

---

기후변화에 따른 담수 생태계 생물 관측 현황 및  
담수 생태계 현황에 따른 2차 소비 생태계 모니터링

---

2022. 10.

AIVLE

# 목차

I . 서론 .....	1
1. 프로젝트 개요 .....	3
2. 분석 개요.....	3
3. 활용 데이터 특성.....	5
II .본론.....	6
1. 가설 설정 .....	6
2. 데이터 분석 .....	8
A. 1차 소비자와 2차 소비자의 양상.....	8
B. 수질 분석에 따른 1차 소비자 양상.....	14
C. 기후변화에 따른 1차 소비자의 양상.....	31
3. 귀무가설과 대립가설 선택.....	42
III .결론.....	44
1. 분석 결론 .....	44
2. 분석 환경 정보 .....	47
3. 소스 코드.....	47

# I. 서론

## 1. 프로젝트 개요

### ☐ 개요

#### • 프로젝트 명

기후변화에 따른 담수 생태계 생물 관측 현황 및 담수 생태계 현황에 따른 2차 소비 생태계 모니터링

#### • 프로젝트 기간

2022. 10. 1 ~ 2022. 10. 31

### ☐ 배경 및 필요성

- 지구환경 문제 중에서 가장 극단적인 결과를 동반하는 것이 기후 변화이며 이는 인류를 포함한 지구상 생명체의 생존에 결정적인 영향을 미침
- 물에 관한 기후변화는 수질 및 생태계 변화 등 지구 환경을 구성하는 모든 매체를 통해 환경적 피해를 초래함

## 2. 분석 개요

### ☐ 분석 프로젝트 목적

기후변화와 수질환경에 따른 담수생태계 1차 소비자와 2차 소비자들의 개체수를 분석함으로써 향후 기후변화와 지구온난화에 따른 담수생태계의 생물다양성 보전 방안 마련 필요

### ☐ 분석 방법 선정

확증적 데이터 분석 (CDA :Confirmatory Data Analysis)

### ☐ 분석 범위

분석 기간 : 2015년 ~ 2020년

## □ 분석 배경

### ■ 담수생태계의 위기

새로운 공장이 건설될 때마다 공장에서 유출되는 공장 방류수로 인해 많은 오염이 발생할 수 있다는 우려가 있다.

SK하이닉스 또한 용인 캠퍼스가 신설 예정인 현황으로, 방류수가 방출되는 인근 수역인 안성천 담수생태계의 생물다양성이 우려되는 상황이다.

인근 지역의 담수생태계 생태 변화를 객관적으로 모니터링하여 안성천의 담수생태계 현황을 유추하고자 한다.

담수생물다양성은 담수 환경에 존재하는 생물종 · 생태계 · 유전자의 다양성을 일컬어 말한다. 담수생물은 전체 생물종의 6%에 불과하지만, 기후변화, 서식지 감소, 오염, 외래종 유입 등 다양한 인위적 교란으로 인해 육상 및 해양보다 더 큰 영향을 받는다. 담수 생물종 개체군 규모가 평균적으로 50년 전에 비해 84% 감소했다. 이는 담수 생물에 대한 지속적인 관리와 보존 등이 필요하다는 것을 알 수 있다.

### ■ 수질 평가에 이용되는 지표 생물

수질급수	BOD(ppm)	지표담수어 생물군	저서성 대형무척추동물
I 급수	1.0 이하	산천어, 독중개, 버들개, 열목어, 버들치, 금강모치	진강도래, 무늬하루살이, 바수염날도래, 쇠측범잠자리, 가재, 옆새우, 플라나리아, 하루살이류, 강도래류, 물이끼
II 급수	3.0 이하	꺼지, 자가사리, 쉬리, 통가리, 갈겨니, 은어, 돌고기	네점하루살이, 우묵날도래, 검은물잠자리, 물삿갓벌레, 다슬기
III 급수	6.0 이하	잉어, 붕어, 뱀장어, 메기, 미꾸리, 미꾸라지, 동자개	연못하루살이, 꼬마줄물방개, 물자라, 장구애비, 참게, 원돌이물달팽이
IV급수 이하	6.0 이상	어떤 물고기도 살수 없다.	깔따구류, 나방파리류, 장구벌레, 꽃등에류, 실지렁이, 거머리

### 3. 활용 데이터 특성

#### □ 기상청 기상자료개방포털 : '지상 종관기상관측 데이터' 활용

- 분석 기간 : 2015년 1월 ~ 2020년 12월
- 분석 항목 : 수원시- 연평균 기온, 연 최저기온, 연 최고 기온, 연평균 최저 기온, 연평균 최고 기온, 연도별 5~9월의 평균 기온, 연도별 5~9월의 최고 기온, 연도별 5~9월의 최저 기온 데이터 활용

#### □ 기상청 기상자료개방포털 : '기후변화감시-온실가스 자료' 활용

- 분석 기간 : 2015년 1월 ~ 2020년 12월
- 분석 항목 : 안면도(감)(132) 지점
- 기후변화의 영향을 미치는 대기 중 이산화탄소( $\text{CO}_2$ ) 외에도 메탄( $\text{CH}_4$ ), 아산화질소( $\text{N}_2\text{O}$ ) 등 7종의 온실가스 배경대기농도 활용

#### □ EcoBank : 국립생태원 '수원시 저서무척추동물 데이터' 활용

- 분석 기간 : 2015년 ~ 2020년
- 수원시지속가능도시재단에서 2005년부터 2020년까지 수행한 시민참여형 하천 생물상 조사를 통해 저서무척추동물 분야에서 수집된 공간 정보. 저서무척추동물 과명, 개체 수, 조사일자 활용

#### □ EcoBank : 국립생태원 '수원시 어류 데이터' 활용

- 분석 기간 : 2015년 ~ 2020년
- 수원시지속가능도시재단에서 2005년부터 2020년까지 수행한 시민참여형 하천 생물상 조사를 통해 어류 분야에서 수집된 공간정보. 어류명, 개체 수, 조사일자 활용

#### □ 공공데이터포털 : 수원특례시 '하천,호소 수질분석자료' 활용

- 분석 기간 : 2017년 ~ 2020년
- 분석 항목 : 수원천, 원천리천, 서호천, 황구지천의 상/중/하류  
만석거 저수지, 서호저수지, 일월저수지, 원천저수지, 오목천 저수지
- 경기도 수원시 하천, 호소의 수질분석 자료로 월별 pH, BOD, SS, T-N, T-P, TOC 활용

## II. 본론

### 1. 가설 설정

#### (1) 가설 1.

- 귀무가설 ( $H_0$ )

- 담수생태계의 생물들은 하천 수질 등급 기준에 따른 수질 성분에 의해 개체 수 영향을 받는다.

- 대립가설 ( $H_1$ )

- 하천 수질 평가지표에는 '총 질소'가 없지만, 실제로 수질의 영향을 받는 개체들은 '총 질소'의 영향도 받을 것이다.

#### (2) 가설 2.

- 귀무가설 ( $H_0$ )

- 연평균 기온이 증가한다면 수온이 증가하고, 기후변화에 적응하지 못한 생물들의 개체 수가 감소한다.

- 대립가설 ( $H_1$ )

- 5~9월의 평균 기온이 증가하더라도 생물 활동이 왕성한 시기이기  
에 생물들의 개체 수는 증가할 것이다.

#### (3) 가설 3.

- 귀무가설 ( $H_0$ )

- 미량기체 농도는 수질 성분에 영향을 미치며, 이러한 현상이 1차 소비자 개체 수에 영향을 미치지 않는다.

- 대립가설 ( $H_1$ )

- 미량기체 농도 증가에 따른 수질 오염에 의해, 담수생태계의 1차 소비자 개체 수는 간접적인 영향을 받을 것이다.

(4) 가설 4.

- 귀무가설 ( $H_0$ )

- 온실가스의 농도가 증가하면, 기후 변화로 인해 생물의 개체 수가 감소할 것이다.

- 대립가설 ( $H_1$ )

- 기후 변화에 따라 단조적으로 증감하지 않고, 기후에 적응된 개체가 존재할 것이다.

(5) 가설 5.

- 귀무가설 ( $H_0$ )

- 1차 소비자를 먹이로 생존하는 2차 소비자는 1차 소비자 개체 양상에 영향을 받는다.

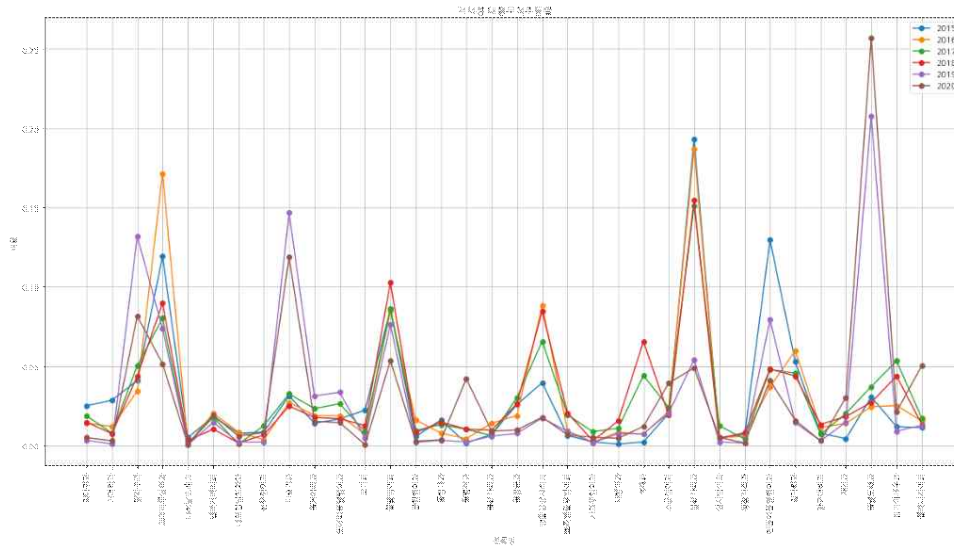
- 대립가설 ( $H_1$ )

- 1차 소비자가 감소하더라도 대체 가능한 먹이로 인해, 영향을 받지 않는 2차 소비자 개체도 존재할 것이다.

## 2. 데이터 분석

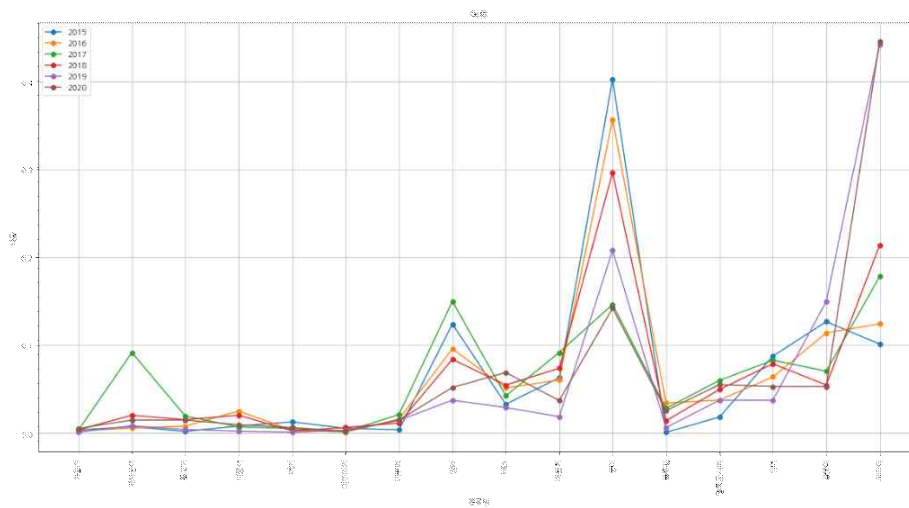
### A. 1차 소비자와 2차 소비자 간의 양상

#### 1. 2015년 ~ 2020년간 1차 소비자 관측량



- 실잠자리과는 시간이 지날수록 관측량이 감소한다.

#### 1.1 2015년 ~ 2020년간 2차 소비자 관측량



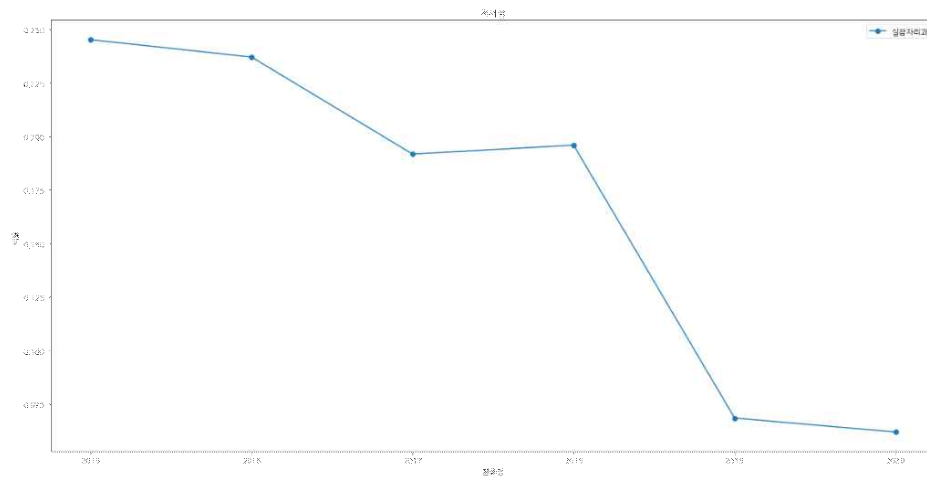
- 붕어과는 시간이 지날수록 관측량이 감소한다. (빨강)
- 시간이 지날수록 배스, 블루길 등 생태 교란종의 관측량이 증가한다. (파랑)



- 피라미는 년도가 바뀔수록 관측량이 급격히 증가한다. (초록)

## 2. 1차 소비자와 2차 소비자간의 상관관계 분석

### 2.1 감소하는 1차 소비자 관측



- 실잠자리과의 관측량은 시간이 지날수록 감소하는 경향을 보인다.

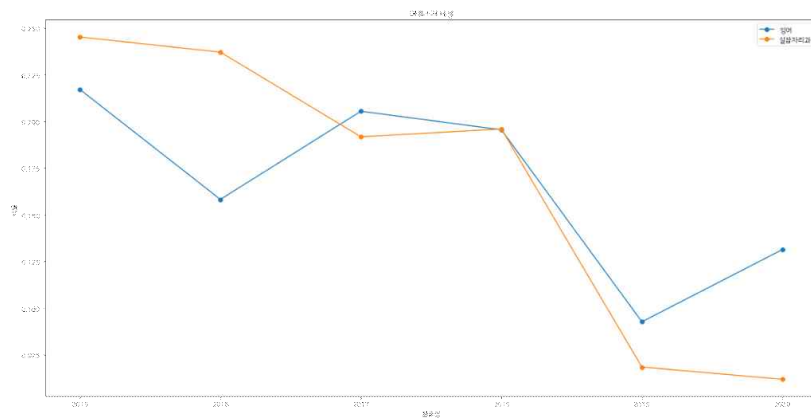
### 2.2 실잠자리과와 2차 소비자간의 상관관계 분석

실잠자리과	피어슨 상관계수	p-value
잉어	0.82	0.0457
피라미	-0.9956	0.0198

- 1차 소비자 중 실잠자리과는 년도가 지날수록 줄어드는 경향이 있기에 00 가설을 검증하는데 좋은 개체가 될 거라 생각해 실잠자리과와 2차 소비자간의 상관관계를 분석했다.
- 잉어는 양의 상관관계를 가지고 피라미는 음의 상관관계를 보였다.

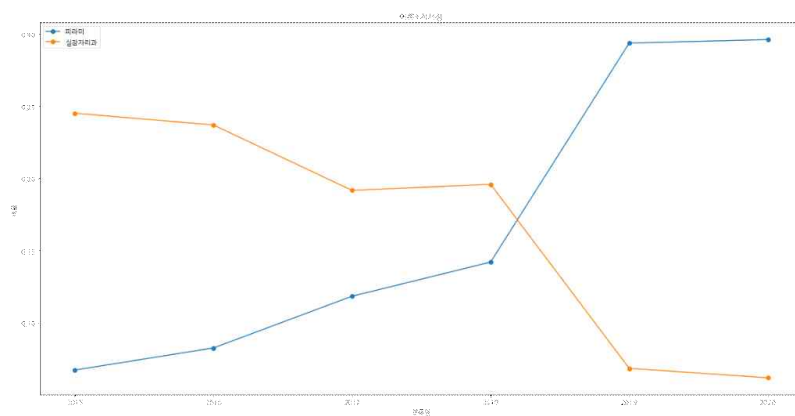
## 2.2.1 실잠자리과와 2차 소비자간의 관계 시각화

### □ 잉어와 실잠자리과



- 잉어는 양의 상관관계로 그래프는 년도가 지날수록 같이 줄어들고 있다.

### □ 피라미와 실잠자리과



- 피라미는 음의 상관관계로 그래프는 년도가 지날수록 상반된 결과가 나오고 있다.

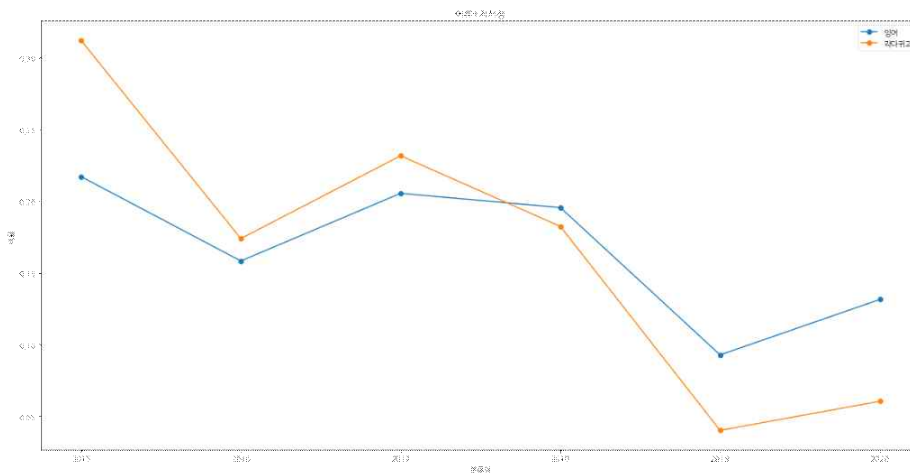
## 2.3 각다귀과와 2차 소비자간의 상관관계 분석

각다귀과	피어슨 상관계수	p-value
잉어	0.9395	0.0053
밀어	0.8912	0.0171
피라미	-0.9156	0.0103

- 1차 소비자 중 각다귀과는 년도가 지날수록 줄어드는 경향이 있기에 가설을 검증하는데 좋은 개체가 될 거라 생각해 각다귀과와 2차 소비자간의 상관관계를 분석했다.
- 잉어와 밀어는 양의 상관관계를 가지고 피라미는 음의 상관관계를 보였다.

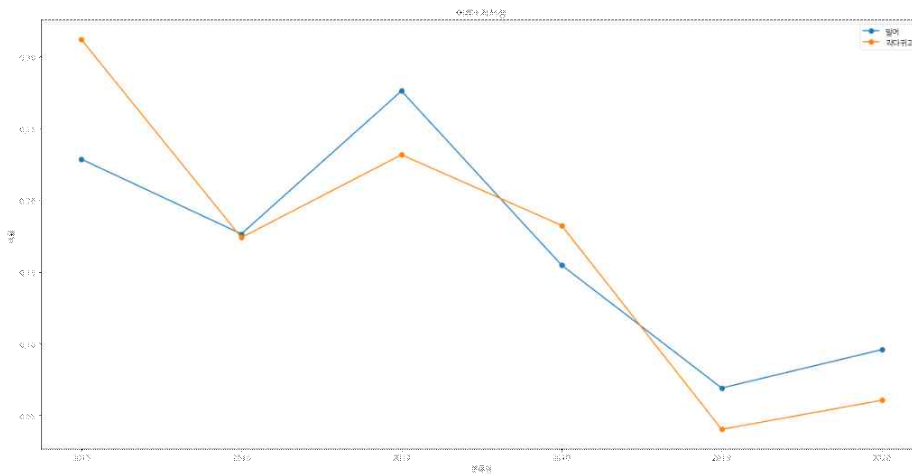
### 2.3.1 각다귀과와 2차 소비자간의 관계 시각화

#### □ 잉어와 각다귀과



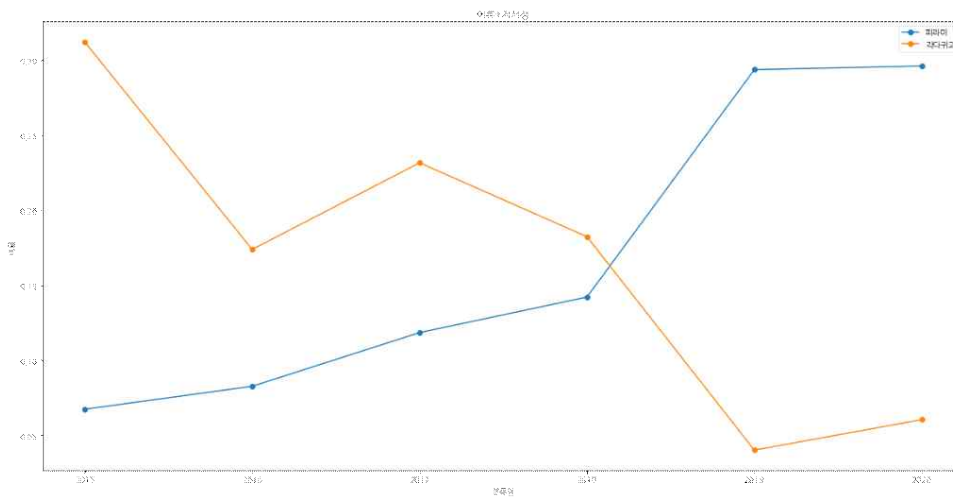
- 잉어는 양의 상관관계로 그래프는 년도가 지날수록 같이 줄어들고 있다.

## □ 밀어와 각다귀과



- 밀어는 양의 상관관계로 그래프는 년도가 지날수록 같이 줄어들고 있다

## □ 피라미와 각다귀과

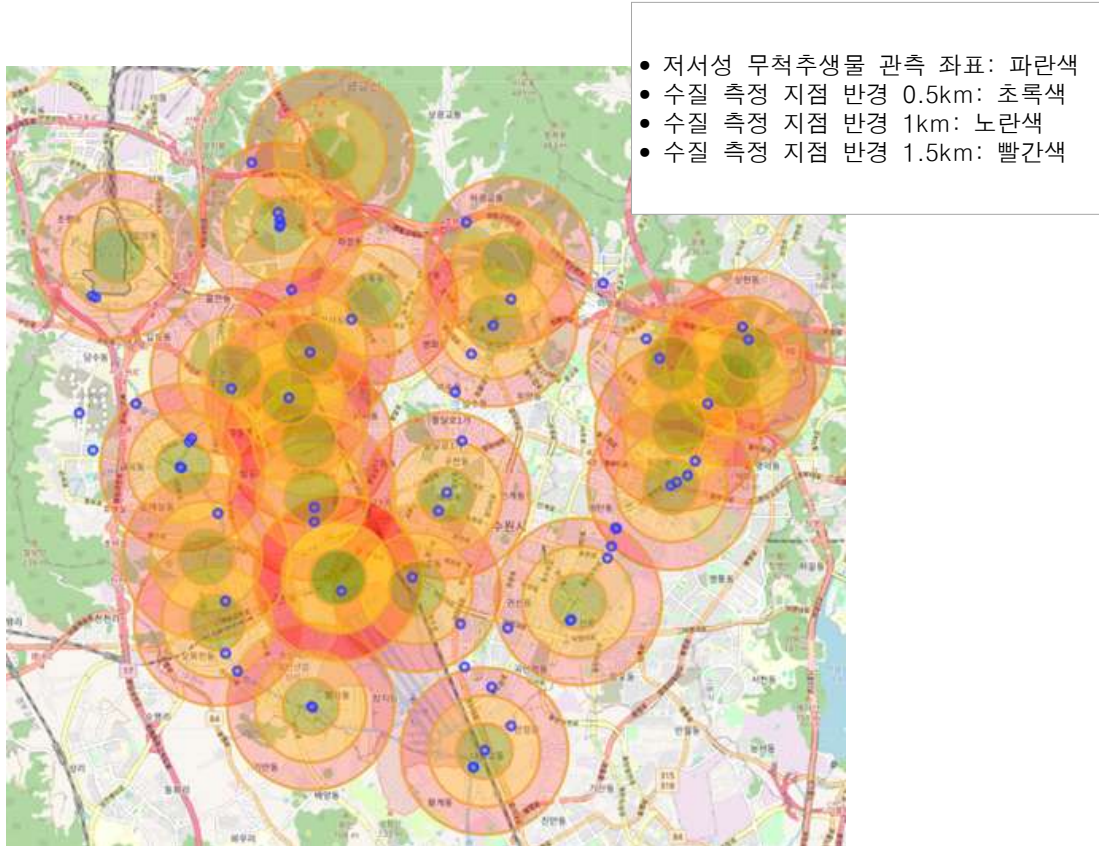


- 피라미는 음의 상관관계로 그래프는 년도가 지날수록 상반된 결과가 나오고 있다.

## B. 수질 성분에 따른 1차 소비자 양상

### 1. 하천/호소 및 저서성 무척추 생물 관측 지점 위치 분석

－ 관측 데이터와 하천/호소 위치가 상당 부분이 겹침



## 2. 하천 별 수질 비교 (월평균)

안성천 계열 황구지천, 서호천, 수원천, 원천천 수질 분석 진행  
수질 데이터가 월 평균 데이터이므로, 개체 수도 월 단위로 변경

### • 상류 비교

		PH	BOD	SS	T-N	T-P	TOC	DO	EC (MS/CM)	수온
name	year									
서호천_상류(배다리교)	2017	7.72	1.67	2.07	8.36	0.06	3.91	nan	nan	nan
	2018	7.36	1.53	2.24	6.56	0.06	3.56	nan	nan	nan
	2019	7.40	1.53	2.65	8.46	0.08	4.35	nan	nan	nan
	2020	7.81	0.69	2.46	8.43	0.05	4.29	8.16	0.48	18.25
수원천_상류(연화교)	2017	7.51	3.04	2.56	2.96	0.02	2.42	nan	nan	nan
	2018	7.38	1.61	2.30	2.62	0.04	1.88	nan	nan	nan
	2019	7.56	1.42	3.50	2.49	0.03	2.20	nan	nan	nan
	2020	7.44	1.02	6.30	2.34	0.04	2.55	8.17	0.31	16.47
원천천_상류(원천교)	2017	7.60	3.18	5.67	4.63	0.10	3.55	nan	nan	nan
	2018	7.58	3.07	4.71	3.88	0.09	3.12	nan	nan	nan
	2019	7.59	2.21	4.21	3.74	0.05	3.88	nan	nan	nan
	2020	7.56	1.89	5.87	4.09	0.06	4.32	8.54	0.51	17.75
황구지천_상류(금곡교)	2017	7.73	4.22	10.41	4.74	0.07	4.00	nan	nan	nan
	2018	7.76	3.47	9.15	3.94	0.06	3.27	nan	nan	nan
	2019	7.82	2.55	13.90	3.90	0.10	3.79	nan	nan	nan
	2020	7.60	3.13	12.31	3.73	0.08	5.37	9.16	0.45	17.11
황구지천_상류(당수교)	2019	7.64	4.45	8.23	4.66	0.19	5.21	nan	nan	nan
	2020	8.08	4.33	14.02	3.28	0.11	7.48	8.14	0.48	15.10

### • 중류 비교

		PH	BOD	SS	T-N	T-P	TOC	DO	EC (MS/CM)	수온
name	year									
서호천_중류(한마루교)	2017	7.74	2.19	3.77	6.47	0.07	3.79	nan	nan	nan
	2018	7.96	2.86	4.92	5.30	0.07	3.88	nan	nan	nan
	2019	8.05	1.91	4.52	7.27	0.11	4.84	nan	nan	nan
	2020	8.29	1.60	5.68	6.73	0.08	5.41	8.92	0.64	18.46
서호천_중류(화산교)	2017	7.79	1.86	3.01	7.07	0.07	3.69	nan	nan	nan
	2018	7.87	2.77	4.52	5.62	0.09	3.92	nan	nan	nan
	2019	7.94	2.17	5.67	7.18	0.10	4.60	nan	nan	nan
	2020	8.08	1.79	11.11	6.38	0.08	5.32	8.28	0.61	17.86
수원천_중류(매세교)	2017	7.69	3.18	3.79	4.99	0.05	2.33	nan	nan	nan
	2018	7.99	2.20	4.22	4.60	0.06	1.85	nan	nan	nan
	2019	7.87	1.53	3.64	4.25	0.03	2.28	nan	nan	nan
	2020	7.90	1.32	6.77	3.45	0.05	3.01	9.30	0.36	17.07
원천천_중류(백년교)	2017	7.80	3.06	5.50	3.92	0.06	3.51	nan	nan	nan
	2018	7.83	2.58	4.45	3.51	0.07	2.92	nan	nan	nan
	2019	7.78	2.05	3.90	3.57	0.07	3.71	nan	nan	nan
	2020	7.69	1.76	4.94	3.62	0.09	4.28	8.55	0.57	18.23
황구지천_중류(오목천교)	2017	7.78	6.04	11.28	4.09	0.09	4.54	nan	nan	nan
	2018	7.56	4.70	9.47	3.63	0.07	3.58	nan	nan	nan
	2019	7.81	3.62	10.31	3.60	0.12	4.53	nan	nan	nan
	2020	7.71	3.82	13.81	3.50	0.11	6.06	9.29	0.44	16.95

### • 하류 비교

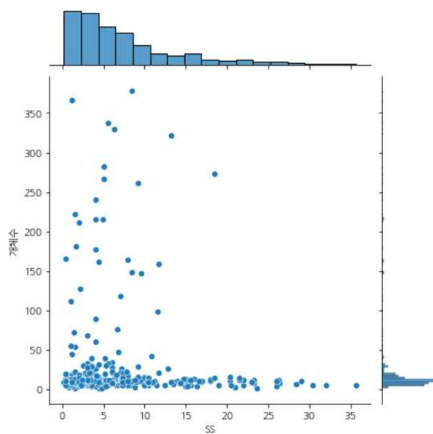
		PH	BOD	SS	T-N	T-P	TOC	DO	EC (MS/CM)	수온
name	year									
서호천_하류(농대교)	2017	7.91	4.77	10.68	5.92	0.08	4.15	nan	nan	nan
	2018	8.08	5.45	18.84	5.50	0.11	4.66	nan	nan	nan
	2019	8.38	4.46	20.55	6.26	0.12	5.33	nan	nan	nan
	2020	8.14	5.90	22.01	6.03	0.12	8.56	8.90	0.47	18.11
서호천_하류(중보교)	2017	7.76	3.65	7.37	5.00	0.07	3.27	nan	nan	nan
	2018	7.85	4.37	11.23	4.47	0.09	3.59	nan	nan	nan
	2019	8.42	4.07	15.20	5.82	0.15	4.77	nan	nan	nan
	2020	8.24	5.15	18.84	5.50	0.10	7.37	8.82	0.48	17.75
서호천_하류(중보교합류)	2017	7.87	2.13	3.93	5.97	0.03	1.93	nan	nan	nan
	2018	7.92	2.37	4.54	5.43	0.07	1.80	nan	nan	nan
	2019	7.97	1.31	3.66	5.66	0.03	2.02	nan	nan	nan
	2020	7.82	1.12	5.26	4.55	0.05	2.53	9.50	0.41	16.85
수원천_하류(새터교)	2017	7.61	4.12	4.91	5.52	0.06	3.87	nan	nan	nan
	2018	7.54	1.97	4.01	3.01	0.09	2.88	nan	nan	nan
	2019	7.63	1.65	3.94	4.61	0.05	3.55	nan	nan	nan
	2020	7.63	1.04	4.20	5.61	0.05	3.98	8.32	1.07	22.22
원천천_하류(대월교)	2017	7.67	5.19	14.40	4.42	0.13	4.32	nan	nan	nan
	2018	7.93	5.69	14.48	3.83	0.12	3.73	nan	nan	nan
	2019	7.77	7.32	12.35	4.96	0.29	5.84	nan	nan	nan
	2020	7.78	4.12	13.88	3.45	0.11	6.26	9.14	0.55	16.47

원천천과 수원천이 BOD, SS, T-N, T-P, TOC가 다른 하천들에 비해 낮음  
서호천은 상류보다 하류가 수질이 안 좋음  
황구지천의 수질이 가장 안 좋음

### 3. 반경 1km 이내 하천/호소의 수질에 따른 월별 총 생물 수

#### 3.1. SS(부유물질량)에 따른 개체 수 변화

- \* SS(부유물질량) 는 물속의 이물질량 (분뇨 덩어리, 흙 등)을 말함
- \* 부유물질이 많아지면 햇빛이 물에 투과되는 양이 작아져 물 속의 조류의 광합성이 떨어지고 오염이 진행됨



- 피어슨 상관계수

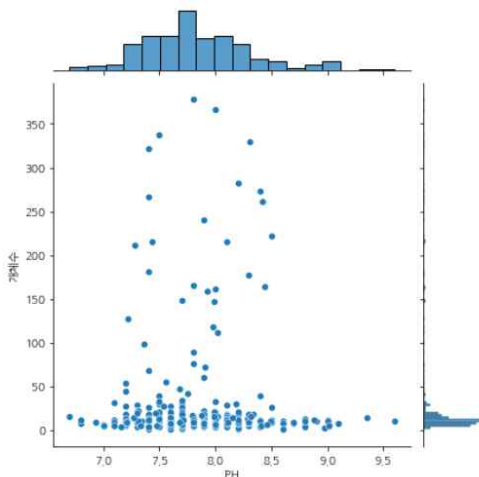
상관 계수가 -0.8, pvalue는 0.17이다.  
pvalue가 유의 수준 0.05 이상이므로  
둘의 선형 상관관계를 분석할 수 없다.

- 산점도 그래프

SS 값이 높아질수록,  
개체 수가 낮아지는 것을 확인할 수 있다.

#### 3.2. pH(수소 이온 농도 지수)에 따른 개체 수 변화

- \* pH는 물질의 산성과 알칼리성 정도를 나타내는 수치



- 피어슨 상관계수

coefficient 0.01, pvalue 0.85 이다.  
pvalue가 유의 수준 0.05 이상이므로  
둘의 선형 상관관계를 분석할 수 없다.

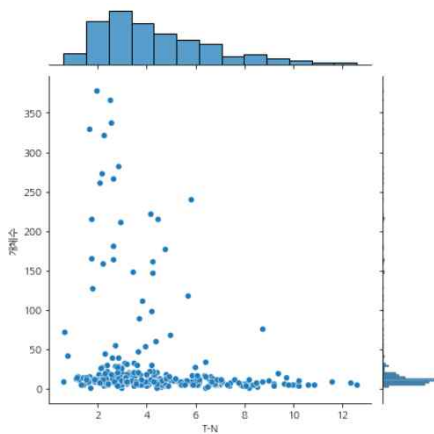
- 산점도 그래프

pH 값이 7.5보다 낮거나 8.5보다 높은 경우,  
개체 수가 적어짐을 확인할 수 있다.



### 3.3. T-N(총 질소)에 따른 개체 수 변화

- \* T-N(총 질소)는 물속에 함유된 질소의 총량
- \* 인구의 집중도가 큰 지역의 하천, 호소에 높게 분포
- \* 하천, 호소 등의 부영양화를 나타내는 지표 중 하나

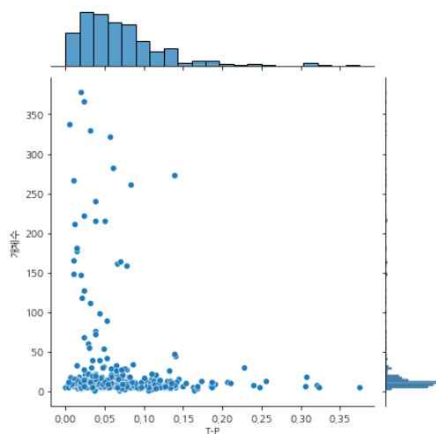


- 피어슨 상관계수  
coefficient  $-0.22$ , pvalue  $0.0001$  이다.  
총 질소와 관측된 총 개체 수는  
약한 양의 선형 상관관계를 갖는다.

- 산점도 그래프  
T-N 값이 높을수록,  
개체 수가 적어짐을 확인할 수 있다.

### 3.4. T-P(총 인)에 따른 개체 수 변화

- \* T-P(총 인)는 물속에 함유된 인의 총량
- \* 하천, 호소 등의 부영양화를 나타내는 지표 중 하나

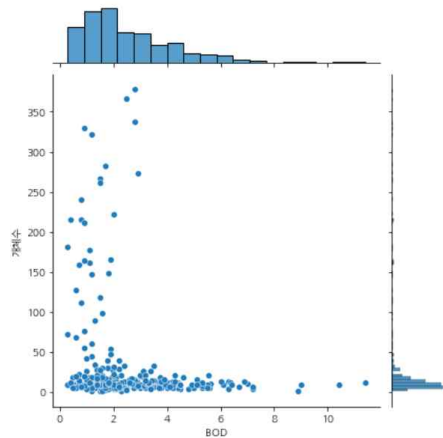


- 피어슨 상관계수  
coefficient  $-0.18$ , pvalue  $0.0018$  이다.  
총 인과 관측된 총 개체 수는  
약한 음의 선형 상관관계를 갖는다.

- 산점도 그래프  
T-P 값이 높을수록,  
개체 수가 적어짐을 확인할 수 있다.

### 3.5. BOD(생화학적 산소요구량)에 따른 개체 수 변화

- \* BOD(생화학적 산소요구량)는 미생물이 물속에 있는 각종 오염물질을 분해하기 위해 필요로 하는 산소량을 말함
- \* BOD가 높을수록 물 안에 유기물이 많음



- 피어슨 상관계수

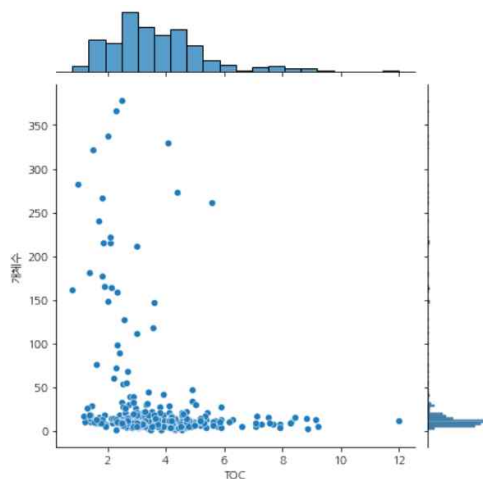
coefficient  $-0.21$ , pvalue  $0.0003$  이다.  
생화학적 산소요구량과 관측된 총 개체 수는 약한 음의 선형 상관관계를 갖는다.

- 산점도 그래프

BOD 값이 높을수록,  
개체 수가 적어짐을 확인할 수 있다.

### 3.6. TOC(총유기탄소량)에 따른 개체 수 변화

- \* TOC(총유기탄소량)는 물 속에 존재하는 유기물의 양을 나타내는 지표
- \* 총탄소(TC)는 총유기탄소(TOC)와 총무기탄소(TIC)로 구성되는데, 총유기탄소는 반응성이 있어 수질 오염의 척도로 쓰임



- 피어슨 상관계수

coefficient  $-0.24$ , pvalue  $1.84e-05$  이다.  
총유기탄소량과 관측된 총 개체 수는 약한 음의 선형 상관관계를 갖는다.

- 산점도 그래프

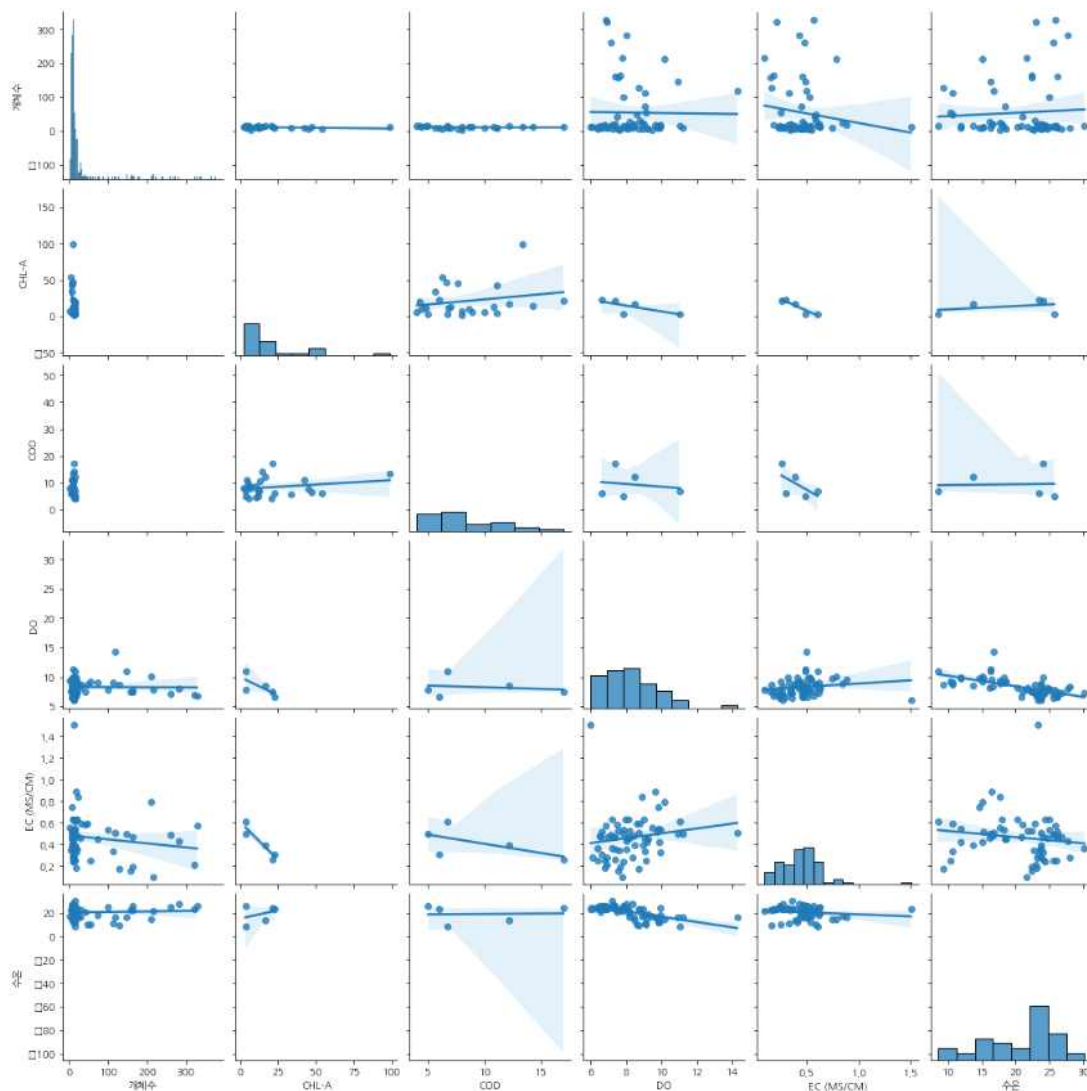
TOC 값이 낮았을 때,  
다양한 개체 수가 분포함을 알 수 있다.

### 3.7. 다른 수질 지표에 따른 개체 수 변화

- 수온, CHL-A (클로로필 a), COD (화학적 산소 요구량), DO (용존산소), EC (전기 전도도)에 따른 개체 수 변화 비교

\* 클로로필 a는 조류의 농도를 평가하기 위한 지표다.

\* COD(화학적 산소 요구량)는 석유와 같은 화학적 유기 물질을 산화하기 위해 물 속에 존재해야 하는 용존 산소의 양이다.

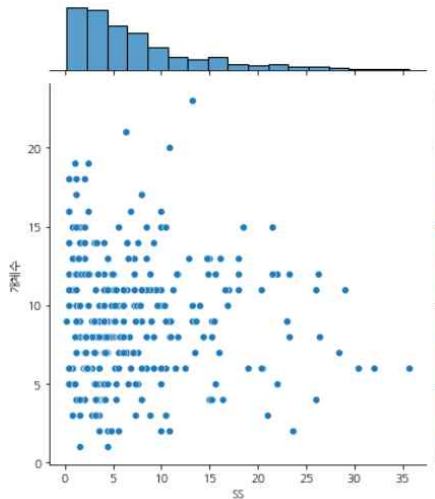


#### • 산점도 그래프

데이터의 개수가 작아 이상치와 구별하기 힘들고, 선형 관계성을 분석하기 어렵다.

#### 4. 반경 1km 이내 하천/호소의 수질에 따른 월별 저서성 무척추동물 종 수

##### 4.1. SS(부유물질량)에 따른 종 수 변화



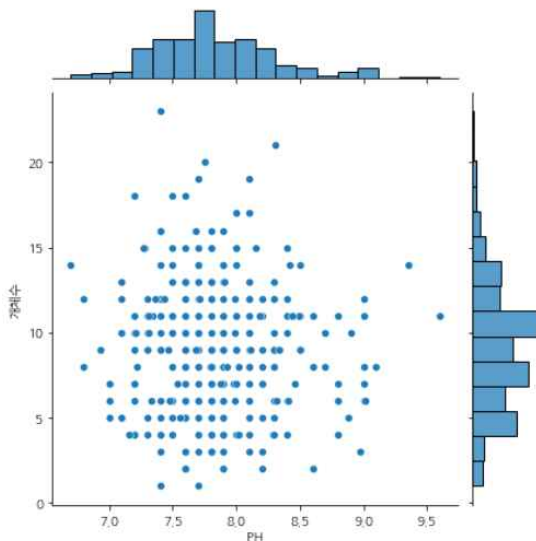
- 피어슨 상관계수

상관 계수가  $-0.016$ , pvalue는  $0.78$ 이다.  
pvalue가 유의 수준  $0.05$  이상이므로  
둘의 선형 상관관계를 분석할 수 없다.

- 산점도 그래프

SS 값이 높아질수록,  
종 수가 낮아지는 것을 확인할 수 있다.

##### 4.2. pH(수소 이온 농도 지수)에 따른 종 수 변화



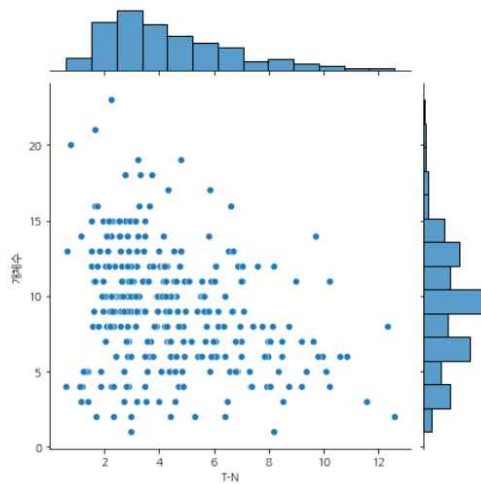
- 피어슨 상관계수

상관 계수가  $-0.04$ , pvalue는  $0.48$ 이다.  
pvalue가 유의 수준  $0.05$  이상이므로  
둘의 선형 상관관계를 분석할 수 없다.

- 산점도 그래프

산점도가 원형을 띄며,  
pH가  $7.5 \sim 8.5$  이내일 때  
종 수가 다양하게 분포한다.

#### 4.3. T-N(총 질소)에 따른 종 수 변화



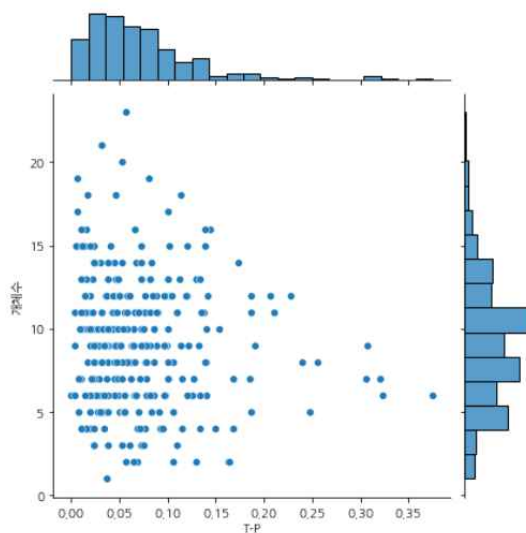
- 피어슨 상관계수

상관 계수가  $-0.28$ , pvalue는  $4.7e-07$ 이다.  
총 질소와 관측된 종의 수는  
약한 음의 선형 상관관계를 갖는다.

- 산점도 그래프

T-N 값이 높아질수록,  
종 수가 낮아지는 경향이 있다.

#### 4.4. T-P(총 인)에 따른 종 수 변화



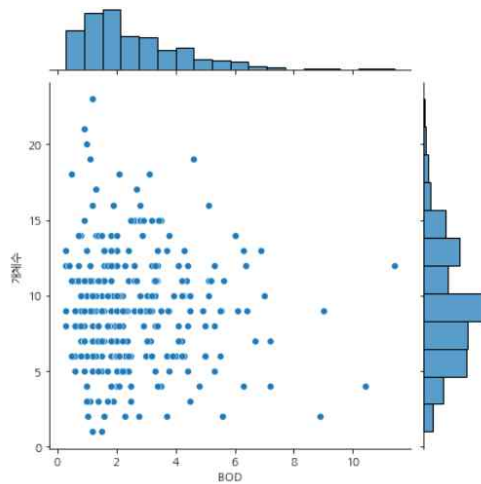
- 피어슨 상관계수

상관 계수가  $-0.07$ , pvalue는  $0.24$ 이다.  
pvalue가 유의 수준  $0.05$  이상이므로  
둘의 선형 상관관계를 분석할 수 없다.

- 산점도 그래프

T-P 값이 높아질수록,  
종 수가 낮아지는 경향이 있다.

#### 4.5. BOD(생화학적 산소요구량)에 따른 종 수 변화



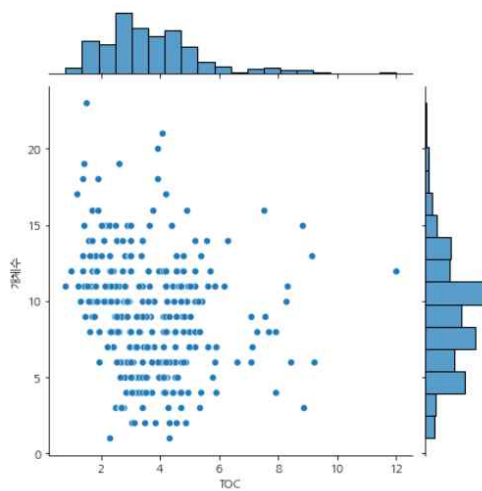
- 피어슨 상관계수

상관 계수가  $-0.05$  pvalue는  $0.37$ 이다.  
pvalue가 유의 수준  $0.05$  이상이므로  
둘의 선형 상관관계를 분석할 수 없다.

- 산점도 그래프

BOD가 낮아질수록  
종 수가 다양하게 분포함을 확인할 수 있다.

#### 4.6. TOC(총유기 탄소량)에 따른 종 수 변화



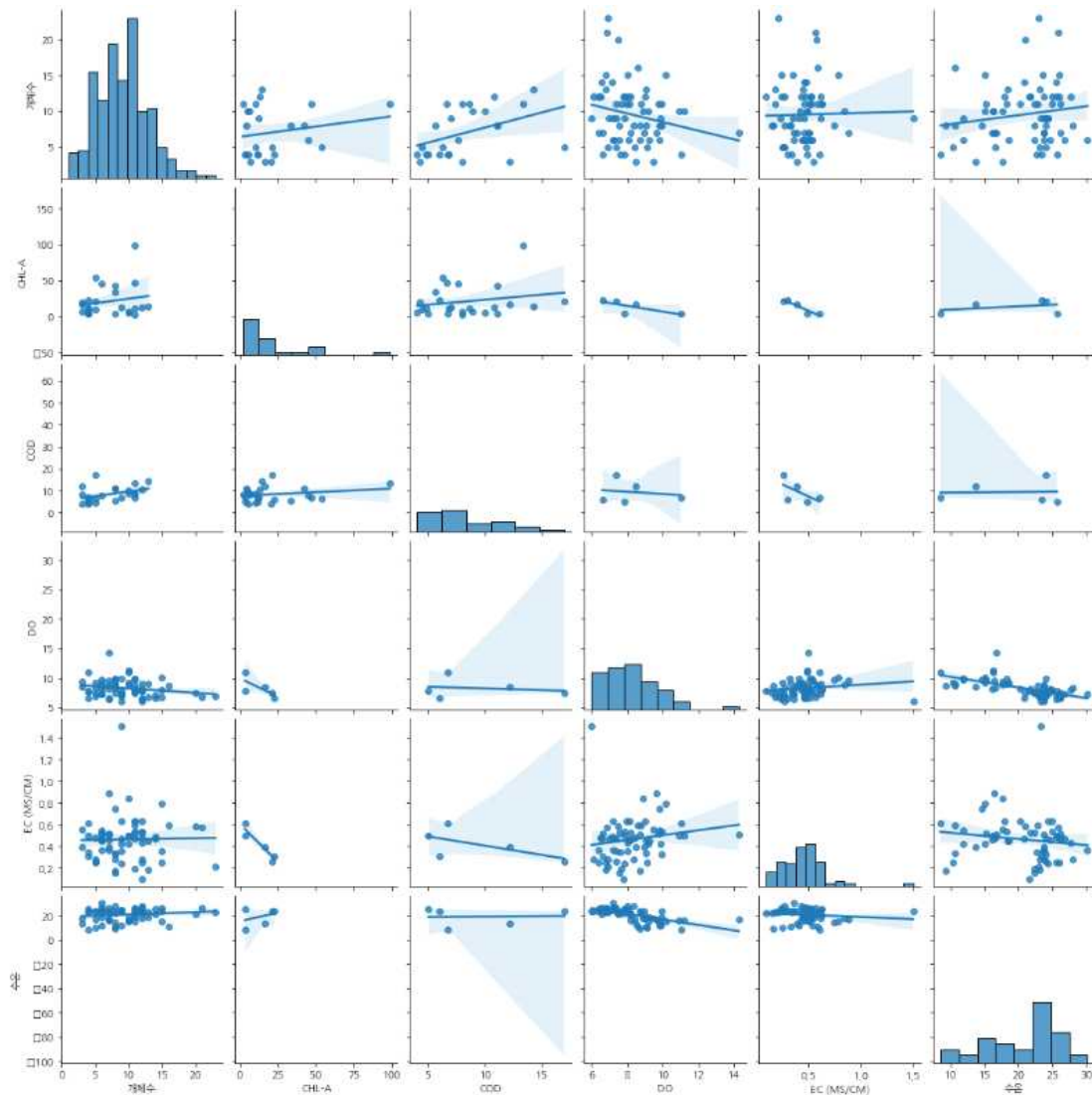
- 피어슨 상관계수

상관 계수가  $-0.17$  pvalue는  $0.003$ 이다.  
총유기탄소량과 관측된 종의 수는  
약한 음의 선형 상관관계를 갖는다.

- 산점도 그래프

TOC가 낮아질수록  
종 수가 다양하게 분포하는 경향이 있다.

#### 4.7. 다른 수질 지표에 따른 종 수 변화



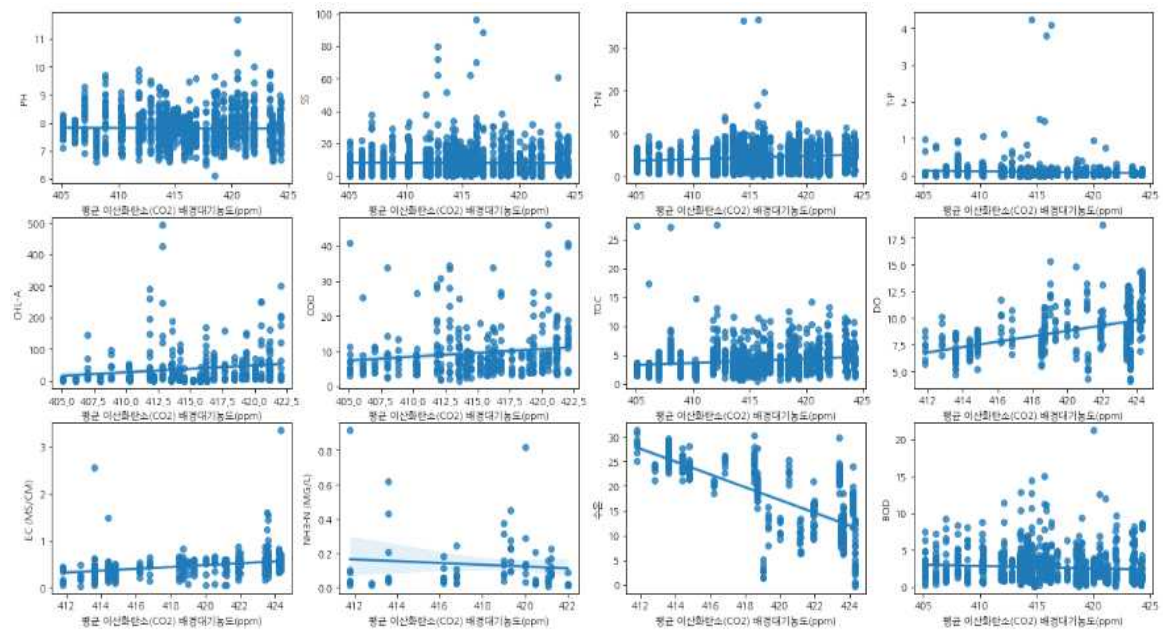
#### • 산점도 그래프

COD와 종의 수는 약한 양의 상관관계를 보인다.

대부분 데이터의 개수가 작아 이상치와 구별하기 힘들고, 선형 관계성을 분석하기 어렵다.

## 5. 평균 온실가스 대기농도와 하천/호소 수질 변화

### 5.1. 평균 이산화탄소(CO<sub>2</sub>) 배경 대기농도에 따른 수질 변화



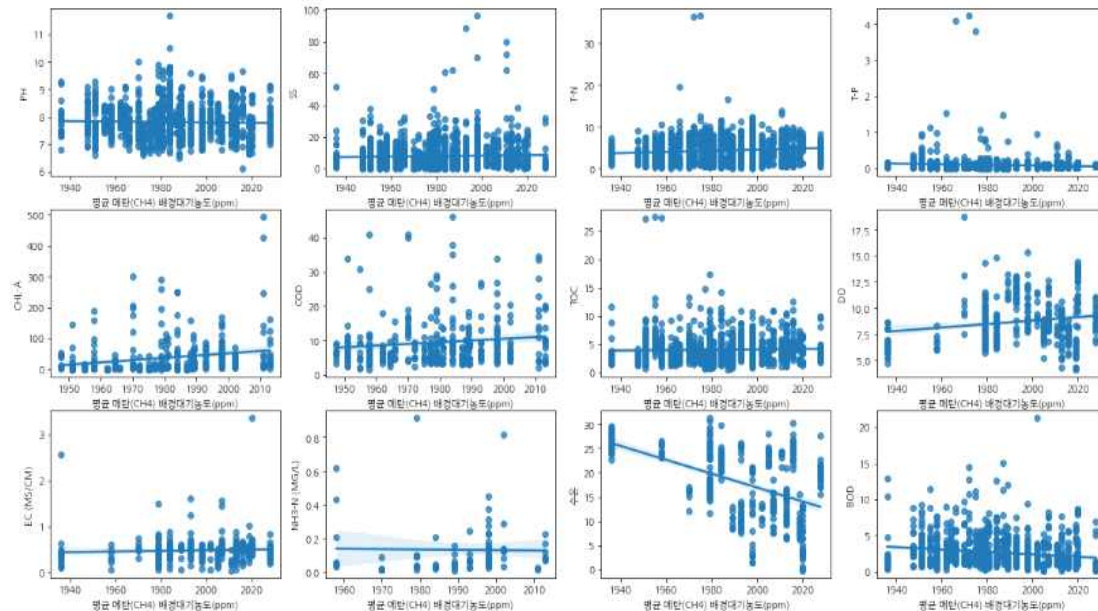
수질 지표	피어슨 상관계수	p-value
수온	-0.7074	1.00e-57
DO	0.4436	2.28e-19
EC (ms/cm)	0.2928	8.68e-09

• (피어슨 상관계수를 확인했을 때) 이산화탄소 대기농도와 수온은 강한 음의 상관관계를 가지며, DO 및 EC는 중간 양의 상관관계를 갖는다.

• (산점도 그래프를 그려 확인했을 때) 수온은 이산화탄소 대기농도와 강한 음의 상관관계를 가지며, DO는 중간 양의 상관관계, EC는 약한 양의 상관관계를 보임을 알 수 있다. 이 외에는 상관관계를 찾기 힘들다.



## 5.2. 평균 메탄(CH<sub>4</sub>) 배경 대기농도에 따른 수질 변화

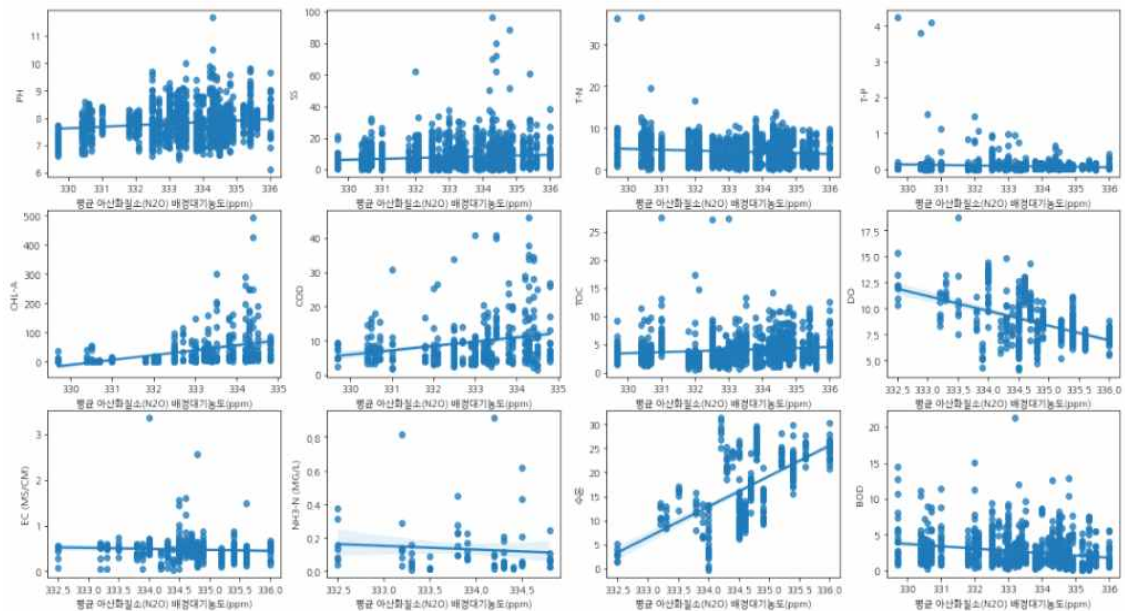


수질 지표	피어슨 상관계수	p-value
수온	-0.4506	5.33e-20
CHL-A	0.2141	6.41e-05

• (피어슨 상관계수를 확인했을 때) 메탄 대기농도와 수온은 중간 음의 상관 관계를 가지며, CHL-A는 약한 양의 상관 관계를 갖는다.

• (산점도 그래프를 그려 확인했을 때) 수온과 CHL-A 외에는 상관 관계를 분석하기 어렵다.

### 5.3. 평균 아산화질소(N<sub>2</sub>O) 배경 대기농도에 따른 수질 변화

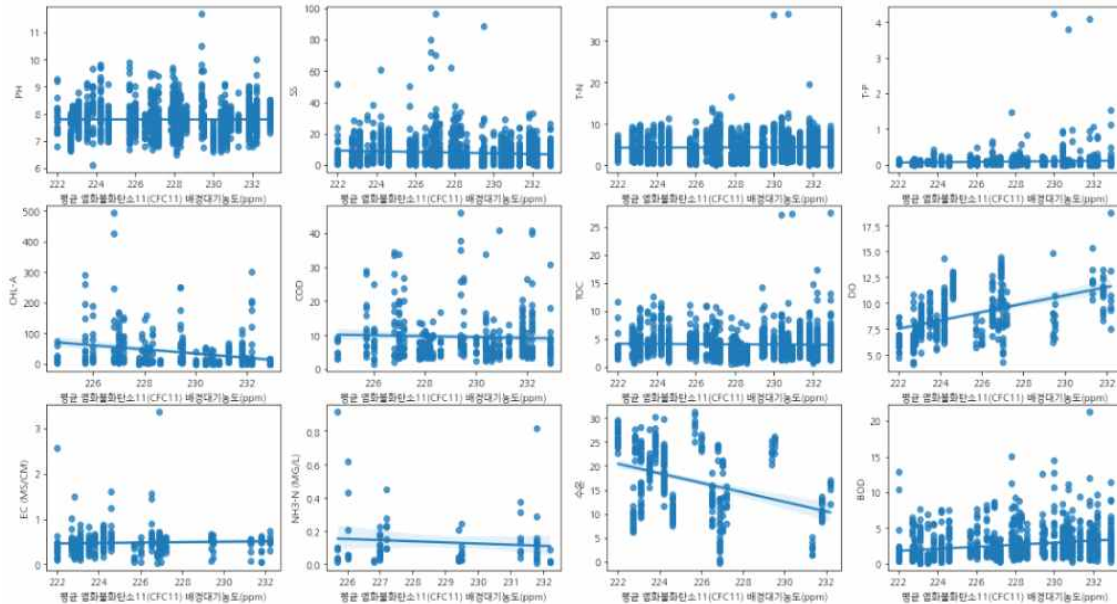


수질 지표	피어슨 상관계수	p-value
수온	0.6234	1.96e-41
DO	-0.4483	8.55e-20
CHL-A	0.3740	7.90e-13
COD	0.2340	1.16e-05
BOD	-0.2236	8.63e-13

• (피어슨 상관계수를 확인했을 때) 아산화질소 대기농도와 수온은 중간 음의 상관관계를 가지며, CHL-A, DO는 약한 양의 상관관계를 갖는다.

• (산점도 그래프를 그려 확인했을 때) 수온은 강한 양의 상관관계, DO는 중간 음의 상관관계, CHL-A는 중간 양의 상관관계를 보임을 알 수 있다.

#### 5.4. 평균 염화불화탄소11(CFC11) 배경 대기농도에 따른 수질 변화

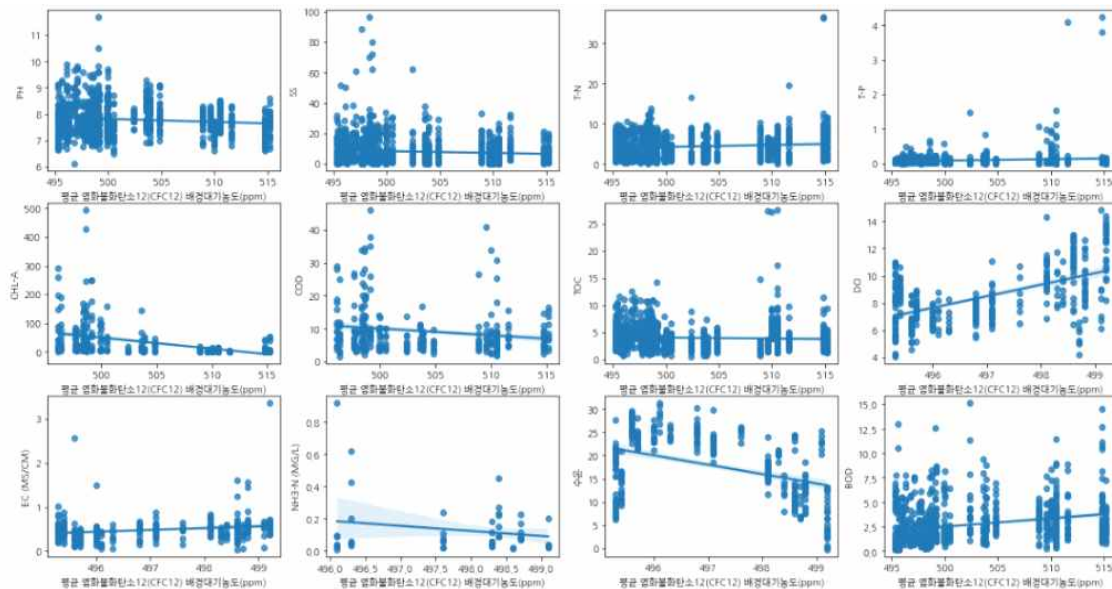


수질 지표	피어슨 상관계수	p-value
DO	0.4677	1.28e-21
수온	-0.3570	1.27e-12
CHL-A	-0.2557	1.61e-06
BOD	0.2091	2.49e-11

• (피어슨 상관계수를 확인했을 때) CFC11 대기농도와 DO는 중간 양의 상관관계를 가지며, 수온과 CHL-A는 약한 음의 상관관계를 보인다. BOD는 약한 양의 상관관계를 갖는다.

• (산점도 그래프를 그려 확인했을 때) 수온은 음의 상관관계, DO와 CHL-A는 양의 상관관계를 보임을 알 수 있다.

## 5.5. 평균 염화불화탄소12(CFC12) 배경 대기농도에 따른 수질 변화

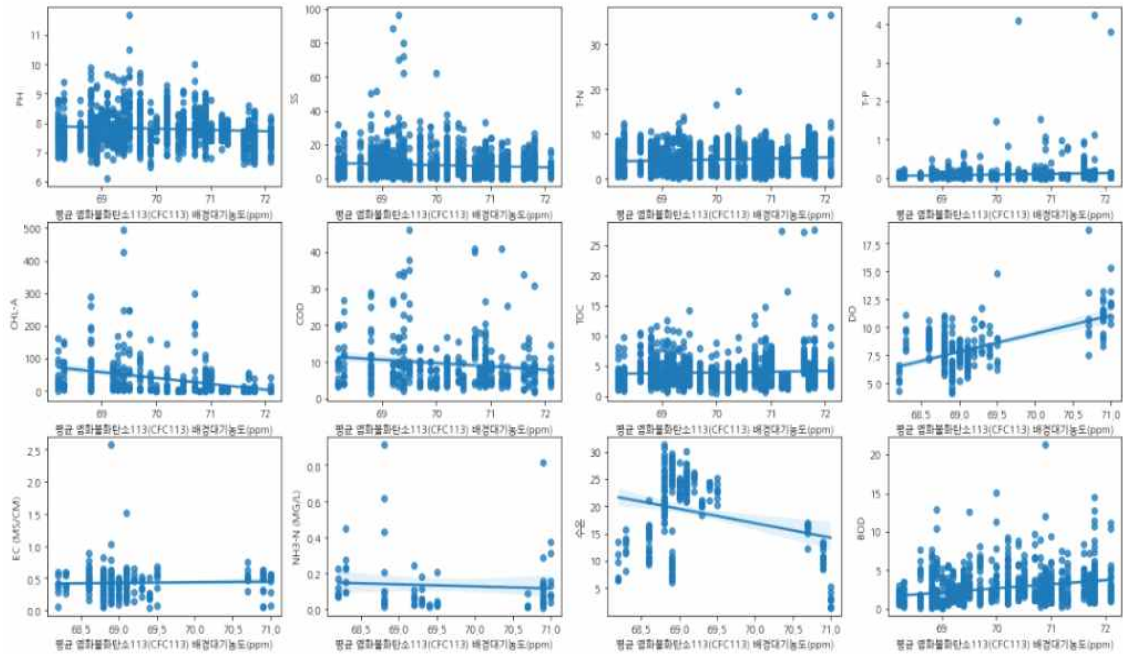


수질 지표	피어슨 상관계수	p-value
DO	0.5603	7.99e-30
수온	-0.4013	9.71e-15
CHL-A	-0.3927	5.08e-12
BOD	0.2487	3.18e-14
EC (ms/cm)	0.2136	6.51e-05

• (피어슨 상관계수를 확인했을 때) CFC12 대기농도와 DO는 강한 양의 상관관계를 가지며, CHL-A와 수온은 중간 음의 상관관계를 갖는다. BOD와 EC는 약한 양의 상관관계를 가진다.

• (산점도 그래프를 그려 확인했을 때) 수온과 CHL-A, COD는 음의 상관관계, DO는 양의 상관관계를 보임을 알 수 있다.

## 5.6. 평균 염화불화탄소113(CFC113) 배경 대기농도에 따른 수질 변화

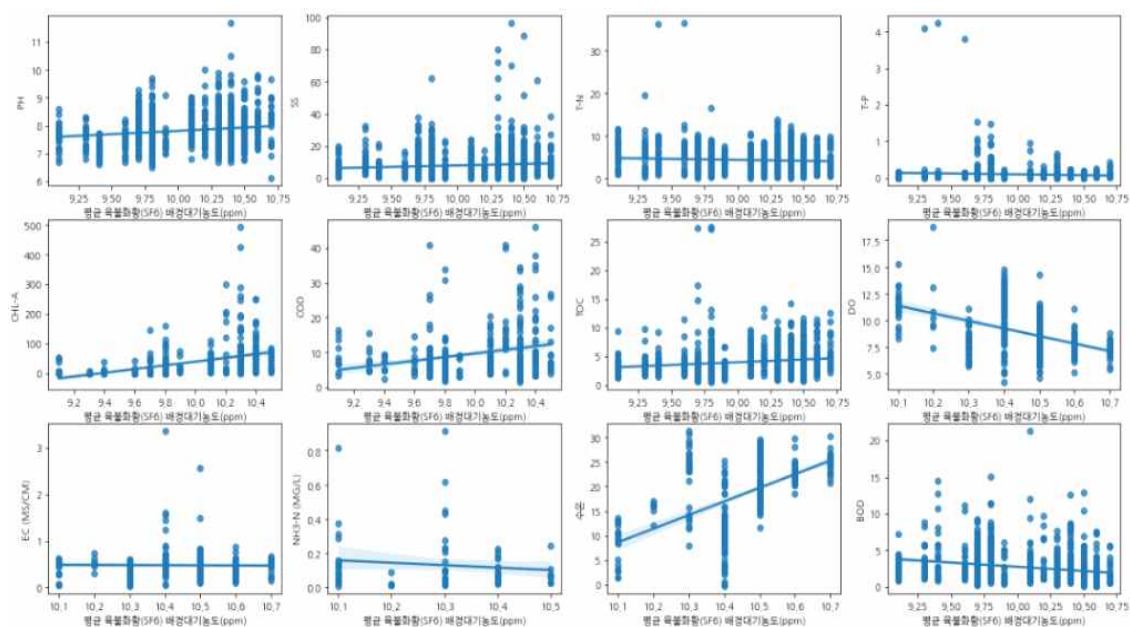


수질 지표	피어슨 상관계수	p-value
DO	0.5421	1.18e-20
CHL-A	-0.3152	2.39e-09
BOD	0.2592	5.76e-15
수온	-0.2472	7.29e-05

• (피어슨 상관계수를 확인했을 때) CFC113 대기농도와 DO는 강한 양의 상관관계를 가지며, CHL-A는 약한 음의 상관관계, BOD는 약한 양의 상관관계를 갖는다. 수온은 CFC113 대기농도와 약한 음의 상관관계를 보인다.

• (산점도 그래프를 그려 확인했을 때) 수온과 CHL-A는 음의 상관관계, DO와 BOD는 양의 상관관계를 보인다. 다른 지표들에서는 상관관계를 발견하기 어렵다.

## 5.7. 평균 육불화황(SF6) 배경 대기농도에 따른 수질 변화



수질 지표	피어슨 상관계수	p-value
수온	0.5486	7.49e-27
DO	-0.4429	5.32e-17
CHL-A	0.3636	3.67e-12
COD	0.2526	2.09e-06
BOD	-0.2063	1.35e-10

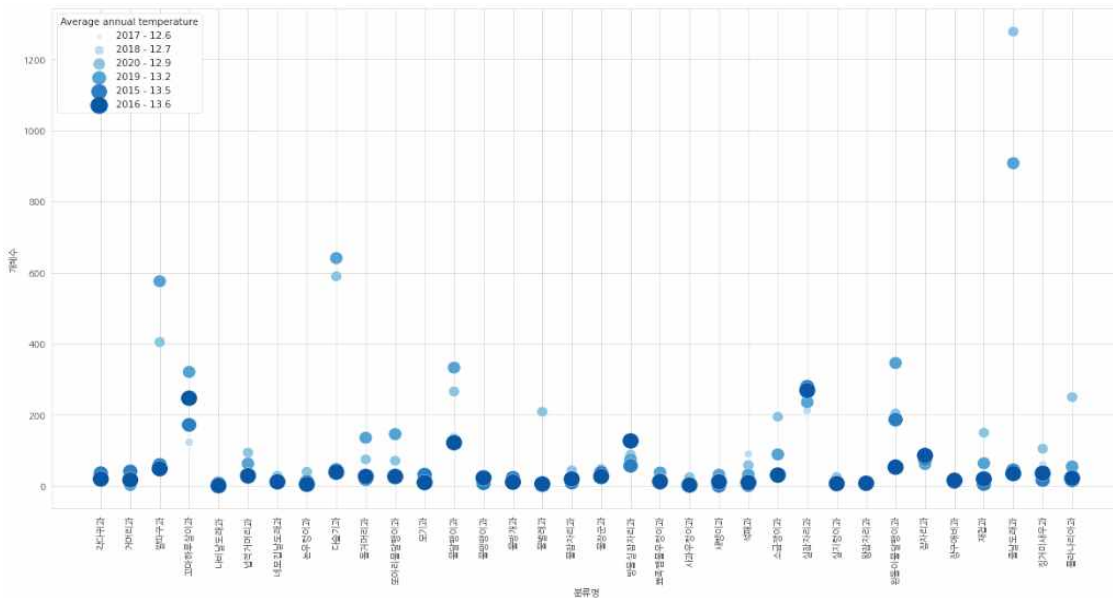
• (피어슨 상관계수를 확인했을 때) SF6 대기농도와 수온은 강한 양의 상관 관계를 가지며, DO, CHL-A는 각각 중간 음의 상관관계, 중간 양의 상관 관계를 갖는다.

• (산점도 그래프를 그려 확인했을 때) 수온과 CHL-A, COD는 양의 상관 관계를 가지며, DO는 음의 상관관계를 가짐을 확인할 수 있다.





## □ 산점도



- 연평균 기온은 2016년도에 가장 높게 나타난다.
- 대체적으로 2019년도에 개체수 양상이 가장 높게 나타난다.
- 2019년, 2020년 줄날도래의 개체수가 확연하게 증가했다.

## ※ 줄날도래

하천의 상류부터 하류에 이르기까지 서식범위가 매우 넓고, 특히 유기물이 풍부한 중류 규모의 하천에서 매우 높은 개체밀도로 출현한다.

## □ 상관관계수 분석

	피어슨 상관관계수	p-value
석패과	-0.9106	0.011
실잠자리과	0.9346	0.006

- 연평균 기온과 석패과 생물은 강한 음의 상관관계를 가진다.
- 연평균 기온과 실잠자리과의 생물은 강한 양의 상관관계를 가진다.



## 1.2. 연 최저기온과 1차 소비자 생물다양성 관계분석

### □ 상관계수 분석

	피어슨 상관계수	p-value
방울실잠자리과	-0.9067	0.0126
원돌이물달팽이과	0.8512	0.0315

- 연 최저기온과 방울실잠자리과의 생물은 강한 음의 상관관계를 가진다.
- 연 최저기온과 원돌이물달팽이과의 생물은 강한 양의 상관관계를 가진다.
- 실잠자리과는 온도가 높을수록 개체수가 증가한다.

## 1.3. 연 최고기온과 1차 소비자 생물다양성 관계분석

### □ 상관계수 분석

	피어슨 상관계수	p-value
넙적거머리과	-0.6305	0.179
네모집날도래과	-0.7410	0.091

- 연 최고기온과 넙적거머리과의 생물의 상관계수 p-value가 유의 수준 0.05를 넘어섰기 때문에, 둘의 선형 상관관계를 분석할 수 없다.
- 연 최고기온과 네모집날도래과의 생물의 상관계수 p-value가 유의 수준 0.05를 넘어섰기 때문에 둘의 선형 상관관계를 분석할 수 없다.

#### 1.4. 연평균 최저기온과 1차 소비자 생물다양성 관계분석

##### □ 상관계수 분석

	피어슨 상관계수	p-value
실잠자리과	0.9606	0.002
잠자리과	0.9493	0.003

- 연평균 최저기온과 실잠자리과의 생물은 강한 양의 상관관계를 가진다.
- 연평균 최저기온과 잠자리과의 생물은 강한 양의 상관관계를 가진다.

#### 1.5. 연평균 최고기온과 1차 소비자 생물다양성 관계분석

##### □ 상관계수 분석

	피어슨 상관계수	p-value
논우렁이과	-0.8169	0.047
물장군과	-0.8690	0.024
사과우렁이과	-0.8552	0.029
실지렁이과	-0.8454	0.033
징거미새우과	-0.9490	0.003

- 연평균 최고기온과 논우렁이과, 물장군과, 사과우렁이과, 실지렁이과, 징거미새우과 생물은 강한 음의 상관관계를 가진다.  
평균 기온이 상승할수록 이들의 개체수가 감소한다.

## 1.6. 연도별 5~9월의 평균 기온과 1차 소비자 생물 다양성 관계 분석

### □ 상관계수 분석

	피어슨 상관계수	p-value
물잠자리과	-0.6245	0.184
실잠자리과	-0.6222	0.187
꼬마하루살이과	-0.6234	0.186
네모집날도래과	-0.6704	0.145

※ 곤충은 대개 5~9월에 산란과 부화가 일어나기 때문에, 2015~2020 각 연도별 5~9월 기온을 평균화하여 상관계수를 분석하였다.

- 5~9월의 평균 기온과 물잠자리과, 실잠자리과, 꼬마하루살이과, 네모집날도래과 개체 수에 대한 상관계수의 p-value가 0.05 유의수준을 넘어서기 때문에 이들 간 선형 상관관계를 분석할 수 없다.

## 1.7. 연도별 5~9월의 최고 기온과 1차 소비자 생물다양성 관계분석

### □ 상관계수 분석

	피어슨 상관계수	p-value
실지렁이과	-0.8236	0.043
네모집날도래과	-0.8552	0.029

- 5~9월의 최고 기온과 실지렁이과, 네모집날도래과 개체 수는 강한 음의 상관관계를 보인다.  
최고 기온이 상승할수록 이들의 개체 수는 감소한다.

## 1.8. 연도별 5~9월의 최저 기온과 1차 소비자 생물 다양성 관계 분석

### □ 상관계수 분석

	피어슨 상관계수	p-value
잠자리과	0.9142	0.01

- 잠자리과의 개체 수와 5~9월의 최저 기온 간 상관계수는 강한 양의 상관 관계를 보인다.

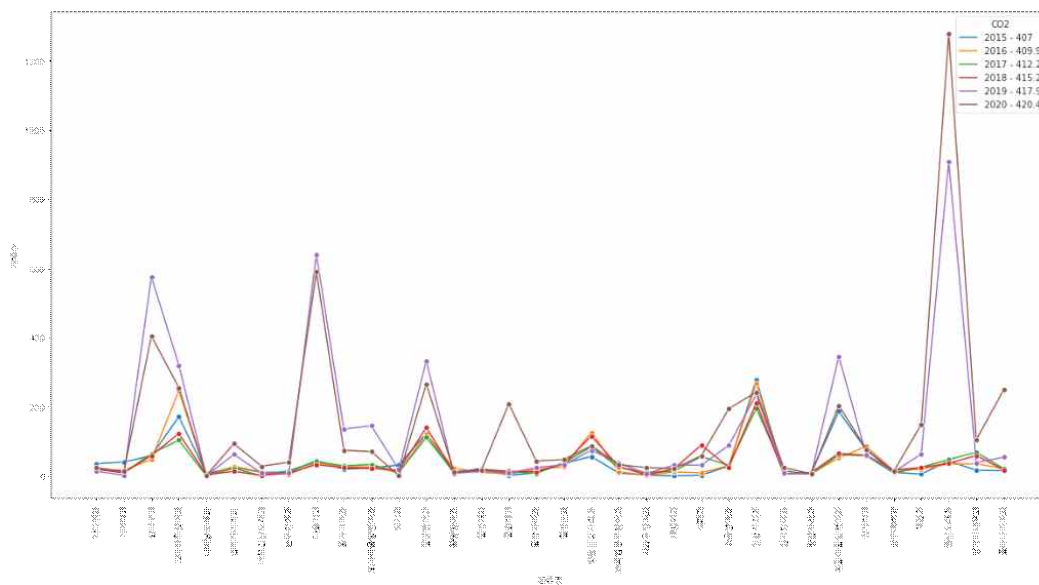
최저 기온이 상승할수록 잠자리과의 개체 수는 증가한다.

## 2. 온실가스에 따른 1차 소비자 양상

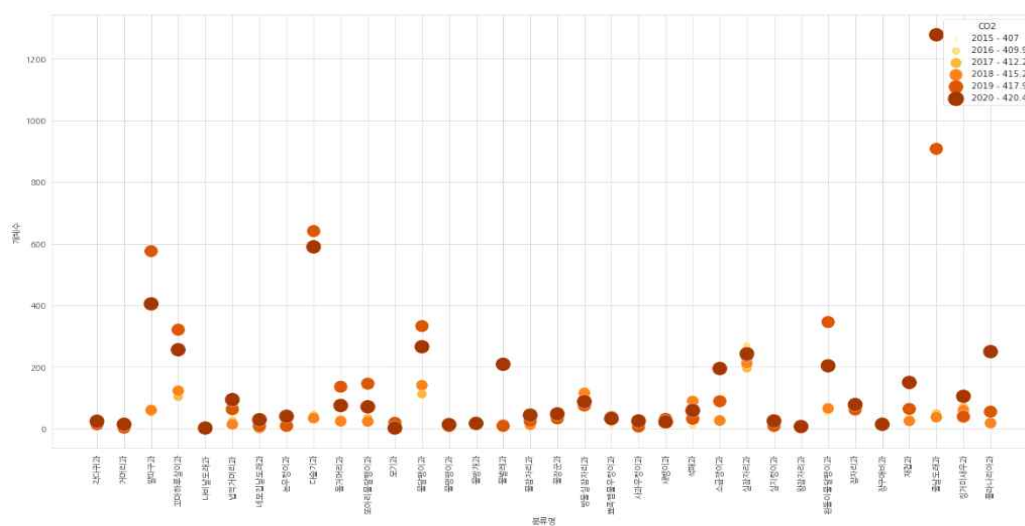
※ 온실 가스는 지구환경 유지에 없어서는 안 될 필수적인 요소지만, 산업 발전으로 인한 온실가스 증가는 기후변화, 지구온난화와 같은 온실가스 효과를 초래하며, 생태계의 변화와 함께 인류 생존에 위협적인 요소로 간주되고 있다.

### 2.1. 하천 별 관측 데이터 내에서, 연평균 CO2 대기 농도와 1차 소비자 생물 다양성 관계 분석

□ line plot



□ 산점도



## □ 상관계수 분석

	피어슨 상관계수	p-value
다슬기과	0.8141	0.048
뽕족뽕물우렁이과	0.9351	0.006
새뱅이과	0.8798	0.020
재첩과	0.8480	0.032
줄날도래과	0.8430	0.035

- 연평균 CO<sub>2</sub> 대기 농도와 다슬기과, 뽕족뽕물우렁이과, 새뱅이과, 재첩과, 줄날도래과 개체 수는 강한 양의 상관관계를 보인다.

CO<sub>2</sub> 대기 농도가 상승할수록 개체 수가 증가한다.

CO<sub>2</sub> 농도는 기후 변화와 생태계 파괴의 요인이 되지만, 기후에 적응된 개체로 추측된다.

## 2.2. 연 평균 메탄 대기 농도와 1차 소비자 생물 다양성 관계 분석

### □ 상관계수 분석

	피어슨 상관계수	p-value
넙적거머리	0.8246	0.043
다슬기과	0.8280	0.041
물잠자리과	0.8410	0.035
뽕족뽕물우렁이과	0.8795	0.020
새뱅이과	0.8232	0.044
소금쟁이과	0.8595	0.028
재첩과	0.9120	0.011
줄날도래과	0.8820	0.020

- 연평균 메탄 대기 농도와 넙적거머리, 다슬기과, 물잠자리과, 뽕족뽕물우렁이과, 새뱅이과, 소금쟁이과, 재첩과, 줄날도래과 개체 수는 강한 양의 상관 관계를 보인다.

메탄 대기 농도가 상승할수록 개체수가 증가한다.

메탄 농도는 기후 변화와 생태계 파괴의 요인이 되지만, 기후에 적응된 개체로 추측된다.

## 2.3. 연 평균 아산화질소 대기 농도와 1차 소비자 생물 다양성 관계 분석

### □ 상관관계수 분석

	피어슨 상관관계수	p-value
다슬기과	0.8116	0.049
뽕족뺨물우렁이과	0.9544	0.003
새뱅이과	0.8933	0.016
재첩과	0.8173	0.046
줄날도래과	0.8275	0.042

- 연평균 아산화질소 대기 농도와 다슬기과, 뽕족뺨물우렁이과, 새뱅이과, 재첩과, 줄날도래과는 강한 양의 상관관계를 보인다.

아산화질소 대기 농도가 상승할수록 개체 수가 증가한다.

아산화질소 농도는 기후 변화와 생태계 파괴의 요인이 되지만, 기후에 적응된 개체로 추측된다.

## 2.4. 연 평균 염화불화탄소11 대기 농도와 1차 소비자 생물 다양성 관계 분석

### □ 상관계수 분석

	피어슨 상관계수	p-value
물장군과	-0.8862	0.018

- 물장군과의 생물과 연평균 염화불화탄소11 대기 농도는 강한 음의 상관관계를 보인다.

염화불화탄소11 대기 농도가 상승할수록 개체 수가 감소한다.

## 2.5. 연평균 염화불화탄소12 대기 농도와 1차 소비자 생물다양성 관계분석

### □ 상관계수 분석

	피어슨 상관계수	p-value
물장군과	-0.8184	0.046
석패과	-0.8313	0.040
징거미새우과	-0.8129	0.049

- 연평균 염화불화탄소12 대기 농도와 물장군과, 석패과, 징거미새우과는 강한 음의 상관관계를 보인다.

염화불화탄소12 대기 농도가 상승할수록 개체 수가 감소한다.



## 2.6. 연평균 염화불화탄소113 대기 농도와 1차 소비자 생물다양성 관계분석

### □ 상관계수 분석

	피어슨 상관계수	p-value
물장군과	-0.8329	0.039
징거미새우과	-0.8282	0.041

- 연평균 염화불화탄소113 대기 농도와 물장군과, 징거미새우과는 강한 음의 상관관계를 보인다.

염화불화탄소113 대기 농도가 상승할수록 개체수가 감소한다.

## 2.7. 연 평균 육불화황 대기 농도와 1차 소비자 생물 다양성 관계 분석

### □ 상관계수 분석

	피어슨 상관계수	p-value
넙적거머리	0.8681	0.024
다슬기과	0.8628	0.026
물잠자리과	0.8772	0.021
뽕족뽕물우렁이과	0.8516	0.031
소금쟁이과	0.9046	0.013
재첩과	0.9414	0.005
줄날도래과	0.9239	0.008
플라나리아과	0.8527	0.030

- 연평균 육불화황 대기 농도와 넙적거머리, 다슬기과, 물잠자리과, 뽕족뽕물우렁이과, 소금쟁이과, 재첩과, 줄날도래과, 플라나리아과의 개체 수는 강한 양의 상관관계를 보인다.

육불화황 대기 농도가 상승할수록 개체 수가 증가한다.

육불화황 농도는 기후변화와 생태계 파괴의 요인이 되지만, 기후에 적응된 개체로 추측된다.

### 3. 귀무가설과 대립가설의 선택

최종 채택된 가설

① 하천 수질 평가지표에는 '총 질소'가 없지만, 실제로 수질의 영향을 받는 개체들은 '총 질소'의 영향도 받을 것이다.

– 'B. 수질 성분에 따른 1차 소비자 양상' 분석 결과를 토대로, p-value가 0에 가까웠기 때문에 **대립가설을 채택**하였다.

(coefficient -0.22, pvalue 0.0001)

② 연평균 기온이 증가한다면 수온이 증가하고, 기후변화에 적응하지 못한 생물들의 개체 수가 감소한다.

– 'C. 1.6. 연도별 5~9월의 평균 기온과 1차 소비자 생물 다양성 관계 분석' 결과를 토대로, 5~9월 평균 기온에 따른 1차 소비자 관계에서 뚜렷한 양의 상관관계를 보이는 개체수가 없었기 때문에 **귀무가설이 채택**되었다.

③ 미량기체 농도는 수질 성분에 영향을 미치며, 이러한 현상은 1차 소비자 개체 수에 영향을 미치지 않는다.

– 'B. 5.1. 평균 이산화탄소(CO<sub>2</sub>) 배경 대기농도에 따른 수질 변화' 분석 결과를 토대로, 이산화탄소 대기농도와 수온은 강한 음의 상관관계를 가지며, DO(용존산소) 및 EC(전기 전도도)는 중간 양의 상관관계를 가졌다.

– 미량기체 농도에 큰 영향을 받는 수온, DO, EC에 대한 개체 수 변화를 분석했을 때, 데이터 양이 적어 이상치와 구별이 힘들고 선형관계성을 분석하기 어려웠으므로 **귀무가설을 채택**하였다.

④ 기후 변화에 따라 개체 수가 단조적으로 증감하지 않고, 기후에 적응된 개체가 존재할 것이다.

- 'C. 2.1. 하천 별 관측 데이터 내에서, 연평균 CO<sub>2</sub> 대기 농도와 1차 소비자 생물 다양성 관계 분석'
- 온실가스 대기농도와 1차 소비자 관계분석 결과에 따라, 연평균 이산화탄소(CO<sub>2</sub>) 대기농도, 연평균 메탄(CH<sub>4</sub>)의 대기농도와 강한 양의 상관관계를 보이는 특정 개체들이 존재하였다. **대립가설을 채택**하였다.

⑤ 1차 소비자를 먹이로 생존하는 2차 소비자는 1차 소비자 개체 양상에 영향을 받는다.

- 1차 소비자인 실잠자리과, 각다귀과와 2차 소비자간의 상관관계 분석을 했을때, 강한 음의 상관관계를 보이는 개체가 있다.
- 실잠자리과와 각다귀과를 제외한 나머지 개체들에 대한 2차 소비자간의 상관관계를 분석을 했을때, 모두 강한 양의 상관관계를 보였기 때문에 **귀무가설을 채택**하였다.

### III. 결론

#### 1. 분석 결론

##### □ DIKW 피라미드

##### A. 1차 소비자와 2차 소비자의 양상

- **Data** : 15~20년에 관측된 담수생태계 1차 소비자와 2차 소비자의 개체명과 개체 수가 포함된 데이터
- **Information** : 1차 소비자와 2차 소비자의 상관관계를 분석했을 때, 1차 소비자의 개체 수는 2차 소비자의 개체 수에 영향을 준다.
- **Knowledge** : 1차 소비자의 개체수가 유지가 잘 된다면, 2차 소비자의 개체 수 또한 유지가 잘 될 것이다.
- **Wisdom** : 결국 1차 소비자의 개체 수는 먹이 사슬 구조로 인해 상위 포식자 개체 수에 영향을 미칠 것이라고 판단한다.

## B. 수질 분석에 따른 1차 소비자 양상

- **Data** : 17~20년도 수원의 하천/호소 월평균 수질 분석 데이터, 월평균 온실가스 대기 농도 데이터

- **Information** :

pH 값이 7.5 ~ 8.5 사이에는 종의 수가 다양하게 분포한다. 7.5보다 낮거나 8.5보다 높은 경우에는 개체 수가 적어진다.

T-N 값이 높을수록 개체 수가 적어지고, 종의 수가 적어진다.

T-P 값이 높을수록 개체 수가 적어지고, 종의 수가 적어진다.

BOD 값이 높을수록 개체 수와 종의 수가 적어진다.

TOC 값이 낮을수록 종의 수가 상승하는 경향이 있다.

SS 값이 높을수록 종의 수가 적어진다.

수온은 이산화탄소 대기농도와 강한 음의 상관관계를 가지며, DO는 중간 양의 상관관계, EC는 약한 양의 상관관계를 보인다.

메탄 대기농도와 수온은 중간 음의 상관관계를 가지며, CHL-A는 약한 양의 상관관계를 갖는다.

아산화질소 대기농도와 수온은 중간 음의 상관관계를 가지며, CHL-A, DO는 약한 양의 상관관계를 갖는다.

CFC11 대기농도와 CD는 중간 양의 상관관계를 가지며, 수온과 CHL-A는 약한 음의 상관관계를 보인다. BOD는 약한 양의 상관관계를 갖는다.

CFC12 대기농도와 DO는 강한 양의 상관관계를 가지며, CHL-A와 수온은 중간 음의 상관관계를 갖는다. BOD와 EC는 약한 양의 상관관계를 가진다.

CFC113 대기농도와 DO는 강한 양의 상관관계를 가지며, CHL-A는 약한 음의 상관관계, BOD는 약한 양의 상관관계를 갖는다. 수온은 CFC113 대기농도와 약한 음의 상관관계를 보인다.

SF6 대기농도와 수온은 강한 양의 상관관계를 가지며, DO, CHL-A는 각각 중간 음의 상관관계, 중간 양의 상관관계를 갖는다.

- **Knowledge** : 온실가스 배출량이 적어지면 수질이 좋아지고, 수질이 좋아짐에 따라서 개체수가 많아지고 종도 다양하게 분포한다.
- **Wisdom** : 결국 온실가스 배출량을 줄이는 것이 수질과 담수생태계의 생물 다양성에 긍정적인 영향을 끼칠 것이라고 판단한다.

## C. 기후변화에 따른 1차 소비자의 양상

- **Data** : 15~20년에 관측된 담수생태계 1차 소비자의 개체 수 데이터, 15~20년 기온 데이터, 15~20 온실가스 대기농도 데이터

- **Information** :

연평균 최고기온이 증가함에 따라, 1차 소비자 개체수가 감소한다.

연평균 최저기온이 증가함에 따라, 잠자리과 생물 개체수가 증가한다.

연도별 5~9월의 최고 기온이 증가함에 따라, 개체 수는 감소한다.

연평균 CO<sub>2</sub> 대기 농도가 증가함에 따라, 특정 개체 수는 증가한다.

연평균 CH<sub>4</sub> 대기 농도가 증가함에 따라, 특정 개체 수는 증가한다.

연평균 아산화질소 대기 농도가 증가함에 따라, 특정 개체 수는 증가한다.

연평균 CFC11 대기 농도가 증가함에 따라, 물장군과의 개체 수는 감소한다.

연평균 CFC12 대기 농도가 증가함에 따라, 물장군과, 석패과, 징거미새우과의 개체수는 감소한다.

연평균 CFC113 대기 농도가 증가함에 따라, 물장군과, 징거미새우과의 개체 수는 감소한다.

연평균 SF<sub>6</sub> 대기 농도가 증가함에 따라, 특정 개체 수는 증가한다.

- **Knowledge** :

기온이 올라가면, 1차 소비자의 개체 수는 감소한다.

온실가스 대기농도는 기후변화와 생태계 파괴의 요인이 되지만, 기후에 적응된 개체 수는 증가한다.

- **Wisdom** : 온실가스 배출량을 줄여서 평균 기온을 낮춘다면, 대체적으로 1차 소비자의 생물다양성이 잘 보존될 것이다.

## 2. 분석 환경 정보

- **사용 환경** : ML Studio

- **로그인 정보** :

- ID : SKH-ML-GRP002-USR001@junokoreashe.onmicrosoft.com

- Password : aivle202202!

- **소스코드**

- 가설01\_수질과 1차 소비자 관계분석.ipynb

- 가설02\_기온과 1차 소비자 관계분석.ipynb

- 가설03\_수질과 온실가스 관계분석.ipynb

- 가설04\_온실가스와 1차 소비자 관계분석.ipynb

- 가설05\_1차 및 2차 소비자 관계분석.ipynb

- **사용 데이터**

- 수원시\_연도별\_어류(scaled).csv**

- 국립 생태원에서 제공한 15~20년 수원시 어류 관측 데이터

- 2015년부터 2020년 내에 공통으로 관측된 생물 중, 연도에 따른 개체 비율을 정리한 데이터

- 수원시\_연도별\_저서무척추(scaled).csv**

- 국립 생태원에서 제공한 15~20년도 수원시 저서성 무척추 생물 관측 데이터

- 2015년부터 2020년 내에 공통으로 관측된 생물 중, 연도에 따른 개체 비율을 정리한 데이터

- 연평균 CO2농도별 1차 소비자 개체수.csv**

- 기상청 기상자료개방포털에서 수집한 연평균 CO<sub>2</sub>농도와 이에 따른 1차 소비자 개체수를 정리한 데이터

- 연평균 기온별 1차 소비자 개체수.csv**

- 기상청 기상자료개방포털에서 수집한 연평균 기온과 이에 따른 1차 소비자 개체수를 정리한 데이터

### **연평균 비교.csv**

기상청 기상자료개방포털에서 수집한 15~20년도 기온 및 온실 가스에 따른 1차 소비자 개체 수를 정리한 데이터

- 기온 정보: 연평균 기온, 최저기온, 최고기온, 평균 최저기온, 평균 최고기온
- 온실 가스: CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O, CFC11, CFC12, CFC113, SF<sub>6</sub>

### **온실가스.csv**

기상청 기상자료개방포털에서 수집한 월평균 CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O, CFC11, CFC12, CFC113, SF<sub>6</sub> 농도 데이터

### **저서무척추.csv**

국립 생태원에서 제공한 15~20년도 수원시 저서성 무척추 생물 관측 데이터

### **하천.csv, 호소.csv**

수원특례시에서 제공한 17~20년도 하천/호소 수질 데이터



- 파일 위치

```
/final
├── data
│   ├── proc/
│   │   ├── 수원시_연도별_어류(scaled).csv
│   │   ├── 수원시_연도별_저서무척추(scaled).csv
│   │   ├── 연평균 CO2농도별 1차소비자 개체수.csv
│   │   ├── 연평균 기온별 1차소비자 개체수.csv
│   │   ├── 연평균 수질별 1차소비자 개체수.csv
│   │   ├── 연평균 비교.csv
│   │   ├── 온실가스.csv
│   │   ├── 저서무척추.csv
│   │   ├── 하천.csv
│   │   └── 호소.csv
│   └── raw/
│       ├── 수원시데이터_어류_2005_2020_전국.csv
│       └── 수원시데이터_저서무척추_2005_2020_전국.csv
└── src
    ├── 가설01_수질과 1차 소비자 관계분석.ipynb
    ├── 가설02_기온과 1차 소비자 관계분석.ipynb
    ├── 가설03_수질과 온실가스 관계분석.ipynb
    ├── 가설04_온실가스와 1차 소비자 관계분석.ipynb
    ├── 가설05_1차 및 2차 소비자 관계분석.ipynb
    └── ...
```

- requirements

seaborn==0.11.2

folium==0.13.0

haversine==2.7.0