

# 낙동강 중류수계의 인공보 설치에 따른 보 내 수질특성에 관한 연구 A Study on Water Quality after Construction of the Weirs in the Middle Area in Nakdong River

이순화<sup>†</sup> · 김보람 · 이해원  
Sun-Hwa Lee · Bo-Ram Kim · Hye-Won Lee

영남대학교 환경공학과  
Department of Environmental Engineering, Yeungnam University

(2014년 2월 20일 접수, 2014년 4월 2일 채택)

**Abstract :** This study is to investigate water quality changes of nitrogen (N) and phosphorous (P) at Gangjung-Goryeong Weir and Dalseong weir, in 2012-2013. Concentration of COD, TOC, T-N, T-P showed 3.5~6.8 mg/L, 3.4~6.5 mg/L, 1.8~4.0 mg/L, 0.08~0.12 mg/L respectively, in the Nakdong river main stream. Water quality of Dalseong weir showed lower level of contamination than that of Gangjung-Goryeong weir. Because of input loading of nutrients and organic matters from tributaries. At the analysis of sediments at each weirs, sedimentation fluxes of the hypolimnion represented 1.6~2.4 times higher than epilimnion fluxes. Sinking rate (%/d) of SS, N and P of the hypolimnion showed in the range of 1.68 %/d~2.42 %/d. It is implied that the suspended matters seem to be floating in the water body. In the result of nutrients release experiment, release flux of nutrients in July showed 3~4 times higher than April. The reason was considered that nutrients is easily released in the anaerobic condition and at high water temperature.

**Key Words :** Nakdong River, Gangjung-Goryeong Weir, Dalseong Weir, Sediment Flux, Nutrients, Release flux, Do Consumption Rate

**요약 :** 본 연구는 낙동강 중류수계의 강정고령보와 달성보의 수질특성을 조사하였다. 조사결과 강정고령보와 달성보에서 COD 3.5~6.8 mg/L, TOC 3.4~6.5 mg/L, T-N 1.8~4.0 mg/L, T-P 0.08~0.12 mg/L의 농도로 조사되었으며, 달성보에서 다소 높은 농도로 조사되어 금호강 유입의 영향이 큰 것으로 판단된다. 침전물 조사결과 강정고령보와 달성보에서 모두 심층의 SS, T-N, T-P 수질지표의 농도가 표층의 1.6~2.4배로 높게 조사되었으며, 침전율(%/d)은 표층에서 7.14~9.76 %/d, 심층에서 1.68~2.42 %/d로 다소 낮게 침전되는 것으로 조사되어 심층의 SS가 쉽게 가라앉지 않고 부유하고 있는 경향을 나타냈다. 용출조사에서는 시간이 지날수록 용출농도가 증가하여 나타났으며 수온과 DO농도와 밀접한 관계가 있는 용출 특성에 의해 하계의 높은 수온과 낮은 DO농도의 조건이 용출에 용이 했을 것으로 판단된다.

**주제어 :** 낙동강, 강정고령보, 달성보, 침전물 조사, 영양염류, 용출조사, DO 소비속도

## 1. 서론

낙동강은 강원도 태백항지에서 발원하여 영남지역의 중심으로 3개 광역시(대구, 부산, 울산), 3개도(강원도, 경상북도, 경상남도)와 54개 시·군·구를 관통하여 남해에 이르기까지 총 유로연장 525 km, 유역 면적 23,860 km<sup>2</sup>을 가지며 상류구간은 축산폐수, 생활하수와 농경지 유출수 등 비점오염원에 노출되어 있으며, 중·하류구간은 구미, 대구와 같이 인구가 밀집되어 있고 대도시화·공단·공업지역으로 조성된 만큼 그 수질을 관리하기가 매우 어려운 수계이다.<sup>1)</sup>

현재 낙동강에는 전 지구적 기후변화로 인한 가뭄, 홍수 등과 같은 재해예방, 수자원확보, 수질개선 등을 목표로 4대강 사업이 진행되었으며, 8개의 보가 완공되었다. 보가 완공됨으로 인하여 낙동강의 수계는 체류시간의 변화로 폐쇄성 수역의 특성을 나타낼 것으로 판단되며, 실제 보 완공 후 하절기 낙동강 수계에서 발생한 부영양화, 녹조현상은 사회적인 이슈가 되었다.

일반적인 부영양화와 녹조현상의 진행은 수중의 질소와

인의 농도에 큰 영향을 받는 것으로 보고되고 있다. 낙동강 수계의 영양염류 부하는 인공과 자연에 의해 강우 유출수로 유입되는 점 및 비점오염원의 외부부하와 하천 내부에서 환경조건에 의해 생성, 축적되어 발생하는 내부부하에 의한 오염원을 들 수 있다.<sup>3)</sup>

특히 상류로부터 유입되는 점원과 비점원에서 발생한 입자성 오염물질이 수역으로 유입되어 비교적 유속이 느리고 체류시간이 긴 수역에서 침강되어 형성되는 퇴적물은 폐쇄성 수역의 경우 매우 수질환경에 대한 영향이 큰 것으로 알려져 있으며, 퇴적물 내의 유기물질, 영양염류가 수중으로 재용출되거나 화학적·생물학적 반응을 하게 되어 하천 수질에 직접적인 영향을 미치며 내부부하의 중요한 인자로서, 수질개선을 위해 검토가 반드시 필요한 지표로 보고되고 있다.<sup>4,5)</sup>

이러한 하천에서의 영양염류 변화는 퇴적물에서 용출되는 영양염류의 농도분석과 표층에서 낙하하는 침전물의 산화상태의 분석을 통하여 표층과 심층의 물리화학적 변화를 도출할 수 있다. 표층에서 침전물 분석은 상하층간 물질이 동시 변화요인으로서 부유물질이 유기물, 영양염류 등 오염

<sup>†</sup> Corresponding author E-mail: leesh@yu.ac.kr Tel: 053-810-2545 Fax: 053-810-4624



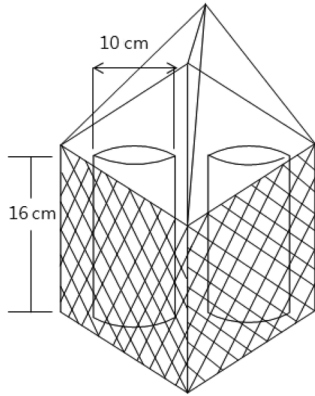


Fig. 3. Sediment trap.

거된 시료는 실험실로 운반하여 수질오염공정시험법에 준하여 SS와 T-N, T-P 분석을 실시하였다.

### 2.5. 용출조사

퇴적물 용출 실험을 위한 시료 채취는 높이 100 cm, 직경 8 cm의 Core Sampler를 사용하였다. 채취한 시료는 공기유입을 방지를 위하여 고무마개로 막고 광합성에 의한 영향을 차단하기 위하여 현장에서 알루미늄 호일로 감싼 후 실험실로 운송하여 분석을 실시하였다. 용출실험 장치는 Fig. 4에 나타내었다.

퇴적물의 채취는 침전물 채취와 같이 강정고령보와 달성보에서 4월과 7월 2회에 걸쳐 실시하였다. 수온의 영향을 고려하여 4월과 7월에 각각의 보에서 퇴적물을 채취하였으며, 각 보의 좌측, 중앙, 우측의 퇴적물 시료를 채취하여 퇴적물 용출 실험을 진행하였다.

채취한 시료는 수온 유지를 위해 실험기간 동안 시료저장 박스에 물이 흐르는 상태로 유지하였으며, 시료의 분석은 시간에 따라 채수간격을 늘리면서 4월에 16일, 7월에 13일 동안 분석을 실시하였다. 퇴적물 상등수의 감소량은 증류수로 보충하였으며, 퇴적물이 부유되지 않도록 코어 반응조의 벽면을 따라 천천히 채취 보충하였다. 채수한 상등수는 수질오염공정시험방법에 준하여 pH, DO, 온도, T-N, T-P의 분석을 진행하였다.

저층 퇴적물에서 용출되는 용출량은 단위시간당 퇴적물의

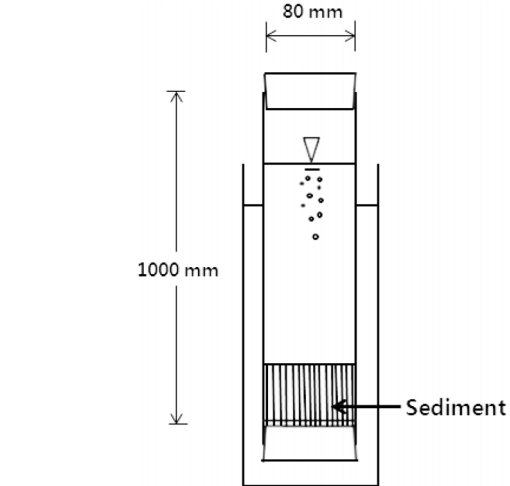
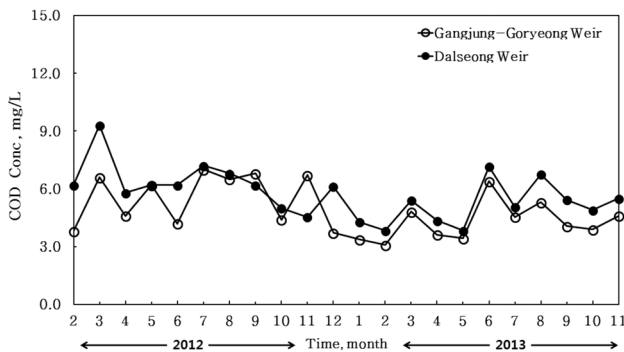


Fig. 4. An experimental apparatus used in the core method.

단위 면적 당 각 영양염이 수층으로 이동하는 양으로 나타내며  $mg/m^2$ 로 표현하며, 다음의 식에 의해 도출하였다.

$$r(g/m^2) = \frac{V_1(C_n - C_0) + \sum V_2(C_{n-1} - C_a)}{A} \quad (2)$$

- $V_1$  : 코어 상등수의 체적( $m^3$ )
- $C_n$  : n회 채수시의 상등수 영양염의 농도( $mg/L$ )
- $C_0$  : 상등수 초기 영양염의 농도( $mg/L$ )
- $C_a$  : 첨가된 호수의 영양염 농도( $mg/L$ )
- n : 채수 회수
- $V_2$  : 분석하기 위하여 채수한 체적( $m^3$ )
- A : 상등수와 접하는 Core의 전면적( $m^2$ )

## 3. 결과 및 고찰

### 3.1. 보의 수질현황

#### 3.1.1. COD, TOC 수질지표의 농도분포

강정고령보와 달성보 건설 후 2012년 2월부터 2013년 11월까지의 COD, TOC 수질변화를 Fig. 5에 나타내었다.

낙동강 증류의 COD 조사결과 2012년에 4.2~7.2  $mg/L$ 로

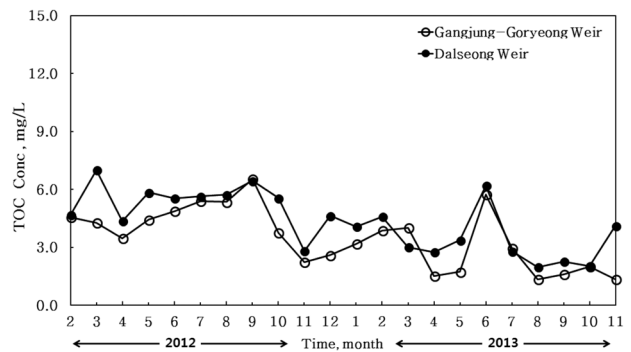


Fig. 5. Variation of COD, TOC concentration in the middle area of the Nakdong River.

조사되었으며 2013년에 3.4~6.4 mg/L로 2012년에 비하여 다소 낮게 조사되었다. 지점별 농도변화는 금호강 지류 유입 후 하류지점의 달성보 COD가 4.0~6.8 mg/L로 강정고령보 COD 농도 3.5~6.7 mg/L에 비하여 다소 높은 농도분포로 나타났다. TOC 조사결과 2012년 강정고령보와 달성보의 TOC 농도가 3.4~6.5 mg/L로 조사되었으며, 2013년 TOC농도가 1.5~4.0 mg/L로 나타나 2012년에 비하여 다소 감소한 것으로 조사되었다. 유기물 수질지표인 COD, TOC 농도변화는 2013년에 다소 감소하는 것으로 조사되었는데, 이러한 결과는 2012년 보 설치 과정 중 준설로 인한 퇴적물 부유로 인하여 보 설치 완공 후에도 보내 수질안정이 이루어지지 않은 상태의 영향으로 판단된다. COD와 TOC 농도가 여름철 다소 높은 농도로 조사되는 것은 강우에 의해 새롭게 유입된 성분에 의한 영향일 것으로 판단되며, 달성보의 경우 금호강 합류 직후에 위치한 보로서 대구시의 하·폐수와 영천시, 경산시 하수의 영향이 큰 것으로 보고되었다.<sup>9)</sup>

**3.1.2. T-N, T-P 수질지표의 농도분포**

강정고령보와 달성보 T-N, T-P 수질변화를 Fig. 6에 나타내었다. T-N의 조사 결과 2012년 2월 강정고령보와 달성보에서 4.0 mg/L 이상의 농도로 높게 조사되었으나, 2012년 3월 이후 4.0 mg/L 이하의 농도로 다소 감소하였고, 강정고령보와 달성보에서 갈수기 1월~3월의 T-N 농도는 3.0 mg/L 이상의 농도로 평수기에 비하여 높게 조사되었다. T-P 조사 결과에서도 2012년 2월과 3월에 다소 높은 농도로 조사되었지만, 추후 조금 감소하는 것으로 나타나 보 설치 후 수역의 내부상태가 완전히 안정되지 않아 하천 수질환경이 직접적으로 영향을 미친 것으로 판단되며, 강정고령보와 달성보에서 0.1 mg/L 이하의 농도로 다른 수질지표에 비하여 낮은 농도로 조사되었다.

전반적으로 금호강 지류 유입 후 하류지점의 달성보에서 유기물, 영양염류 농도분포가 다소 높게 나타나 금호강 지류가 낙동강 본류에 영향을 미치는 것으로 판단되며 추후 수질총량오염규제 강화로 인하여 낙동강 중·하류수계의 수질에 영향이 있을 것으로 판단된다. 유기물과 영양염류 수질조사에서 보 설치 후 뚜렷한 농도변화 경향은 나타나지 않았으며, 보 설치 후 유량 및 체류시간의 변화와 주변 환경

조건에 의한 영향을 판단하기 위한 지속적인 조사 및 검토가 이루어져야 할 것으로 판단된다.

**3.2. 보의 수심별 용존산소농도 분포**

조사기간 중의 낙동강 본류의 수온과 용존산소 농도의 상관관계를 Fig. 7에 나타내었다. 이론적인 10℃의 포화 용존산소 농도 11.3 mg/L에 비해 다소 낮은 농도로 조사되었던 2012년에 비해, 2013년에는 10℃에서 11.0~12.0 mg/L의 용존산소 농도로 나타나 2012년에 비해 DO농도가 다소 증가한 것으로 나타났다. 반면에 산소소비 기율기는 2012년에 비해 증가한 것으로 나타나 산소소비속도는 증가된 것으로 조사되었다.

강정고령보와 달성보의 2013년 수심별 용존산소농도 조사 결과 수온이 28℃ 이상인 7월과 8월에 강정고령보와 달성보의 표층 DO의 농도가 각각 7.7 mg/L, 7.2 mg/L로 연중 가장 낮게 조사되었으며 수온이 10.5~11℃로 가장 낮게 조사된 3월의 DO농도가 강정고령보와 달성보에서 12.0 mg/L 이상의 농도로 높게 조사되어 앞서 조사한 수온과 용존산소 농도의 상관관계의 결과와 일치하는 것으로 조사되었다. 수심이 10.5~12.3 m로 깊은 강정고령보에서는 수온이 높은 8월 심층의 DO농도가 3.5 mg/L로 표층 농도에 비하여 4.0 mg/L 이상 낮게 나타났으며, 9.5~10 m 수심의 달성보의 심층 8월 DO농도 또한 표층에 비하여 2.0~2.8 mg/L로 감소하여 나타났다. 반면 4월의 강정고령보와 달성보에서 표층과 심층의 DO 농도 차이는 1.2~1.9 mg/L의 농도차이로 나타났다.

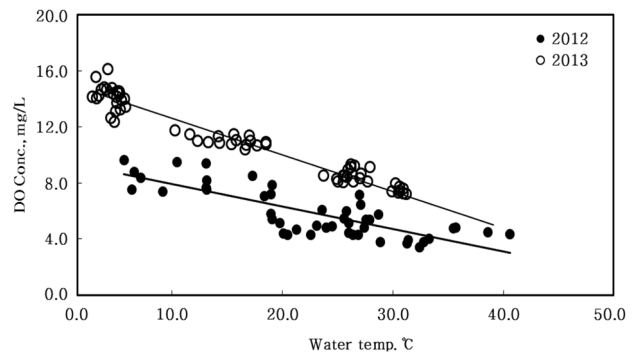


Fig. 7. Relationship of water temperature and DO in the middle area of Nakdong River.

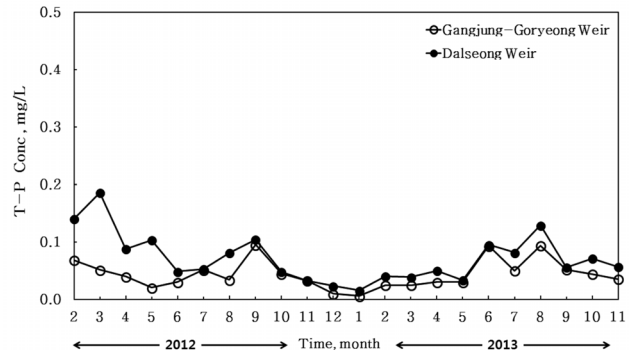
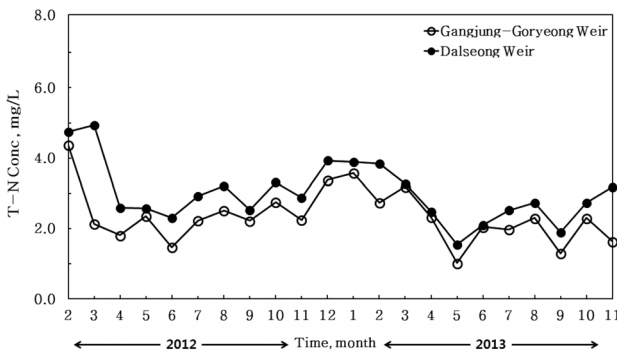


Fig. 6. Variation of T-N, T-P concentration in the middle area of the Nakdong River.

**Table 2.** DO consumption rate in the weirs

		Gangjung-Goryeong weir	Dalseong weir
		mg/L·hr	
April	Upper	0,496	0,681
	Lower	0,536	0,696
August	Upper	0,614	0,796
	Lower	0,965	1,021

이러한 결과는 Table 2의 산소소비 속도와 상관성이 있는 것으로 판단된다. 실제로 4월의 산소소비속도에 비하여 수온이 높은 8월의 산소소비속도가 강정고령보와 달성보에서 표층은 1.2배, 심층은 1.5~1.8배 높은 산소소비속도로 나타났다. 이는 8월의 높은 수온으로 인하여 유기물, 영양염류 등의 분해가 빨라지며 산소소비가 증가한 것으로 판단된다. 이 결과는 일본 마쓰마댐의 용존산소소비속도 연구에서 호수의 자연상태로서 물의 흐름이나 식물 플랑크톤의 침전, 혼합등이 생기는 교반계와 현장에서 시료의 광합성에 의한 영향을 차단하는 암병법의 정체계에서 용존산소 소비속도 실험 결과 정체계의 소비속도를 사용하여도 문제 없다고 보고되어,<sup>6)</sup> 본 연구에서 암병법으로 용존산소 소비속도 실험을 진행하였으며 마쓰마댐 심층에서의 용존산소 소비속도가 높게 나타난 것과 유사하게 보 내 심층에서의 용존산소 소비속도가 다소 높게 조사되었다.

### 3.3. 침전물 조사

침전물 조사는 강정고령보와 달성보에서 4월과 7월 모두 투명도가 1.5 m 이하로 나타나 수심 2 m와 수심 8 m에 각각 침전물 포집기를 설치하였고 4월은 강정고령보와 달성보에 각각 25 hr, 28 hr, 7월은 강정고령보와 달성보에 각각 25 hr, 19 hr 동안 설치 후 수거하여 SS, T-N, T-P를 분석한 결과를 Table 3에 나타내었다.

각 보 내 침전물 SS 조사 결과 지점별, 계절별 큰 변화는 나타나지 않고 있으나, 4월과 7월에서 모두 심층 8 m에서의 SS 농도가 표층 2 m의 SS 농도에 비하여 1.6배~2배 정도 높은 농도로 조사되었다. 이러한 결과는 Stoke's 법칙에 의하여 SS의 침강속도가 입경이 클수록 침강속도가 빠르며 표층에서는 비교적 입경이 작은 침전물이 심층에는 입경이 큰 물질이 분포한다고 예측할 수 있다. 실제로 가창댐을 대상으로 한 침전물에서 심층에서의 침전 Flux가 표층에서의 침전 Flux에 비하여 2~3배 높은 것으로 나타난 결과와 유사한 결과로 조사되었다.<sup>3)</sup> 부유물질의 침전 경향을 알아보는 지표인 침전율(%/d)은 침전 Flux(mg/m<sup>2</sup>·d)와 면적당 침전되는 현존량(mg/m<sup>2</sup>)의 비로 도출할 수 있으며, 4월과 7월의 강정고령보와 달성보에서 표층 7.14~9.76 %/d, 심층 1.68~2.42 %/d로 표층 SS의 침전이 많은 것으로 조사되었으며 표층에 비해 심층의 SS가 높은 농도와 하상의 수리변화 등에 의해 침전속도가 영향을 받은 것으로 생각된다.

침전물 질소의 계절별 농도변화는 전반적으로 SS의 농도

**Table 3.** Variation of sedimentation flux in the weirs

			Mean concentration (mg/m <sup>3</sup> )	Sedimentation flux (mg/m <sup>2</sup> ·d)	Sinking rate (%/d)	
April	SS	0-2 m	2,83×10 <sup>5</sup>	4,44×10 <sup>4</sup>	7,84	
		0-8 m	5,54×10 <sup>5</sup>	8,65×10 <sup>4</sup>	1,95	
	Gangjung-Goryeong weir	T-N	0-2 m	2,506,0	393,1	7,84
			0-8 m	5,970,0	932,8	1,95
		T-P	0-2 m	170,0	26,7	7,84
			0-8 m	180,0	28,1	1,95
	Dalseong weir	SS	0-2 m	2,01×10 <sup>5</sup>	2,87×10 <sup>4</sup>	7,14
			0-8 m	3,47×10 <sup>5</sup>	4,66×10 <sup>4</sup>	1,68
		T-N	0-2 m	3,360,0	518,6	7,84
			0-8 m	4,360,0	586,2	1,68
	T-P	0-2 m	190,0	27,1	7,14	
		0-8 m	230,0	30,9	1,68	
July	SS	0-2 m	1,26×10 <sup>5</sup>	1,96×10 <sup>4</sup>	7,77	
		0-8 m	2,32×10 <sup>5</sup>	3,63×10 <sup>4</sup>	1,95	
	Gangjung-Goryeong weir	T-N	0-2 m	1864,4	289,6	7,77
			0-8 m	2116,4	330,7	1,95
		T-P	0-2 m	51,1	7,9	7,77
			0-8 m	111,7	17,5	1,95
	Dalseong weir	SS	0-2 m	1,42×10 <sup>5</sup>	2,78×10 <sup>4</sup>	9,76
			0-8 m	3,08×10 <sup>5</sup>	5,97×10 <sup>4</sup>	2,42
		T-N	0-2 m	2849,2	556,4	9,76
			0-8 m	3169,9	613,7	2,42
	T-P	0-2 m	144,3	28,2	9,76	
		0-8 m	110,1	21,3	2,42	

가 높은 4월의 강정고령보 단위면적당 침전되는 T-N의 농도가 7월에 비해 상대적으로 1.2~2.4배 높게 나타났으며, 달성보 또한 SS의 농도가 높았던 7월의 T-N농도가 비교적 높게 나타났다. 수심별 질소 변화는 0-2 m에 비해 SS의 농도가 높은 0-8 m에서의 T-N의 농도가 높은 것으로 나타나 SS의 농도 경향과 상관성이 높은 것으로 나타났다.

침전물 인의 계절별 농도 변화도 질소와 유사하게 4월의 침전물 flux가 7월에 비하여 비슷하거나 다소 높은 농도로 조사되었으며, 심층 8 m에서 다소 높은 농도로 나타났다. 반면 7월 달성보의 침전물 T-P의 농도는 0-2 m에서 28.2 mg/m<sup>2</sup>·d, 0-8 m 21.3 mg/m<sup>2</sup>·d로 0-2 m의 농도가 높게 나타났는데 이는 표층 0-2 m의 Chlorophyll-a 농도가 3.41 mg/m<sup>3</sup>로 0-8 m의 Chlorophyll-a 농도 2.61 mg/m<sup>3</sup>에 비해 다소 높은 점으로 보아 여름 하기의 높은 조류농도의 영향이 큰 것으로 판단된다.

전반적으로 침전물의 질소와 인의 침전 농도는 표층에 비하여 8 m 심층에서 높게 나타나는 것으로 조사되었으며, 질소와 인의 침전율(%/d)은 4월과 7월의 강정고령보와 달성보에서 표층 7.14~9.76 %/d, 심층 1.68~2.42 %/d로 SS의 침전농도 경향과 유사하게 조사되었다. 이는 유기물, 영양염류 등이 침전물의 SS에 함께 포함되어 침전되기 때문에 SS와 영양염류의 침전경향이 유사하게 나타난 것으로 판단된다.

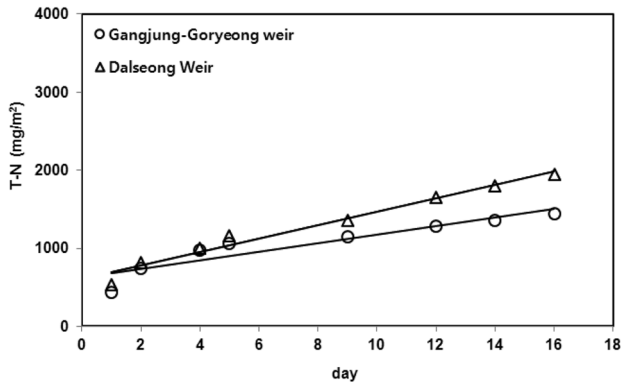


Fig. 8. Cumulative amounts of T-N release in april.

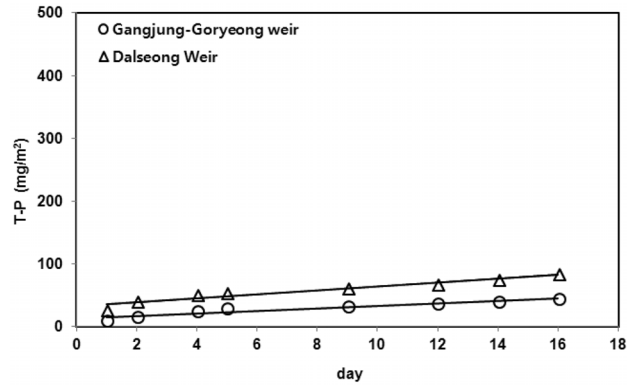


Fig. 10. Cumulative amounts of T-P release in april.

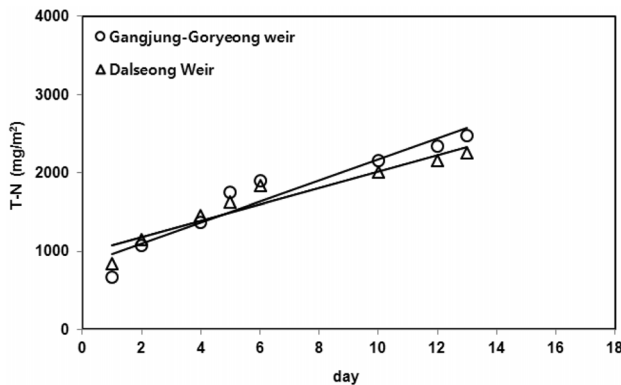


Fig. 9. Cumulative amounts of T-N release in July.

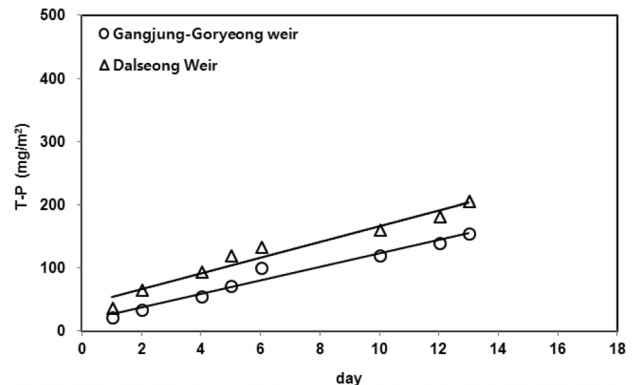


Fig. 11. Cumulative amounts of T-P release in July.

### 3.4. 퇴적물 용출조사

강정고령보와 달성보에서의 4월과 7월 T-N의 용출 변화 그래프를 Fig. 8과 9에 나타내었다. 7월의 용출부하 평가는 수질과 비교하여 지점간의 차이가 크고 불균일하여 좌측, 중앙, 우측 각 3지점 용출량의 평균치로 하여 용출부하를 도출하였다.

4월 강정고령보의 퇴적물 T-N 용출농도는 1일에 432.5 mg/m<sup>2</sup>의 농도로 용출되어 16일 후 1,445 mg/m<sup>2</sup>, 7월의 용출 T-N농도는 1일에 669.8 mg/m<sup>2</sup>에서 13일 후 2,476 mg/m<sup>2</sup>로 증가되었다. 달성보의 4월 T-N 용출변화는 1일에 536.5 mg/m<sup>2</sup>에서 16일 후 1,953.5 mg/m<sup>2</sup>, 7월에 1일 용출 T-N 농도는 847 mg/m<sup>2</sup>, 13일 후 T-N 용출 농도가 2,255 mg/m<sup>2</sup>로 조사되어 강정고령보와 달성보에서 4월에 비하여 7월에 다소 높은 농도로 용출되었다.

Fig. 10과 11에 나타난 4월과 7월 T-P의 용출 변화 결과에서는 4월 강정고령보의 T-P 용출농도가 9.1 mg/m<sup>2</sup>에서 16일 후 43.7 mg/m<sup>2</sup>로 증가하여 나타났으며, 7월에 21.6 mg/m<sup>2</sup>에서 13일 후 154 mg/m<sup>2</sup>로 증가하여 7월에 다소 높은 농도로 용출이 조사되었다. 달성보에서의 T-P 용출변화는 4월에 26.8 mg/m<sup>2</sup>에서 16일 후 84.1 mg/m<sup>2</sup>로 강정고령보에 비해 상대적으로 높은 농도로 용출되었으며, 7월의 달성보 1일 용출 T-P 농도는 37 mg/m<sup>2</sup>에서 13일 후 205 mg/m<sup>2</sup>로 강정고령보와 유사하게 7월에 상대적으로 높은 농도로 용출이 나타나 질소의 용출경향과 동일하게 나타났다.

전반적으로 영양염류의 용출조사에서는 시간이 경과할수록 용출농도가 증가하여 나타났으며 26.8℃로 다소 높은 수온을 나타낸 7월에 높은 수온에 비례하여 용출농도가 1.5~1.7배 높게 조사되었다. 퇴적물 상등수의 DO 농도 변화는 6 mg/L에서 16일 후 3.21 mg/L까지 감소하는 것으로 조사되었으며, 이러한 혐기상태의 환경 또한 영양염 용출에 영향을 미쳤을 것이라 판단된다. 이러한 결과는 앞서 이루어졌던 퇴적물 용출 연구에서 수온이 높고 혐기성 환경일수록 용출량이 높게 나타난 결과와 유사하게 나타난 것으로 판단되며, 호기성 환경에서 용출이 적게 일어난 이유는 이미 생성된 물질에 의한 산화가 이루어지고 DO가 저층에 있는 저니에서의 영양염 용출이 일어나는 것을 억제했기 때문이라 보고되었다.<sup>3)</sup>

이 결과로 온도와 용존산소 농도의 영향을 완전하게 평가하는 것은 곤란하지만 앞서 진행 퇴적물에서의 용출 연구에서 높은 온도와 혐기성환경에서 용출이 용이했던 것과 유사한 결과가 나타나 앞으로 하천 내부부하에 대한 연구가 지속되어야 할 것으로 판단된다.

## 4. 결론

본 연구에서는 낙동강에 설치된 강정고령보와 달성보를 대상으로 수질관리 방안을 연구하기 위하여 각 보 영양염류의 수질조사, 침전물 조사 및 영양염 용출조사를 실시하였으며, 다음과 같은 결론을 도출하였다.

1) 강정고령보와 달성보 설치 후 영양염류의 수질변화에서 뚜렷한 차이의 수질변화는 나타나지 않는 것으로 조사되어 보설치 완공 후 보 내의 수질안정이 이루어지지 않은 상태로 판단되며, 보설치 사업으로 인한 농도 감소의 영향을 구체적으로 판단하기 위해서는 지속적인 검토가 필요할 것으로 판단된다.

2) 강정고령보와 달성보 내의 용존산소농도 변화는 7월과 8월에 표층과 심층의 용존산소농도가 3.5~4 mg/L의 차이로 나타나 성층의 가능성을 나타내었다.

3) 각 보 내 침전물 조사에서는 SS, N, P 모두 표층에 비하여 심층에서 침전농도가 1.5배~2배 정도 높게 나타났으며, 침전율(%/d)은 표층에서 7.14~9.76 %/d, 심층에서 1.68~2.42 %/d로 다소 낮게 침전되는 것으로 조사되어 심층의 SS가 쉽게 가라앉지 않고 부유하고 있는 경향을 나타냈다.

4) 강정고령보와 달성보의 용출조사 결과 7월의 질소와 인의 용출양이 4월에 비해 2배~3배 정도 높게 조사되었다. 이는 7월의 높은 수온과 낮은 DO농도의 영향으로 용출이 용이했던 것으로 판단되며, 여름철 심층의 산소 고갈을 대비한 산소공급 대책이 필요할 것으로 판단된다.

## 사사

본 연구는 경북녹색환경지원센터의 2012·2013년도 연구개발사업지원에 의해 이루어진 것이며, 이에 감사드립니다.

KSEE

## Reference

- Hwang, S. J., "Forecasting System for Water Quality Using Artificial Neural Networks: The Kangjung-Koryung Weir on the Nakdong River," Kyungbook National University(2012).
- Kim, B. R., "A study on change of the water quality of the artificial weir in the middle for the Nakdong River," Graduate School of Environmental Engineering, Yeungnam University(2013).
- Lee, C. H., Lee, S. H. and Kim, Y. H., "A study on nutrients variation in artificial lake," Graduate school of Environmental engineering, Yeungnam University(1994).
- Kim, G. H., Jung, W. H. and Lee, J. B., "Monitoring and analysis of nutrients in sediment in the river bad," *J. Kor. Soc. Water Qual.*, **22**(5), 838~845(2006).
- Jung, H. Y. and Jo, K. J., "SOD and inorganic nutrient fluxes from sediment in the downstream of the Nakdong River," *Kor. J. Ecol. Environ.*, **36**(3), 322~335(2003).
- Lee, S. H., Kim, Y. H. and Shin, D. R., "Characteristics of dissolved organic matters in Nakdong River," *J. Kor. Soc. Environ. Eng.*, **25**(6), 701~708(2003).
- Han, J. O., "Study on changes of suspended solids and sediment in stream," (1989).
- Cho, Y. C. and Chung, S. W., "Sediment release rate of nutrients from Namyang reservoir," *J. Kor. Soc. Environ. Eng.*, **29**(12), 1345~1352(2007).
- Kim, D. H. and Park, C. G., "Estimation of nutrients released from sediments of Deukryang bay," *J. Kor. Environ. Sci. Soc.*, **7**(4), 425~431(1998).
- Kang, M. K., Choi, I. Y., Park, J. H., and Choi, J. H., "Investigation of the effect of Weirs construction in the Han River on the characteristics of sediments," *J. Kor. Soc. Environ. Eng.*, **34**(9), 597~603(2012).
- Lee, S. H., "Laboratory consideration on nutrient release from the sediment by artificial circulation in lake water," *J. Kor. Soc. Environ. Eng.*, **15**(4), 653~663(1993).
- Kim, Y. H., "A laboratory experimental study on the nutrient release in artificial lake sediments," *J. Kor. Soc. Environ. Eng.*, **3**(1), 53~60(1998).
- Lee, S. H., Jung, H. W., Jung, J. Y., Min, H. J., Kim, B. R., Park, C. G., Onoda, Y. and Satou, N., "Characteristic of occurrence of pharmaceuticals in the Nakdong River," *J. Kor. Soc. Environ. Eng.*, **35**(1), 45~56(2013).
- Kim, H. S., Hong, J. J., Seong, J. U., Choi, K. S. and Park, J. C., "Comparison of organic matter distribution in major tributaries of the Nakdong River," *J. Kor. Soc. Water Environ.*, **29**(5), 618~624(2013).
- Jung, H. Y. and Cho, K. J., "Environmental conditions of sediment and bottom waters near sediment in the downstream of the Nakdong River," *Kor. J. Limnol.*, **36**(3), 311~321(2003).
- Inamori, U., Jin, X. and Xu, K., "Guideline on the Management for Establishment of Eco-Sound Watershed Environment of Lakes and Marshes," The industrial water institute Co., Ltd., (2008).
- Hosomi, M., Okada, M., Yagi, O., Yamane, A. and Sudo, R., "Eutrophication in Lake Yunoko," Research Report from the National Institute for Environment Studies, Japan, p. 56(1984).
- Kim, J. S., "Sources, characterization and variability of dissolved organic matter in the Nakdong River watershed," Department of Environmental engineering, Pukyong National University(2013).
- Jeon, Y. I., "The assessment of the water quality of Nakdong River and the analysis of correlation according to the items of water quality," Department of environmental engineering, Graduate school of Yeungnam University(2012).
- Abrams M. M. and Jarrell, W. M., "Soil phosphorus as potential nonpoint source for elevated stream phosphorus levels," *J. Environ. Qual.*, **24**, 132~138(1995).
- Reichel, G. and Nachteble, H. P., "Suspended sediment monitoring in a fluvial environment: advantages and limitations applying an acoustic doppler current profiler," *Water Res.*, **28**(4), 751~761(1994).
- Sonaogni, W. C., Larsen, D. P., Malueg, K. W. and Schuldt, M. D., "Use of large submerged chambers to measure sediment water interactions," *Water Res.*, **11**, 461~464(1977).
- Mitsuru, T., Atsuhisa, S., Mitumasa, K. and Ryuichi, S., "A study on dissolved oxygen budgets in natural artificial lake," *Ecol. Mod.*, **31**, 282~292(1986).