

[기초 데이터 분석 및 실습 세션 프로젝트]

물환경 수질측정망 데이터 분석

2025170941 이준서

목차

- i. 데이터 소개 및 크롤링
- ii. 데이터 전처리
- iii. 데이터 분석
- iv. 요약

1. 데이터 소개 및 크롤링

소개: 본 데이터는 우리나라 하천 및 수계의 수질을 관리,분석하기 위해 구축된 수질측정망의 측정결과를 담고 있다. 각 데이터 행은 특정 지점에서 특정 시점에 측정된 수질 정보를 포함한다.

데이터 출처: 환경부 Open API (WaterQualityService)

수집 기간: 2023년 1월~ 2025년 8월

변수: 지점 코드/명, 측정 년/월/회차, 수질 정보(수온, 용존 산소, 금속류, 유기물질 등)

변수명		변수명		변수명		변수명		변수명		변수명	
rowno	행번호	ptNo	조사지점코드	ptNm	조사지점명	addr	조사지점 주소	orgNm	조사기관명	wmyr	측정년도
wmod	측정월	wmwk	검사(측정) 회차	wmdep	수심 (m)	lonDgr	경도(도)	lonMin	경도(분)	lonSec	경도(초)
latDgr	위도(도)	latMin	위도(분)	latSec	위도(초)	wmcymd	검사일자	itemLvl	수위 (m)	itemAmnt	유량 (m ³ /sec)
itemTemp	수온 (°C)	itemPh	pH	itemDoc	용존산소 DO (mg/L)	itemBod	BOD (mg/L)	itemCod	COD (mg/L)	itemSs	부유물질 SS (mg/L)
itemTcoli	총대장균군	itemEcoli	분원성 대장균군	itemTn	총질소 T-N (mg/L)	itemTp	총인 T-P (mg/L)	itemNo3n	질산성 질소 (mg/L)	itemNh3n	암모니아성 질소 (mg/L)
itemPop	인산염 인 (mg/L)	itemDtn	용존총질소 (mg/L)	itemDtp	용존총인 (mg/L)	itemCd	카드뮴 (mg/L)	itemPb	납 (mg/L)	itemCr6	6가 크롬 (mg/L)
itemAs	비소 (mg/L)	itemHg	수은 (mg/L)	itemCu	구리 (mg/L)	itemMn	망간 (mg/L)	itemCl	염소이온 (mg/L)	itemZn	아연 (mg/L)
itemCr	크롬 (mg/L)	itemFe	철 (mg/L)	itemNi	니켈 (mg/L)	itemBa	바륨 (mg/L)	itemSe	셀레늄 (mg/L)	itemFl	불소 (mg/L)
itemCn	시안 (mg/L)	itemAbs	음이온계면활성제	itemPcb	PCB (mg/L)	itemOp	유기인 (mg/L)	itemPhenol	페놀류 (mg/L)	itemNhex	노말핵산추출물질 (mg/L)
itemEc	전기전도도 (μS/cm)	itemTce	트리클로로에틸렌 (mg/L)	itemPce	테트라크로로에틸렌 (mg/L)	itemCcl4	사염화탄소 (mg/L)	itemDceth	1,2-다이클로로에탄 (mg/L)	itemDcm	다이클로로메탄 (mg/L)
itemBenzene	벤젠 (mg/L)	itemChcl3	클로로포름 (mg/L)	itemToc	총유기탄소 TOC (mg/L)	itemDehp	DEHP (mg/L)	itemAntimon	안티몬 (mg/L)	itemDiox	1,4-다이옥세인 (mg/L)

2. 데이터 전처리

1. 지점 코드 정리 및 병합 & 행별 id 생성

```
from google.colab import drive
drive.mount("/content/drive")

import pandas as pd

path1 = "/content/drive/MyDrive/Colab Notebooks/위티 데이터분석 세션/개인 프로젝트/water_measuring_2023_2025.csv"
path2 = "/content/drive/MyDrive/Colab Notebooks/위티 데이터분석 세션/개인 프로젝트/물환경 수질측정망 운영결과 DB_물환경_코드_코드명.xlsx"

# 1) 수질 데이터
df_water = pd.read_csv(path1)

# 2) 지점코드 데이터
df_code = pd.read_excel(path2, sheet_name="Data", header=1)

# 3) 키 정리
df_water["ptNo"] = df_water["ptNo"].astype(str).str.strip()
df_code["지점코드"] = df_code["지점코드"].astype(str).str.strip()

# 4) 지점코드 → ptNo로 이름 맞추기
df_code = df_code.rename(columns={"지점코드": "ptNo"})

# 5) 병합
df_water_merged = df_water.merge(df_code, how="left", on="ptNo")

print(df_water.shape, "→", df_water_merged.shape)
df_water_merged.head()
```

rowno	ptNo	ptNm	addr	orgNm	wmyr	wmod	wmwk	lonDgr	lonMin	...	itemIcb	itemNI	itemBa	itemSe	구분	지점명	조사기관	주소	대권역	중권역
0	1	2002A36	김안천1 경상북도 청송군 안덕면 고와리 고와2교	낙동강물환경연구소	2023	6	2회차	128	58	...	NaN	NaN	NaN	NaN	학천수	김안천1(김안A)	낙동강물환경연구소	경상북도 청송군 안덕면 고와리(고와2교)	낙동강	임하댐
1	2	2002A36	김안천1 경상북도 청송군 안덕면 고와리 고와2교	낙동강물환경연구소	2023	6	1회차	128	58	...	NaN	NaN	NaN	NaN	학천수	김안천1(김안A)	낙동강물환경연구소	경상북도 청송군 안덕면 고와리(고와2교)	낙동강	임하댐
2	3	2002A36	김안천1 경상북도 청송군 안덕면 고와리 고와2교	낙동강물환경연구소	2023	7	3회차	128	58	...	NaN	NaN	NaN	NaN	학천수	김안천1(김안A)	낙동강물환경연구소	경상북도 청송군 안덕면 고와리(고와2교)	낙동강	임하댐
3	4	2002A36	김안천1 경상북도 청송군 안덕면 고와리 고와2교	낙동강물환경연구소	2023	7	2회차	128	58	...	NaN	NaN	NaN	NaN	학천수	김안천1(김안A)	낙동강물환경연구소	경상북도 청송군 안덕면 고와리(고와2교)	낙동강	임하댐
4	5	2002A36	김안천1 경상북도 청송군 안덕면 고와리 고와2교	낙동강물환경연구소	2023	7	1회차	128	58	...	NaN	NaN	NaN	NaN	학천수	김안천1(김안A)	낙동강물환경연구소	경상북도 청송군 안덕면 고와리(고와2교)	낙동강	임하댐

5 rows × 78 columns

```
df_water["id"] = (
    df_water["ptNo"].astype(str)
    + "_"
    + df_water["wmyr"].astype(str)
    + "_"
    + df_water["wmod"].astype(str).str.zfill(2)
    + "_"
    + df_water["wmwk"].astype(str)
)

print(df_water[["ptNo", "wmyr", "wmod", "wmwk", "id"]].head())

len(df_water["id"]), df_water["id"].nunique()
```

	ptNo	wmyr	wmod	wmwk	id
0	2002A36	2023	6	2회차	2002A36_2023_06_2회차
1	2002A36	2023	6	1회차	2002A36_2023_06_1회차
2	2002A36	2023	7	3회차	2002A36_2023_07_3회차
3	2002A36	2023	7	2회차	2002A36_2023_07_2회차
4	2002A36	2023	7	1회차	2002A36_2023_07_1회차

(100292, 100292)

2. 컬럼 변환

위도/경도

```
# 4-2) 숫자형으로 변환
for c in coord_cols:
    if c in df.columns:
        df[c] = pd.to_numeric(df[c], errors="coerce")

# 4-3) 도/분/초 → 십진수(degree) 변환
df["lon"] = df["lonDgr"] + df["lonMin"] / 60 + df["lonSec"] / 3600
df["lat"] = df["latDgr"] + df["latMin"] / 60 + df["latSec"] / 3600

df[["ptNo", "lonDgr", "lonMin", "lonSec", "lon", "latDgr", "latMin", "latSec", "lat"]].head()
```

	ptNo	lonDgr	lonMin	lonSec	lon	latDgr	latMin	latSec	lat
0	2002A36	128	58	17	128.971389	36	22	7	36.368611
1	2002A36	128	58	17	128.971389	36	22	7	36.368611
2	2002A36	128	58	17	128.971389	36	22	7	36.368611
3	2002A36	128	58	17	128.971389	36	22	7	36.368611
4	2002A36	128	58	17	128.971389	36	22	7	36.368611

수치형 자료

```
# 수치형 컬럼 변환
numeric_cols_all = numeric_basic + numeric_water + numeric_metal + numeric_organic

numeric_cols = [c for c in numeric_cols_all if c in df.columns]

print("수치로 변환할 컬럼 개수:", len(numeric_cols))

df[numeric_cols] = df[numeric_cols].apply(
    pd.to_numeric, errors="coerce"
)

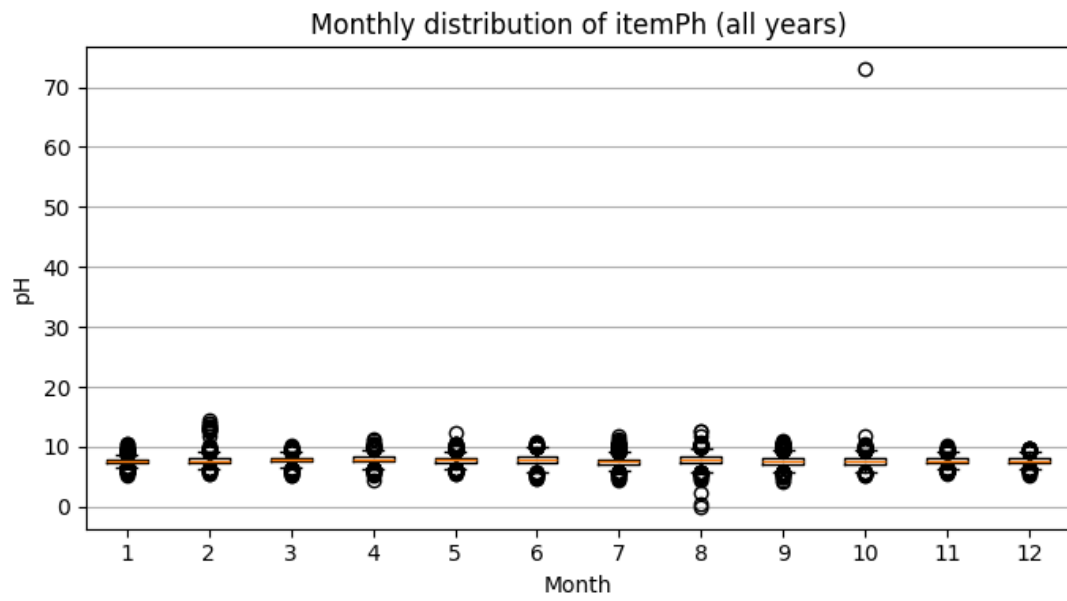
df[numeric_cols].dtypes.head()
```

수치로 변환할 컬럼 개수: 59

```
0
wmyr    int64
wmod    int64
wmwk    float64
wmdep   float64
itemLvl float64
```

dtype: object

3. 이상치 탐지



4. 결측비 확인 & 변수 나누기

	missing_ratio	missing_pct
wmyr	0.000000	0.00
wmod	0.000000	0.00
itemPh	0.044430	4.44
itemDoc	0.044430	4.44
itemEc	0.044430	4.44
itemTemp	0.044440	4.44
itemSs	0.044899	4.49
itemCod	0.044959	4.50
itemTn	0.066615	6.66
itemTp	0.068600	6.86
itemToc	0.072099	7.21
itemBod	0.182208	18.22
itemCloa	0.311441	31.14
itemDtn	0.411189	41.12
itemNo3n	0.415965	41.60
itemDtp	0.417421	41.74
itemNh3n	0.446865	44.69

main 변수: ['wmyr', 'wmod', 'itemPh', 'itemDoc', 'itemEc', 'itemTemp', 'itemSs', 'itemCod', 'itemTn', 'itemTp', 'itemToc', 'itemBod']

Doc: 용존산소

Bod: 생물화학적 산소요구량(유기물 오염 정도)

Cod: 화학적 산소요구량

Ss: 부유물질(흙, 유기 찌꺼기)

Ec: 전기전도도

Tn: 총 질소

Tp: 총 인

Toc: 총 유기 탄소량

유기물 계열: Bod, Cod, Toc / 영양염 계열: Tn, Tp

sub 변수: ['itemCloa', 'itemDtn', 'itemNo3n', 'itemDtp', 'itemNh3n', 'itemPop']

sparse 변수: ['itemTcoli', 'itemEcoli', 'itemAmnt', 'itemTrans', 'wmdep', 'wmwk',
'itemPhenol', 'itemLvl', 'itemCn', 'itemAs', 'itemCd', 'itemPb', 'itemCr6', 'itemHg', 'itemCu',
'itemCl', 'itemAntimon', 'itemAbs', 'itemMn', 'itemBa', 'itemFe', 'itemFl', 'itemZn', 'itemCol',
'itemCr', 'itemDiox', 'itemChcl3', 'itemDcm', 'itemTce', 'itemDceth', 'itemBenzene',
'itemHcb', 'itemPce', 'itemHcho', 'itemCcl4', 'itemNi', 'itemOp', 'itemPcb', 'itemNhex',
'itemSe', 'itemDehp']

3. 가설 & 데이터 분석

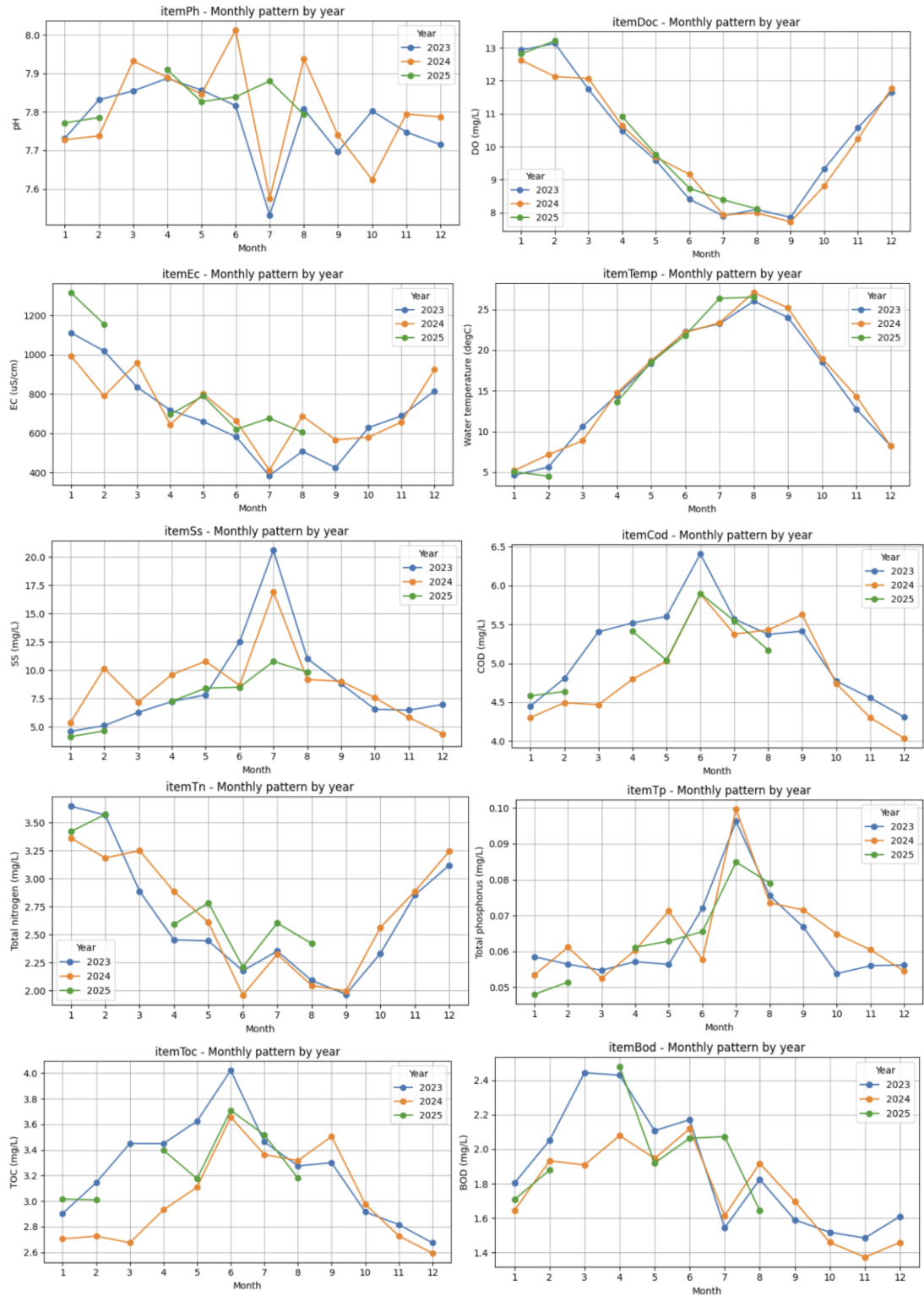
가설1) 여름은 겨울에 비해 수온(itemTemp)이 높고, 용존산소(itemDoc)는 낮으며
유기물/영양염 지표(BOD, COD, TN, TP, TOC)의 평균이 더 높을 것이다.

가설2) 장마철에는 Ph가 낮아질 것이다.

가설3) 유기물과 용존 산소는 음의 상관관계를 가질 것이다.

가설4) 영양염과 전기전도도는 양의 상관관계를 가질 것이다.

1. 연도별 평균



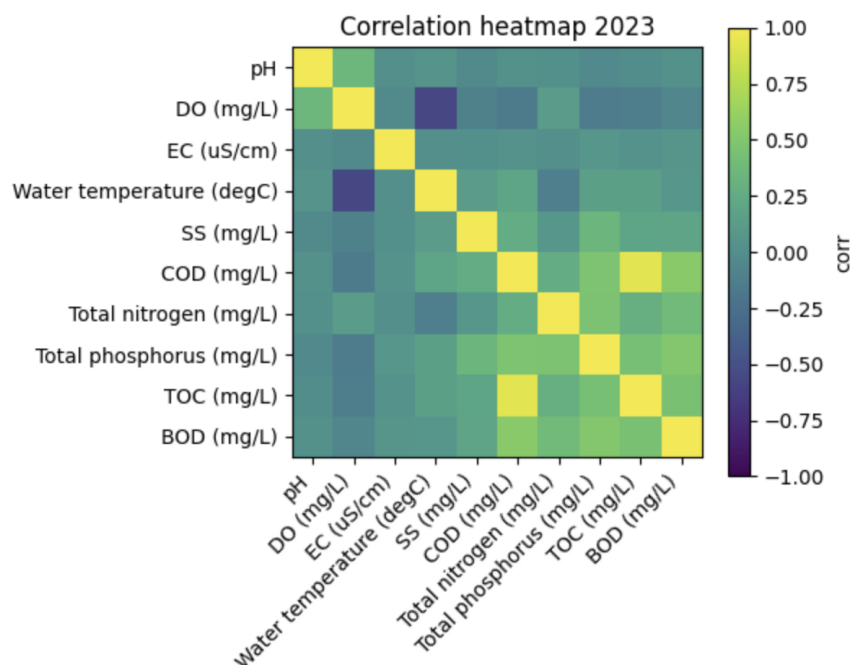
가설1,2를 확인해보자

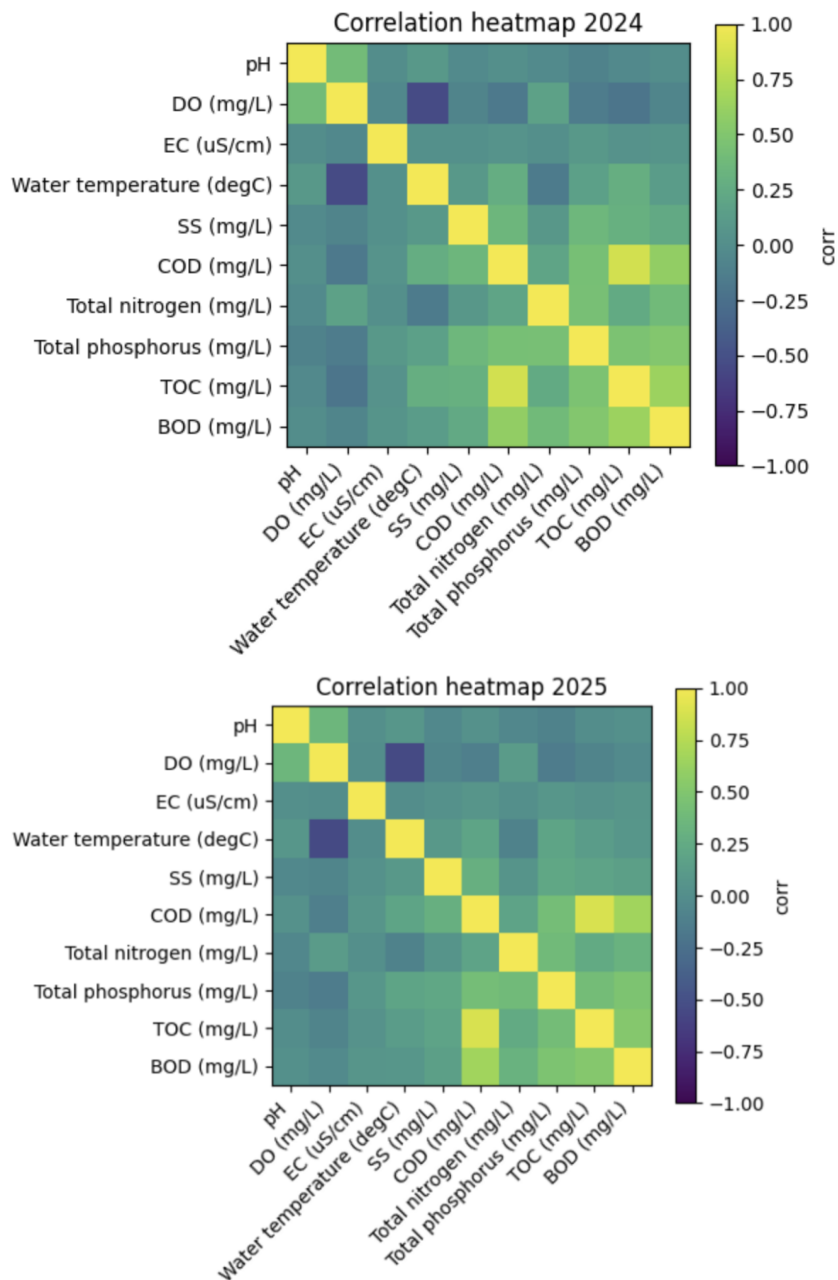
가설1에 대하여, 여름은 겨울에 비해 수온이 높고, 용존산소는 낮다. 유기물과 영양염 지표도 대체로 여름철에 평균이 더 높았다. 가설에 부합하지 않는 지표로 유기물에서는 Bod, 영양염에서는 Tn이 존재한다.

가설2에 대하여, Ph를 확인해보면 2023,2024는 명확히 수치가 낮아짐이 보인다. 2025년에는 여러 요인이 있겠으나 그 중 2023, 2024년 보다 장마기간이 짧고 불규칙적인 폭우 날짜에 의한 영향이 큰 것으로 생각된다.

부유물(Ss)이 여름철 동안 평균이 다른 기간에 비해 높게 측정되었다. 이것도 장마철 기간 폭우로 인해 부유물질들이 많아진 것으로 추정된다.

2. 연도 별 상관관계수





수치를 살펴보면 Doc와 Bod, Cod, Toc가 연도별로 (-0.05, -0.15, -0.13), (-0.08, -0.17, -0.21), (-0.03, -0.12, -0.08)로 전부 음의 상관관계를 가지는 것을 볼 수 있다. 또한 전기전도도(Ec)와 영양염(Tn, Tp) 역시 연도별로 (0.01, 0.08), (0.01, 0.10), (0.01, 0.08)로 약하긴 하지만 양의 상관관계를 가짐으로써 가설3, 4와 일치한다.

추가로 COD-TOC, COD-BOD, TOC-BOD 사이 상관관계가 (0.92, 0.55, 0.45), (0.86, 0.59, 0.63), (0.88, 0.66, 0.52)로 강한 양의 상관관계를 보이고 있다. 대체로 같이 움직이는 집단으로 볼 수 있다. Tp와 COD/TOC/BOD 사이 상관관계도 (0.47, 0.43, 0.50), (0.43, 0.47, 0.50), (0.42, 0.41, 0.47)로 인이 많을수록 유기물도 같이 많아지는 경향도 알 수 있다.

3. 좌표 기반 산점도

날짜/지점이 없는 행은 제외하고, 한 지점에서 측정된 데이터가 최소 24개 이상, 서로 다른 연/월에 측정된 데이터가 12개 이상인 데이터만 모아 각 지표별 값이 높은 순서대로 순위를 10위까지 나타내었다.

[2] Top 10 sites by BOD (high → low)

ptNm	addr	orgNm	W
ptNo			
2022F10	덕천천	부산광역시 북구 구포동 덕천교	부산광역시 보건환경연구원
2302E11	C장림유수지	부산광역시 사하구 장림동 1118 장림2교	낙동강유역환경청
3101E10	C천안천	충청남도 아산시 배방읍 세교리 475-1	금강유역환경청
2014E11	C대명천	대구광역시 달서구 월성동 대천교	대구지방환경청
2301E71	CO이진리수로	울산광역시 울주군 온산읍 이진리 147-1 이진교	낙동강유역환경청
1202E58	C제4간선수로	경기도 안산시단원구 성곡동 776 제4간선수로 말단 시흥8교	한강유역환경청
2022F40	감천천	부산광역시 사상구 감천동 엄궁교	부산광역시 보건환경연구원
2302F45	동천1	부산광역시 부산진구 범천동 광무교	부산광역시 보건환경연구원
1202E15	C신길천	경기도 안산시단원구 성곡동 789 시흥6교	한강유역환경청
3101A52	천안천3	충청남도 아산시 배방읍 세교리 세월교	금강물환경연구소

ptNm	lon	lat	itemBod
ptNo			
2022F10	129.002778	35.210278	26.018750
2302E11	128.966944	35.080278	14.003175
3101E10	127.098611	36.776944	12.365625
2014E11	128.493333	35.818889	10.814063
2301E71	129.354167	35.425278	10.192187
1202E58	126.734722	37.308889	10.014286
2022F40	128.971389	35.133333	9.636667
2302F45	129.059444	35.150556	9.357692
1202E15	126.748056	37.305000	9.019048
3101A52	127.089722	36.775000	8.652041

한국하천환경 BOD 기준: 보통: <=5 | 약간 나쁨: <=8 | 나쁨: <=10 | 매우 나쁨: >10

[2] Top 10 sites by TP (high → low)

ptNm	addr	orgNm	W
ptNo			
2302F45	동천1	부산광역시 부산진구 범천동 광무교	부산광역시 보건환경연구원
2301E21	C상남리수로-1	울산광역시 울주군 청량읍 상남리 100-8 배수로	낙동강유역환경청
2301E22	C상남리수로-2	울산광역시 울주군 청량읍 상남리 1-7 배수로 말단부	낙동강유역환경청
1019A59	설문천	경기도 파주시 상지석동 성석소교량	한강유역환경청
2022F10	덕천천	부산광역시 북구 구포동 덕천교	부산광역시 보건환경연구원
4105E60	C남수천	전라남도 여수시 월하동 163	영산강유역환경청
3101A40	원성천	충청남도 천안시동남구 원성동 영성교	충청남도 보건환경연구원
5302A20	와탄천	전라남도 영광군 영광읍 덕호리 1226-9 와탄교	영산강유역환경청
4105E50	C중방천	전라남도 여수시 월하동 200-143 중방천 말단	영산강유역환경청
2301E23	C성암동수로	울산광역시 남구 성암동 48-18 금호석유화학 제2출하문 옆 배수로	낙동강유역환경청

ptNm	lon	lat	itemTp
ptNo			
2302F45	129.059444	35.150556	0.958423
2301E21	129.321944	35.485556	0.940875
2301E22	129.329167	35.485556	0.722313
1019A59	126.785278	37.720833	0.700311
2022F10	129.002778	35.210278	0.689812
4105E60	127.661944	34.820833	0.565375
3101A40	127.153333	36.800278	0.539781
5302A20	126.474722	35.326667	0.512375
4105E50	127.675000	34.820278	0.509750
2301E23	129.335278	35.485556	0.471469

[2] Top 10 sites by TN (high → low)

ptNm	addr	orgNm	lon	W
ptNo				
2301E71	C0이진리수로	울산광역시 울주군 온산읍 이진리 147-1 이진교	낙동강유역환경청	129.354167
6001A10	웅포천	제주특별자치도 제주시 한림읍 동명리 2259 징검다리	영산강유역환경청	126.260278
3203A10	광천천	충청남도 홍성군 광천읍 소암리 소암교	충청남도 보건환경연구원	126.642222
1018A48	중앙천6	서울특별시 성동구 성수동1가 성동교	서울특별시 보건환경연구원	127.043889
3101A50	천안천2	충청남도 아산시 배방읍 세교리 휴대교	충청남도 보건환경연구원	127.113333
4105E90	C상암천	전라남도 여수시 월내동 4-5 상암천 말단	영산강유역환경청	127.743611
2302F45	동천1	부산광역시 부산진구 범천동 광무교	부산광역시 보건환경연구원	129.059444
1019A59	설문천	경기도 파주시 상지석동 성석소교항	한강유역환경청	126.785278
1019A40	굴포천4	인천광역시 부평구 갈산동 굴포2교	한강유역환경청	126.772778
3101E10	C천안천	충청남도 아산시 배방읍 세교리 475-1	금강유역환경청	127.098611

lat	itemTn
ptNo	
2301E71	35.425278 21.053187
6001A10	33.405556 14.971219
3203A10	36.512222 13.969281
1018A48	37.552778 12.693094
3101A50	36.781111 11.793219
4105E90	34.850278 11.018469
2302F45	35.150556 10.458962
1019A59	37.720833 10.383986
1019A40	37.575000 9.878370
3101E10	36.776944 9.780062

[2] Top 10 sites by COD (high → low)

ptNm	addr	orgNm	W
ptNo			
2302E11	C정림유수지	부산광역시 사하구 정림동 1118 정림2교	낙동강유역환경청
2301E71	C0이진리수로	울산광역시 울주군 온산읍 이진리 147-1 이진교	낙동강유역환경청
4105E80	C월내동수로	전라남도 여수시 월내동 1412	영산강유역환경청
2301E81	C원산천	울산광역시 울주군 온산읍 원산리 1206 원산천 고려아연 5단지내 배수로	낙동강유역환경청
3301E90	C비음도동수로	전라북도 군산시 비음도동 28 간선수로 비음2교	전북지방환경청
5303A10	금산천	전라남도 신안군 암해읍 북룡리	영산강유역환경청
2014E11	C대명천	대구광역시 달서구 월성동 대천교	대구지방환경청
3203A10	광천천	충청남도 홍성군 광천읍 소암리 소암교	충청남도 보건환경연구원
1202E15	C신길천	경기도 안산시단원구 성곡동 789 시흥6교	한강유역환경청
2022F10	덕천천	부산광역시 북구 구포동 덕천교	부산광역시 보건환경연구원

lon	lat	itemCod
ptNo		
2302E11	128.966944 35.090278	23.720635
2301E71	129.354167 35.425278	22.828125
4105E80	127.726389 34.860000	20.595312
2301E81	129.355000 35.421944	18.093750
3301E90	126.535278 35.958611	16.512500
5303A10	126.321389 34.902222	15.475000
2014E11	128.493333 35.818889	14.792188
3203A10	126.642222 36.512222	14.425000
1202E15	126.748056 37.305000	14.390476
2022F10	129.002778 35.210278	14.293750

[2] Top 10 sites by Ss (high → low)

ptNm	addr	orgNm	lon	lat	W
ptNo					
2004A47	옥계천	경상북도 영주시 장수면 소룡리 소룡교	낙동강유역환경청연구소	128.570000	36.736944
2004A48	석관천	경상북도 예천군 감천면 별방리 별방교	낙동강유역환경청연구소	128.500556	36.761389
1018A02	감이천	서울특별시 송파구 방이동 서부교	한강유역환경청	127.142500	37.514167
4104A50	순천동천3	전라남도 순천시 교량동 동천과 이사천 합류후	영산강유역환경청	127.517222	34.901389
1023A25	임진강7	경기도 파주시 문산읍 운천리 통일대교	한강유역환경청	126.742778	37.903056
5006A55	삼포천2	전라남도 영암군 시종면 구산리	영산강유역환경청연구소	126.572500	34.882222
1019A45	파주	경기도 고양시일산서구 법곡동 일산대교	한강유역환경청	126.717500	37.651667
1023A50	문산천4	경기도 파주시 문산읍 내포리 임월교	한강유역환경청연구소	126.775833	37.858333
3302A45	고부천1	전라북도 정읍시 영원면 행성리 행성교	전라북도 보건환경연구원	126.760000	35.659167
4105A40	수어천2	전라남도 광양시 광영동 십리제방	영산강유역환경청	127.729167	34.962778

	itemSs
ptNo	
2004A47	101.512903
2004A48	68.751351
1018A02	68.081081
4104A50	65.237500
1023A25	60.848438
5006A55	58.203030
1019A45	58.018750
1023A50	46.201923
3302A45	44.793750
4105A40	41.925000

[2] Top 10 sites by Ec (high → low)

ptNm	addr	orgNm	lon	W
ptNo				
1301B60	영랑호	강원도 속초시 장사동	원주지방환경청	128.586111
1301B70	청초호	강원도 속초시 중앙동	원주지방환경청	128.593611
2302F55	동천3	부산광역시 동구 범일동 범일교	부산광역시 보건환경연구원	129.066111
1302B10	경포호1	강원도 강릉시 강문동 배수지정앞	원주지방환경청	128.910278
2302F50	동천2	부산광역시 부산진구 전포동 범4호교	부산광역시 보건환경연구원	129.063056
1302B20	경포호2	강원도 강릉시 저동 경포대앞	원주지방환경청	128.896944
2504E40	C송정천	부산광역시 강서구 송정동 1506-10 녹송2호교	낙동강유역환경청	128.837222
4105A40	수어천2	전라남도 광양시 광영동 삼리재방	영산강유역환경청	127.729167
2504E11	C뽕암동수로	경상남도 창원시마산회원구 봉암동 659 배수로	낙동강유역환경청	128.597778
2101A65	형산강6	경상북도 포항시남구 연일읍 오천리 섬안큰다리	대구지방환경청	129.361389

lat itemEc

ptNo		
1301B60	38.221667	47135.225806
1301B70	38.191667	45321.625000
2302F55	35.137222	42887.884615
1302B10	37.798611	40112.437500
2302F50	35.148333	39658.692308
1302B20	37.792500	36883.741935
2504E40	35.090556	33006.250000
4105A40	34.962778	26076.562500
2504E11	35.211944	26028.812500
2101A65	36.003611	25737.125000

[2] Top 10 sites by TOC (high → low)

ptNm	addr	orgNm	W
ptNo			
2301E71	C0이진리수로	울산광역시 울주군 온산읍 이진리 147-1 이진교	낙동강유역환경청
2302E11	C장림유수지	부산광역시 사하구 장림동 1118 장림2교	낙동강유역환경청
4105E80	C월내동수로	전라남도 여수시 월내동 1412	영산강유역환경청
2014E11	C대명천	대구광역시 달서구 월성동 대천교	대구지방환경청
2017A40	토광천2	경상남도 창원군 유어면 가항리 유어교	낙동강유역환경청연구소
3203A10	광천천	충청남도 홍성군 광천읍 소암리 소암교	충청남도 보건환경연구원
1202E15	C신길천	경기도 안산시단원구 성곡동 789 시흥6교	한강유역환경청
3301E90	C비응도동수로	전라북도 군산시 비응도동 28 간선수로 비흥2호교	전북지방환경청
3301E80	C소룡동수로	전라북도 군산시 소룡동 1598 GM대우 후문 간선수로	전북지방환경청
1202E58	C제4간선수로	경기도 안산시단원구 성곡동 776 제4간선수로 말단 시흥8교	한강유역환경청

lon lat itemToc

ptNo			
2301E71	129.354167	35.425278	22.995313
2302E11	128.966944	35.080278	13.314286
4105E80	127.726389	34.860000	12.653125
2014E11	128.493333	35.818889	9.826562
2017A40	128.376667	35.519722	9.584375
3203A10	126.642222	36.512222	9.378125
1202E15	126.748056	37.305000	9.020635
3301E90	126.535278	35.958611	8.909375
3301E80	126.606944	35.969167	8.443750
1202E58	126.734722	37.308889	8.422222

[2] Top 10 sites by PH (high → low)

ptNm	addr	orgNm	lon	lat	W
ptNo					
1101B30	서호1	경기도 수원시권선구 서둔동	경기도 보건환경연구원	126.986667	37.275000
1101B40	서호2	경기도 수원시권선구 서둔동	경기도 보건환경연구원	126.989722	37.276111
1025A60	망월천	서울특별시 강동구 강일동 망월2교	한강유역환경청	127.175000	37.570000
1001A13	골지천1	강원도 태백시 하사미동 191 무사교	한강유역환경청	128.990000	37.309167
1016A55	곤지암천1	경기도 광주시 곤지암읍 신대리 신대교	한강유역환경청	127.337778	37.351389
1001A07	송천3	강원도 강릉시 완산면 대가리 2152 무명교	한강유역환경청	128.713611	37.548056
1002A45	평창강3	강원도 영월군 주천면 판운리 40-5 모란교	한강유역환경청	128.352222	37.303056
3202B60	부남호1	충청남도 서산시 부석면 창리 623 땀앞	금강유역환경청	126.361667	36.627222
1001A21	골지천3	강원도 삼척시 하장면 토산리 62-6 은치교	한강유역환경청	128.870556	37.396389
3202B50	부남호2	충청남도 태안군 남면 양잠리	금강유역환경청	126.362500	36.654722

itemPh

ptNo	
1101B30	9.117241
1101B40	9.042857
1025A60	9.035135
1001A13	8.993000
1016A55	8.978788
1001A07	8.948980
1002A45	8.935354
3202B60	8.906897
1001A21	8.900000
3202B50	8.875862

[2] Top 10 sites by Temp (high → low)

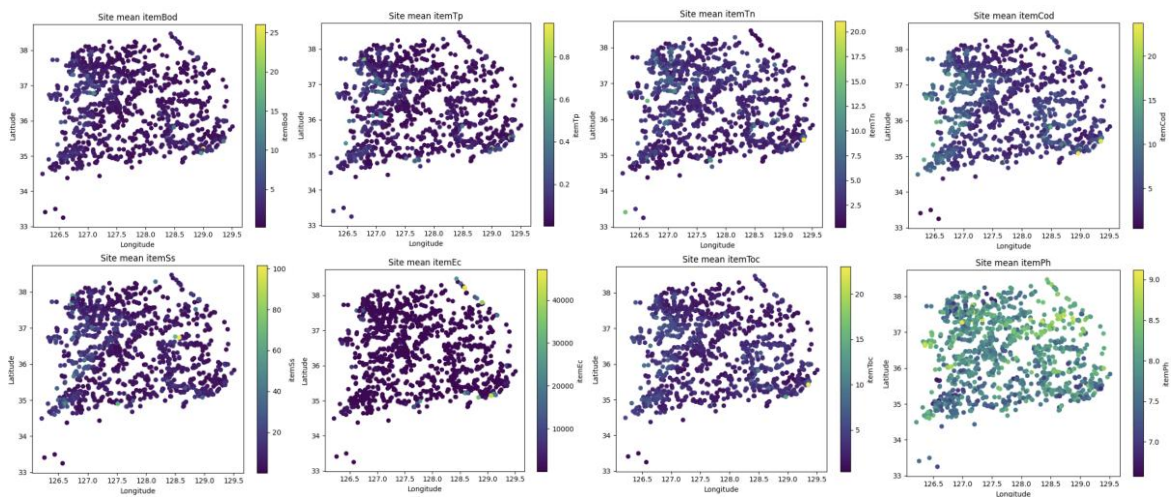
ptNm	addr	orgNm	W
ptNo			
2301E55	C산암리수로	울산광역시 울주군 온산읍 산암리 950 배수로	낙동강유역환경청
4105E80	C월내동수로	전라남도 여수시 월내동 1412	영산강유역환경청
2301E31	C고사동수로	울산광역시 남구 고사동 110-32SK 연결다리	낙동강유역환경청
1023E10	C만우천	경기도 파주시 탄현면 금승리 504-6 금승교	한강유역환경청
2301E22	C상남리수로-2	울산광역시 울주군 청량읍 상남리 1-7 배수로 말단부	낙동강유역환경청
2301E21	C상남리수로-1	울산광역시 울주군 청량읍 상남리 100-8 배수로	낙동강유역환경청
3011A68	C석남천	충청북도 청주시흥덕구 강서동 신대교	금강유역환경청연구소
2301E23	C성암동수로	울산광역시 남구 성암동 48-18 금호석유화학 제2출하문 옆 배수로	낙동강유역환경청
3011E31	C석남천	충청북도 청주시흥덕구 지동동 417-1 동양테크 임구	금강유역환경청
4105E15	C금호동수로	전라남도 광양시 금호동 864	영산강유역환경청

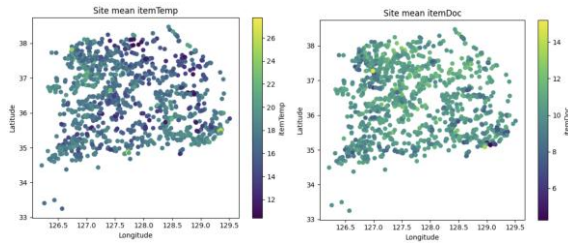
ptNo	lon	lat	itemTemp
2301E55	129.349444	35.443333	27.748438
4105E80	127.726389	34.860000	27.468750
2301E31	129.354444	35.506111	26.067187
1023E10	126.744722	37.821389	24.577778
2301E22	129.329167	35.485556	24.428125
2301E21	129.321944	35.485556	24.085938
3011A68	127.388333	36.659444	24.000000
2301E23	129.335278	35.485556	23.928125
3011E31	127.416667	36.651667	23.356250
4105E15	127.725000	34.912222	22.732813

[2] Top 10 sites by D0 (low → high)

ptNm	addr	orgNm	lon	W
ptNo				
2302F55	동천3	부산광역시 동구 범일동 범일교	부산광역시 보건환경연구원	129.066111
2022F10	덕천천	부산광역시 북구 구포동 덕천교	부산광역시 보건환경연구원	129.002778
2302F45	동천1	부산광역시 부산진구 범천동 광무교	부산광역시 보건환경연구원	129.059444
2302F50	동천2	부산광역시 부산진구 전포동 범4호교	부산광역시 보건환경연구원	129.063056
3101A55	온천천	충청남도 아산시 실목동 옥정교	충청남도 보건환경연구원	126.992222
2504A10	창원천	경상남도 창원시의창구 사화동 창원천교	경상남도 보건환경연구원	128.644444
2302F40	춘천	부산광역시 해운대구 중동 동백교	부산광역시 보건환경연구원	129.152778
2014E11	C대명천	대구광역시 달서구 월성동 대천교	대구지방환경청	128.493333
2301E31	C고사동수로	울산광역시 남구 고사동 110-32SK 연결다리	낙동강유역환경청	129.354444
1201E41	C승기천	인천광역시 남동구 고잔동 743-1 동막교	한강유역환경청	126.673333

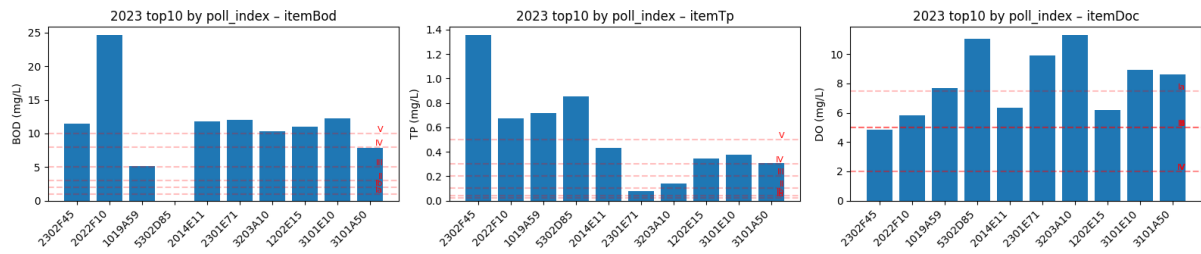
ptNo	lat	itemD0c
2302F55	35.137222	4.269231
2022F10	35.210278	5.275000
2302F45	35.150556	5.469231
2302F50	35.148333	5.826923
3101A55	36.795833	6.012500
2504A10	35.232778	6.528125
2302F40	35.157500	6.559375
2014E11	35.818889	6.781250
2301E31	35.506111	6.796875
1201E41	37.396667	6.812698



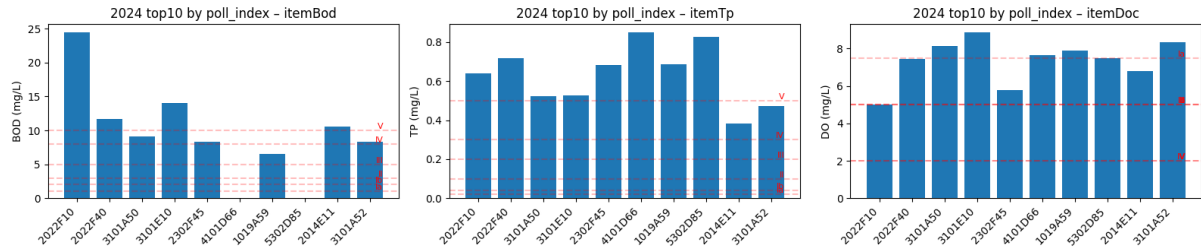


BOD, COD, TOC, TN, TP 상위 지점들은 법적 환경기준의 '매우 나쁨'을 여러 배 초과하는 수준으로 이중 덕천천, 이진리수로, 장림유수지, 월내동수로, 광천천, 신길천 등은 여러 지표에서 반복 등장함을 볼 수 있다.

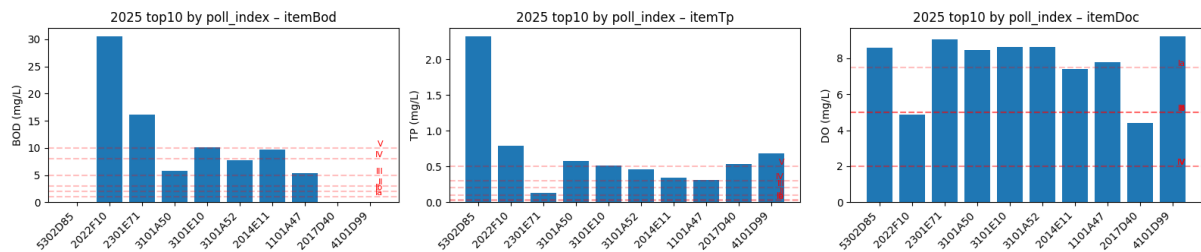
Top-10 polluted sites in 2023 (by z-score poll_index)
+ Korean river standards (BOD / TP / DO)



Top-10 polluted sites in 2024 (by z-score poll_index)
+ Korean river standards (BOD / TP / DO)



Top-10 polluted sites in 2025 (by z-score poll_index)
+ Korean river standards (BOD / TP / DO)



4. 요약

가설 검증 결과, 가설 1은 전반적으로 지지되었지만, BOD와 Tn 두 지표는 예외가 존재하여 다른 요인의 영향이 더 큰 것으로 추정된다.

가설 2에 대해서도 대체로 장마철에 Ph가 낮게 형성되는 경향이 확인되었다. 2025년의 경우 뚜렷한 감소가 보이지 않았는데, 이는 2023, 2024년에 비해 장마 기간이 짧고 강우가 비교적 불규칙하게 분포한 영향 등 외부 요인이 반영된 결과로 해석될 수 있다.

상관관계 분석 결과, 가설 3과 가설 4는 모두 데이터와 일치하였지만 상관관계가 약하여 설득력이 강한 가설을 세웠다고 보기 힘든 부분이 있다. 그러나 COD-TOC-BOD사이 상관관계와, TP와 유기물 지표의 상관관계가 강함을 확인할 수 있었으므로 분석 자체는 유의미하다고 할 수 있다.