

底質中の有機物の増加に対する鉄の効果

広島大学	学生会員	○加藤	菜月
広島大学	正会員	中井	智司
広島大学	非会員	末永	俊和
広島大学	非会員	後藤	健彦
広島大学	非会員	西嶋	渉

1. 緒言

大気中の二酸化炭素の重要な吸収源として、海洋生物によって大気中の二酸化炭素を取り込み、有機炭素を海域で固定・貯留する「ブルーカーボン」が注目され、その増強方法が検討されている。一方、海域底質が嫌気状態から好気状態に変遷する際に硫黄酸化細菌といった独立栄養性細菌の増殖により有機物含有量が増加する現象が認められた¹⁾。

そこで、底質中の硫黄酸化細菌や鉄酸化細菌といった独立栄養細菌を活性化させることで底質中の有機炭素を増強させる手法に着目した。本研究では、脱リンスラグによる有機物合成の促進能の評価とメカニズムの解明を目的とした。

2. 実験方法

2.1 カラム作成

河口域、沿岸域より採取した底質を塩ビパイプに充填し、直上に予め窒素曝気しておいた人工海水を入れた(Fig. 1)。密封後 20°C にて 1 週間静置した後に、製鋼スラグを底質表面積の半分を占める程度で敷設した。また、鉄による有機物増加への寄与、並びに鉄の形態の違いによる影響を確認するため、鉄粉を混ぜたものと酸化第一鉄を添加したものを用意した。その後、20°C にて 21 日間空気曝気した。なお、空気曝気のみを行う系、密栓したままの系も設置した。

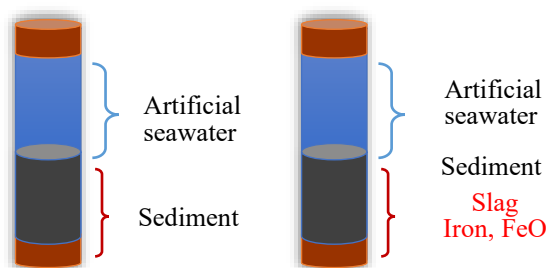


Fig. 1 Schematic view of the sediment core experiment.

2.2 測定項目

底質雰囲気

嫌気状態から好気状態への変遷過程の評価を行うために直上水の DO (溶存酸素)、pH、さらに底質の ORP (酸化還元電位) を測定した。

有機物の挙動

底質での有機物生産、及び分解を評価するため、底質の IL (強熱減量)、OC (有機炭素含有量)、ならびに直上水の DOC (溶存有機炭素) を測定した。

3. 結果と考察

脱リンスラグを河口域から採取した底質に敷設し、有機物含有量の測定に使用される IL を測定した結果、曝気による有機物の増加は、スラグの敷設によりさらに増強されることが明らかとなった (Fig. 2)。なお、OC も分析したが、曝気しない場合は 21 日経過後も OC 量には大きな変化がないことが認められた。

Fig. 3 に鉄粉と酸化鉄を添加した沿岸域底質の IL の経時変化を示す。尚、製鋼スラグ添加実験と鉄粉、酸化鉄添加実験で用いた底質が異なるため、Fig. 2 と Fig. 3 で IL の値が異なる。製鋼スラグを用いた実験時と同様に、鉄粉を添加したことで OC 量の増加が促進されたことが確認できたが、酸化鉄の方では曝気しただけの対照系と比較しても大きな促進効果は見られなかった。溶存酸素による二価鉄の酸化速度が速く、有機物合成を担う独立栄養細菌による利用と競合した可能性が考えられる²⁾。

次に、鉄粉と酸化鉄を添加した底質の直上水における DOC の経時変化を Fig. 4 に示す。嫌気状態では底質の直上水においても OC 量の増加が認められたが、好気状態の三系列では増加傾向が強まった。

しかしながら、鉄粉、酸化鉄を加えた系列で OC の溶出は、これらを加えない系よりも増加が抑制された。これらの結果より、鉄や FeO の添加によって、底質での OC 量を増加させられる可能性が明らかとなった。

また、Fig. 3、Fig. 4 より、鉄粉による OC 固定の評価を行うため、鉄粉添加サンプルと曝気しただけの好気サンプルの IL 増加量の差から、底質中の OC の増加量を算出した。この際、IL からの OC への換算は、脱リンスラグを用いたカラム実験より求めた $OC/IL=0.037$ を用いた。また、同様に DOC も増加量の差を求めることで炭素溶出抑制量を計算し、生成増加量と溶出抑制量を足したところ、鉄粉では 21 日間で 1968 g/m^2 、固定量が増え、底質の炭素固定化が促進される可能性が見出された。以下に計算式を示す。

底質における鉄粉の固定促進量

(鉄粉添加系の IL 増加量) - (添加なしの系の IL 増加量) = 51027 g/m^2

鉄粉の溶出抑制量

(鉄粉なしの系の DOC 増加量) - (鉄粉添加系の DOC 増加量) = 80.09 g/cm^2

鉄粉の炭素固定効果量

$$51027 \times 0.037 + 80.09 = 1968 \text{ g/m}^2$$

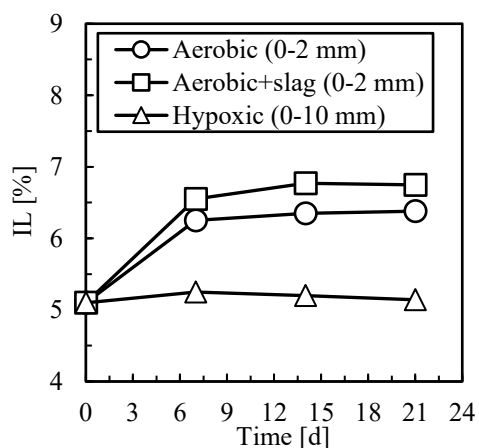


Fig. 2 Changes in the sedimentary IL of the different sediment samples.

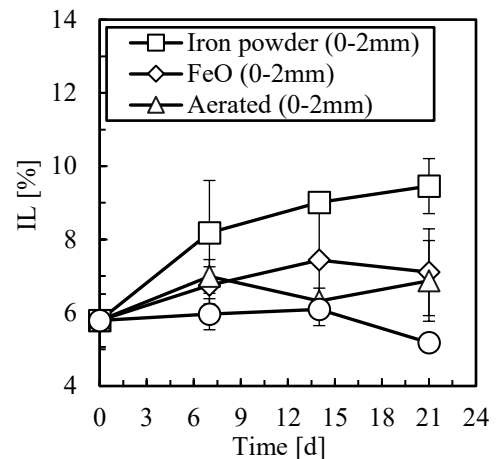


Fig. 3 Changes in the sedimentary IL of the different sediment samples.

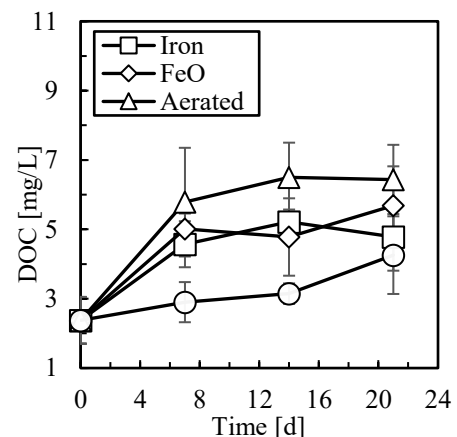


Fig. 4 Changes of DOC concentration in the overlying seawater in the different sediment samples (n=3).

4. 結言

底質が嫌気から好気状態への変遷する際底質に脱リンスラグを添加することで底質の OC 増強が可能であった。また、鉄粉は底質における OC の生成を著しく促進したが、FeO の効果は弱かった。しかしながら、鉄粉や FeO を添加することで、底質で生成された有機炭素の溶出が少なくなり、底質の炭素固定化が促進される可能性が見出された。今後、メカニズムを明らかにするために微生物叢解析を行う。

5. 謝辞

本研究は(公財)鉄鋼環境基金の援助(19 副産物-中 4)のもとで行われた。ここに記して謝意を表す。

参考文献

- 1) Ihara, H. et al.: *Front. Microbiol.*, **8**, 152 (2017)
- 2) Burdige, D.J et al, *Marine Chemistry*, **223**, 103793

キーワード 化学合成独立栄養細菌、底質、有機炭素

連絡先 〒739-8527 広島県東広島市鏡山 1 丁目 4 番 1 号広島大学大学院工学研究科
TEL 082-424-7518