水工学論文集，第48巻，2004年2月

水鳥の生活行動パターンからみた沿岸湿地帯における微地形の重要性

IMPORTANCE OF MICRO-TOPOGRAPHY IN COASTAL WETLAND THROUGH OBSERVATION OF SHOREBIRD ACTIVITIES

越川義功[1]・田中昌宏[2]・林文慶[3]・上野成三[4]・高山百合子[5]・勝井秀博[6]
Yoshinori KOSHIKAWA, Masahiro TANAKA, Boon Keng LIM,
Seizo UENO, Yuriko TAKAYAMA and Hidehiro KATSUI

[1]正会員　水博　鹿島技術研究所地球環境・ﾊﾞｲｵｸﾞﾙｰﾌﾟ　主任研究員（〒240-0111　神奈川県三浦郡葉山町一色2400）
[2]正会員　工博　鹿島技術研究所地球環境・ﾊﾞｲｵｸﾞﾙｰﾌﾟ　チーフ（〒182-0036　東京都調布市飛田給二丁目19-1）
[3]正会員　学博　鹿島技術研究所地球環境・ﾊﾞｲｵｸﾞﾙｰﾌﾟ　研究員（〒240-0111　神奈川県三浦郡葉山町一色2400）
[4]正会員　大成建設技術センター海洋水理研究室　主任研究員（〒245-0051　横浜市戸塚区名瀬町344-1）
[5]正会員　大成建設技術センター海洋水理研究室　研究員（〒245-0051　横浜市戸塚区名瀬町344-1）
[6]フェロー　大成建設技術センター　担当部長（〒245-0051　横浜市戸塚区名瀬町344-1）

Distribution and wetland utilization of shorebirds were observed at wetland located on the North coast of Tokyo bay in winter 2003. Dunlin and Kentish plover were dominant species appeared during the observation. Number of these shorebirds was three to four times larger during ebb tide period than those during flood tide period. Ebb tide period supplies adequate feeding area for shorebirds, and patchy distribution of shorebirds has strong relation with micro-topography of wetland. This phenomenon is attributed to feeding behavior and strategy of shorebirds. Ebb area and micro-topography are indispensable factors for constructing wetland as a bird sanctuary.

Key Words : *Coastal Wetland, Shorebirds, Micro-topography, Feeding Behavior*

1．はじめに

ラムサール条約によって保護されているように沿岸湿地帯は水鳥類の生息場として重要な意味を持つ．特に，これら水鳥類の多くは渡り鳥であり，その保護は地球全体の生態系保護の観点からも重要である．登録された湿地数は年々増加し，当初の1地点（釧路湿原）から10地点にまで増加していることからも，ウエットランド保護の重要性が認知されてきている．

著者らは本格的な沿岸湿地帯の再生を実現するため，その核となる要素として，岸沖方向にヨシ原・干潟・アマモ場が一体で構成される“沿岸湿地帯の連続性”とベントスなどの再生産で重要な“干潟ネットワーク”を取り上げ，その重要性を示した[1)]．さらに，それぞれの場の代表生物としてヨシ，カニ，アサリ，ゴカイ，アマモを選び，それらの生物生息地の環境評価モデル（HSIモデル）を構築してきた[1~4)]．その結果，沿岸湿地帯を構成するそれぞれの部分について理想的な生息空間を具体化するにいたっている．しかし，我々が最終的に目指している沿岸の自然再生では，沿岸湿地帯の上記の構成要素が相互に有機的に結びついていることが重要であり，そのことを定量的に評価する必要がある．そのためには沿岸湿地帯の構成要素を複数利用する高次生物の生息環境評価が必要である．そこで本研究では高次生物として，沿岸生態系の高次消費者かつ最大の利用者でもあるシギ，チドリをはじめとした鳥類について検討することとした．

現在，鳥類の生息環境に対する研究の方向性は，既存の湿地帯の保全という観点のみで議論されている．鳥類に好ましい干潟をいかに計画的に造成し，増やしていくかという観点からの検討はわずかに（東京港大井野鳥公園，大阪南港野鳥公園）見られるのみである．鳥類の生息に適した沿岸湿地帯を再生するためには，出現が予想される種類における産卵，成長，巣立ちなど生活史，各季節における日常的な行動に着目することが不可欠と考えられる．

そこで，本研究ではその一歩として，まず１日の潮位変動に伴って，水鳥それぞれがどのような地形の場，あ

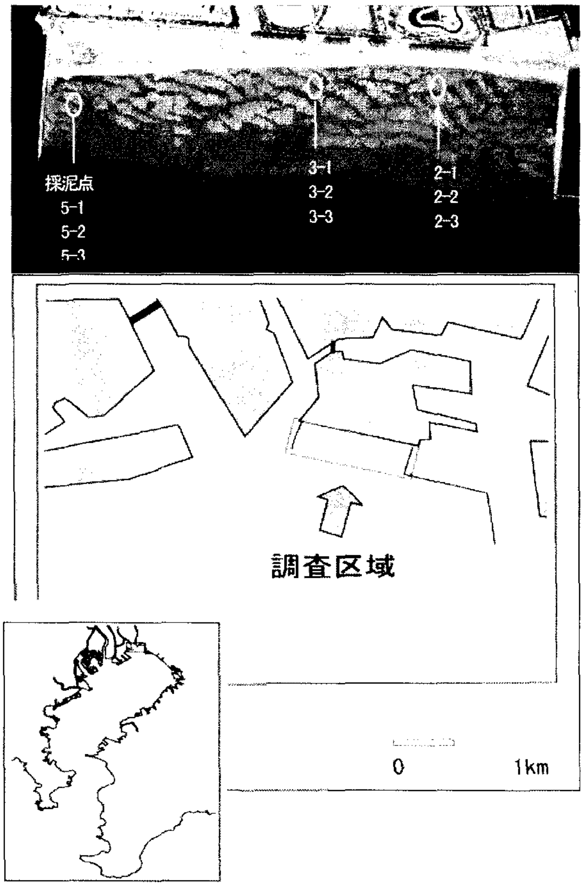

図-1 調査対象区域および船橋海浜公園前浜全景写真

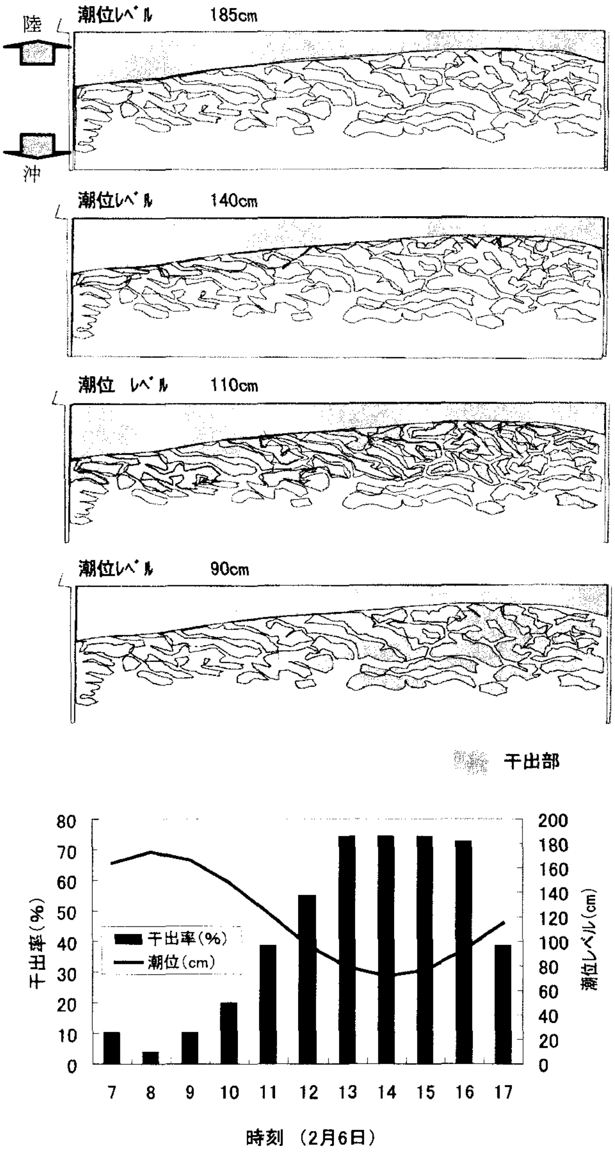

図-2 潮位による干潟の微地形の形状および干出面積の変化

るいは植生帯を利用するかを明らかにし，その分布や利用状況などから水鳥類の行動特性に基づいた干潟，ヨシ原などの重要性を探るとともに，鳥類生息を考慮した沿岸湿地帯の造成に必要な知見を得ることを目的とした．

2．調査方法

調査は2003年2月の昼間時に干潟面が干出する日程にあわせて行った．調査地点は，東京湾北部に位置する三番瀬の一部であり船橋海浜公園前面に広がる人工海浜およびその沖合である．鳥類の調査区域は，海浜公園の両端にある突堤間汀線方向1km，最満潮線から沖合いにかけての岸沖方向およそ500mである（図-1）．調査区域は満潮時には前浜のほとんどが冠水するが，干潮時には微地形が形成された広大な砂質の前浜干潟が出現する．

調査は微地形調査，底生生物調査および鳥類調査の3つについて実施した．

微地形調査は調査期間中1時間ごとに干出によって現れる砂洲や澪筋など微地形の状況を記録し，さらに地形測量をもとに潮位変動による干出面積を算出した．

底生生物調査は微地形との対応関係を把握するために，調査区域内において形成されている地形要因（マウンド頂上部，斜面部，底面部）ごとにそれぞれ3点ずつ合計9地点を採集地点として設け底生生物を採集した．採集にあたってはハンドスミス採泥機で表面から15cm深さまでの底泥の採集を行い，1mmメッシュでふるい，ホルマリン溶液固定し実験室に持ち帰った．その後，底生生物の種同定，個体数を記録し，それぞれについて重量計測した．また，同時に各採取地点において底泥を採集し，実験室に持ち帰った後，粒度分布，含水率（24時間；110℃ 乾燥），有機物の指標となる強熱減量（2時間；500℃）を測定した．

鳥類調査は行動別個体数調査を基本とし，日の出から日没にわたって鳥類専門の調査員を配置し，およそ1時間ごとに調査範囲に分布するすべての鳥類について，双眼鏡，フィールドスコープによって観察し種別に個体数，行動（摂餌，休息，飛翔）を記録するとともに，その分布状況についても地形図にプロットした．また，鳥類の摂餌行動と汀線付近の微地形との関連を明らかにするた

めに，鳥類の摂餌地点（目視および嘴及び足跡によって確認）および未摂餌地点を選定し，それぞれ複数の地点について水深計測を実施した．

3．調査結果

(1) 前浜干潟の干出と微地形

潮位変動による干潟の出現面積と干出時間は，その基底において摂餌を行うシギ・チドリ類にとっては利用の可否を決定する要因である．図-2に前浜における潮位変動による前浜干潟に出現する微地形の変化を示した．潮位レベル185cmでは前浜全体が冠水しているが，潮位レベル140cmから干出が始まり，潮位レベル90cmで調査区域全面に干潟が形成された．しかし，調査区域全体が完全に干出するのではなく，その割合は最高でも74%干出にとどまっていた．これは前浜が澪筋，タイドプール，マウンドなどの多様な微地形によって構成されていることに起因している．

(2) 底質および底生生物

表-1に各採集地点における底質特性を示した．各地点における中央粒径は130～217μm，シルト含有率は0.8～14%，含水率は21～40%の間で変動しているが，調査区域は一部に砂泥質の部分を除いて砂質の前浜干潟である．また，各地形要因による中央粒径(D_{50})，シルト含有率（Silt）の大きな違いは見られなったが，含水率(Moist.)，強熱減量(IL)は冠水時間が長い底面部で高い傾向にあった．

表-2に採集された底生生物の種類，個体数，湿重量を示した．各採集地点において採集された底生生物は17科24種に及び，その中心は多毛類（個体数出現率；79%），二枚貝類（個体数出現率；17%）で，そのほとんどを占めていた．また，底生生物相の特徴として，シギ・チドリ類の餌として重要とされているカニ類はコメツキガニが1個体採集されたのみであったのに対して，コケゴカイ *Ceratonereis erythraensis*，アシナガゴカイ *Neanthes succinea*，ツツオフェリア *Armandia lanceolata*などの表在性の多毛類は多く出現した．

表-1　船橋海浜公園地先前浜干潟における底質特性

採集地点	地形	D_{50} (mm)	Silt (%)	Moist. (%)	IL (g/kg)
2-1	S	0.187	2.5	38.3	1.6
2-2	T	0.215	0.8	23.1	1.5
2-3	B	0.202	4.2	27.4	2.3
3-1	B	0.173	7.2	35.9	1.7
3-2	T	0.169	10.0	31.1	1.7
3-3	S	0.217	2.7	21.5	1.6
5-1	B	0.139	10.9	40.1	2.2
5-2	T	0.149	9.5	36.1	1.7
5-3	S	0.131	14.3	29.4	1.9

(S:斜面, T:頂上部, B:底面部)

表-2　調査区域の前浜干潟で採集された底生生物の種類、個体数および湿重量

（　）内は湿重量（g），(+)は0.01g以下

採集地点名 種　名		2-1	2-2	2-3	3-1	3-2	3-3	5-1	5-2	5-3
多毛類										
ﾎｿﾐｻﾝﾊﾞ	*Eteone longa*					1(+)	1(0.01)	2(0.01)		
ﾏﾀﾞﾗｻﾝﾊﾞ	*Eumida sanguinea*		1(0.01)							
ﾁﾛﾘ	*Glycera chirori*								2(0.14)	
ﾁﾛﾘ科の一種	*Glycera* sp.						1(+)	1(0.01)		
ｺｹｺﾞｶｲ	*Ceratonereis erythraeensis*	2(0.01)	28(0.05)	15(0.22)	1(+)	3(0.01)	3(+)	1(0.01)		2(0.04)
ｱｼﾅｶﾞｺﾞｶｲ	*Neanthes succinea*	1(+)		3(0.09)	1(0.01)	1(0.02)	1(0.04)			
ｽｺﾞｶｲｲｿﾒ	*Diopatra sugokai*				1(+)					
ｽﾋﾟｵ科の一種	*Paraprionospio* sp. type A							1(0.01)		
ﾔﾏｽﾋﾟｵ	*Prionospio japonica*	7(0.01)		11(0.03)	1(+)	10(0.01)	1(+)	2(+)		
ｽﾋﾟｵ科の一種	*Pseudopolydora* sp.			2(0.02)						
ｽﾋﾟｵ科の一種	*Pseudopolydora* sp.			3(0.01)	1(+)	1(+)	1(+)	51(0.10)		
ﾐｽﾞﾋｷｺﾞｶｲ	*Cirriformia tentaculata*						1(0.01)			
ｲﾄｺﾞｶｲ科の一種	*Capitella* sp.		1(+)	1(+)			5(+)	2(+)	3(0.01)	
ｵﾌｪﾘｱｺﾞｶｲ	*Armandia lanceolata*	2(0.01)	1(+)	39(0.22)	41(0.10)	24(0.05)		100(0.30)		
腹足類										
ｱﾗﾑｼﾛｶﾞｲ	*Reticunassa festiva*									1(1.03)
二枚貝類										
ｵｷｼｼﾞﾐｶﾞｲ	*Cyclina sinensis*							1(21.52)		
ｱｻﾘ	*Ruditapes philippinarum*	1(0.98)				7(14.35)	1(0.80)		1(2.40)	
ｼｵﾌｷ	*Mactra veneriformis*	1(0.80)			3(15.85)	1(1.36)			2(5.33)	1(9.1)
ｼｽﾞｸｶﾞｲ	*Theola fragilis*			1(0.02)		1(0.07)				
ｿﾄｵﾘｶﾞｲ	*Laternula marilina*	1(2.22)					1(0.01)		1(0.07)	
甲殻類										
ｺﾒﾂｷｶﾞﾆ	*Scopimera globosa*		1(0.63)							

(3) 出現した鳥類の種・個体数，平面分布

今回の調査において確認された水鳥は，ハマシギ，ミユビシギ，トウネン，シロチドリ，ダイゼン，イソシギ，ミヤコドリ，スズガモ，オナガガモ，ヒドリガモ，ホシハジロ，ウミアイサ，カンムリカイツブリ，ユリカモメ，セグロカモメ，ウミネコの6科17種であった．これらは冬季の三番瀬で確認されている種であり[5]，沿岸湿地帯で見られる一般的な鳥類相といえる．累積出現率（全出現確認個体数に占める割合）からみた出現頻度は，ハマシギが最も高く（81%），次いでスズ

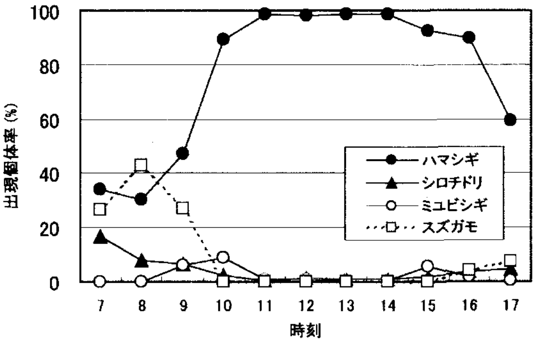

図-3 前浜干潟における主要出現種の出現個体率の時間変化

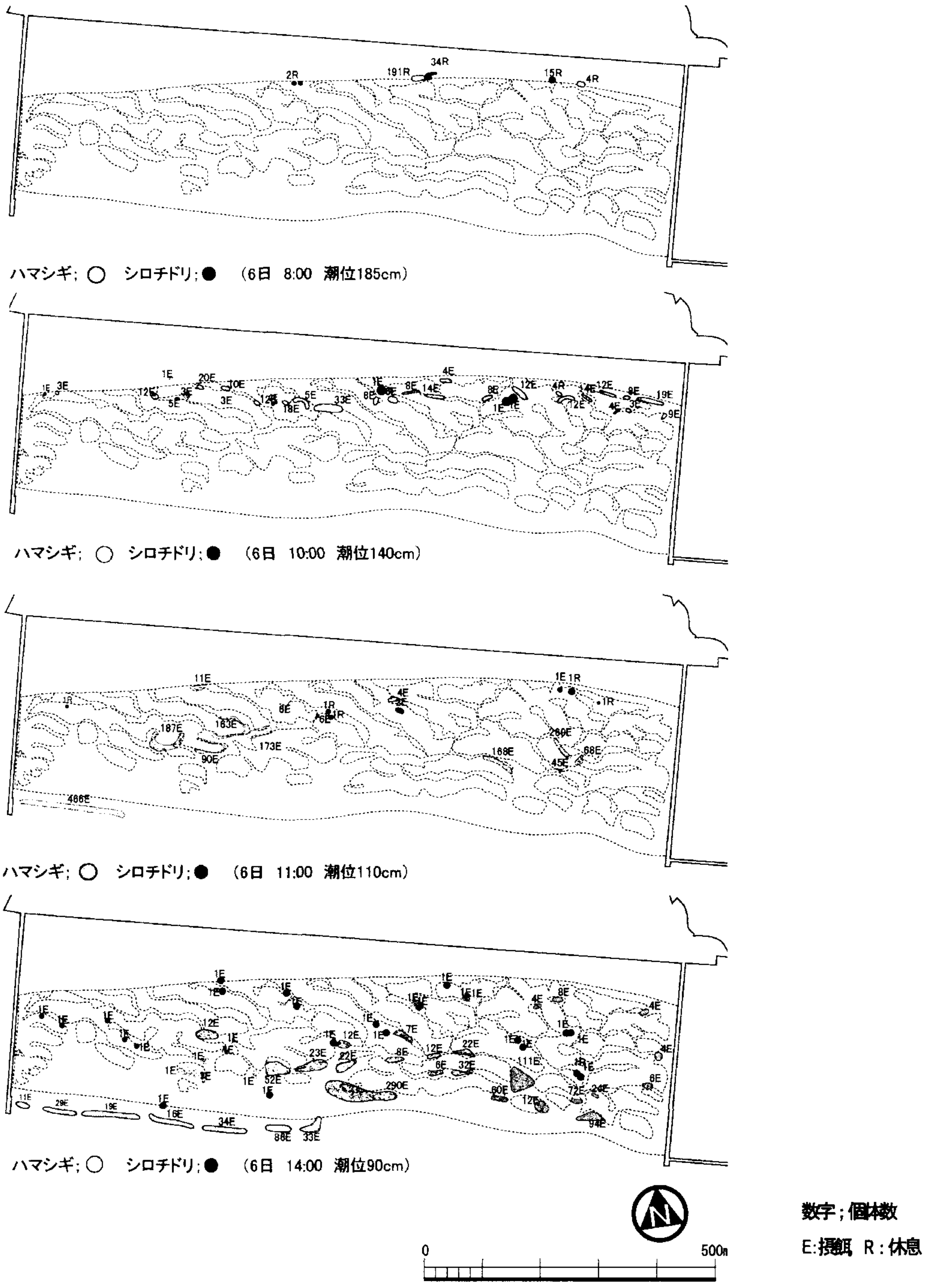

図-4 前浜干潟における潮位変化に伴うシギ・チドリ類の時空間変動

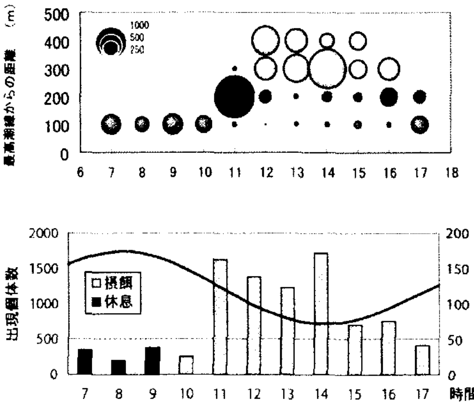

図-5 前浜干潟におけるシギ・チドリ類の分布・個体数，および行動様式の経時変化

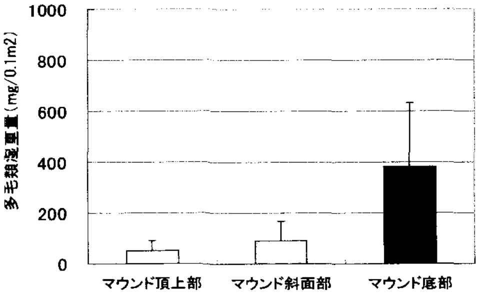

図-6 干潟の微地形要因による多毛類現存量の違い

ガモ（7.7%），シロチドリ（3.7%）となった．また，全体的な出現傾向として，カモ類は前浜部分の冠水時のみ出現したのに対して，ハマシギを中心としたシギ・チドリ類は干出時を中心に個体数が多くなるものの常時前浜部分を利用しており，沿岸湿地帯は時空間的に水鳥の生活の場を提供していることを示唆している（図-3）．

最も出現頻度が高いハマシギ，シロチドリについて潮位変動に伴う個体数および平面分布の変化を図-4，行動様式の変化を図-5に示した．ハマシギの個体数は最高潮位（173cm）を示した7～8時には少なく，汀線付近にわずかに見られるのみであったが，潮位が低下するに伴い増加し最低潮位（72cm）となった14時過ぎには最大（1716個体）を記録した．また，その分布域は潮位低下にともなって陸側から沖側に移動し，汀線と一定距離を保ちながら，水際や澪筋を中心にコロニーを形成していた．これに対して，シロチドリは 満潮時には最も多く，その後潮位低下に伴って個体数は減少した．そして，分布は干潟全体に分散しており，ハマシギとは異なり干出したマウンド部分に出現した．ハマシギ，シロチドリ両種における行動様式は，干潟の冠水時には休息，干出時には摂餌と潮位変動に伴って変化した．また，休息場所は後背地に防砂林が配置されている東側の前浜傾斜部分に形成されていた．

4．考察

今回の調査において，最も出現頻度が高く，干潟を多彩に利用していたのはハマシギであった．ハマシギは秋季から春季に見られる典型的な渡鳥であり，全国の沿岸湿地帯で確認されている．ハマシギは一定の潮位レベルを境にして，摂餌⇔休息と行動様式が切り替わるとされている[6]．今回の調査において，ハマシギの行動様式が変化した潮位レベルは145cmであり，干潟の干出が始まる潮位レベルとほぼ一致している．つまり，餌場の出現が摂餌行動を開始させることを示している．また，その後の干出による干出面積の増加（図-2）にともない個体数は大きく増加しており，他地域からの飛来も確認された．東京湾三番瀬海域では三番瀬から谷津干潟にかけてシギ・チドリ類が移動することが知られており[7]，水鳥にとって良好な摂餌環境の創出は水鳥生息地のネットワークの拡大に大きく寄与すると考えられる．

干潟を餌場として利用していたハマシギ，シロチドリの両種は，潮位低下にともなって陸側から沖側に移動し，汀線と一定距離を保ちながら分布する傾向にあった．しかし，両種の分布はハマシギが水際，シロチドリがマウンド部と微地形に対応して明確に住み分けをしていた．通常，ハマシギの摂餌形態は砂の中の餌を嘴で探り当てる『さぐり食』であり，砂の表面が僅かに湿っている場所（W帯）や足指が海水に浸かる場所（S帯）で盛んに摂餌が確認される[8]．調査地点における地形要因別の多毛類現存量を比較すると，S帯であるクリークにあたるマウンド底面部での現存量が高い傾向にあった（図-6）．『さぐり食』のハマシギはゴカイ類が主な餌とされ[8,9]，前述のとおり本調査地点は表在性のゴカイ類が多いことからも干出時間が短く効率的な摂餌が要求される冬季の干潟において良好な餌場を選択していると考えられる．これに対して，シロチドリは『視覚食』であるため，餌の視認が可能なマウンド部に分布しているが，全体的に摂餌行動をしている個体数は少なかった．これはコメツキガニのような表材性で泥表面での活動が確認できる底生生物が少なく，これら甲殻類を選択的に摂餌する[10]シロチドリにとって，冬季における本調査を実施した干潟は餌場としての利用価値は高くないことを示している．

前述の通り，ハマシギは水際線を好み，摂餌が行われるとされているS帯における分布パターンは『汀線付近』，『クリーク際付近』，『クリーク全面』の3つのパターンに分けられた．つまり，摂餌に適しているとされているS帯でも制限要因があると考え，干潟上においてハマシギが摂餌を行っているクリーク部分の水深の測

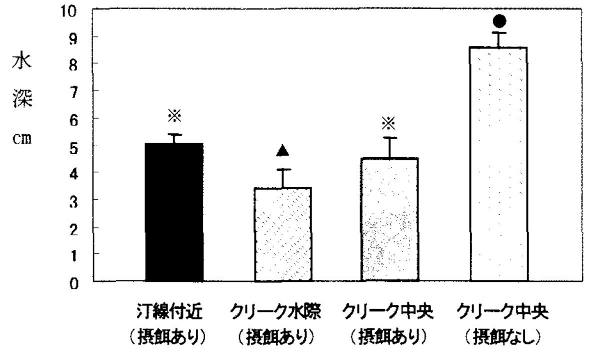

図-7 ハマシギの微地形（水深）による摂餌行動との関連
記号（●、※、▲）は群間の有意差（P<0.05）を示す。

定を行った．その結果，それぞれのパターンにおける水深はそれぞれ5.0±0.3cm，3.4±0.7cm，4.4±0.7cmであったが，摂餌行動が見られなかったクリーク中央部分の水深は8.5±0.5cmであり，摂餌が確認された地点は確認されなかった地点に比べて有意に浅かった（t検定；P<0.05）（図-7）．ハマシギのふしょ長（足の長さの1/2）は23〜30mm，嘴峰長は23〜44mm [11] とされており，ハマシギの摂餌が確認できなかった地点での摂餌行動は頭部，もしくは胴体が水面に浸かることになり，ハマシギにとってS帯でもその水深が摂餌行動を制限するため，微地形は水鳥の摂餌を支配する重要な因子であると考えられる．また，微地形が存在することによって，冠水部分の面積や形状，汀線やクリークの水深は潮位変動で刻々と変化し，時間単位で多様な環境が作られる．微地形が形成されない場合，水際線は汀線と平行の最短距離を維持しながら岸沖方向に移動するため，水鳥にとって摂餌に適した区域の面積も一定面積を保ったまま岸沖移動すると考えられるが，微地形によって水際線が複雑になり延長距離も長くなるので，シギ・チドリ類にとって摂餌可能な時間が増えることになる．しかし，逐次変化する水際線により餌場の状況も短い時間で大きく変わり，効率的な摂餌のためには水際への移動を余儀なくされる．これは同時に，底生生物への被食圧力が適度に分散することを示しており，干潟全体の生態系の持続的な利用といった意味でも大きい．多毛類など生活周期が短く生産性が高い底生生物では，分散による減耗防止効果が大きいと考えられる．

これらの結果から，水鳥にとって干潟の微地形は摂餌生態や餌料生物の分布状況に影響を及ぼし，水鳥にとっての生息適性を規定する大きな支配要因と考えられる．

5．結論

本研究の主要な結論を以下に示す．

① 干潟に出現する水鳥類は，干潟を主に餌場として利用し，その個体数は潮位変動による干出面積に連動する。

② 鳥類の摂餌行動は汀線付近もしくはクリーク部分に集中しており，干潟の微地形にかなりの部分が支配されている。

③ 水鳥類保護を狙ったウェットランド造成には潮位による干出面積と微地形を考慮する必然性が明確になった．

参考文献

1) 田中昌宏・林文慶・新保裕美・上野成三・高山百合子・勝井秀博：沿岸自然再生の計画・設計を支援する環境評価手法に関する一考察，土木学会論文集，No.725，VII-28，2003.
2) 新保裕美，田中昌宏，池谷　毅，越川義功：アサリを対象とした生物生息地適性評価，海岸工学論文集，第47巻，pp.1111-1115，2000
3) 新保裕美，田中昌宏，池谷　毅，林　文慶：干潟における生物生息環境の定量的評価に関する研究　多毛類を対象として，海岸工学論文集，海岸工学論文集，第48巻，pp.1321-1325，2001.
4) 林文慶・高山百合子・田中昌宏・上野成三・新保裕美・織田幸伸・池谷　毅・勝井秀博：沿岸域における複数生物の生息地環境評価ー生態系連続性の配慮にむけてー，水工学論文集，第46巻，pp.1193-1198，2002.
5) 桑原和之・田久保晴孝：鳥類相，東京湾の生物誌，沼田真編），pp.299-322，1997
6) 千葉県：平成14年度三番瀬鳥類生態調査業務　シギ・チドリ類摂餌状況調査報告書（夏）速報，pp.1-14，2002.
7) 桑原和之・箕輪義隆・寺田一哉・嶋田哲郎・田久保晴孝・仁科研一・蓮尾純子・東良一：東京湾奥部の鳥類相２　シギ・チドリ類の干潟間の移動，日本鳥学会1993年度講演要旨集，p.90，1993.
8) 秋山章男：シギ・チドリ類の採食行動（一宮川河口干潟周辺における調査），海洋と生物，129，pp.332-339，2000.
9) 秋山章男：干潟の鳥類，河口・沿岸域の生態学とエコテクノロジー，栗原康編，pp.98-108，1988.
10) 吉安京子・尾崎清明：小櫃川河口干潟におけるシロチドリ *Charadrius alexandrinus* の個体数の季節変動と餌内容，山科鳥類研報，第34号，pp.126-135，2002.
11) P.Hayman，J.Marchant and T.Prater：SHOREBIRDS *An identification guide to the waders of the world*，pp.380-381，1986.

(2003.9.30受付)