

## 통합수질지수를 이용한 지류지천 수질평가

갈병석·박재범<sup>†</sup>·김상훈\*·임태호\*

(주)다운솔루션

\*국립환경과학원 낙동강물환경연구소

## Assessment of tributary water quality using integrated Water Quality Index

Byungseok Kal·Jaebeom Park<sup>†</sup>·Sanghun Kim\*·Taehyo Im\*

Daon Solution co., Ltd.

<sup>†</sup>Nakdong River Environment Research Center, National Institute of Environmental Research

(Received : 28 July 2017, Revised: 07 August 2017, Accepted: 07 August 2017)

### 요약

본 연구에서는 낙동강수계에서의 수질 모니터링 자료를 이용하여 수질지수를 산정하고 생활환경기준과 비교를 통해 수질상태를 검토하였다. 수질지수는 환경부에서 현재 시행되고 있는 실시간수질지수(RWQI) 방법인 CCME-WQI를 사용하였으며 수질항목은 pH, DO, EC, 수온, TOC, T-N, T-P에 대해 7개 평가항목으로 선정하였다. 평가기간은 최근 3년간(2013년~2015년)으로 선정하였으며 해당 기간 내 측정된 수질 모니터링 자료를 이용하였다. 평가결과, 전 기간 평가 결과는 지수와 생활환경기준이 비슷한 경향을 보이나 월별 평가는 지수와 BOD, T-P 결과가 다르게 나타났다. 따라서 효율적인 하천관리를 위해서는 단일 수질항목만의 평가보다 복합적인 평가가 보다 필요할 것으로 신뢰성이 있는 것으로 검토되었다.

핵심용어 : 모니터링 자료, 수질지수, 지류, 수질평가

### Abstract

In this study, the water quality index was calculated using the water quality monitoring data in the Nakdong River water system and the water quality status was compared with the living standard. The water quality index was selected by the RWQI method CCME-WQI currently used by the Ministry of Environment. The water quality items were selected as 7 items for pH, DO, EC, water temperature, TOC, T-N and T-P. The evaluation period was selected from the last three years (2013~2015) and water quality monitoring data measured within the period were used. As a result of the evaluation, the results of the previous evaluation showed similar tendency to the index of living environment, but the monthly evaluation showed different BOD and T-P results. Therefore, it is concluded that it is more reliable that more complex evaluation than single water quality evaluation is needed for efficient river management.

Key words : Monitoring data, Tributary, Water Quality Index, Water quality evaluation

## 1. 서 론

지류·지천은 본류하천의 근간이 되는 곳으로서 국민생활의 건강한 활동 및 휴식을 위해 건강한 수생태계 환경이 필요한 곳이다. 일반적으로 지류가 본류에 비해 건천의 정도가 심하고 도심의 경우 인공구조물로 인한 영향으로 수생태계 및 수질이 불량하고 오염원의 영향권 내 지류는 수질이 매우 나쁘기 때문에 지류에 대한 수질관리는 지속적으로 필요한 실정이다. 낙동강수계에는 총 785개의 지류하천이 존재하며, 전체 유역면적의 약 82%를 차지하고

있어 본류 수질관리를 위해서는 지류의 수질관리가 우선 필요하다.

현재 수질관리를 위해 사용되는 지표로서는 BOD, T-P를 이용한 하천 생활환경기준이 있다. BOD, T-P 수질농도에 따라 “아주 좋음”에서 “매우 나쁨”까지 7단계로 구분되어 있으며 각 수질 등급에서의 COD, TOC, SS, DO, 대장균군 등의 범위를 제공하고 있다. 그러나 하천수질을 BOD, T-P의 2가지 항목으로 하천을 평가하는데 한계를 가지고 있어 하천의 수질상태를 정확히 파악하기가 어렵다. 지류의 경우 본류처럼 단일 수질 항목으로 평가하기 보다는 지류의 여러 수질항목을 종합적으로 평가해야 정확한 하천 수질상태를 파악할 수 있다고 판단된다.

수질평가지수(WQI, Water Quality Index)란 수질자료를

<sup>†</sup> To whom correspondence should be addressed.  
Daon Solution co., Ltd.  
E-mail: econural@gmail.com

종합적으로 평가하고, 일반 국민 혹은 정책결정권자들이 하천의 수질을 쉽게 이해할 수 있도록 도움주기 위하여 하천 수질자료를 종합적으로 평가한 이후에 수질상태를 하나의 점수화한 것을 의미한다(Washington state department of ecology, 2002). 수질지수는 측정항목의 농도를 직접 사용하지 않고 각 항목이 수질에 미치는 영향들을 고려하여 종합적으로 수질을 평가할 수 있다.

미국 및 캐나다에서는 하천에서의 수질 상황에 대한 일반인들의 이해를 돕기 위해 지수를 만들어 공개하며 웹에서 조회 및 다운로드가 가능하도록 하고 있다. 미국에서는 1970년 미국보건재단(National Sanitation Foundation, NSF)에서 개발한 NSF-WQI(National Sanitation Foundation Water Quality Index)을 사용하며 이를 변형하여 각 주별로 수질에 맞게 변형한 수질지수를 사용하고 있다. 1970년 미국대상 수질항목으로는 DO, pH, BOD, 수온, 총인(T-P), 유기물, 탁도 등을 이용하고 있으며 각 항목이 수질에 미치는 영향들을 고려하여 종합적으로 평가하고 있다.(USEPA, 1976) 1977년 캐나다 환경부의 수질관리위원회(Canadian Council Ministers of the Environment, CCME)에서 전문가와 비전문가간의 의사소통을 원활하게 하기 위하여 수질지수를 개발하였다. NSF-WQI와 달리 다양한 항목에 대한 수질기준의 초과정도 초과횟수 및 초과범위의 인자를 조화 평균하여 수질지수를 산정한다. 캐나다 국가하천자동측정망은 현재 약 50개소를 운영 중에 있으며 WQI산정에 필요한 일부 자료들을 수질자동측정기기에서 획득된 자료를 활용하여 사용한다(CCME, 2001).

CCME-WQI방법은 캐나다 밖에서도 많이 활용되어지고 있다. Khan et al.,(2003)은 CCME-WQI를 Dunk River 등 3개 하천에 적용하여 식수용, 레저용, 농업용의 등급으로 구분하여 수질 지수를 평가하였으며 Carbajal and Sanchez(2008)도 멕시코에서 fuzzy를 통한 수질 지수를 평가하였다.

국내에서는 환경부에서 실시간 수질지수(Real Time Water Quality Index, RTWQI)를 만들어 공급하고 있다(<http://www.koreawqi.go.kr>). RTWQI는 CCME-WQI를 국내 실정에 맞게끔 개선한 지수로서 각 수질별 기준치 초과 횟수 및 초과 항목 등을 통해 현재 하천에서의 수질환경을 지수로 평가하고 있다. 국외에서는 월/분기별 1회 수질지수를 산정하여 보고서 등에 이용하지만 국내에서는 실시간 수질지수를 산정하여 공급함으로써 해당 하천에서의 수질 상태를 국민들에게 보다 신속하게 알리고자 하고 있

다(NIER, 2013). Pak, JS and Lee, KH(2014)은 하천 수질 개선을 위한 우선순위 결정을 위한 평가항목으로서 수질지수를 사용하였으며 Kong et al.(2016)은 순천만에서 수질 평가지수를 이용하여 해수 수질의 공간적 특성을 분석하기도 하였고 Na et al.(2015)는 낙동강수계에서의 하천관리를 위한 등급화 방안으로서 도입하였다. Lim et.al.(2010)은 대청호내 실시간 수질측정자료를 이용하여 CCME WQI의 적용성에 대해 적용하였으나 아직 국내에서는 수질 지수에 대한 연구가 초기단계에 이르고 있다.

본 연구에서는 CCME-WQI를 지류지천에서 적용함으로써 측정된 수질 조사 자료를 이용하여 소하천에서의 수질을 평가하고자 한다. 지수의 적용 성을 검토하여 수질지수를 통한 지류의 수질관리를 위한 기초 자료로 활용할 목표를 가진다.

## 2. 연구방법

### 2.1 모니터링 자료

수질지수 평가 대상하천은 낙동강물환경연구소에서 관리하고 있는 195개 지점 중 다른 지역에 비해 우심한 39개 중점관리지점에서 2년 이상 측정되고 있는 지점을 선정하였다. 평가기간은 최근 3년간(2013~2015년)자료를 사용하였으며 선정결과, 3년 이상 측정되고 있는 하천은 기세곡천 외 6개 하천이었으며 2년 이상 측정된 하천은 가좌천외 13개 하천으로서 총 19개 하천을 평가 대상하천으로 선정하였다(Table 1.).

### 2.2 수질지수 산정 방법

본 연구에서의 수질지수는 환경부 실시간 수질정보 시스템에서 적용하고 있는 RTWQI 방법을 이용하였다. 평가항목은 실시간수질지수에서는 총 8개 수질항목을 이용하여 산정되고 있으나 지천 모니터링에는 탁도를 제외한 7개 수질항목 pH, DO, EC, 수온, TOC, T-N, T-P에 대해 평가항목으로 선정하였다. 해당 범위는 기존의 CCME, UNEP에서의 값을 참고하여 국내 실정에 맞게 설정되었다(Table 2.).

수질지수는 아래 eqn 1.과 같이  $F_1, F_2, F_3$  factor를 이용하여 계산 된다.

$$WQI = 100 - \sqrt{\frac{F_1^2 + F_2^2 + F_3^2}{3}} \quad (1)$$

**Table 1.** Target rivers and data

Streams	Number of data
Gisegokcheon, Namcheon, Yonghacheon, Toiracheon, Palgeocheon, Hwapocheon	34
Gajwacheon, Dalseocheon, Bonricheon, Sangnamcheon, Youngsancheon, Yonghocheon, Chodongcheon, Chilwoncheon, Hyunjicheon	23
Kyunghocheon, Gumicheon, Dongjungcheon, Changnyungcheon	22

**Table 2.** Appropriate criteria for water quality factors(NIER,2013)

Item	Water Quality Range
DO	$0.8 \times \text{DO Saturation concentration at present water temperature} \leq \text{DO} \leq 1.3 \times \text{DO Saturation concentration at present water temperature}$
pH	$6.5 \leq \text{pH} \leq 9.0$
Water Temp.	Monthly average for 10 years - 10°C ≤ Water Temp. ≤ Monthly average for 10 years + 10°C
EC	$\text{EC} \leq 200 \mu\text{S/cm}$
TOC	$\text{TOC} \leq 3.0\text{mg/L}$
T-N	$\text{T-N} \leq 3.0\text{mg/L}$
T-P	$\text{T-P} \leq 0.1\text{mg/L}$

**Table 3.** Real-time Water Quality Index(NIER,2013)

Rating	Range	Evaluation contents
양호(Excellent)	80~100	It is always clean water quality with few pollutants, so it is always suitable for hydrophilic activity.
적정(Good)	60~79	It is suitable for hydrophilic activity because it maintains relatively good water quality.
보통(Fair)	40~59	In general, good water quality and sometimes pollutants may be introduced and affect hydrophilic activity
주의(Poor)	20~39	Water pollution due to frequent inflow of pollutants requires attention to hydrophilic activities
불량(Very Poor)	0~19	Inadequate for hydrophilic activities with high water pollution level

여기서,  $F_1$ 은 기준치를 위반하는 수질항목의 개수를 전체 측정하고 있는 수질항목의 개수로 나누어 산정한 비율,  $F_2$ 는 각 수질항목별 측정주기 동안 기준치를 위반한 항목들의 총 횟수를 총 측정횟수로 나누어 산정한 비율,  $F_3$ 은 각 수질항목별로 기준치를 위한 정도를 분율화한 요소의 합을 의미한다.

수질지수는 총 5개의 구간을 가진다. 구간은 “양호”(Excellent): 80~100점, “적정”(Good): 60~79, “보통”(Fair): 40~59, “주의”(Poor): 20~39, “불량”(Very poor): 0~19이다(Table 3.).

### 3. 결과 및 고찰

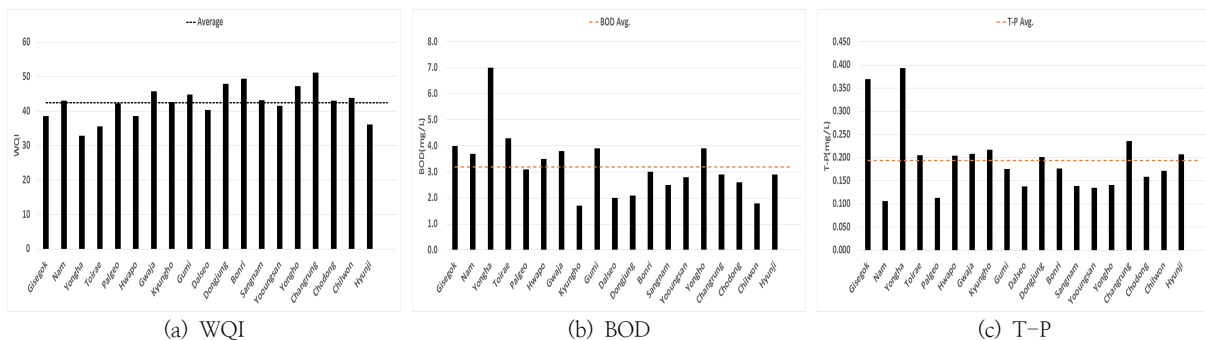
#### 3.1 전 기간 평가

전 기간 수질지수 평가를 아래 Table 4.와 Fig. 1에 나타내었다. 평가결과, 19개 대상하천 중 기세곡천 외 5개 하천은 “주의”, 남천 외 14개 하천은 “보통”으로 나타났다. 전

하천의 지수 평균은 43점으로 “보통”에 해당되어 “대체로 양호한 수질이나 때때로 오염물질이 유입되어 친수활동에 영향을 미칠 수 있음” 기준에 해당하였다.

생활환경기준 평가 결과, BOD기준 경호천의 3개 하천은 “좋음”, 동정천 외 7개 하천은 “약간 좋음”, 팔거천 외 8개 하천은 “보통”, 용하천은 “약간 나쁨”으로 나타났다. T-P기준은 남천 외 10개 하천은 “보통”, 동정천외 7개 하천은 “약간 나쁨”, 기세곡천 외 2개 하천은 “나쁨”으로 나타났다. 전 하천의 BOD평균은 3.2로서 “보통”, T-P평균은 0.194로서 “보통”으로 평가되었다. 생활환경기준 평가로서 보통은 “보통의 오염물질로 인하여 용존산소가 소모되는 일반 생태계로 여과, 침전, 활성탄 투입, 살균 등 고도의 정수처리 후 생활용수로 이용하거나 일반적 정수처리 후 공업용수로 사용할 수 있음”으로 평가되고 있다.

중점관리 지점의 19개 하천은 지수와 생활환경 기준 모두 “보통” 등급을 나타내고 있어 지수 평가 결과와 생활환경기준의 평가가 비슷하게 나타났다.



**Fig. 1.** All-time evaluation results.

Table 4. All-time evaluation results

Streams	WQI	Rating	Living environment standard of river			
			BOD Avg.	BOD Rating	T-P Avg.	T-P Rating
Gisegok	38.6	주의(Poor)	4.0	보통(Fair)	0.369	나쁨(Very poor)
Nam	43.0	보통(Fair)	3.7	보통(Fair)	0.106	보통(Fair)
Yongha	32.9	주의(Poor)	7.0	약간 나쁨(Poor)	0.393	나쁨(Very poor)
Toirae	35.6	주의(Poor)	4.3	보통(Fair)	0.205	약간나쁨(Poor)
Palgeo	42.2	보통(Fair)	3.1	보통(Fair)	0.113	보통(Fair)
Hwapo	38.6	주의(Poor)	3.5	보통(Fair)	0.204	약간 나쁨(Poor)
Gwaja	45.8	보통(Fair)	3.8	보통(Fair)	0.208	약간 나쁨(Poor)
Kyungho	42.7	보통(Fair)	1.7	보통(Fair)	0.217	약간 나쁨(Poor)
Gumi	44.8	보통(Fair)	3.9	보통(Fair)	0.175	보통(Fair)
Dalseo	40.4	보통(Fair)	2.0	좋음(Excellent)	0.138	보통(Fair)
Dongjung	48.0	보통(Fair)	2.1	약간 좋음(Good)	0.201	약간 나쁨(Poor)
Bonri	49.5	보통(Fair)	3.0	약간 좋음(Good)	0.176	보통(Fair)
Sangnam	43.2	보통(Fair)	2.5	약간 좋음(Good)	0.139	보통(Fair)
Yooungsan	41.5	보통(Fair)	2.8	약간 좋음(Good)	0.135	보통(Fair)
Yongho	47.2	보통(Fair)	3.9	보통(Fair)	0.141	보통(Fair)
Changrung	51.2	보통(Fair)	2.9	약간 좋음(Good)	0.236	약간 나쁨(Poor)
Chodong	43.0	보통(Fair)	2.6	약간 좋음(Good)	0.159	보통(Fair)
Chilwon	43.9	보통(Fair)	1.8	좋음(Excellent)	0.171	보통(Fair)
Hyunji	36.1	주의(Poor)	2.9	약간 좋음(Good)	0.207	약간 나쁨(Poor)
Average	42.5	보통(Fair)	3.2	보통(Fair)	0.194	보통(Fair)

3.2 월별 평가

월별 수질지수 평가 결과를 table 5~7.에 나타내었다. 평가 결과, 지수 평균이 47.6~54.1분포로 나타나 19개 대상 하천 모두 “보통”으로 나타났다. 9월의 지수가 54.1로서 가장 높게 나타나 9월의 하천상태가 가장 양호한 것으로 나타났다으며 1월의 지수가 47.6으로 가장 낮아 오염도가 가장 큰 것으로 평가 되었다. Fig.2에서 1월, 11월의 지수가 상대적으로 낮은 것은 기세곡천, 용하천, 퇴래천에서 수질항목중 전기전도도, T-N, T-P 항목이 범위의 초과 비율이 높은 것으로 분석되었다.

생활환경기준 평가 결과, BOD기준 평균수질이 2.1~4.9mg/L의 분포로 나타나 “약간 좋음”~“보통”으로 나타났다. 9, 10월의 BOD수질이 2.1mg/L으로서 가장 양호 하였으며 1월의 수질이 4.9mg/L로 가장 나쁘게 조사되었다. T-P기준 평균수질이 0.163~0.249mg/L의 분포로 나타나

“보통”~“약간 나쁨”으로 나타났다. 5, 9월의 T-P수질이 0.163mg/L으로서 가장 양호 하였으며 1월의 수질이 0.249mg/L로 가장 나쁘게 조사되어 BOD와 같은 경향을 보였다.

지수와 생활환경기준과의 월별 평가결과를 비교하였을 때 지수가 양호한 시기에 생활환경기준도 양호하며 지수가 불량한 시기에 생활환경기준도 불량한 것으로 평가되어 2개 기준이 같은 경향을 보이는 것으로 평가되었다. 그러나 등급으로 비교하였을 때 지수는 월별평가가 모두 “보통”으로 나타나나 BOD는 “약간 좋음”~“보통”으로서 지수보다는 양호하게 나타나며 T-P의 경우는 “보통”~“약간 나쁨”으로서 지수보다 좋지 않게 평가되는 것으로 볼 때 단일 수질항목을 적용한 생활환경기준에 비해 여러 수질 항목을 통합하여 적용하는 지수의 평가가 좀 더 해당 하천의 상황을 잘 반영하고 있다고 사료된다.

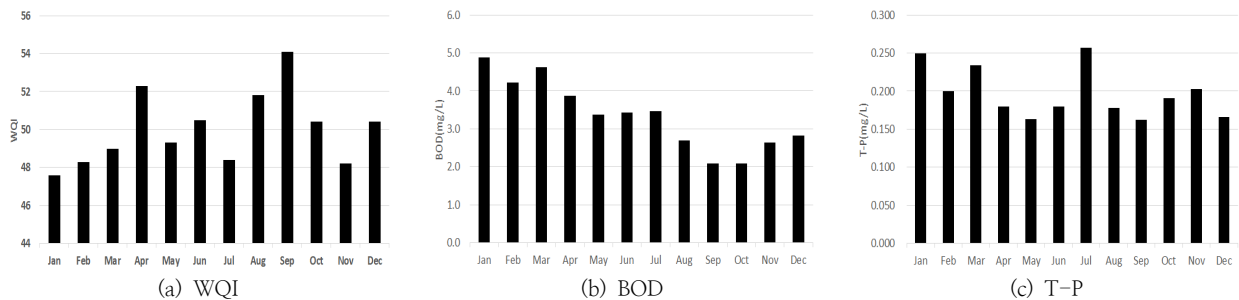


Fig. 2. Monthly results.

Table 5. Monthly WQI

Month Site	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
Gisegokcheon	28.3	32.6	30.2	39.2	45.1	41.5	43.6	50.5	47.0	32.0	30.5	79.1
Namcheon	55.1	39.5	48.3	62.1	49.3	48.4	41.2	43.9	49.0	50.3	38.7	42.5
Yonghacheon	30.0	29.7	30.7	35.4	35.9	33.3	30.7	40.4	37.2	31.0	30.9	30.5
Toiraecheon	27.8	42.3	40.2	43.0	46.6	39.5	48.1	36.9	42.8	51.0	39.7	30.8
Palgeocheon	47.6	54.4	49.4	65.9	47.3	45.4	55.0	39.3	49.4	59.5	39.5	69.1
Hwapocheon	52.4	49.8	47.1	45.7	53.1	48.9	48.5	44.9	55.1	52.0	55.2	36.3
Gwajacheon	50.3	54.4	54.1	55.2	39.1	51.7	54	47.6	53.8	46.3	49.9	36.2
Kyunghocheon	No data	45.4	47.2	51.2	38.1	48.2	45.1	53.8	50.0	41.1	50.7	51.2
Gumicheon	No data	46.6	47.1	52.5	53.5	44.4	50.3	52.3	43.9	55.9	41.8	51.7
Dalseocheon	45.0	44.9	41.5	57.1	56.6	48.5	46.4	45.7	48.7	47.4	39.1	34.3
Dongjungcheon	No data	48.6	52.1	62.2	49.8	61.5	52.8	63.5	62.6	54.1	52.8	65.9
Bonricheon	63.2	53.5	47.9	39.8	66.9	54.1	54.8	67.3	67.0	65.6	64.7	62.5
Sangnamcheon	58.6	60.1	66.8	65.2	63.2	56.2	65.7	54.4	57.5	48.1	58.1	68.4
Youngsancheon	51.4	57.4	48.6	46.0	43.7	47.7	46.0	61.7	64.1	46.0	50.5	63.2
Yonghocheon	No data	44.9	63.5	52.3	55.5	63.9	40.5	51.7	51.0	58.7	50.8	49.8
Changrungcheon	No data	49.3	49.1	47.5	41.4	49.8	48.4	49.7	53.6	53.3	53.2	49.7
Chodongcheon	64.8	51.7	57.7	67.0	55.8	55.4	62.2	74.4	61.8	53.8	53.5	64.1
Chilwoncheon	47.0	65.4	70.8	68.6	66.1	66.7	56.7	54.8	76.0	57.3	64.0	34.7
Hyunjicheon	44.6	46.6	37.9	37.9	30.4	53.8	30.2	52.1	58.0	55.1	52.4	38.4
Avg.	47.6	48.3	49.0	52.3	49.3	50.5	48.4	51.8	54.1	50.4	48.2	50.4

Table 6. Monthly BOD(Unit: mg/L)

Month Site	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
Gisegokcheon	9.5	7.4	8.5	4.1	3.2	2.5	2.0	1.8	1.4	3.0	5.5	1.2
Namcheon	3.6	5.4	5.0	2.9	3.3	3.0	5.1	2.2	3.0	1.5	4.2	4.9
Yonghacheon	14.2	8.6	9.4	6.4	3.3	4.3	8.6	3.1	3.4	9.9	8.4	9.8
Toiraecheon	8.8	5.7	4.0	4.2	5.3	5.9	4.3	3.6	2.8	1.9	4.3	3.5
Palgeocheon	9.2	4.6	3.5	2.1	3.2	2.2	2.3	4.7	2.1	2.1	3.4	1.7
Hwapocheon	2.1	3.6	3.5	2.6	3.8	4.1	7.9	3.2	3.1	2.1	2.4	2.0
Gwajacheon	3.8	4.2	5.6	5.1	4.2	5.8	2.6	3.3	1.8	2.2	1.8	5.6
Kyunghocheon	No data	1.3	2.1	1.2	1.9	1.9	4.2	1.5	1.1	0.8	1.4	1.4
Gumicheon	No data	6.1	6.0	4.2	4.2	4.0	4.2	2.5	4.0	1.8	3.1	3.5
Dalseocheon	2.6	1.4	3.7	3.7	2.5	1.8	1.4	2.5	1.4	1.0	1.0	2.0
Dongjungcheon	No data	3.5	3.0	2.8	2.7	2.3	2	1.8	1.3	1.0	1.0	1.6
Bonricheon	3.1	4.3	5.4	5.6	4.3	4.6	2.5	2.3	1.8	0.8	0.7	0.8
Sangnamcheon	1.4	2.4	1.6	5.1	2.6	3.1	2.9	2.3	1.9	2.2	2.0	1.2
Youngsancheon	2.5	2.3	2.4	2.6	4.5	4.0	4.7	2.7	2.1	2.2	1.5	2.1
Yonghocheon	No data	4.8	5.7	5.7	4.8	3.6	3.6	3.9	2.0	2.2	4.1	1.7
Changrungcheon	No data	5.2	7.0	5	2.5	1.6	1.4	2.4	1.3	1.6	1.6	2.8
Chodongcheon	1.6	1.8	3.7	2.8	2.8	4.9	2.7	2.9	2.7	1.7	1.6	2.2
Chilwoncheon	2.6	2.3	2.7	3.1	1.4	1.8	1.3	2.3	1.0	0.8	0.8	3.9
Hyunjicheon	3.3	5.1	5.2	4.2	3.7	3.8	2.3	2.2	1.4	0.9	1.4	1.6
Avg.	4.9	4.2	4.6	3.9	3.4	3.4	3.5	2.7	2.1	2.1	2.6	2.8

Table 7. Monthly T-P(Unit: mg/L)

Site \ Month	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
Gisegokcheon	0.989	0.629	0.852	0.188	0.192	0.222	0.228	0.153	0.176	0.522	0.485	0.068
Namcheon	0.090	0.114	0.088	0.071	0.082	0.098	0.199	0.120	0.122	0.098	0.100	0.080
Yonghacheon	0.418	0.394	0.645	0.378	0.154	0.305	0.689	0.164	0.212	0.468	0.432	0.495
Toiraecheon	0.106	0.148	0.188	0.136	0.147	0.271	0.367	0.189	0.170	0.160	0.340	0.169
Palgeocheon	0.159	0.110	0.096	0.067	0.084	0.116	0.232	0.128	0.098	0.096	0.137	0.063
Hwapocheon	0.136	0.176	0.252	0.154	0.173	0.190	0.326	0.206	0.147	0.268	0.158	0.213
Gwajacheon	0.207	0.173	0.197	0.220	0.260	0.301	0.168	0.183	0.134	0.155	0.185	0.318
Kyunghocheon	No data	0.173	0.183	0.276	0.408	0.236	0.303	0.138	0.222	0.138	0.159	0.148
Gumicheon	No data	0.163	0.144	0.144	0.150	0.191	0.233	0.151	0.283	0.172	0.159	0.139
Dalseocheon	0.191	0.133	0.129	0.108	0.085	0.097	0.142	0.255	0.140	0.117	0.162	0.123
Dongjungcheon	No data	0.272	0.242	0.199	0.199	0.198	0.233	0.127	0.191	0.189	0.240	0.128
Bonricheon	0.170	0.147	0.342	0.300	0.123	0.156	0.146	0.109	0.109	0.160	0.208	0.084
Sangnamcheon	0.157	0.214	0.157	0.087	0.114	0.112	0.144	0.207	0.121	0.184	0.088	0.109
Youngsancheon	0.228	0.116	0.091	0.111	0.115	0.117	0.168	0.242	0.126	0.152	0.112	0.088
Yonghocheon	No data	0.111	0.090	0.126	0.094	0.101	0.255	0.235	0.136	0.139	0.153	0.071
Changrungcheon	No data	0.187	0.235	0.356	0.267	0.191	0.278	0.237	0.178	0.210	0.209	0.264
Chodongcheon	0.055	0.168	0.103	0.077	0.125	0.121	0.168	0.181	0.254	0.175	0.248	0.113
Chilwoncheon	0.337	0.149	0.157	0.146	0.162	0.142	0.227	0.202	0.123	0.129	0.141	0.312
Hyunjicheon	0.246	0.224	0.259	0.279	0.171	0.248	0.377	0.148	0.149	0.099	0.137	0.164
Avg.	0.249	0.200	0.234	0.180	0.163	0.180	0.257	0.178	0.163	0.191	0.203	0.166

Table 8. WQI and water quality rating

Streams	WQI	Rating	Good	Poor
Gisegokcheon	38.6	Poor	Jul~Sep	Jan~Mar
Namcheon	43	Fair	Apr~Jun	Oct~Dec
Yonghacheon	32.9	Poor	Jul~Sep	Jan~Mar
Toiraecheon	35.6	Poor	Apr~Jun	Jan~Mar
Palgeocheon	42.2	Fair	Oct~Dec	Jul~Sep
Hwapocheon	38.6	Poor	Oct~Dec	Jul~Sep
Gwajacheon	45.8	Fair	Jan~Mar	Apr~Jun
Kyunghocheon	42.7	Fair	Jul~Sep	Apr~Jun
Gumicheon	44.8	Fair	Oct~Dec	Jan~Mar
Dalseocheon	40.4	Fair	Apr~Jun	Oct~Dec
Dongjungcheon	48	Fair	Jul~Sep	Jan~Mar
Bonricheon	49.5	Fair	Oct~Dec	Apr~Jun
Sangnamcheon	43.2	Fair	Jan~Mar	Oct~Dec
Youngsancheon	41.5	Fair	Jul~Sep	Apr~Jun
Yonghocheon	47.2	Fair	Apr~Jun	Jul~Sep
Changrungcheon	51.2	Fair	Oct~Dec	Jan~Mar
Chodongcheon	43	Fair	Jul~Sep	Jan~Mar
Chilwoncheon	43.9	Fair	Apr~Jun	Jan~Mar
Hyunjicheon	36.1	Poor	Oct~Dec	Apr~Jun
Avg.	42.5	Fair	-	-

3.3 평가 분석

지수 점수를 통한 기간별 분석을 table 8.에 나타내었다. 지수의 월별 평가, 양호한 시기는 7~9월이 12회, 10~12월이 6회로 가장 많이 나타났고 수질이 악화되는 시기는 1~3월이 8회로 가장 많았으며 4~6월이 5회로 나타났다. 유량

이 상대적으로 풍부한 7~9월 사이 수질환경이 양호하며 건기시인 1~3월이 가장 주의가 필요한 시기인 것으로 검토되었다. 또한 봄철 우기가 시작되는 4~6월이 2번째로 높은 관리시기로 나타나 비점오염 등의 영향에 따른 것으로 판단된다.

## 4. 결 론

본 연구에서는 낙동강수계에서의 수질 모니터링 자료를 이용하여 수질지수를 산정하고 생활환경기준과 비교를 통해 지천에서의 수질상태를 검토하였다.

수질지수는 환경부에서 현재 시행되고 있는 실시간수질지수(RWQI) 방법인 CCM-WQI 이용하였으며 수질항목은 pH, DO, EC, 수온, TOC, T-N, T-P에 대해 7개 평가항목으로 선정하였다. 평가 자료는 낙동강수계에서 현재 측정되고 있는 195개 지점자료를 검토하여 중점관리 39개 지점중 2년 이상 측정되고 있는 지점에 대해서 평가를 수행하였으며 평가기간은 최근 3년간(2013~2015년)자료를 선정하였다.

평가결과, 전 기간에 대한 지수 평균은 43점으로서 “대체로 양호한 수질이나 때때로 오염물질이 유입되어 친수활동에 영향을 미칠 수 있음” 기준에 해당하였으며 수질환경기준으로도 전 하천의 BOD평균은 3.2로서 “보통”, T-P평균은 0.194로서 “보통”으로 지수 평가와 같은 수준을 나타내고 있다. 월별 분석결과, 양호한 시기는 7~9월, 10~12월로 나타났고 수질이 악화되는 시기는 1~3월, 4~6월로 나타났다. 하천의 유량이 상대적으로 풍부한 7~9월 사이 수질환경이 양호하며 건기시인 1~3월이 가장 주의가 필요한 시기인 것으로 판단된다. 그러나 등급으로 비교하였을 때 지수는 월별평가가 모두 “보통”으로 나타나지만 BOD는 “약간 좋음”~“보통”으로서 지수보다 양호하게 나타나며 T-P는 “보통”~“약간 나쁨”으로서 지수보다 좋지 않게 평가되는 것으로 볼 때 단일 수질항목을 적용한 생활환경기준에 비해 여러 수질 항목을 통합하여 적용하는 지수의 평가가 좀 더 해당 하천의 상황을 잘 반영하고 있다고 사료된다.

본 연구에서는 수질지수를 통하여 낙동강 지류에서의 수질 현황을 평가하였다. 지수 평가는 기존 BOD, T-P등 단일 수질항목으로 하천 수질을 평가하는 틀에서 벗어나 다양한 수질항목을 평가하여 하천에 대해 종합적인 검토가 가능하게끔 한다. 이러한 방법은 하천 특성에 따른 관리가 가능하며 획일화된 하천 관리에서 벗어나 보다 하천관리에 효율적인 관리가 가능할 것으로 기대된다.

## 사 사

본 연구는 낙동강수계관리위원회에서 시행한 “낙동강수계 지류·지천 수질 및 유량 모니터링”의 결과입니다.

## References

- Carbajal, JJ., Sanchez, LP.(2008). *Classification based on fuzzy inference systems for artificial habitat quality in shrimp farming*, pp. 388-392.
- CCME(2001). *Canadian water quality guidelines for the protection of aquatic life: CCME Water Quality Index 1.0. ser's manual*. In: *Canadian Environmental quality guidelines*. Canadian Council of Ministers of the Environment. Winnipeg, Manitoba
- Khan F., Husain, T., Lumb, A.(2003). Water quality evaluation and trend analysis in selected watersheds of the Atlantic region of Canada. *Environmental Monitoring and Assessment*. 88(40603), pp. 221-242
- Kong, BW, Lee WJ, Ra, DG, Cheong, CJ(2016), Analysis of Temporal-Spatial Characteristics of Water Quality using Water Quality Index in the Suncheon Bay, *J. of Korean society environmental technology*, 17(2). pp. 96-104 [Korean Literature]
- Lim, BJ, Hong JY, Yeon IS(2010), Application of Canadian Council of Ministers of the Environment Water Quality Index (CCME WQI) in Daecheong Reservoir using Automatic Water Quality Monitoring Data, *J. of Korean Society on Water Quality*, 26(5), pp. 796-801.[Korean Literature]
- Na, SM, Lim, TH, Lee, JY, Kwon HG, Cheon, SU(2015), Flow rate-water quality characteristics of tributaries and a grouping method for tributary management in Nakdong River. *J. of Wetlands Research*, 17(4), pp. 380-390. [Korean Literature]
- NIER(National Institute of Environmental Research)(2013), *Real time Water Quality data system construction and database enhancement(I)* [Korean Literature]
- Park, JS, Lee, KH(2014), *Development of evaluation items and indicators for prioritization of stream water quality improvement*, KRIHS(80) [Korean Literature]
- USEPA(Unied States Environmental Protection Agency) (1976), *Quality criteria for water*.(263943). Office of Water Planning and Standards, Washington, DC.
- Washington state department of ecology(2002), [http://www.ecy.wa.gov/programs/eap/fw\\_riv/docs/WQIO\\_verview.html](http://www.ecy.wa.gov/programs/eap/fw_riv/docs/WQIO_verview.html)