

# 二価鉄イオンの水域環境に対する効果

森川 恭輔 (神奈川県立海洋科学高等学校)



## はじめに

- 本校では、磯焼け対策、改善方法など様々な取り組みを行っている。
- その1つとして二価鉄イオンに着目し「鉄イオン溶出体」の考案者である杉本幹生氏と共同研究を行っている。
- これまで鉄イオン溶出体が溶出する二価鉄イオンとアスコルビン酸、クエン酸で光触媒の合成に成功している。

(環境微生物学会合同大会2017、日本水産学会平成30年大会にて発表)

## 目的

- 様々な水域環境の問題に対し、二価鉄イオンが果たして救世主となりうるのかを検証した。
- 今回は、淡水域の問題に着目し、二価鉄イオンの効果について実験を行った。



写真1. 水域環境問題へのドロや富栄養化による水の華・アオコ現象

## 鉄イオン溶出体(PAT.5258171)

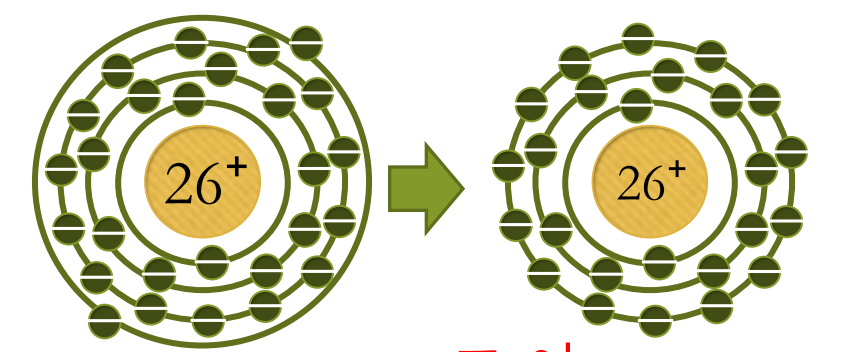
- 無有産研究所の杉本幹生氏が考案。 ● 炭素と鉄だけでできている。
- 電気陰性度の差により、水に入れるだけで二価鉄イオンのみが継続的に出る。

## 豊富にある鉄は生命の源

- 地球は重量の約30%が鉄でできている「鉄の星」
- 鉄の形態は鉄、鉄の化合物、三価鉄イオン、**二価鉄イオン**として存在している。
- 特に二価鉄イオンは、ほぼすべての動植物の**生命活動に**関与している。



## 二価鉄イオンって何？



Fe(陽子26個、電子26個) **Fe<sup>2+</sup>**(陽子26個、電子24個)  
 ・鉄(Fe)から電子(e<sup>-</sup>)が2つ放出したものだ。  
 ・水溶性の鉄イオン。  
 ・生物の必須ミネラルである。

## 水域環境問題1：ヘドロ分解に対する効果

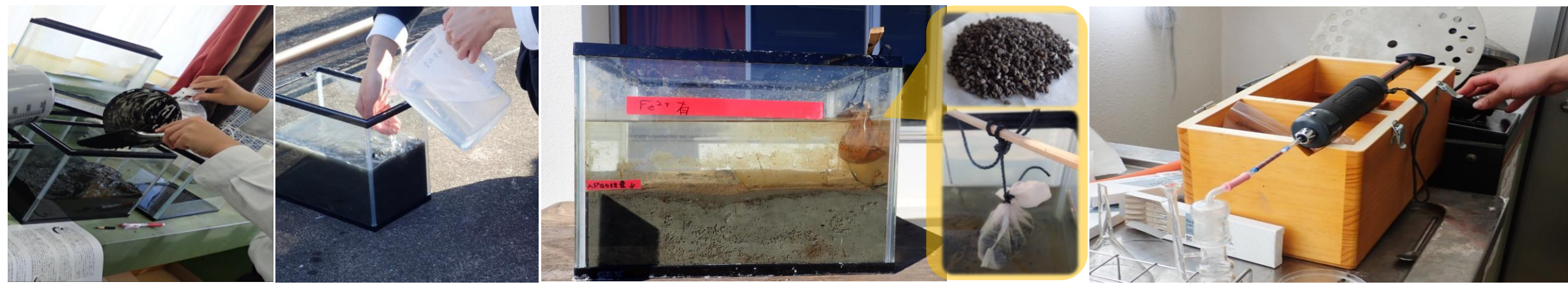
### 目的

二価鉄イオンにヘドロを分解する作用があるのかを検証した。

### 方法 (2017年11月29日開始)



図1 採取場所である竹川と松越川の合流地点(神奈川県横須賀市)



- ① 30cmのガラス水槽2槽にヘドロ8kg収容。
- ② 次に採取場所の河水水40ℓ入れた。
- ③ 1槽には鉄イオン溶出体50gをお茶パックに入れ、水槽内にぶら下げた。実験水槽は日の当たる場所に設置。
- ④ ヘドロテック-s(株式会社ガステック製)を用いて、月1回全硫化物量を測定した。

写真2. 実験手順 (①~④)

## 結果



鉄イオン溶出体を投入することで、**水槽内の環境が変化**し、ヘドロが減少した。**効果あり!**  
 キレート鉄による光触媒が分解の促進、ヘドロ内の微生物の種類の変化<sup>1)</sup>に 関与した結果と推測。

1) 佐々木剛・杉本幹生(2013)鉄イオン溶出体によるヘドロ底泥中の揮発性硫化物除去.自然環境復元研究6(1),17-21.

## 水域環境問題2：富栄養化に対する効果

### 目的

二価鉄イオンが富栄養化の環境下でどのような作用があるのかを検証した。

### 測定場所：鎌倉武道館の修景池

(神奈川県鎌倉市)

春先や夏にアオコのような現象が確認されている。発生要因として富栄養化と推測した。

\*水源は、下水終末処理場である山崎水質浄化センターに併設されており、その処理水となっている。

### 測定項目

- ・水温
- ・pH
- ・化学的酸素欲求量(COD)
- ・亜硝酸(NO<sub>2</sub>)
- ・硝酸(NO<sub>3</sub>)
- ・リン酸態リン(PO<sub>4</sub>)
- ・総鉄(Fe)
- ・全窒素(TN)
- ・全リン(TP)
- ・全硫化物量(実験2のみ)

## 実験1：修景池の水質および景観の変化

期間：4、5月に1回ずつ、7月に11日間、9月に16日間連続採水し、本校にて水質などを測定した。また景観を撮影した。

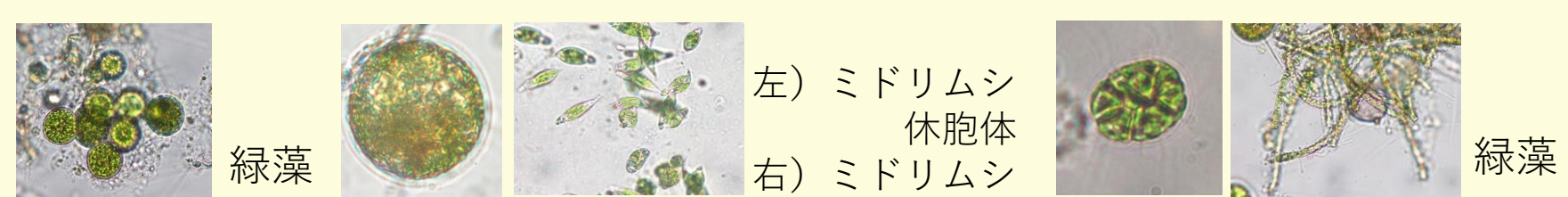
### 結果

- ① 流入水の水質  
 pH : 6.69~6.84  
 NO<sub>2</sub> : 0.02~0.02mg/L  
 NO<sub>3</sub> : 8.05~19.52mg/L  
 PO<sub>4</sub> : 1.709~2.940mg/L  
 TP : 3.04~3.82mg/L  
 TN : 10.5~11.1mg/L



写真4. 注水口

### ② 池内のプランクトン



藍藻類は確認されず、緑藻・ミドリムシの大量発生によるものと判明。

【流入水】全リンの濃度が**富栄養化の目安とされる0.02mg/L<sup>2)</sup>を大きく上回る**水が修景池に流れ込んでいた。硝酸・全窒素も高濃度。

【修景池の水質】植物プランクトンの栄養となる窒素・リンが常に豊富にあり、水温・日照などの条件次第で大量発生をもたらすと考えられた。また全リンの数値とプランクトン総数との間に相関関係が見られた。大量発生の起爆剤にリンの関与が示唆された。

2) 農林水産省(平成24年3月)農業用貯水施設におけるアオコ対応参考図書 農村振興局農村環境課  
 3) 水質調査の基礎知識(近畿地方整備局近畿技術事務所)

## ③ 4~9月までの水質・景観・プランクトンの変化



図2. 修景池の4~9月までの変化 (植物プランクトン量)

## 実験2：鉄イオン溶出体による水質の変化

2018年7月14日、修景池にて採水、採泥し、本校にて水槽実験を開始した。約7日ごとに水質・全硫化物量を測定した。



写真5. 7月14日の様子 写真6. 採水 写真7. 採泥

### 実験水槽

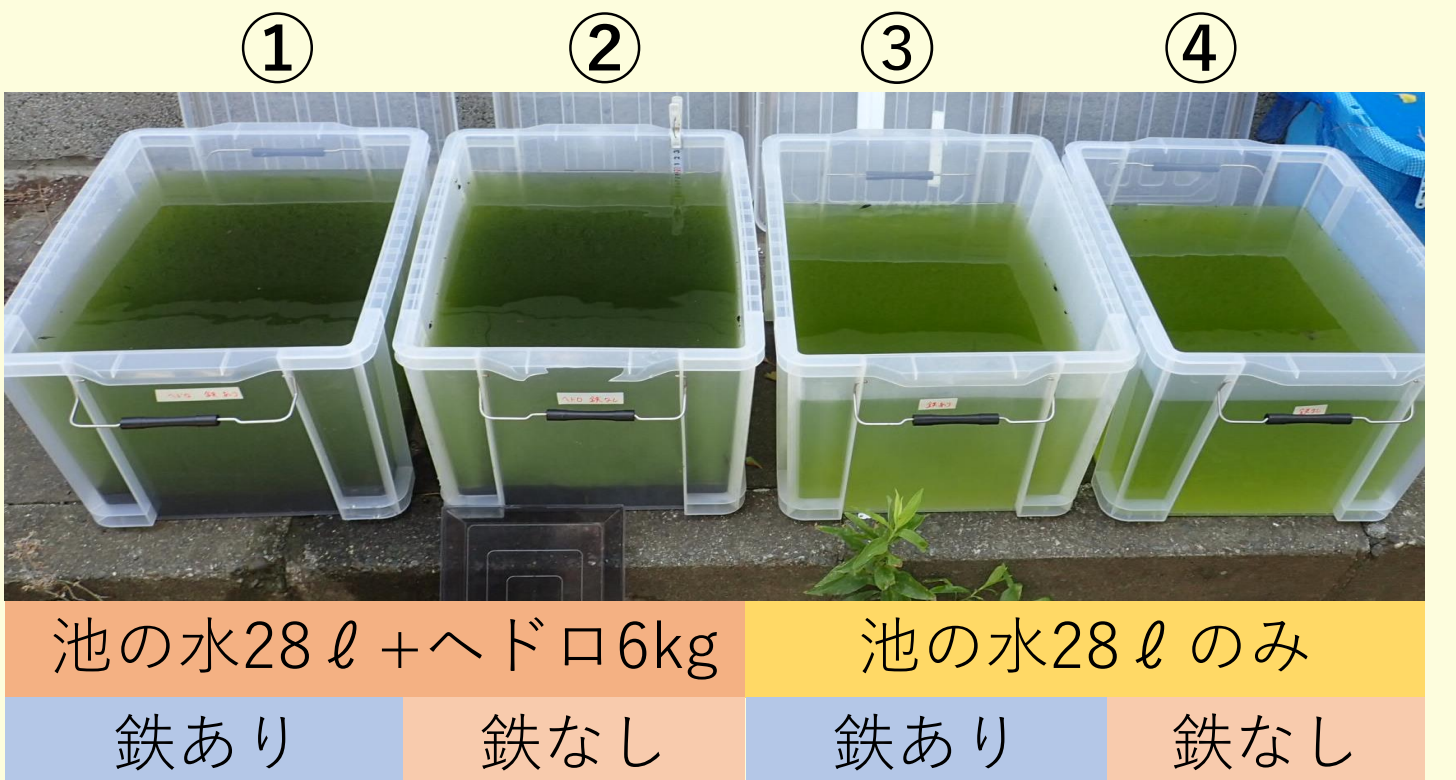


写真8. 各実験水槽の条件

## 結果

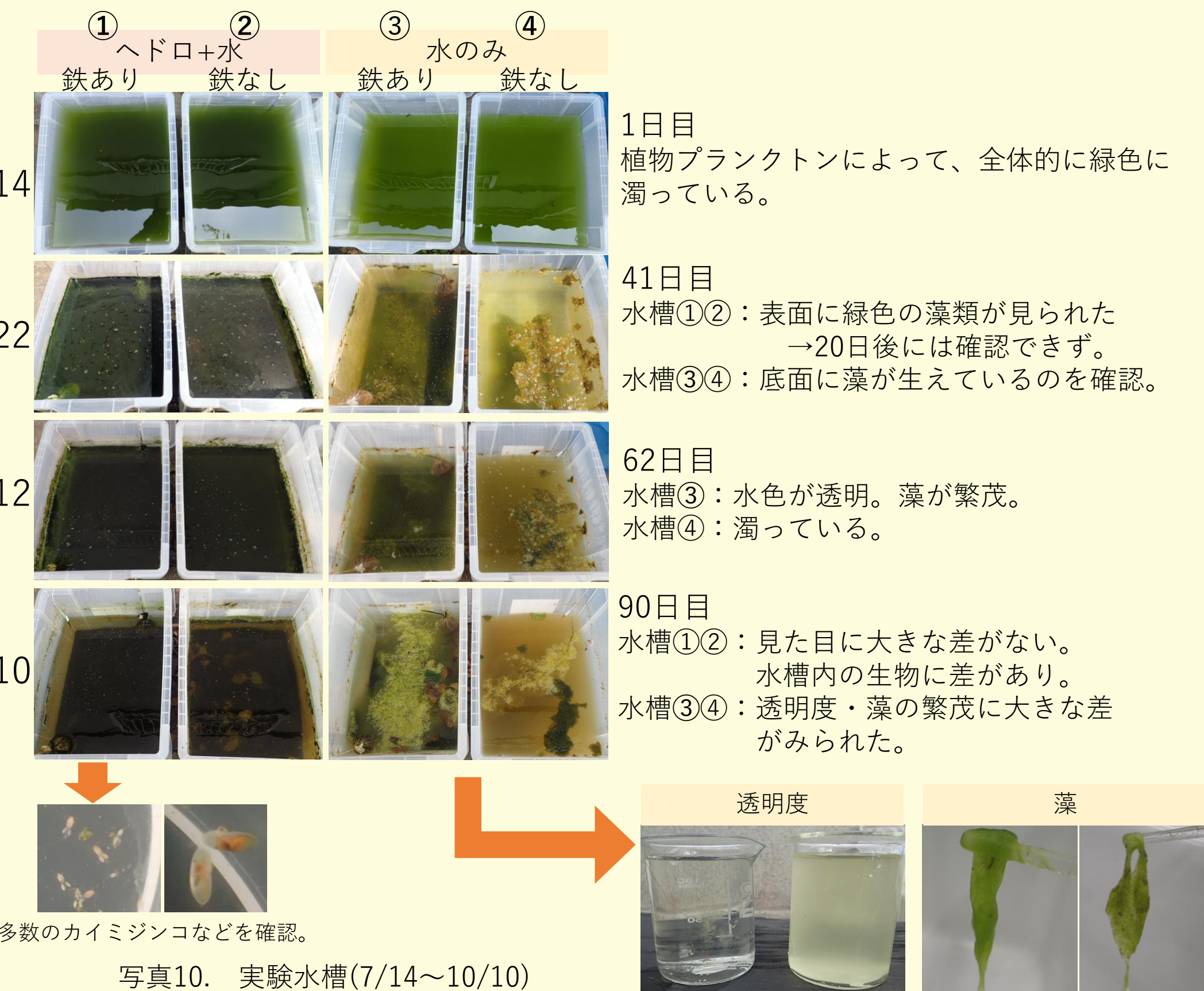
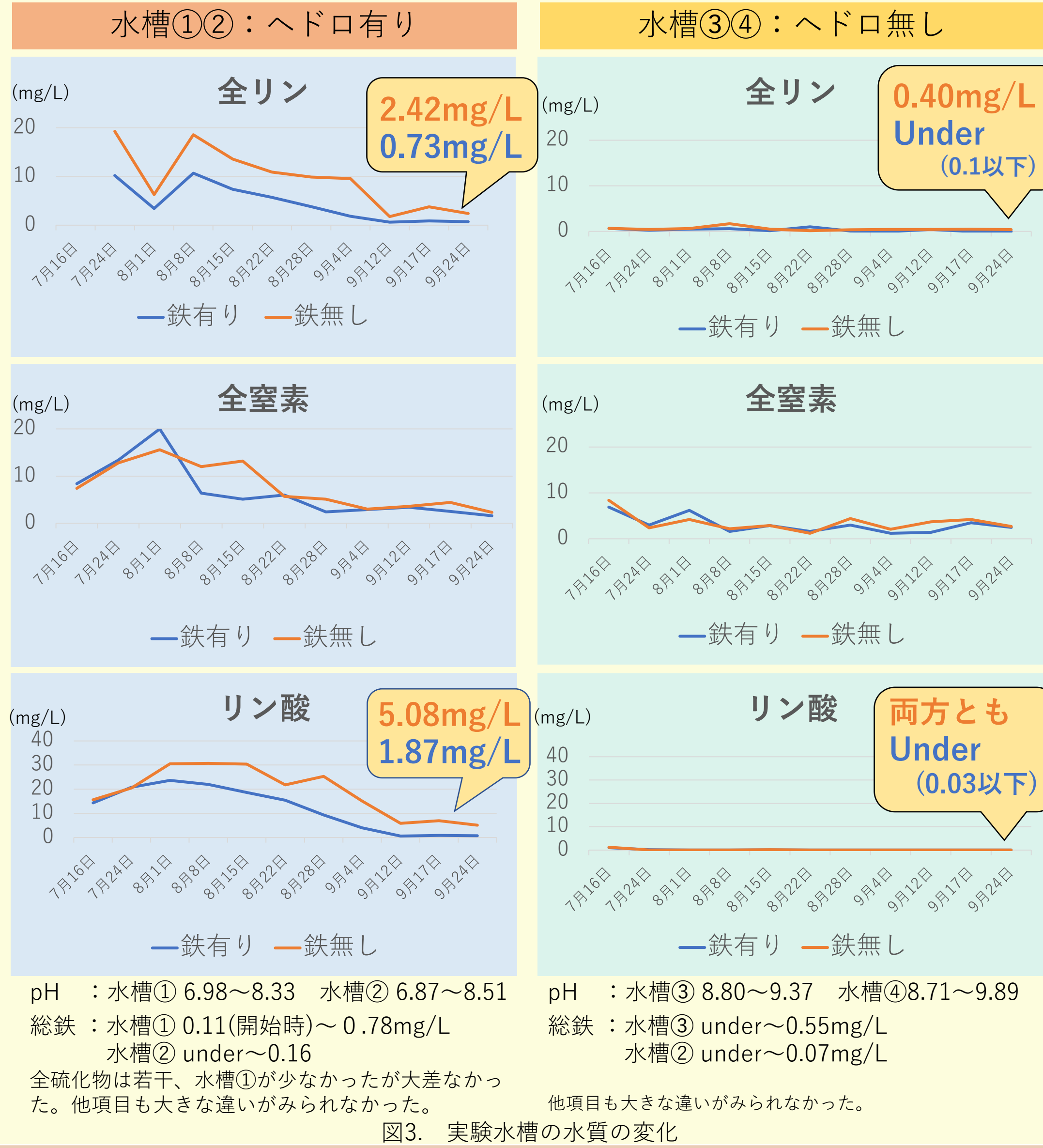


写真10. 実験水槽(7/14~10/10)

- ヘドロの有無により、pH, 栄養塩類の量に差が見られ、ヘドロが富栄養化に大きな影響を与えていることが分かった。
- 二価鉄イオンによって、栄養塩類の固定が行われ、水質改善に効果があることが分かった。また、キレート鉄が生成され、それが養分となり、栄養塩を使用する水草に好影響を与えることが考えられた。

## まとめ

- 二価鉄イオンには、ヘドロを減少させる効果や、臭いの原因物質の除去が考えられるなど、ヘドロが堆積する環境に対し総合的に好影響を与えることが分かった。
- 富栄養状態にある水域に対しては、リン酸鉄の生成など、栄養塩類の固定が行われ、それらの栄養塩類や、キレート鉄を利用する植物が繁茂するなど、二価鉄イオンを投入することで富栄養化の解消、環境を正常化へ導くと考えられた。
- 淡水域の諸問題に対し効果的に働くことが示唆されたことから、今後フィールドでの試験を実施していきたい。



図2. 二価鉄イオンの効果として考えられること