경상북도보건환경연구원보, 제37권 pp. 341~348(2024)
Journal of GBIHE, Vol. 37, pp. 341~348(2024)

도청 신도시 수질 측정망 운영(2024년)

김보은·이은영·정순현·윤정연·김신희·염혜경·박윤석·신수경·이준호·정상섭

북부지원 환경분석과

○ 도청 신도시 주변의 수질관리로 환경친화적 생태도시 조성에 기여
○ 지속적인 수질모니터링을 통한 장기 수질관리 대책수립을 위한 기초자료 제공

1. 조사개요

○ 조사목적 : 도청 신도시 조성에 따른 수질오염 발생여부 모니터링 및 유관기관 신속통보
지속적인 수질모니터링을 통한 장기 수질관리 대책수립을 위한 기초자료 확보

○ 조사기간 : 2024년 1월 ~ 12월

○ 조사대상 : 16개소(소하천 11개, 저수지 2개, 생태하천 3개 지점 운영)

○ 조사지점 도청 신도시 친수공간 및 주요 하천 10개 지점

- 도청 신도시 친수공간 및 주요 하천 10개 지점
(송평천, 도양천, 오천천, 신역천, 풍산천, 호민저수지(상), 호민저수지(하), 송평천 생태하천-1, 송평천 생태하천-2, 송평천 생태하천-3)
- 소규모 하천 6개 지점
(직산천, 피아골천, 축동천, 마전천, 매창천, 구태천)

○ 조사주기 : 2회/월, 16개 지점 조사

○ 조사항목 : pH 등 27개 항목

- 매월 12항목/9항목
  - 첫번째 측정(12항목) : pH(수소이온농도), DO(용존산소), 수온, EC(전기전도도), BOD(생물화학적산소요구량), SS(부유물질), T-N(총질소), T-P(총인), TOC(총유기탄소), Chl-a(클로로필-a), 분원성/총대장균군수

• 두번째 측정(9항목) : pH(수소이온농도), DO(용존산소), 수온, EC(전기전도도), BOD(생물화학적산소요구량), SS(부유물질), T-N(총질소), T-P(총인), TOC(총유기탄소)

- 매 분기 15항목 추가 분석

Cd(카드뮴), Pb(납), Cr^{6+}(6가크롬), As(비소), Hg(수은), Sb(안티몬), CN(시안), ABS(음이온계면활성제), 유기인, 사염화탄소, 1,2-다이클로로에탄, 벤젠, 테트라클로로에틸렌, 다이클로로메탄, 클로로폼

2. 조사방법

○ 조사방법

- 시료 채취 : 월 1~2회 실시
- 현장 측정 : pH, 수온, DO, 전기전도도는 시료 채취와 동시 측정
- 기기분석 및 미생물 실험(수질오염공정시험기준에 따라 분석)

○ 조사지점 현황

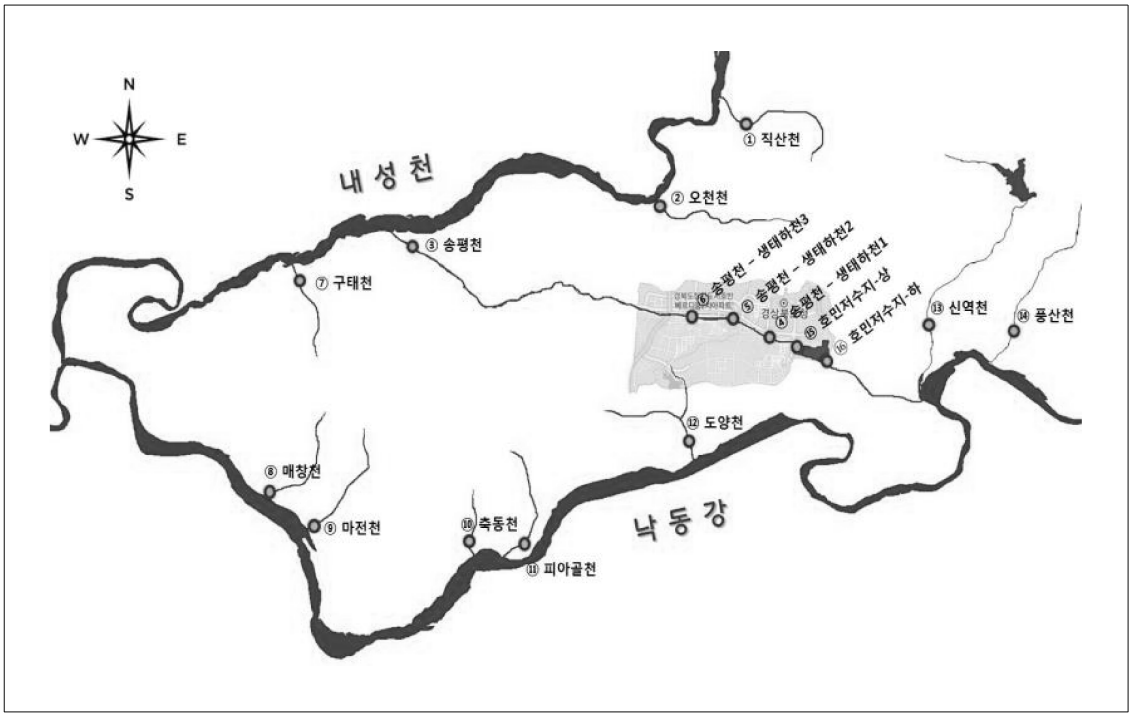

그림 1. 조사지점

표 1. 조사지점 현황

지점번호	조사주기	지점명	유입 수계	주소 및 경위도(DMS)
1	월2회	직산천	내성천	예천군 호명면 직산리 874-4 N36° 36′ 50.0″ E128° 29′ 39.6″
2	월2회	오천천	내성천	예천군 호명면 오천리 270-15(오천1교) N36° 35′ 43.4″ E128° 28′ 13.3″
3	월2회	송평천	내성천	예천군 지보면 수월리 43-7 N36° 35′ 14.9″ E128° 24′ 04.9″
4	월2회	송평천 생태하천-1	송평천	안동시 풍천면 갈전리 1710 N36° 34' 14.9" E128° 29' 46.9"
5	월2회	송평천 생태하천-2	송평천	예천군 호명면 산합리 100-7 (중앙호수) N36° 34' 23.1" E128° 29' 27.8"
6	월2회	송평천 생태하천-3	송평천	예천군 호명면 산합리 482-1 N36° 34' 26.7" E128° 28' 41.4"
7	월2회	구태천	내성천	예천군 지보면 만화리 833 N36° 34′ 36.2″ E128° 22′ 13.5″
8	월2회	매창천	낙동강	예천군 지보면 매창리 872-5(매창교) N36° 32′ 14.6″ E128° 21′ 21.3″
9	월2회	마전천	낙동강	예천군 지보면 마전리 922-1(마전교) N36° 31′ 51.6″ E128° 22′ 08.8″
10	월2회	축동천	낙동강	예천군 지보면 도화리 313-1 N36° 31′ 57.4″ E128° 24′ 57.8″
11	월2회	피아골천	낙동강	예천군 지보면 신풍리 379-2 N36° 32'01.1″ E128° 26'00.2″
12	월2회	도양천	낙동강	안동시 풍천면 구담리 28-9(장천교) N36° 32′ 47.9″ E128° 28′ 41.5″
13	월2회	신역천	낙동강	안동시 풍산읍 소산리 852-2 N36° 34′ 39.1″ E128° 33′ 01.3″
14	월2회	풍산천	낙동강	안동시 풍산읍 하리리 391-5(하리교) N36° 34'15.6″ E128° 34'25.5″
15	월2회	호민지(상)	저수지	안동시 풍천면 갈전리 329 (유입수로 앞) N36° 34'15.6″ E128° 34'25.5″
16	월2회	호민지(하)	저수지	안동시 풍천면 가곡리 772 N36° 33'51.6″ E128° 30'58.3″

3. 조사결과

○ 도청 신도시 수질측정망 수질오염도 결과

- 측정망 16개 지점 평균 결과 pH는 6.6~8.4, EC는 153~622 μS/cm, BOD는 0.7~2.7 mg/L, TOC는 3.0~5.8 mg/L, SS는 3.8~21.9 mg/L, T-N는 0.43~9.16 mg/L, T-P는 0.027~0.288 mg/L, Chl-a는 1.1~22.6 mg/m^{3}으로 나타났다.
- 측정망 16개 지점 모두 사람의 건강보호기준 수질항목인 Cd, Pb, Cr^{6+}, As, Hg, Sb, CN, ABS, 유기인, 사염화탄소, 1,2-다이클로로에탄, 테트라클로로에틸렌, 다이클로로메탄, 벤젠, 클로로폼을 분기별로 조사한 결과 불검출로 나타났다.

표 2. 연평균 수질오염도

지점명	pH	EC (μS/cm)	DO (mg/L)	BOD (mg/L)	TOC (mg/L)	SS (mg/L)	T-N (mg/L)	T-P (mg/L)	Chl-a (mg/m^3)	수질등급 (생활환경기준)
도양천	8.4	427	10.6	1.8	4.7	17.0	3.77	0.092	8.1	II
마전천	8.0	332	12.7	1.5	3.7	5.2	2.34	0.066	5.2	Ⅰb
매창천	7.9	269	11.9	1.3	3.5	14.8	2.40	0.067	4.8	Ⅰb
송평천	7.7	295	10.8	1.5	3.7	15.4	1.72	0.288	4.3	II
송평천 생태하천-1	7.9	218	10.4	1.9	3.8	9.0	0.67	0.041	5.2	II
송평천 생태하천-2	8.1	219	10.0	2.3	4.4	11.8	0.43	0.070	5.7	Ⅰb
송평천 생태하천-3	8.0	313	9.7	2.1	4.0	21.9	1.04	0.052	6.7	II
구태천	6.6	153	11.5	0.7	3.3	3.8	3.26	0.027	1.1	Ⅰb
신역천	7.8	622	10.0	2.7	5.7	17.3	9.16	0.212	6.1	III
오천천	7.6	304	10.4	2.1	4.1	13.0	2.74	0.229	3.8	III
직산천	7.6	321	12.5	1.3	3.0	6.5	1.98	0.090	2.4	Ⅰb
축동천	7.4	182	10.6	1.5	5.8	9.4	2.15	0.097	2.9	Ⅰa
풍산천	8.3	241	12.4	1.5	3.4	7.3	2.05	0.131	5.2	Ⅰb
피아골천	7.4	255	11.4	1.7	4.6	21.6	1.32	0.068	4.0	Ⅰb
호민저수지(상)	8.0	242	9.8	2.7	4.7	16.4	0.82	0.103	19.3	Ⅰb
호민저수지(하)	7.9	207	10.0	2.3	4.7	11.0	0.77	0.043	22.6	Ⅰb

※ 하천 생활환경기준(BOD, mg/L) : Ia(1이하, 매우좋음), Ib(2이하, 좋음), II(3이하, 약간좋음), III(5이하, 보통), Ⅳ(8이하, 약간나쁨), Ⅴ(10이하, 나쁨), Ⅵ(10초과, 매우나쁨)

※ 호소 생활환경기준(TOC, mg/L) : Ia(2이하, 매우좋음), Ib(3이하, 좋음), II(4이하, 약간좋음), III(5이하, 보통), Ⅳ(6이하, 약간나쁨), Ⅴ(8이하, 나쁨), Ⅵ(8초과, 매우나쁨)

- 연평균 수질오염도 생활환경기준(하천 BOD, 호소 TOC)으로 평가결과
  - 하천은 생활환경기준으로 Ⅰa(매우좋음)~II(약간좋음) 등급범위로, 구태천은 Ⅰa(매우좋음), 오천천, 생태하천-2, 생태하천-3, 신역천은 II(약간좋음), 나머지 11개 하천은 Ⅰb(좋음) 등급으로 나타났으며, 호소인 호민지는 상하 모두 Ⅲ(보통)등급으로 나타났다.
  - 하천은 생태하천-3, 풍산천, 피아골천이 한 등급씩 수질이 개선되었으며, 도양천, 매장천, 송평천, 생태하천-1, 신역천, 오천천은 작년 대비 수질이 저하되었고, 생태하천-2, 마전천, 구태천, 직산천, 축동천은 전년과 동일한 등급을 유지하였다.
  - 호소는 호민저수지(상), 호민저수지(하) 두 지점 모두 작년 대비 Ⅳ(약간나쁨)에서 Ⅰb(좋음)으로 수질이 3등급 대폭 개선된 것으로 나타났다.
- SS 연평균 수질오염도 측정결과
  - 일반 하천은 평균 11.9 mg/L로 0.6~65.9 mg/L, 송평천 생태하천의 평균은 14.2 mg/L로 0.8~96.6 mg/L, 호민저수지의 평균값은 13.7 mg/L로 3.0~33.0 mg/L로 나타났다.
- 영양염류 연평균 수질오염도 측정결과
  - 송평천 생태하천-1, 2, 3의 T-N은 평균 0.97 mg/L로 0.20~4.82 mg/L, T-P는 평균 0.113 mg/L로 0.005~2.529 mg/L로 나타났다.
  - 호민저수지의 T-N은 평균 0.79 mg/L, 0.36~2.81 mg/L, T-P는 평균 0.073 mg/L, 0.002~0.674 mg/L로 나타났다.
  - 일반하천의 T-P의 평균은 0.108 mg/L, 0.027~0.229 mg/L으로 나타났으며, T-N의 평균은 3.12 mg/L로, 0.77~9.16 mg/L로 나타났으며, 신역천의 T-N은 9.16 mg/L로 다른 하천의 평균값에 비해 약 3배 높게 나타났다.
- Chl-a농도 연평균 수질오염도 측정결과
  - 일반 하천의 평균은 5.2 mg/L로 0.4~55.2 mg/㎥, 송평천 생태하천의 평균은 5.5 mg/L이며, 0.4~41.3 mg/㎥, 호민저수지의 Chl-a는 평균 21.0 mg/L이고 1.9~88.8 mg/㎥으로 나타났다. 호민저수지가 일반하천 및 생태하천에 비해 약 4배 높게 나타났다.

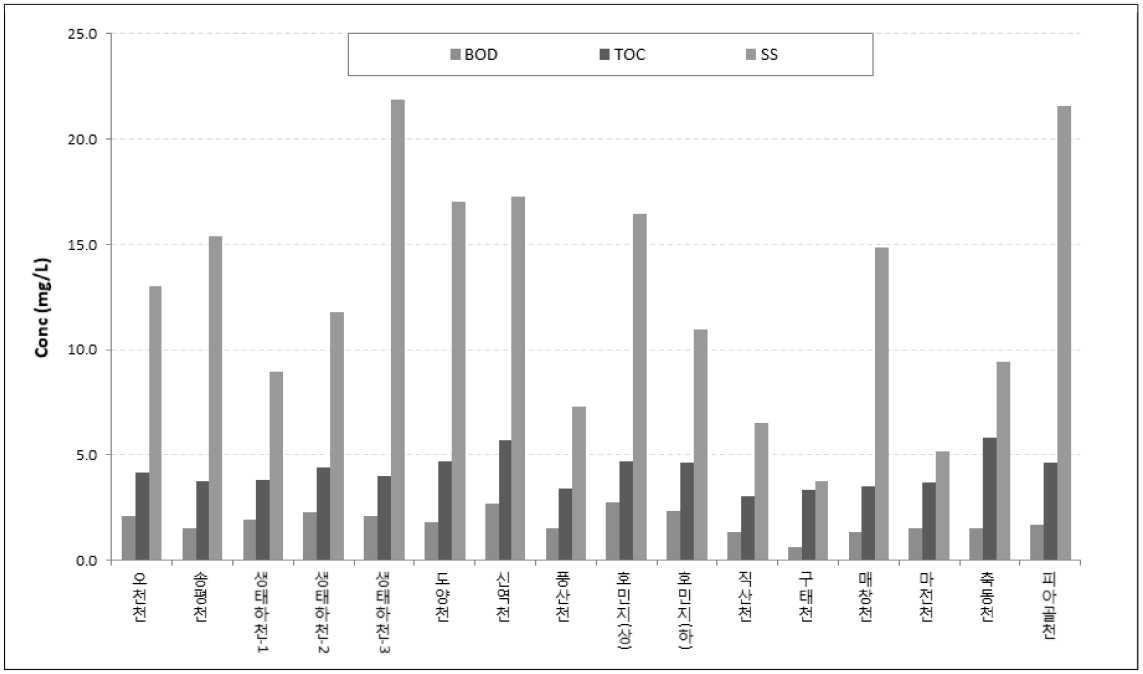

그림 2. 지점별 주요 수질오염물질 연평균 농도

○ 지점별 주요 수질오염물질의 연평균 농도(그림 2)

- 16개 지점의 유기물 지표인 BOD, TOC, SS의 연간 변화를 살펴보면, BOD의 경우 최저값은 구태천에서 0.7 mg/L, 최대값은 신역천에서 2.7 mg/L, 평균값은 1.8 mg/L을 나타내었다.
- TOC의 경우 최저값은 직산천에서 3.0 mg/L, 최대값은 축동천에서 5.8 mg/L, 평균값은 4.2 mg/L를 나타내었고, SS의 경우 최저값은 구태천에서 3.8 mg/L, 최대값은 생태하천-3에서 21.98 mg/L, 평균값은 12.6 mg/L를 나타내었다.

○ 도청 신도시 수질측정망 주요지점 월별 수질변화(그림 3)

- 풍산천은 상리, 하리를 거쳐 낙동강으로 유입되는 소하천이다. BOD 농도 0.7~2.9 mg/L 값을 나타내며 수질은 주요 지점 중 가장 안정적이며 수질등급은 Ⅰa(매우좋음)~Ⅱ(약간좋음) 상태를 유지했다.
- 도양천은 도청신도시 남쪽 도양리에서 낙동강으로 흐르는 소하천이다. BOD 농도 1.1~3.0 mg/L 값을 나타내며 수질은 Ⅰb(좋음)~Ⅱ(약간좋음) 상태를 유지했다.
- 오천천은 내성천으로 흐르며 주변이 대부분 농지 등 비점오염원이 있으며, BOD 농도 0.8~4.5 mg/L 값을 나타내며 수질은 Ⅰa(매우좋음)~Ⅲ(보통) 상태를 유지했다.

- 송평천은 도청신도시 생태하천-2(중앙호소)에서 북서 방향으로 흘러 내성천으로 유입된다. BOD 농도 0.8~2.6 mg/L 값을 나타내며 수질은 Ⅰa(매우좋음)~Ⅱ(약간좋음) 상태를 유지했다.
- 신역천은 안동 바이오 산업단지 및 풍산읍을 거쳐 낙동강으로 유입되는 소하천이다. 도청신도시 수질측정망 지점 중 수질 변화가 가장 큰 지점으로 조사 되었다. BOD 농도 1.0~4.3 mg/L 값을 나타났다. 수질 상태는 Ⅰa(매우좋음)~Ⅲ(보통)으로 다른 수질측정망 지점보다 다소 오염원의 영향이 있는 것으로 나타났다.

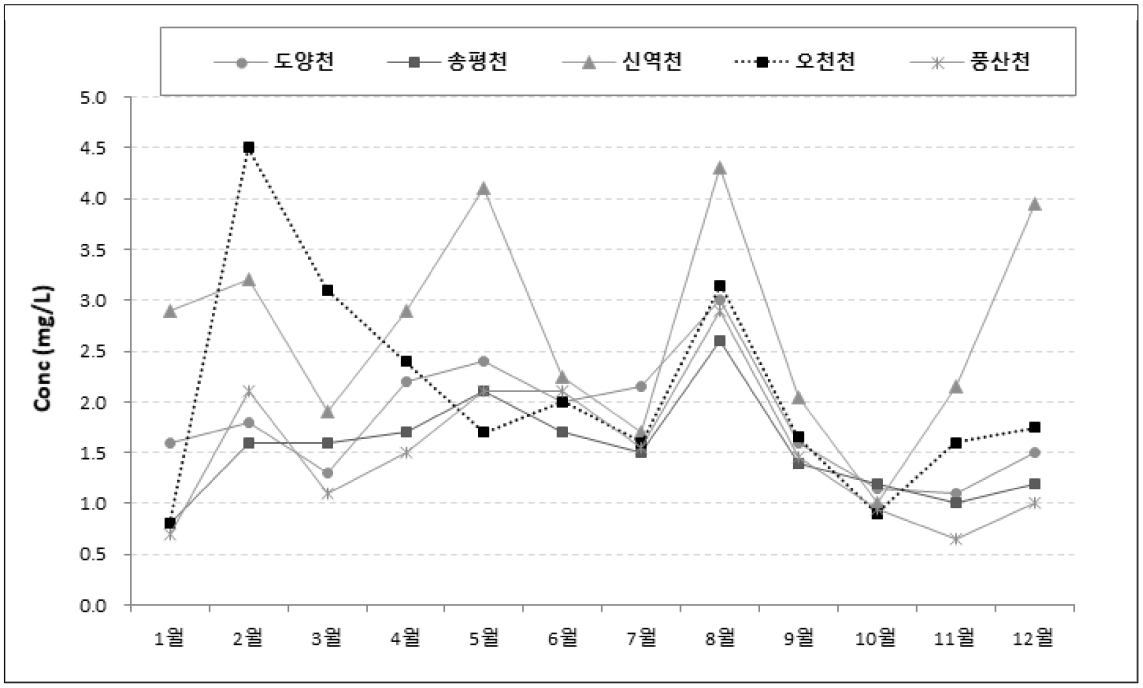

그림 3. 주요 지점의 월별 BOD 농도 변화

○ 호민저수지의 연중 수질변화(그림 4, 그림 5)

- 호민저수지는 안동 갈전리 지역에 농업용수를 공급하기 위해 조성되었다. 호소의 유기물 지표인 TOC는 호민지(상)은 3.1~7.8 mg/L, 호민지(하)는 3.8~5.6 mg/L 농도 값을 나타냈다. Chl-a는 호민지(상)은 4.1~65.7 mg/L, 호민지(하)는 1.9~88.8 mg/L로 나타나 호민지(상)에 비하여 호민지(하)의 Chl-a의 농도변화가 다소 심한 것으로 조사되었다. Chl-a의 농도는 조류가 급속히 번식하는 3월이 평균대비 3배 가까이 높은 농도로 나타났으며, 10월에는 계절의 변환기에 조류가 크게 번식하여 농도가 높게 나타난 것으로 추측된다.

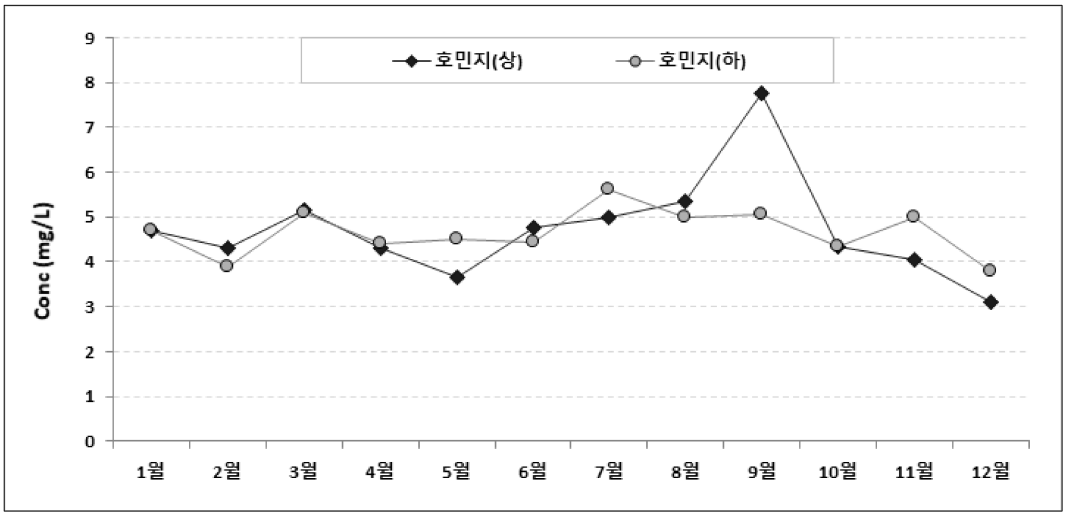

그림 4. 호민저수지 월별 TOC농도 변화

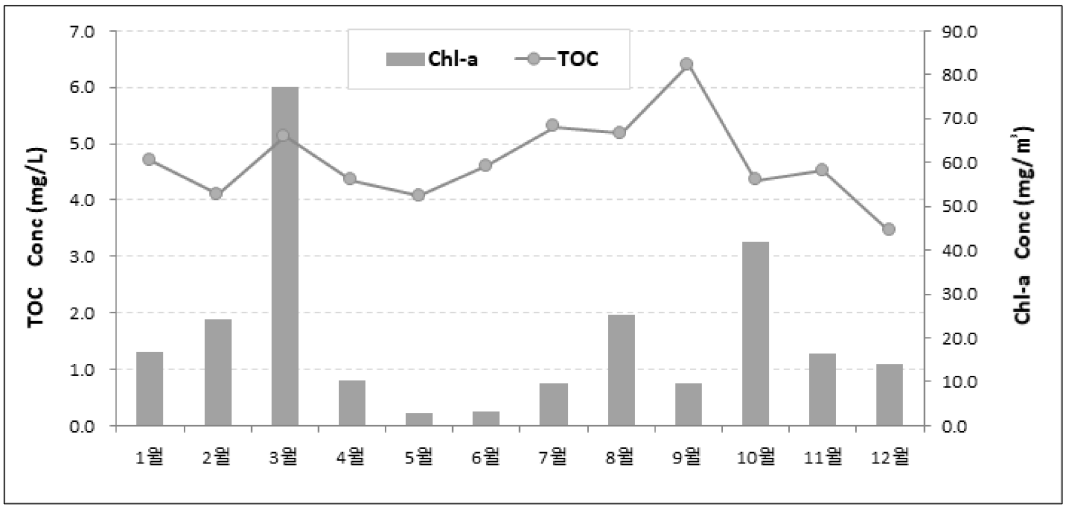

그림 5. 호민저수지의 월별 TOC와 Chl-a의 농도 변화

4. 결과 및 활용방안

○ 주요 수질오염물질에 대한 지속적 모니터링으로 오염원 차단 및 관리 필요

○ 도청 신도시 인근 소하천과 저수지 수질오염도 파악 및 수질보전 대책 수립에 기여

○ 안동시, 예천군 등 유관기관에 체계적이고 정확한 수질측정 자료 제공

○ 수질 안전성 평가를 통한 친수공간 조성으로 도민 행복 증진에 기여