

加茂川河口域における塩生植物群落の立地環境

1. 河道特性と塩分濃度環境

小林真吾

愛媛県総合科学博物館 学芸課

〒792 愛媛県新居浜市大生院2133番地の2

はじめに

河川の河口域は、干満の影響による定期的な海水の侵入や、降雨による河川流量の増加、それに伴う土壌浸食・泥土の堆積等の地形変化など、複数の攪乱が常に存在する場所であるため、植物が分布・定着する環境としては極めて厳しい。これらの物理的に不安定な環境下においても、外洋の影響が弱く、潮間帯に低平な地形を生じる場合には、塩分濃度の高い泥土からなる干潟や塩湿地が形成され、耐塩性の強い塩生植物を中心とした群落が成立する（石塚，1977）。

しかし、この特徴的な群落が観察される場所は、これまでに日本の経済成長に伴う開発の対象として、埋め立てや浚渫、護岸が施されて工場地帯や港湾に姿を変えてきた。

かつて、瀬戸内海沿岸においては製塩業が隆盛を誇ったが、塩田閉鎖後の跡地が塩生植物の宝庫となっていた。しかし現在では、香川県坂出市に残る跡地が手厚い保護を受けて保存されているのみである（高田，1974；久住，1983，1984，1985）。

これらの状況は愛媛県内でも同様であり、塩生植生がまとまった範囲で観察できる場所は数えるほどしか存在しない。このうち道後平野を流下する重信川河口付近や、新居浜市の国領川河口付近では、地元の青少年教育普及事業の一環で塩生植生の調査が行われたことがある（松山青少年科学活動クラブ，1994；新居浜青少年科学活動クラブ，（1989））。

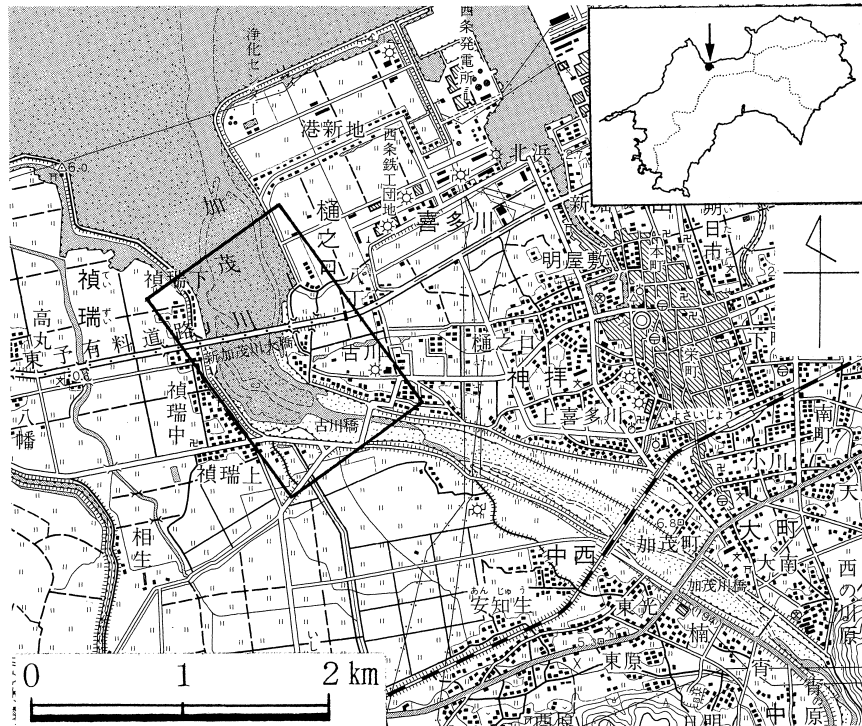
本稿では、愛媛県東予地方において、最も広範囲にわたり塩生植生が観察される加茂川河口域の群落の現状を報告するとともに、その成立要因として河道特性、土壌および表層水の塩分濃度から若干の考察を試みたい。

調査地の概要

石鎚山系に源を発する加茂川は、幹線流路長28km、流域面積214km²におよぶ2級河川であり河川自体の規模としてはそれほど大きくはない（海津，1982）。河川の水量は山間部から平野部に出ると極端に減少し、渇水期などは河床から完全に露出する。

また、河口付近では瀬戸内海特有の大きな潮位差から、干潮時には広大な干潟が出現する。このため、河口域には汽水の影響を受けて成立する塩生植物群落が広がっている。

本研究では、典型的な塩生植物群落が観察される新加茂川大橋から古川橋にかけての約1.5kmの区間を研究対象地域として設定した（第1図）。



第1図 研究対象地域

国土地理院発行1/50,000地形図「西条」より作成。

図中の枠線は第2図の範囲を示す。

研究方法

植生

調査区内の砂州上に発達した植物群落を対象として植生調査を行った。期間は1995年5月3日から5月5日。調査方法は Braun-Blanquet (1964) によって実施し、調査結果から植生図を作成した。

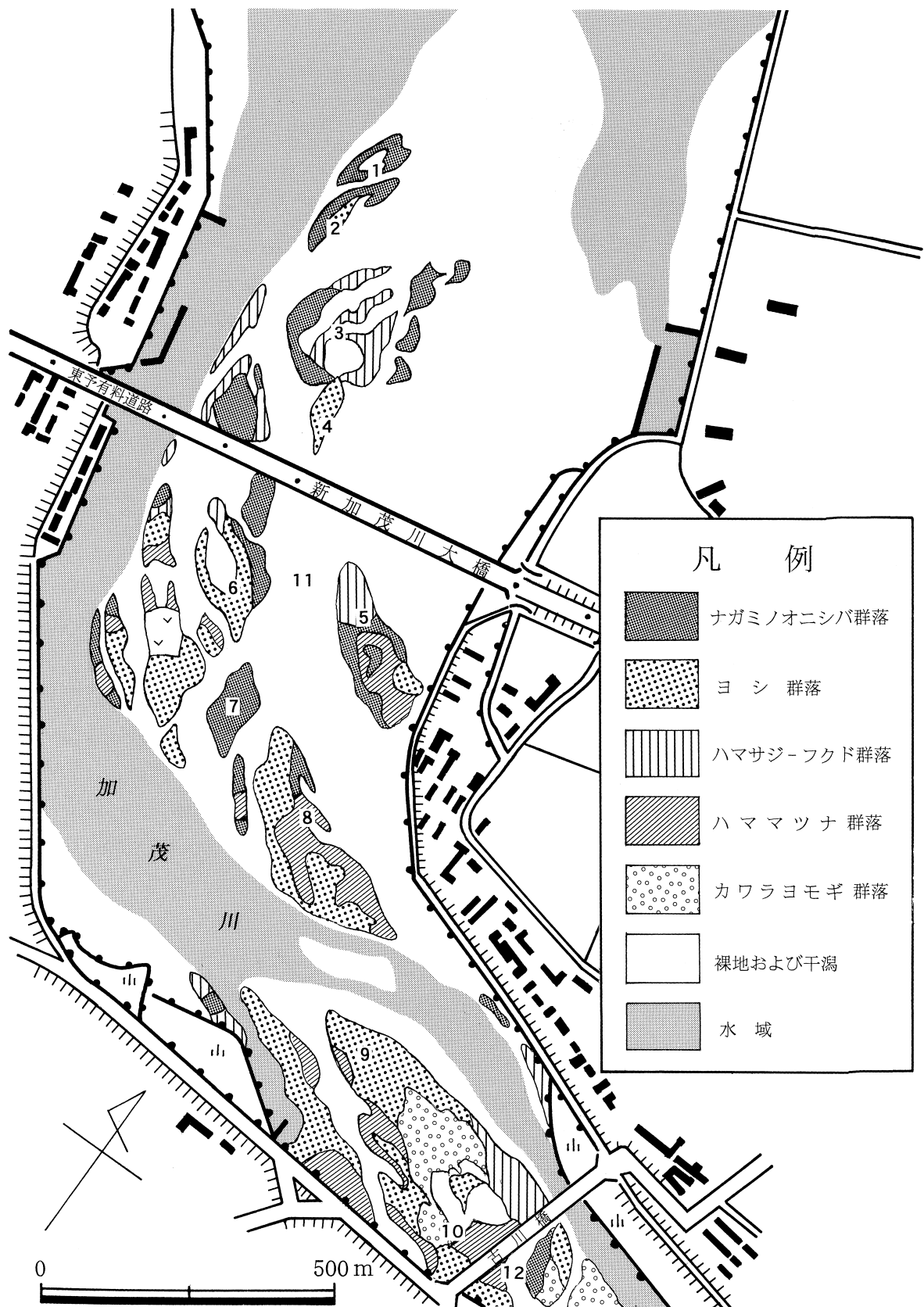
塩分濃度

土壌のサンプリングは、1996年1月7日の干潮時に、典型的な群落中および無植生地の12地点で地表から10~15cmの深さから行った。このうち3地点については満潮時に表層水のサンプリングを実施した。

土壌サンプルは蒸留水を加え攪拌し、その上澄み液を Merbabu 社製塩分濃度計（測定能0.01%）によって計測し、重量パーセントを算出した。表層水についても同機を用い、測定を行った。計測にあたっては土壌・表層水ともに3回測定し、その平均値を採用した。

河道特性

塩生植物群落の立地に大きく影響を及ぼしていると考えられる河道特性等の水文環境に関しては、統計資料および文献等をもとに分析を進めた。河道特性を把握するための資料として、西条地区工業用水道建設事務所の観測データを用いた。



第2図 植生図

現地調査により作成。干潮時のため裸地に干潟も含めた。

図中の数字は土壌・表層水のサンプル採取地点を示す。

国土地理院発行1/25,000地形図「西条」「西条北部」を拡大編集。

結果

植生

調査結果を図化したものが第2図の植生図である。

ナガミノオニシバ (*Zoysia sinca* var. *nipponica*) は、他種にくらべて河口側での勢力が強く、密生したカーペット状の純群落を形成し、群落中においては他種はほとんど観察されなかった。上流側の砂州上においても規模を小さくしながらも密生し、砂州の緑辺部もしくは下流側に群落を形成する傾向にあった。この群落は、すべての出現地点において、完全に水没する場所に立地していた。

ハマサジ (*Limonium tetragonum*) およびフクト (*Artemisia fukudo*) は、ナガミノオニシバ群落に隣接するように立地している。当群落は被度・群度ともにまばらであり、前年度の枯死体と当年度の個体が混生している。群落高は15~30cm内外で、満潮時には地上部の半分ほどが水中に没してしまう。また、所によってはハママツナ (*Suaeda maritima*) の実生が生育しつつあった。当地域ではナガミノオニシバ、ハマサジ、フクトの3種が比較的沈水頻度の高い場所、砂州の緑辺部や砂州間の低地等に立地する傾向にあった。

当地域において、最も広い範囲を占めているのがヨシ (*Phragmites communis*) である。ヨシ群落が出現する地点は、シルト質の土壌かあるいは砂丘化した一部の微高地であり、群落全体の地表が沈水することは無いようである。ヨシもナガミノオニシバまでには及ばないが純群落に近い様相を呈し、群落の緑辺部に近い場所ではフクトやハママツナが混生する。群落高は1.5m 前後で、植物体による捕捉物が群落中に散乱している。

ハママツナは当地域においてはヨシと近い分布をみせている。満潮時に水位の上昇がみられる水路の周辺およびヨシ群落の緑辺部に立地する傾向がみられた。群落中には低い頻度でホソバノハマアカザ (*Atriplex gmerinii*) やウラギク (*Aster tripolium*) およびフクト、ハマサジが出現する。

カワラヨモギ (*Artemisia capillaris*) は、当地域内で最も広い面積を持つ砂州の中央部付近に群落を形成していた。地表には流路跡が散見されたことから、洪水時には沈水する場所に立地していることが分かる。その中でも低平な場所には地上部に塩類の集積がみられた。群落中にはまれにハマサジやフクトが出現する。

このほか、群落を形成するほどではないが、今回の調査で確認された塩生植物には、マツナ (*Suaeda glauca*)、ホコガタアカザ (*Atriplex hastata*) などがあり、一部の砂丘化した微高地では砂浜植物のハマヒルガオ (*Calystegia soldanella*) や、荒地雑草のコマツヨイグサ (*Oenothera lacinata*) も観察された。また、中州の一部には耕作地があるが、この周囲にはダンチク (*Arundo donax*)、ススキ (*Miscanthus sinensis*)、ハマヒサカキ (*Eurya emarginata*) などが生育していた。ハマヒサカキは耕作地の境界に生育していたため植栽の可能性が高い。

当地域における塩生植物群落は、河口側からナガミノオニシバ-ハマサジ・フクト-ヨシ-ハママツナの順に移行する傾向にあった。塩生植物群落は、古川橋を超えて上流側では分布域が減少し、上流側の砂州上ではカワラヨモギ、ツルヨシ (*Phragmites japonica*) 等を中心とした河川植生へと移行する。

第1表 土壌および表層水の塩分濃度

サンプル採取地点	植物群落	土質	土壌(%)	表層水(%)
No.1	ナガミノオニシバ	砂質	1.38	—
No.2	ヨシ	砂質	1.17	—
No.3	ハマサジ	砂混じりシルト	1.32	—
No.4	ヨシ	砂質	0.03	—
No.5	フクト	砂質	0.63	2.88
No.6	ヨシ	シルト	1.05	—
No.7	ナガミノオニシバ	砂混じりシルト	1.41	—
No.8	ハママツナ	砂混じりシルト	0.30	—
No.9	ヨシ	礫混じり砂・シルト	1.56	2.84
No.10	カワラヨモギ	礫混じり砂	0.54	2.86
No.11	無植生(河床)	礫混じり砂	1.32	—
No.12	無植生(裸地)	礫混じり砂	1.47	—
平均			1.01	2.86

塩分濃度

第2図中の地点番号1～12においてサンプリングした土壌、地点番号5, 9, 10の3地点においてサンプリングした満潮時の表層水の塩分濃度分析結果は、第1表のとおりである。

各地点における土壌塩分濃度と群落との間には、明確な相関はみられない。強いて挙げるとすれば、ナガミノオニシバ・ハマサジ・無植生地が共通して高い数値を示しているという点であろう。ヨシ群落中でも高い数値が記録されているが、同群落では低い数値も検出されているため、同一群落の傾向として判断しかねる。

表層水については、地点間に差はみられず、3地点ともに海水に近い数値が検出された。

河道特性

加茂川の流量は、河口より約7.5km上流の長瀬取水堰、約12.5km上流の黒瀬ダムにおいて観測されており、今回は長瀬取水堰におけるデータを用いた（データは、厳密に言えば「流量」ではなくそれぞれの施設への「流入量」だが、便宜的にここでは流量とする）。

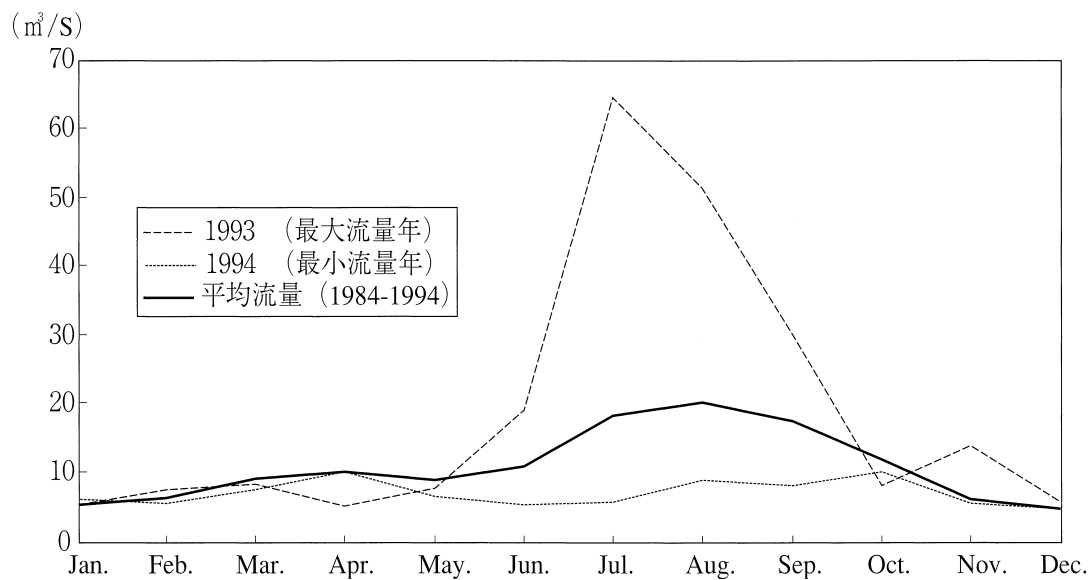
1984年から1994年の過去10年間の流量について、最大流量年(1993)、最小流量年(1994)および平均流量を表したものが第3図である。

年間を通しての流量は、平均して約 $10\text{m}^3/\text{S}$ 前後であり、県内を流れる1級河川の肱川の年平均流量が $29\text{m}^3/\text{S}$ と比べると約1/3に過ぎない（国立天文台, 1994）。

考察

河道特性と塩生植物群落の立地

海津（1982, 前掲）が指摘しているように、県内を流れる河川のうち燧灘に流出する河川は、流域面積や流路長の数値は小さいが、流域の最高高度、平均勾配、起伏量比等の数値が極めて大きい（第2表, 第4図）。流域面積 150km^2 以上、流路長 20km 以上におよぶ河川は県内に8本を数える。この中で加茂川は、流域面積・流路長では2番目に小さいが、流域最高高度・流域平均高度以下各項目で最大の数値を示している。わずか 30km 弱の間に



第3図 加茂川の月別流量

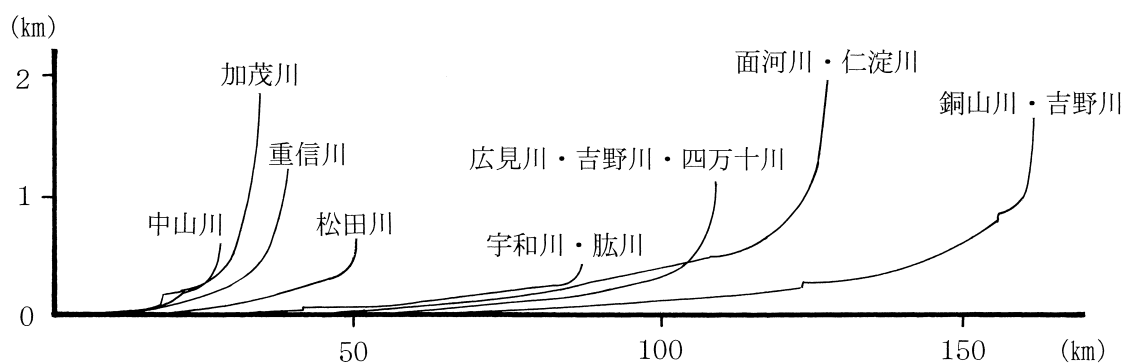
西条地区工業用水道建設事務所資料により作成。

(統計期間1984～1994年)

第2表 愛媛県を流れる主要河川の流域特性

河川名	流域面積 (km ²)	幹線流路長 (km)	流域最高高度 (m)	流域平均高度 (m)	起伏量比	流域傾斜
加茂川	214	28	1,981	674	0.0708	0.0558
中山川	211	27	1,800	403	0.0667	0.0407
重信川	490	36	1,233	347	0.0343	0.0192
肱川	1,233	86	1,380	383	0.0160	0.0092
松田川	242	42	1,106	301	0.0263	0.0195
四万十川	2,187	145	1,485	416	0.0102	0.0059
仁淀川	1,587	132	1,981	613	0.0150	0.0094
吉野川	3,700	194	1,955	596	0.0101	0.0065

阪口 (1971), 海津 (1983) を編集



第4図 愛媛県を流れる主要河川の河床縦断面図

海津 (1982) を編集

2,000m 近い標高差を流れ下るのであるから、いかに急勾配の河川であるかが想像できる。

加茂川は、山間部から平野部へ出るときに、中央構造線を横切っている。流域の大部分は地質構造上の外帯に属しており、山間部では外帯河川特有の穿入蛇行も観察される。河口は内帯に存在するが、河川営力による平野の規模も幅がわずか10kmにも満たない（7～8 km）ことも合わせれば、「外帯河川」と考えても差し支えないであろう（大矢，1993）。

河川の水量は、平野部へ出た途端に減少し、伏流したまま河口付近の感潮域へと達する（第1図参照）。これは、扇状地性の地形と、河川自体の流量の少なさに起因すると考えられる。他の外帯から内帯へと流出する。瀬戸内海沿岸の河川共通の特質ともいえる。

このような特異な河川環境に対し、海洋の影響はどのように作用しているのだろうか。一般的に瀬戸内海沿岸における潮位差は大きい。加茂川に近い東予港では、大潮時の場合、年間平均して3 m以上の潮位差となる（日本気象協会松山支部，1994）。

淡水と海水は、密度差の関係から俗に「塩水くさび」と呼ばれる汽水の混合現象がみられることはよく知られている。この場合には、満潮時であっても海水は淡水の下部をくさび状に侵入するため、植物体に与える影響は少ないと考えられる。しかし、潮位差が3 mを超える場合にはくさびは発生せず、河道内の乱れが強く塩水の等濃度曲線が鉛直に近い「強混合型」と呼ばれる混合形態を示し、表層付近でも海水に近い状態となって塩水遡上が発生することが明らかにされている（山本，1994）。

加茂川ではどうであろうか。第2図によれば、河口から約2.5km上流の古川橋付近まで塩生植物群落は観察され、河道に近い場所では、河口に最も近い場所で群落を構成しているはずのナガミノオニシバやハマサジ、フクトといった群落が成立し、周辺ではウラギク、ホソバノハマアカザ、マツナなどが観察された。第1表からは古川橋に最も近い地点10においても、満潮時には海水に近い塩分濃度の表層水が存在していることが明らかである。また、カワラヨモギ群落中や古川橋下では表土に塩類が集積し白くなっている場所も一部にみられる。これらの点を総合して考えれば、加茂川においては、強混合型の塩水遡上が発生し、古川橋付近まで海洋の影響下にあることが推察できる。

また、山本（1994，前掲）によれば、河道砂州上における植生分布の平面形状は、大きく「馬蹄形」と「紡錘形」とに分類でき、前者から後者へと砂州の発達とともに成長するとされている（両パターンとも、尖っている方が流下方向へ向く形状をとる）。

当地域でも、不明瞭ではあるがこのパターンは確認できるが、一部逆向きの形状をとっている箇所もみられる。これが河川営力を超えた海洋の影響によるものであるかについては、今後検討を重ねていきたいと考えている。また、本稿では微地形条件との関連について詳細に論じることができなかったが、この点についても次稿に機会を譲ることとする。

おわりに

塩生植生に関する議論は、かなり古い時期からなされており、それらの多くはその立地要因として、微地形環境と生理的要因などに解決の方向を求めてきた（Braun-Blanquet, 1964；石塚，1977，前掲）。日本の暖温帯における塩生植物群落に関しては Miyawaki & Ohba（1969）によって、群落の種類と群落成立にかかる各種要因の関係について明らかにされているか、河道特性等の要素は軽視されてきた向きがある。

近年、「攪乱」に関する議論が生態学分野で活発になりつつある。一口に攪乱といって

もその形態は様々であるが、河畔域における森林動態などで盛んに論じられている。中村（1995）、崎尾（1995）などでは溪畔林における攪乱について論じる中で、下流域に対する影響の可能性を指摘しており、新山（1995）、伊藤（1995）、金子（1995）、酒井（1995）らが提唱する理論は河口域についても当てはまる点が多い。河口域においては、上流側と下流側からの2方向の攪乱を軸として、その時空間スケールと派生的影響について把握する必要がある。この「攪乱」という概念は、河口域においても様々な問題点を解決する糸口と成りうるであろう。

謝辞

本稿の執筆にあたり、草稿を御校閲賜り、有益な御助言を頂いた松山東雲短期大学の松井宏光助教授、日頃の研究活動に対し御助言を下さった愛媛植物研究会副会長の石川早雄氏、加茂川の流量データを御提供いただいた愛媛県西条地区工業用水道建設事務所に、この場を借りて深く御礼申し上げます。また、文献収集にあたり御協力いただいた日本大学大学院の安孫子知広氏、芙蓉海洋開発株式会社の小林創氏に記して厚く御礼申し上げます。

引用文献

- Braun-Blanquet, J. (1964) *Pflanzensoziologie*, Springer-Verlag, Wien. (鈴木時夫訳 (1971) 「植物社会学 I・II」, 朝倉書店, 東京)
- 石塚和雄 (1977) 塩沼地の植生. 「植物生態学講座 I」 (石塚和雄編). 朝倉書店. 東京. 263-271.
- 伊藤 哲 (1995) 山地溪畔域の地表変動と攪乱体制. 日生態会誌, 45, 323-327.
- 金子有子 (1995) 山地溪畔林の攪乱体制と樹木個体群への攪乱の影響. 日生態会誌, 45, 311-316.
- 国立天文台編 (1994) 「理科年表」. 丸善, 東京. 666-667.
- 久住 襄 (1983) 木沢塩田跡地の植生に関する基礎調査. 香川県自然科学館研究報告. 5, 1-8.
- 久住 襄 (1984) 木沢塩田跡地の植物の帯状分布について, 香川県自然科学館研究報告, 6, 5-12.
- 久住 襄 (1985) 木沢塩田跡地のアッケシソウの分布について, 香川県自然科学館研究報告, 7, 5-12.
- 松山青少年科学活動クラブ (1994) 重信川河口干潟の生物分布調査. 愛媛の自然, 36 (1), 7-14.
- *Miyawaki, A. & Ohba, T. (1969) *Sci. Rep. Yokohama National Univ., Sect. II*, No.15, 1-23,
- 中村太士 (1995) 河畔域における森林と河川の相互作用. 日生態会誌, 45, 295-300.
- 日本気象協会松山支部編 (1994) 「愛媛県気象暦」. 日本気象協会松山支部, 愛媛. 138p.
- 新居浜青少年科学活動クラブ (1989) 国領川河口干潟の生物分布. 愛媛青少年科学活動クラブ実施報告書, 28p.
- 新山 馨 (1995) ヤナギ科植物の生活史特性と河川環境. 日生態会誌, 45, 301-306.
- 大矢雅彦 (1993) 「河川地理学」. 古今書院, 東京. 39-105.

- 酒井暁子（1995）河谷の侵食作用による地表の攪乱は森林植生にどのように影響しているのか？．日生態会誌．45, 317-322.
- 崎尾 均（1995）溪畔域の攪乱体制と樹木の生活史からみた溪畔林の動態．日生態会誌，45, 307-310.
- 高田英夫（1974）「塩と生物」．創元社，大阪．117-154
- 海津正倫（1982）愛媛県の地形地域区分．「愛媛県の地域区分と地域設定に関する研究」．愛媛大学地域社会総合研究所報告，Ser. A. 18. 5-15.
- 山本晃一（1994）「沖積河川学」．山海堂，東京．470p.

*は直接参照することができなかった．

Plate

- 写真1 研究対象地域全景（干潮時）
地点1付近より上流側を望む。
- 写真2 潮位と植物群落
（a；満潮時 b；干潮時）
新加茂川大橋より地点6付近を望む。
- 写真3 加茂川の典型的な塩生植物群落1
地点5付近
手前よりナガミノオニシバ→ハマサジ
→フクドと移行する傾向にある。
- 写真4 加茂川の典型的な塩生植物群落2
古川橋より河口方面を望む。
ヨシ群落とフクド群落を中心とした
モザイク状の植生景観を呈する。

