

K-WEAP을 이용한 낙동강 수계 물수지 분석

Water Budget Analysis of Nak-Dong River basin based on K-WEAP

한건연*, 최현구**, 이원하***, 이현동****

Kun Yeun Han, Hyun Gu Choi, Won Ha Lee, Hyun Dong Lee

요 지

최근 배출되는 미량유해물질로 1991년 페놀, 2004년 1,4-다이옥산, 2006년 퍼클로레이트 검출 등 빈번하게 원수수질 오염사고가 발생하고 새로운 미량유해 화학물질의 배출이 우려됨에 따라, 일부 시민단체, 시의회, 언론 등에서 깨끗하고 안전한 상수원수 확보를 위한 근본적인 대책을 요구하는 목소리가 커지고 있다. 이에 대한 대책의 일환으로 취수원 이전에 대한 타당성 등이 검토되고 있다.

이러한 요구를 바탕으로 본 연구에서는 K-WEAP 모형을 이용하여 낙동강수계 물수지 분석을 실시하였다. 관련된 기존자료를 이용하여 용수수요량을 산정하였으며, 갈수량시 물수지 분석을 실시하였다. 연구에 사용된 K-WEAP 모형은 SEI-B(Srockholm Environment Institute, Boston Center)에서 개발된 WEAP에 기반을 두고 우리나라에 특성에 맞게 모의형태를 개선하고 한글화한 모형으로 분석대상 지역으로서 도시지역과 농업지역, 단일 소유역이나 복잡한 하천유역의 물 수요-공급 시스템에 적용할 수 있다. 또한 K-WEAP 모형은 용수목적별 수요량 분석, 물 절약, 수리권과 배분 우선순위, 지하수와 하천유량 모의, 저수지 운영, 수력발전, 오염물질 추적, 생태계 필요수량 분석과 같은 광범위한 부문의 문제들까지 다룰 수 있다.

본 연구에서 물수지 분석에 사용된 대상구간은 낙동지점에서 고령교지점까지 약 120km이며, 낙동강에 유입되는 지류로는 감천과 금호강을 대상에 포함하였다. 대상구간에 대해서는 3가지의 시나리오를 바탕으로 모의를 진행하였다. 선정된 3가지 시나리오는 현재의 대구 인근지역의 취수와 방류를 고려하는 상태와 현실가능성이 있는 2가지의 대안에 대해서 분석을 실시해 보았다. 대안들은 각각의 대구 취수시설을 구미 상류로 이전하여 취수하는 상황과 구미지역 및 칠곡지역의 방류구 시설을 하류로 이전하여 방류하는 상황으로 가정하여 분석을 실시하였다.

분석결과 현재 상태의 시나리오에서만 갈수기시 만족할 만한 결과를 보여주었고 나머지 2가지의 시나리오에서는 유량이 부족함을 나타냈다. 현재의 상태를 모의한 시나리오를 제외한 시나리오의 분석에서는 갈수기 시에 물 부족을 겪게 된다. 이는 낙동강 상류에서 추가방류가 없으면 해결되지 못하는 상황으로 다른 대안들(신규 댐 방류 등)에 대한 추가적인 시나리오 분석이 필요할 것으로 판단된다.

핵심용어 : 낙동강 수계, 갈수기, 물수지 분석, K-WEAP

1. 서 론

오늘날 경제발전으로 인한 하천오염과 생활수준의 향상으로 인한 맑은 물에 대한 수요가 크게 증가하고 있다. 지난 30년간의 급격한 경제발전과 함께 하천의 수질이 크게 악화되었고 1970년대 이후 급속도로 그 오염도가 심화되었기 때문에 하천을 상수원으로 이용하는 도시주민의 상당부분이 수도물을 음료로 사용하는

* 정회원 · 경북대학교 토목공학과 교수 · E-mail : kshanj@knu.ac.kr

** 정회원 · 경북대학교 토목공학과 박사과정 · E-mail : honorguard99@msn.com

*** 정회원 · 경북대학교 토목공학과 석사과정 · E-mail : kinopline@yahoo.co.kr

**** 한국건설기술연구원 수석연구원 · E-mail : hdlee@kict.re.kr

것을 꺼려하고 있다. 최근 배출되는 미량유해물질로 1991년 페놀, 2004년 1,4-다이옥산, 2006년 퍼클로레이트 검출 등의 빈번한 원수수질 오염사고가 발생과 새로운 미량유해 화학물질의 배출 또한 이러한 현상을 부추기게 되었다. 이로 인해 시민단체, 시의회, 언론 등에서 깨끗하고 안전한 상수원수 확보를 위한 근본적인 대책을 요구하는 목소리가 커지고 있다. 이에 대한 대책의 일환으로 취수원 이전에 대한 타당성 등이 검토되고 있다.

본 연구에서는 낙동강 유역의 취수원 이전시 용수량 산정을 실시해 보았다. 구간내 낙동강수계 관련 기존 자료를 이용하여 용수수요량을 산정하였으며, 갈수량시 물수지 분석을 위하여 K-WEAP 모형을 사용하였다. K-WEAP 모형은 SEI-B(Srockholm Environment Institute, Boston Center)에서 개발된 WEAP에 기반을 두고 우리나라에 특성에 맞게 모의형태 개선과 한글화를 통한 모형으로, 여러 가지 공급원과 수요처, 취입시설, 하수처리시설 등의 시설물들, 하천유지유량, 수요량 등의 항목을 시스템에 표현할 수 있도록 되어 있다. 더군다나 2006년 수자원장기종합계획 보완에 사용되어 국내에서 신뢰성을 인정받고 있는 물수지 분석모형으로 이번 과업에서 선택하게 되었다.

2. K-WEAP모형의 개요

물수지 분석의 기본 원리를 기반으로 운영되는 K-WEAP 모형은 분석대상 지역으로서 도시지역과 농업 지역, 단일 소유역이나 복잡한 하천유역의 물 수요-공급 시스템에 적용할 수 있다. 또한 K-WEAP 모형은 용수목적별 수요량 분석, 물 절약, 수리권과 배분 우선순위, 지하수와 하천유량 모의, 저수지 운영, 수력발전, 오염물질 추적, 생태계 필요수량 분석과 같은 광범위한 부문의 문제들을 다룰 수 있다.

K-WEAP 모형은 일반적으로 몇 단계 과정을 통하여 적용된다. 먼저, 수자원 계획의 기본현황으로서 계획의 목표년도, 대상지역의 공간적 경계, 지역 내 수요-공급 관련 현황들과 네트워크를 구성한다. 두 번째 과정은 계획 기준년도 시스템 현황으로서 실제 용수수요량, 오염부하량, 지역의 공급수원과 공물 공급시설, 하천수문특성 및 하수처리시설 등에 대한 현황을 파악한다. 세 번째는 미래의 시나리오를 설정하는 것으로서 정책, 비용, 기술발전 또는 수요, 오염, 공급, 수문조건에 영향을 미치는 기타 요소들을 기초로 미래를 가정하고 대안을 구성한다. 최종적으로 K-WEAP모형은 시나리오들에 의한 물 부족량, 오염부하량, 하천유지용수의 충족도 및 주요 변수들의 불확실성에 대한 민감도들에 대해 평가한다.

3. 낙동강 수계 물수지 분석

3.1 네트워크 및 시나리오 구성

모의분석에 사용된 유량은 국가수자원종합정보시스템(WAMIS)의 자료를 사용하였다. 각 도시의 물 소모율은 누수율 등을 고려하여 30%로 가정하여 모의하였고, 재이용률(전국 평균)은 2006년 환경부에서 발표한 도시 하수처리수 6.9%를 사용하였다. 고도하수처리를 거친 처리수는 하천유지용수, 공업용수, 농업용수 등으로 재이용되어 각 지역에서의 수요 요구량을 줄일 수 있는 효과를 나타내기 때문에 물수지 분석에서도 하수처리수의 재이용을 고려하였다. 그렇기 때문에 모의에 사용된 수요 요구량은 각 지역에서 취수시설 용량에서 하수처리수의 재이용율 6.9%를 제외시킨 유량이다.

본 연구의 물수지 분석에 사용된 대상구간은 낙동 지점에서 고령교 지점까지 약 120km이며, 낙동강에 유입되는 지류로는 감천과 금호강을 대상에 포함하였다. 댐계통의 취수는 안정적으로 공급된다는 가정하에 낙동강본류에서 취수하는 유량만을 고려하여 모의하였다. 선정된 3가지 시나리오는 현재의 대구 인근지역의 취수와 방류를 고려하는 상태와 현실가능성이 있는 2가지의 대안에 대해서 분석을 실시해 보았다. 대안들은 각각의 대구 취수시설을 구미 상류로 이전하여 취수하는 상황과 구미지역 및 칠곡 지역의 방류구 시설을 대구시 강정취수장 하류로 이전하여 방류하는 상황으로 가정하여 분석을 실시하였다. 각 시나리오별 모의분석에 사용된 지점에 대한 경계조건과 모식도는 그림 1~3에 나타내었다.

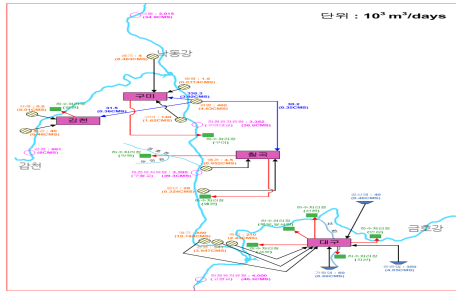


그림1-1 모의유역 경계조건

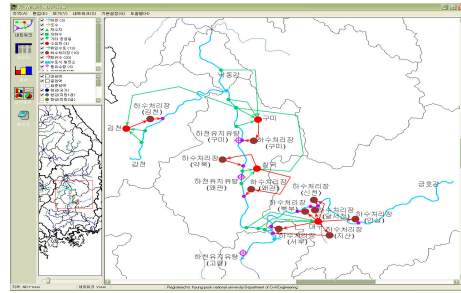


그림1-2 모의유역 모식도

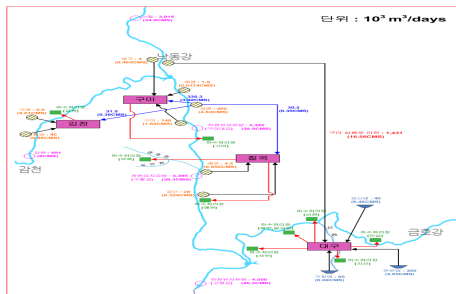


그림2-1 모의유역 경계조건

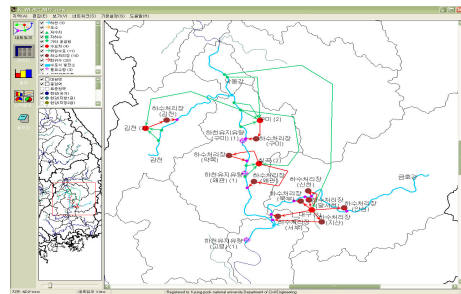


그림2-2 모의유역 모식도

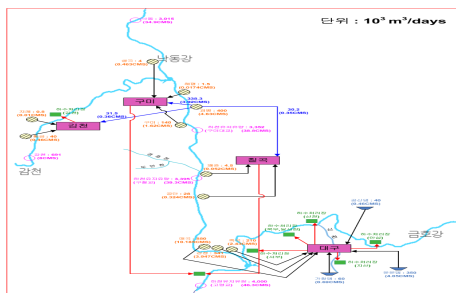


그림3-1 모의유역 경계조건

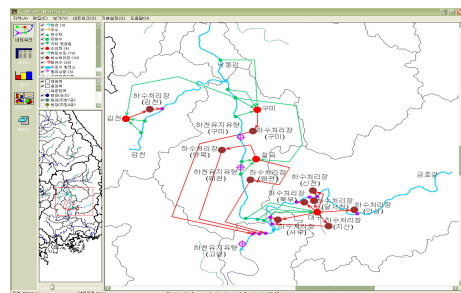


그림3-2 모의유역 모식도

3.2 분석 결과

앞서 언급한 물수지 분석 시나리오에 따라 물수지 분석을 실시하였다. 3가지 시나리오 모두 1차적으로 하천유지유량을 만족시킨다는 가정 하에 모의를 실시하였고 김천, 구미, 칠곡 지역의 수요 요구량을 먼저 만족시키는 경우에 대해서 모의를 실시하였다. 표 1~3은 주요 지역별 낙동강 본류에서만 취수하는 수요요구량 및 낙동강 본류에서 취수 가능량을 나타내었다.

표 1. 모의결과(현재상태)

주요 지점	수요 요구량(CMS)	취수 가능량(CMS)	수요처 충족율(%)
김 천	0.78 (67,300m ³)	0.78 (67,300m ³)	100
구 미	5.21 (450,400m ³)	5.21 (450,400m ³)	100
칠 곡	0.68 (58,400m ³)	0.68 (58,400m ³)	100
대 구	15.42 (1,332,300m ³)	15.42 (1,332,300m ³)	100

표 2. 모의결과(취수시설 이전상태)

주요 지점	수요 요구량(CMS)	취수 가능량(CMS)	수요처 충족율(%)
김 천	0.78 (67,300m ³)	0.78 (67,300m ³)	100
구 미	5.21 (450,400m ³)	5.21 (450,400m ³)	100
칠 곡	0.68 (58,400m ³)	0.68 (58,400m ³)	100
대 구	15.42 (1,332,300m ³)	1.66 (143,800m ³)	10.8

표 3. 모의결과(방류시설 이전상태)

주요 지점	수요 요구량(CMS)	취수 가능량(CMS)	수요처 충족율(%)
김 천	0.78 (67,300m ³)	0.78 (67,300m ³)	100
구 미	5.21 (450,400m ³)	5.21 (450,400m ³)	100
칠 곡	0.68 (58,400m ³)	0.68 (58,400m ³)	100
대 구	15.42 (1,332,300m ³)	11.54 (997,600m ³)	74.9

3가지 시나리오에 대한 모의결과 현재 상태에서는 갈수기시에도 수요 요구량을 전 지역에서 만족시키고 있어 안정된 취수상황으로 판단된다. 그러나 대구시의 취수시설을 구미 상류로 이전하였을 때에는 대구의 경우에 1,188,377m³/일의 유량이 부족한 것으로 나타났다. 그리고 구미 및 칠곡 지역의 방류구 시설(공공 하수 처리시설)을 대구광역시 하류로 이전하였을 때는 대구에서 1일 334,600m³이 부족한 것으로 모의되었다.

4. 결론

본 연구에서는 K-WEAP모형을 이용하여 가정한 3가지 시나리오를 바탕으로 낙동강 수계 물수지 분석을 실시하였다. 주요지점으로는 김천, 구미, 칠곡, 대구를 선정하였으며, 각 지점별로 수요 요구량에 대한 취수 가능량에 대해서 모의를 실시하였다. 분석결과 현재 상태의 시나리오에서만 갈수기시 만족할 만한 결과를 보여주었고 나머지 2가지의 시나리오에서는 대구시에서 취수하고자 하는 유량보다 취수할 수 있는 유량이 부족한 것으로 나타났다. 현재의 상태를 모의한 시나리오를 제외한 시나리오의 분석에서는 갈수기 시에 물 부족을 겪게 된다. 이는 낙동강 상류에서 추가방류가 없으면 해결되지 못하는 상황으로 다른 대안들(신규 댐 방류 등)에 대한 추가적인 시나리오 분석이 필요할 것으로 판단된다.

감사의 글

본 연구는 2008년도 두뇌한국(BK)21사업 “미래지향 글로벌 방재전문 인력양성사업단”에 의하여 지원되었습니다.

참고 문헌

1. 과학기술부 (2004). “통합수자원평가계획모형 사용자 안내서”, 21세기 프론티어 연구개발사업-수자원의 지속적확보기술개발사업
2. 국가수자원관리종합정보 시스템, www.wamis.go.kr
3. 문장원, 최시중, 이동률, 윤석영 (2006). “K-WEAP을 이용한 4대 권역별 물수지분석” 한국수자원학회 학술발표회