

TECHNICAL NOTE

남강 하류부에서 장기관측 자료를 이용한 유기물과 생물학적/화학적 산소요구량의 월 변동 분석

강동환 · 소윤환 · 박경덕¹⁾ · 김일규²⁾ · 김병우^{3)*}

부경대학교 환경연구소, ¹⁾부경대학교 마린융합디자인협동과정, ²⁾부경대학교 환경공학과, ³⁾한국수자원공사 K-water 연구원

Monthly Variation Analysis of BOD, COD and TOC using Long-term Observation Data in the Downstream of the Nam River

Dong-hwan Kang, Yoon Hwan So, Kyeong-Doek Park¹⁾, Il-kyu Kim²⁾, Byung-Woo Kim^{3)*}

Environmental Research Institute, Pukyong National University, Busan 48547, Korea

¹⁾*Interdisciplinary Program of Marine Convergence Design, Pukyong National University, Busan 48513, Korea*

²⁾*Department of Environmental Engineering, Pukyong National University, Busan 48513, Korea*

³⁾*K-water Research Institute, Korea Water Resources Corporation, Daejeon 34045, Korea*

Abstract

In this study, monthly average values of BOD, COD, and TOC observed for 10 years (2008–2017) in the Nam River were estimated, and monthly variations of BOD, COD, and TOC were analyzed. Monthly average COD was always higher than monthly average BOD; monthly average TOC was high from June to September when rainfall was high. Monthly correlation coefficients between BOD and COD ranged from 0.57 to 0.94, those between BOD and TOC from 0.45 to 0.93, and those between COD and TOC from 0.75 to 0.93. The correlation coefficients were high from November to February when rainfall was low. Regression analyses for monthly average water quality data of the Nam River classified into dry season (October to April) and wet season (May to September) were conducted. Correlation coefficients were higher in the dry season than those in the wet season, and the determination coefficients of linear regression functions for BOD and COD with TOC were also higher in the dry season than those in the wet season. From this study, it can be concluded that it is appropriate to use monthly data to analyze the correlations among BOD, COD, and TOC in the stream. To analyze the relationship between TOC flowing into the stream and BOD/COD, it was found that seasonal characteristics should be considered.

Key words : Nam River, BOD, COD, TOC, Monthly variation

1. 서론

하천으로 유입되는 오염물질이 다양해지고 있으며 난
분해성(non-biodegradable) 유기물을 포함한 비점오염
원(non-point source)에 의한 하천수의 수질 오염이 증

가하고 있다(Kim et al., 2007; Choi et al., 2012). 우리
나라에서는 강수량이 대부분 여름철에 집중되어 있으며,
강우 시에 하천의 상부 유역에 위치한 비점오염원에서
유출된 다량의 유기물과 영양물질이 하천으로 유입되어
다양한 수질 오염을 유발한다(Kim et al., 2013). 하천으로

Received 24 December, 2018; **Revised** 30 March, 2019;

Accepted 15 May, 2019

***Corresponding author**: Byung-Woo Kim, K-water Research Institute,
Korea Water Resources Corporation, Daejeon 34045, Korea
Phone : +82-42-870-7644
E-mail : bengwookim@gmail.com

© The Korean Environmental Sciences Society. All rights reserved.
© This is an Open-Access article distributed under the terms of the
Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted
non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium,
provided the original work is properly cited.

유입되는 유기물은 인간의 활동(농업과 산업 활동 등)에 의한 영향성이 높으며 미생물에 의한 분해 가능성에 따라 생분해성 유기물과 난분해성 유기물로 구분한다(Han et al., 2011). 수계에서 유기물에 의한 수질 오염의 관리 지표로는 BOD (Biochemical Oxygen Demand), COD (Chemical Oxygen Demand), TOC (Total Organic Carbon) 등이 사용되고 있으며, BOD는 생분해성 유기물을 분해하는데 소모되는 용존산소량이고 COD는 생분해성 유기물과 난분해성 유기물을 모두 분해하는데 소모되는 용존산소량을 나타낸다(Park, 2007).

국내에서 수행된 BOD, COD, TOC의 상관성 관련 연구로는 낙동강 지류하천에서 TOC와 COD 유기물의 분포 비교(Kim et al., 2013), 낙동강의 38개 지류 지천을 대상으로 하천 등급화를 위한 COD와 BOD에 대한 TOC의 선형회귀함수 추정(Na et al., 2015), 낙동강수계에서 2013~2014년 동안 195개 지점의 관측 자료를 이용한 계절별 유기오염물질의 다중회귀분석을 통한 오염발생특성 분석(Na et al., 2016), 영산강 수계에서 7개 지류 구간에서 관측된 자료를 이용한 BOD, COD, TOC 사이의 상관관계 분석(Park et al., 2014), 영농기간 동안은 유출수 내 BOD, COD 자료를 이용한 TOC 농도 추정(Choi et al., 2012) 등이 있다. 기존에 국내에서 수행된 유기물과 생물학적/화학적 산소요구량 관련 연구에 이용된 자료들은 관측 시간이 수년 이하의 비교적 짧은 기간이므로, 기후 조건과 환경의 연간 변화 등을 고려할 수 있는 장기적인 자료(10년 이상)를 이용한 상관성 분석이 필요하다.

본 연구에서는 남강 최하류에 위치한 '남강4-1' 관측소에서 10년(2008~2017) 동안 관측된 BOD, COD, TOC 자료의 월평균을 구하여 월별 기술통계량을 산정하였으며, 3개 성분에 대한 상관계수를 산정하고 회귀함수를 추정하였다. 이러한 결과를 분석하여 남강에서 강수량을 고려한 계절별 BOD, COD, TOC의 선형회귀함수를 추정하고 해석하였다.

2. 연구 방법

2.1. 연구 대상지역

남강은 경상남도 함안군 서상면 덕유산에서 발원하여 진주에서 북동으로 유로를 바꾸어 함안군 대산면에서 낙

동강과 합류하고, 유역 면적은 349.3 km², 유로는 186.3 km 정도로서 서부 경상남도의 동맥으로서 임천, 위천, 양천, 덕천강, 빈영천, 함안천 등의 지류를 가지고 있다. 남강 상류 지역(운봉, 산청, 함양, 생초, 안의, 서상 등)은 분지를 형성하여 지방 중심지가 발달하고, 하류 지역에는 진주 평야를 비롯한 충적 평야가 분포하고 있다. 북쪽에는 소백산맥이 있어 여름에 서남쪽에서 오는 저기압이 이 산맥에 부딪쳐 지형성 강우가 많이 발생한다.

월 누적 강수량은 AWS 표준지점번호가 920번이고 해발고도 7 m에 지점에 위치한 함안 AWS(경상남도 함안군 가야읍 산서리 928)에서 관측한 일강수량 자료를 이용하였으며, 수질 자료(BOD, COD, TOC, 유량, 수온)는 낙동강권역 남강 중권역 내 하천수 수질측정망 14개 관측소 중 최하류부에 위치한 '남강4-1' 관측소(경상남도 함안군 대산면 장암리)에서 2008~2017년 기간 동안 매월 4회 관측한 자료를 이용하였다.

2.2. 통계분석 방법

본 연구에 이용된 수질 성분 자료는 물환경정보시스템(2018)에서 제공 받았으며, 남강 최하류에 위치한 '남강4-1' 관측소에서 2008~2017년 동안 관측된 BOD, COD, TOC 자료와 함안 AWS에서 관측된 강수량 자료의 월평균을 구하여 월별 기술통계량을 산정하였다. 남강에서 관측된 BOD, COD, TOC의 월평균 자료를 이용하여 3성분 사이의 상관계수와 회귀함수를 추정하고 월별 변동을 분석하였다. 또한 건기와 우기에 해당하는 수질 자료를 이용하여 남강에서 TOC에 대한 BOD, COD, TOC의 선형회귀함수를 추정하고 계절 특성을 해석하였다. 본 연구에서 통계분석은 Grapher4 (Golden Software) 프로그램을 이용하여 수행되었으며, 기술통계량과 상관계수, 회귀함수 등을 추정하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1. 관측소 주변 지역의 강수 특성

남강 하류부 관측소(경상남도 함안군 대산면 장암리)의 상류부에 위치한 함안 AWS(경상남도 함안군 가야읍 산서리 928)에서 2008~2017년 동안 관측한 월 누적 강수량을 Fig. 1에 제시하고 월별 월 누적 강수량의 기술통계량을 Table 1에 정리하였다. 월 누적 강수량의 10년 평균값은 4~9월 기간 동안 100 mm 이상으로 연간 강수

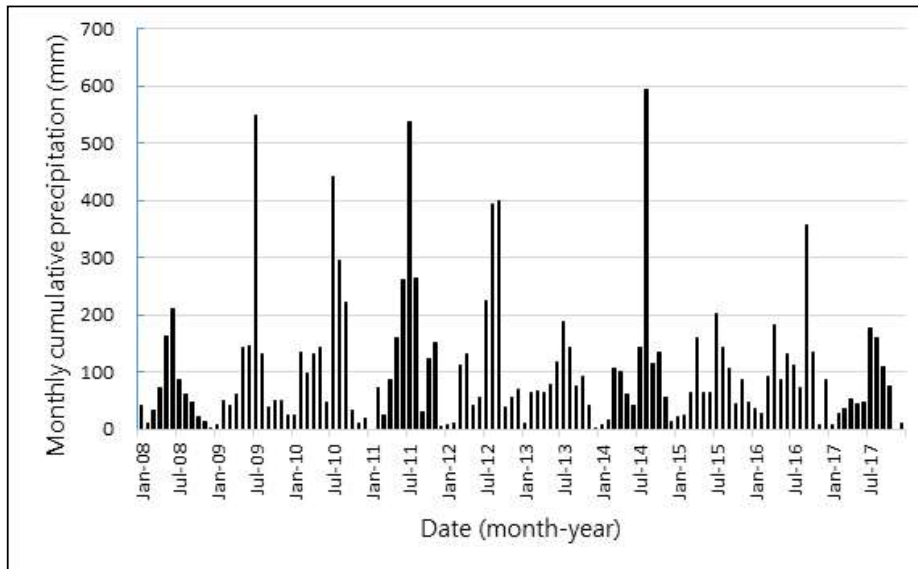


Fig. 1. Monthly cumulative precipitation in the Haman AWS.

Table 1. Descriptive statistics of monthly cumulative precipitation (unit: mm)

Month	Min	Max	Avg	SD
Jan	0.0	40.5	16.5	12.9
Feb	9.5	133.5	43.6	36.3
Mar	23.5	113.0	67.4	31.6
Apr	54.0	183.5	105.1	42.8
May	41.0	163.0	98.6	45.8
Jun	40.5	262.0	112.1	72.7
Jul	86.5	547.5	266.2	165.5
Aug	61.0	593.0	225.9	157.1
Sep	30.0	398.0	150.0	125.6
Oct	22.5	134.5	74.7	41.5
Nov	0.0	151.0	47.3	43.6
Dec	2.5	88.0	28.3	28.2

량의 78% 정도이고, 11~2월 기간 동안에는 평균 50 mm 이하의 적은 강수가 발생하여 연간 강수량의 11% 정도에 해당한다.

3.2. BOD, COD, TOC의 월 변동 분석

남강 하류부에서 2008~2017년 동안 관측된 BOD, COD, TOC 성분의 월별 기술통계량을 정리하였다

(Table 2). BOD의 최솟값은 0.6~1.5 mg/L, 최댓값은 4.9~7.7 mg/L 정도이고 COD의 최솟값은 2.9~4.8 mg/L, 최댓값은 8.0~16.2 mg/L 정도이고 TOC의 최솟값은 1.6~3.0 mg/L, 최댓값은 5.2~9.9 mg/L 정도이었다. 연간 BOD의 범위는 0.6~7.7 mg/L, COD의 범위는 2.9~16.2 mg/L, TOC의 범위는 1.6~9.9 mg/L 정도이었다. BOD와 COD의 평균은 6월에 가장 높고 11월에

Table 2. Monthly descriptive statistics of BOD, COD and TOC

Component	Month	Min	Max	Avg	SD	CV
BOD (mg/L)	Jan	1.0	5.2	2.3	1.3	0.6
	Feb	1.0	6.2	2.6	1.4	0.5
	Mar	1.2	7.2	3.2	1.6	0.5
	Apr	1.3	7.7	2.9	1.4	0.5
	May	1.2	5.7	2.9	1.1	0.4
	Jun	1.5	6.9	3.8	1.3	0.3
	Jul	1.2	5.4	2.8	1.1	0.4
	Aug	1.2	7.2	3.1	1.6	0.5
	Sep	0.6	5.9	2.7	1.2	0.4
	Oct	0.9	6.1	2.5	1.1	0.4
	Nov	0.8	4.9	1.9	0.9	0.5
	Dec	0.8	5.3	2.0	1.2	0.6
COD (mg/L)	Jan	3.5	10.8	5.2	1.9	0.4
	Feb	3.2	12.8	5.7	2.5	0.4
	Mar	3.7	16.2	6.4	2.9	0.5
	Apr	3.2	15.1	5.6	2.1	0.4
	May	4.0	8.0	5.7	1.2	0.2
	Jun	4.8	10.9	7.2	1.3	0.2
	Jul	4.3	11.7	7.1	1.4	0.2
	Aug	3.9	13.6	7.0	1.9	0.3
	Sep	4.3	10.4	6.7	1.4	0.2
	Oct	3.4	9.2	6.2	1.4	0.2
	Nov	3.5	8.7	5.2	1.3	0.2
	Dec	2.9	11.6	5.2	2.1	0.4
TOC (mg/L)	Jan	2.0	7.4	3.3	1.4	0.4
	Feb	1.8	7.4	3.4	1.6	0.5
	Mar	1.6	9.2	3.6	1.6	0.5
	Apr	1.7	9.9	3.3	1.4	0.4
	May	2.2	5.8	3.4	0.9	0.3
	Jun	2.3	7.1	4.5	1.1	0.2
	Jul	3.0	6.9	4.7	1.1	0.2
	Aug	2.5	7.5	4.3	1.3	0.3
	Sep	2.4	7.1	4.2	1.2	0.3
	Oct	2.2	7.2	3.9	1.2	0.3
	Nov	2.1	5.2	3.1	0.8	0.2
	Dec	1.8	5.6	3.1	1.1	0.4

가장 낮았으며, TOC의 평균은 7월에 가장 높고 11월에 가장 낮았다. 월평균 BOD의 범위는 1.9~3.8 mg/L, COD의 범위는 5.2~7.2 mg/L, TOC의 범위는 3.1~4.7

mg/L로 나타났다. BOD에 비해 COD 값이 항상 높게 나타났으며, 이는 남강에서 생물학적인 요인(호기성 미생물 등)에 의한 유기물의 분해가 완전히 이루어지지

않았음을 의미하는 것이다(Na et al., 2016). 월평균 COD와 TOC는 6~9월 기간 동안 높았으며, 이 기간 동안 강수량이 많아서 높은 유량으로 인한 비점오염원에 의한 유기물의 유입이 증가하였으며 이러한 유기물을 분해하는 데 필요한 화학적 산소요구량이 증가하였기 때문이다(Park et al., 2014).

남강 하류부에서 관측된 BOD, COD, TOC 성분에 대한 건기와 우기의 box-whisker plots을 작성하였다(Fig. 2). 3성분 모두 건기보다는 우기에 높은 값을 보였으며, 이는 우기 동안 비점오염원들이 강우에 의해 하천으로 다량 유입되고 유기물을 분해하는 데 필요한 산소요구량이 증가하였기 때문이다(Park et al., 2014).

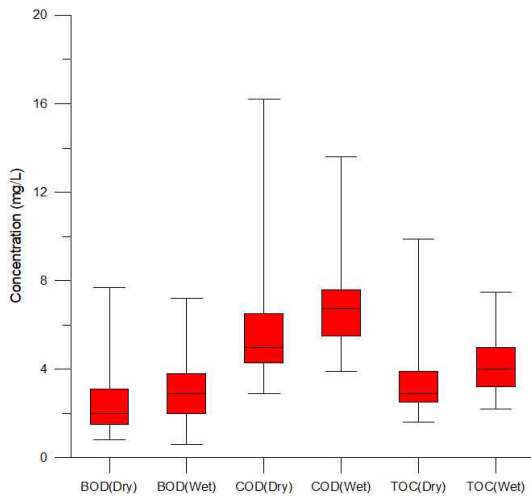


Fig 2. Box - whisker plots for BOD, COD and TOC of dry season and wet season.

3.3. 월 평균 자료를 이용한 TOC에 대한 BOD와 COD의 회귀분석

남강 관측소에서 2008~2017년 동안 측정된 자료의 월 평균을 이용하여 BOD, COD, TOC의 상관성 분석을 수행하였으며(Table 3), 또한 TOC에 의한 BOD와 COD의 변화를 정량적으로 분석하기 위해 회귀함수와 그 결정계수를 추정하였다(Table 4).

BOD와 COD의 상관계수는 0.57~0.94의 범위이며, 월별 상관계수는 7월에 가장 낮고 2월에 가장 높았다. 7~10월 동안을 제외하면 상관계수가 0.80 이상으로서 매우 높은 것으로 나타났다(Table 3). BOD와 TOC의

상관계수는 0.45~0.93의 범위이며, 월별 상관계수는 7월에 가장 낮고 2월에 가장 높았다. 5~9월 동안을 제외하면 상관계수가 0.80 이상으로서 매우 높은 것으로 나타났다. COD와 TOC의 상관계수는 0.75~0.96의 범위이며, 월별 상관계수는 9월에 가장 낮고 2월에 가장 높았다. 5월, 7월, 9월을 제외하면 상관계수가 0.80 이상으로서 매우 높은 것으로 나타났다. 3성분 사이의 상관계수를 산정하여 분석한 결과 강수량이 많았던 5~10월 사이에는 상관성이 낮고 강수량이 적었던 11~4월 사이의 상관성이 상대적으로 높게 나타났다. COD와 TOC의 상관계수가 가장 높게 나타난 것은 하천에서 유기물의 유입이 증가하면 생물학적인 유기물의 분해보다는 화학적인 산화에 의한 유기물의 분해 효과가 더 크게 발생함을 의미하는 것이다(Park, 2007). 본 연구는 남강 관측소 1개 지점에서 10년 동안 관측한 자료를 월별로 평균한 값을 이용하였지만 기존의 연구들에서는 광역적인 지역(수~수백 개 관측소 자료 이용)에서의 관측 자료를 이용한 상관계수를 산정하였다. Na et al.(2016)에서는 BOD와 TOC의 상관계수가 0.50 이상, Kim et al.(2013)에서는 COD와 TOC의 상관계수가 0.796 정도로 나타났다.

상관분석 결과를 토대로 하여 TOC에 대한 BOD와 COD의 회귀함수와 그 결정계수를 추정하였다(Table 4). TOC에 대한 BOD와 COD의 월별 회귀함수는 모두 선형함수가 적합한 것으로 추정되었으며, 선형회귀함수의 결정계수(R^2)는 TOC와 BOD에서는 0.20~0.87 정도이고 TOC와 COD에서는 0.56~0.93 정도로 나타났다. TOC에 대한 BOD 회귀함수의 결정계수는 2월에 가장 높았으며, 4~10월 동안을 제외하면 결정계수가 0.70 이상이었다. TOC에 대한 COD 회귀함수의 결정계수도 2월에 가장 높았으며, 5~9월 동안을 제외하면 결정계수가 0.80 이상이었다. 기존의 연구 사례에서 COD에 대한 TOC 회귀함수의 결정계수는 낙동강 지류 348개 하천의 670개 지점 자료에서 0.61~0.67(Kim et al., 2013) 및 낙동강 지류 38개소 관측 자료에서 0.98(Na et al., 2015)로 나타났으며, 본 연구에서는 TOC에 대한 COD 회귀함수의 월별 결정계수가 0.56~0.93의 범위이고 5~9월에는 0.56~0.71 정도이고 10~4월의 기간 동안은 0.80~0.93 정도로 높았다. 기존의 연구 사례에서는 다양한 하천에서 수집된 자료를 이용하였지만, 본 연구에서는 1개 지점의 10년 관측 자료를 이용하여 월별 회귀

Table 3. Monthly correlation coefficients between BOD, COD and TOC

Month	BOD-COD	BOD-TOC	COD-TOC
Jan	0.90	0.92	0.95
Feb	0.94	0.93	0.96
Mar	0.93	0.87	0.94
Apr	0.89	0.82	0.95
May	0.84	0.70	0.77
Jun	0.83	0.70	0.84
Jul	0.57	0.45	0.79
Aug	0.77	0.53	0.81
Sep	0.59	0.67	0.75
Oct	0.80	0.82	0.92
Nov	0.89	0.84	0.94
Dec	0.93	0.89	0.89

Table 4. Monthly linear regression functions for BOD and COD as TOC

Month	TOC vs BOD	TOC vs COD
Jan	$y=0.84x+0.52, R^2=0.84$	$y=1.30x+1.05, R^2=0.90$
Feb	$y=0.85x+0.27, R^2=0.87$	$y=1.53x+0.47, R^2=0.93$
Mar	$y=0.86x+0.12, R^2=0.76$	$y=1.66x+0.40, R^2=0.88$
Apr	$y=0.83x+0.08, R^2=0.67$	$y=1.40x+0.94, R^2=0.91$
May	$y=0.87x+0.09, R^2=0.50$	$y=1.02x+2.24, R^2=0.60$
Jun	$y=0.84x+0.06, R^2=0.48$	$y=1.03x+2.60, R^2=0.71$
Jul	$y=0.42x+0.78, R^2=0.20$	$y=1.00x+2.47, R^2=0.62$
Aug	$y=0.66x+0.28, R^2=0.28$	$y=1.20x+1.83, R^2=0.65$
Sep	$y=0.69x+0.14, R^2=0.45$	$y=0.91x+2.89, R^2=0.56$
Oct	$y=0.74x+0.34, R^2=0.68$	$y=1.10x+2.00, R^2=0.85$
Nov	$y=1.03x+1.33, R^2=0.71$	$y=1.53x+0.44, R^2=0.88$
Dec	$y=1.01x+1.07, R^2=0.79$	$y=1.71x-0.01, R^2=0.79$

함수를 추정하였다. 추정된 선형회귀함수의 기울기는 TOC와 BOD에서는 0.42~1.03, TOC와 COD에서는 0.91~1.71 정도로 추정되었다. 선형회귀함수의 결정계수가 높아질수록 기울기(TOC에 대한 BOD와 COD의 변화율)도 증가하는 경향을 보였으며, 이는 강수량이 많은 여름보다는 적었던 겨울(결정계수가 높은 시기)에 하천으로 유입된 동일한 양의 유기물 분해에 필요한 산소 요구량이 더 많이 필요함을 의미한다. TOC 변화에 대한 회귀함수의 기울기가 BOD보다 COD의 회귀함수에서 높은 것은 생물학적 분해만으로는 유기물이 완전히 제거

되지 못하고 있다는 것이며(Park, 2007), 실제 하천에 유입된 유기물의 분해와 관련된 해석은 COD와 TOC의 관계를 이용하는 것이 적합함을 보여준다.

3.4. 건기와 우기의 TOC에 대한 BOD와 COD의 변동 분석

남강에서 유기물의 유입과 분해에 대한 건기와 우기의 변동 특성을 분석하기 위해, 남강에서 관측된 월 평균 수질(BOD, COD, TOC) 자료를 건기(10~4월)와 우기(5~9월)로 분류하여 상관계수를 산정하고(Table 5) TOC에 대한 BOD와 COD의 선형회귀함수를 추정하였다

Table 5. Correlation coefficients between BOD, COD and TOC of dry season and wet season

Season	BOD-COD	BOD-TOC	COD-TOC
Dry	0.89	0.85	0.93
Wet	0.69	0.56	0.81

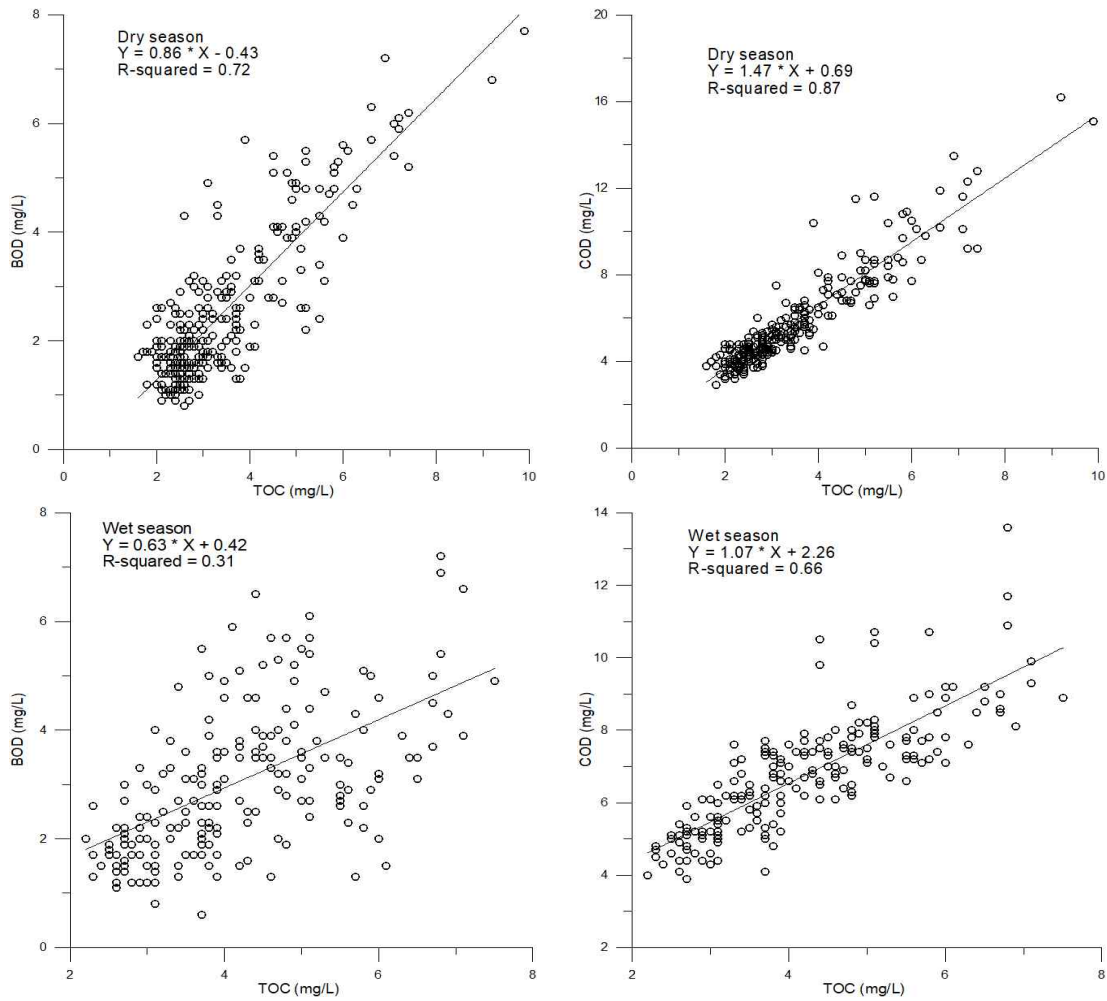


Fig. 3. Linear regression functions for BOD and COD as TOC in dry season (upper) and wet season (lower).

(Fig. 3). 수질 성분(BOD, COD, TOC) 간의 상관계수는 우기보다 건기에 높게 나타났으며, 건기와 우기 모두 COD와 TOC의 상관계수가 각각 0.93과 0.81로서 가장 높았다(Table 5). 영산강 수계에서 2012년에 관측된 7개 지점의 수질 자료를 이용한 상관분석에서는 BOD와

COD, BOD와 TOC의 상관계수는 건기가 높고 COD와 TOC의 상관계수는 건기와 우기에 각각 0.913과 0.915로서 유사하였으며(Park et al., 2014), 낙동강 수계에서 2013~2014년에 관측된 195개 지점의 수질 자료를 이용한 BOD, COD, TOC 성분 간의 상관계수는 모두 겨울이

여름보다 높았다(Na et al., 2016).

건기 자료를 이용한 TOC에 대한 BOD와 COD의 선형회귀함수의 결정계수는 각각 0.72와 0.87로서 높았으며, 우기 자료에서는 각각 0.31과 0.66으로서 낮았다(Fig 3). TOC에 대한 BOD 선형회귀함수의 기울기는 건기 자료에서 0.86, 우기 자료에서 0.63 정도이고, TOC에 대한 COD 선형회귀함수의 기울기는 건기 자료에서 1.47, 우기 자료에서 1.07 정도이었다. 건기와 우기 모두 TOC에 대한 BOD의 기울기보다 TOC에 대한 COD의 기울기가 높았으며, 이는 하천으로 유입된 유기물의 생물학적 분해 과정에 이용된 용존산소량보다는 화학적 분해 과정에 이용된 용존산소량이 많음을 의미하는 것으로서 실제 하천에서 유입된 유기물의 양과 유기물의 분해에 대한 분석은 TOC와 BOD보다는 TOC와 COD를 이용하는 것이 더욱 적합함을 보여주는 것이다(Choi et al., 2012).

4. 결론

본 연구에서는 남강 하류부 관측소(남강4-1)에서 2008~2017년 동안 관측된 BOD, COD, TOC 성분의 월별 변동분석 및 회귀분석을 수행하였으며, 이상의 연구를 통해 산출된 결론을 아래와 같이 정리하였다.

1) 남강 하류부에서 2008~2017년 동안 관측된 BOD, COD, TOC 성분의 월별 기술통계량은 COD가 BOD보다 항상 높았으므로 남강에서는 생물학적 분해만으로는 유기물의 분해가 완전히 이루어지지 않았음을 알 수 있었다. 월평균 COD와 TOC는 6~9월에 높았으며, 강수량이 많은 시기에는 남강 관측소의 상류부에 위치한 비점 오염원(농경작지 등)에서 유출된 유기물이 남강으로 유입되고 유기물을 분해하는 데 필요한 화학적 산소요구량이 증가한 것이다.

2) BOD와 COD의 상관계수는 0.57~0.94의 범위이며, 월별 상관계수는 7월에 가장 낮고 2월에 가장 높았으며 7~10월 동안을 제외하면 상관계수가 0.80 이상으로서 매우 높은 것으로 나타났다. BOD와 TOC의 상관계수는 0.45~0.93의 범위이며, 월별 상관계수는 7월에 가장 낮고 2월에 가장 높았으며 5~9월 동안을 제외하면 상관계수가 0.80 이상으로서 매우 높은 것으로 나타났다. COD와 TOC의 상관계수는 0.75~0.96의 범위이며, 월

별 상관계수는 9월에 가장 낮고 2월에 가장 높았으며 5월, 7월, 9월을 제외하면 상관계수가 0.80 이상으로서 매우 높은 것으로 나타났다.

3) TOC에 대한 BOD와 COD의 월별 선형회귀함수의 결정계수는 TOC와 BOD에서는 0.20~0.87 정도이고 TOC와 COD에서는 0.56~0.93 정도로 나타났다. 선형회귀함수의 기울기는 TOC와 BOD에서는 0.42~1.03, TOC와 COD에서는 0.91~1.71 정도로 추정되었으며, 선형회귀함수의 결정계수가 높아질수록 기울기도 증가하는 경향을 보였다.

4) 남강에서 관측된 월 평균 수질 자료를 우기(5~9월)와 건기(10~4월)로 분류하여 TOC에 대한 BOD와 COD의 상관계수와 선형회귀함수를 추정하였다. 수질 성분 간의 상관계수는 우기보다 건기에 높게 나타났으며, 건기와 우기 모두 COD와 TOC의 상관계수가 각각 0.93과 0.81로서 가장 높았다. TOC에 대한 BOD 선형회귀함수의 기울기는 건기 자료에서 0.86, 우기 자료에서 0.63 정도이고, TOC에 대한 COD 선형회귀함수의 기울기는 건기 자료에서 1.47, 우기 자료에서 1.07 정도로 추정되었다.

감사의 글

본 논문은 국토교통부/국토교통과학기술진흥원(18CTAP-C143448-01)의 지원으로 수행되었습니다.

REFERENCE

- Choi, D. H., Jung, J. W., Yoon, K. S., Lee, K. S., Choi, W. J., Lim, S. S., Park, H. N., Yim, B. J., Hwang, T. H., 2012, Estimation of TOC concentration using BOD, COD, in runoff from paddy fields, J. Korean Soc. on Water Environ., 28(6), 813-818.
- Han, D. H., Choi, J. Y., 2011, Selection of the optimum organic matter index for surface water quality management, Korea Environment Institute, 10(4), 61-80.
- Kim, B. C., Jung, S. M., Jang, C. W., Kim, J. K., 2007, Comparison of BOD, COD and TOC as the indicator of organic matter pollution in streams and reservoirs of Korea, J. Korean Soc. Environmental Eng., 29(6), 640-643.

- Kim, H. S., Hong, J. J., Seong, J. U., Choi, K. S., Park, J. C., 2013, Comparison of organic matter distribution in major tributaries of the Nakdong river, *J. Korean Soc. Water Environ.*, 29(5), 618-624.
- Na, S. M., Kwon, H. G., Shin, S. M., Son, Y. G., Shin, D. S., Im, T. H., 2016, A Study on seasonal pollutant distribution characteristics of contaminated tributaries in Nakdong river basin, *J. Wetlands Res.*, 18(3), 301-312.
- Na, S., Lim, T. H., Lee, J. Y., Kwon, L. H., Cheon, S. U., 2015, Flow rate-water quality characteristics of tributaries and a grouping method for tributary management in Nakdong river, *J. Wetlands Res.*, 17(4), 380-390.
- Park, B., 2007, Introduction of water pollution, Hyungseul Publishing, 242.
- Park, J. H., Moon, M. J., Kim, K. S., 2014, Analysis of relationship between water quality parameters with land use in Yeongsan river basin, *J. Environmental Impact Assessment*, 23(1), 19-27.
-
- 강동환, 부경대학교 환경연구소 리서치펠로우
dhkang@pknu.ac.kr
 - 소윤환, 부경대학교 환경연구소 전임연구원
lunaace@naver.com
 - 박경덕, 부경대학교 마린융합협동과정 박사과정
godsla6593@nate.com
 - 김일규, 부경대학교 환경공학과 교수
kimilky523@gmail.com
 - 김병우, 한국수자원공사 K-water연구원 책임연구원
bengwookim@gmail.com