

干潟縁辺部における砂州で囲まれた塩性湿地の生物環境条件

Biological and Environmental Condition of Salt Marsh Surrounded by a Sand Bar along Marginal Area of Tidal Flat

清野聡子¹・宇多高明²・足利由紀子³・神田康嗣⁴・和田太一⁵・城野博之⁴

Satoquo SEINO, Takaaki UDA, Yukiko ASHIKAGA, Yasutsugu KANDA
Taichi WADA and Hironobu JONO

A 600-m-long sand bar extends in Sanbyakken region in Nakatsu tidal flat and a salt marsh has been developed behind this sand bar, forming the habitat for many kinds of lives. The relationship between the habitat conditions of animals and plants and tidal range in this salt marsh is investigated through the field observation. This salt marsh has such characteristics that it is protected from strong wave actions by sand bar, a gentle slope extends between + 0.4 m and - 0.6 m above HWL, and there has a large time lag in changes in tide level by the existence of the meandering channels, keeping the brackish environment for a long time. To soundly preserve a salt marsh, the conservation of the geomorphology with these characteristics is required.

1. はじめに

河川からの流入土砂が静穏な海域に堆積して形成される干潟は、多様な生物の生息・生育場として、また良好な漁場として重要であるが、干潟生態系での生物生息地は、いわゆる干潟だけではなく、沿岸にある砂浜やその背後にしばしば形成される塩性湿地とも密接な関係を有している。このため干潟生態系や漁場環境保全においては、これらを含めた干潟系全体の地形保全との関係についての検討も重要である。しかし干潟自体の研究と比較して、これら全体を網羅した研究は少ないようである。このことから、本研究では人為改変が少なく、保存状態が比較的良好な大分県中津干潟を対象として、干潟縁辺部の地形特性と生態系について検討を行う。中津干潟は、国東半島から北九州へと連続する広大な豊前海の干潟の一部をなし、岸沖方向の長さが約 3 m、広さは 1347 ha を有している。中津港の港湾施設以外には地形改変が小さく、干潟地形の典型的な姿をとどめている。とくに貝類漁場として有名であると同時に、カブトガニやアオギスなど、内湾性の稀少生物も多く生息することで知られその生態的価値は高い(清野ら, 2001)。また干潟生態系の市民計画型調査や、地域を主体とした懇談会の開催など、沿岸域管理の先進例ともなっている(清野ら, 2003)。中津干潟に流入する中津川と蛸瀬川に挟まれた

三百間地区には、延長約 600 m の砂州が伸びており、その背後には塩性湿地が形成され多様な生物の住処となっている。そこで、この砂州を取り巻く塩性湿地における動物植物の生息生育条件と潮位変動の関係を現地観測によって調べた。

2. 三百間地区の生物情報マップ

図-1 は 2006 年撮影の三百間地区の空中写真である。斜めに直線状に伸びた干拓堤防の沖に延長約 600 m の砂州が発達し、その先端部には砂嘴が形成されている。この砂嘴は蛸瀬川河口を大きく塞ぐように東向きに伸びている。砂州は平坦な干潟面から急勾配で立ち上がり細長く伸びている。また砂州裏側の干潟と半陸化した部分の多くは植生で覆われている。この部分が塩性湿地となっており、蛸瀬川河口左岸沖にある狭い水路を経た入退潮流により水位変化が起きている。この区域は北側をバリアーとしての砂州によって囲まれており、周防灘からの高波浪は遮蔽されている。このためこの塩性湿地は安定的に存在している。

この区域において、筆者らは 2002 ~ 2004 年に底生生物調査を行うとともに、2001 ~ 2006 年にはカブトガニの生息調査を行った。図-2 にはこれらの調査結果をまとめて示す。生物相調査によれば、三百間地区では干潟に隣接した砂州や砂嘴の存在により、多様な河口・沿岸の環境条件が形成され、それに応じた生態系が見られた。砂州の汀線に沿ってはカブトガニの産卵地が見られ、また海側に発達している砂浜と浜堤の陸側にはラグーンが擁され、泥干潟や塩性湿地が形成されている。塩性湿地の生態系としても希少な生物が多くみられ、ウミニナ、ヘナタリなどの小型巻貝類、ハマサジなどの塩性植物が

1 正会員 工博 東京大学大学院総合文化研究科
2 正会員 工博 (財)土木研究センター理事なごさ総合研究室長
兼日本大学客員教授理工学部海洋建築工学科
3 NPO 法人水辺に遊ぶ会理事長
4 (株)水域ネットワーク
5 NPO 法人南港ウェットランドグループ

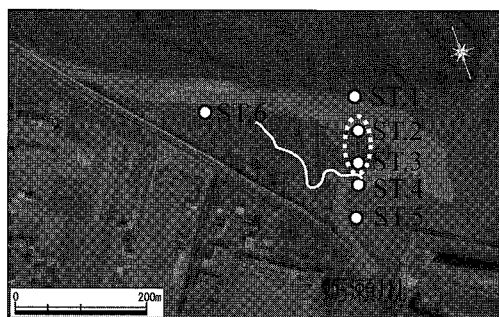


図-1 2006年撮影の三百間地区の空中写真

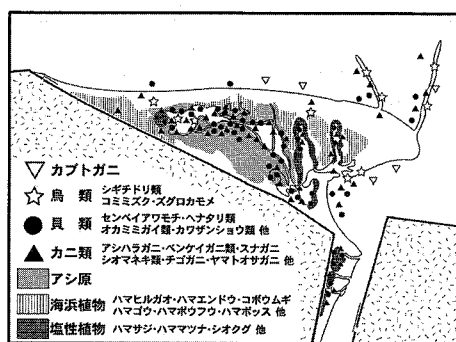


図-2 三百間地区の生物情報マップ

確認された。さらに海側の砂浜から干潟にかけては、チュウシャクシギなどシギ、チドリ類、ズグロカモメが飛来滞在していた。砂州背後の塩性湿地では細長く伸びた水路周辺が多様な種の植物動物の生育生息場となっていることが明らかである。このことから図-1に破線で示す区域を中心として調査区域を設けて観測を行った。

3. ワンド状区域周辺における生物分布調査と温熱環境の観測

三百間地区の砂州先端部にあるワンド状区域（図-1の破線）周辺を観測区域に選定し、2006年7月13日に3測線（測線位置は後述の図-6参照）を定めて生物調査を行った。生物調査ではコドラートを設けて動物の調査を行い、種の同定と生息数を測定した。植物は3測線上の種の出現位置を測定した。あわせて地形測量を行って動物植物の生息地盤高と潮位条件の関係を定量的に調べ

表-1 計測器設置地点の地盤高

測点番号	地盤高 (D. L. m)	地盤高 (T. P. m)
St.1	2.27	0.32
St.2	3.07	1.12
St.3	2.99	1.04
St.4	2.86	0.91
St.5	2.66	0.71
St.6	3.01	1.06

た。また2006年7月16日から9月10日まで、砂州周辺で温度塩分水位の連続観測を行い、砂州を取り巻く塩性湿地と干潟の環境条件の変化を調べた。観測に用いたのはYSI Nanotech社製の高精度水位計(600LS)であり、図-1に示すように6点に計測器を設置して15分間隔での連続観測を行った。観測では、底面から泥が入らないようにメッシュを被せた塩ビ管の中にセンサーを設置した。St.1からワンド状の窪地を通して陸向きの測線を設け、その測線上にSt.2から蛸瀬川河口近傍のSt.5までを配置した。測点のうち、St.1は図-3に示すように砂州の外側で直接中津干潟に接する場所である。図-1に破線で示すワンド状区域は図-4に示すようであり、潮位変化に伴って干出を繰り返す場所である。St.5は蛸瀬川から流出する河川水の影響を最も強く受け、逆にSt.1はbackgroundデータを測定する地点である。さらに砂州の背後で細長い水路を通して外海と繋がる干潟にも図-5のようにSt.6を設けた。各測点の地盤高は表-1のようである。

潮位変動に伴って砂州背後の干潟にも海水が流入するが、海水は図-1右端部の蛸瀬川河口沖を通過し、砂州背後の狭い水路（図-1の実線）を通して流入する。砂州の裏側には曲がりくねった水路が伸びるとともに水路周辺はヨシが繁茂しており、粗度係数が大きいため、砂州裏側のSt.6に入退潮流が到達するために時間を要する。

図-6は図-1に示すSt.1を通る測線の縦断形である。干潟面と砂州の交点に位置するSt.1から陸側では1/9と急勾配の前浜があり、バームがD.L.4.7mの高さまで発達している。その背後には標高がD.L.3m程度の塩性湿地が広がる。この塩性湿地に3測点を設けた。なお、図-6において右端部に標高が相対的に高い場所があるが、そこでは水路が蛇行しているため、D.L.3mの平坦面にはその水路を経て海水流入が起こる。また



図-3 St.1の状況



図-4 ワンド状区域の状況

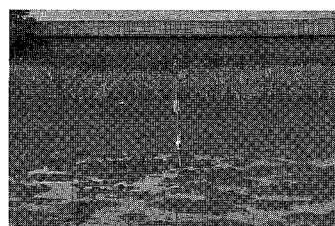


図-5 St.6の干潟状況

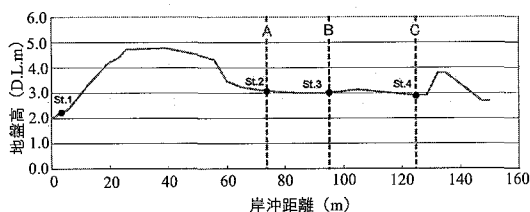


図-6 St.1 を通る測線の縦断面

図-6 に示す A, B, C の 3 横断測線に沿って動物植物の生息地盤高と潮位条件の関係を調べた。

4. ワンド域の地形と植物分布

図-7 は 3 測線に沿って測定された植物の種とそれらの標高分布である。いずれの場合も測線を A ~ C 方向に見た時の左岸 (東) 側と右岸 (西) 側の区別を付けてある。これによると塩性湿地に生育する植物は、H.W.L (D.L. 3.45 m) 基準での高さに関係して特異な分布を示す。ハマボス、ハマナデシコはほぼ H.W.L.+0.4 m 以上に生育している。これに対して、ハマゴウとコウボウシバは H.W.L. 付近まで生育地が広がっている。これらの種と対照的なのが、ホソバノハマアカザ、ハママツナおよびハマサジである。これらは H.W.L.+0.3 m から -0.3 m の間に生育している。さらにフクドは H.W.L. 0.0 m ~ -0.5 m の標高帯に生育することが分かる。

図-8 は、3 測線に沿って測定された動物と標高の関係である。同定された種は全体で 15 種類である。これによると、ツボミガイ、ホソウミナ、ウミミナ、ヘタナリなどの種は H.W.L.-0.3 ~ -0.6 m に集中した生育地があることが分かる。一方、クリイロカワザンショウ属では H.W.L.-0.1 ~ -0.2 m 付近に集中している。

実測の植物と動物の分布特性によれば、これらの塩性湿地が多様な生物の生態空間として機能するためには、H.W.L.+0.4 m から -0.6 m の間に緩斜面が必要であり、砂州などにより外海からの強い波浪作用を受けない静穏な場であることが重要である。強い波の作用を受ける場

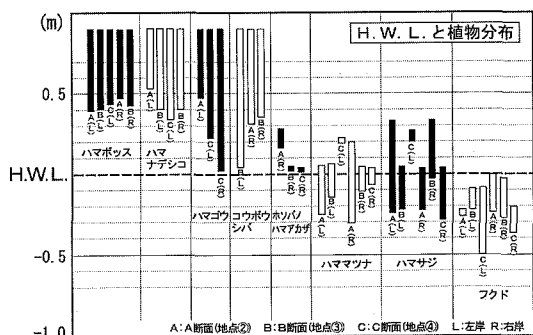


図-7 植物生育地と標高の関係

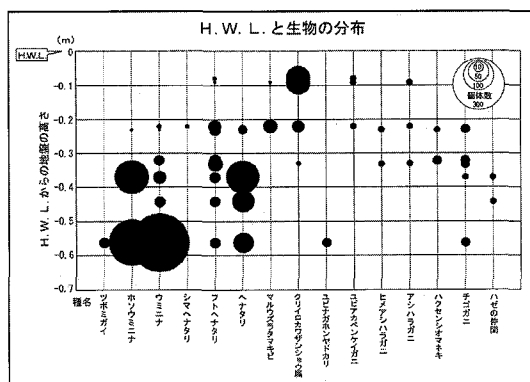


図-8 動物生育地と標高の関係

合そこは粒径の淘汰を受けてシルト分が流出するが、塩性湿地は波の作用がほとんど無視できることからシルト・粘土質の細粒の土砂が沈積しやすい。このことから見ても塩性湿地は特徴ある空間であることが分かる。

5. 温熱環境の観測結果

観測は 45 日間にわたって実施したが、観測データのうち降雨があり、かつ潮位や温度に顕著な変動が見られた時期を選定して各測点間の詳細比較を行った。典型的変化が見られた時期として、8 月 6 日から 8 月 30 日までの観測結果を図-9 から図-14 に示す。なおアメダスによると、観測期間中の 8 月 18 日には 107 mm の降雨、および 8 月 30 日には 63 mm の降雨があった。

図-9 に示す St.1 では、大潮小潮に合わせてセンサーが乾湿を繰り返している。水位には潮位変動に対応した規則正しい変化が見られるが、8 月 18 日には他の時期と全く異なる異常な水位変化が見られる。これは 8 月 18 日に降雨があり、陸水が流入したためである。また降雨により 8 月 6 日 ~ 8 月 14 日には塩分が 0 となっているが、これはセンサーに泥がたまったことによる。センサーの清掃を終えた 8 月 15 日以降には正常値に戻った。降雨前には 30 PPT 近くあったが、塩分にもそれに対応した急激な低下が起きている。夏季の日射が強いために干潟の温度は最高 38℃と最低 23℃の間で変化し、干潟が干出すると急速に温度が増加し、水没すると温度が低下する。

図-10 に示す St.2 はワンドの最奥部にあり、地盤高も 1.12 m と高いために潮汐変動に伴う水位変動の幅が大きく低下している。しかし塩分はかなり高く 25 PPT 程度となることが多い。顕著な変化が見られるのは水温である。標高が高く海水に覆われることが少ないために最高 46℃最低 22℃と St.1 と比較すると変動幅が大きくなっている。

図-11 に示す St.3 は、ワンドの入口に位置し St.2 と比較して地盤高は 8 cm 低いのみであるが、満潮時に水面下

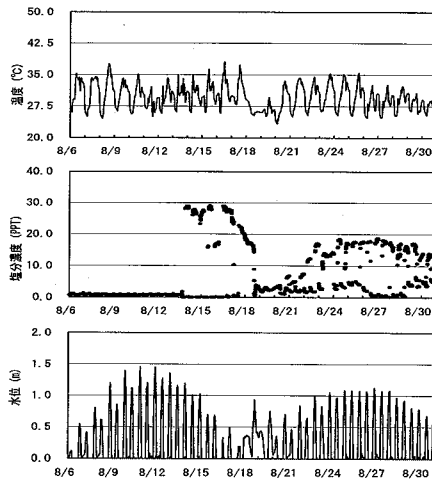


図-9 水温塩分水位の観測結果 (St.1)

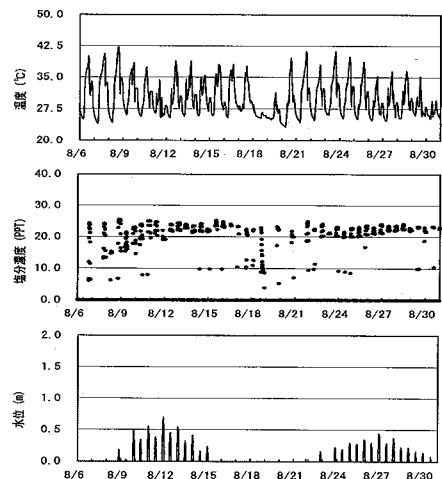


図-11 水温塩分水位の観測結果 (St.3)

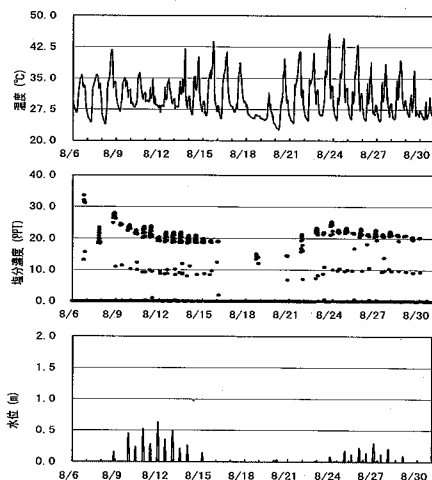


図-10 水温塩分水位の観測結果 (St.2)

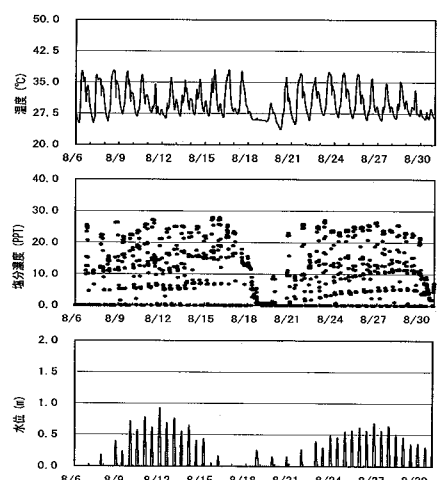


図-12 水温塩分水位の観測結果 (St.4)

に没する量が大きくなったため温度変化は緩和され、塩分は全体に高い傾向を示す。また間欠的な水位変化の振幅は地盤高の相違分大きくになっている。図-12にはSt.4の観測結果を示すが、この地点は図-1に示したように蛸瀬川河口に直面し、かつ砂州背後の奥まった部分にある干潟へと通ずる水路が通る場所でもある。ここでの温度変化はSt.1とほぼ同様であり、水温変動の幅は陸化する場所と比較して小さい。顕著な特徴は塩分変化に見られる。ここでは8月18日の降雨直後に急激な塩分低下が生じ、その後約3日経って元の塩分状態へと戻っている。

図-13に示すSt.5はSt.4より蛸瀬川河口に近いのでSt.4より塩分は低い。St.5の地盤高はSt.4より0.2m低いので、塩分の侵入度は高まってもよいが、蛸瀬川河口近傍に位置するため、河川の影響が顕著に表れている。

図-14は砂州背後の最も奥にある干潟に設置したSt.6

における水温塩分水位の変化である。砂州先端部のSt.2と比較すると地盤高はSt.2がTP.1.12m、St.6が1.06mであって、ほぼ同じ高さであるものの、温度条件はかなり緩和されている。これはSt.2は干潮時に完全に干出するのに対し、St.6では図-5に示したように多数の凹凸を持ち、そこに水たまりができてることによって考えられる。一方、この地点では塩分はほぼ20PPTの一定値を保ち変動が少ないことが特徴である。またこの地点は蛸瀬川河口から離れているため、8月18日の降雨に伴う河川流出の影響はほとんど見られず、河川の影響を受ける時間が短い。以上の観測結果は次のように要約される。

①互いに近接する地点であっても、干潟と砂州周辺では温度や塩分環境に大きな差異が認められる。干潟に直面する地点と、砂州背後のラグーンの最奥地点の塩分を比較すると、ラグーンの奥では塩分の変動は少なく、

ほぼ一定値 (St.6 では 20 PPT) を保つ。このような特性は生息生物の種や個体数と密接な関係があることを示唆する。

②地盤高が高く干出度が大きい地点 (例えば St.2) では、日中に最高温度が著しく高まる。St.2 の地盤高 H.W.L. - 0.4 m を考慮して図-8 を参照すると、ウミナシなどの動物生息域の上限標高付近はこのような著しい温度変動が起こる条件下にある。それにもかかわらずこの付近にも多数の動物が生息していることは、食餌が容易という条件があることによると考えられる。ただ、このような環境要因と動植物の生息条件の関連については今後の研究課題である。

砂州背後に広がる塩性湿地は、細長い水路で外海と繋がっている。しかも水路にはヨシが密生している。この水路は水深も小さくかつ粗度が大きいので、潮汐変動に

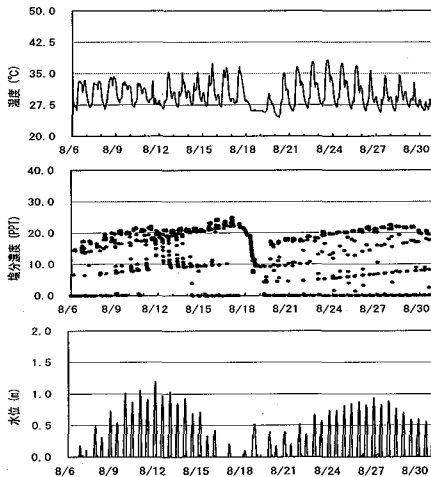


図-13 水温塩分水位の観測結果 (St.5)

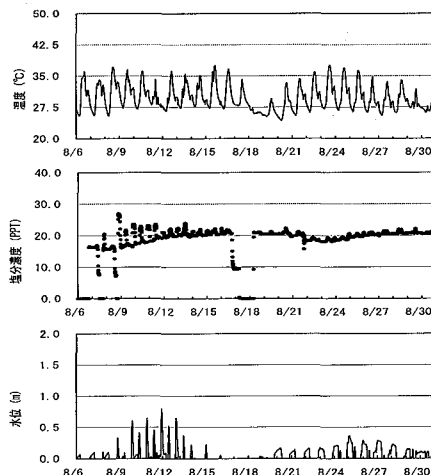


図-14 水温塩分水位の観測結果 (St.6)

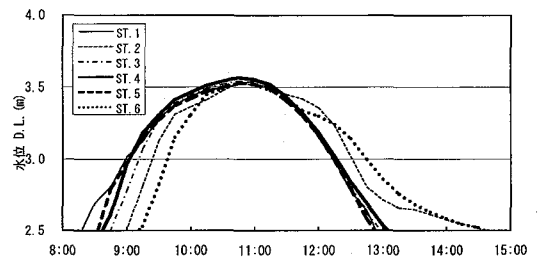


図-15 8月12日の大潮における St.1 ~ St.6 の潮位変化

伴う入退潮流にはかなり大きな位相遅れを伴い、奥まった干潟では海水交換が行われにくい条件にあると考えられる。そこで、8月12日の大潮における各測点の潮位を、D.L.基準の水位にあわせて図-15 に示した。これによれば、St.1と比較して各測点の水位変化には位相遅れがあり、St.6では上げ潮時には1時間、下げ潮時には1時間45分の時間遅れが起きている。特に下げ潮時の潮位低下は緩やかであり、塩分が長時間保たれやすい環境となっていることが分かる。

6. ま と め

現在、干潟再生では塩性湿地の再生が議論されており、例えば開発が進んだ埋立地の堤防前面の砂浜の確保や、既存の堤防の一部を改修して「汐入の池」を造成する工法が議論されている。しかし本研究の対象地はそのような工夫を行うまでもなく、極めて良好な形で塩性湿地が保存されてきた。その場合重要なのは、バリアー状に伸びた砂州によって強い波浪作用を受けずに安定した塩性湿地が形成されることである。しかも H.W.L. 基準で +0.4 m ~ -0.6 m の間に緩やかな斜面があり、さらに曲がりくねった水路の存在によって入退潮流に時間差が生じ、塩分環境が長く保たれることがその特性である。このようなバリアーとしての砂州と背後の塩性湿地の組み合わせは、過去には全国各地にあったが、開発により急速に失われてきた。良好な環境を保全するにはこれらの組み合わせられた地形を保存することが必要である。また、このような塩性湿地の再生を行う場合には本研究で示した視点からの検討が有効である。

参 考 文 献

- 清野聡子・塩崎正孝・宇多高明・後藤 隆・黒木利幸・中村利行 (2001): 空中写真による干潟の微地形判読と現地踏査を組み合わせたカブトガニ生息地・産卵地調査法, 水工学論文集, 第45巻, pp. 1021-1026.
- 清野聡子・足利由起子・佐保哲康・安田英一・平野芳弘・宇多高明・池田 薫 (2003): 海岸・河口の自然地形と生態系の海岸保全施設としての評価-中津干潟大新田海岸における懇談会の議論と技術検討-, 海岸工学論文集, 第50巻, pp. 1341-1345.