

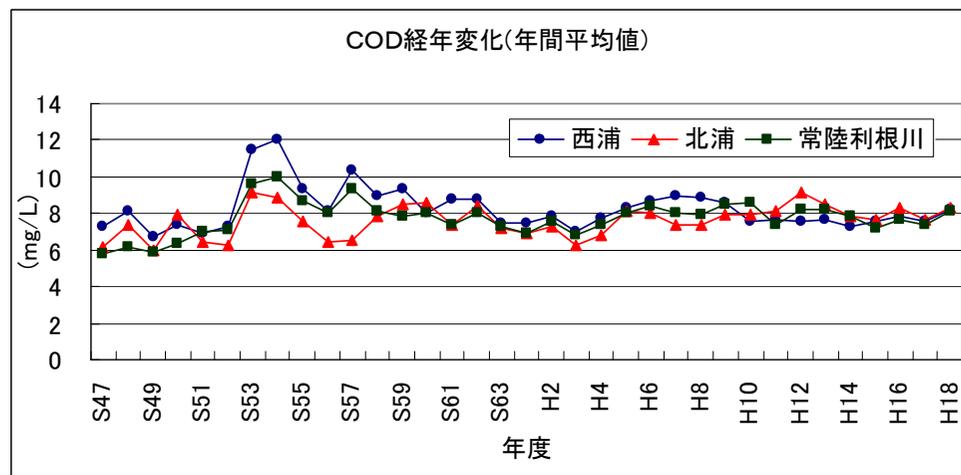
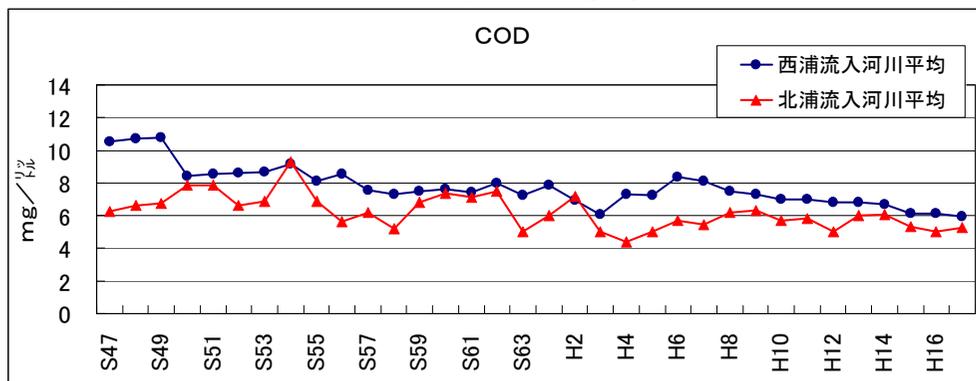
2010.12.21 平成22年度 霞ヶ浦環境科学センター調査研究成果発表会

# 北浦におけるりんの底泥からの 溶出特性について

霞ヶ浦環境科学センター 湖沼境研究室

元木 努

## 流入河川及び湖内のCODの経年変化



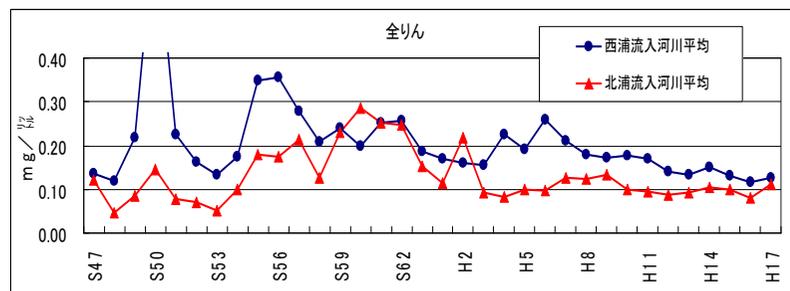
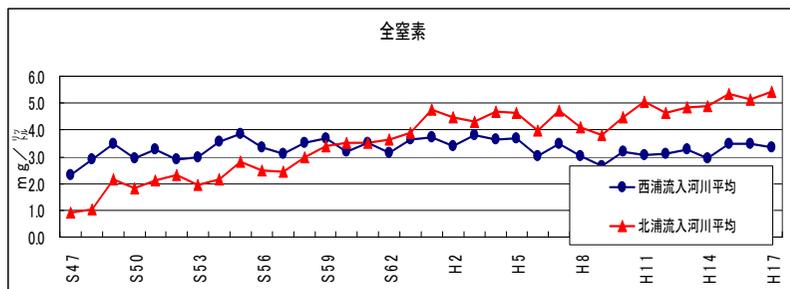
近年，流入河川は横ばい～若干改善か  
しかし，湖内は横ばい

→

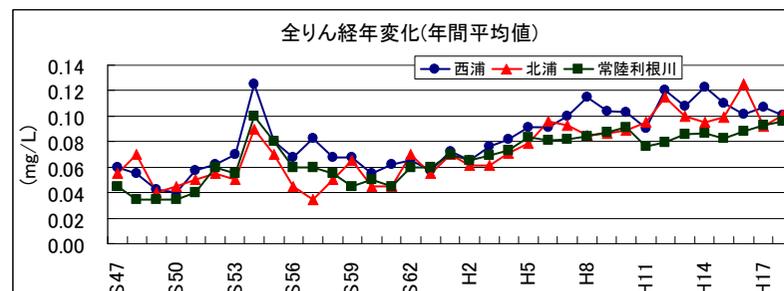
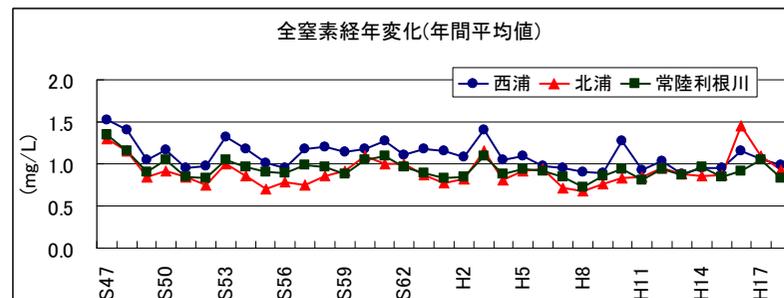
内部生産か

# 流入河川及び湖内の全窒素・全リンの経年変化

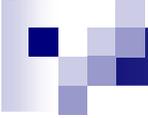
## 流入河川



## 湖内



窒素：流入河川は増加，湖内は横ばい  
 リン：流入河川は減少傾向，湖内は増加  
 リンの研究が重要



# 霞ヶ浦のリンの増加原因に関する調査研究事業

(平成17～21年度)

石井裕一研究員 (現 国立環境研究所)

①湖内水質調査

湖内水質の時空間的変動を把握

②流入河川調査

西浦及び北浦流入河川からのリン負荷量を把握

③底泥からのリン溶出実験

西浦及び北浦における嫌気性条件下でのリン溶出速度

.....等々

## 霞ヶ浦のリンの増加原因に関する調査研究事業（平成17～21年度）

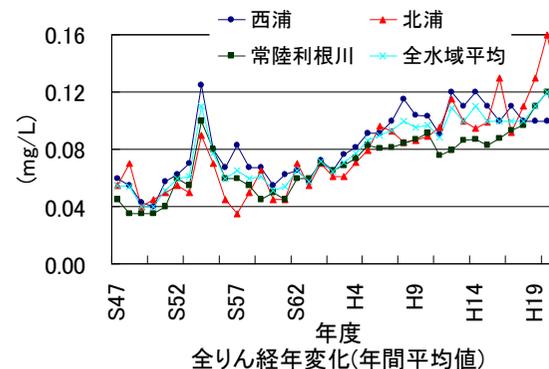
霞ヶ浦のリン濃度は年々上昇しています。

リンは窒素と同様に植物の栄養となります。

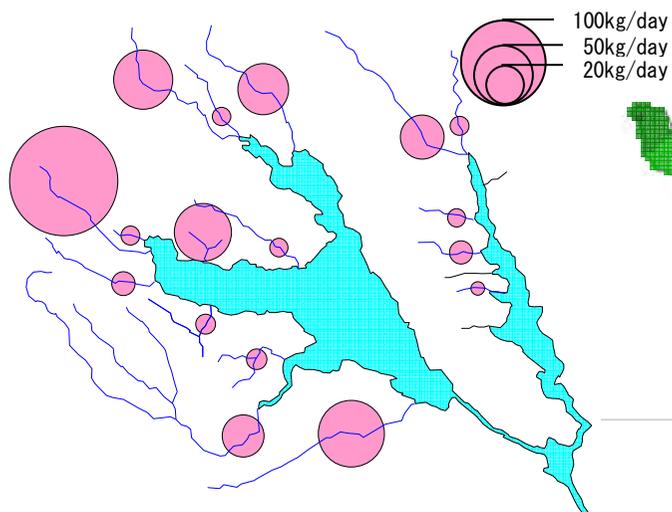
しかし、リンが増えすぎると植物プランクトンが増えすぎて、水質が悪化し、アオコが発生することもあります。

霞ヶ浦をきれいにするには、リンを減らす必要があります。

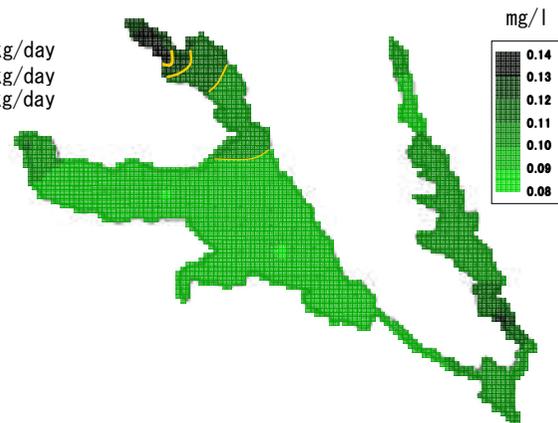
そこで湖内でリン濃度が上昇してきた原因の検討を行うため、いろいろなデータを収集しました。



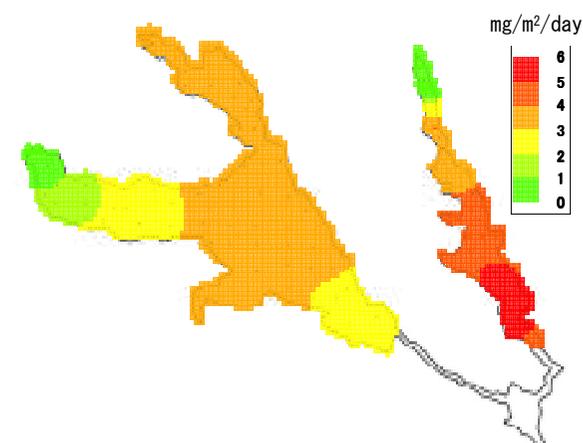
河川からの平均リン流入量（推計）

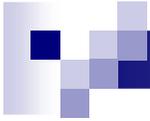


霞ヶ浦湖水の平均リン濃度

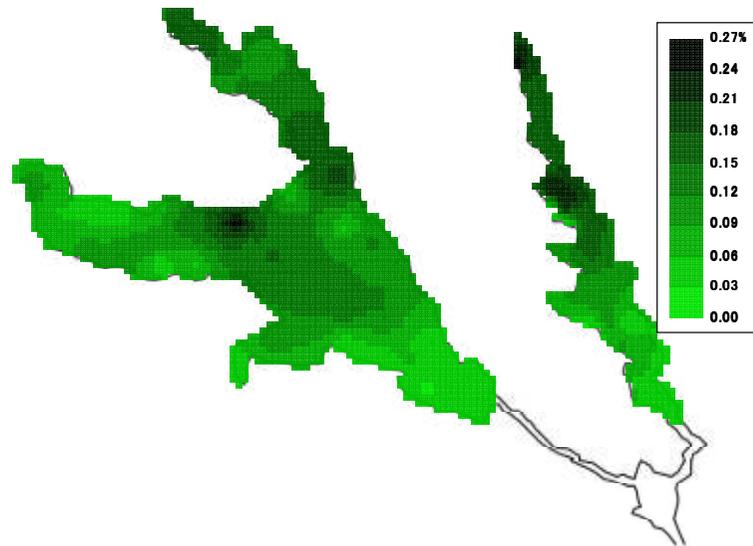


湖底からのリンの溶け出しやすさ（平均）

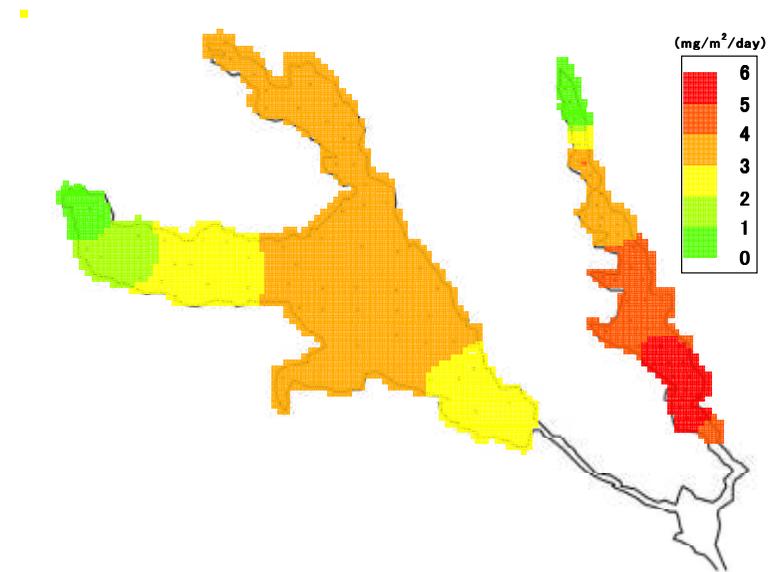




底質のリン含有量 (0-5cm)



湖底からのリンの溶け出しやすさ (平均)



底質中のリンの含有量と溶出しやすさは必ずしも一致しない  
特に北浦は含有量と溶け出しやすさが逆転しているようである

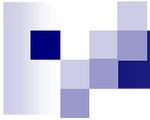


平成21年度には北浦でCODが10mg/lに到達（ワースト1位タイ）

北浦のCOD上昇の原因は、湖底からの溶出してくるリンにより、植物プランクトンが増加するためである。

と、考えられます。

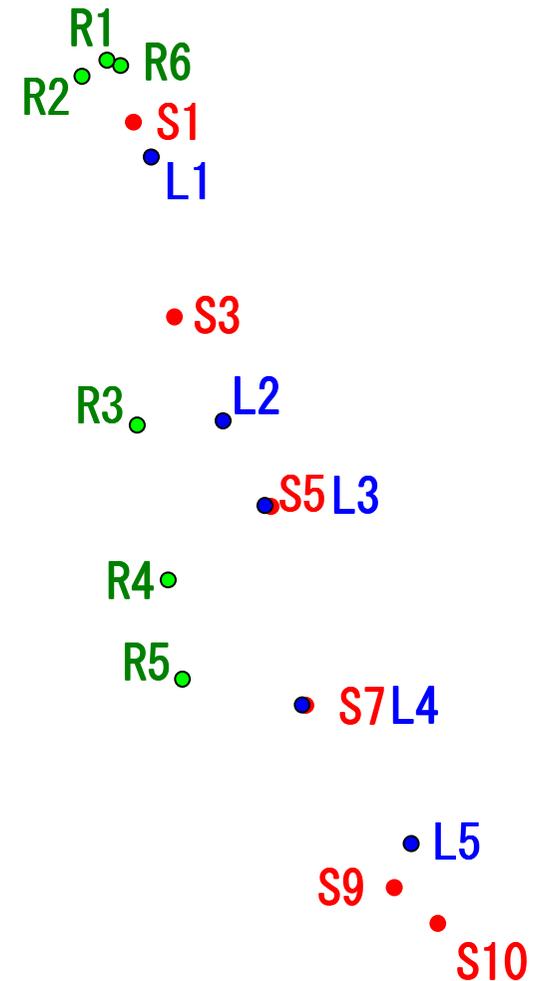
そこで、本研究では北浦湖内及び流入河川の水質データや、底泥からの溶出量のパラメータを検討し、リンの物質移動モデルを構築し、施策提言をしたり、種々の施策の効果を検証したりするツールとして役立てていきます。（平成22～24年度）



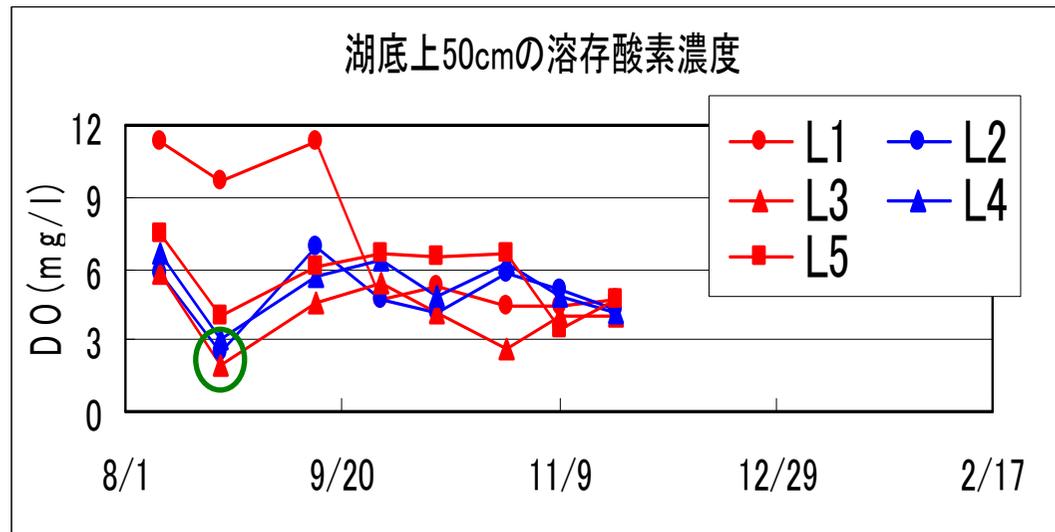
## 今年度の実施予定

1. 湖内水質調査
2. 流入河川水質調査
3. 底泥からのリン溶出試験  
(茨城大学との共同研究)

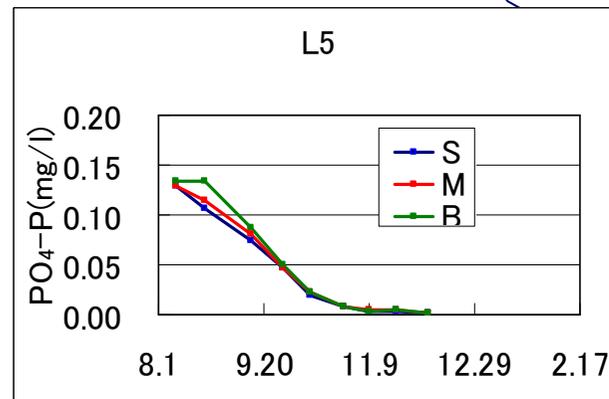
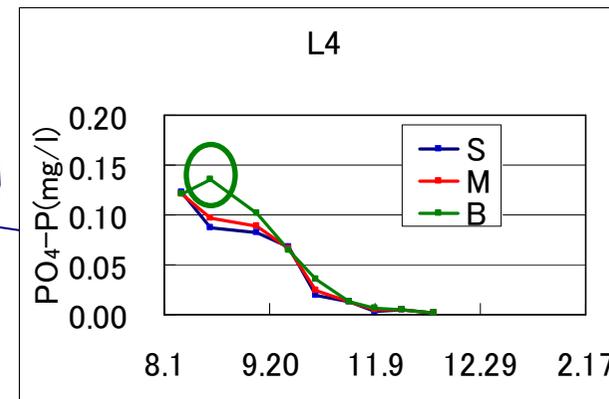
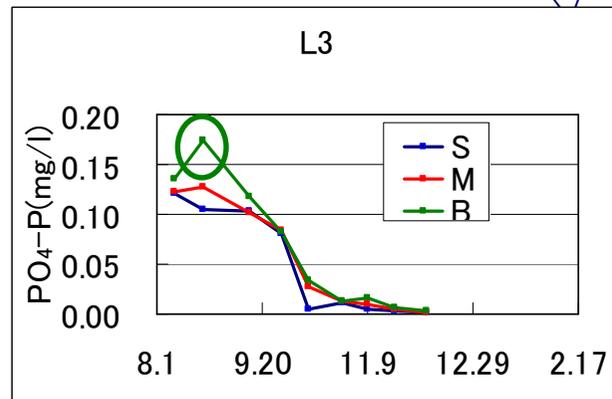
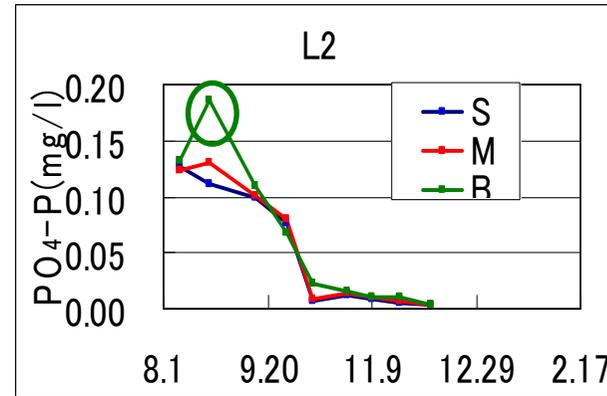
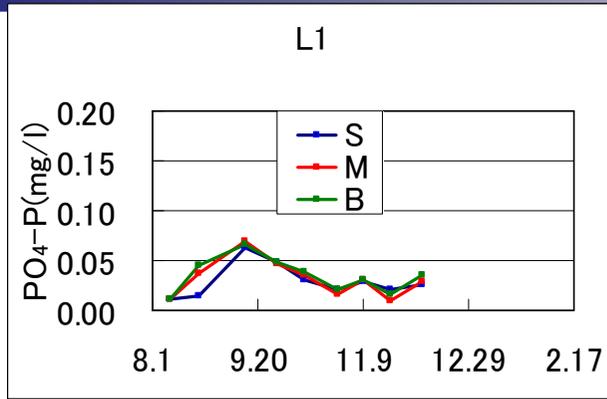
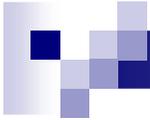
採泥・採水地点  
S1～S10 : 採泥  
L1～L5 : 湖内採水  
R1～R6 : 河川採水



## 湖内水質調査

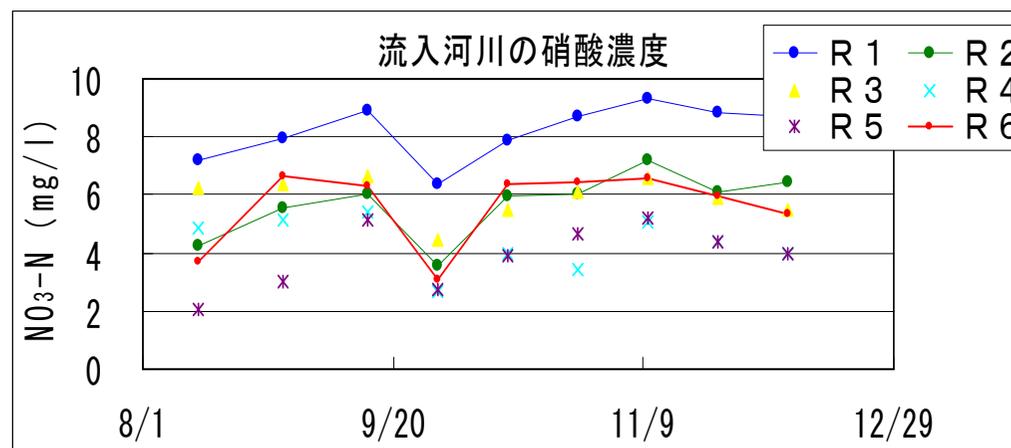
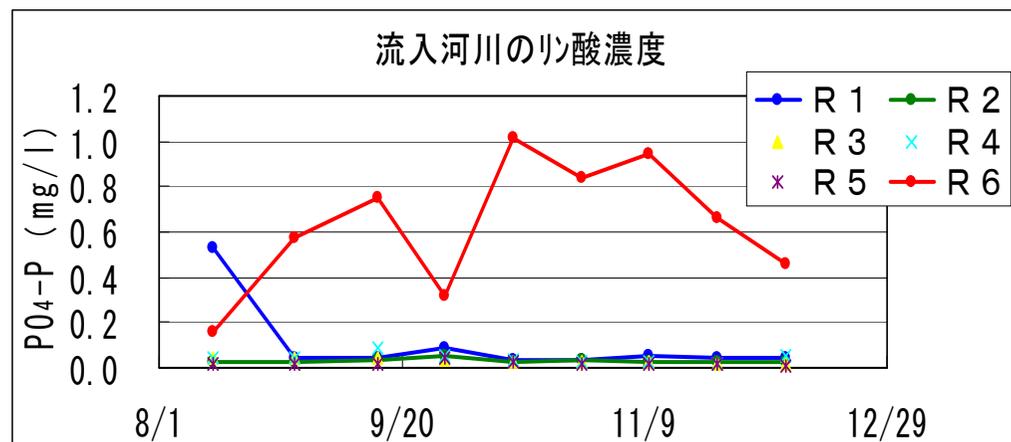


底層では、湖央部(L2~L4)で夏季にDOの低下が見られた



DOの低下の見られたL2~L4の底層でPO<sub>4</sub>-P濃度の上昇が見られた

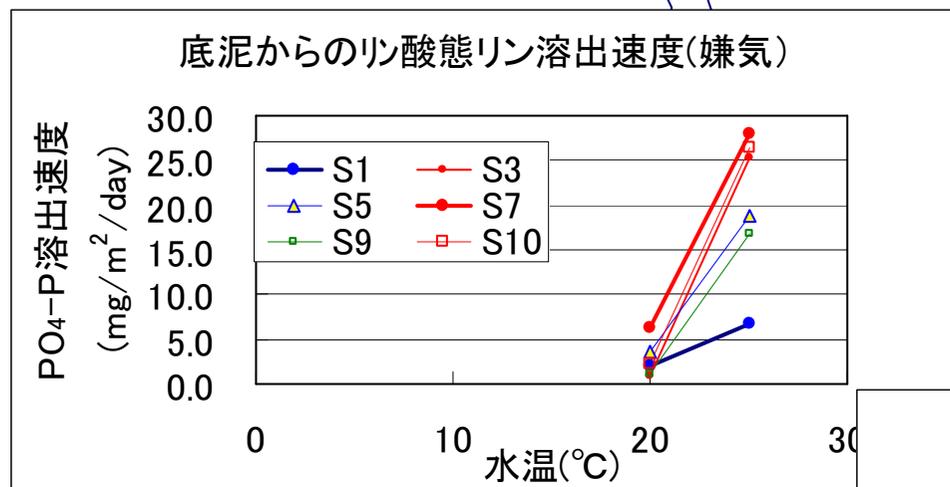
## 流入河川 水質調査



リン酸濃度はR6が他の河川に比べ非常に高い  
硝酸はR1が最も高いが、他の河川も高い

R6の流入負荷はこれから詳細に調査する必要がある

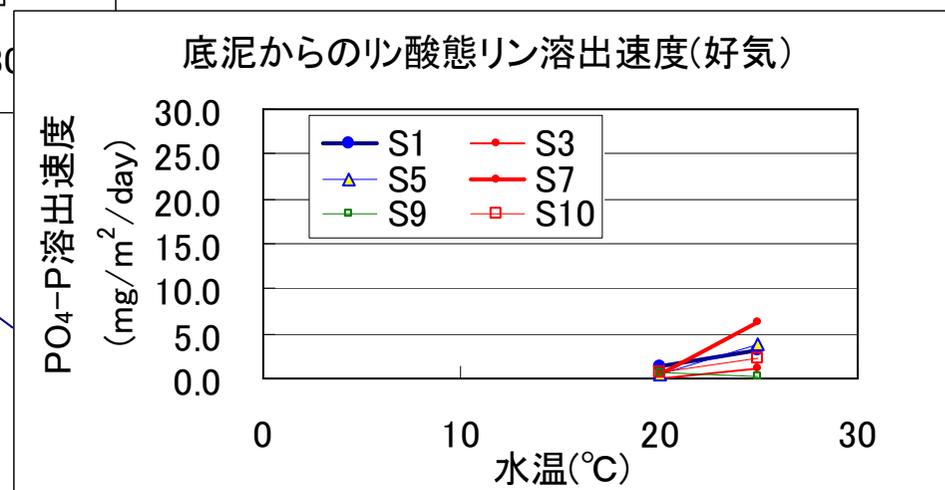
# 溶出試験

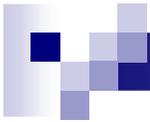


嫌気条件: 25°Cでは北浦最北部のS1で溶出速度が極端に低い  
20°Cでは湖心部(S7)以外は同程度の溶出速度を示す

好気条件: 嫌気条件で溶出速度の遅いS1よりさらに遅い地点が現れた

硝酸濃度等他の要因の検討が必要



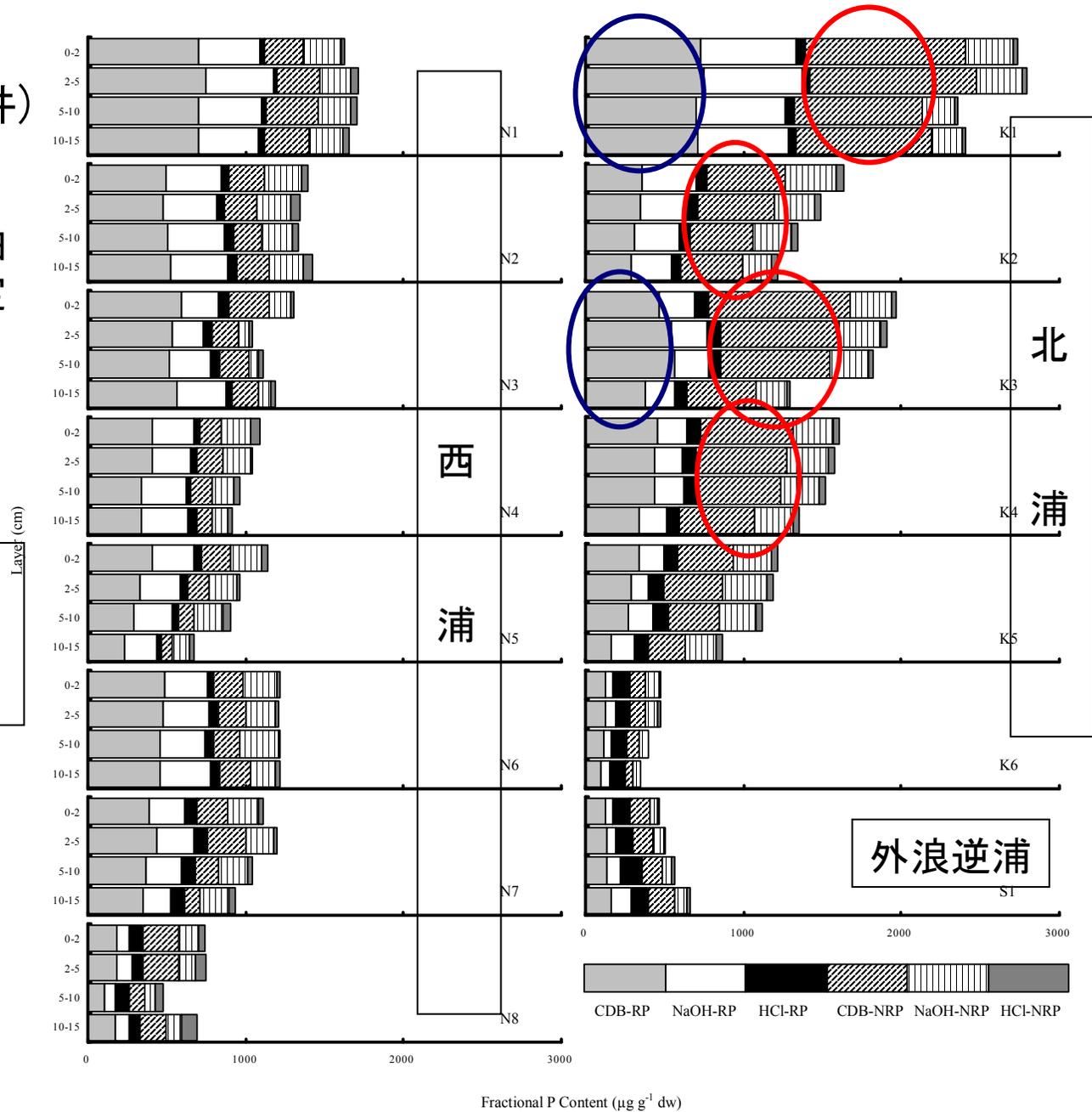


## 形態別リン含有量(石井)

- ・ 種々の抽出液により抽出されたリン量を測定

抽出されるリン含有量  
西浦<北浦

北浦では、還元状態で溶出する形態のリンが大量に存在



## 底泥中の酸化還元電位の測定（石井）

直上水を，嫌気・好気・硝酸添加し  
底泥表面下2cmのEhを測定し，酸素  
や硝酸による底泥環境への影響を調  
べた

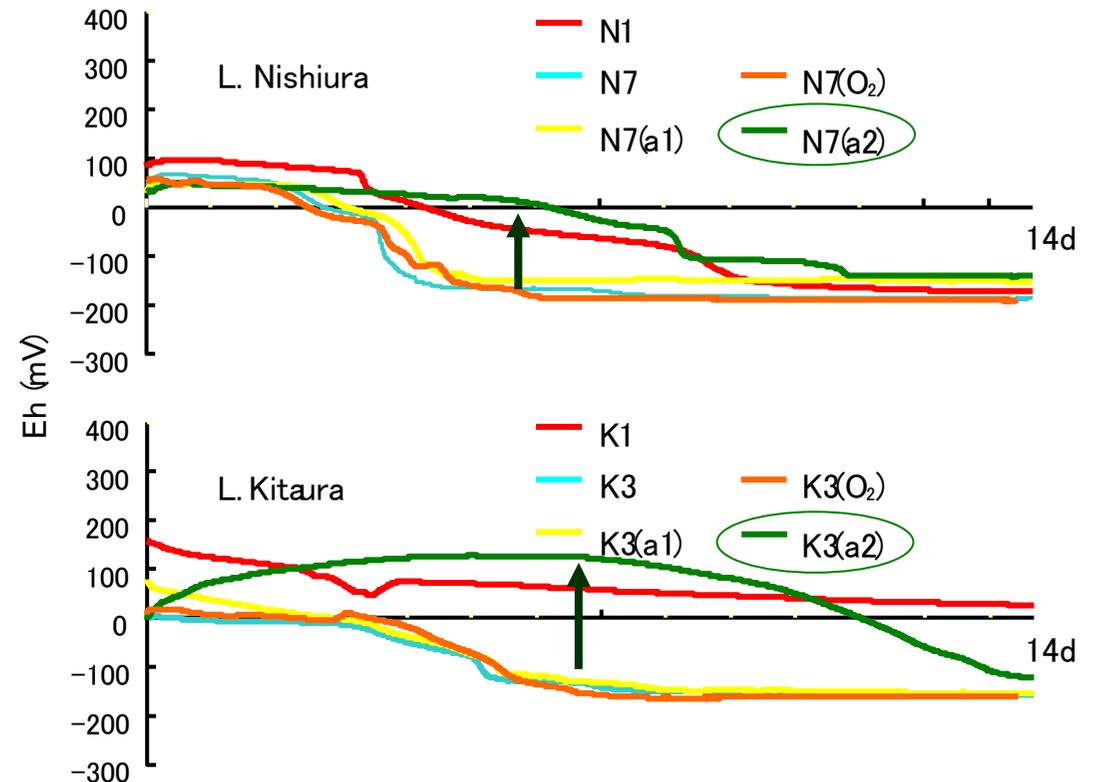
Ehが下がる＝還元が進む

→ リンが溶出

好気条件ではEhは上昇しない

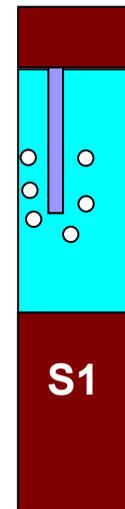
硝酸添加ではEhが上昇した

- ・ 溶存酸素は底泥表面まで
- ・ 硝酸は底泥内部まで

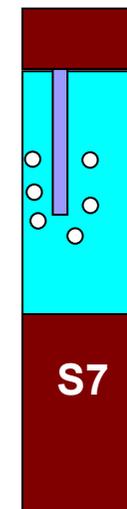


## リン溶出に対する直上水の硝酸濃度の影響の検討

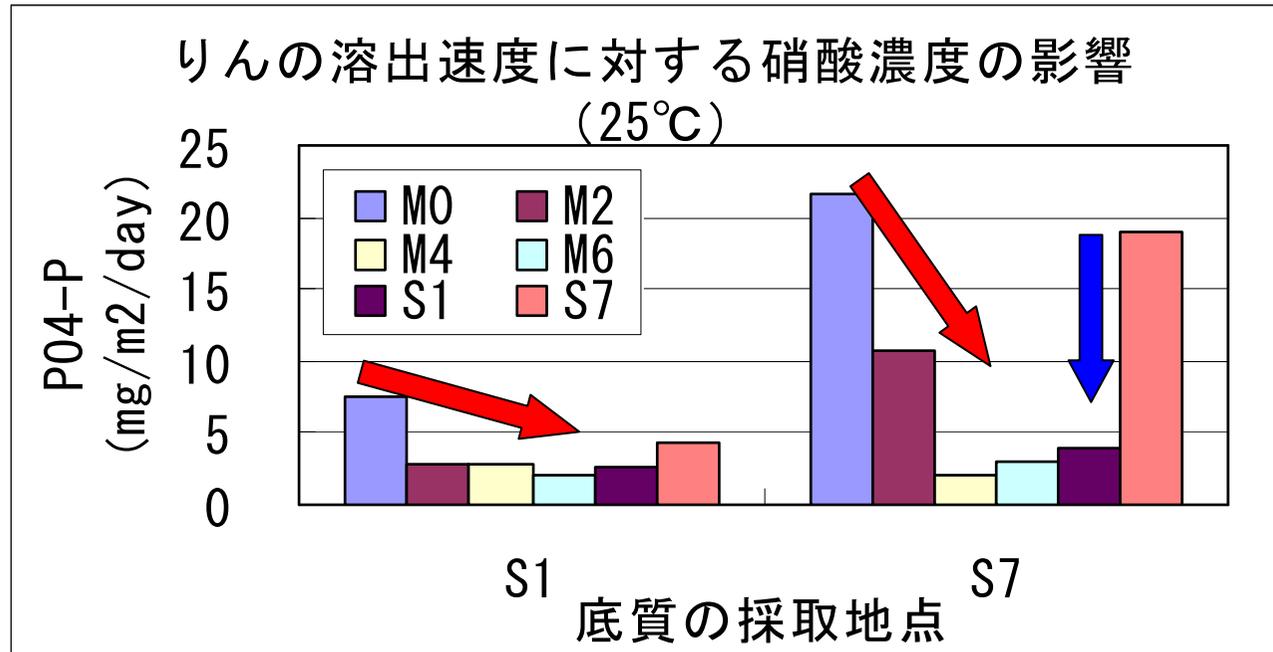
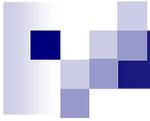
- 超純水に所定濃度の硝酸ナトリウムを展開  
直上水として溶出試験を行う  
また、本来の各地点の直上水でも行う
- ・  $\text{NO}_3\text{-N}$  : 0, 2, 4, 6  
4.8 (S1), 1.0 (S1) ppm
  - ・ 嫌気, 暗所, 25°C



最北部

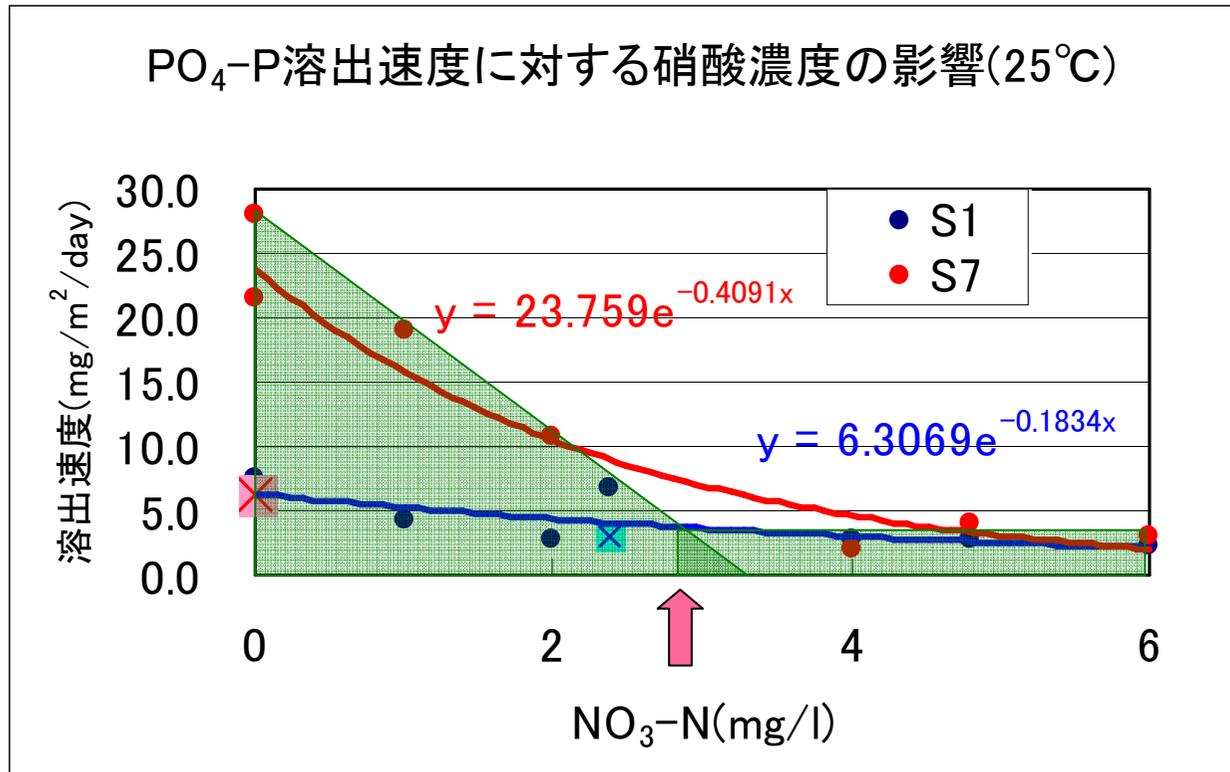
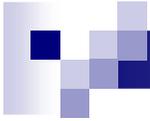


湖心



直上水の硝酸濃度が上昇するにつれて、  
リン溶出速度が小さくなった

また、S7の底質の直上水を硝酸濃度の高いS1にすることにより、リン溶出抑制の効果が見られた



S7（湖心部）ではリン酸溶出速度に直上水の硝酸濃度が影響していることから、硝酸濃度リン溶出速度に対する硝酸濃度のパラメータ化が重要



## まとめ

- ・ 夏季に湖央部で底層で酸素濃度の低下が見られ、底層の  $\text{PO}_4\text{-P}$  濃度が上昇した。
- ・ 高温・嫌気条件下では底泥からのリン溶出速度は湖心（S7）が最大で、最北部（S1）が最小であった。
- ・ 好気条件下では北浦の各地点でリン溶出速度に差はあまり見られなかった。
- ・ 水温が  $20^\circ\text{C}$  を超えると水温に対し、溶出速度が急激に上昇することが予想されるため、その期間の溶出抑制対策が重要になることがわかる。
- ・ 嫌気条件下でも、硝酸がある程度存在することにより、 $\text{PO}_4\text{-P}$  の溶出を抑制できることがわかる。



## 今後の予定

- 引き続き，流入河川の負荷量調査，湖内の水質変動の把握を行う
- 高水温時における底質の成分，性質の調査を詳細に行う
- これらの調査により得られたデータをパラメータ化し，北浦のリンの移動モデルの構築を行う