

地上型 3 次元スキャナーと X 線 CT を用いた潮間帯干潟の底質環境調査

熊本大学 学生員 柴田 康晴・田端 優憲 正会員 外村 隆臣・山田 文彦

1. 目的

全国各地で水産有用種であるアサリの漁獲量の長期的な低落現象が起こっているが、主要因は未解明のままである。アサリは稚貝から成貝へと成長する段階で大部分が死滅しており、稚貝の成長時期に応じた減少要因を考える必要がある。

まず着底期の稚貝に対しては、干潟面上に砂漣等の微地形が存在する場合に、底面付近に発達した渦流や乱流境界層が稚貝の定着を阻害する事を指摘しているが (Barros, 2004; 水産工学研究所, 2005)、現地での微地形の時空間変動の把握は困難で、研究例は非常に少ない。

次に着底後の稚貝に対しては、アサリの潜砂行動を助長するような底質内部での保水機能の重要性を指摘しているが (Sassa・Watanabe, 2007)、実際の干潟上での土砂環境場の情報は十分には把握されていない。

そこで本研究は、アサリの多い領域 (優占域) と少ない領域 (非優占域) において、地形変動場における二枚貝の生残過程に及ぼす土砂動態の影響を明らかにする事を目的とし、微地形 (砂漣) の時空間変動特性と底質内部の保水機能や密度分布などの鉛直構造を比較した。

2. 現地観測

観測は有明海中央部に位置する熊本県白川河口域に広がる潮間帯干潟上で実施した。干潟生物量調査結果に基づいてアサリ優占域と非優占域に区分けし、地上型 3 次元レーザースキャナー (Cyrax 2500) を用いて干潟微地形を測量し、また現地から採取したコアサンプルを X 線 CT スキャナー (TOSCANER-23200) で底質表層から 8cm までを非破壊で撮影した。

観測時期は季節変動を考慮して、高波浪が発生しやすい冬期 (2006 年 11 月 5、6 日、12 月 4、5 日、2007 年 2 月 3、4 日) と地表蒸発散量の高い夏期 (2007 年 9 月 10、12、25、28 日、10 月 24 日) とした。

3. 干潟微地形の時空間変動

図 - 1 は 12 月 4 日、5 日に観測した干潟微地形を濃淡画像で表現した図である。各観測日において、上段が優占域、下段が非優占域を表し、濃淡は黒色の標高が低く、白色は高いことを示す。図より、非優占域において砂漣が明瞭に形成され、空間変化が見られることが定性的に確認できる。これは 4 日から 5 日にかけて風が強まり波浪が発達したため、流速の波浪成分が 30cm/s を越えたことが原因と考えられる。

次に図 1 の峰線に対して垂直方向に切り取り、その断面図を求めた (図 2)。非優占域では優占域に比べて砂漣 (砂漣波長約 10cm、砂漣波高約 1cm) が明瞭に存在し、時空間変動が大きく、地形が不安定であることが確認でき

た。また優占域はほぼ空間分布に顕著な相違は見られないことから、比較的大きな底質変化は生じにくい環境下である事が示唆された。なお、波高や流速も最大 20% 程度、アサリ非優占域の方が大きくなり、局所的な波浪・流動場の違いが確認されており、これらが砂漣形成に影響を与えていると考えられる。

4. X 線 CT を用いた干潟底質内部構造の可視化

X 線 CT 画像は、X 線吸収係数の空間分布を定性的に示した画像である。X 線吸収係数が、物体の密度に比例するため X 線 CT 画像は密度分布を示した画像とも解釈できる。X 線 CT 撮影により、被検体内部の密度が式(1)で示す CT 値として表現される。

$$CT \text{ 値} = K \times \frac{\mu_t - \mu_w}{\mu_w} \quad (1)$$

μ_t は求める点の吸収係数、 μ_w は水の吸収係数、 K は比例定数 ($K = 1000$) である。(1)式より空気の吸収係数は 0 なので、空気の CT 値は -1000 となり水の CT 値は 0 となる。また成貝のみを取り出して X 線 CT 撮影を行った結果、成貝の貝殻は 1200 以上の高 CT 値を示すことがわかった。

優占域と非優占域のサンプリングコアに対するコア内の全 CT 値の頻度分布を求めた結果、両者の相違は CT 値で 0 ~ 200 の間で特に顕著であり、優占域は非優占域と比較して水分が多く保持されている事がわかった。次にこの保水領域の 3 次元画像を再構築し、両者を比較する。

図 - 3 はコア内の成貝と保水領域の空間分布を表したものである。その結果、優占域では干出時においても表層から 5cm 程度の間保水領域が存在することが分かり、Sassa・Watanabe の提示した干潟の保水機能が現地においても確認された。しかし、この保水水域には成貝の中に存在する生態水も含まれているためこれらを分離する必要がある。Rosenberg ら(2007)は間隙水と生態水を分離する際、CT 値の閾値を利用した分離手法を提案した。しかし、分離した閾値は間隙水と生態水とで一部重なる部分も存在するため、CT 値の閾値のみでは厳密に分離する事は困難と考えられる。そこで現在新たに生態水と間隙水を分離する手法として貝殻の存在範囲を用いた手法を検討中であり、詳細は講演時に発表する予定である。

現状では、保水領域中の間隙水と生態水の分離は行っていないが、非優占域では表層付近での保水機能がほとんど見られないことから、干潟の保水機能はアサリの生息に対する有効性を示唆するものと考えられる。また、X 線 CT 撮影終了後のコア試料を用いて、底質のふるい分け試験を行った結果、アサリ優占域の保水領域では、砂泥の中に貝殻の小片が多く混ざっており、これが底質と適度に混じることで保水領域を形成していることが分かった。

次に、CT 値と湿潤密度との関係式について検討する。両者の関係式を算定するに際して、海洋底質の場合は、算出した湿潤密度が負値になることを防ぐために、以下の変数変換を行う (Orsi ら,1994; Amos ら,1996)。

$$CT \text{ 数} = (1000 + CT \text{ 値}) / 1000 = 1 + CT \text{ 値} / 1000 \quad (2)$$

本対象干潟の底質に関する CT 数と湿潤密度の関係式を求めるために、次のキャリブレーション試験を行った。体積が一定 (内径 10cm, 高さ 3cm) のシャーレを用いて、2007 年 8 月と 11 月に優占域と非優占域で、干潟表層、表層から 4cm 下、表層から 8cm 下の 3 箇所で容積一杯になるように計 36 個のサンプリングを行い、各シャーレの湿潤重量を計測し、湿潤密度を求めた。また、各シャーレに対して鉛直方向に 3 断面で X 線 CT 撮影を行い、合計 108 個のデータを取得し、最小自乗法を用いて両者の関係式 (3) 式を決定した (相関係数 $R=0.90$)。なお、CT 数としては、撮影同一平面におけるサンプラー内の試料に対する全平均値を用いた。

$$\text{湿潤密度 (t/m}^3\text{)} = 1.06 \times CT \text{ 数} - 0.16 \quad (3)$$

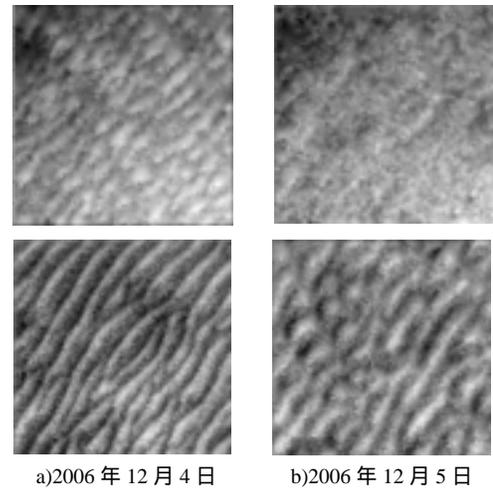
図 - 4 は優占域と非優占域における (3) 式で求めた湿潤密度の鉛直分布を表したものである。優占域は非優占域と比較して、全体的に湿潤密度が低く、特に、表面 ~ 6cm までの間で顕著であり、優占域においても湿潤密度に季節変動が存在する事がわかった。これは、夏場の蒸発散量の増加に伴う地下水位の低下により干潟の保水機能が低下したもので、保水機能がアサリなどの底生成物の生息範囲と密接に関係している事が示唆された。

4.まとめ

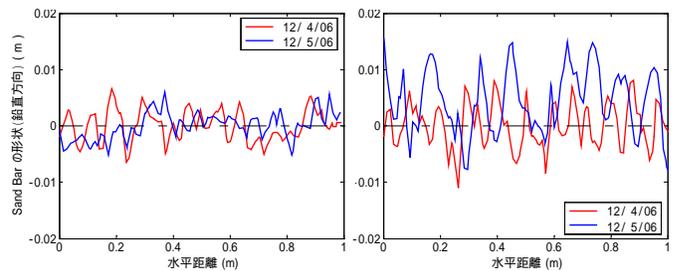
本研究では、アサリの多い領域 (優占域) と少ない領域 (非優占域) における潮間帯干潟上の微地形 (砂漣) の安定性や底質の内部構造について比較検討を行った。その結果、アサリ非優占域の砂漣は優占域に比べて時空間変動が大きく、地形が不安定であること、優占域では干出時においても表層から 6cm 間に保水領域が存在するし、また季節変動が存在する事がわかった。

<参考文献>

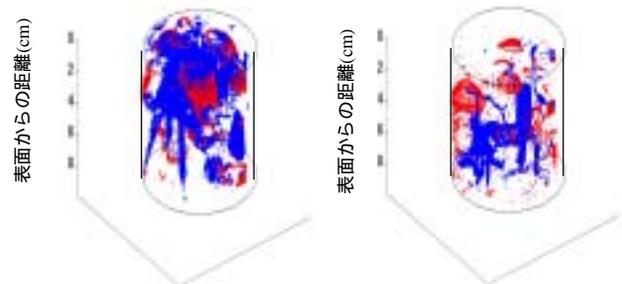
- 1) Amos, C.L., T. F. Sutherland, B. Radzjijeski and M. Doucette (1996): J. of Sedimentary Research, 66, pp. 1023-1025.
- 2) Barros, F., A. J. Underwood and P. Archambault (2004): Estuarine, Coastal and Shelf Science, 60, pp. 781-790.
- 3) Rutger Rosenberg, Earl Davey, Jonas Gunnarsson, Karl Norling and Michael Frank (2007) Marine Ecology Progress Series Vol. 331 pp. 23-34
- 4) Orsi, T., H., Carl, M. E., and Aubery, L. L. (1994): J. of Sedimentary Research, 64, pp. 690-693.
- 5) Sassa, S. and Y. Watanabe (2007) J. of Geophysical Research, 112, F01003, doi: 10.1029/2006JF000575



a)2006年12月4日 b)2006年12月5日
(上段:優占域 下段:非優占域)
図 - 1 干潟微地形観測結果



優占域 非優占域
図 - 2 砂漣の断面図



優占域 非優占域
図 - 3 コア内の空間分布 (赤:成貝 青:水域)

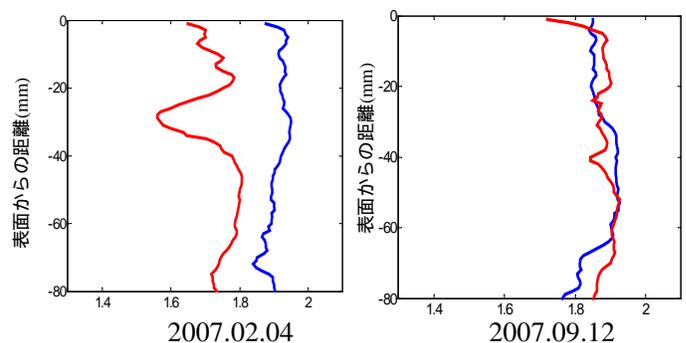


図 - 4 湿潤密度分布 (赤:優占域 青:非優占域)