

千曲川本流支流 水質調査

—2016～2022年の中間報告—

学校法人上田学園 上田西高等学校

報告者：生物同好会

代表者：吉池舞子・長澤麗奈・沓掛未咲
石坂拓己・大野耀平・水井誠人

1.はじめに

～今回の調査発表～

- ①千曲川本流の20年から2022年の結果の比較報告
- ②支流の矢出沢川の水質調査結果(今回は未掲載)
- ③千曲川鯉西前での止水性と流水性の地点での比較

<調査過程>

- 2016年 学校の隣を流れている千曲川の調査開始
- 2019年 台風19号襲来 千曲川に変化
- 2020年 新調査地点(下水処理水流入地点)の追加
- 2021年 上田市内を流れる支流の矢出沢川での調査
- 2022年 長野大学淡水生物学研究所との共同研究

【目的】

- 1, 千曲川の水質のモニター
- 2, 川の河川浄化作用の解明に迫る

2. 調査場所(千曲川本流)



3. 調査方法

(1) 千曲川水系の水質環境の把握

- ① 指標生物による水質判定
- ② パケットテストによる水質判定
- ③ ウィンクラー法で溶存酸素(DO)の測定

(2) 魚餌生産力の推定をする。生物量の把握

- ① 50cm × 50cmのコドラートにおける水生昆虫の全量調査

(1) 指標生物による水質判定

1. コドラートを置き、枠内の生物を採取。
石の表面を白バットに洗い落とす。
2. 研究室で採取した生物の分類をする。
3. 生物数・種類を数え、水質の判定を行う。

(1) 指標生物による水質判定

1. 生物採取

コドラートを置く(水深30センチ程度)
下流に網を張り、石を取る



50cm×50cmの枠



必要な道具



石の**表面**についている生物を洗い流す



2023年1月より次のように調査を変更する

環境省の日本版平均スコア法(2017年3月)



上流側に立ち、網を下流側に置き、1分間足で蹴りだして、石を動かし、底生生物を網に入れる。その後、網の中の生物、石を持ち帰る。これを3回行う。(キック法)



(1) 指標生物による水質判定

2. 生物の分類

生物数・種類を調べる

たくさんの
水生昆虫!!



< 指標生物の条件 >

全国的

誰でも判定し
やすい

生息する生物は
水深30cm以内

生息する幅が狭い



①きれいな水:水質階級 I

ナミウズムシ
 石の表面にはりついていて、伸び縮みする中・下流部には外来種がいることがある
 外来種 アメリカツノウズムシ

ヒラタカゲロウ類
 流れの速い石の表面にはりついている

カワゲラ類
 体ががんじょうな感じがする石の下やすき間にいる

サワガニ
 体色は赤色、茶色、青白色のものがあるが、同じ種類である

ヘビトンボ
 流れの速い石の下にひそんでいて、えものをおそう

ブユ類
 急流の岩や石に吸盤ではりついている集団をつくり、石が黒く見えることもある

アミカ類
 腹面に吸盤があり、急流の岩や石にはりついている

ナガレトビケラ類
 流れの速いところにいる

ヤマトビケラ類
 流れの少しゆるやかなところの石面に多い

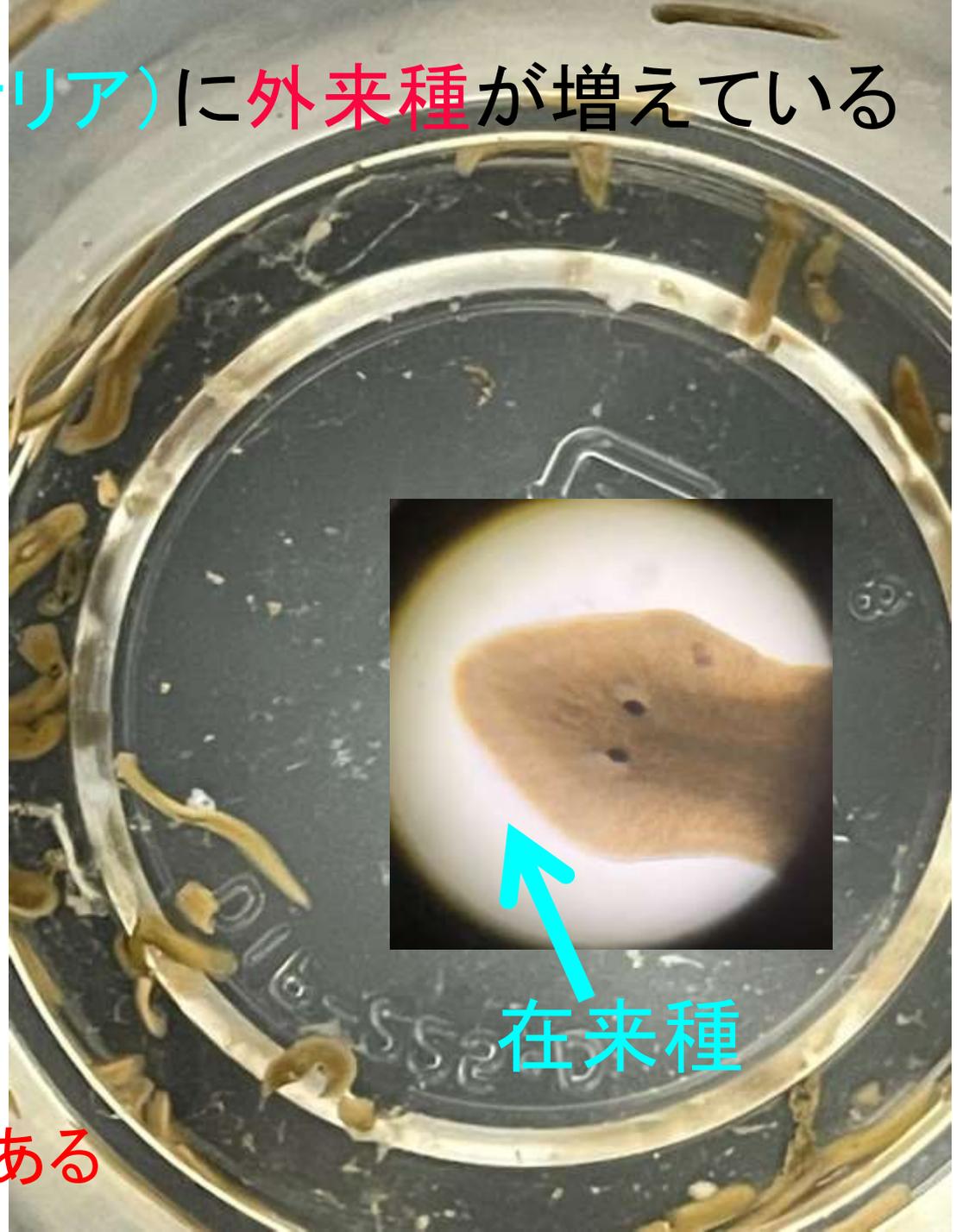
ヨコエビ類
 上流の石の下や水中にたまった落葉の間にいる

特徴:
 平たい体、えら5本、尾は2本、頭、きょうばん(吸盤)、棒状の突起、小さな石粒の巣

外来種:
 アメリカツノウズムシ、フロリダマミズヨコエビ

全12種類

ナミウズムシ(プラナリア)に外来種が増えている



外来種・・・耳に突起がある

在来種

② ややきれいな水: 水質階級 II

全6種類

カワニナ類
 流れの少しゆるやかなところにいる
 外来種のコモチカワツボ*は数mmと小型
 実物大
 ×2 から 一般の口が丸
 外来種 コモチカワツボ*
 ×0.5 から 一般の口がひし形

コオニヤンマ
 流れが少しゆるやかなところにいる
 実物大
 平たい体
 平たい触角

ヒラタドロムシ類
 石の表面にはりついている
 実物大
 ×2
 平たい体

コガタシマトビケラ類
 頭部の前縁に浅い凹みがある
 実物大
 ×3
 浅い凹み
 ×10

ゲンシボタル
 流れが少しゆるやかなところにいる
 カワニナをえさとする
 実物大
 ×2
 ぜんまい ちよう 前脚の様相が異なる
 ゲンシボタル
 ハイケボタル*

オオシマトビケラ
 流れが少し速いところにいる
 実物大
 ×25
 頭に広い平らな面がある

③きたない水: 水質階級Ⅲ

全4種類



ミズムシ

落葉のあるところではきれいな水にもいる



シマイシビル

だてじまもよう
背中に縦縞模様がある
の
伸びたり縮んだりする
尾の先に吸盤がある



タニシ類

流れのゆるやかなところにいる



ミズカマキリ

川では川岸の草の中などにいる

④とてもきたない水：水質階級Ⅳ

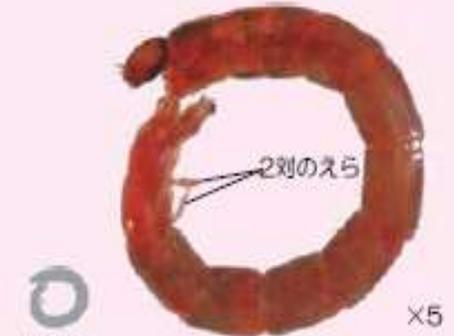
全4種類



×2.5
エラミミズ
尾部にえらがある
流れのゆるやかなところにいる



サカマキガイ
多くの巻貝と違い、左巻き
流れのゆるやかなところにいる



ユスリカ類
腹部に2対（4本）または1対（2本）のひも状のえらがある
淵でみられる赤いユスリカはセスジユスリカやハイロユスリカが多い



チョウバエ類
尾部、腹部背面にかたい部分（キチン板）がある



アメリカザリガニ
北アメリカ原産の外来種
流れのゆるやかなところにいる

3. 水質判定法

1. 採取した**指標生物**の数を数える。
2. 集計用紙に記録

⇒出現した生物に○・●
 (数が多い上位2種類3つには●)

○+●=1番多かった水質階級
 ⇒この地点の水質！

階級 I のきれいな水

水質		指標生物	見つかった指標生物の欄に○印			
きれいな水	水質階級 I	1. カワゲラ類	○			
		2. ヒラタカゲロウ類				
		3. ナガレトビケラ類	○			
		4. ヤマトビケラ類				
		5. アミカ類	○			
		6. ヨコエビ類				
		7. ヘビトンボ	●			
		8. ブユ類	○			
		9. サワガニ	●			
		10. ナミウズムシ				
ややきれいな水	水質階級 II	1. コガタシマトビケラ類				
		2. オオシマトビケラ	○			
		3. ヒラタドロムシ類				
		4. ゲンジボタル				
		5. コオニヤンマ				
		6. カワニナ類	○			
		7. ヤマトシジミ				
		8. イシマキガイ				
きたない水	水質階級 III	1. ミズカマキリ				
		2. ミズムシ				
		3. タニシ類				
		4. シマイシテル				
		5. ニホンドロソコエビ				
		6. イソコツブムシ類				
とてもきたない水	水質階級 IV	1. ユスリカ類				
		2. チョウバエ類				
		3. アメリカザリガニ				
		4. エラミミズ				
		5. サカマキガイ				
水質階級の判定	水質階級	I	II	III	IV	
	1. ○印と●印の個数	6	2			
	2. ●印の個数	2				
	3. 合計(1.欄+2.欄)	8	2			
その地点の水質階級		I				

6

2

0

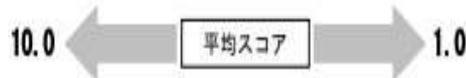
0

2023年1月より次のように調査方法を変更する 環境省の日本版平均スコア法(2017年3月)

(2)スコア(総スコア、平均スコア)による評価

スコアの算出については表6に示したスコア表を用い、採集された水生生物のスコアを地点ごとに合計し、総スコア(TS)とする。また、総スコアを確認された科数で割った値を平均スコア(ASPT)とする。計算例を表7に示す。なお、平均スコアは、小数点第2位を四捨五入し、表示は小数点第1位までとする。

本調査法の評価値としては平均スコアを用い、10.0~1.0で評価する。



また、調査の結果得られた平均スコアを、平均スコア階級(表5)と比較することで、その地点の相対的な河川環境の良好性を判定することができる。

表5 平均スコア階級

平均スコアの範囲	河川水質の良好性
7.5以上	とても良好
6.0以上 7.5未満	良好
5.0以上 6.0未満	やや良好
5.0未満	良好とはいえない

※平均スコア階級とは、全国の河川の調査結果から得られた平均スコアの頻度分布を参照のうえ、4段階に区分した評価軸である。

表7 総スコアと平均スコアの計算例

分類群名	スコア	出現状況	分類群名	スコア	出現状況
カゲロウ目 フタオカゲロウ科 Siphonuridae	8	○	チョウ目 ツトガ科 Crambidae	7	
ガガンボ科ガケロウ科 Dipteromimidae	10		コウチュウ目 ゲンゴロウ科 Dytiscidae	5	○
ヒメフタオカゲロウ科 Ameletidae	8	○	ミズスマシ科 Gyrinidae	8	
テラカゲロウ科 Isorychidae	8		ガムシ科 Hydrophilidae	4	
ヒラタカゲロウ科 Heptageniidae	9	○	ヒラタドROMシ科 Psephenidae	8	
コカゲロウ科 Baetidae	6	○	ドROMシ科 Dryopidae	8	
トビイロカゲロウ科 Leptophlebiidae	9	○	ヒメドROMシ科 Elmidae	8	○
マダラカゲロウ科 Ephemerellidae	8	○	ホタル科 Lampyridae	8	
ヒメシロカゲロウ科 Caenidae	7		ハエ目 ガガンボ科 Tipulidae	8	○
カワカゲロウ科 Potamanthidae	8		アミカ科 Blephariceridae	10	○
モンカゲロウ科 Ephemeridae	8	○	チョウバエ科 Psychodidae	1	
シロイロカゲロウ科 Polymitarcyidae	8		ブユ科 Simuliidae	7	
トンボ目 カワトンボ科 Calopterygidae	6		ユスリカ科 (ユスリカ族:腹脚あり)	Chironomidae	2
ムカシトンボ科 Epiophlebiidae	9		ユスリカ科 (その他:腹脚なし)	Chironomidae	6
サナエトンボ科 Gomphidae	7		ヌカカ科 Ceratopogonidae	7	
オニヤンマ科 Cordulegasteridae	3		アブ科 Tabanidae	6	
カワゲラ目 オナシカワゲラ科 Nemouridae	6	○	ナガリアブ科 Athericidae	8	
アミメカワゲラ科 Perlodidae	9	○	ウスムシ目 サンカクアタマウスムシ科 Dugesidae	7	
カワゲラ科 Perlidae	9	○	ニナ目 カワニナ科 Pleuroceridae	8	
ミドリカワゲラ科 Chloroperidae	9	○	モノアラガイ目 モノアラガイ科 Lymnaeidae	3	
カメムシ目 ナベブタムシ科 Aphelocheiridae	7		サカマキガイ科 Physidae	1	
アミカゲロウ目 ヘビトンボ科 Corydalidae	9		ヒラマキガイ科 Planorbidae	2	
トビケラ目 ヒゲナガカワトビケラ科 Stenopsychidae	9		カワコザラガイ科 Ancylidae	2	
カワトビケラ科 Philopotamidae	9		ハマグリ目 シジミガイ科 Corbiculidae	3	
クダトビケラ科 Psychomyiidae	8		ミミズ綱 ミミズ綱(エラミミズ)	Oligochaeta	1
イワトビケラ科 Polycentropodidae	9		ミミズ綱(その他)	Oligochaeta	4
シマトビケラ科 Hydropsychidae	7	○	ヒル綱 ヒル綱 Hirudinea	2	
ナガレトビケラ科 Rhyacophilidae	9	○	ヨコエビ目 ヨコエビ科 Gammaridae	8	
カワリナガレトビケラ科 Hydrobiosidae	9		キタヨコエビ科 Anisogammaridae	8	
ヤマトビケラ科 Glossosomatidae	9		アゴナガヨコエビ科 Pontogeneiidae	8	
ヒメトビケラ科 Hydroptilidae	4		ワラジムシ目 ミズムシ科 Asellidae	2	
カクスイトビケラ科 Brachycentridae	10		エビ目 サワグニ科 Potamidae	8	
エダリトビケラ科 Limnephilidae	8				
コエダリトビケラ科 Apantidae	9				
クロツツトビケラ科 Uenoidae	10				
ニンギョウトビケラ科 Goeridae	7				
カクツツトビケラ科 Lepidostomatidae	9				
ケトトビケラ科 Sericoostomatidae	9	○			
ヒゲナガトビケラ科 Leptoceonidae	8				

スコア法による集計	
出現科数	20
総スコア(TS)	155
平均スコア(ASPT)	7.8

【算出方法】

出現科数: ○の個数

総スコア(TS): 8+8+9+6+9+8+8+6+9+9+9+7+9+9+5+8+8+10+6+4=

155(出現した科のスコアの合計)

平均スコア(ASPT): 155(総スコア)÷20(出現科数)=7.75

小数点第2位を四捨五入して 7.8

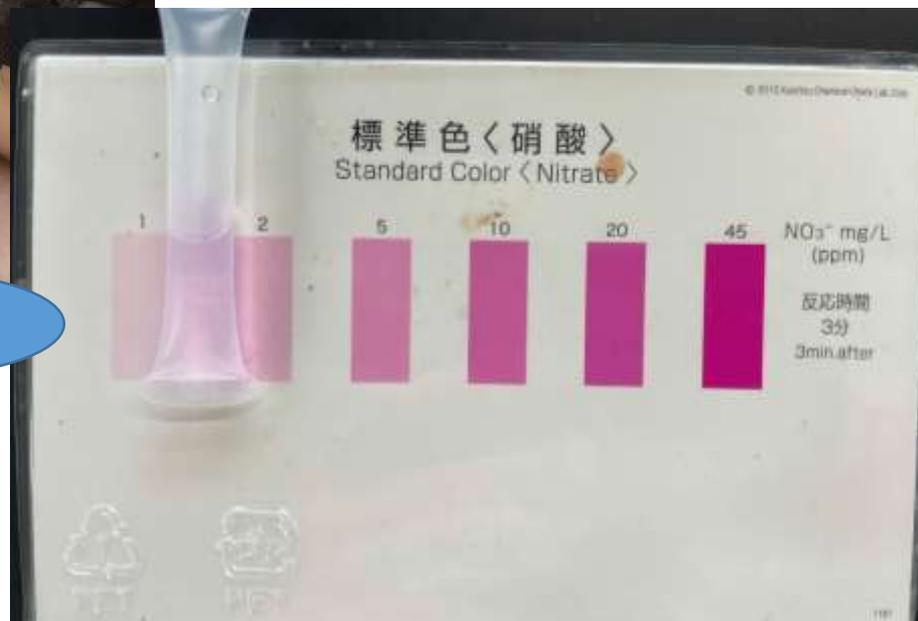
とても良好

(2) パックテスト

排水検査や飲料水検査などの業務用に利用されている水質検査キット

色の違い
= 川の特徴

比色表



使用製品: (株)協立理化学研究所



アンモニウムイオン中の窒素濃度

生活排水からの汚染源、工業排水、田畑からの肥料分の流入で高くなる。



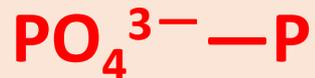
亜硝酸イオン中の窒素濃度

窒素は最終的に硝酸イオン(NO_3^-)になるが、その途中段階であり不安定なイオンである。よって近くに汚染源がある。また、微生物が酸化するために水中の酸素を消費する。魚にも影響を与える。



硝酸イオン中の窒素濃度

以前生活排水が多かったことを示す。地域によっては肥料の混入も考えられる。あまり高いと飲料には不適切になり、富栄養化現象である藻類、プランクトンの異常繁殖の原因になる。



リン酸イオン中のリン濃度

生物の分解、生活排水の流れ込みが多い。
植物が吸収し、土壌に吸着するため、水中ではわずかである。

COD

化学的酸素要求量

水中に酸素と反応しやすい物質が多いと高くなる。
生活排水、汚水が流入の可能性がある。高いと水中の酸素が消費されやすい。魚が棲めなくなり、自然の浄化作用が低下する。

(3) 溶存酸素量DO(mg/L)

例.

温度	mg/L
25°C	8.11

I きれいな水
7mg/L以上



とても
住みやすい

II ややきれいな水
5mg/L以上



住みやすい

III 汚い水
3mg/L以上



住みづらい

IV とても汚い水
3mg/L未満



とても
住みづらい

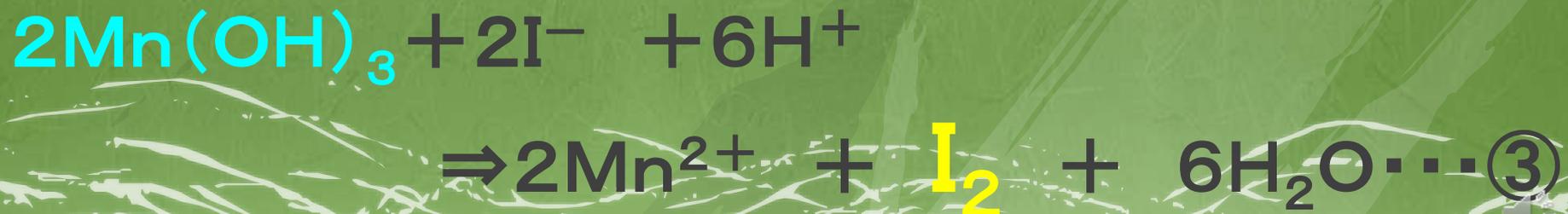
ウインクラー法①調査地点で行う

固定液Ⅰ・・・2.0mol/L MnSO₄

固定液Ⅱ・・・0.60mol/L KI + 8.0mol/L NaOH

調査地点で、溶存酸素瓶内の酸素を

MnO(OH)₂・・・オキシ水酸化マンガンの褐色沈澱にする。



1



2



4



3

ウインクラー法②実験室で行う

＜酸化還元滴定＞

何を・・・ I_2 (ヨウ素)・・・黄褐色

何で・・・0.020mol/L $Na_2S_2O_3$ で滴定する。

指示薬として、デンプン水溶液を使用する。

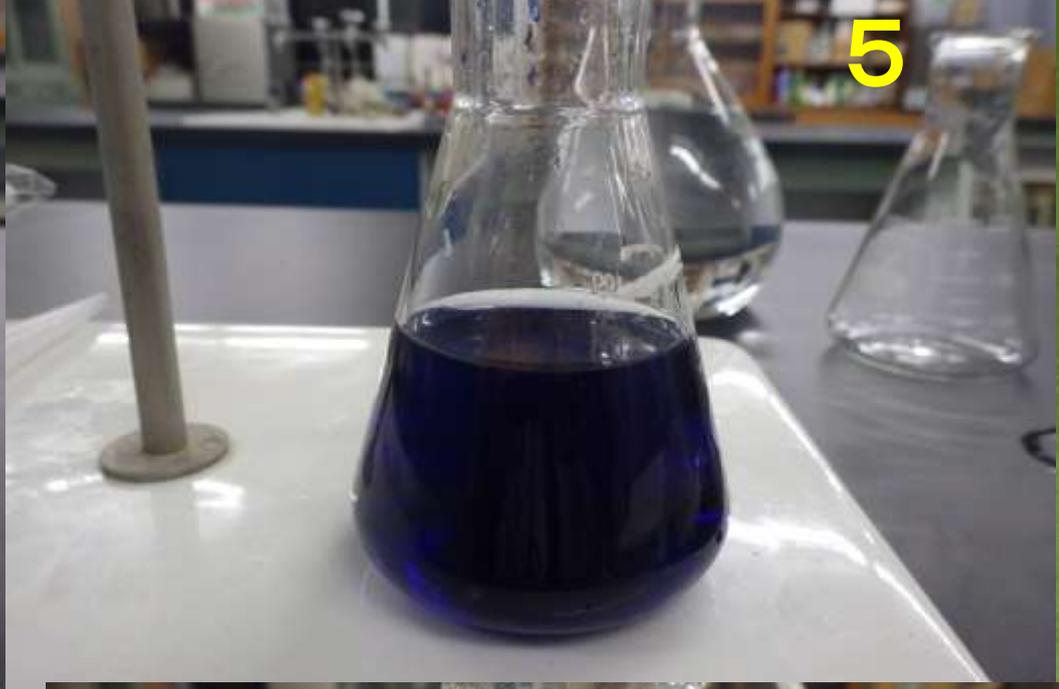
ヨウ素デンプン反応の青紫色が消える点 = 当量点



黄色

無色透明

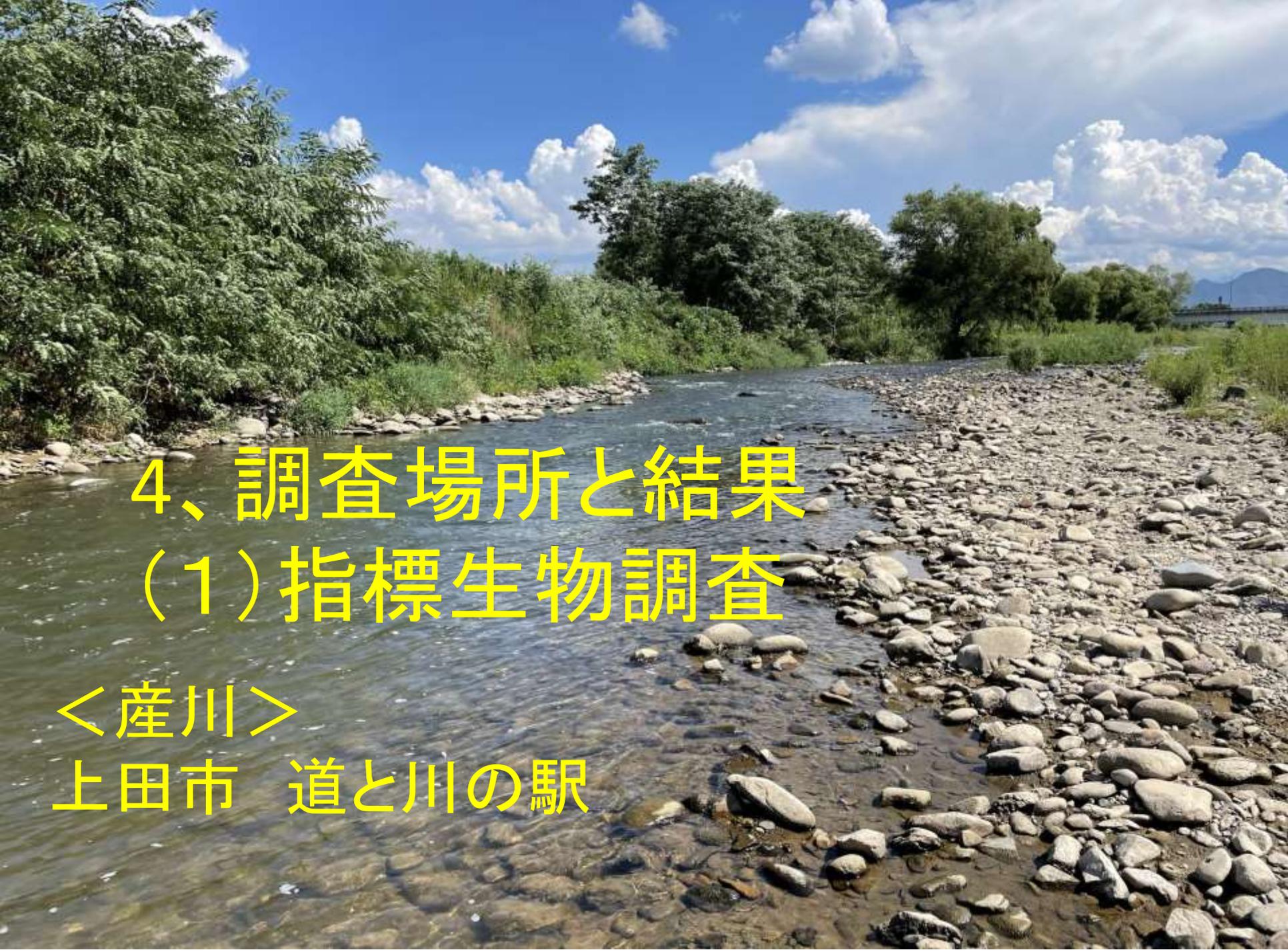




ウインクラー法③計算法



(係数比＝モル比)



4、調査場所と結果 (1) 指標生物調査

＜産川＞

上田市 道と川の駅

水質階級	種類	数
水質階級1	4	61
水質階級2	0	0
水質階級3	1	13
水質階級4	1	2
その他(指標生物でない)	6	91
合計		

プラナリア

(在来種) 15

(外来種)

判定不可



調査
20回

調査日・・・2022年8月3日(火)13時30分から
50cm×50cmの方形区 回数:10回

気温:29.5℃ 水温:24.1℃ 流速:0.25m/s

水質階級1:きれいな水

<産川>

道と川の駅 下水処理水合流地点





<千曲川>
上田市 鯉西前

<千曲川鯉西前>

地点A プール(止水性)



<千曲川鯉西前>

地点B 流水性



<千曲川鯉西前>

地点A プール(止水性)



<千曲川鯉西前>

地点A プール(止水性)

地点B 流水性

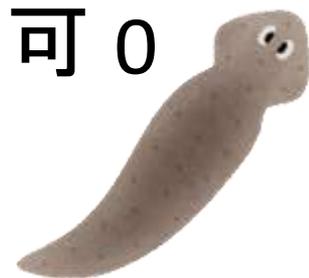
鯉西前	A: 止水性	B: 流水性
出現科数	5	9
総スコア	28	67
平均スコア	5.6	7.4
水質判定	やや良好	良好

プラナリア

(在来種) 5

(外来種) 0

判定不可 0



調査日・・・2023年1月28日(土)10時51分から

環境省の日本平均版スコア法による キック回数:3回

気温:℃ 水温:2.96℃ 流速:0.029m/s(流速計)

※流水性の方が、スコアは高い。



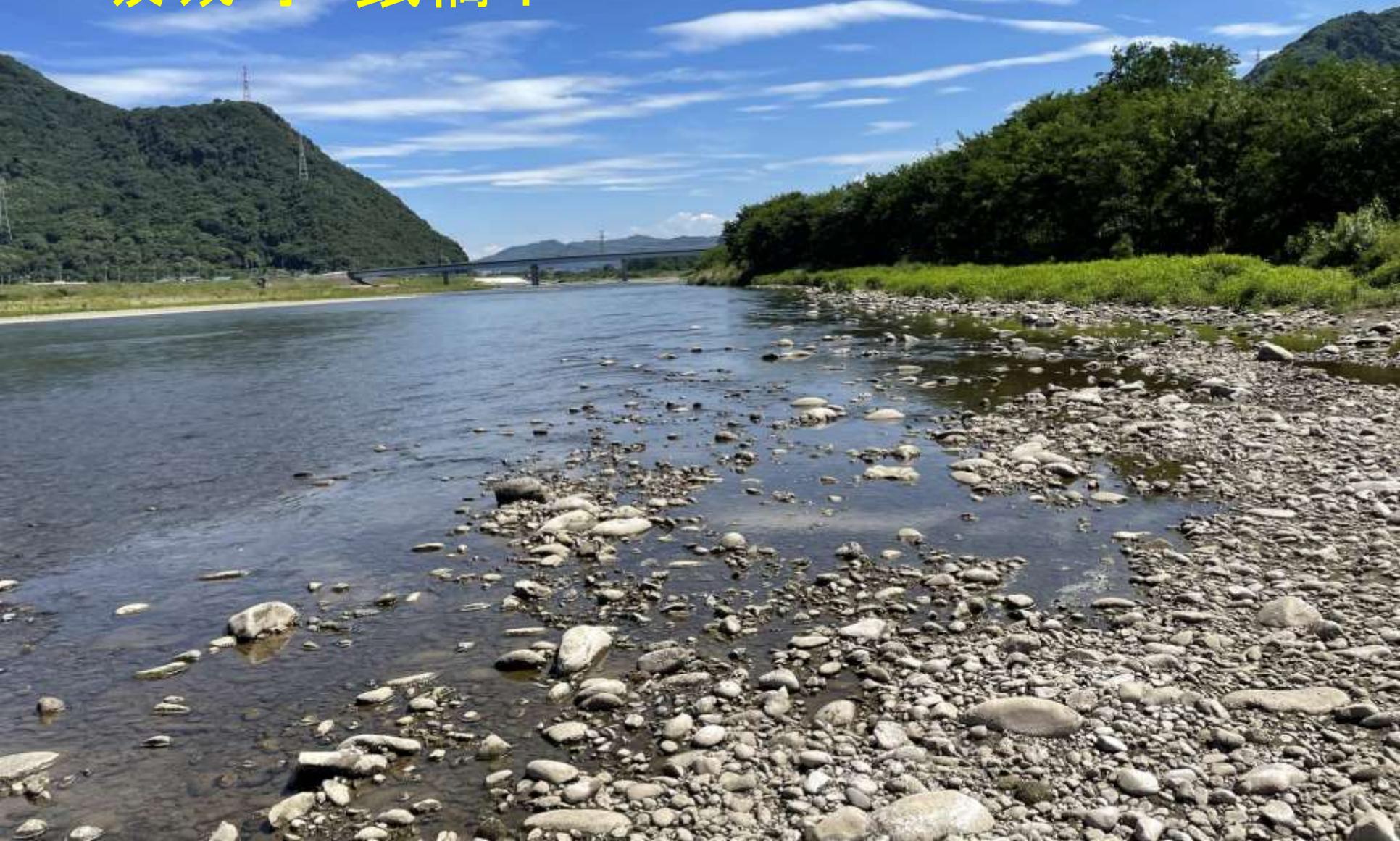
<千曲川>
下水処理水流入地点

<千曲川>

上田市 上田大橋下



<千曲川> 坂城町 鼠橋下



水質階級	種類	数
水質階級1		
水質階級2		
水質階級3		
水質階級4		
その他の生物 タニガワカゲロウ	1	28
合計		

プラナリア

(在来種) 0

(外来種) 0

判定不可



調査日・・・2022年8月4日(水)12時42分

50cm×50cmの方形区 回数:10回

気温:29.5℃ 水温:24.1℃ 流速:0.25m/s

前日に降水があり増水中

水質階級:判定不能

道と川の駅 パックテスト2017年から2022年経年変化

60

50

40

30

20

10

0

2018/8/3 0:00

2019/3/8 0:00

2019/8/20

2019/8/21

2020/10/3

2020/11/30

2021/8/4 15時30分

2022/12/26 10時15分

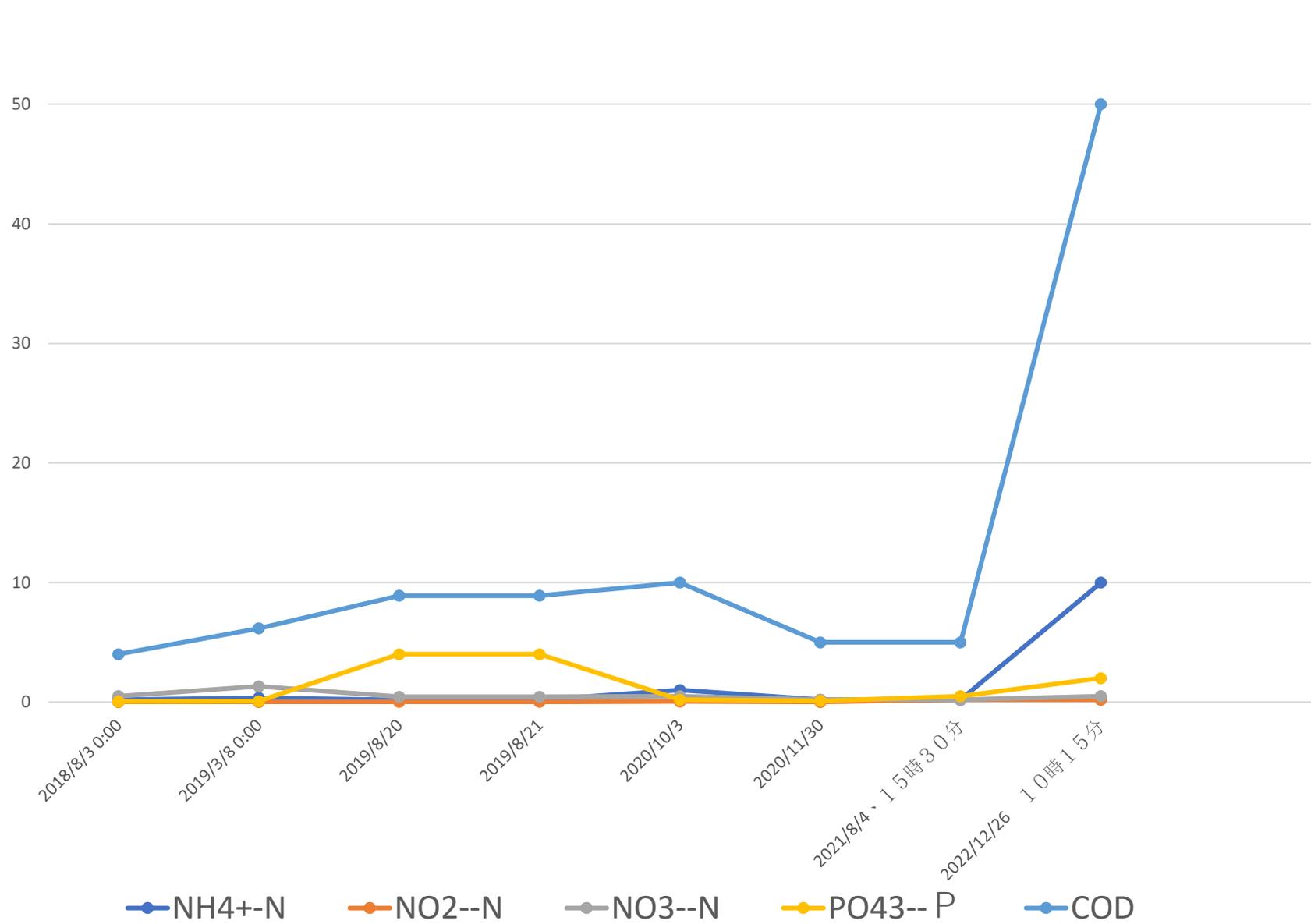
● NH4+-N

● NO2--N

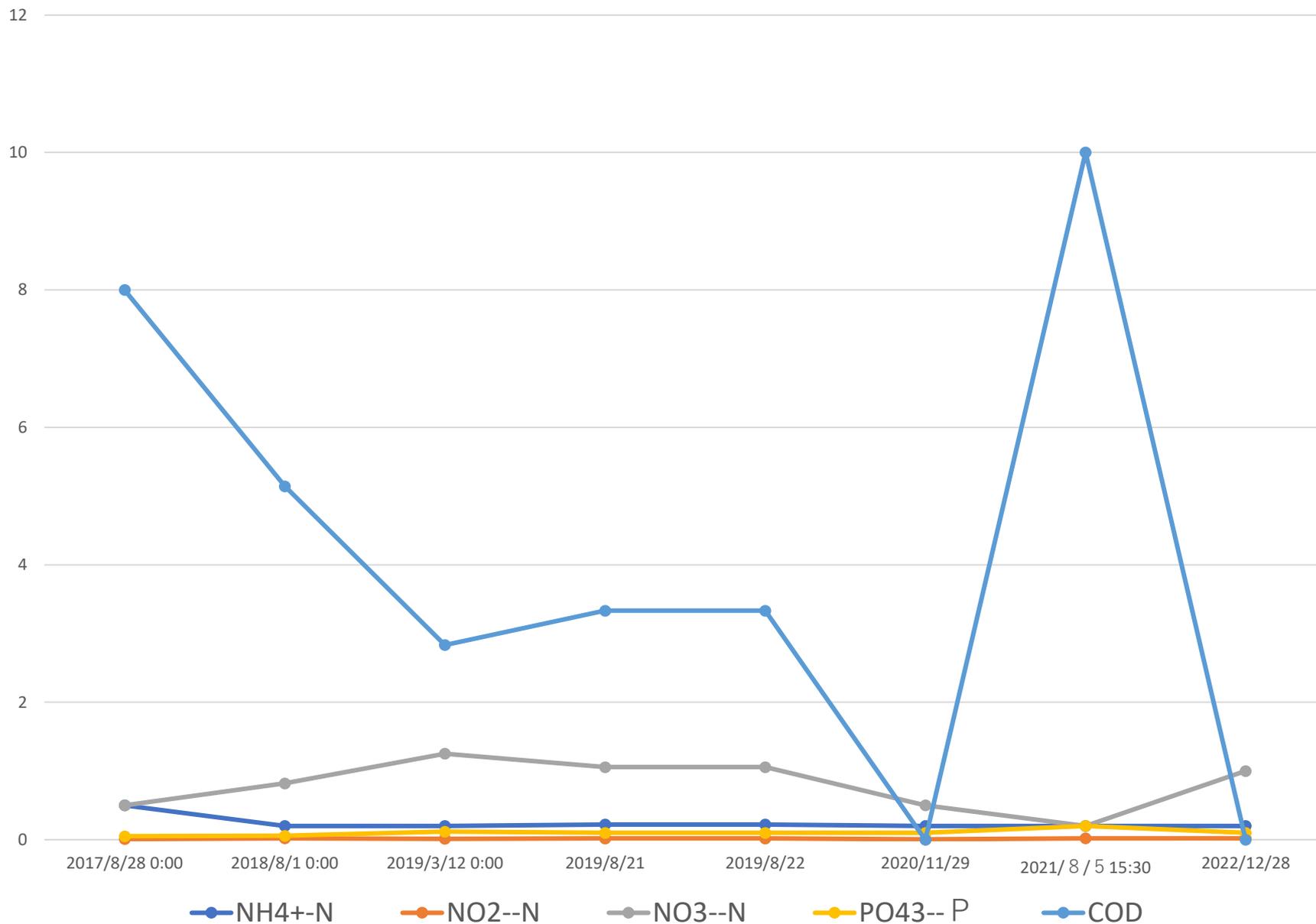
● NO3--N

● PO43--P

● COD

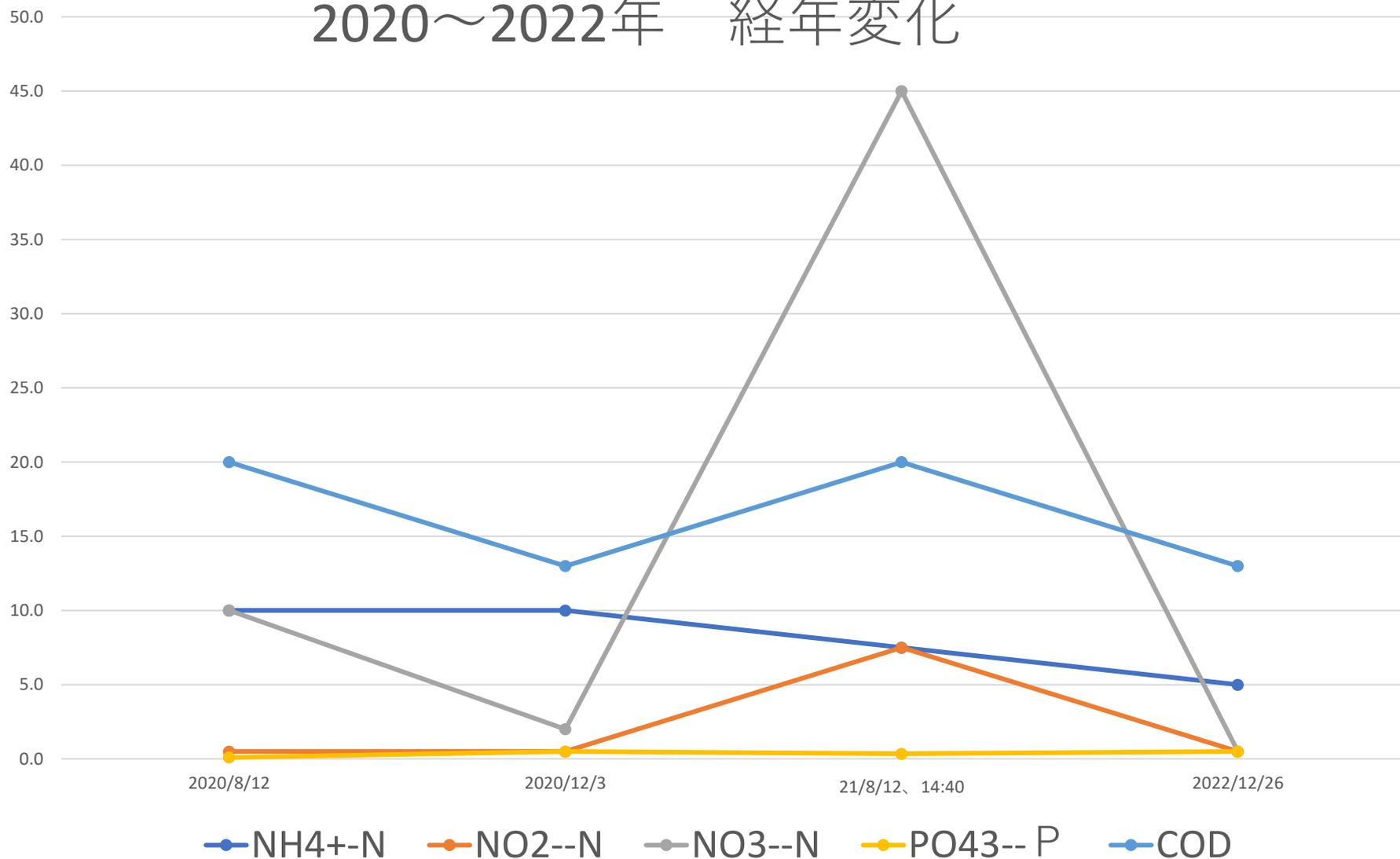


千曲川・鯉西前 パックテスト 2017年～2022年経変変化



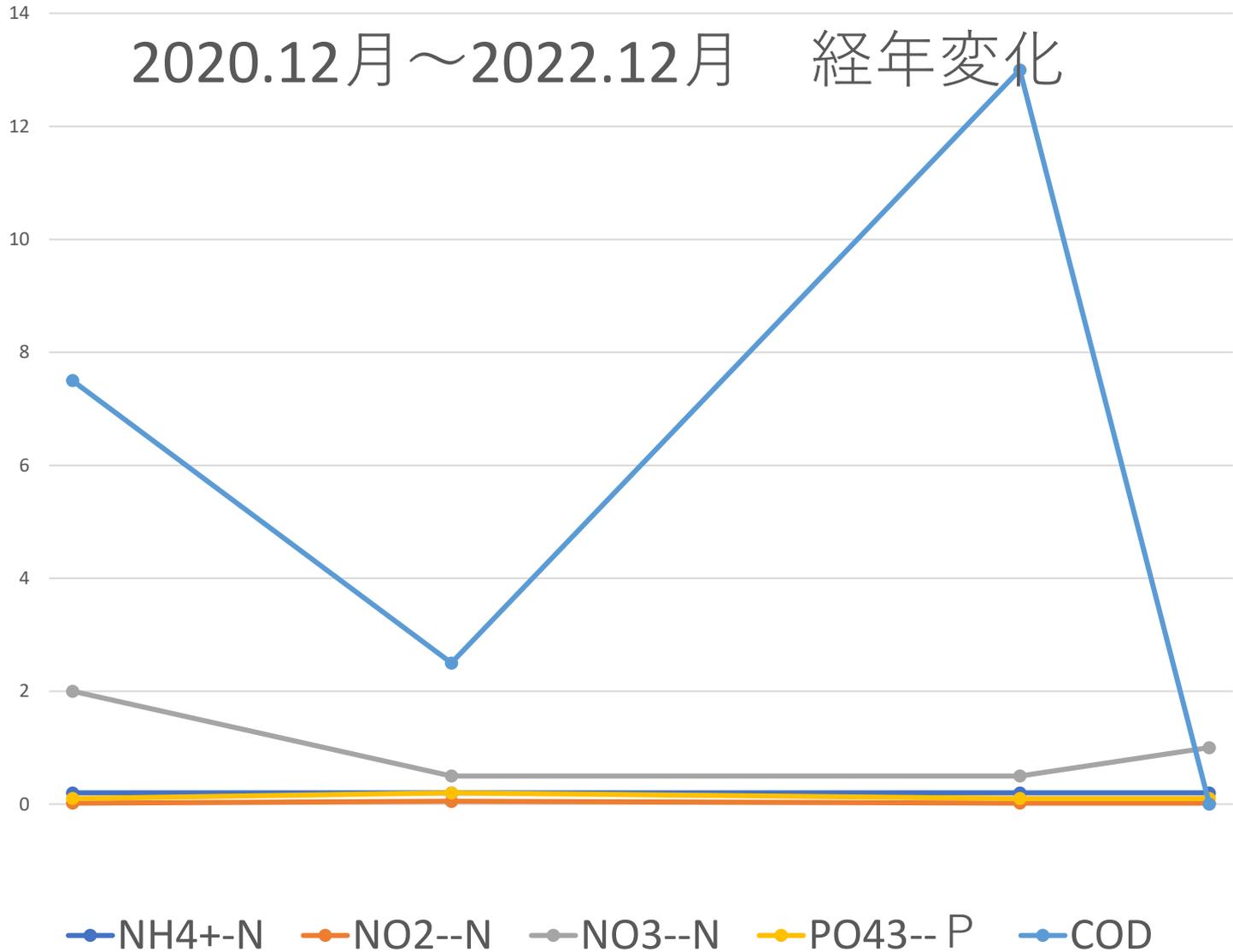
千曲川・上田大橋下 パックテスト

2020～2022年 経年変化



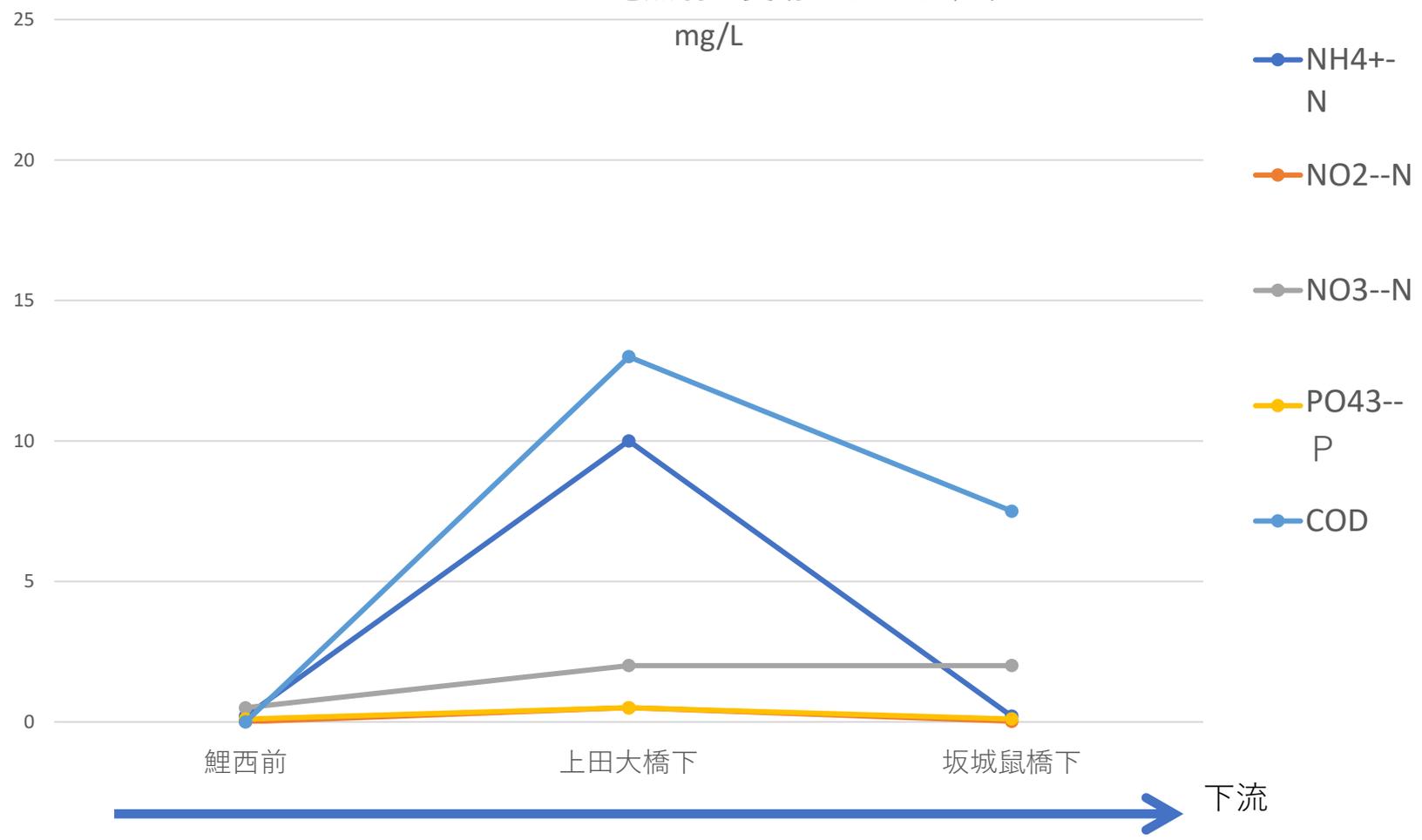
千曲川・坂城鼠橋 パックテスト

2020.12月～2022.12月 経年変化



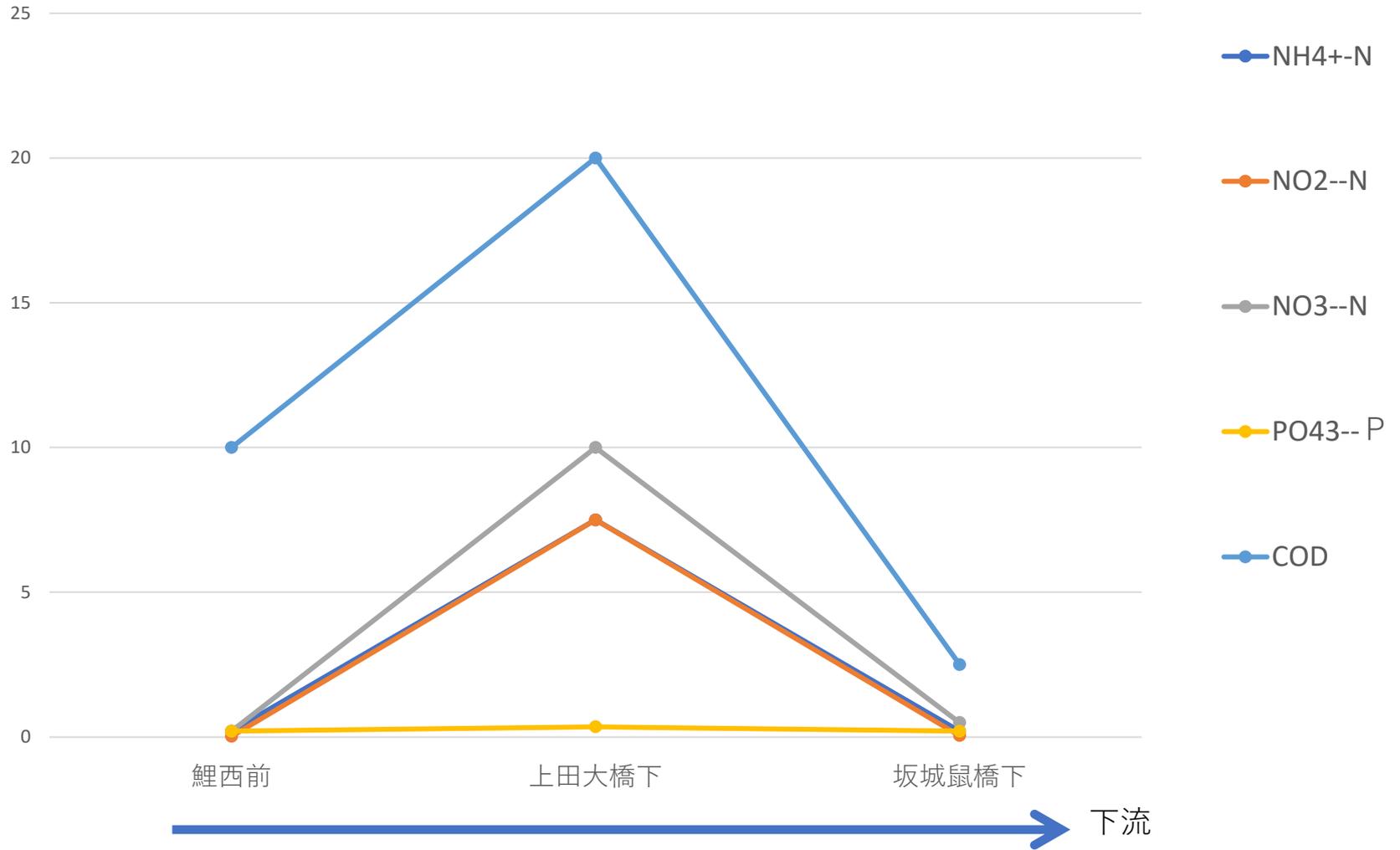
千曲川上流から下流へのパックテスト変化2020年

パックテスト地点別の変動2020年冬



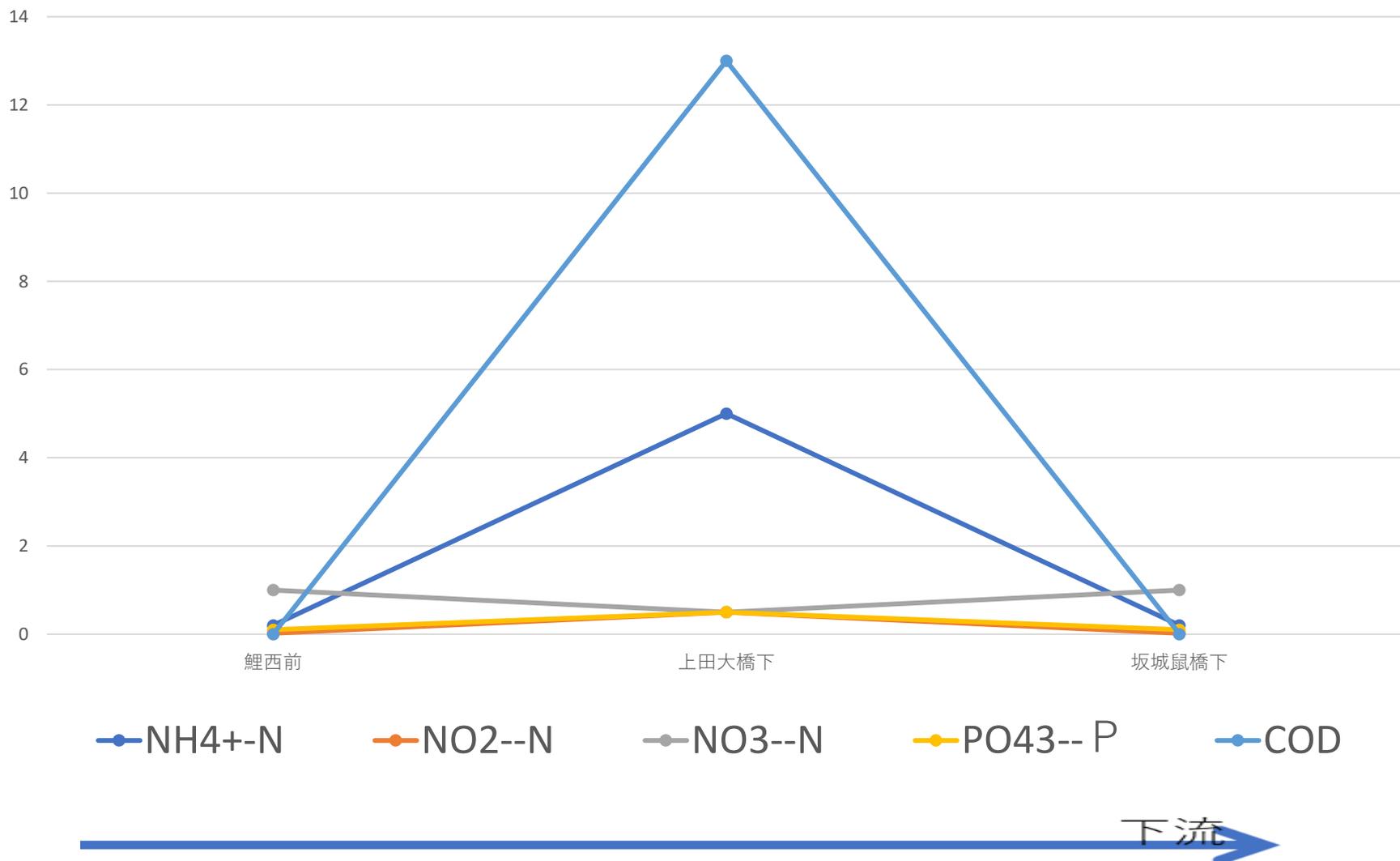
千曲川上流から下流へのパルクテスト変化2021年

パルクテスト地点別の変動2021年夏 mg/L



千曲川上流から下流へのパックステスト変化2022年

パックステスト地点別の変動2022年 mg/L



千曲川・下水処理水流入地点の様子

下水処理水のバックテスト結果：2022年12月26日

※下水処理水は、硝酸態窒素以外では、高い値を示している。写真は1月

地点名	調査日時	NH ₄ ⁺ -N	NO ₂ ⁻ -N	NO ₃ ⁻ -N	PO ₄ ³⁻ -P	COD	硬度CaCO ₃	BOD	全窒素
千曲川・下水処理水	2022/12/26 8時54分	10	0.5	0.2	2	13	50	20	25
評価		2~ ひどく汚れている	0.1~ 汚れた水	0.2以下 きれい	0.2~ 汚れている	10~ 汚れている	50 普通		

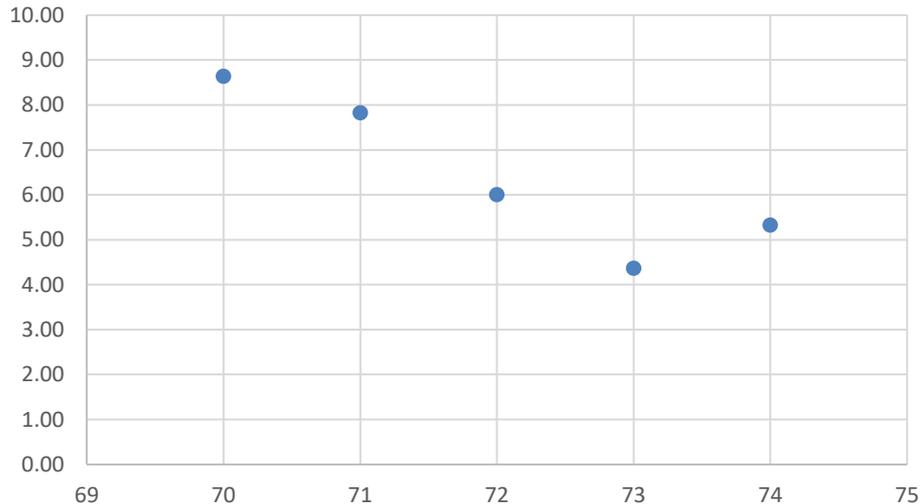


5、調査場所と結果(3). 溶存酸素(DO)

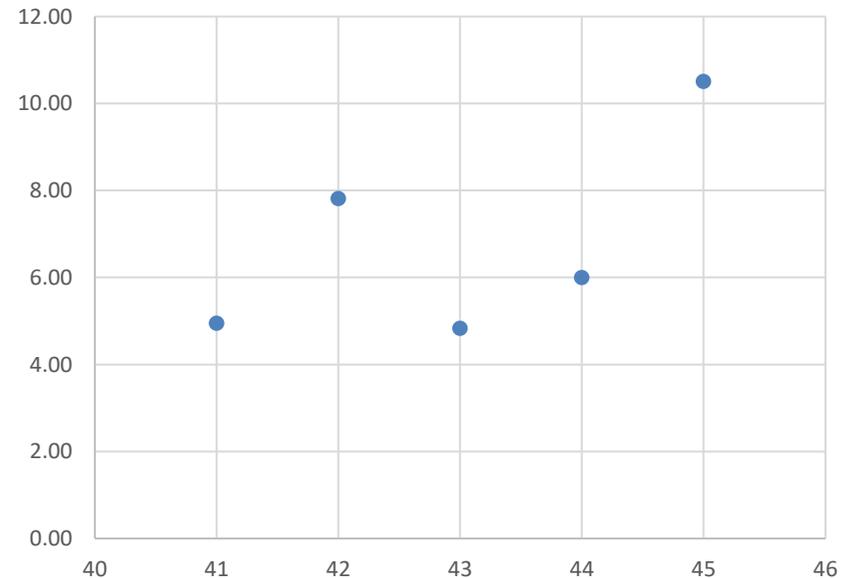
各地点5サンプル・ウインクラー法による評価

I きれいな水 DO値 7 mg/L 以上	II 少し汚い水 DO値 5 mg/L 以上	III きたない水 DO値 3 mg/L 以上	IV 大変汚い水 DO値 3 mg/L 未満
A 生物の生息・生育・繁殖環境として非常に良好	B 生物の"として良好	C 生物の"として良好ではない	D 生物が生息・生育・繁殖しにくい

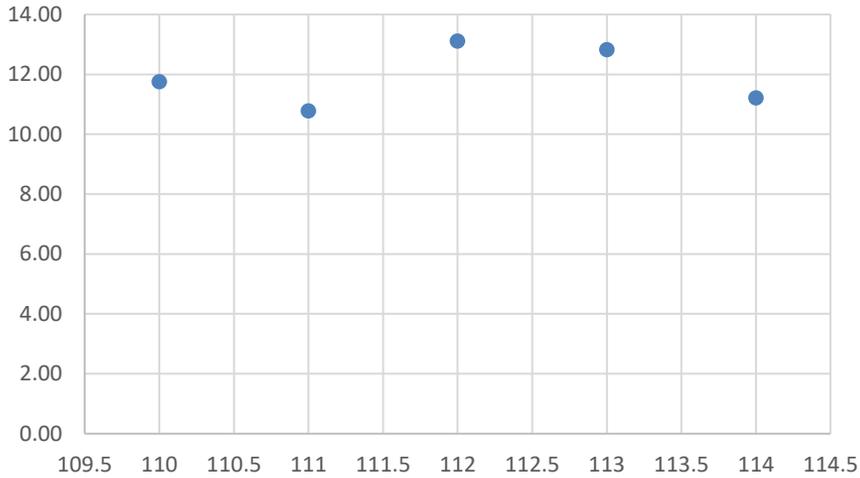
1産川・道と川の駅 溶存酸素量mg/L
22年12月27日 平均値6.43mg/L



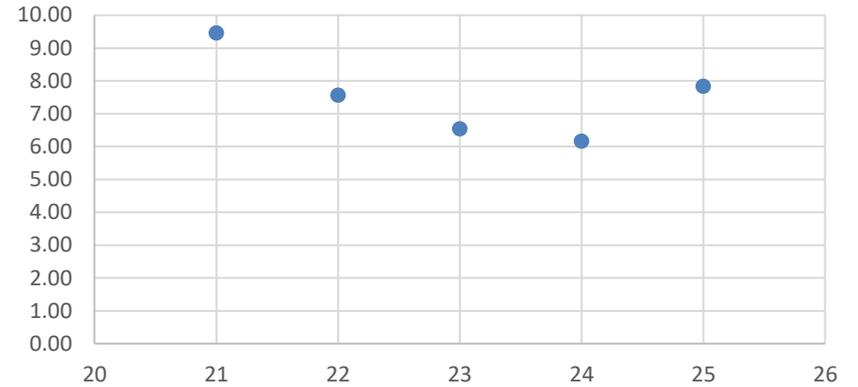
2産川・下水処理水(道と川の駅)溶存酸素量mg/L
22年12月27日 平均値6.82mg/L



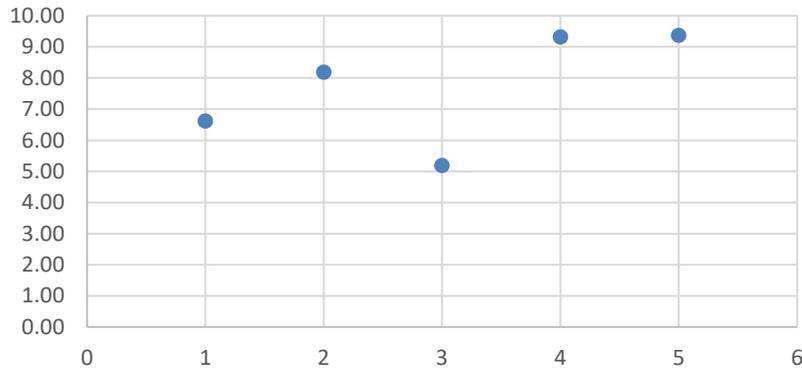
1千曲川・鯉西前 溶存酸素量mg/L
22年12月28日 平均值11.94mg/L



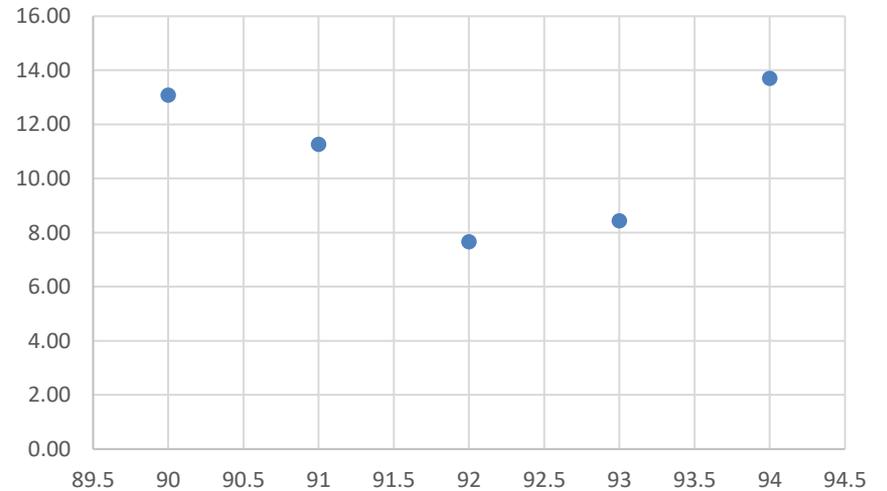
2千曲川・下水処理水 溶存酸素量mg/L
22年12月27日 平均值7.52mg/L



3千曲川大橋下・溶存酸素量mg/L
22年12月27日 mg/L 平均值7.74mg/L



4千曲川・鼠橋 溶存酸素量mg/L
22年12月28日 平均值10.82mg/L



7. 考察

・各地点の**パックテスト**の経年変化の様子

①道と川の駅・・・2022年**COD値**が高い

②鯉西前・・・**COD値**の変動が大きい

③上田大橋下・・・下水処理水の流入地点の下流域で、**アンモニア態窒素、硝酸態窒素、COD値**が高い傾向である。

④坂城鼠橋・・・**COD値**の変動が大きい

また、③上田大橋下以外では、**アンモニア態窒素、亜硝酸態窒素、硝酸態窒素、リン酸態リン**は変動はあまりなく、低い傾向が看られる。

・**指標生物**による判定では、④坂城鼠橋は判定不能とってしまったが、その他は、「**きれい(良好)**」となった。

・下水処理水の合流地点(上田大橋下)を挟んでの上流(鯉西前)と下流(坂城町鼠橋)のパッケージの変化を見ると、2020年、2021年、2022年共に、**COD値、アンモニア態窒素の数値**が大きく上昇し、下流(坂城町鼠橋)では低下する傾向がみられる。

河川の自然浄化作用を示している可能性がある。

2020年、秋から冬							
地点名	調査日時	NH ₄ ⁺ -N	NO ₂ ⁻ -N	NO ₃ ⁻ -N	PO ₄ ³⁻ -P	COD	硬度CaCO ₃
鯉西前	2020/11/29	0.2	0.005	0.5	0.1	0	50
上田大橋下	2020/12/3	10	0.5	2	0.5	13	200
坂城鼠橋下	2020/12/17	0.2	0	2	0.1	7.5	100
2021年、夏から秋							
地点名	調査日時	NH ₄ ⁺ -N	NO ₂ ⁻ -N	NO ₃ ⁻ -N	PO ₄ ³⁻ -P	COD	硬度CaCO ₃
鯉西前	21/8/5、15時30分	0.2	0.02	0.2	0.2	10	100
上田大橋下	21/8/12、14時40分	7.5	7.5	10	0.35	20	75
坂城鼠橋下	21/8/6、13時30分	0.2	0.05	0.5	0.2	2.5	100
2022年							
地点名	調査日時	NH ₄ ⁺ -N	NO ₂ ⁻ -N	NO ₃ ⁻ -N	PO ₄ ³⁻ -P	COD	硬度CaCO ₃
鯉西前	2022/12/28	0.2	0.02	1	0.1	0	50
上田大橋下	2022/12/26	5	0.5	0.5	0.5	13.0	50.0
坂城鼠橋下	2022/12/28	0.2	0.02	1	0.1	0.0	50.0

・アンモニア態窒素は**希釈**され、一方、硝酸態窒素が**増加**している傾向がある。

・溶存酸素(DO)(mg/L)の傾向は
産川、千曲川に流入する下水処理水については、DOが
低い傾向がある。

千曲川鯉西前、坂城鼠橋では、平均値10mg/L以上と
高い値をとっている。

・鯉西前では、長野大学淡水生物学研究所のご協力を頂
き、DO測定器で測定した。参考までに下記に記す。

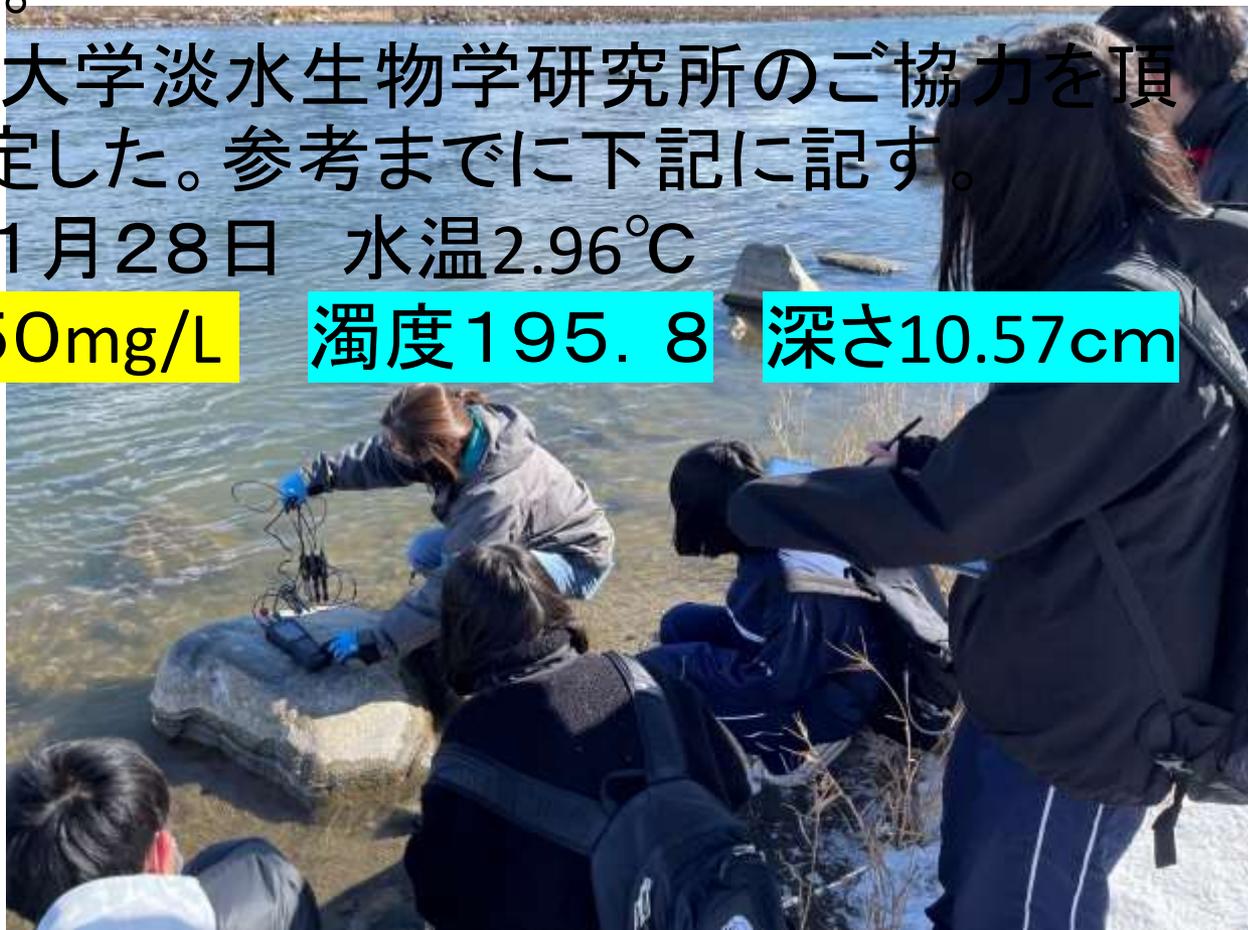
計測日:2023年1月28日 水温2.96°C

PH8.4

DO13.50mg/L

濁度195.8

深さ10.57cm



8. 今後に向けて

- ・河川浄化作用の解明に向けて、川の微生物の働きに注目する。微生物が果たす浄化作用の再現をしたい。
- ・石の上の被膜(バイオフィルム)に存在する微生物の傾向を調査中である。・鯉西前の**地点Aの止水性**と**Bの流水性**の、スコア値に違いがでており、**地点Aの方がスコアが低い**。この原因を生息する微生物の傾向から分析していきたい。(長野大学淡水生物学研究所との共同研究)



長野大学淡水生物学研究所の研究機材のご提供、調査へのご協力、ご助言に感謝を申し上げます。箱山洋教授、児玉沙希江助教、Alessandra Cera博士、誠にありがとうございました。

上田西高校PTA提供の生徒活動充実費より研究助成を頂き、ありがとうございました。

参考文献:水生生物ハンドブック(刈田敬三 文一総合出版)
カラー自然ガイド水生昆虫(津田早苗、六山正孝 保育社)