

1 はじめに | 研究のきっかけ

石仏鉱泉
南河内周辺で湧いている温泉で、中央構造線を通して湧出しているとされる。ニホンイシガメの分布調査中に偶然発見したのがきっかけです。

石仏鉱泉の成分組成

温泉の主成分

- ・塩化ナトリウム (塩)
- ・炭酸カルシウム (湯の華)
- ・二酸化炭素
- ・**溶存鉄**

2 方法 | 鉱泉水でどう魚を増やすか？

餌が増えると
魚はそれを食べて増える
魚のエサとは何か？
=餌である**植物プランクトンが増えると魚も増える！**

魚
小魚
植物プランクトン

では、植物プランクトンを増やすにはどうすればいいのか

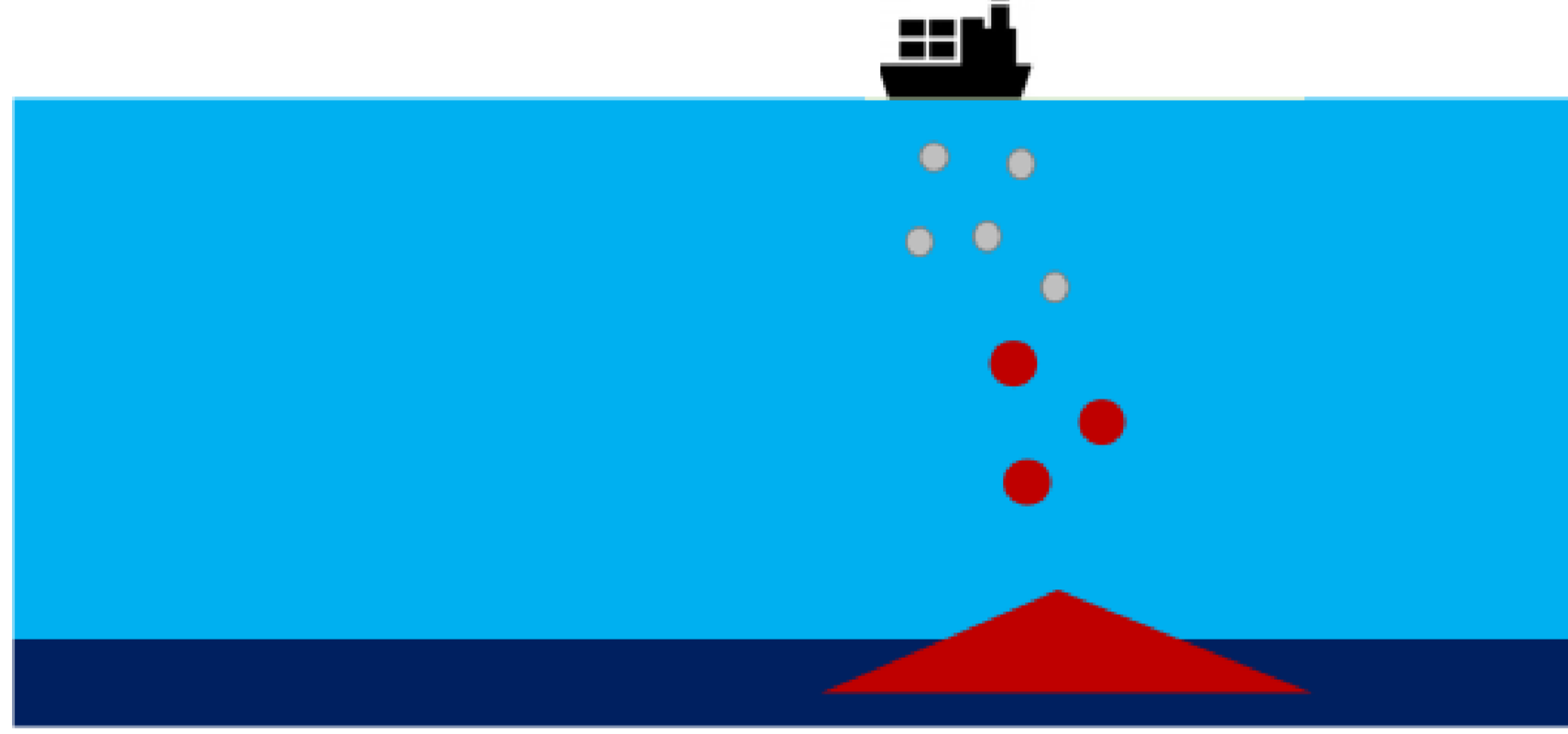
植物プランクトン 窒素 リン **鉄**

植物プランクトンが増える (生きる) には、栄養塩類 (窒素やリン) と酸化していない**“鉄”**が必要

そこで鉄を海に撒く研究が各地でされてきた

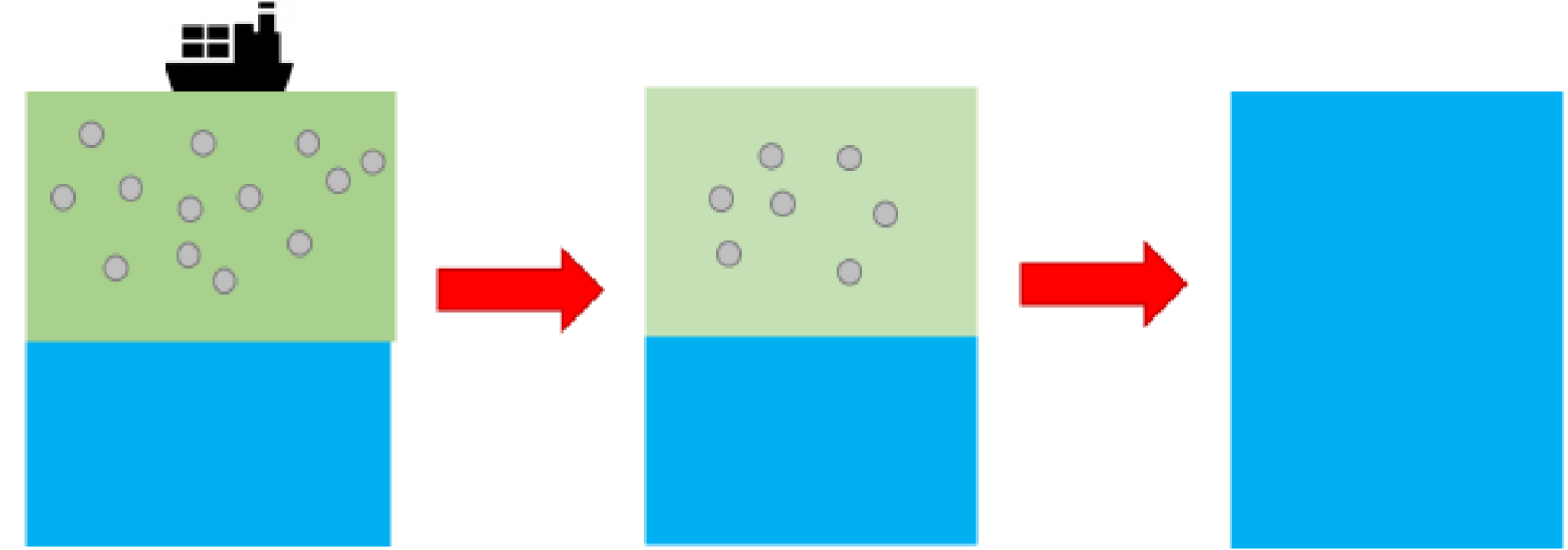
従来までの鉄散布方法の問題点

1. そのまま鉄を撒くと酸化して沈殿してしまう



そのままの鉄だと酸化鉄になってしまう
→ 酸化しない形にしてから撒く必要がある

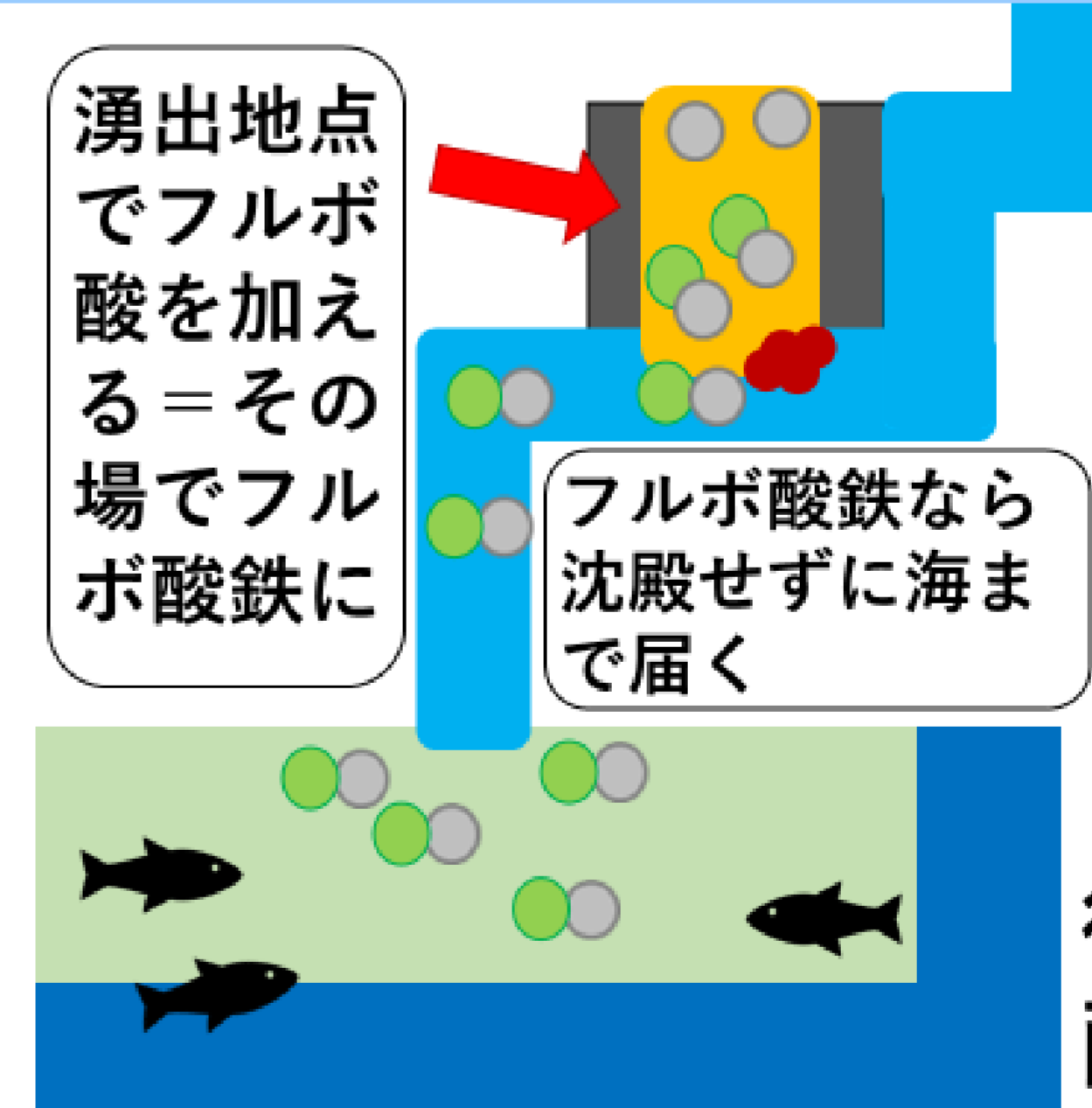
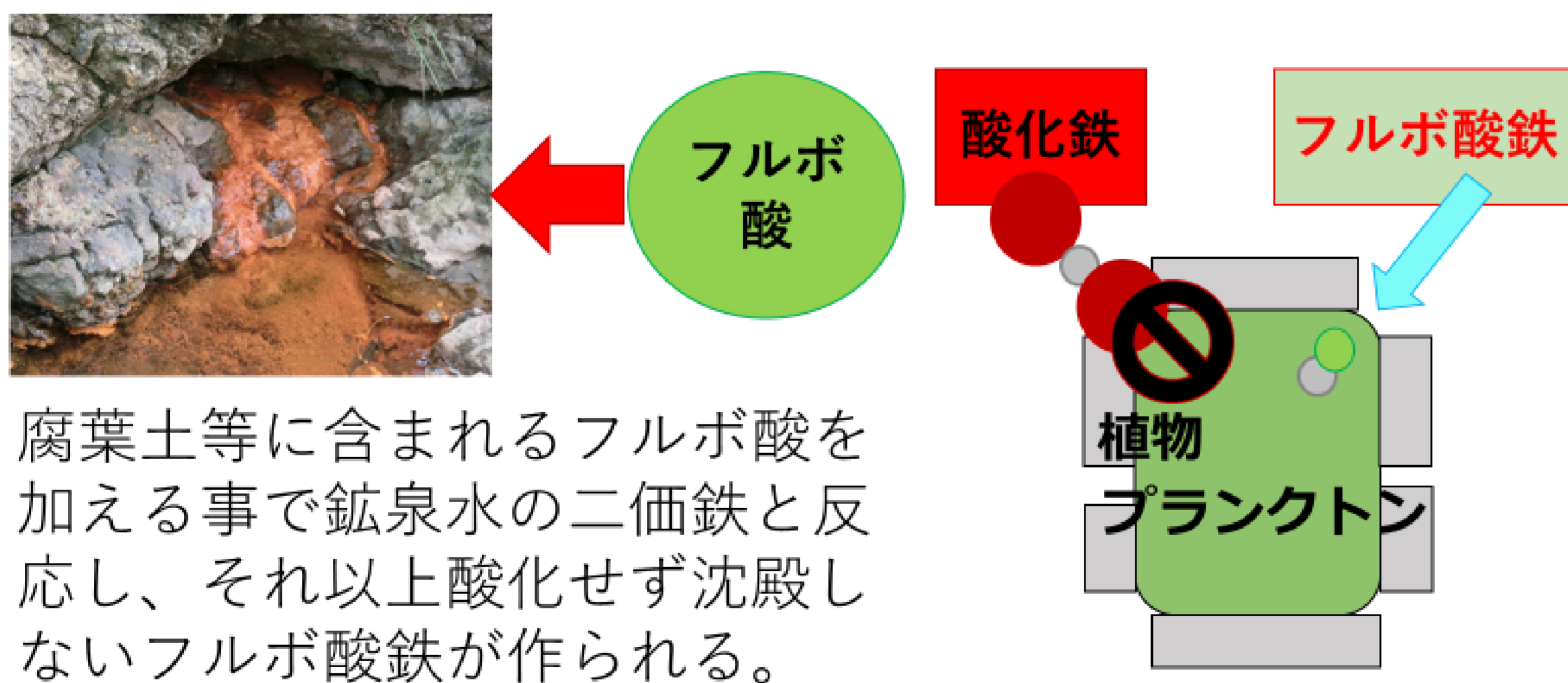
2. 常に撒き続ける必要がある



一旦撒くのをやめて鉄の量が減るとまた元通りになってしまう
→ 常に撒く必要があり、コストの少ない方法が不可欠

3 研究内容 | 石仏鉱泉を使って鉄を散布する事の利点

温泉の湧出地点に直接フルボ酸を添加する



湧出地点が川の横にあるのでそのまま川から海まで流れていく
コスト削減かつ継続的に撒く事ができる

従来までの問題点を解消した画期的な方法！

鉱泉による鉄散布の効果

鉄散布による植物プランクトンの増殖は、**“漁獲量の向上”**に繋がる。
植物プランクトン増殖に伴う光合成やマリンスノーの増加は、CO₂の海底への沈殿による**“大気中のCO₂の減少”**効果もあるため、**地球温暖化への対策**の一つになりえる可能性がある。

- ↓ **二酸化炭素** (2.大気中のCO₂の減少)
- ↑ **酸素**
- ↑ **2A光合成総量の増加**
- ↑ **2Bマリンスノーの増加**
- ↑ **1. 漁獲量の向上**

何故この研究が今必要なのか

漁獲減、水質浄化が影響? 「魚の庭」大阪湾 (2)
執筆 2015/7/29日

近年、大阪湾を含む日本近海では栄養塩等の不足による**貧栄養化減少**が起きている。

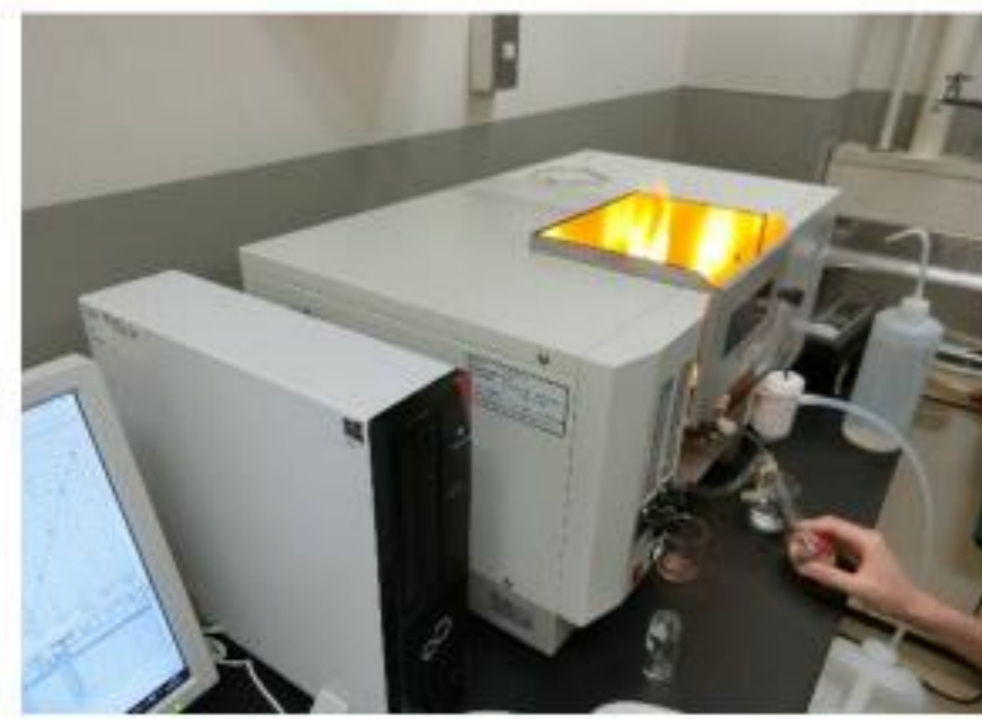
この海の貧栄養化により植物プランクトンや海藻が減少しており漁獲量が急減している。

早急な対策が必要

←日本経済新聞 (2015年7月29日)

4 実験方法 | 鉱泉水中の鉄濃度測定方法

まずは石仏鉱泉内に含まれる溶存鉄の濃度と、その内の二価鉄の割合はどれだけかを測定した。



原子吸光度計

全鉄

原子吸光度計で測定した。

二価鉄

吸光度計で測定した。

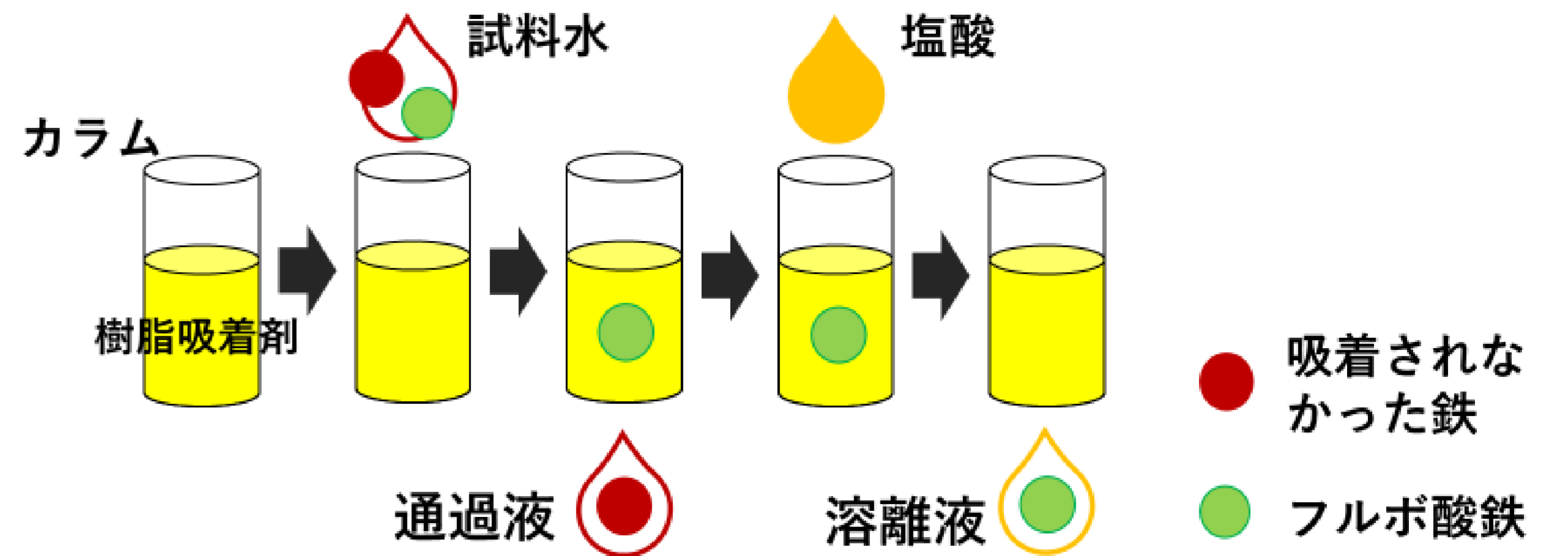
三価鉄

全鉄と二価鉄からの差し引きで算出した。

鉱泉水と腐葉土によるフルボ酸鉄生成実験

樹脂吸着剤を使ってフルボ酸鉄の生成量を確認する

- 腐葉土 + 鉱泉水をカラムに通す
- フルボ酸鉄のみカラムに吸着されるので溶離を行う



5 結果 | 鉱泉水中の鉄濃度

表1 美加の台鉱泉水の鉄濃度

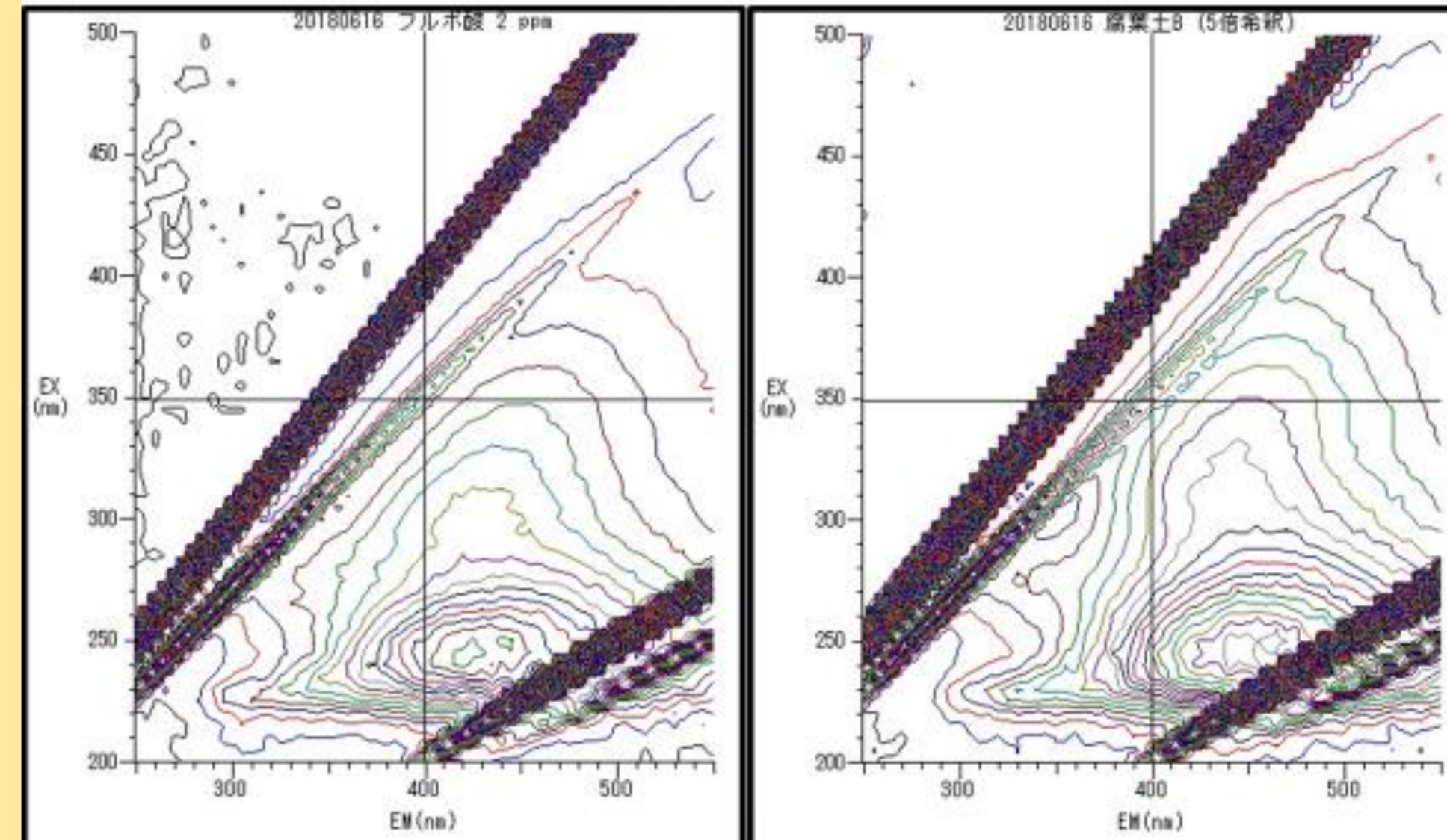
単位	全Fe	Fe ²⁺	Fe ³⁺
mg/L	14.1	11.2	2.8
%	100	79.8	20.2

美加の台鉱泉水には約14 mg/Lの鉄が含まれており、湧出時点ではほとんどの鉄が酸化していない事がわかった。

使用する腐葉土内のフルボ酸の確認

フルボ酸標準溶液
(日本腐植物質研究会)

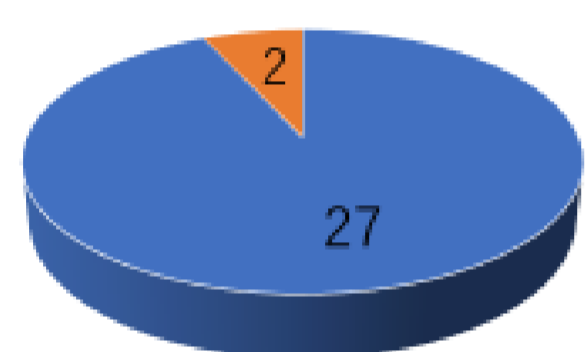
腐葉土中のフルボ酸



三次元蛍光法による分析結果より、フルボ酸標準溶液(日本腐植物質研究会)と同様の傾向を示したことから、腐葉土にフルボ酸が含まれていることがわかった。

石仏鉱泉の湧出地点分布調査と結果

発見した石仏鉱泉の湧出地点数



■ 川沿いでの湧出地点数 ■ それ以外の場所での湧出地点数

湧出地点分布結果内訳



■ それ以外の場所での湧出地点 ■ 川沿いでの湧出地点

これまでの調査で五つの市町村で合計29箇所の湧出地点を発見した。

この29箇所の湧出地点数の中で27箇所の湧出地点が湧出後川へ合流する川沿いで湧出していた。

この事からまだ未発見の鉱泉の湧出地点も同様に川沿いでの湧出の傾向があると思われる。

カラム吸着によるフルボ酸鉄の確認

表2 試料中(鉱泉水 + 腐葉土)の鉄濃度

	鉄濃度(mg/L)	
通過前のFe濃度	19.85 ± 0.35	(n = 3)
通過液中のFe濃度	1.37 ± 0.77	(n = 4)
溶離液中のFe濃度	15.24 ± 0.76	(n = 4)

美加の台鉱泉水には19.85 mg/Lの鉄が含まれていた。

フルボ酸鉄を形成しなかった鉄(通過液中の鉄) 1.37 mg/L

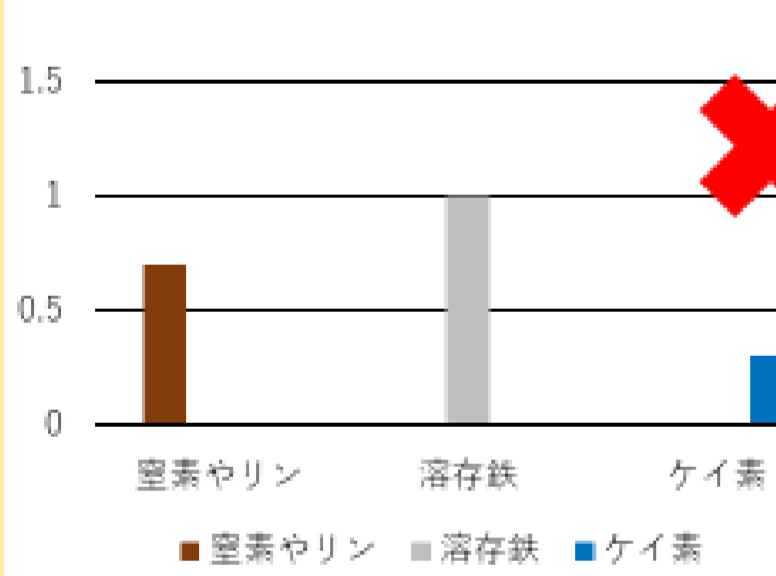
フルボ酸鉄を形成した鉄(溶離液中の鉄) 15.24 mg/L

※ 約16%の鉄はカラムに残存していた。

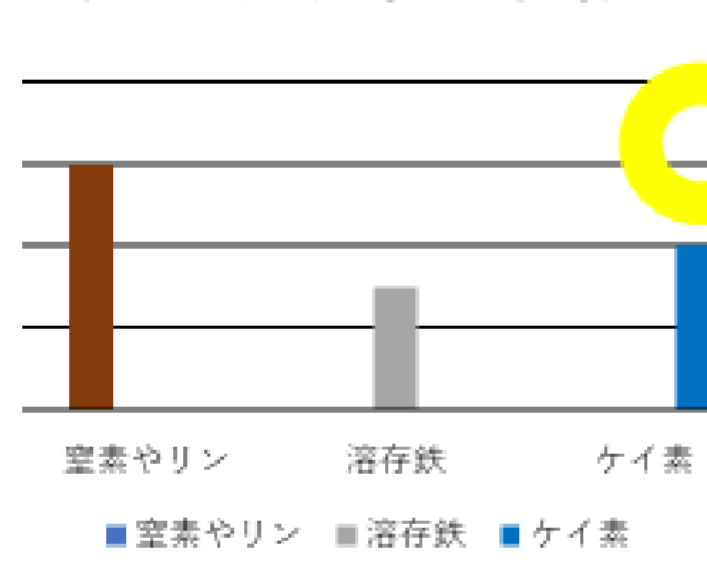
※ 約77%の鉄がフルボ酸鉄を形成していることがわかった。

6 課題 | 現時点での問題点と今後の課題

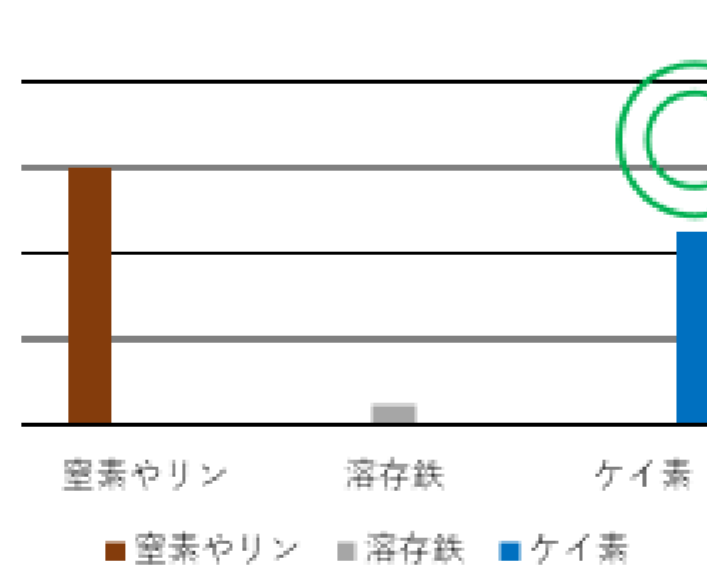
湾内の成分組成仮説1



湾内の成分組成仮説2



湾内の成分組成仮説3



<<湾内での鉄散布の効果の程度>>

湾内・海洋での鉄供給による効果には諸説があり、懐疑的な意見が多数存在する。

窒素、リンそしてケイ素も無論必要であり、それぞれの海水中の濃度の調査や実際の鉄供給による効果の測定等を行う事が不可欠なので、次は水槽実験を行い、鉄散布の効果を検証する予定です。

現時点で把握済みの、有馬型温泉系列の鉱泉

◎石仏鉱泉のように二価鉄の含まれる水であれば、本研究が適用できる。

南極の血の滝等も

鉱泉の湧出量 = 海に供給できる鉄の量であり、今まで未調査であった含鉄泉等の水温や国外を問わない鉱泉の分布調査が、散布可能な量・範囲の向上に重要になってくる。

まとめ

- ・ 鉱泉水には鉄が豊富に含まれており、二価鉄が約80%を占めていた。
- ・ 腐葉土にはフルボ酸が含まれており、鉱泉水と混合させることによりフルボ酸鉄の形成が確認できた。

今後の方針

- ・ 海水を入れた水槽に腐葉土 + 鉱泉水(フルボ酸鉄)を添加していき、植物プランクトン量に変化が表れるか検討する。

最後に



従来までの研究や産業では、山・川・海でそれぞれが独立していました。今回の鉱泉による鉄供給の研究を進めていくことで、山・川・海の分野を問わない様々な人達の協力や連携が不可欠になります。この研究が普段知り合えない分野の方々を繋ぎ、今までになかった新しいアイデアが生まれるきっかけ作りになれば幸いです。