

富津干潟におけるコアマモの物理的生育環境について

Suitable Physical Conditions for the Growth of *Zostera japonica* at Futtsu Tidal Flat

島谷 学¹

Manabu SHIMAYA

At present, suitable marine conditions for the growth of *Zostera japonica* is not clarified. This study focuses on physical environments such as hydrodynamics forces, sediment environments and influences of underground water, and suitable conditions for the growth of *Zostera japonica* are investigated by field surveys at Futtsu tidal flat and numerical analysis. As a result, it is found that the growth distribution of *Zostera japonica* is strongly influenced by water depth and shields number at high waves at Futtsu tidal flat. Especially the distribution range of *Zostera japonica* can be estimated by use of those two parameters.

1. はじめに

干潟生態系の一部であるコアマモ (*Zostera japonica*) は干潟域の消失とともにその分布域が減少し, 保全や再生が望まれている。コアマモ場(写真-1)の保全や再生を行うためにはコアマモの生育環境を適切に把握し, 生育に適した場を提供する必要がある。近年, 港湾事業においても干潟造成が行われるようになっており, 造成された干潟上にコアマモが好む環境を創出することでコアマモ場を再生させることも自然再生の1つの方策である。

コアマモは砂泥域に生育するため同種のアマモと同様に波や流れなどの外力や水深といった物理環境の影響を強く受けるが, 既往の研究報告はほとんどなく, 島谷ら(2004)が人工的な閉鎖性水域を対象に物理環境を評価している程度で, コアマモの好適環境の抽出には多くのサイト, 特に天然干潟でのデータ収集が必要不可欠である。また, この既報告は静穏な水域を対象としており, アマモでも生育条件の1つとなっている高波浪に対する耐久性については評価がなされていない。また, コアマモは河口などの汽水域にも生育するため, 陸域から流入する淡水の影響についても評価が必要である。



写真-1 コアマモ場

そこで本研究では, コアマモの好適生育環境の抽出に資するため, 千葉県富津干潟のコアマモ場を対象としてその物理的生育環境(底質環境, 水深, 外力条件, 流入淡水の影響など)を現地調査および数値解析によって評価することを目的とした。

2. 現地調査

(1) 調査地点

現地調査は千葉県富津市にある富津干潟(図-1, 写真-2)において, 2006年3月18日および同年6月27日の大潮干潮時に実施した。調査範囲は富津漁港西側の沿岸方向約1.3km, 岸沖方向約0.7kmのエリアである。当干潟ではコアマモの他にアマモが生育しており, 浅所にコアマモ, 深所にアマモが棲み分けしながら分布

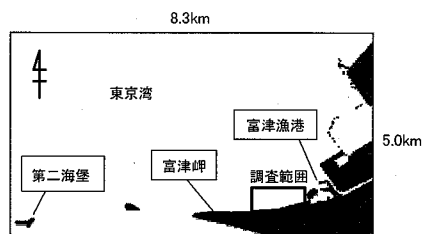


図-1 調査地点平面図

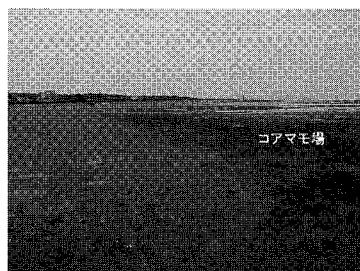


写真-2 富津干潟

している。

なお、当干潟のL.W.L.はT.P.-1.1mである。

(2) 水深およびコアマモの生育分布

コアマモの分布域を把握するため図-1に示す調査範囲内でGPSによる分布調査を行った。コアマモ場の縁辺部を踏査することでマッピングを行い、また同じ範囲でレベルによる地盤高測量を実施することで、T.P.基準の等深浅図を求めた。これらの結果を図-2に示す。調査範囲内で沿岸方向に幅広くコアマモの分布が確認された。

調査範囲におけるコアマモの生育域および非生育域(生育域以外の海域)の水深別分布面積割合を図-3に示す。M.W.L.付近の浅所やL.W.L.以深の潮下帯にはコアマモの分布が見られなかった。これは、M.W.L.付近の浅所は乾燥が著しいため、一方のL.W.L.以深の潮下帯にはアマモが生育しており、草丈の低いコアマモは光合成の面で不利なためと考えられる。

このように、富津干潟においては潮間帯の中でも比較的深いT.P.-0.5~-1.0mといったかなり狭い水深帯にコアマモの生育が確認された。

(3) 底質環境

コアマモの生育域(13地点)と非生育域(7地点)において底質を採取し、中央粒径 d_{50} 、シルト・粘土分、含水比、強熱減量といった底質の物理環境を求めた。その結果を比較したものを図-4に示す。図中のプロット

は上から順に最大値、平均値、最小値を表している。島谷ら(2004)の閉鎖性水域を対象にした調査ではコアマモの生育・非生育域において中央粒径やシルト・粘土分などのパラメーターで有意な差が確認された。しかしながら、富津干潟を対象とした本調査では全パラメーターで有意な差は見られず、当干潟では底質の物理環境によってコアマモの分布は規定されないと推察された。

(4) 陸域からの流入淡水の影響

コアマモは河口などの汽水域にも数多く生育しており、淡水の影響が強い場所でも生育が可能である。コアマモは水温や塩分濃度の変化に対する耐性が強いと考えられる一方、そのような場所を好んで生育している可能性も考えられる。当干潟には大きな流入河川がないため、ここでは干出時に地下水の塩分濃度を計測し、生育域および非生育域での相違の抽出を試みた。

地下水の計測は、先端部を加工した塩ビ管を干潟地盤の差し込み、塩ビ管先端部から浸み出してきた地下水に塩ビ管上部から塩分計を挿入させる方法で計測を行った。陸域から離岸するラインを2本設定し、任意の離岸距離ごとに塩分濃度を計測した。その結果を図-5に示す。沖に向かって離岸距離が大きくなると共に塩分濃度が高くなる傾向が見られる中、コアマモ生育域での塩分濃度はその周辺の値よりやや小さな値を示した。これは地下水による影響を示唆するものと考えられるが、絶対値(全測点平均値)の比較をすると生育域29.0‰に対し、非生育域29.1‰とほぼ同値であった。今回の調査結果

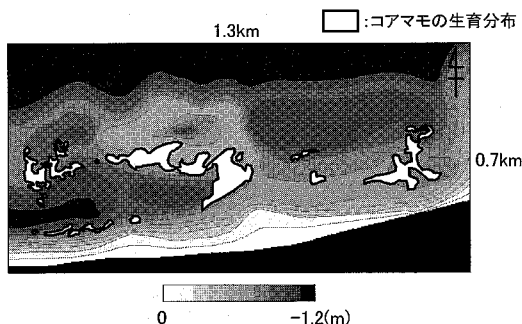


図-2 コアマモの生育分布および等深浅図

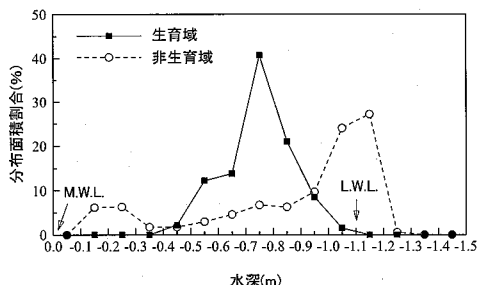


図-3 水深(T.P.基準)の分布面積割合

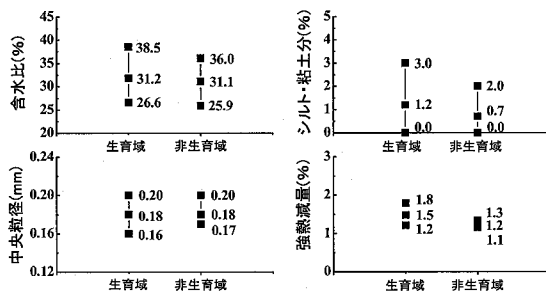


図-4 底質の物理環境

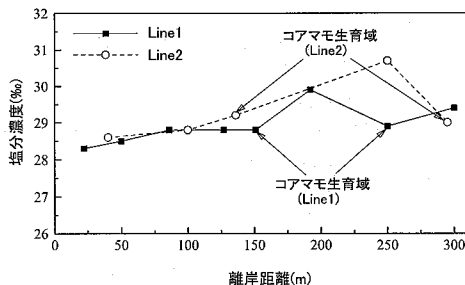


図-5 塩分濃度の測定結果

では明確な結論が得られないため、今後は炭素・窒素の安定同位体比を計測するなどしてその関係を明らかにする必要がある。

3. 平面外力場の数値解析

コアモモの生育に適した外力条件を評価するため、平面外力場の数値解析を行い、生育分布との比較を行った。

(1) 評価パラメーター

コアモモは干潟上に生育するため常に厳しい外力に晒され続けることは少ないが、擾乱の少ない環境下ではコアモモの生育が見られないとの報告（例えば桑江ら、1997）もあることから、島谷ら（2004）と同様に常時における底面せん断力を評価パラメーターの1つとして採用した。また、コアモモは砂泥域に生育するため、アマモと同様に高波浪時に外力の影響を強く受けることが予想される。これについては Shields 数を評価パラメーターとし、底質の安定性との関連を評価した。

(2) 解析条件

入射波の沖波条件については、富津干潟近傍にある第二海堡の NOWPHAS データを用いた。統計的代表値としては、常時は年平均有義波、高波浪時は年最大有義波を用いることとした。しかし、富津干潟は富津岬の北側に位置し来襲波の波向は北方向に限定されるものの、第二海堡は富津岬の先端部沖に位置するため、北方向に加え南方向からの来襲波も数多く存在する。特に高波浪については風向によって波向が大きく変化するため、第二海堡の NOWPHAS データをそのまま採用することができない。そこで、アメダス風データを参考に第二海堡で観測された高波浪のうち風向が北向き時の観測値のみを抽出し、2001 年から 2003 年の年最大有義波を求めた。その結果を表-1 に示す。波向はやや異なるものの有義波高はほぼ等しく、ここではその中で最大となる 2003 年の諸元を採用することとした。また、常時の年平均有義波については北向きと南向きの波がほぼ等しく来襲すると仮定し、NOWPHAS データをそのまま用いることとした。これらの沖波条件をまとめたものを表-2 に示す。

表-1 第二海堡における年最大有義波（北方向）

	$H(m)$	$T(s)$	Dir
2003	1.24	4.3	N
2002	1.07	3.9	NW
2001	1.14	4.5	NNW

表-2 沖波諸元

	$H(m)$	$T(s)$	Dir
常 時	0.38	3.5	N
高波浪時	1.24	4.3	N

また、干潟は干出と没水を繰り返し、潮位変動に伴う水深の変化がアマモの生育域に比べ顕著であるが、ここでは計算の簡素化のために潮位条件を M.W.L. で代表させた。M.W.L. であれば干潟の全てのコアモモ場を対象とすることが可能である（図-3 参照）。

計算の手順としては、まず図-1 に示した領域（広領域）において、第二海堡の NOWPHAS 観測地点で表-2 の諸元となるような平面波浪場を算定し、図-2 に示す領域（狭領域）の沖波条件を決定した。そして、この沖波条件を用いて狭領域の波浪場、海浜流場を算定後、波・流れ共存場の底面せん断力および Shields 数の平面分布を算出した。底面せん断力と Shields 数の算定においては田中・Sana（1996）の方法によって摩擦係数を評価した。

(3) 検討結果

常時における波高および底面せん断力を図-6 に、高波浪時における波高および Shields 数の平面分布を図-7 に示す。波高分布を見ると、常時では波が減衰しないまま伝達し中央部の浅瀬や汀線際で碎波している一方で、高波浪時では沖側で碎波しそのまま汀線に向かって減衰する様子が確認できる。この結果は底面せん断力や Shields 数にも反映され、底面せん断力については面的に大きな分布は見られないものの、Shields 数については波高の減衰と共に減少する様子が確認された。したがって、コアモモの沖側の生育制限要因は水深だけでなく

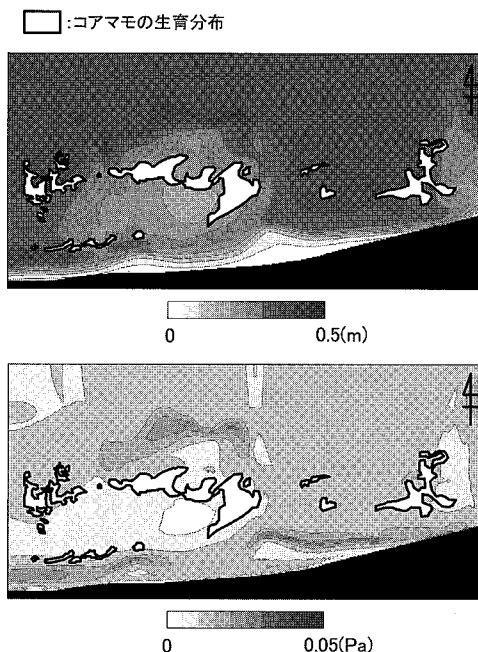


図-6 常時における波高および底面せん断力分布（上段：波高，下段：底面せん断力）

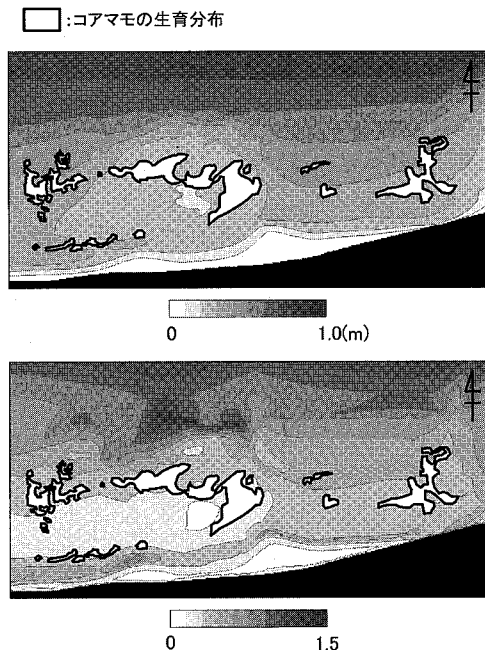


図-7 高波浪時における波高および Shields 数分布
(上段: 波高, 下段: Shields 数)

高波浪時の Shields 数の影響が大きい可能性も示唆される。

そこで、水深と同様に底面せん断力と Shields 数について、コアマモの生育域および非生育域の分布面積割合を表したものを図-8、図-9 に示す。常時においては、底面せん断力が $6 \sim 14 \times 10^{-3} \text{Pa}$ の範囲にコアマモの分布が見られ、島谷ら (2004) が閉鎖性水域を対象に評価した生育環境 ($8 \times 10^{-3} \text{Pa}$ 以上) とほぼ同条件であることを確認した。しかしながら、非生育域においても生育域とほぼ同様の値を示した。これは当干潟が開放性の海岸であるため、今回検討した領域内はほぼ全域で常時の底面せん断力の生育条件を満たしているものと考えられる。

一方、高波浪時については生育域と非生育域で Shields 数に大きな相違が見られ、非生育域では 0.5 を超過する割合が 60 % を超えるものの、生育域ではほとんどの領域で 0.5 以下であった。アマモを対象とした既報告については数多く存在し、例えば中瀬ら (1992) や島谷ら (2002) は高波浪時における生育条件を 0.5 以下と報告している。沖波の統計的代表値が異なるため生育制限値の単純な比較はできないが、コアマモもアマモと同様に高波浪時の外力の影響を強く受け、Shields 数によって評価可能であることを確認した。

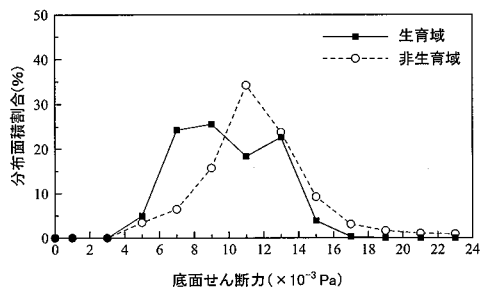


図-8 常時における底面せん断力の分布面積割合

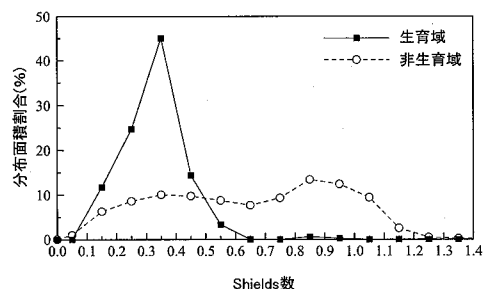


図-9 高波浪時における Shields 数の分布面積割合

4. 生育分布の推定

生育域と非生育域で有意な差が認められた水深と高波浪時の Shields 数の 2 つの評価パラメータについて、生育に適した諸条件 (水深: T.P. $-0.5 \sim -1.0 \text{m}$, 高波浪時の Shields 数: 0.5 以下) を満たす領域を生育可能エリアと仮定し、その範囲の推定を試みた。その結果を図-10 に示す。推定されたエリアは現況のコアマモの生育分布とほぼ一致しているのがわかる。しかしながら、中央東寄りの円部分では広い範囲でコアマモの生育が見られない。これはこの領域が潮干狩り場として利用されているため、それを除けば今回得られた諸条件で当干潟のコアマモ生育可能エリアが概ね推定できることを確認した。

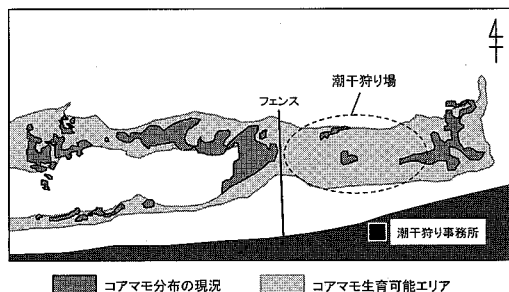


図-10 推定されたコアマモの生育可能エリア

5. ま と め

現在のところ不明な点が多いコアマモの好適生育環境の抽出に資するため、千葉県富津干潟のコアマモ場を対象としてその物理的生育環境（底質環境、水深、外力条件、地下水の影響など）を現地調査および数値解析によって評価した結果、以下の主要な結論を得た。

- 水深については M.W.L. 付近の浅所や L.W.L. 以深の潮下帯にはコアマモの分布が見られず、潮間帯の中でも比較的水深の深い T.P. -0.5 ~ -1.0 m といったかなり狭い水深帯にコアマモの生育が認められた。
- コアマモの生育域と非生育域の底質環境（中央粒径 d_{50} 、シルト・粘土分、含水比、強熱減量）を比較した結果、全パラメーターで有意な差は見られず、当干潟では底質の物理環境によってコアマモの分布は規定されないと推察された。
- 流入淡水（地下水）がコアマモに与える影響を調査したところ、地下水の影響が示唆される結果が得られたものの、塩分濃度の絶対値を比較すると生育域と非生育域ではほぼ同じ値であった。地下水の影響については今後コアマモと地下水中における炭素、窒素の安定同位体比を比較するなど詳細な検討が必要である。
- 常時においては、底面せん断力が $6 \sim 14 \times 10^{-3} \text{Pa}$ の範囲にコアマモの分布が見られ、既報告 ($8 \times 10^{-3} \text{Pa}$ 以上) とほぼ同条件であったが、非生育域においても同様の値を示していた。これは富津干潟が比較的開放性の高い海岸であるため、今回検討した領域ではほぼ全域で常時の底面せん断力の生育条件を満たしているものと考えられる。
- 高波浪時には、生育域と非生育域で Shields 数に大きな相違が見られ、非生育域では 0.5 を超過する割合が 60% を超えるものの、生育域ではほぼ全域で 0.5 以下であった。富津干潟のコアマモはアマモと同様に高波浪時の外力の影響を強く受け、Shields 数によって評価可能であることを確認した。

• 生育域と非生育域で有意な差が認められた水深と高波浪時の Shields 数の 2 つの評価パラメーターについて、生育に適した諸条件を満たす領域を生育可能エリアと仮定し、その範囲の推定を試みた。その結果、今回得られた条件で富津干潟におけるコアマモ生育可能エリアが概ね推定できることを確認した。

なお、本研究にあたり調査フィールドを快くご提供していただいた千葉県富津漁業協同組合と現地調査にご協力していただいた（株）水棲生物研究所に対し感謝の意を表する。

参 考 文 献

- 桑江朝比呂・細川恭史・古川恵太・三好英一・木部英治・江口菜穂子(1997): 干潟実験施設における底生生物群集の動態, 港湾技術研究所報告, 第 36 巻, 第 3 号, pp. 3-28.
- 笹沼武二・鷺見栄一・上田眞吾(2002): 干潟の地形変化と土壌及び底生生物との関係, 第 36 回日本水環境学会要旨集, pp. 126.
- 島谷 学・中瀬浩太・岩本裕之・中山哲哉・月館真理雄・星野高士・内山雄介・灘岡和夫(2002): 興津海岸におけるアマモ分布条件について, 海岸工学論文集, 第 49 巻, pp. 1161-1165.
- 島谷 学・佐藤喜一郎・中瀬浩太・桑江朝比呂・中村由行(2004): コアマモの生育に適した物理環境について, 海岸工学論文集, 第 51 巻, pp. 1031-1035.
- 田中 仁・Ahmad Sana(1996): 交差する波と流れによる抵抗則の検討, 土木学会論文集, No.533/II-34, pp. 273-277.
- 田野井清也(2004): 河口域の密林 コアマモ群落の生態, 海洋と生物, Vol. 26, No. 6, pp. 535-539.
- 中瀬浩太・田中裕一・檜山博昭(1992): 海浜変形予測手法を用いたアマモ場成立条件に関する研究, 海岸工学論文集, 第 39 巻, pp. 1006-1010.
- 山北剛久・仲岡雅裕・近藤昭彦・石井光廣・庄司康雅(2005): 東京湾富津干潟における海草藻場の長期間動態, 保全生態学研究, 第 10 巻, 第 2 号, pp. 129-138.
- 輪島 毅・福島朋彦・有松 健・伊東永徳・豊原哲彦・吉澤忍(2003): 東京湾藻場分布調査-盤洲干潟・富津干潟-, 日本海洋生物研究所年報 2003, pp. 7-20.