하천유지유량 변동에 따른 용수공급 안정성 평가

Evaluation of Water Supply Stability According to Changes in Instream Flow

최시중* · 강성규** · 이동률***

Choi, Sijung*, Kang, Seongkyu**, and Lee, Dongryul***

Abstract

The Daap intake plant located downstream of the Seomjin River was relocated in 2005, and the amount of intake increased. Accordingly, it significantly influenced the change in the flow rate downstream of the Seomjin River. After relocating the Daap intake plant, the production of Corbicula in the downstream of the Seomjin River decreased; there is a demand for investigation into the damage to the downstream fishermen and preparation of countermeasures. An increase in instream flow to increase the production of Corbicula downstream of the Seomjin River may cause difficulties in the stable water supply of the Seomjin River basin; therefore, a preliminary review is necessary. In this study, the supply stability was evaluated through water budget analysis after setting several instream flow at the downstream of the Seomjin River in Gurye-gun (Songjeong-ri). In addition, the supply stability of the water resource system in the Seomjin River according to the instream flow rate was evaluated. It was intended to suggest an alternative to the supply of instream flow. If the instream flow is set large to increase the production of Corbicula, it may cause difficulties in supplying instream flow and problems in supplying water necessary for human activities; therefore, related information must be provided through various analyses.

Key words : Instream Flow, Supply Reliability, Water Budget Analysis, Corbicula

요 지

섬진강 하류에 위치한 다압취수장이 2005년 이전되었고 취수량이 증가하면서 섬진강 하류의 유량 변화에 큰 영향을 주고 있다. 다압취수장 이전 후 섬진강 하류의 재첩 생산량이 줄어들어 하류 어민들의 피해와 영향 조사 및 대책마련 요구가 제기되고 있는 실정이다. 섬진강 하류 재첩 생산량 증가를 위한 하천유지유량의 증가는 섬진강 수계의 안정적 용수공급에 어려움을 가져올 수 있어 이에 대한 사전 검토가 필요하다. 본 연구에서는 섬진강 하류 구례군(송정리) 지점의 하천유지유량 고시값과 함께 여러 하천유지유량을 설정한 후 물수지 분석을 통해 공급 안정성을 평가하였다. 또한 하천유지유량에 따른 섬진강 수계의 수자원시스템 공급안정성 및 하천유지유량 공급을 위한 대안을 제시하고자 하였다. 재첩 생산량 증가를 위해 하천유지유량을 크게 설정한다면 하천유지유량 공급의 어려움과 함께 인간의 활동에 필요한 용수공급에도 문제가 발생할 수 있어 이에 대한 다양한 분석을 통해 관련 정보를 제공할 필요가 있다고 판단된다.

핵심용어 : 하천유지유량, 공급신뢰도, 물수지분석, 재첩

*정회원, 한국건설기술연구원 수자원하천연구본부 수석연구원(E-mail: sjchoi@kict.re.kr)

Member, Senior Researcher, Department of Hydro Science and Engineering Research, Korea Institute of Civil Engineering and Building Technology

**교신저자, 정회원, 한국건설기술연구원 수자원하천연구본부 수석연구원(Tel: +82-31-910-0384, Fax: +82-31-910-0251, E-mail: skkang@kict.re.kr)

Corresponding Author, Member, Senior Researcher, Department of Hydro Science and Engineering Research, Korea Institute of Civil Engineering and Building Technology

***정회원, 한국건설기술연구원 수자원하천연구본부 선임연구위원(E-mail: dryi@kict.re.kr)

Member, Senior Research Fellow, Department of Hydro Science and Engineering Research, Korea Institute of Civil Engineering and Building Technology

1. 서 론

물은 인간뿐만 아니라 자연에 필요한 자원이다. 따라서 국내에서는 하천유지유량을 산정하여 고시하고 이를 충족 시키도록 노력하고 있다. Kang et al. (2016)에서도 언급되었듯이 하천법 상 용수의 우선순위는 하천유지유량이 사람의 이용을 위한 물보다 앞서 있음을 알 수 있다. 하지만 실제적인 수자원시스템 운영에 있어서는 하천유지유량보다 사람에게 필요한 물을 먼저 공급하고 있는 실정이다. 댐운영기준에 의하면 댐에서 공급하는 용수 중 가장 먼저 제약을 하는 것이 하천유지유량이다. 이와 같이 국내의 용수공급 기준에 있어 용도별 용수공급에 혼란을 야기하고 있지만 지속가능한 발전을 위해서는 하천유지유량 공급에 보다 신경을 써야 할 상황이다.

최근 들어, 섬진강 하류의 재첩 생산량이 줄어들음에 따라 섬진강 하류 어민들의 불만이 증대하고 있으며 이에 대한 원인조사 및 대책 마련을 요구하고 있는 실정이다. 재첩 생산량 감소는 섬진강 하류 준설, 섬진강 하류 유량 감소로 인한 염분 농도 증가 등 다양한 요인들이 있을 수 있으나 2005년 다압취수장의 이전과 함께 취수량의 증가는 분명히 재첩 생산량에 영향을 끼쳤음을 부인할 수 없다. 그렇다고 해서 무작정 섬진강 하류의 유량을 증가시키기 위해 하천유지유량을 증가시키는 것은 타 용도 용수 공급에 상당한 영향을 미칠 수 있어 신중한 접근이 필요하다.

Woo et al. (2019)은 한강유역의 다목적댐에서 하천유지유량을 추가로 방류하였을 때 한강유역의 수질 및 수생태계 건강성 변화를 평가하여 제시하였으며, Noh and Lee (2011)는 이수관리곡선을 작성하여 저수지 운영을 통해 하천유지유량을 공급할 경우 하류 도심 직전의 유황을 분석하여 하천유지유량 공급에 대한 효용성을 평가한 바 있다. Choi et al. (2011)은 수질 악화 방지를 위해 상류댐으로부터 하천유지유량과 함께 추가공급량에 대해 한강유역을 대상으로 분석하였으며, Jang et al. (2020)은 황강댐 운영에 따른 하천유지유량 공급을 분석하고 하천유지유량 확보 방안을 제시하였다. Lee et al. (2012)은 다목적댐의 용수공급능력을 재평가하고 추가 용수 공급가능량을 낙동강 유역을 대상으로 산정하여 제시한 바 있다. 또한 댐으로부터의 용수공급 증대를 위한 댐의 효율적인 용수공급방안, 댐의 용수공급능력 평가 및 이수안전도에 대한 다양한 연구가 진행되었다 (Kwon et al., 2020; Lee et al., 2008; Choi et al., 2000; Lee and Yi, 2014).

본 연구에서는 섬진강 하류 재첩 생산량 증가를 위해 추가로 요구되는 하천유지유량을 설정하고 이에 대한 공급안정성을 평가하였다. 이와 함께 하천유지유량 변동에 따른 섬진강 수계 수자원시스템의 용수공급 안정성을 평가하여 제시하였으며 하천유지유량 공급을 위한 대안을 제안하고 그에 대한 영향을 평가하여 제시하고자 하였다.

2. 물 수급 네트워크 구축 및 검증

섬진강 하류 재첩 생산량 증가를 위한 하천유지유량의 변동에 의해 용수공급의 안정성을 분석하기 위해서는 섬진강 수계에 위치한 수자원시설물의 운영을 반영한 물수지 분석이 필요하다.

수자원시설물의 용수공급능력과 이수안전도를 평가하기 위해 수자원시설물의 운영분석이 동반되어야 하며 이를 위해서는 수자원시설물이 포함된 수자원 시스템에 대한 물수지 분석이 수행되어야 한다. 물수지 분석을 위해서는 다양한 형태의 시뮬레이션 모형이나 최적화 모형을 활용한다(Dandy et al., 1997; Labadie, 2004).

섬진강 수계의 물수지 분석을 위해 먼저 물 수급 네트워크를 구축하고 이에 대한 검증을 수행하여야 한다. 물 수급 네트워크 검증은 물수지 분석을 위해 구축된 네트워크, 입력자료 및 기타 가정이 올바른지를 확인하는 절차로 검증 후 장래에 대한 분석이 이루어져야 한다.

검증을 위해 2015~2017년 섬진강 수계의 중권역별 수요량과 공급량 자료를 조사·분석하였다. 수요량 자료의 경우 국가수자원관리종합정보시스템에서 제공되는 용도별 수요량 자료를 활용하였으며, 토양저류구조를 가진 4단 TANK 모형을 통해 자연유출량을 산정하였고, 각 공급시설물(댐, 농업용저수지, 광역상수도 등)의 운영 자료를 활용하여 공급량 관련 입력자료를 구축하였다. 물 수급 네트워크는 수자원 장기종합계획(Ministry of Construction & Transportation, 2016)의 물이용 분야에서 사용하였던 섬진강 수계 물 수급 네트워크를 활용하여 Fig. 1과 같이 물수지 분석 모형인 K-WEAP을 이용하여 구성하였으며 물수지 분석 방법 또한 수자원장기종합계획 방법을 적용하였다.

구축된 물 수급 네트워크, 모형 입력자료 및 기타가정(회

Fig. 1. Water Supply and Demand Network of Seomjin River Basin

귀울 등)의 검증을 위해 섬진강 수계 물수지 분석을 수행한 후 섬진강 수계의 주요 관측지점의 관측유량과 모의유량을 비교하고자 하였다. 선택된 관측지점은 섬진강 본류의 구례군(송정리) 지점과 보성강의 곡성군(태안교) 지점이다. 2015~2017년에 대한 반순별 물수지 분석 결과와 선정 지점에 대한 관측유량 비교를 위해 최적비(Ration of volume, ROV), Nash-Sutcliffe Efficiency (NSE) 및 상관계수 등 여러 통계치를 비교하였다.

$$ROV = \sum_{t=1}^N q_t' / \sum_{t=1}^N q_t^{obs} \quad (1)$$

$$NSE = 1 - \frac{\sum_{t=1}^N (q_t^{obs} - q_t')^2}{\sum_{t=1}^N (q_t^{obs} - q_{mean}^{obs})^2} \quad (2)$$

여기서, q_t^{obs} 는 관측유량, q_t' 는 모의유량, q_{mean}^{obs} 은 관측유량 평균값을 의미하며, ROV의 최적 값은 1, NSE는 관측 값의 표준분산에 대한 오차분산의 상대적인 크기를 나타내고, 최적 값은 1이다.

분석을 통해 물 수급 네트워크에 대한 검증 결과를 Table 1과 Fig. 2에 제시하였다. ROV는 지점별로 0.99, 1.14로 나타났으며 상관계수는 0.94, 0.93로 분석되었고 평균, 표준 편차 및 NSE를 통해 모의유량이 비교적 정확하게 관측유량을 재현하였음을 확인할 수 있었다. 이를 통해 섬진강 수계의 물 수급 네트워크 적정성을 확인할 수 있었으며 이를 활용하

여 하천유지유량 변동에 따른 용수공급 안정성을 평가하고자 하였다.

3. 하천유지유량 변동에 따른 용수공급 안정성 평가

3.1 다양한 시나리오 구성 및 물수지 분석

본 연구에서는 섬진강 하류 재첩 생산량 증가를 위한 추가 하천유지유량 공급에 따른 용수공급 안정성을 평가하기 위해 다양한 미래 시나리오를 구성하였으며 구성된 시나리오는 Table 2와 같이 총 12개의 시나리오이다. 또한 본 연구에서 수행하고자 하는 전체 분석 시나리오의 관계를 Fig. 3에 나타내었다.

현재 섬진강 하류에 고시된 하천유지유량은 구례군(송정리) 지점이기 때문에 이 지점에 대한 하천유지유량의 변동에 대해 분석하고자 하였다. 시나리오로 구성된 하천유지유량 변동값들을 본 연구에서는 목표유량으로 설정하였으며 목표유량에 대해서는 현재 하천유지유량 고시값, 다압취수장의 현재 취수제한유량, 구례군(송정리) 지점의 갈수량 등을 고려하였으며 추가로 임의의 목표유량 값(5~65 m³/s)을 선정하였다.

용수공급 안정성 평가를 위해서는 섬진강 수계에 대한 장래 물수지 분석이 필요하며 물수지 분석 방법은 검증과 동일하게 수자원장기종합계획의 분석방법을 적용하였다. 장래 수요량 자료 역시 수자원장기종합계획의 용도별(생활,

Table 1. Statistics of Observed and Simulated Flow

Gauged station	Mean (m ³ /s)		Std. (m ³ /s)		ROV	NSE	R
	Obs.	Sim.	Obs.	Sim.			
Guryegun (Songjeongri)	41.24	41.73	54.37	63.18	0.99	0.84	0.94
Gokseonggun (Taeangyo)	7.51	6.57	6.84	7.43	1.14	0.82	0.93

(a) Guryegun (Songjeongri)

(b) Gokseonggun (Taeangyo)

Fig. 2. Comparison of Observed and Simulated Flow Time Series

Table 2. Composition of Various Scenarios

Scenario	Target flow at Guyegun (Songjeongri) site (m ³ /s)
Case 1	4.62 (Instream flow)
Case 2	5.00
Case 3	6.00
Case 4	7.94 (Intake limit flow)
Case 5	8.00
Case 6	9.00
Case 7	10.40 (Low flow)
Case 8	17.00
Case 9	23.00
Case 10	30.00
Case 11	58.00
Case 12	65.00

Fig. 3. Scenario Relationship to Analyze

공업, 농업용수 및 하천유지용수) 수요량 자료를 이용하였으며, 분석기간은 1967~2018년(52개년)의 하천유량 시계열이 목표연도인 2030년에 반복된다는 가정 하에 반순 단위 분석을 수행하였다. 댐 운영 방식은 일정량공급방식(Firm supply)을 적용하여 다목적댐별 설정된 월별 계획공급량을 활용하였고, 보성강댐의 경우 계획되어 있는 수문방류량과 발전방류량을 과거 월평균 방류 실적자료를 활용하여 월별 공급량으로 배분하여 분석에 적용하였다. 또한 광역상수도의 경우 수도정비기본계획 배분계획량을 반영하였다.

3.2 시나리오별 용수공급 안정성 평가

구성된 시나리오별 물수지 분석을 통해 구례군(송정리) 지점의 하천유지유량 공급 안정성을 평가하였으며 공급신뢰도, 부족 위험빈도, 연최대 부족일과 부족량 및 연평균 부족일과 부족량을 분석하였다. 공급신뢰도는 설정된 목표유량을 충족시킬 수 있는 기간을 전체 분석기간으로 나눔으로써 분석할 수 있으며 설정된 목표유량에 대한 불충족 기간을 계산하여 부족일을 산정하였다. 부족량은 설정된 목표유량과 물수지 분석을 통해 산정된 구례군(송정리) 지점에 흐르는 유량과의 차이를 분석하여 Table 3에 제시하였다. Case 1~Case 7과 같이 목표유량 즉 하천유지유량이 10.40 m³/s 이하일 경우 공급신뢰도가 96.15% 이상, 연평균 부족일은 14.02일 이하로 분석되었다. 반면에 Case 8~Case 12 (목표유량이 17.00 m³/s 이상)일 경우 공급신뢰도는 80.82% 이하로 떨어지며, 연평균 부족일도 69.73일 이상으로 연간 1/5 이상은 목표유량을 만족시킬 수 없는 것으로 분석되었다. 또한 연평균 부족량도 36.49백만 m³ 이상으로 나타나 구례군(송정리) 지점에 설정된 목표유량에 대한 공급의 어려움이 크게 증가하는 것으로 나타났다.

Table 3. Analysis of Instream Flow Supply by Scenarios

Scenario	Target flow (m ³ /s)	Supply reliability (%)	Risk frequency for shortage	Annual maximum shortage day (day)	Annual average shortage day (day)	Annual maximum shortage (10 ⁶ m ³ /yr)	Annual average shortage (10 ⁶ m ³ /yr)
Case 1	4.62	99.79	100 years once	20	0.77	0.21	0.01
Case 2	5.00	99.39		25	2.21	0.96	0.06
Case 3	6.00	98.85	87 years once	35	4.13	3.33	0.33
Case 4	7.94	97.86	47 years once	46	7.73	9.20	1.34
Case 5	8.00	97.86		46	7.73	9.38	1.38
Case 6	9.00	97.22	36 years once	61	10.08	13.42	2.17
Case 7	10.40	96.15	26 years once	113	14.02	24.22	3.76
Case 8	17.00	80.82	5 years once	224	69.73	119.58	36.49
Case 9	23.00	63.35	3 years once	262	133.60	257.11	108.47
Case 10	30.00	50.08	2 years once	289	181.88	422.47	221.09
Case 11	58.00	26.60	1~2 years once	350	267.81	1,205.20	822.59
Case 12	65.00	23.66		355	278.62	1,419.97	993.77

3.3 수자원시스템 공급 안정성 평가

구례군(송정리) 지점의 하천유지유량을 증가함에 따라 가장 큰 영향을 받는 섬진강 수계의 수자원시설물은 다압취수장과 함께 다압취수장을 통해 물을 취수하여 여천 산업단지 등으로 농업용수를 공급하는 수어댐이다. 따라서 하천유지유량 변동에 따른 수어댐의 용수공급능력 변화를 평가할 필요가 있다.

본 연구에서는 두 가지 경우를 고려하였으며 Case A는 수어댐의 용수공급 계획량인 생활 및 농업용수 54만 m³/일을 공급하는 것, Case B는 수어댐의 최근 5년 평균치 공급량인 41만 m³/일을 공급하는 경우에 대해 공급 안정성을 평가하였다. 또한 구례군(송정리) 지점의 목표유량에 대해서는 실현 가능성이 높다고 판단된 Case 4, 6, 7에 대해 분석하였다.

분석 조건으로 다압취수장에 대해 구례군(송정리) 지점의 유량이 목표유량 이하일 경우 취수가 불가능하고, 목표유량 이상일 경우 잔여 유량(지점유량 - 목표유량)을 취수가능하며 취수허가량인 40만 m³/일을 초과하지 않는다는 가정하에 분석을 수행하였다. 분석기간은 1995~2018년까지이며 구례군(송정리) 지점의 유량은 본 연구에서 수행한 물수지 분석을 통해 산정된 결과를 활용하였다.

하천유지유량 변동에 따른 수어댐의 용수공급능력 평가 결과는 Table 4와 같다. 구례군(송정리) 지점의 목표유량이 증가함에 따라 다압취수장의 취수 불가능 기간은 76 반순에서 126 반순으로 증가하였으며, 평균취수량도 37.4만 m³/일

로 낮아져 취수허가량인 40.0만 m³/일보다 적게 취수하는 것으로 나타났다. 이에 따라 수어댐의 용수공급 신뢰도는 계획공급량을 기간으로 판단할 때 최소 87.8% 정도 공급할 수 있으며 양적으로는 95.0% 이상 공급 가능한 것으로 분석되었다. 반면에 최근 5년 평균치 공급량에 대해서는 하천유지유량의 변동에 따라 큰 차이가 없으며 구례군(송정리) 지점의 목표유량이 10.4 m³/s일 경우 기간신뢰도는 99.1%, 양적신뢰도는 99.5%로 낮아질 것으로 예상되며, 다른 목표유량에 대해서는 안정적인 용수공급이 가능할 것으로 전망되었다.

3.4 물 확보를 통한 공급 안정성 평가

섬진강 수계의 증가된 하천유지유량 공급에 대해서는 별도의 수원이 필요할 것으로 판단된다. 이에 대해 섬진강 유역 외로 공급하는 생활·농업용수 절수 및 공급 운영 효율화를 비롯하여 농업용수 이용 효율화로 수자원을 확보하고 이를 섬진강 수계 하천유지용수로 전환하는 방안이 있을 수 있다. 이는 생활 및 농업용수와 관련된 주암댐광역상수도 공급량 절감과 함께 섬진강댐으로부터 동진강 유역으로 공급되는 유역변경을 줄이고 이를 섬진강과 보성강에 하천유지유량으로 공급하는 것이다. 본 연구에서는 수요관리 및 공급 운영 효율화에 대한 정확한 자료가 없어 임의로 5~10% 절감을 가정하여 분석하였으며 목표유량별 설정된 시나리오는 Table 5와 같다.

Table 4. Analysis of Water Supply Capacity of Sueo Dam

Scenario	Intake limit flow (m ³ /s)	Daap intake station		Period			Quantitative		
		Untaken period (pentad)	Average intake (10 ⁴ m ³ /day)	Entire period (pentad)	Shortage period (pentad)	Reliability (%)	Supply requirement (10 ⁶ m ³ /yr)	Annual average supply (10 ⁶ m ³ /yr)	Reliability (%)
Case A	10.4	126	37.4	1,278	156	87.8	199.4	189.3	95.0
	9.0	99	37.9	1,278	152	88.1	199.4	191.1	95.8
	7.94	76	38.2	1,278	146	88.6	199.4	192.2	96.4
Case B	10.4	126	37.4	1,278	12	99.1	148.2	147.4	99.5
	9.0	99	37.9	1,278	-	100.0	148.2	148.2	100.0
	7.94	76	38.2	1,278	-	100.0	148.2	148.2	100.0

Table 5. Scenario Setting for Each Target Flow

Scenario	Target flow (m ³ /s)	Seomjingang dam	Juam dam wide-area waterworks
Case 13	9.00	5% reduction in watershed change to Dongjin river basin → Supply to Seomjin river	5% reduction in planned supply → Supply to Boseong river
Case 14	10.40		
Case 15	17.00		
Case 16	9.00	10% reduction in watershed change to Dongjin river basin → Supply to Seomjin river	10 reduction in planned supply → Supply to Boseong river
Case 17	10.40		
Case 18	17.00		

Table 6. Analysis of Instream Flow Supply by Alternative

Scenario	Target flow (m ³ /s)	Supply reliability (%)	Risk frequency for shortage	Annual maximum shortage day (day)	Annual average shortage day (day)	Annual maximum shortage (10 ⁶ m ³ /yr)	Annual average shortage (10 ⁶ m ³ /yr)
Case 6	9.00	97.22	36 years once	61	10.08	13.42	2.17
Case 13		97.60	42 years once	46	8.69	12.09	1.94
Case 16		97.78	45 years once	46	8.02	11.28	1.75
Case 7	10.40	96.15	26 years once	113	14.02	24.22	3.76
Case 14		96.61	30 years once	92	12.35	19.27	3.32
Case 17		96.98	33 years once	66	10.96	17.02	2.97
Case 8	17.00	80.82	5 years once	224	69.73	119.58	36.49
Case 15		83.01	6 years once	214	61.81	106.03	31.00
Case 18		85.44	7 years once	209	52.96	93.00	26.15

수요관리 및 공급 운영 효율화를 통해 확보가능한 양은 섬진강댐으로부터 동진강으로 유역변경의 5~10% (18.1~36.3 백만 m³/년)과 주암광역상수도 계획공급량의 5~10% (8.8~17.5 백만 m³/년)이다. 이를 섬진강과 보성강에 연간 일정하게 공급한다는 가정으로 분석을 수행하였으며 결과는 Table 6과 같다.

목표유량별로 차이가 있으나 확보가능한 양을 일정하게 섬진강 수계의 하천유지유량으로 공급하더라도 0.56~4.62%의 공급신뢰도가 향상됨을 알 수 있다. 연최대 부족량에 있어서도 2.14~26.58백만 m³/년이 줄어들어 효과가 그리 크지 않다는 것을 확인하였다. 이는 구례군(송정리) 지점의 목표유량을 충족시키지 못하는 기간에 적절한 양을 공급해야 하나 본 연구에서는 수자원시설물(섬진강댐, 주암댐)의 관련 운영 규칙이 없어 확보가능한 양을 일정하게 공급한다는 가정에 의한 것이라 할 수 있다. 하지만 확보가능량을 하천유지유량이 부족한 기간에 부족한 양만을 공급할 수 있다면 Table 3에 제시된 바와 같이 Case 7(목표유량 10.4 m³/s)까지는 5% 확보가능량(26.9백만 m³/년)으로 공급가능할 것으로 판단되며 목표유량이 10.4 m³/s보다 클 경우 연최대 부족량이 119.58백만 m³/년 이상이어서 확보가능량으로는 공급이 어려워 별도의 대책이 필요할 것으로 사료된다.

4. 결 론

본 연구에서는 최근 들어 재첩 생산량이 줄어들에 따라 섬진강 하류 어민들의 불만이 증대되고 있어 이를 해소하기 위한 대책으로 하천유지유량을 증가시킬 경우에 대한 사전 검토를 수행하였다. 하천유지유량 증가는 향후 발생할 수 있는 가뭄의 위험성에 크게 노출될 수 있다는 점을 고려하여 하천유지유량 변동에 따라 용수공급 안정성을 평가하여 제시하였다. 이로부터 얻은 결론은 아래와 같다.

- 인간뿐만 아니라 자연에 필요한 물을 공급하기 위한 노력이 필요하나 이를 위해서는 현재의 수자원시스템으로 공급이 가능한지 미리 검토할 필요가 있다.
- 하천유지유량이 증가함에 따라 수계 내의 수자원시스템에 미치는 영향을 검토하여 이에 대한 대비 및 대책 마련이 절실하며, 확보된 수량을 통해 하천유지유량을 공급하더라도 공급이 필요한 시기와 필요량을 검토하여 시설물 운영 규칙을 설정해 놓을 필요가 있다.
- 섬진강 수계의 하천유지유량 증가에 있어 구례군(송정리) 지점을 기준으로 10.4 m³/s까지는 공급이 가능할 것으로 판단되나 이보다 크게 설정할 경우 현재의 섬진강 수계 수자원시스템으로 공급이 어려우며 별도의 수원개발이 필요하다.

수생태계 보호, 수질보전 등을 위해 추가적인 하천유지유량을 공급하기 위해서는 이에 대한 영향 평가를 수행하여야 하며, 특히 현재의 수자원 공급시스템을 통해 공급이 가능한지, 타 용도 용수공급에 문제가 발생하지 않는지 사전에 분석하여 다양한 정보를 제공하여야 한다. 섬진강 유역의 경우 효율적인 댐 운영을 하더라도 하천유지유량이 지나치게 크게 설정된다면 공급에 어려움이 있을 뿐만 아니라 인간의 활동(생활, 공업 및 농업용수)을 위한 용수 공급에 문제가 발생할 수 있어 적절한 타협점을 찾는 것이 무엇보다 중요할 것으로 판단된다. 또한 하천유지유량 공급을 위해 확보가능한 양이 있다고 하더라도 공급시기와 공급량 조절이 필요하며 이를 위해 가뭄예경보 등과의 연계도 고려해 볼 필요가 있다고 판단된다. 점점 하천유지유량에 대한 요구가 증대되고 있다는 점을 감안하여 하천유지유량에 대한 지속적인 관측, 분석 및 확보 등에 노력을 기울일 필요가 있다.

References

- Choi, G.W., Kim, Y.K., Ham, M.S., and Hwang, Y.M. (2011). The analysis of potential discharge to supply the stream water discharge in paldang dam by dam operation. *Journal of the Korean Society on Hazard Mitigation*, Vol. 8, No. 6, pp. 121-128.
- Choi, Y.Y., Park, C.B., and Koh, B.R. (2000). An analysis of water supply capacity of a dam considers the reliability. *Journal of Korea Society of Environmental Administration*, Vol. 6, No. 3, pp. 435-447.
- Dandy, G.C., Connarty, M.C., and Loucks, D.P. (1997). Comparison of methods for yield assessment of multiple reservoir systems. *Journal of Water Resources Planning and Management*, Vol. 123, No. 6, pp. 350-358.
- Jang, S.H., Lee, J.K., and Jo, J.W. (2020). Evaluation of instream flow in the imjingang river according to the operation of Hwanggang Dam in north Korea. *Crisisonomy*, Vol. 6, No. 6, pp. 105-118.
- Kang, S.K., Yoo, C.S., Lee, D.R., and Choi, S.J. (2016). Improvement of instream flow evaluation methodology and application. *Journal of the Korean Society on Hazard Mitigation*, Vol. 16, No. 1, pp. 295-304.
- Kwon, H.J., Nam, W.H., and Choi, G.S. (2020). An irrigation reliability assessment of agricultural reservoir to establish response plan of future climate change adaptation. *Journal of the Korean Society of Agricultural Engineers*, Vol. 62, No. 2, pp. 111-120.
- Labadie, J.W. (2004). Optimal operation of multireservoir systems: State-of-the-art review. *Journal of Water Resources Planning and Management*, Vol. 130, No. 2, pp. 93-111.
- Lee, C.C., Jang, S.H., and Lee, C.H. (2008). A study on the effective operating system for water supply of andong dam considering th flow of Nak-dong river. *Journal of the Korean Society on Hazard Mitigation*, Vol. 8, No. 6, pp. 129-136.
- Lee, D.H., Choi, C.W., Yu, M.S., and Yi, J.E. (2012). Reevaluation of multi-purpose reservoir yield. *Journal of Korea Water Resource Association*, Vol. 45, No. 4, pp. 361-371.
- Lee, G.M., and Yi, J.E. (2014). Analysis of problems of water supply capacity determination in water resources systems. *Journal of Korea Water Resource Association*, Vol. 47, No. 4, pp. 331-342.
- Ministry of Construction & Transportation. (2016). *National Water Resources Plan (2001-2020)*. Korea.
- Noh, J.K., and Lee, J.N. (2011). Operation rule curve for supplying urban instream flow from reservoir. *Journal of Agricultural Science*, Vol. 38, No. 1, pp. 163-172.
- Woo, S.Y., Kim, S.J., Hwang, S.J., and Jung, C.G. (2019). Assessment of changes on water quality and aquatic ecosystem health in Han river basin by additional dam release of stream maintenance flow. *Journal of Korea Water Resource Association*, Vol. 52, No. S-2, pp. 777-789.

Received	November 26, 2021
Revised	November 26, 2021
Accepted	December 2, 2021