

# 河川汽水域沿岸の植生分布と潮位の関係解析

## ANALYSIS OF VEGETATION DISTRIBUTION AND ITS RELATION TO TIDAL OSCILLATION IN RIVERINE ESTUARIES

大沼克弘<sup>1</sup>・遠藤希実<sup>2</sup>・天野邦彦<sup>3</sup>・岸田弘之<sup>4</sup>

Katsuhiko ONUMA, Maremi ENDOU, Kunihiko AMANO and Hiroyuki KISHIDA

<sup>1</sup>正会員 工修 国土技術政策総合研究所 環境研究部 河川環境研究室 主任研究官  
(〒305-0804 茨城県つくば市旭一番地)

<sup>2</sup>正会員 工修 国土技術政策総合研究所 環境研究部 河川環境研究室 研究官(同上)

<sup>3</sup>正会員 博(工) 国土技術政策総合研究所 環境研究部 河川環境研究室長(同上)

<sup>4</sup>正会員 博(工) 国土技術政策総合研究所 環境研究部長(同上)

Boundary between land and water usually forms ecotone in natural condition. Riparian vegetation pattern in lateral direction is one of the examples of such ecotone. Lateral riparian vegetation pattern is strongly dependent on the elevation relative to water level. Water level fluctuation in rivers is one of the most important factors controlling the ecotone along river banks. We have surveyed vegetation cover, morphology and water level fluctuation driven by tide in six riverine estuaries and analyzed the relation between vegetation pattern and ground level to understand the influence of tidal oscillation on the land cover of the banks along riverine estuaries. Common reed was dominant in all estuaries. Although specific height of where common reed distributes was different among estuaries, distribution of reed can be expressed generally by mean inundation depth within tidal zone. Mean inundation depth seems to control vegetation within tidal zone in riverine estuaries.

**Key Words :** Riverine estuary ,tidal oscillation, specific height, riparian vegetation, GIS

### 1. はじめに

河川汽水域の水際には、このエリア特有の塩生植物群落やヨシ等の植物が繁茂しているところもあれば、泥や砂の干潟が広がっているところもある。このような空間は、多様な生物の生息場となっていたり、魚類等の稚仔の生息場として利用されたり、有機物の吸収・分解等の水質浄化等様々な機能を有している。

一方、地球温暖化の進行により、豪雨の頻発や、台風の巨大化、海面上昇等の治水安全度の低下や塩水遡上等が懸念されており、治水・利水・環境を総合的に勘案した河川汽水域の管理が求められている。

そのため、例えば、治水対策として河川汽水域で河道の掘削をしなければならない場合、どのような掘削を行えば既存の干潟やヨシ原、塩生植物群落への影響が少なくなるのかについて評価する方法が必要である。あるいはミチゲーションとして干潟を造成する際に、ヨシ原や塩生植物群落が繁茂しやすい形状を検討するにあたっては、ヨシや塩生植物群落が繁茂しやすい条件や植生が生

えない条件等について知見が必要となる。

河畔植物群落の立地条件は、比高により評価されることが多く、塩生植物群落やヨシの選好性については、様々な研究がある。例えば、鎌田らは那賀川河口汽水域の一砂州において、塩性湿地植物群落の空間分布を、底質粒径及び地盤高の空間分布との関連を、GISを用いて検討し、ハマツナ群落、ハマサジ群落等が、大潮満潮位よりも低い場所に対しての選好性が高く、細・中礫の領域に対して最も高い選好性を持っていること等を示した<sup>1)</sup>。佐藤らは、太田川放水路の左岸1.4kから1.8k付近の植生の種類と標高との関係について調査を行っており、年間の干出時間が50%に相当するT.P.0.3mよりも高い地点で植生が繁茂していること、ヨシはT.P.1.3m、フクドはT.P.1.1mを中心に繁茂していることを示した<sup>2)</sup>。荒木らは、太田川放水路1.2k付近の左右岸300mについて、群落の標高及び土壌の粒度を調べ、左岸ではハマサジの分布の境界は標高0.4mの等高線と良く一致し、フクドは0.5mと一致していたこと、それに対して右岸では、ハマサジは稀でフクドは標高1.0m以上と、境界が左岸よりも高いことを示した。その理由として、右岸は、標

高1.0m以下の領域ではシルト～細粒砂の割合が多く、左岸よりも細かいため干潮の間も土壌水分が高いことが原因であると考察している<sup>3)</sup>。

しかし、これら塩生植物群落やヨシの選好性についての研究は、個別河川を対象とした調査・分析結果であり、河道特性や人工の改変の度合い等の特徴が異なる数多くの河川を対象に共通の調査方法を用いて調査を行い、その結果を分析・比較した事例は見られない。

このため本研究では、塩生植物群落やヨシの選好性の一般化を目的として、名取川、揖斐川、淀川、太田川放水路（以下「太田川」という）、吉野川、筑後川の計6河川の河口干潟の中から、裸地と植生が繁茂しているところが混在しているエリアを選定し、地盤高を面的に把握するとともに、植物調査を行い、その調査結果を用いて植生と地盤高との関係を、潮汐差等を勘案して分析した。

## 2. 方法

### (1) 地形測量

河口干潟が発達して植生繁茂と裸地が混在する箇所において、河口干潟の地盤高について、50m間隔の格子点測量を行うとともに、植生の境界線を対象に測定した。これらから内挿補間により10mメッシュの地盤高データを作成した。

### (2) 植物調査

上記の地形調査の対象とした箇所において植物調査を実施した。なお、調査は、河川水辺の国勢調査基本調査マニュアル〔河川版〕（IV. 植物調査編）に準じて行った。

これらの現地調査結果から、GISを用いて内挿補間により10mメッシュで地盤高及び植生の面的分布を整理した。

### (3) 調査対象河川及び区域の概要

本研究において調査対象とした河川と区域は以下のとおりである。

#### a) 名取川

名取川は、宮城県中南部の太平洋側に位置し、幹川流路延長55.0km、流域面積939km<sup>2</sup>の河川である。河口部左岸には、「日本の重要湿地500」にも選定されている潟湖の井土浦がある。

調査は、井土浦の出口にあたる、流下方向は距離標-0.45 k（河口から約350m）から-0.15 kの300m、横断方向は200mを対象に行った。したがって50mの格子点測量は流下方向7列、横断方向5列で、合計35点行っている。なお、地盤高調査（格子点測量及び植生境界測量）及び植物調査は2010年1月に実施している。

#### b) 揖斐川

揖斐川は、三重県桑名市で長良川と合流して伊勢湾に注ぐ、幹川流路延長121km、流域面積1,840 km<sup>2</sup>の河川である。

調査対象は、まとまったヨシ原と裸地干潟の両方が存在する河口干潟であり、左岸の距離標1.3 kから2.0 kにかけての範囲である。

格子点測量は、1.3 kから1.6 kについては横断方向に150m、1.6 kから2.0 kについては横断方向に250m行っている。なお、地盤高及び植物調査は2010年1月末から2月上旬に実施している。

#### c) 淀川

淀川は、神崎川、大川（旧淀川）を分派して大阪湾に注ぐ、幹川流路延長75km、流域面積8,240 km<sup>2</sup>の河川である。大川分派後の淀川は、明治期に開削された放水路である。

2004年度に中州状に造成された海老江干潟とその周辺を調査対象としており、距離標でいえば4.3～4.7 kの左岸である。

地盤高については、他河川と異なり、地上レーザー測量を実施し、干潟表面におけるレーザー反射点群の三次元座標データ並びに植生境界の位置情報を得た。この座標データからノイズの除去を行い、メッシュの微地形モデルを作成している。なお、レーザー測量は2009年10月19日に実施している。

#### d) 太田川

太田川は、広島県の西部に位置し、広島市街部に入り旧太田川を分流し、太田川放水路（1967年に完成）となって広島湾に注ぐ、幹川流路延長103km、流域面積1,710 km<sup>2</sup>の河川である。

調査は、0.2～2.2 k左岸、横断方向50mの範囲を対象に、2009年12月10～12日の間に行っている。この区間は、敷石護岸と緊急用河川敷道路に挟まれた範囲の干潟と敷石護岸の低水路側の湾曲内岸側に形成されている干潟は特徴とその形成機構が異なっており、前者の干潟で一部植生が繁茂している<sup>4)</sup>。

#### e) 吉野川

吉野川は、その源を高知県吾川郡に発し、第十地点で旧吉野川を分派し、紀伊水道に注ぐ、幹川流路延長194km、流域面積3,750 km<sup>2</sup>の河川である。

格子点測量は、右岸2.0～3.0 k付近で行っているが、横断方向には地形に応じて1～4点、計48点で行っている。植生境界測量は右岸1.8～3.2 k付近の格子線上の任意の点で、計52点で行っている。地盤高調査及び植物調査は2009年11月16～20日の間に行っている。

#### f) 筑後川

筑後川は、その源を熊本県阿蘇郡に発し、筑紫平野を貫流し、早津江川を分派して有明海に注ぐ、幹川流路延長142km、流域面積2,860 km<sup>2</sup>の河川である。

格子点測量は右岸1.2～1.8 k付近で、横断方向に200m

表-1 各河川の潮汐諸元

河川名	観測所	潮汐差(m)	朔望平均満潮位(T.P.m)	朔望平均干潮位(T.P.m)	平均潮位(T.P.m)
名取川	相馬	1.53	0.78	-0.75	0.13
揖斐川	鬼崎	2.35	1.03	-1.32	-0.03
淀川	大阪	1.56	0.80	-0.77	0.12
太田川	広島	3.65	1.95	-1.71	0.26
吉野川	小松島	1.71	0.84	-0.87	0.07
筑後川	大浦	4.88	2.38	-2.50	0.08

表-2 水位観測所一覧

河川名	水位観測所名	調査区域からの距離(km)
名取川	関上第二	0.3
揖斐川	城南	1.7
淀川	福島	0.5
太田川	草津	2.5
吉野川	中ノ州	0.3
筑後川	大浦(検潮所)	24.8

にわたって行っている。同様の範囲で植生境界測量を行っている。格子点測量は2009年11月9日、植生境界測量は11月16日、植物調査は12月2日に実施している。

#### (4) 分析方法

先述の方法により、10mメッシュごとに作成した地盤高とそこに繁茂している植物種との関係を整理・分析した。その結果、(地盤高—朔望平均干潮位) / (朔望平均満潮位—朔望平均干潮位) を相対潮汐地盤高と定義して、各河川について整理すると、ヨシ群落等について共通性が見られたことから、この指標値を主に用いて分析を行った。

具体的には、それぞれの河川について、相対潮汐地盤高を軸に植物種ごとにその種が被覆しているメッシュ数をカウントすることで、相対潮汐地盤高に対する植物種の被覆面積を求めた。併せて、対象区域の地盤高ごとの面積分布の特徴を示すため、相対潮汐地盤高の低い位置から高い位置にかけて当該高さのメッシュ数を集計して、全メッシュ数で除することで、累積メッシュ率という指標を作成し、これを整理した。累積メッシュ率は、標高に応じた干潟面積の累積変化を示すものであるため、相対潮汐地盤高を縦軸に、累積メッシュ率を横軸にとった図を作成すれば、累積メッシュ率の勾配がゆるくなっている高さは、その高さに該当するメッシュ数が多いことを示す。なお、後に示す図では、相対潮汐地盤高を0.05ピッチで整理し、その下限値を図に表記している。さらに、相対潮汐地盤高ごとに各植物が占める割合を整理し、高さごとに各植物が占める割合を出現する植物種の特徴を分析することとした。

潮汐差を算出するにあたって用いた観測所とその朔望平均干潮位、朔望平均満潮位、潮汐差は表-1のとおりである。

さらに、河川汽水域では順流区間と異なり、日常的な潮位変動が植物に対してストレスを与えていると考えられることから、潮位変動による平均的な冠水時間や冠水水深と、植物が生えはじめの高さと最もメッシュ数が多い高さの相対潮汐地盤高との関係を、対象6河川で唯一共通して見られたヨシ群落を対象に整理した。

なお、各調査対象区域の平均冠水時間や平均冠水水深を算出するにあたっては、対象区域の近傍にある表-2の水位観測所の2009年の毎正時データを用いた。ただし、

河口部付近に水位観測所が存在しない筑後川については、大浦検潮所(気象庁)の観測値を使用した。

### 3. 調査・分析結果

#### (1) 植生と相対潮汐地盤高との関連

図-1は、各対象河川における相対潮汐地盤高ごとの累積メッシュ数と、その高さに繁茂する各植物の割合を整理したものである。以下、各河川ごとに分析結果を述べる。

##### a) 名取川

相対潮汐地盤高が0.4程度からヨシ群落が見られ、それ以下ではほとんど植生は見られない。ヨシ群落のピークは相対潮汐地盤高が0.45と0.85のあたりに見られるが、際立ったピークにはなっていない。むしろ、この0.45から0.85の間にはシオクグ群落、アイアシ群落、クロバナエンジュ群落等が混在しており、全体的に相対潮汐地盤高で植生の住み分けを説明するのは困難である。

##### b) 揖斐川

相対潮汐地盤高が0.4程度からヨシ群落が見られ、それ以下はすべて裸地となっている。ヨシ群落は0.85あたりがピークとなっている。砂丘植物群落は相対潮汐地盤高が0.55程度から見られるが、それ以上になるとヨシ群落と砂丘植物群落が並存している。砂丘植物群落はヨシ群落の下流に見られるが、このような住み分けが起きている理由は不明である。

##### c) 淀川

相対潮汐地盤高が0.5程度からヨシ群落が見られるようになり、それ以下はすべて裸地となっている。ヨシ群落のピークは0.85程度であり、先述の海老江の人工干潟でしか見られない。この干潟は流下方向に細長く、上流側と下流側にそれぞれ小高い部分を人工的に造成しており、ヨシ群落はこの小高い部分とその間の3箇所に見られる。

##### d) 太田川

相対潮汐地盤高が0.6程度からヨシ群落とハマサジ群落が見られるようになり、それ以下はすべて裸地となっている。ヨシ群落のピークは0.85程度である。塩生植物は低いほうからハマサジ群落、シオクグ群落、フクド群落が見られる傾向がある。

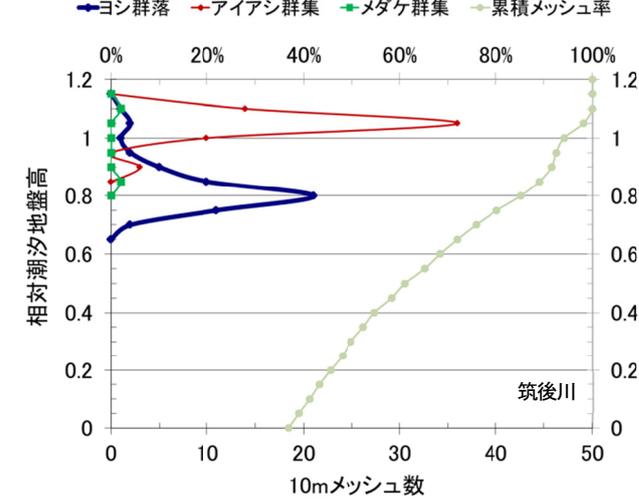
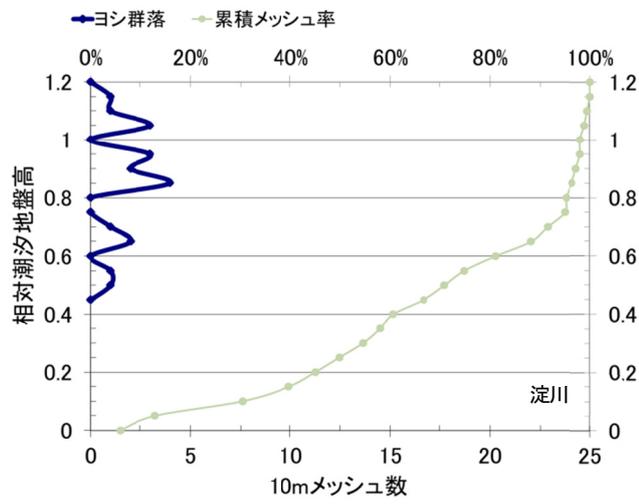
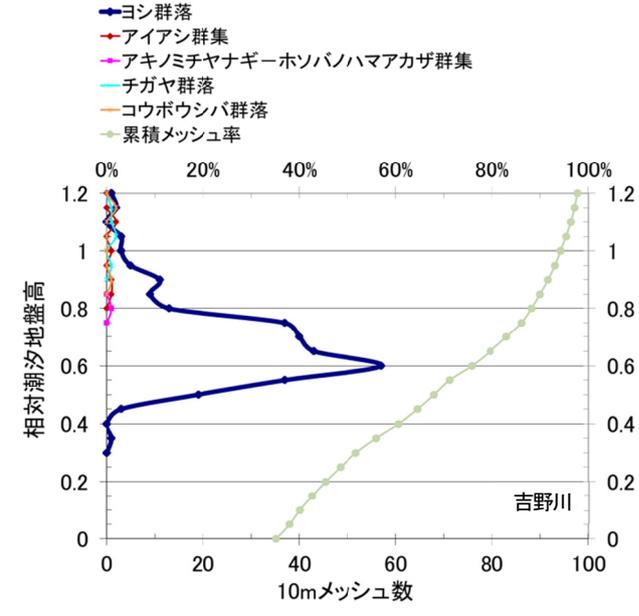
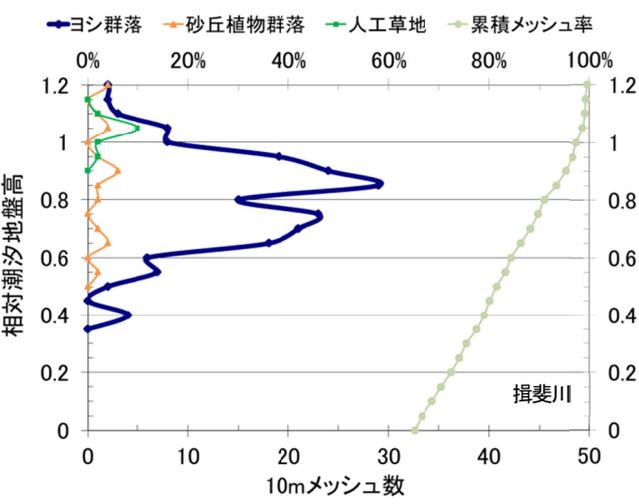
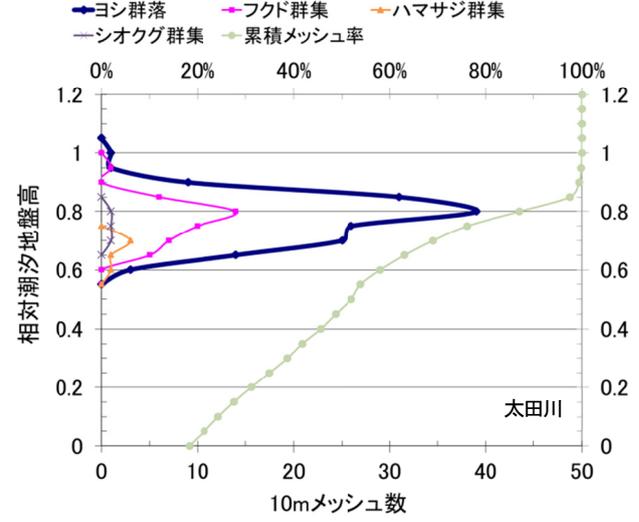
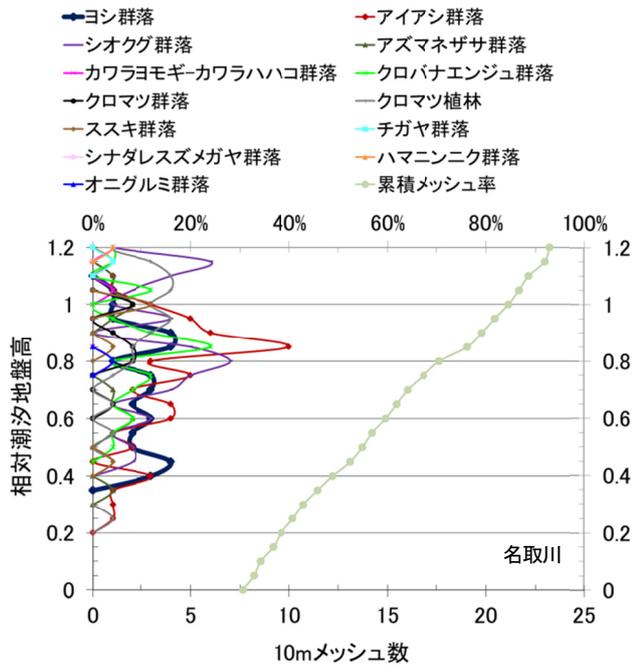


図-1 個別河川における調査成果

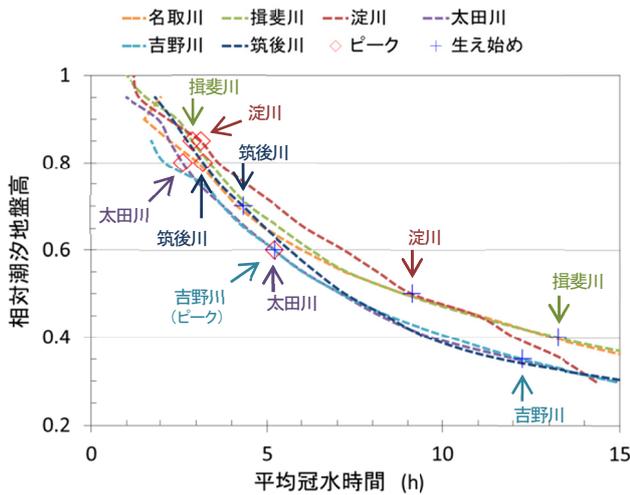


図-2 平均冠水時間の関係

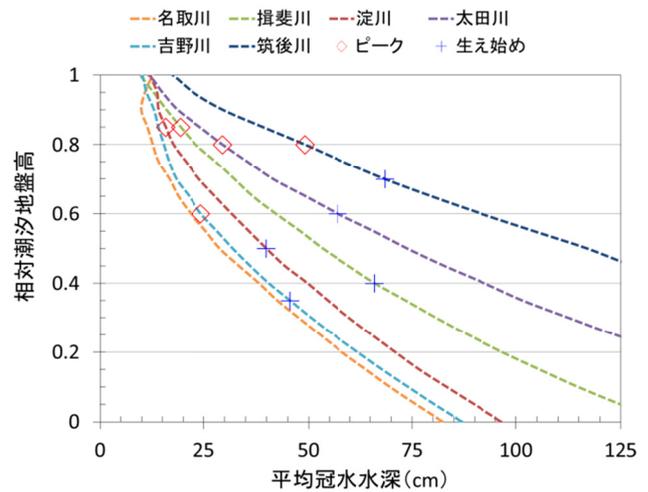


図-3 平均冠水水深の関係

#### e) 吉野川

相対潮汐地盤高が0.35付近でもわずかにヨシ群落が見られるが、それを除けば0.45程度から見られるようになる。それ以下はほとんど裸地となっている。ヨシ群落のピークは0.6程度である。

#### f) 筑後川

対象区域の主な植生はヨシ群落とアイアシ群集である。ヨシ群落は相対潮汐地盤高が0.7程度から繁茂しはじめ、0.8でピークになるのに対して、アイアシ群集は1.0程度から繁茂しはじめ、1.05程度でピークになり、ヨシ群落よりも地盤高が高いところに生える傾向にある。

### (2) ヨシ群落と平均冠水時間、平均冠水水深との関連

ここでは、今回の植物調査で唯一共通してみられたヨシ群落を対象として、平均冠水時間や平均冠水水深との関連について分析した。

#### a) 平均冠水時間による分析

図-2は、各対象区域における相対潮汐地盤高での年間冠水時間を冠水回数で除したものであり、平均的な冠水時間を整理し、ヨシ群落の生え始めとメッシュ数がピークになる相対潮汐地盤高をその上に落としたものである。なお、図-1のように、名取川はピークが不明瞭であることから、ピークについては図に落としていない。

植生調査において最も低い位置でヨシが確認された相対潮汐地盤高でのそれぞれの平均冠水時間は、淀川が9時間、太田川が5時間、吉野川が10時間、筑後川が4時間程度とバラつきが大きかった。また、名取川、揖斐川はいずれも約13時間となった。

それに対し、ヨシ群落のメッシュ数がピークになる相対潮汐地盤高での冠水時間は、揖斐川、淀川、太田川、筑後川でいずれも3時間程度となった。一方、吉野川は5時間程度と大きめの値となっている。

#### b) 平均冠水水深による分析

図-3は、各地盤高における冠水中の水深の総和を冠水

時間で除したものを平均冠水水深とし、各対象区域での相対潮汐地盤高に対する平均冠水時間を整理し、ヨシ群落の生え始めとメッシュ数がピークになる相対潮汐地盤高をその上に落としたものである。なお、ピークが不明瞭な名取川については落としていない。

ヨシ群落が生え始める相対潮汐地盤高における平均冠水水深は、名取川が0.38m、揖斐川が0.66m、淀川が0.40m、太田川が0.57m、吉野川が0.46m、筑後川が0.69mとなった。

ヨシ群落のメッシュ数が最も多い相対潮汐地盤高における平均冠水水深は、揖斐川が0.19m、淀川が0.16m、太田川が0.30m、吉野川が0.24m、筑後川が0.49mとなった。

## 4. 考察

ヨシ群落は、太田川、筑後川を除くと相対潮汐地盤高が0.4から0.5程度から生え始め、これ以下となるとほとんど裸地になっていることがわかった。太田川は0.6程度、筑後川が0.7程度と比較的大きな値となっているが、潮汐差が大きいほどこの値が大きくなる傾向が見られる。筑後川で大きな値となっている理由として、有明海から潮の干満により運ばれるシルト・粘土分が多いガタ土がヨシ原に堆積することにより、塩分が抜けにくくなり、同じ相対潮汐地盤高でもより条件が厳しくなるためとの推察も可能であるが、現地を確認したところ、ヨシ原に堆積している土砂は必ずしもガタ土だけではなく、砂が堆積しているところもあったことからこの推察を裏付けることはできなかった。

潮汐差が大きいほど、ヨシ群落が生え始める相対潮汐地盤高が高いのは、むしろ下記の理由によるものと考えられる。相対潮汐地盤高は、朔望平均干潮位から満潮位の間の高さを相対化した指標であるため、筑後川や太田

川など潮汐差が大きい河川汽水域では、潮汐差が大きくない場所と比較して同じ相対潮汐地盤高の値を持つ地盤における湛水深が大きくなる(図-3)。この湛水深を表す指標の一つが平均冠水水深である。また、潮汐差が大きいほど、同じ相対潮汐地盤高での平均冠水時間も長くなる。このため、相対潮汐地盤高だけではヨシ群落の分布を一般的に評価することは困難であり、平均冠水水深や平均冠水時間との比較を行う方が生態学的に見て妥当な評価になると考えられる。

実際に、平均冠水水深の値とヨシ群落の分布を比較すると、ばらつきは見られるものの、ヨシ群落の分布域の最も低い地盤高は、平均冠水水深が40-70cm程度、また多く繁茂する地盤高は、潮汐差が大きい筑後川を除けば平均冠水水深15-30cm程度と整理できる(図-3)。平均冠水時間とヨシ群落の分布との比較を行うと、ばらつきが大きく、明確な相関関係が見られなかった(図-2)。これらの結果から、ヨシ群落の分布は、平均冠水水深により一般的な評価が可能になると考えられる。河川毎に河床材料や水質の違いがあるので、ばらつきが認められるのはやむを得ないが、河川汽水域におけるヨシ群落は、平均冠水水深が概ね15-30cmの地盤高に多く繁茂し、低い場所では平均冠水水深40-70cmの地盤高にまで侵入すると考えられる。高い場所への侵入については、他の植物との競合により規定される部分が多く、河川毎の差が大きいと、一般化は困難であると考えられる。

河畔植生の変化は、河川水位との比高により説明されることが多い。ただし、比高の絶対値が生態的な意味を持つものではなく、冠水の頻度、時間や深さが植生を規定するものである。このため、今回の検討の様に、水位変化と地盤高を比較して、平均冠水水深の様な生態的な意味を持ちうる指標に基づいて、生息場の評価をする必要がある。河畔植物の分布については、数多くの規定要因が存在するが、今回の検討で、地盤高と植生の面的分布調査結果をもとに分析した結果、調査対象の6河川に共通して見られたヨシ群落の分布は平均冠水水深により相当程度説明できることが示された。今回の検討は、潮汐に伴う水位変動に着目した規定要因推定の第一歩と言える。

## 5. まとめと今後の課題

河川汽水域における植生分布を地盤高との関係で評価した。河川汽水域においては、主に潮汐により水位変動が規定されているため、潮汐との関係で評価を試みた。6河川の全てで確認されたヨシ群落を対象に解析を行った結果、潮汐に対する相対的な地盤高ではうまく説明できなかったが、それぞれの地盤高において、冠水水深の

平均を求めて作成した平均冠水水深という指標で評価したところ、ばらつきは認められるものの、ヨシ群落の分布域の最も低い地盤高は、平均冠水水深が40-70cm程度、また多く繁茂する地盤高は、平均冠水水深15-30cm程度と整理できた。

今回の検討の様に、複数の河川におけるヨシ群落分布を比較することで、ヨシ群落が選好する地盤高の一般的评价の可能性が示された。また、このような一般的评价が一旦できれば、ヨシ群落分布の一般的评价結果と各河川汽水域における評価との比較が可能となることで、ずれが認められれば、それがどのような要因に帰するものかといった検討も可能となる。

しかしながら、名取川での多様な植生の分布や、揖斐川のヨシ群落と砂丘植物群落の住み分け等、相対潮汐地盤高だけでは説明がつかない点も多く残されている。このうち、名取川については、調査対象が潟湖である井土浦の出口であり、下流端の-0.45kの測線付近は砂丘になっており、その上流は中州やワンドがあり、かつ起伏に富んでいる等他の対象河川と比べて特異な環境であり、そのためか植生の種類が他の対象区域と比べ多く、相対潮汐地盤高を0.05ピッチで整理すると植生ごとのメッシュ数が小さくなってしまったことが一因とも考えられるが、今回の調査・分析の結果からは説明できていない。

筑後川ではヨシの生え始めやピークでの平均冠水水深が他の河川に比べて高めに突出しているものの、やはりその要因は今回の調査・分析の結果からは説明できていない。

植物の選好度については、比高や水深だけでなく、土壌の塩分濃度・水分・粒度分布・栄養状態、地下水位、酸化還元電位、出水による攪乱、他の植物との競争等様々な要素があることが知られている。

今回の調査とそれに基づく分析からでは説明がつかなかった事項については、考えられる要因について調査し、検討を行っていく必要がある。

### 参考文献

- 1) 鎌田磨人, 小倉洋平: 那賀川汽水域における塩性湿地植物群落のハビタット評価, 応用生態工学8 (2), pp.245-261, 2006.
- 2) 佐藤泰夫, 藤田光一, 大沼克弘: 太田川放水路における河川内干潟の河川工学的観点からの類型化, 土木学会年次学術講演会講演概要集, 第62巻II部門, pp.127~128, 2007.
- 3) 荒木悟, 國井秀伸, 陶山俊一: 人工水路に定着した塩生植物の生育環境, 日本生態学会中国四国地区会第53回大会講演要旨, 2009.
- 4) 大沼克弘, 藤田光一, 望月貴文, 天野邦彦, 佐藤泰夫, 阿部徹: 太田川放水路における河床の変化特性と干潟の安定機構に関する考察, 水工学論文集, Vol.54, pp.781~786, 2010.

(2010. 9. 30受付)