지 모형에 의한 장기간의 일별 저수량 변화 결과를 어떻게 해석해야 할까? 설계기준은 고갈빈도에 의하고 있으며, 이 값은 농업용수는 10년 빈도, 용수전용댐은 10년 빈도(상수도 시설기준), 다목적 댐은 15-20년 빈도(각종 보고서 분석 결과)에 상당한다.

KORESI DSS(댐 규모 결정 의사결정지원시스템)에는 일별 저수량 모의 결과로부터 용수공급능력을 다양하게 평가할 수 있도록 모의결과분석 메뉴를 제공하고 있다. 이는 반순별 저수량 곡선, 전기간 저수량 곡선, 반순별 저수율 곡선, 전기간 저수율 곡선, 년말 저수율 변화 분석, 저수율 등급별 비율, 고갈률 분석, 용수공급결과 분석 등을 말한다. 여기서는 실제 댐에 적용하여 이들 각 방법의 결과를 분석하고, 용수공급능력을 평가할 때 이들 각 방법의 사용가능성을 타진한다.

* 한국수자원공사 수자원연구소 선임연구원

2. 일별 저수지 물수지 모형

저수지 물수지 모형 흐름도는 그림 1과 같다. 먼저 저수지로 유입하는 퇴사량을 산정하여 이를 저수지 내에 공간적으로 적절하게 분포시켜 내용적이 감소된 것을 고려한다. 저수지의 물수지는 강우와 상류로부터 유입량에 의해 저수량이 증가하고, 저수면 증발량, 생활용수, 공업용수, 농업용수, 하천유지용수 등의 각종 용수공급에 의해 저수량이 감소된다. 이런 양상을 장기간에 걸쳐 일별로 나타내고 이를 분석하여 안정된 용수공급을 할 수 있는 저수용량이 얼마인가를 정한다. 따라서, 분석결과가 일정 기준에 도달할 때까지 모의발생을 반복한다.

저수지 물수지 중에서 가장 중요한 부분은 유입량의 추정이다. 주요 수입원이기 때문이다. 정확한 수입을 알아야 지출을 어떻게 할 것인가 요모조모 꾸밀 수 있다. 원칙으로는 측정에 의하여 유입량을 구해야 된다. 그러나 댐 계획지구는 미계측인 경우가 대부분이기 때문에 할 수 없이 모의에 의하게 된다. 여기서는 DAWAST 모형에 의하였다.

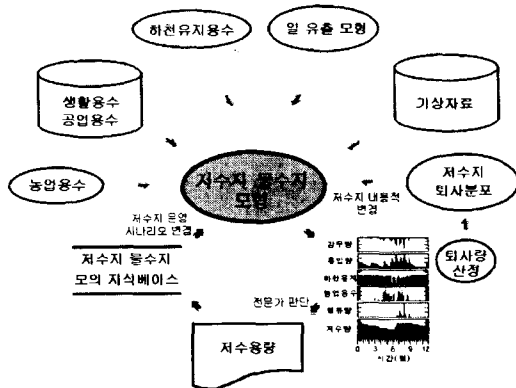


그림 1 저수지 물수지 모형 흐름도

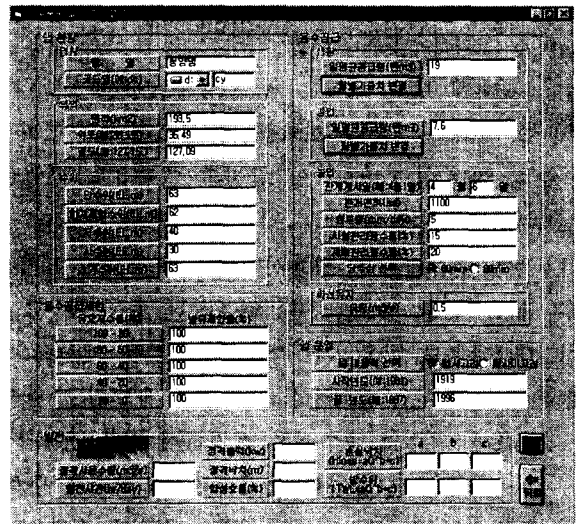


그림 2 저수지 물수지 모의를 위한 초기 설정 화면

그림 2는 저수지 일별 물수지 모의를 위한 초기 설정 예이며, 여기에는 유역면적, 각종 저수위 등 댐 현황, 일평균 생활, 공업용수량, 관개면적, 관리손실율, 하천유지유량 등 용수공급 현황, 퇴사 고려, 미고려 선택 등을 포함하고 있으며, 용수공급제한에 대한 것도 포함하여 댐 운영에도 사용할 수 있는 폭을 마련해 두었다.

그림 3은 각종 용수를 공급할 때 저수지 물수지 모형에 의한 일별 저수량 모의 예이다. 비가 내려 유입되고, 생활용수, 농업용수를 공급할 때 저수량 변화를 나타낸 것이다. 만수위를 넘으면 월류되고 하천유지유량은 일정하게 하였다. 이와같이 장기간 일별로 저수량을 모의한 결과가 있으면 이를 어떻게 해석할 것인가? 그림 4는 저수지 물수지 모형의 메뉴이며, 이 중에서 모의결과분석 메뉴가 이를 위한 것이다. 이것이 본 연구에서 말하고자 하는 사항이며 3장에서 언급한다.

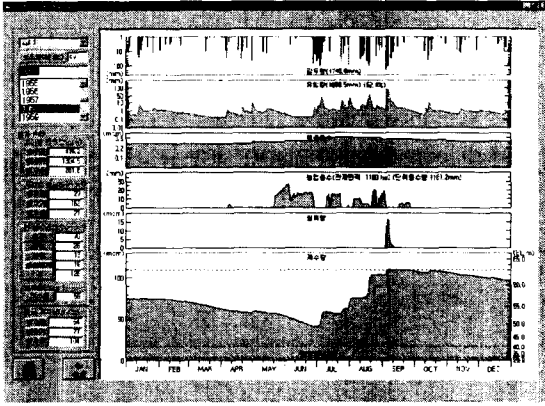


그림 3 저수지 일별 물수지 모의 예



그림 4 저수지 물수지 모형 매뉴

3. 용수공급능력 평가 지표

다목적 댐의 용수공급능력을 평가하는데 고갈 빈도 외에 몇 가지를 생각하였다. 저수량 변화를 반순별로 연도별로 중첩하여 나타내면 어떤 양상이 나타날까? 저수량을 저수율로 나타내면 어떨까? 전기간 저수량, 저수율은 어떻게 나타날까? 년말 저수율을 연도별로 분석하면 어떤 빈도가 나타날까? 저수율을 등급을 매겨 연도별로 중첩하여 그 빈도를 보면 어떨까? 고갈빈도와 그 양, 발생일수는 어떻게 나타나는가? 전기간에 대해 용수공급량을 분석하면 그것이 강우량의 얼마를 사용하고, 유입량의 얼마를 사용하고, 유효저수량은 유입량의 얼마에 해당하고, 용수공급량은 유효저수량의 몇 배를 사용하는 것일까? 등이 그것이다. 이에 대한 용어를 각각 반순별 저수량 변화, 전기간 저수량 변화, 반순별 저수율 변화, 전기간 저수율 변화, 년말 저수율 변화, 저수율 등급별 비율, 고갈률 분석, 연간이용 환산수량, 용수이용율, 저수율, 저수지 이용회수등으로 하였다.

여기서는 표 1과 같이 KORESI DSS를 이용하여 이수용량을 결정한 4가지 경우 중에서 용수량이 정해져 있고, 하계제한수위가 있는 경우에 적용한 예를 가지고 설명한다.

표 1 청양댐의 이수용량 결정 결과

구 분		만수위 (EL.m)	용수공급량			
			생활	공업	농업	하천유지
만수위가 정해져 있을 때	하계제한수위 있는 경우	63.0	105,000m ³ /일	50,000m ³ /일	관개면적 1,100ha	0.5m ³ /s
	없는 경우	63.0	130,000m ³ /일	50,000m ³ /일	"	"
용수량이 정해져 있을 때	있는 경우	68.0	150,000m ³ /일	50,000m ³ /일	"	"
	없는 경우	66.0	"	"	"	"

주) 하계제한수위는 편의상 만수위 보다 3m 낮게 두었다.

분석기간은 1919-1996년으로 총 78개년이었으며, 고갈년은 1929년, 1930년, 1939년, 1940년, 1944년, 1951년, 1952년, 1996년 8개 연도로 10년 빈도에 상당한 용수공급능력을 갖춘 규모이다. 용수조절용량은 21,148천m³으로서 유효저수량 149,337천m³의 약 15%에 상당하는 수량이다.

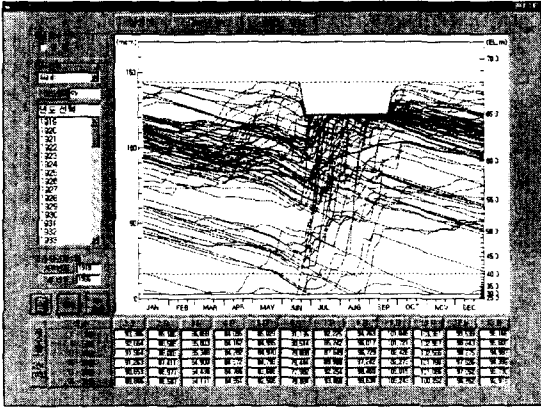


그림 5 반순별 저수량 변화 곡선

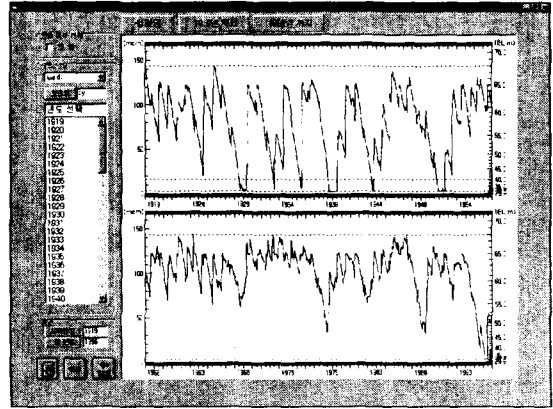


그림 6 전기장 저수량 변화 곡선

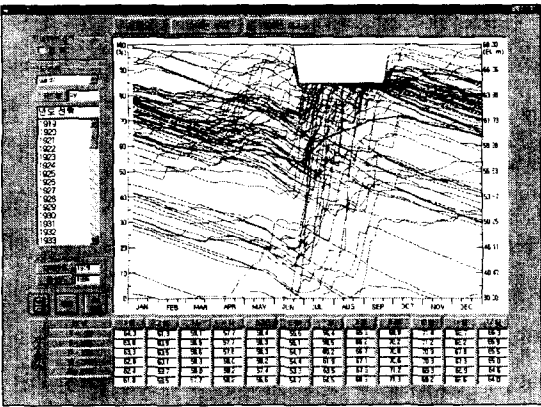


그림 7 반순별 저수율 변화 곡선

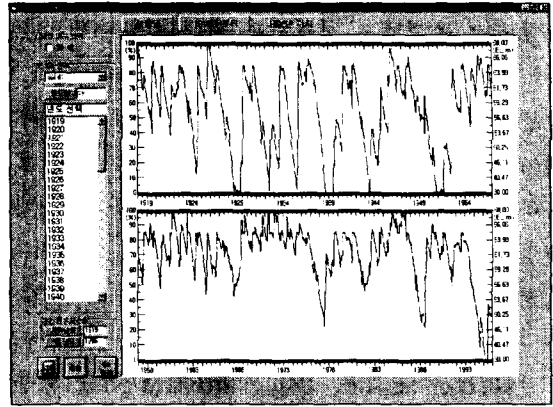


그림 8 전기장 저수율 변화 곡선

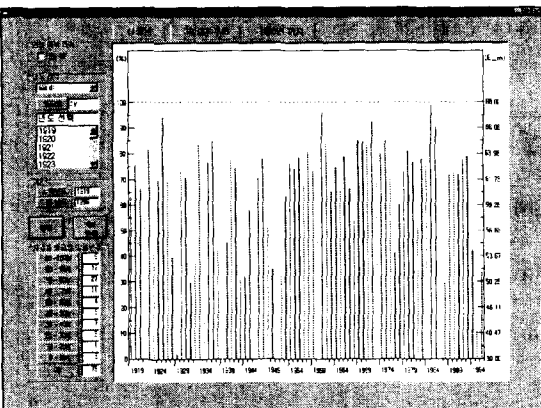


그림 9 년말 저수율 변화 곡선

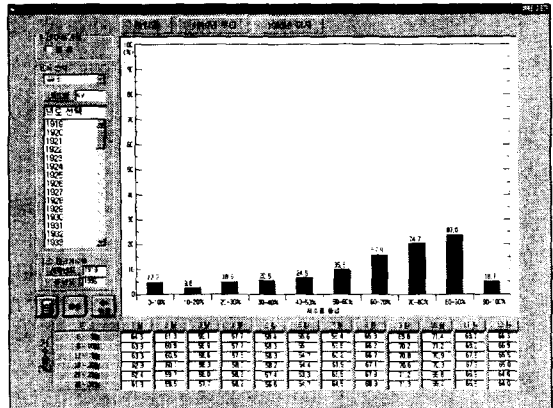


그림 10 저수율 등급별 비율 곡선

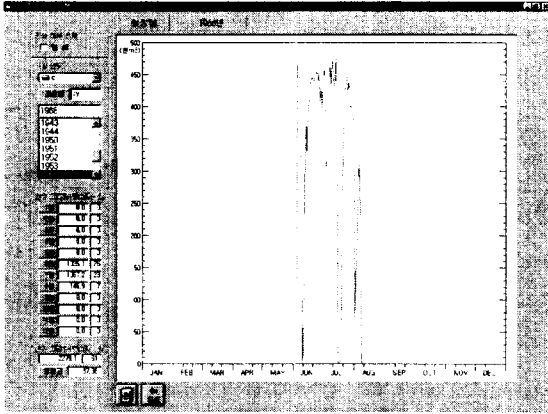


그림 11 고갈률 분석 예

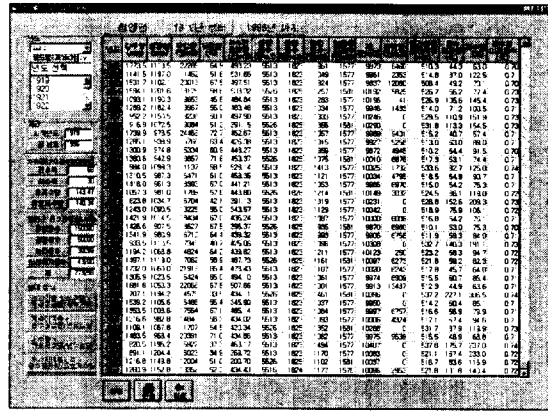


그림 12 용수공급량 분석 총괄

그림 5는 반순별 저수량 곡선으로 저수량은 1월초에 93,386천 m^3 로 시작하여 6월 하순에 79,444천 m^3 로 최저로, 10월 초순에 103,361천 m^3 로 최대로, 12월 말에 92,916천 m^3 로 변화하였다. 이는 10년 빈도인 경우이며, 빈도가 다르고 다른 댐의 경우는 어떤가 분석하면 빈도별 시기별 저수량 변화곡선이 도출될 것이다.

그림 6은 전기간 저수량 변화 곡선이며, 이를 보고 전체적인 저수량 변화를 파악할 수 있다.

그림 7, 8은 그림 5, 6을 저수율로 나타낸 것이며, 상대적인 값을 제시할 것이다. 반순별 저수율은 1월초에 64.3%로 시작하여 6월말에 53.3%로 최저로 떨어졌다가 10월초에 71.4%로 최대를 보이고, 연말에 64.0%로 되었다.

그림 9는 년도별 연말 저수율 변화 곡선이며, 연말 저수율은 90-100% 구간이 5개년, 80-90% 12개년, 70-80% 27개년, 60-70% 11개년, 50-60% 4개년, 40-50% 5개년, 30-40% 7개년, 20-30% 3개년, 10-20% 1개년, 0-10% 3개년이었다. 이 중에서 가장 많이 발생한 저수율 구간은 70-80%로서 약 35%를 차지하고 있다. 60% 이상은 55개년으로 약 71%, 70% 이상은 44개년으로 약 56%를 차지하고 있다. 한편 40% 이하는 14개년으로 약 17%, 30% 이하는 7개년으로 약 9%를 차지하고 있다. 이 경우 고갈년 10년 빈도에 해당되는 저수율은 약 30% 이하로 볼 수 있다. 왜 하필이면 연말 저수율을 택하였는가는 단순히 편의를 위한 것이다. 용수가 최대로 확보된 9월말이나 10월초 저수율을 대상으로 하여도 의미가 있을 것이다. 그러나 연말 저수율도 일정한 경향을 나타내고 있다.

그림 10은 년평균 저수율 등급별 비율이며, 저수율이 높은 등급일수록 발생 빈도가 높게 나타났다. 표 1의 4가지 경우 모두 이와 같았다. 이로부터 적정 용수공급능력이 갖추어졌을 때 '연평균 저수율 등급별 비율은 저수율 등급이 높아질수록 높게 나타난다.'라고 말할 수 있다. 90-100% 구간이 낮게 나타난 것은 하계제한수위를 두었기 때문이다. 이 경우는 10년 빈도의 경우이며, 빈도가 수가 변하면 변화하는 양상이 다르게 나타날 것이다. 이를 분석하면 빈도별 저수율 등급별 비율 곡선을 도출할 수 있을 것이다.

그림 11은 고갈률 분석의 예이며, 고갈이 발생한 연도가 콤보박스에 나타나며, 해당 년도를 클

리함으로써 고갈량과 기간을 볼 수 있다. 월별 고갈량과 고갈일수를 나타내었으며, 이를 고갈이 발생한 연도별로 종합하면 용수부족에 대한 종합 결론을 도출할 수 있다.

그림 12는 연도별 용수공급 결과를 분석한 것이다. 만수위 EL.68m, 하계제한수위 EL.65m, 사수위 EL.30m, 총 저수량 143,474천 m^3 , 유효저수량 140,337천 m^3 이고, 일평균 용수공급량이 생활용수 150,000 m^3 , 공업용수 50,000 m^3 , 농업용수 30,099 m^3 , 하천유지용수 43,200 m^3 , 총 273,299 m^3 이었을 때, 연도별 용수공급량은 평균하여 생활용수 5,516만 m^3 , 공업용수 1,824만 m^3 , 농업용수 1,177만 m^3 , 하천유지용수 1,578만 m^3 , 총 10,096만 m^3 이었다. 용수공급은 년평균 521.8mm의 강우량을 사용하였고, 이는 년 유입량의 101.8%이고, 유효저수량의 0.72배에 상당한다. 또한 유효저수량은 년평균 유입량의 140.4%에 해당한다 라고 해석할 수 있다.

4. 결 론

일별 저수량 모의 결과로부터 그 모의 결과를 쉽게 평가할 수 있도록 비주얼베이직을 이용한 PC 윈도우95 환경하의 KORESI DSS에 모의결과분석 메뉴를 탑재하여 놓았다. 각 방법의 메뉴를 선택하고 모의기간을 입력하여 명령단추만 클릭함으로써 그림으로 결과를 곧바로 볼 수 있도록 하였다.

저수지가 적정 용수공급능력을 갖추었을 때 저수율 등급별 비율은 저수율이 높은 등급일수록 빈도가 높게 나타났으며, 년말저수율은 저수율 등급별로 일정 빈도를 나타내었다. 또한 반순별 저수량, 저수율은 6월말에 최저, 9월말 또는 10월초에 최고값을 나타내었다. 전기간 저수량, 저수율은 그림을 보고 전기간의 경향을 파악할 수 있다. 고갈률은 저수량이 부족한 기간과 량을 나타내도록 하였고, 용수공급결과분석은 용수공급량, 저수량, 유입량의 관계를 나타내도록 하였다.

여기에 제시한 것은 10년 빈도에 대한 것이고 청양댐의 경우이지만 이를 빈도별로 여러 댐에 적용하면 일반적으로 사용할 수 있는 일종의 용수공급능력을 평가할 수 있는 지표를 제시할 수 있을 것이다.

5. 참고문헌

한국수자원공사, 댐 규모 결정을 위한 의사결정지원시스템 개발, 1997