대곡·사연댐의 호내 탁수거동 분석

Analysis of Turbid Water Distribution in Daegok and Sayoun Reservoir

이상욱*, 김정곤**, 노준우***, 박상영****

Sanguk Lee, Jeongkon Kim, Joonwoo Noh, Sangyoung Park

요 지

하절기의 태풍 및 장마시 유입되는 탁수는 수자원의 효율적 관리를 저해하는 요소로서, 현재 일부댐에 이러한 탁수의 장기화를 방지하고 탁수로 인한 하류부의 영향기간을 줄이기 위하여 선택취수시설이 설치되어 운영중에 있으며, 많은 댐을 대상으로 탁수발생 현상에 대하여 모델링 기법을 이용한 탁수거동 분석이 수행되고 있다.

본 연구에서는 태화강수계의 대곡천에 위치한 대곡댐 및 사연댐에 대하여 강우시 호내에 유입된 탁수의 거동을 분석하기 위하여 CE-QUAL-W2 모형을 구축하였다. 유입 탁도자료는 2007년 하절기 강우시 실측된 결과를 이용하였으며, 탁수가 유입된 이후 일별로 호내에서 측정된 수심별 수온 및 탁도자료를 이용하여 모델을 보정하였다.

유입 이전의 조사시 표층 및 심층의 수온차이가 1℃ 미만으로서 수온성층이 형성되지 않은 것으로 나타났으며 고탁수 유입시 탁수층이 중층 이하에서 바닥층까지로 유입되는 것으로 나타났으며, 보정결과 침강보다 자연적인 소멸 등의 침강 외적인 요인으로 인하여 탁도가 저감되는 것으로 분석되었으며 이에 대한 추가적인 검토가 필요한 것으로 판단되었다.

댐축에의 탁수층 도달시간을 검토한 결과 대곡댐은 18시간 이내, 사연댐은 30시간 이내에 댐축에 도달하는 것으로 예측되었다. 댐별 저수용량이 각각 9월 14일 기준으로 10.3 Mm³ 및 17.2 Mm³으로서 60% 가까운 차이를 보이나, 9월 18일 기준으로 18.2 Mm³, 24.2 Mm³로 나타나 각각 7.9 Mm³, 7.0 Mm³의 저수용량증가를 나타내었다. 실제로 유입된 양의 차이는 크지 않은 반면에 초기 체적의 차이가 크게 나타남(10.3 Mm³, 17.2 Mm³의 약 60% 차이)으로써 이러한 탁수층이 댐축에 도달하는 시간의 차이가 발생한 것으로 판단된다.

핵심용어: 대곡댐, 사연댐, 탁수, CE-QUAL-W2

1. 서 론

우리나라 대부분의 호소는 여름철 집중호우로 인해 유역 내 발생하는 토양 침식 등의 자연적 원인 혹은 인위적인 영향으로 인해 고탁도를 유지하게 된다. 호소 내 고탁도 현상은 방류 및 취수형태 등 수리·수문학적 거동에 따라 체류시간이 변동하며 이로 인해 장기간 고탁도가 유지될 수 있다. 호소 내 탁수가 급격하게 증가하여 수개월씩 체류하게 되면 수자원의 확보 및 정수장의 수처리, 수중 생태계의 교란 등 여러 문제를 초래하게 된다. 최근 임하호, 소양호 등 인공호의 장기

* 정회원· 한국수자원공사 수자원연구원 연구원 공학석사·E-mail : lsu@kwater.or.kr
** 정회원· 한국수자원공사 수자원연구원 책임연구원 공학석사·E-mail : jkkim@kwater.or.kr
*** 정회원· 한국수자원공사 수자원연구원 선임연구원 공학박사·E-mail : jnoh@kwater.or.kr
**** 정회원· 한국수자원공사 수자원연구원 선임연구원 공학박사·E-mail : sypark119@kwater.or.kr

간 고탁도 유지로 인해 탁수 현상이 지역주민, 관리자, 전문가 등의 관심사로 대두되고 있으며, 기존의 호소 뿐만 아니라 장래 댐 건설로 인한 탁수 발생에 대한 우려가 가중되고 있는 실정이다.

탁수 현상은 유역에서 유출되는 토사 물질로 인한 자연적 원인이 가장 크게 작용하는 것으로 알려져 있다. 수리 및 수질모델을 이용하면 호소 내로 유입되는 토사 물질의 이송, 확산, 침강 특성 등을 분석할 수 있다. 또한, 모델을 이용함으로서 발전 방류나 취수 등의 댐 운영으로 인한 탁수 거동을 효과적으로 분석할 수 있다. 본 보고서에서는 2차원 모델 CE-QUAL-W2를 적용하여 대곡댐 및 사연댐을 대상으로 강우시 토사 유출로 인한 호소 내의 탁수 거동을 파악하였다. 하절기 탁수조사 결과를 바탕으로 모델의 매개변수를 보정하였으며, 특정 강우로 인한 탁수 모의를 수행하여 호소 내 탁수 거동과 탁수량을 예측하였다.

2. 실험재료 및 방법

CE-QUAL-W2 모델을 적용하기 위해 필요한 입력자료는 지형조건, 기상자료, 유량자료, 경계 및 초기조건 등이 있다. 지형파일의 구성을 위하여 대곡댐의 경우 수몰이전의 1:5,000 지형도를 이용하였으며, 사연댐의 경우 「용수댐 퇴사량 조사 및 지형도 제작 보고서」(2006)에 수록된 등수심도를 이용하였다.

지형의 구성은 대곡 및 사연댐 모두 각각 2개씩의 분류(Branch)로 구분하였으며 대곡댐의 경우 본류인 대곡천과 연화천으로 구분하고 전읍천에서의 유입(Tributary)을 고려하였으며, 사연댐의 경우 본류인 대곡천 및 소유입하천으로 구분하고 구량천 및 반곡천에서의 유입을 고려하였다(Fig. 1). 흐름방향의 격자(Segment) 구성은 500m 간격의 18개씩의 소구간으로 구분하였으며, 수심방향의 수층(Layer)은 1m 간격으로 45개씩의 수층으로 구분하였다.

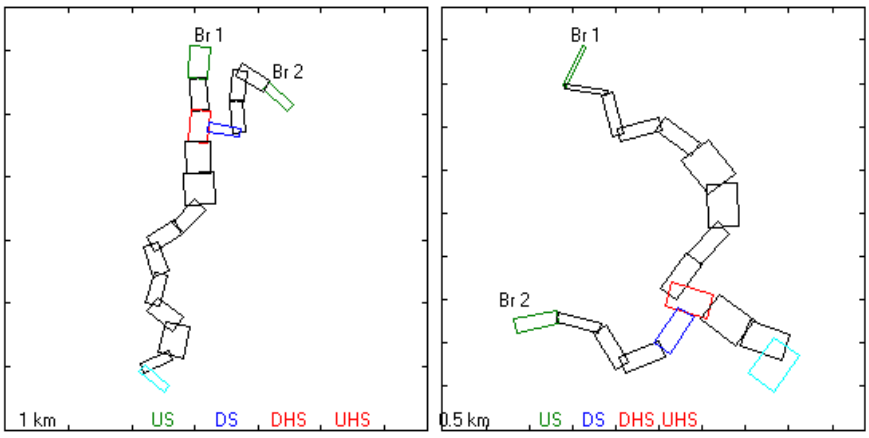

Fig 1. Segmentation of the Sagok and Daeyoun Reservoir

기상자료는 기상청의 울산 기상대 자료를 활용하였으며, 시뮬레이션 기간 동안의 일별 평균 기온, 이슬점온도, 풍향, 풍속, 운량을 기상 입력자료로 구축하였다. 각 유입지류의 유입량과 유출량 자료는 댐통합정보시스템(DIIS)의 시간별 유입방류량 자료를 이용하였다. 또한 탁수 모의의 정확한 예측을 위해 여수로 방류 및 취수문 위치를 고려하였다.

모델에 사용된 수리 매개변수들은 Cole and Buchak(1995)에 제시된 값을 주로 사용하였으며, 이 계수들은 여러 수체에 적용되어 수온 성층 현상을 비교적 잘 재현하는 것으로 알려져 있다. 이

러한 매개변수 중에서 탁수분포의 예측에 가장 큰 영향을 미치는 소멸율(decay rate) 및 침강율(settling rate)에 대해서는 댐 내에서 실측된 탁수조사 결과를 이용하여 보정하였다.

3. 결과 및 고찰

Fig. 2는 대곡댐 및 사연댐의 수심방향 탁도 및 수온 보정결과이다. 실측 및 모의결과 모두 수온성층이 발생하지 않는 것으로 나타났으며, 위의 표 1에 제시된 바와 같이 침강보다 침강 외적인 요인(Decay 등)으로 인하여 탁도가 저감되는 것으로 분석되었다. 수온 및 탁도분포가 전체적인 경향은 잘 따르고 있는 것으로 판단되나 23일의 유입초기에 대한 탁수분포가 차이를 나타내고 있으며 이는 입력자료로 유입탁수 조사시 4~6시간 간격으로 조사되어 유입에 대한 피크농도와 시간이 부적절하게 입력되었기 때문으로 판단되며, 탁수 조사시 이러한 점이 보완되어야 할 것이다.

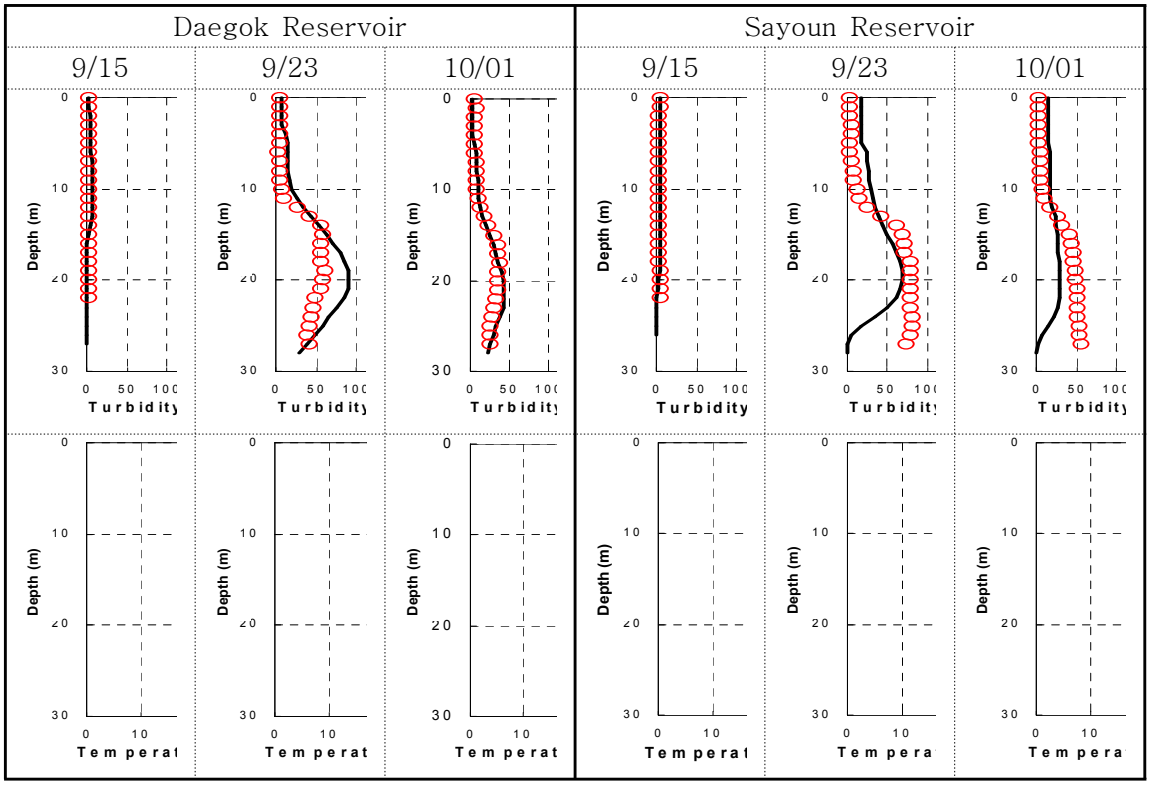

Fig 2. Comparison of observed and simulated water temperature and turbidity of the Daegok and Sayoun reservoir
((○)observed value; (—) : simulated value)

탁수 유입시 댐축 도달 시간을 파악하기 위하여 탁수 유입이 시작된 2007년 9월 17일부터 6시간 간격으로 나타내었다. 강우로 인한 탁수 유입이 시작된 후 대곡댐은 18시간 이내, 사연댐은 30시간 이내에 댐축에 도달하는 것으로 예측되었다. 댐별 저수용량이 각각 9월 14일 기준으로 10.3 Mm^3 및 17.2 Mm^3으로서 60% 가까운 차이를 보이나, 9월 18일 기준으로 18.2 Mm^3, 24.2 Mm^3로 나타나 각각 7.9 Mm^3, 7.0 Mm^3의 저수용량증가를 나타내었다. 실제로 유입된 양의 차이는 크지

않은 반면에 초기 체적의 차이가 크게 나타남(10.3 Mm³, 17.2 Mm³의 약 60% 차이)으로써 이러한 탁수층이 댐축에 도달하는 시간의 차이가 발생한 것으로 판단된다.

4. 결론

실측 및 모의결과 모두 수온성층이 발생하지 않는 것으로 나타났으며, 위의 표 1에 제시된 바와 같이 침강보다 침강 외적인 요인(Decay 등)으로 인하여 탁도가 저감되는 것으로 분석되었다. 수온 및 탁도분포가 전체적인 경향은 잘 따르고 있는 것으로 판단되나 23일의 유입초기에 대한 탁수분포가 차이를 나타내고 있으며 이는 입력자료로 유입탁수 조사시 4~6시간 간격으로 조사되어 유입에 대한 피크농도와 시간이 부적절하게 입력되었기 때문으로 판단되며, 탁수 조사시 이러한 점이 보완되어야 할 것이다.

탁수 유입시 댐축 도달 시간을 파악하기 위하여 탁수 유입이 시작된 2007년 9월 17일부터 6시간 간격으로 나타내었다. 강우로 인한 탁수 유입이 시작된 후 대곡댐은 18시간 이내, 사연댐은 30시간 이내에 댐축에 도달하는 것으로 예측되었다. 댐별 저수용량이 각각 9월 14일 기준으로 10.3 Mm³ 및 17.2 Mm³으로서 60% 가까운 차이를 보이나, 9월 18일 기준으로 18.2 Mm³, 24.2 Mm³로 나타나 각각 7.9 Mm³, 7.0 Mm³의 저수용량증가를 나타내었다. 실제로 유입된 양의 차이는 크지 않은 반면에 초기 체적의 차이가 크게 나타남(10.3 Mm³, 17.2 Mm³의 약 60% 차이)으로써 이러한 탁수층이 댐축에 도달하는 시간의 차이가 발생한 것으로 판단된다.

참고문헌

1. Cole, T. M. and Wells, S. A., CE-QUAL-W2: A two-dimensional, laterally averaged hydrodynamic and water quality model, Version 3.2, Instruction Report EL-03-1 (2003).
2. 한국수자원공사, 용수댐 퇴사량 조사 및 지형도 제작 보고서 (2006).