

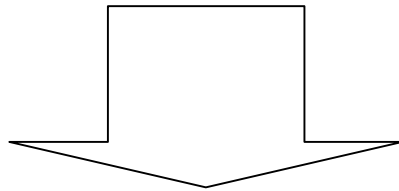
海洋構造物の付着生物が排出する 懸濁態有機物の挙動に関する研究

環境システムコース
海洋環境工学分野
指導教官 多部田茂 助教授

26635 井梅俊行

【海洋構造物と付着生物】

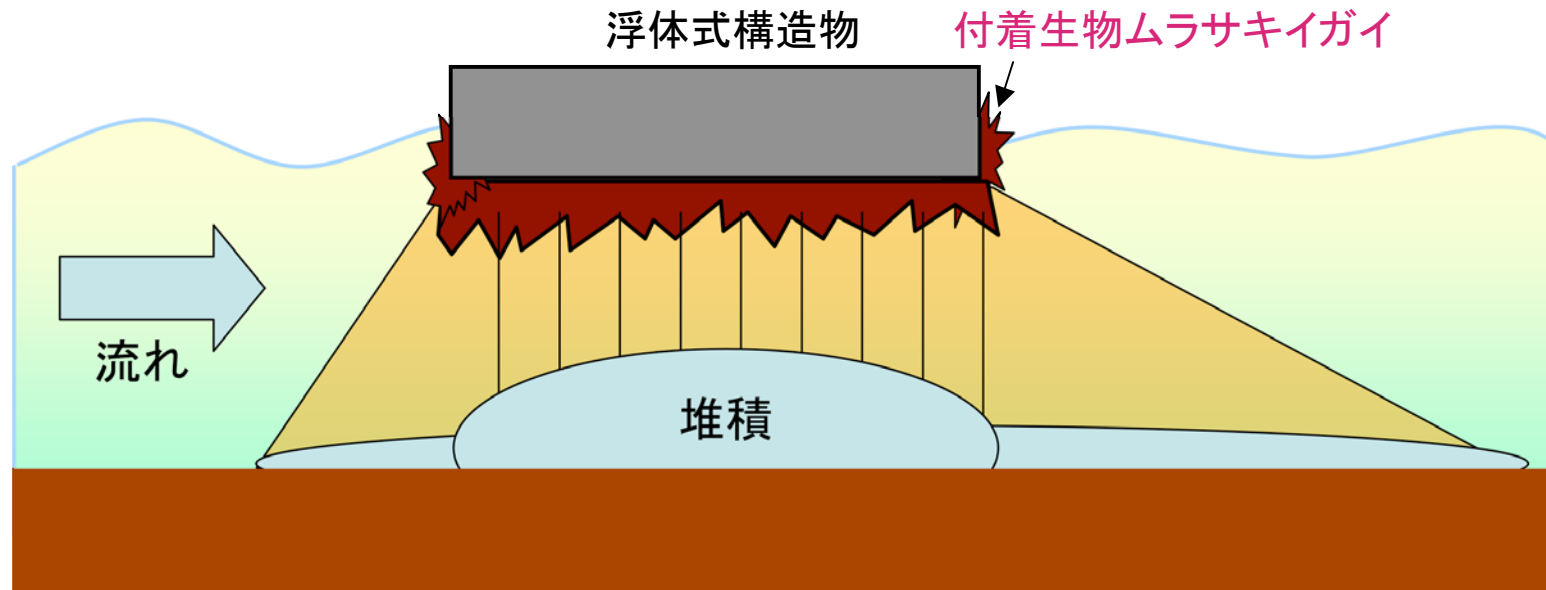
- 海洋構造物が環境に与える影響
 - 構造物による流場の変化
 - 大気と海面とのフラックスの変化
 - 付着生物による生態系への影響



付着生物の活動による水質変化

付着生物の死亡、脱落、排出物の落下による底質変化

【排出物の挙動】



- 付着生物の排出物が即海底に落下するモデル
⇒堆積範囲は構造物の下のみ
- 実際は沈降速度を持ち人工構造物周辺範囲に堆積する
- 海底に堆積した有機物は貧酸素状態の原因になる
⇒排出物の影響を評価するには排出物の挙動を把握する必要がある

【目的】

- 付着生物の環境への影響を把握するため、付着生物が排出する懸濁態有機物の挙動を解明する

挙動を支配するのは沈降速度

- 沈降速度が異なる事によって堆積、分解等に影響
- 付着生物の排出物の沈降速度は調べられていない

挙動を表現するには生態系モデルが有効

- 生態系モデル内で物質循環を考える事が出来る
- 流れなどの物理場を考慮することが出来る

【研究の流れ】

1.実海域における沈降速度の推定

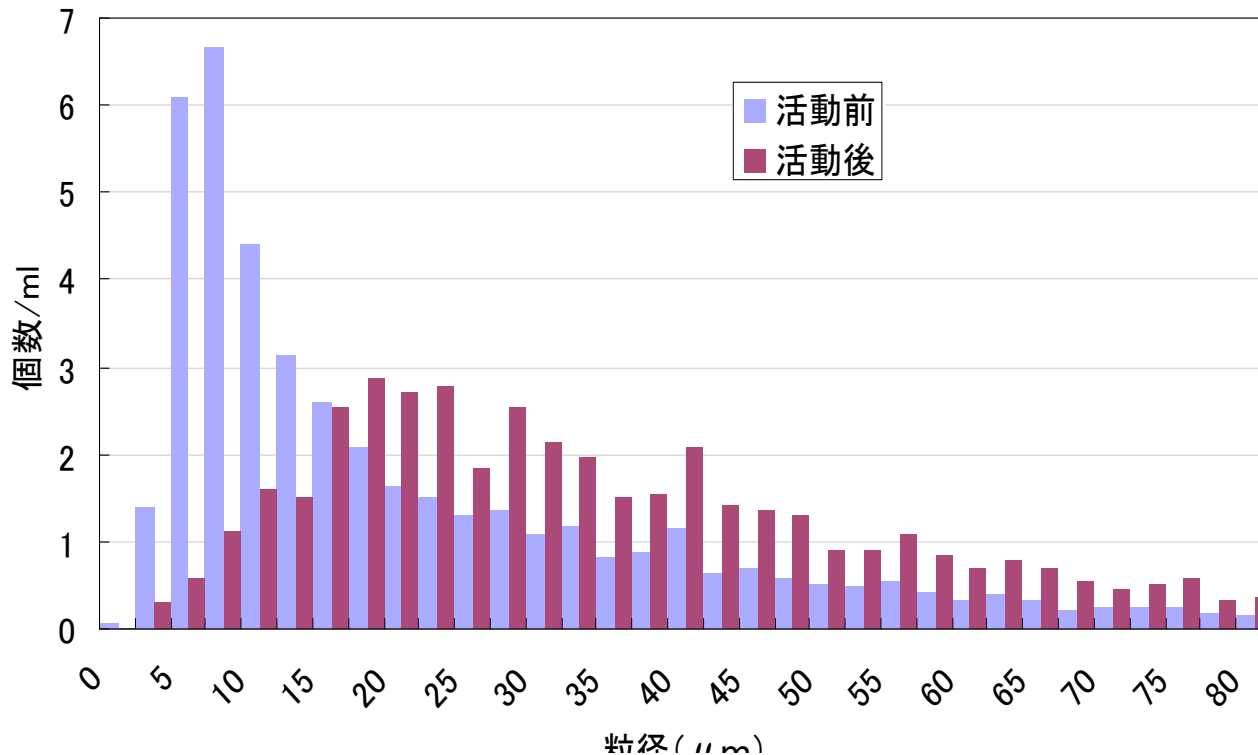
- ムラサキイガイ排出物の粒子の大きさを観測
- 室内実験による静水中の沈降速度算出
- 室内実験による鉛直振動流中の沈降速度算出

2.モデル化による挙動の表現

- 排出物を通常の懸濁態有機物と区別して扱う
- 実験から得た沈降速度を適用
- 生態系モデルへの組み込み

【ムラサキイガイ活動前後の懸濁物の変化】

ムラサキイガイ活動前後の懸濁物粒径分布

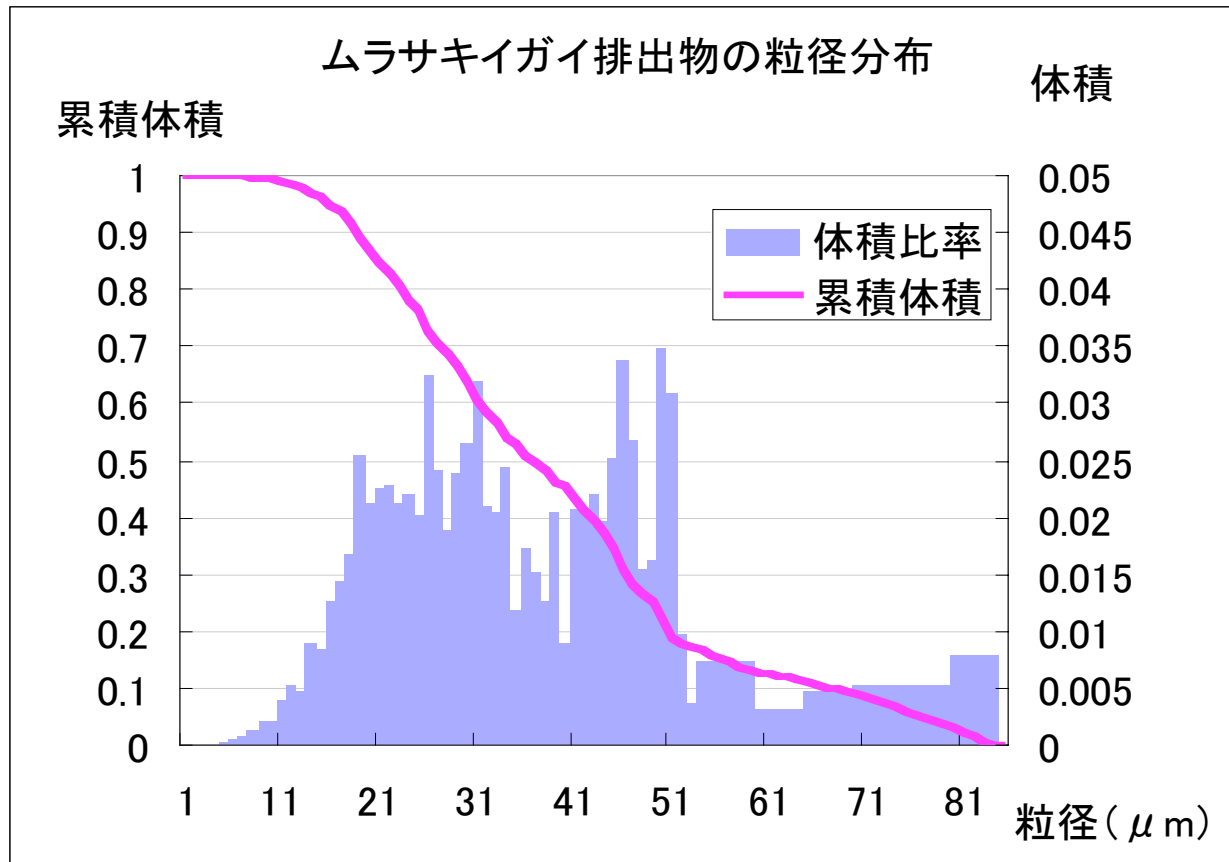


•隅田川河口域のムラサキイガイを対象。

•密閉容器にムラサキイガイを入れ、ムラサキイガイ活動前後の海水を顕微鏡で観察し、粒径と個数を数えた。

ムラサキイガイは10μm前後の懸濁物を摂取し、20μm以上の懸濁物を排出している
⇒ムラサキイガイは海域の懸濁態物の粒子を大きくする働きを持っている。

【ムラサキイガイ排出物の大きさ】



•ムラサキイガイから排出された糞、擬糞を取り出し、顕微鏡にて粒径分布を得た。

•ムラサキイガイは $20\mu\text{m}\sim 50\mu\text{m}$ 程度の粒子を糞、擬糞として排出している

•粒径の体積平均は約 $40\mu\text{m}$ であった。

•東京湾における懸濁物の粒径ピークは $10\mu\text{m}\sim 20\mu\text{m}$

ムラサキイガイ排出物と一般懸濁物の沈降速度が異なる事が予想

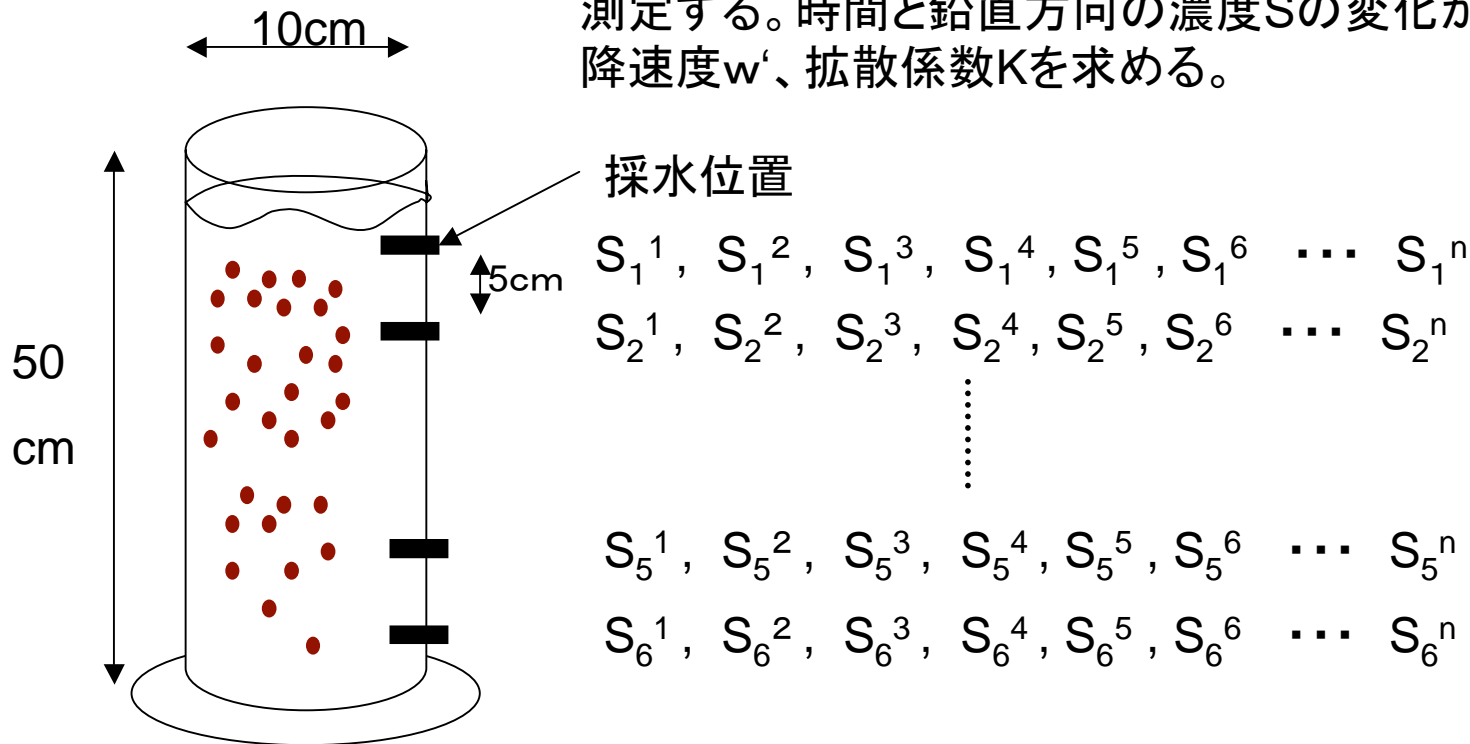
⇒生態系モデルにおいて2つを区別して取り扱う

【静水中の沈降速度実験】

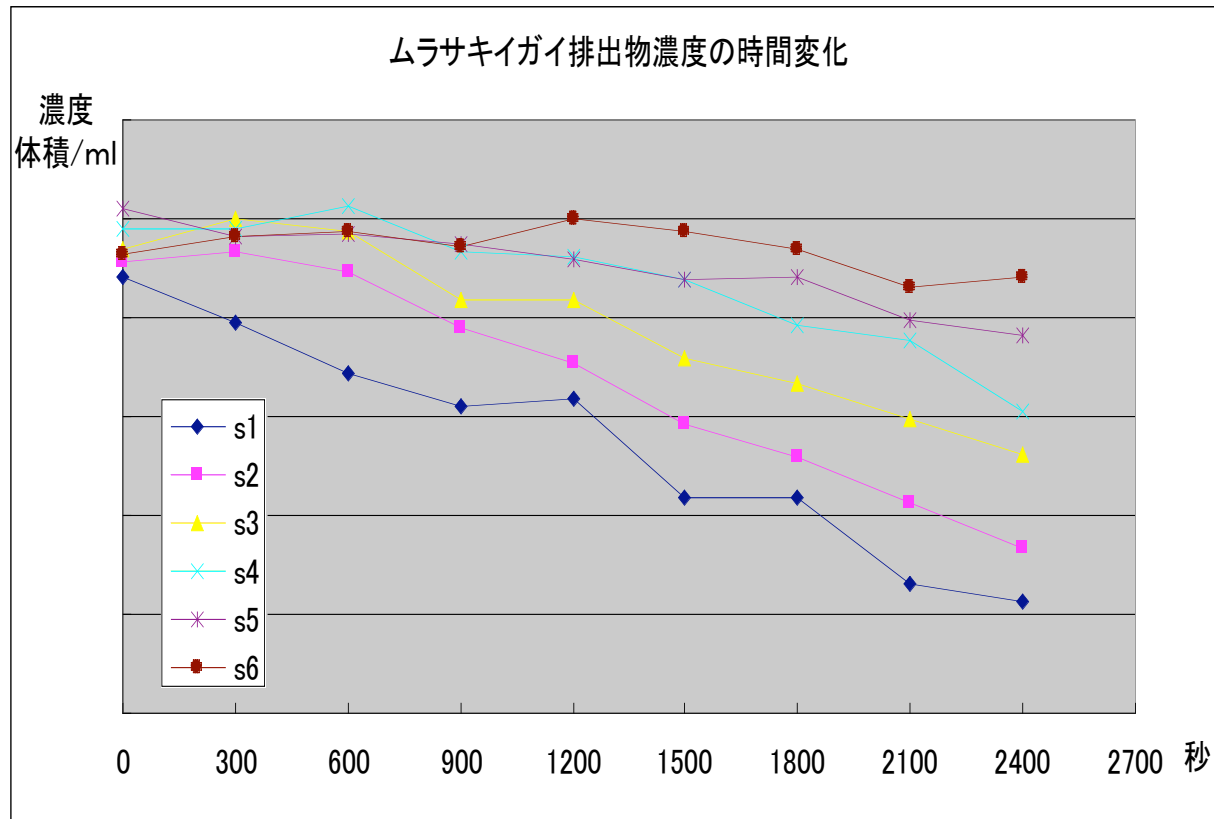
鉛直方向の移流拡散式

$$\frac{\partial S}{\partial t} = -w' \frac{\partial S}{\partial z} + K \frac{\partial^2 S}{\partial z^2}$$

鉛直方向に採水点を設定し、ある時間間隔で採水し、濃度Sを測定する。時間と鉛直方向の濃度Sの変化から未知数である沈降速度 w' 、拡散係数Kを求める。



【静水中の沈降速度結果】



•沈降筒内の排出物濃度は左図のようになった。S1~S6の濃度は順に上方の採水点を表している。

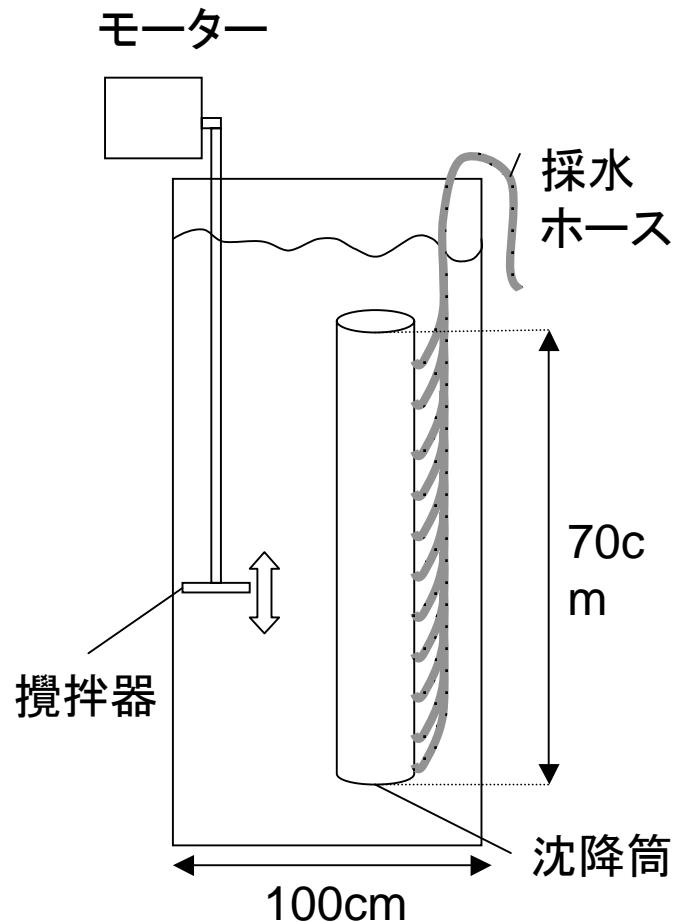
上方の採水点から沈降により濃度が低くなっている。

•ここから最小二乗法を用いて未知数の沈降速度、拡散係数を求めた。

•静水中の排出物の沈降速度は $8.8 \times 10^{-5} \text{m/s} \sim 10.7 \times 10^{-5} \text{m/s}$ と求めた。

一般の懸濁物よりムラサキイガイ排出物は沈降しやすく、海底への有機物の沈降量を増加させるはたらきをムラサキイガイは持つ

【鉛直振動流中の沈降速度 実験方法】



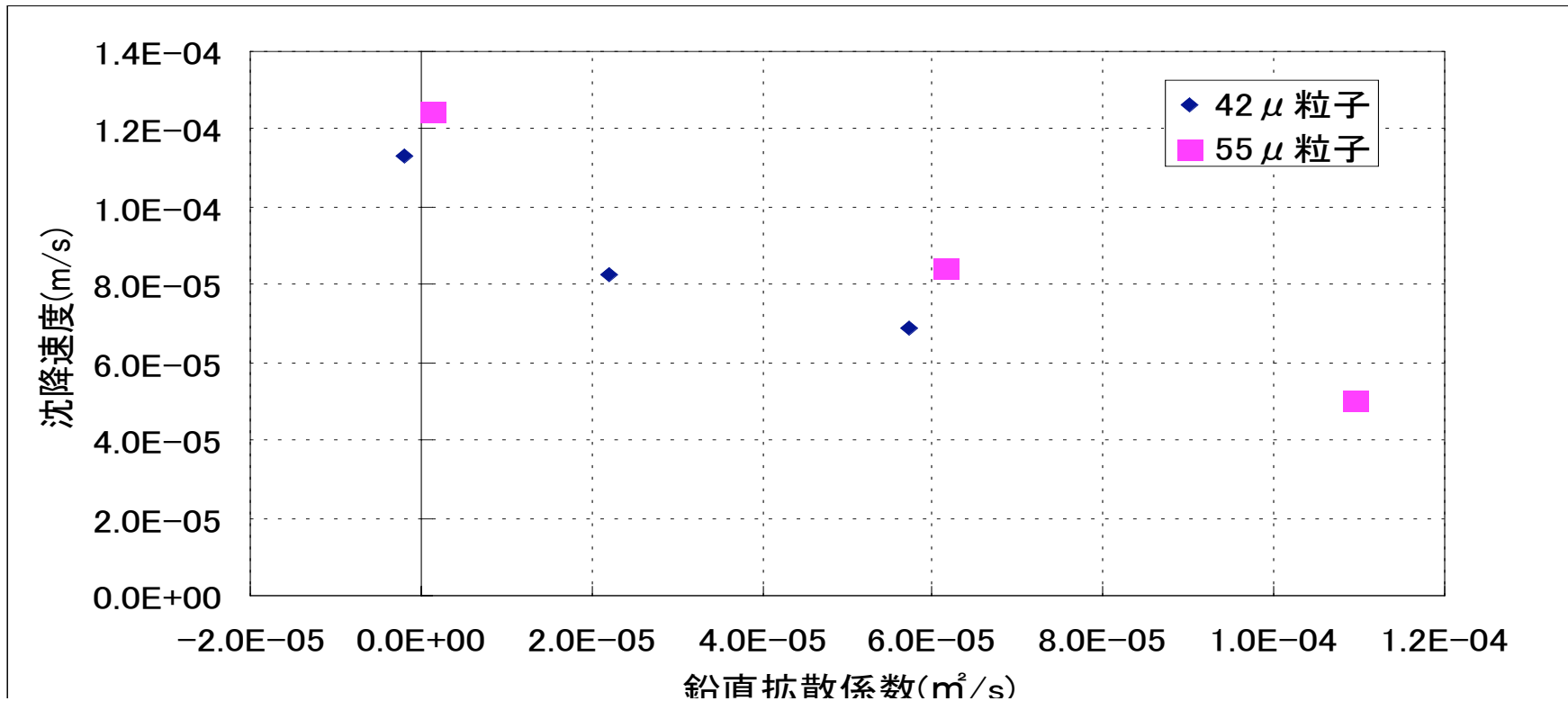
水槽内に沈降筒を設置し、攪拌器を上下に振動させ、鉛直振動流を作る。

沈降筒の中で人工粒子を落とし、沈降速度を算出。

ムラサキイガイ排出物と粒径、静水中沈降速度が近似できる人工粒子を使用。

いくつかの鉛直振動流を起こし、鉛直拡散係数と沈降速度の関係を調べる。

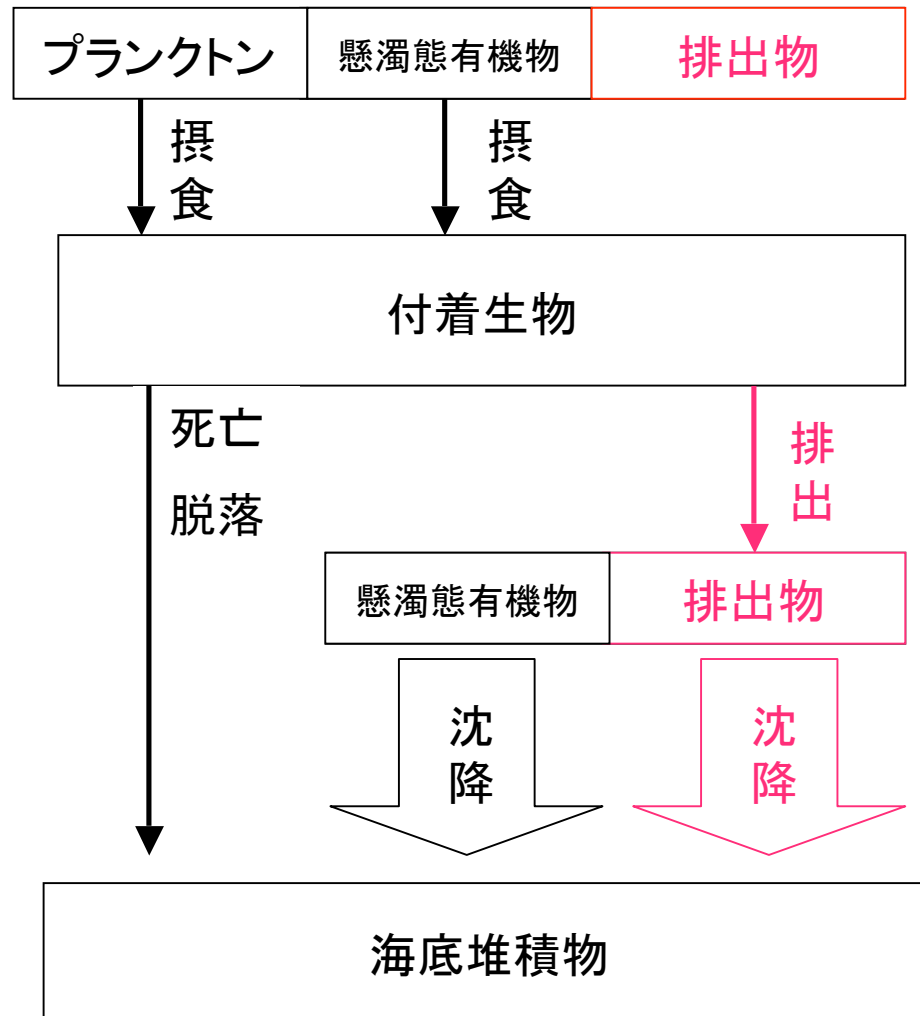
【鉛直振動流中の沈降速度 結果】



実験結果から鉛直拡散が強いほど沈降速度が小さくなる傾向が見られる。

実海域での鉛直拡散係数は $10^{-4} \sim 10^{-3} \text{m}^2/\text{s}$ 程度であり、今回の実験からムラサキイガイ排出物の実海域での沈降速度は $5 \times 10^{-5} \text{m/s}$ 程度またはそれ以下と推定できる。

【生態系モデル】



付着生物の排出物の挙動を表現するためにムラサキイガイ排出物をモデルに適用する。

従来のモデルでは排出物は即落下し、海底の有機物になる。

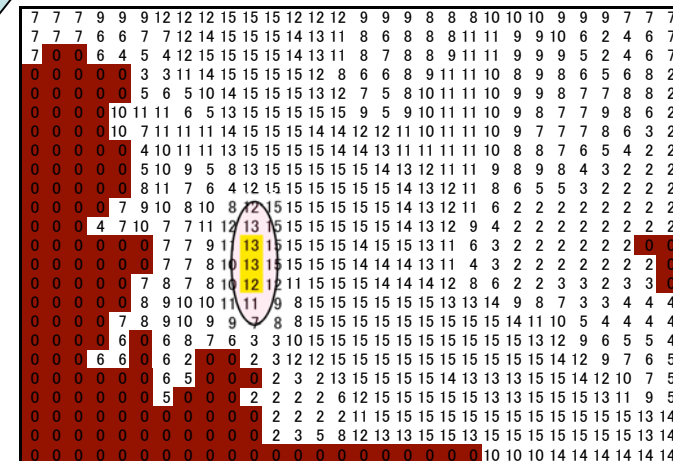
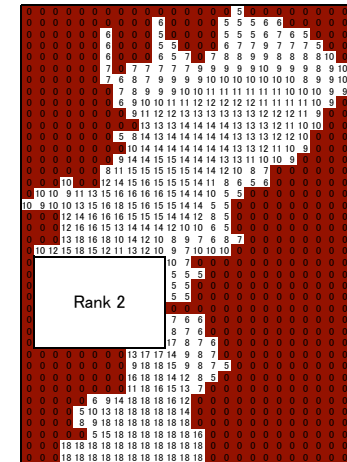
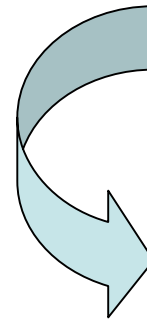
本研究のモデルでは排出物はある沈降速度を持ち、海中での挙動を表現する。

実験より求めた沈降速度を適用

【実海域への適用】

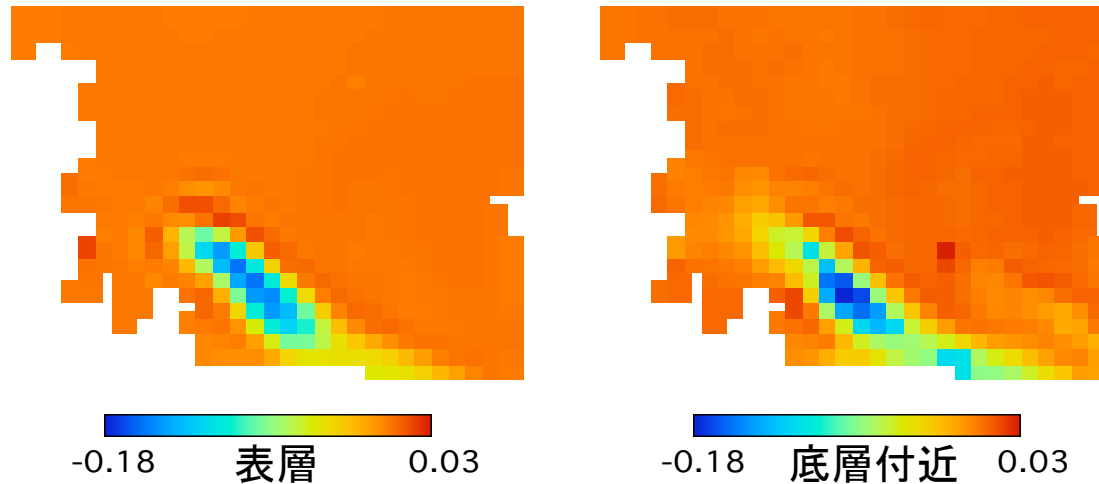
- 計算条件

- 東京湾に大型浮体式構造物を設置
- 追浜沖にPhase II 浮体を設置(540m×1620m)
- 夏季の平均的な状況を想定した定常計算
- 境界条件は公共用水域水質データから夏季10年分の平均値を与える
- 実験で得られた $5.0 \times 10^{-5} \text{m/s}$ を排出物の沈降速度



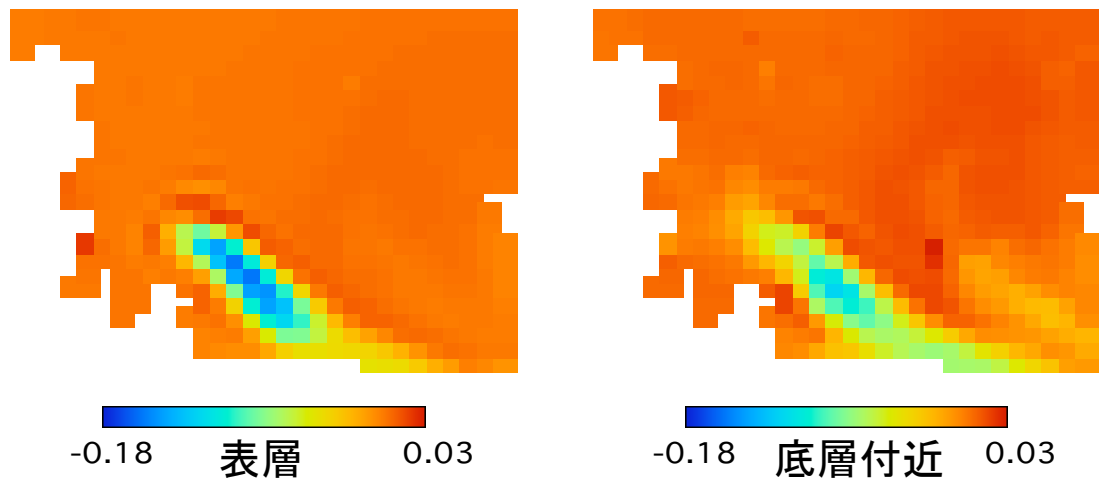
【実海域への適用：計算結果】

従来のモデルでの溶存酸素変化率



従来のモデル：排出物は浮体直下に落下する
本研究のモデル：排出物に求めた沈降速度を適用し、挙動を表現

本研究でのモデルでの溶存酸素変化率



底層付近では溶存酸素の変化は異なった。従来の即落下するモデルに比べ溶存酸素の低下した海域は若干広くなり、浮体直下での変化は少なくなった。

⇒従来のモデルの貧酸素傾向の
過大評価を改善

【結論】

- 観測からの知見
 - ムラサキイガイの排出物は20～50 μm の粒径分布
 - ムラサキイガイの活動により粒径は大きくなる
- 実験からの知見
 - 静水中の沈降速度は $8.8\sim 10.7\times 10^{-5}\text{m/s}$ と算出され、一般の懸濁態有機物より大きい値であった。
 - 鉛直振動が強いほど、沈降速度が減少する傾向が確認できた。実海域では $5\times 10^{-5}\text{m/s}$ 程度と推定できる
- 数値モデルへの組み込み
 - ムラサキイガイ排出物の挙動を表すモデルを用いたところ、従来のモデルとは異なる溶存酸素濃度を得た。
 - 従来のモデルでの底層の貧酸素状態を過大評価する点を改善できた。

【結論】

- ムラサキイガイ排出物の粒径が20～60 μm を中心に分布していること、ムラサキイガイ活動前後で懸濁物が大きくなることが観測により分かった。
- 実験によりムラサキイガイ排出物の沈降速度が静水中で8.8～10.7 $\times 10^{-5}\text{m/s}$ と算出された。
- 鉛直振動流中での沈降速度を実験的に求め、鉛直振動が強いほど、沈降速度が減少する傾向が確認できた。実海域と同程度の拡散係数の場合の沈降速度を実験から5 $\times 10^{-5}\text{m/s}$ 程度と推定した。
- 東京湾での懸濁態有機物を起源により分ける事で付着生物の影響を精度良く評価できるモデルを構築した。
- 東京湾でモデルを適用したところ、懸濁態有機物の挙動を表現する事でより現実に近い付着生物の影響を表現できた。

【今後の課題】

- 付着生物生態系モデルのさらなる精度向上
 - 付着生物の層状付着効果のモデル適用
 - 付着生物の生態活動への制限要素の検討
- 鉛直振動流の強さによって変化する沈降速度をモデルに適用する
 - より多くの条件による実験回数の追加
 - 沈降速度と鉛直振動流の関係について検討