

# 河川汽水域における河道形状と 植生分布の関係解析

## ANALYSIS OF CHANNEL BED MORPHOLOGY AND VEGETATION DISTRIBUTION IN RIVERINE ESTUARIES

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

Katsuhiko ONUMA, Maremi ENDOU and Kunihiko AMANO

<sup>1</sup>正会員 工修 関東地方整備局総括防災調整官

(元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)

(〒330-9724 埼玉県さいたま市中央区新都心2-1 さいたま新都心合同庁舎2号館)

<sup>2</sup>正会員 工修 東北地方整備局酒田河川国道事務所赤川出張所技術係長

(元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)

(〒997-0011 山形県鶴岡市宝田2-3-55)

<sup>3</sup>正会員 博(工) 中部地方整備局浜松河川国道事務所長

(元国土技術政策総合研究所環境研究部河川環境研究室長)

(〒430-0811 静岡県浜松市中区名塚町266)

In riverine estuaries, sand-dune plant, halophyte and reed grow and contribute to make characteristic environment in this area. We have surveyed the total space of sand-dune plant and halophyte in Japan's 109 rivers, and have showed these vegetation have deep relation with riverine estuary classification based on physical environmental factors. For 13 riverine estuaries, we have surveyed vegetation cover, morphology and water level fluctuation driven by tide 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. We have known halophyte and reed distribute mainly lower than mean monthly-highest water level and sand-dune plant distribute mainly higher than that. The height to mean monthly-highest water level where reed like differs but that has deeply relation with channel bed morphology.

**Key Words :** Riverine estuary ,channel bed morphology, vegetation distribution, tidal oscillation

### 1. はじめに

河川汽水域の水際には、砂丘植物、塩沼植物といったこのエリア特有の植物やヨシ等が繁茂しているところがある。そのような空間は、多様な生物の生息場となっていたり、有機物の吸収・分解等の水質浄化を有することも多く、汽水域の環境形成上重要な役割を果たしている。そのため、治水・利水・環境を総合的に勘案した汽水域管理を行っていくためには、これらの植生が繁茂するための条件についての知見が必要である。

これら汽水域に見られる植生についての既往の研究には、個別の植生に着目したものや個別河川・地域に着目したものは多く見られる。砂丘植物については、中西ら<sup>1)</sup>が、南日本(紀伊半島南部、四国南部、九州東南部)

や山陰地方等の海浜植生の成帯構造について、海浜地形との関係を調べている。塩沼植物については、例えば大野<sup>2)</sup>が三浦半島の湾奥の干潟に発達する塩生植生を対象に調査を行い、それらの立地特性等を明らかにしている。鎌田ら<sup>4)</sup>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。ヨシの立地特性については、参考文献5)が既往の知見を使って比較的良好にまとめている。それによると、立地の上限は他の植物との競争、栄養状態、地下水位により規定され、下限は水深と塩分・栄養状態に規定されていること、泥や有機物が多いところを好むこと、耐塩性が高く淡水から汽水域まで

広い塩分濃度に生育すること、河川の流れが速くて土壌が動き攪乱される場所や水位が急激に変化する場所にはヨシ群落は認められないこと、水深約2m～地下水水位1mまで生育し、水深50cm～地下水水位20cmの間でよく繁茂すること等が挙げられている。

多数の河川を対象に塩沼植物等の調査を行い、立地特性の共通性等について分析したものは少ないが、その例として大沼ら<sup>6)</sup>の研究がある。ここでは、6河川を対象に、現地調査により、地盤高を面的に把握するとともに、植物調査を行い、植生と地盤高との関係性を潮汐差等を勘案して分析を行っている。しかしながら、現地調査の範囲は限られており、対象河川も限られている。

以上のように、既往研究では個別の植生に着目したものや個別河川を対象としたものが中心であるため、様々な河川の管理に資するような汎用性の高いものとなっていないことが課題である。

本研究では、まず、河川水辺の国勢調査のデータを用いて、全国の一級水系の109河川全てを対象に、河川汽水域に特有な砂丘植物や塩沼植物を対象を絞って、岸田ら<sup>7)</sup>による109河川の悉皆調査により示された汽水域の類型との関係性を明らかにした。さらに、13河川の汽水域全般を対象に、既存の河川水辺の国勢調査の植生図のデータや河川横断測量結果等を用いて、塩沼植物等の植生と地盤高との関係性について潮位を勘案して分析を行った。後者に用いた地形データは、後述するように200mピッチで行われることが多い河川横断測量結果を内挿補完して作成したものであるため、精度は精緻な現地調査に基づいている参考文献<sup>6)</sup>に比べ劣るものの、より多くの河川とより広範な対象地域としたことから、より汎用性の高い成果が期待できるものである。

## 2. 分析方法

### (1) 砂丘植物、塩沼植物の面積と汽水域類型との関係

一級水系109河川を対象に、河川水辺の国勢調査のデータから汽水域に特有の砂丘植物、塩沼植物の面積を抽出するとともに、参考文献<sup>7)</sup>で提案されている汽水域の類型との関係性について分析した。7)は、一級水系109河川の汽水域環境の物理環境要因（潮汐差、波浪、洪水時流量、平常時流量）を指標に主成分分析及びクラスター分析により分類を試みたものである。7)では、類型は平均年最大流量( $m^3/s$ )、潮汐差(m)、河床勾配、エネルギー平均波高(m)をもとに行った地形形成要因による類型化と、単位幅当たり低水流量( $m^2/s$ )、河床勾配、潮汐差(m)をもとに行った平常時の環境形成要因による類型化を行っている。本研究では、それぞれの類型と、砂丘植物、塩沼植物の面積との関係性を分析した。

### (2) 植生と地盤高・潮位との関係

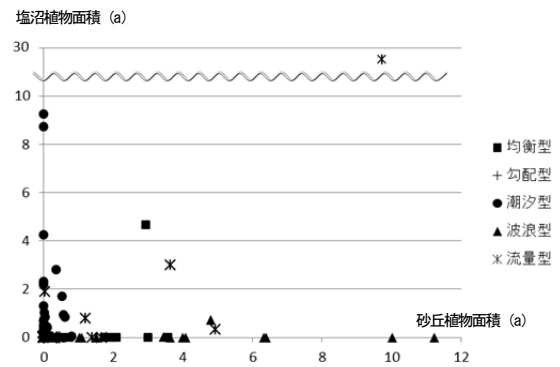


図-1 植生面積と地形形成要因による類型

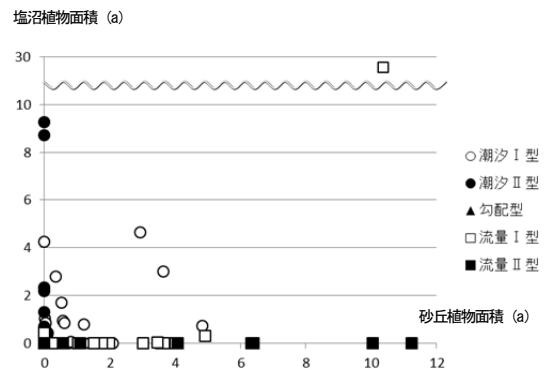


図-2 植生面積と平常時の環境形成要因による類型

後述する13河川の汽水域区間を対象に（ただし豊川はデータの制約により河口から10kmまで、揖斐川は26.8kmまで）、汽水域に特徴的な植物群落（砂丘、塩沼、ヨシなど）と、それらと隣接して繁茂していることがある植物群落（オギ、セイタカアワダチウ等）を対象に、これらの群落と地盤高や潮位との関係を分析した。なお、自然状態において成立する植生の生育範囲を抽出するため、開放水面・人工物を除いたエリアのデータを解析に用いた。

植生については、河川水辺の国勢調査の3巡目の植生図のデータを用いた。地盤高は、その植生を調査した年と最も近い年に実施された定期横断測量結果を用いた。概ね200mピッチの定期横断測量結果をGISソフト上で内挿補完して10m×10mのメッシュのデータを作成した。潮位については、対象河川の河口に近い潮位観測所のデータの朔望平均干潮位、朔望平均満潮位、平均潮位を用いた。

対象河川と用いた標高と植生のデータ年はそれぞれ、沙流川（2006年，2005年），尻別川（2001年，2002年），北上川（2002年，2002年），名取川（2005年，2005年），多摩川（2008年，2005年），豊川（2001年，2002年），庄内川（2005年，2005年），揖斐川（2003年，2002年），櫛田川（2001年，2004年），淀川（2001年，2002年），太田川（1997年，2002年），吉野川（2005年，2005年），菊池川（2004年，2003年）である。

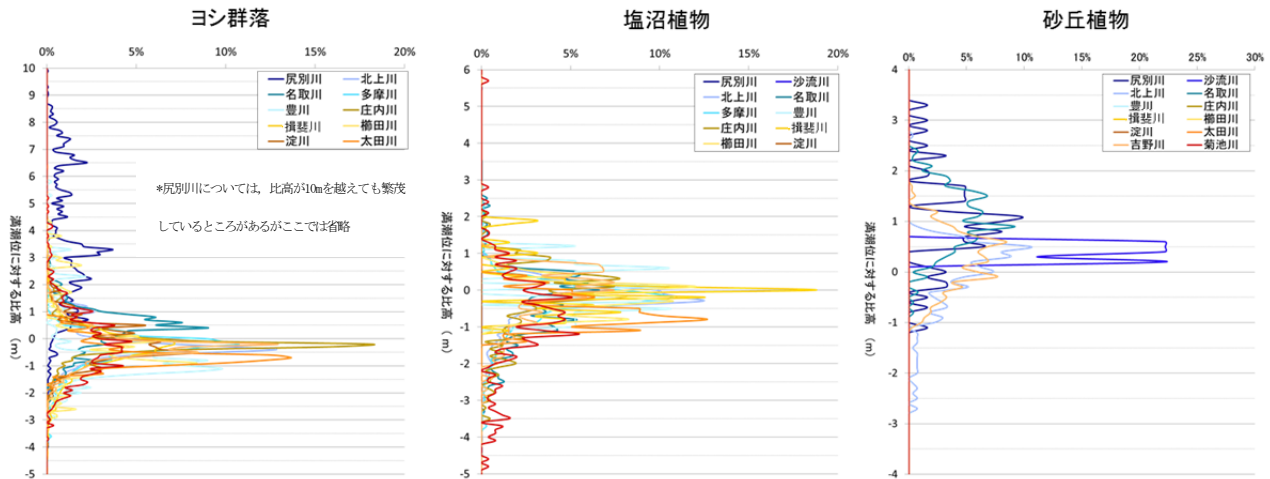


図-3 朔望平均満潮位に対する比高と植生分布

### 3. 分析結果

#### (1) 砂丘植物、塩沼植物の面積と汽水域類型との関係

砂丘植物と塩沼植物の面積をプロットし、先述の類型ごとにマーキングを変えたのが、図-1と図-2であり、図-1は先述の地形形成要因による類型、図-2は平常時の環境形成要因による類型ごとに表示したものである。

これらの図に示されているもののうち、砂丘植物の面積が多い順に列挙すると、天塩川、阿賀野川、北上川、最上川、石狩川の順となる。このうち、天塩川の河口付近は砂丘に並行して流下しており、その砂丘部分に砂丘植物が生えているため、河口から6kmほど離れたところまで砂丘植物が分布していることが、最も砂丘植物が繁茂している理由と考えられる。その他の4河川については河口付近に限定的に見られる。他にも多くの河川では河口付近に限定的に見られるが、吉野川のように、中州に見られる場合もある。

塩沼植物についての面積が多い順に列挙すると、北上川、六角川、緑川、名取川、庄内川となる。六角川と緑川は日本で最も潮汐差が大きい有明海に流入する河川である。

#### (2) 植生と地盤高・潮位との関係

砂丘植物、塩沼植物、ヨシ群落について、満潮位との差を縦軸に、その10cmピッチごとにそのバンドでそれぞれの植生の割合を横軸にしたのが、図-3である。ただし、該当する植生の面積が微少である河川は控除している。

さらに、各河川（ここではスペースの制約から8河川）について、汽水域区間の代表的な植生を対象に、10cm間隔の標高帯ごとに、開放水面・人工物を除いた全メッシュ数に対する各群落・群集の占有率とその標高帯に該当するメッシュ数を示したのが図-4である。ただし、出現メッシュ数自体が少ない標高帯では、植生の出現メッ

シュ数が少なくても占有率にすると高くなり、解析の誤差の影響が大きくなってしまふことから、群落ごとに群落の全出現メッシュ数に対して2%以下のメッシュを除去することにより、このようなノイズが生じないように処理を行っている。

さらに、比較的多くの河川で見られた自然裸地、ヨシ、塩沼植物、オギ、セイタカアワダチソウを対象に、それぞれの群落の標高の最大値や最小値を、占有率が50%を超える標高帯がある場合にはその最大値と最小値を、満潮位との比高で整理したのが図-5、平均潮位との比高で最小値について整理したのが図-6である。

### 4. 考察

#### (1) 砂丘植物、塩沼植物の面積と汽水域類型との関係

塩沼植物は、海水に浸かっても枯れることがない植物であり、波浪や流れの影響が比較的少なく、一般に粒度の細かい土が堆積しているところを選好するものが多い。それに対して、砂丘植物は、風が吹くと砂が舞い上がって堆積してできる砂丘や、高潮時に波によって形成された浜堤を選好するものが多い<sup>9)</sup>。

地形形成要因による類型について見ると、潮汐型に塩沼植物が多く、波浪型に砂丘植物が多い傾向が見てとれる。潮汐型は潮汐が大きく、有明海、瀬戸内海、太平洋側内湾に流入する河川に多いタイプである。波浪型は、波浪が大きいのが特徴であり、日本海に流入する河川に多いタイプである。先述のような類型と砂丘植物、塩沼植物との関連の深さは、これらの植物の選好性を勘案すると合点がいくことである。

平常時の環境形成要因による類型について見ると、潮汐Ⅰ型及び潮汐Ⅱ型に塩沼植物が多く、流量Ⅰ型及び流量Ⅱ型に砂丘植物が多い傾向が見てとれる。潮汐Ⅰ型は潮汐がやや大きく、太平洋や瀬戸内海に流入する河川に

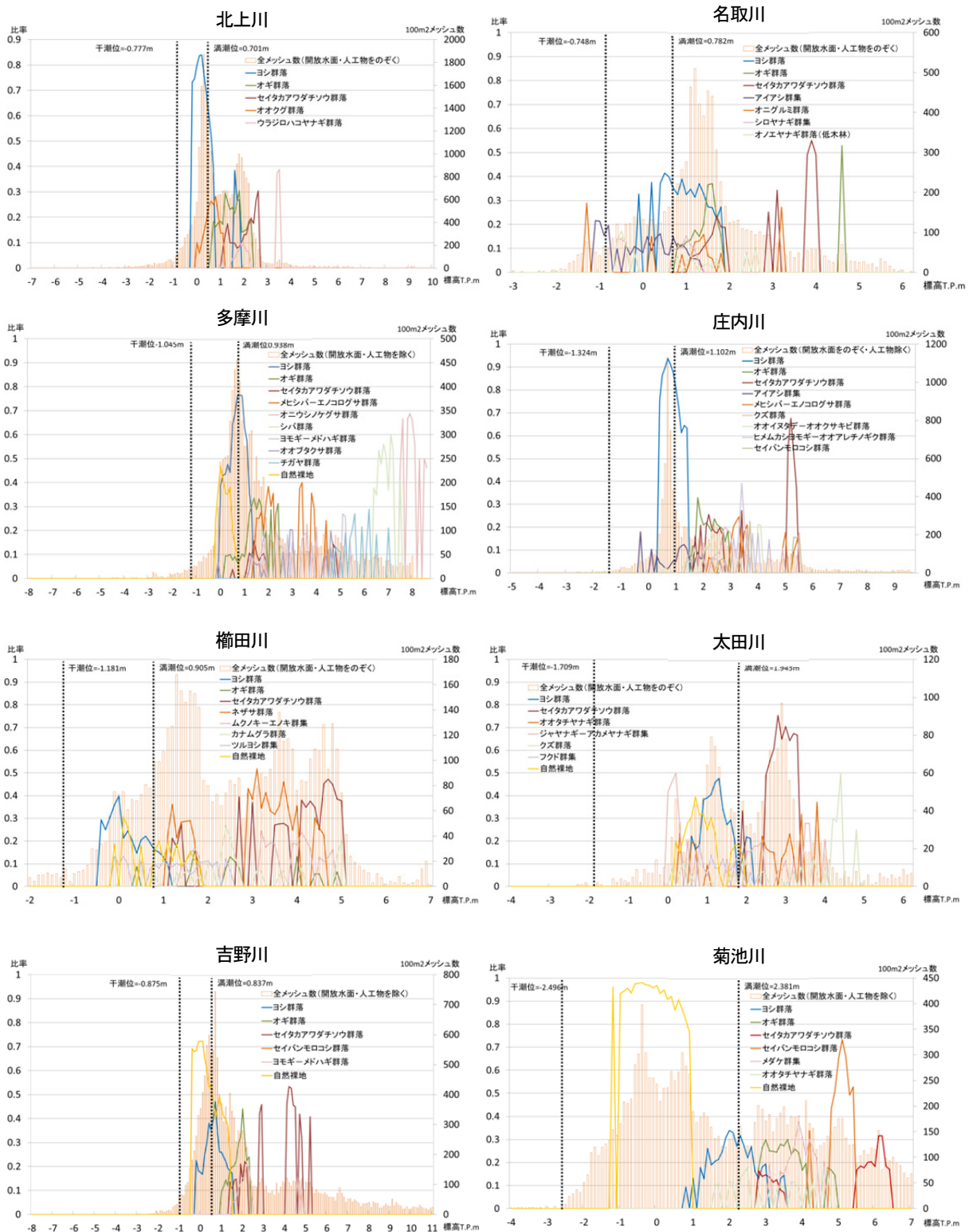


図-4 各河川の代表的植生と標高・潮汐との関係

多く、潮汐Ⅱ型は潮汐が非常に大きく、有明海に流入する全ての河川と瀬戸内海の一部の河川に見られる。流量Ⅰ型は河川流量がやや多く、日本海や太平洋に流入する河川に多く、流量Ⅱ型は勾配が比較的緩く流量が多いのが特徴であり、主に日本海に流入するものの一部に見ら

れる。潮汐Ⅰ型や潮汐Ⅱ型は、平常時の上流からの淡水の流入に比べると海からの塩水の遡上の影響が比較的大きい河川と言え、塩沼植物が耐塩性に優れているという特性と符合する。

以上のように、砂丘植物や塩沼植物の面積と汽水域の

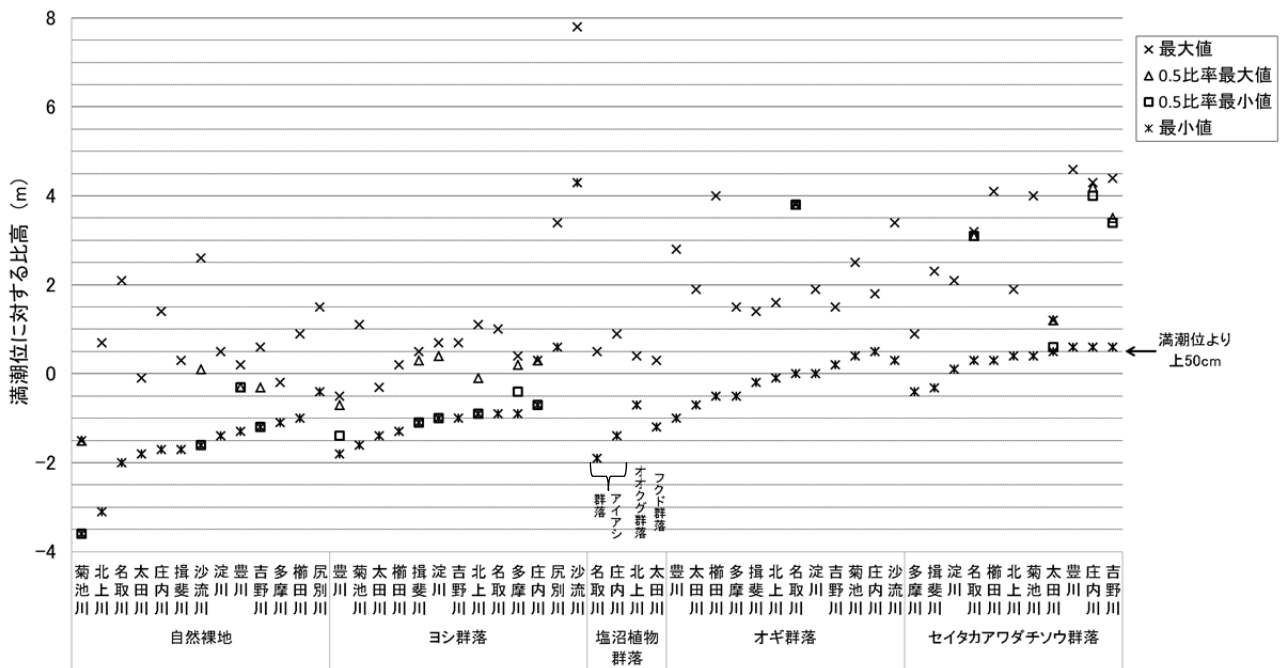


図-5 植生別の分布範囲（湖望平均満潮位に対する比高）

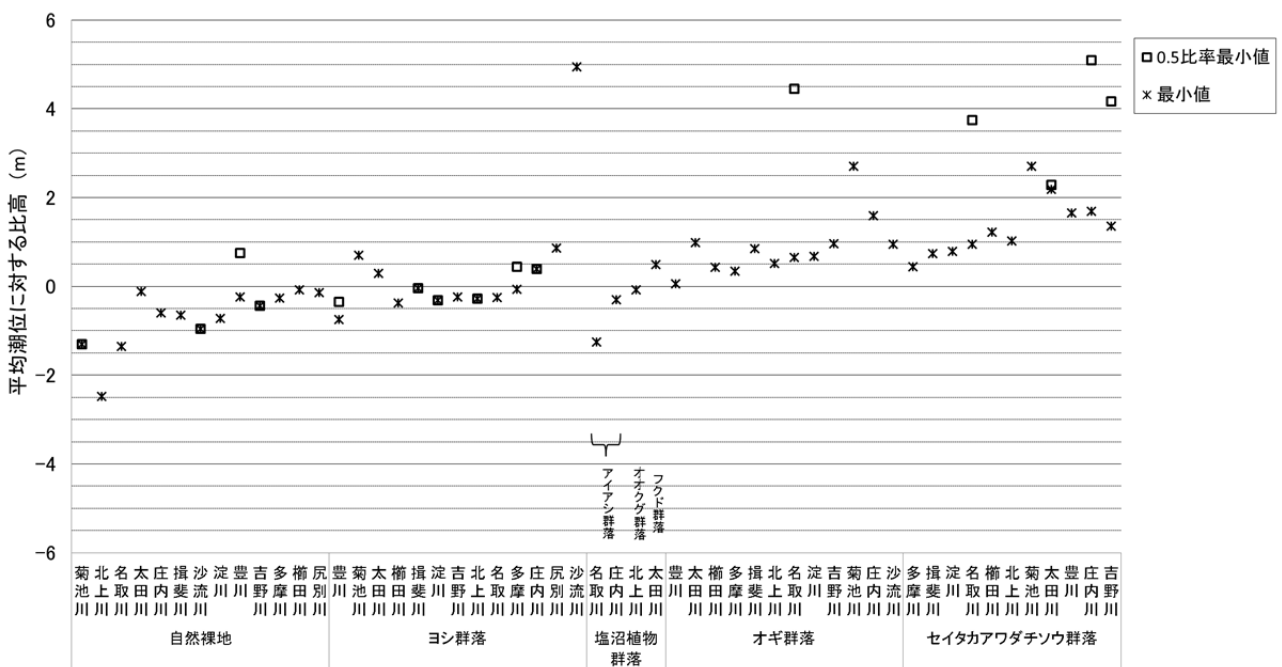


図-6 植生別の分布範囲（平均潮位に対する比高）

類型との関連性が深いことから、類型から期待される植物の繁茂と実態との間に乖離がある場合には、その原因を後述する地盤高の状況等のアプローチから究明し、対策案の検討に役立てることが期待される。

## (2) 植生と地盤高・潮位との関係

図-3から、ヨシ群落や塩沼植物に比べ、砂丘植物は比較的標高が高いことがわかる。これは砂丘植物が立地する砂州は、塩沼植物等が立地している同様の高さの地盤のところに比べ、波浪、飛砂、活発な砂の移動、海から

の飛沫による塩分供給等から、より立地環境が厳しいためと推察された。

ヨシ群落については、尻別川については明瞭なピークを持たず、高い標高まで繁茂している点で他の河川とは異なる特徴を持っている。その理由として、尻別川は潮位差が小さく（44.9cm）、その割には感潮区間が長い（18.6km）ことが一因と考えられる。すなわちこのような特徴から、尻別川の汽水域の区間には汽水性のヨシだけでなく淡水性のヨシも繁茂し、後者については満潮位との比高に関係なく、むしろ平水位との比高との関係で

ヨシの立地に適しているエリアが含まれているものと推察される。

さらに、**図-4**とも比べながら見ると、尻別川以外の河川ではヨシ群落の分布の特徴から、以下のように類型化できる。

- ① ピークが立っており、かつそのピークが満潮位からその50cm程度下の範囲内にあるもの（北上川、多摩川、庄内川、揖斐川、淀川、吉野川）
- ② ピークが立っているが、そのピークが①の範囲より下（豊川、櫛田川、太田川）であるもの
- ③ ピークが立っていないまたは不明瞭であるもの（名取川、菊池川）

③に該当する2河川について**図-4**を見ると、名取川については、満潮位より高い地盤のメッシュが多く、逆に菊池川は満潮位より150cm以上低い地盤が多い等、満潮位からそれよりやや低いところというヨシが好む高さのエリアが少ないことが特徴となっている。①、②については、地盤高のピークに連動するように、ヨシのピークがあるという特徴を持っている。

塩沼植物については、**図-3, 4**からもわかるように、ヨシが多い分布範囲と類似している。塩沼植物にも様々な種類があることから、これらをまとめて考察することは、危険である。しかしながら、オオクグが多く見られる北上川やアイアシが多く見られる庄内川について見ると、水際のやや小高い自然堤防帯にこれらの塩沼植物が繁茂し、その後背地にヨシが繁茂するというパターンが多く見られ、このような微地形がヨシと塩沼植物の棲み分けの重要な要素の一つと考えられる。干潟に見られる塩沼植物が水際線から内陸に向かって帯状に分布していることが、宮脇ら<sup>9)</sup>によっても報告されている。

**図-5**より、ヨシ群落や塩沼植物は満潮位に対する比高が概ね-2mから1mの範囲に分布している河川が多い。**図-4**からもわかるように、ヨシ群落や塩沼植物が生えている範囲より低いところでは自然裸地となっているところが多く、高いところではオギやセイタカアワダチソウ等が繁茂しているところが多い。以上から、立地の下限は水深や塩分、上限はオギ等他の植物との競争等に規定されると考えられる。ヨシ群落の下限は、満潮位に対する比高より平均潮位に対する比高のほうが河川によるばらつきは小さく、概ね平均潮位の50cm程度と考えられる。上限は満潮位より50cm程度までは占有率が50%を越える河川が多く、満潮位より1m程度上あたりが限界と見られる。

ただし、例えば1章でヨシを例に述べたように、植生の選好性は、地盤の高さ（あるいはそれによって影響をうける土壌中の塩分濃度等）だけでなく、河床材料等他にも様々な要素があることに注意を要する。例えば、**図-4**からわかるように、櫛田川では、ヨシが繁茂している高さにはツルヨシも繁茂しており、これは今回の対象河

川では他の河川にはない特徴となっている。水辺の国勢調査を見ると、ツルヨシが繁茂している付近の州の河床材料が中礫になっていることから土壌中の塩分も抜けやすいと推察され、砂礫を好み耐塩性に乏しいツルヨシが立地できたものと推察される。

本研究の成果は、例えば高水敷を切り下げることにより流下能力を高め、かつある特定の植生（ヨシやある種の塩沼植物）の繁茂を目標とするような、治水・環境の両面を勘案した河道整備が求められるケースにおいて、どの高さまでどの範囲を切り下げられるかを検討する際にも参考になるものと考えられる。

## 5. まとめ

全国の一級水系の河川の塩沼植物や砂丘植物の面積は岸田らが提示した汽水域の類型との親和性が高かった。さらに13河川を対象に、地盤高や潮汐と植生との関係について分析した結果、塩沼植物とヨシ群落は朔望平均満潮位からの比高や平均潮位からの比高で整理すると分布範囲が類似していた。また、ヨシ群落の占有率のピークの立ち方やその高さは河川ごとにばらつきが見られるが、その一因は地盤高の分布状況と考えられた。

### 参考文献

- 1) 中西弘樹, 福本紘: 南日本における海浜植生の成帯構造と地形, 日本生態学会誌, 37, pp.197-207, 1987.
- 2) 中西弘樹, 福本紘: 山陰地方における海浜植生の成帯構造と地形, 日本生態学会誌, 41, pp.225-235, 1991.
- 3) 大野啓一: 感潮域に分布する塩生植生の生態と立地特性—三浦半島小網代干潟をフィールドとして, 感潮河川の水環境特性に関する研究, (財) 河川環境管理財団, pp.59-71, 2000.
- 4) 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.
- 5) 鈴木孝男, 武田哲, 栗原康ら: 河口・沿岸域の生態学とエコテクノロジー, pp.142-149, 東海大学出版会, 1988.
- 6) 大沼克弘, 遠藤希実, 天野邦彦, 岸田弘之: 河川汽水域沿岸の植生分布と潮位の関係解析, 水工学論文集, 第55巻, pp.1345-1350, 2011.
- 7) 岸田弘之, 天野邦彦, 大沼克弘, 遠藤希実: 河川汽水域の環境管理技術確立のための全国一級水系の汽水域環境類型化, 水工学論文集, 第55巻, pp.1273-1278, 2011.
- 8) 福嶋司, 岩瀬徹編著: 図説日本の植生, 朝倉書店, 2005.
- 9) 宮脇昭, 奥田重俊, 鈴木邦雄: 東京湾臨海部の植生, (財) 運輸経済研究センター, 1975.