

보청천 유역의 유지유량 산정

Determination of Instream Flow in Bocheong Stream Basin

안상진*·김진극**·윤석환***·한상관****

Sang Jin Ahn·Jin Geuk Kim·Seok Hwan Yoon·Sang Kwan Han

요 지

하천의 수질이 악화되고 물수요량이 증대됨에 따라 쾌적하고 자연스러운 하천을 보전하고자 하는 하천유지관리의 중요성이 대두되고 있다. 대상하천의 유지유량을 산정하기 위해 수위관측망 자료를 이용하여 갈수량을 산정하였으며, 대표어종을 선정하여 하천 생태계를 고려한 필요유량을 산정하였다. 하천수질을 고려한 필요유량을 산정하기 위해 각 소유역별로 점오염원과 비점오염원을 조사하였으며 설정된 하도구간별 목표수질을 만족할 수 있도록 소유역별 부하량을 산정하였다. 보청천유역에서 환경기준달성을 위한 장래수질보전유량은 종곡천 합류후 구간에서는 1.71 CMS, 향건천 합류후 구간에서는 2.28 CMS, 삼가천 합류후 본류구간에서는 4.03 CMS, 산계교 지점은 4.74 CMS로 분석되었다.

본 연구에서는 대상유역에 대한 유역특성에 따른 갈수량, 하천 생태계를 고려한 필요유량, 하천 수질을 고려한 필요유량을 산정하여 대상유역의 유지유량을 결정함으로써 적정 관리방안을 제시하고자 한다.

핵심용어 : 갈수량, 하천필요유량, 하천유지유량

1. 서 론

인구의 도시 집중 현상과 산업 및 공업화에 따른 역기능으로 하천의 수질오염이 심화되고 있으며 물 수요량이 증대됨에 따라 사회적으로 하천의 유지관리 문제가 중요시되고 있는 점을 감안할 때 양질의 상수원 확보 및 수질보전을 위한 대책 등이 요구되고 있으며 자연스러운 하천을 보전하고자 하는 하천 환경관리의 중요성이 대두되고 있다.

대상유역의 수위관측망 자료와 수질측정 자료를 활용하여 QUAL2E모형의 입력 자료를 구성하고 장래수질예측을 수행하여 하천 수질을 고려한 필요유량을 산정하였다. 수질예측 결과를 토대로 각 하도구간에 설정된 목표수질을 만족하도록 시행착오법으로 소유역 오염부하량을 삭감하는 방법으로 부하량을 제시하였다. 또한 유역특성에 따른 갈수량, 하천 생태계를 고려한 필요유량을 산정하여 대상유역의 유지유량을 결정함으로써 오염원발생에 대한 저감방안 제시와 환경친화적 지역을 개발할 수 있는 기초자료를 제시하고자 한다.

* 정회원·충북대학교 토목공학과 교수·E-mail : hydrosys@chungbuk.ac.kr
** 정회원·충북지역환경기술개발센터 연구원·공학박사 E-mail : jinwon3@netian.com
*** 정회원·충북대학교 건설기술연구소 연구원·공학박사 E-mail : yun4918@empal.com
**** 정회원·(주) 친환경블록·E-mail : hsk8733@hanmail.net

2. 대상유역 및 오염부하량 산정

2.1 대상유역

본 연구의 대상 유역인 보청천 유역은 금강수계의 동부에 위치하고 있으며 금강유역(유역면적 9,885.8 km², 유로연장 401.4 km)의 약 5%에 해당된다. 대부분의 산지로 형성되어 있어 유역의 평균고도는 높은 편이며, 유역의 경계부는 높고 하천을 중심으로 좌·우안은 비교적 평탄하다. 유역면적의 50%에 해당하는 고도인 고도중앙치는 EL. 220m이고 전유역의 면적 90%가 EL. 600m 이하에 위치하고 있다. 유역 경사는 비교적 급한 편으로 유역 평균경사는 0.1828이며, 하천 경사는 상류가 급하고 하류가 완만한 일반적인 하천의 형태를 취하고 있으나, 지류의 경우 유역의 경계부가 높은 산악지대로 구성되기 때문에 유역경사보다 급한편이다. 건설교통부에서 설치한 12개의 우량관측소와 5개의 수위관측소가 설치되어 운영되고 있다. 유역에는 제 2지류 6개와 제 3지류 3개가 보청천으로 유입되고 있다.

2.2 오염부하량 산정

오염부하량 산정 및 예측을 위하여 각 지류 및 본류의 지류 합류점을 대상으로 하여 보청천 본류 3개구간과 지류 7개의 소유역으로 분할하였으며 그림 1과 같다. 보청천유역내 배수구역별 인구, 축산, 토지계에 대한 오염원 현황을 기준으로 발생부하량 원단위를 기준으로 BOD, T-N, T-P 항목별 발생 부하량을 산정하여 그림 2 나타내었다. 항목별 발생부하량중에서 인구, 축산, 토지계의 발생부하량의 비율을 나타내고 있다. 오염원의 BOD를 보면 축산에 의한 오염부하량이 가장 크게 기여하는 것으로 나타났다. 그리고 축산에 의한 BOD 발생오염부하량은 전체에 72%로 가장 크고 인구에 의한 BOD 발생 오염부하량과 토지 이용에 따라 발생하는 오염부하량이 각각 16%와 12%로 산정 되었다. 보청천유역에서 총질소의 발생부하량 비율을 보면 축산계에 의해 발생하는 T-N 발생부하량 비율이 54%로 가장 크게 나타났다. 인구에 의한 T-N 발생부하량은 15%로 산정되었다. 보청천유역에서 T-P 발생부하량의 비율을 보면 대부분 축산에 의해 발생하는 것으로 전체 부하량의 84%로 산정되었다. 보청천유역의 상황을 보면 대부분 농촌지역으로 축산이 많이 발달한 것으로 나타났다. 그리고 인구에 의한 T-P 발생부하량은 6%로 산정되었다.



그림 1. 소유역 구분

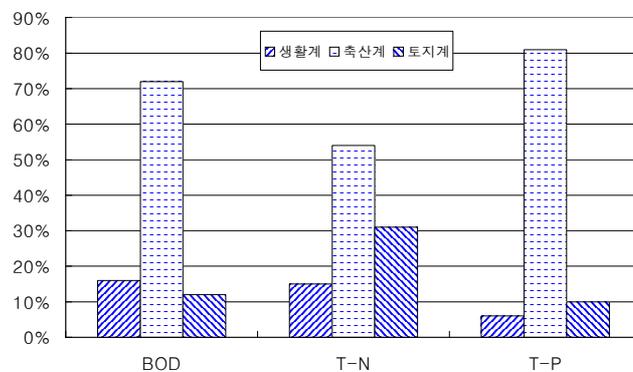


그림 2. 오염원별 발생부하량

3. 유지유량 산정

3.1 갈수량 산정

갈수량 산정은 각 지점의 수위-유량 곡선식에 보정된 일평균 수위를 적용하여 유량으로 환산하여 매년의 갈수량, 저수량, 평수량, 그리고 풍수량을 산정하였다. 보다 타당한 유량을 선정하기 위해서 분석 기간 전체의 유황을 검토하였다. 전 기간에 대한 유황은 그 지점의 하천 흐름특성을 잘 나타내고 있으므로 분석 자료의 일부가 부정확 하더라도 전기간의 유량 자료에 크게 영향을 미치지 않을 것으로 판단되어, 각 지점별 유황을 비교·분석하였다.

표 1. 유황분석 결과

구 분	갈수량 (cms)	저수량 (cms)	평수량 (cms)	풍수량 (cms)
산 성	1.52	2.43	3.26	4.25
이 평	1.88	3.92	5.83	8.75
탄 부	0.67	1.92	3.42	5.47
기 대	3.06	3.63	6.13	10.97
산 계	4.70	6.73	9.11	18.53

3.2 생태계를 고려한 필요유량 산정

대표어종(버들치)의 서식에 필요한 성장단계별 수리조건을 만족시키는 유량을 산정하기 위해 갈수기 유량 측정 성과를 바탕으로 하는 한계 단면의 수심-유속-유량 관계를 작성하여 대표어종에 요구되는 수리조건에 맞는 유량을 산정한 결과 하천 생태계를 보전하는데 필요한 유량은 과업구간내의 산계교 지점에서는 3.62cms가 대표어종의 성장기가 포함된 성어기에 대한 서식조건을 만족하는 것으로 분석되었다.

3.3 수질 보전을 위한 필요유량 산정

하천수질예측 모형에 의한 수질예측 대상 하천은 보청천 상류지점인 산성교부터 하류지점인 산계교까지로 종곡천, 향건천, 오덕천, 삼가천, 한중천, 예곡천을 고려하였다.

산성교부터 산계교까지의 길이는 38.00 km이다. 그리고 하천의 수리학적 특성이 유사한 구간을 고려하여 Reach는 7개로 구분하였다. 또한 1개의 Element는 0.5 km로 하여 모델링 하였다.

표 2. 수리학적 입력계수

구 간	하천연장(km)	하상경사	조도계수	유속-유량계수	수심-유량계수
Reach 1	4.0	0.0039	0.035	a =0.0232 b =0.7774	c =0.9496 d = 0.0634
Reach 2	4.0	0.0034	0.035	a =0.3206 b =0.4124	c =0.3392 d = 0.5148
Reach 3	6.0	0.0016	0.035	a =0.1311 b =0.6022	c =0.4318 d = 0.3995
Reach 4	5.0	0.0009	0.035	a =0.0991 b =0.5497	c =0.2919 d = 0.3470
Reach 5	4.0	0.0019	0.040	a =0.2342 b =0.3521	c =0.2783 d = 0.4196
Reach 6	6.0	0.0017	0.040	a =0.1375 b =0.4201	c =0.7916 d = 0.2848
Reach 7	9.0	0.0017	0.030	a =0.2186 b =0.3647	c =0.4878 d =0.3198

보청천유역에 대하여 하천수질예측 모형으로 주요 수질항목에 따른 2002년, 2006년, 2011년, 2016년을 예측하여 그림 3에 나타내었다. 하천의 수질규제는 BOD를 기준으로 삼고 있으므로, 모의대상 수질항목은 수질환경보전법에 따라 각 하천별로 BOD를 선정하여 예측하였다. 보청천의 수질예측결과 BOD의 경우 종곡천 합류구간전까지는 BOD 농도가 약 0.7mg/l를 유지되는 것으로 나타났다, 그리고 삼가천 합류전까지는 약 1.00mg/l의 농도를 보이고 하천수질 등급 I 급수를 유지하는 것으로 나타났다. 삼가천 및 적암천의 합류로 BOD는 하천수질 등급 2급수를 유지하고 다소 수질이 악화되는 것으로 나타났다. 보청천의 BOD 수질은 년도가 증가함에 따라서 수질이 개선되는 것으로 예측되었다. 이는 보청천유역의 오염 부하량이 년도가 지남에 따라서 감소에 기인하는 것으로 사료된다.

보청천 유역의 유황별 장래수질예측결과를 주요지점별로 예측한 결과는 그림 4와 같다. 년도별 유황별 수질예측결과를 보면 갈수기의 경우 보청천 본류 일부 하천에서 BOD 하천수질등급 I 급수를 상회하는 1.20mg/l로 나타났으며 저수량의 경우에는 모든 구간에서 하천수질등급 I 급수로 예측되었다. 그리고 평수량과 풍수량의 경우에는 보청천 모든 구간에서 하천수질등급 I 급수를 유지함을 보였다.

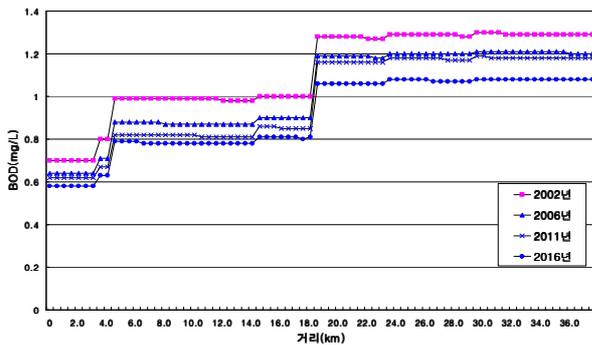


그림 3. BOD농도의 예측결과

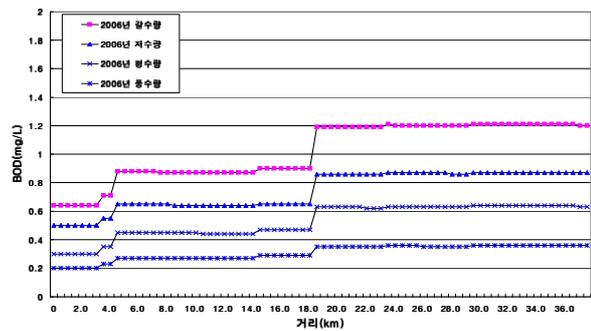


그림 4. 하천유황에 따른 BOD

대상유역에서는 환경기준달성을 위한 장래수질보전유량은 종곡천 합류후 보청천 본류구간에서는 갈수량 1.52 CMS 보다 큰 1.71 CMS로 수질보전유량이 산정되었다. 향건천 합류후 보청천 본류구간에서는 2.28 CMS로 수질보전유량이 산정되었다. 삼가천 합류후 보청천 본류구간에서는 갈수량 3.06 CMS 보다 큰 4.03 CMS로 수질보전유량이 산정되었다. 보청천유역의 산계교 지점의 수질보전유량은 4.74 CMS 정도가 수질보전유량에 해당되는 것으로 나타났다.

보청천 유역의 주요지점별 적정 수질보전유량을 제시해보면 수질개선 측면에서는 풍수량이 수질이 가장 좋은 것으로 나타났으나, 공급측면에서 대상유역의 풍수량 유지는 불가능하므로 수질개선 효과는 비록 적으나 공급측면에서 가능한 갈수량이나 저수량을 수질보전유량으로 결정하여야 할 것으로 사료된다.

4. 결론

본 연구는 하천유지유량을 결정하기 위해 대상유역의 갈수량을 산정하고 환경보존유량의 개념에서 수질 보전유량을 수질모형을 통해 산정하였다. 이를 통해 갈수량, 수질보전유량과 어류서식을 고려한 생태계 보존유량을 제시하고 산정된 유량을 통하여 보청천 유역의 하천유지유량을 제

시하였다.

1. 갈수량 산정은 각 지점의 수위-유량 곡선식에 보정된 일평균 수위를 적용, 유량으로 환산하여 매년의 갈수량, 저수량, 평수량, 그리고 풍수량을 산정하였다. 보다 타당한 유량을 선정하기 위해서는 분석 기간 전체의 유황을 검토하였다. 산계지점은 갈수량은 4.70 CMS, 저수량은 6.73 CMS, 평수량은 9.11 CMS, 풍수량은 18.53 CMS로 얻었다.
2. 대표어종의 서식에 필요한 성장단계별 수리조건을 만족시키는 유량을 산정하기 위해 갈수기 유량 측정 성과를 바탕으로 하는 한계 단면의 수심-유속-유량 관계를 작성하여 대표어종에 요구되는 수리조건에 맞는 유량을 산정한 결과 하천 생태계를 보전하는데 필요한 유량은 과업구간내의 산계교 지점에서는 3.62 CMS 가 대표어종의 성장기가 포함된 성어기에 대한 서식조건을 만족하는 것으로 분석되었다.
3. QUAL2E 모형을 통한 모의 결과 삼가천 합류전까지는 BOD가 1.00 mg/l이하의 농도인 하천수질 등급 I 급수를 유지하는 것으로 나타났다. 삼가천 합류후 지점부터는 BOD는 하천수질 등급 2급수를 유지하고 다소 수질이 악화되는 것으로 나타났다. 저수량과 평수량, 풍수량의 경우 보청천 유역 대부분 구간에서 하천수질등급 I 급수를 나타내고 있다. 보청천 유역에서 환경기준달성을 위한 장래수질보전유량은 종곡천 합류후 보청천 본류구간에서는 1.71 CMS, 향건천 합류후 보청천 본류구간에서는 2.28 CMS, 삼가천 합류후 보청천 본류구간에서는 4.03 CMS, 산계교 지점은 4.74 CMS로 수질보전유량이 분석되었다.
4. 보청천 유역내의 하천유지유량은 평균갈수량, 수질보전유량과 어류서식을 고려한 생태계 보존유량 중 가장 큰 값을 나타낸 수질보전유량으로 분석되었다.

참 고 문 헌

1. 안상진외 3인(1991), 금강유역의 하천유지유량 산정, 한국수문학회지, 제24권 제1호, pp. 83 ~ 92.
2. 김규호외 3인(1996), 하천유지유량 결정방법의 개발 및 적용, 한국수자원학회지, 제29권 제5호, pp. 185 ~ 202.
3. 박성천외 4인(2003), 도시하천의 유지유량확보에 따른 수질개선효과, 대한토목학회 학술발표회, pp. 2448 ~ 2452.
4. 국립환경연구원(2002.11), 수계오염총량관리기술지침.