

# 耐塩水性樹種オオタチヤナギの植栽による 感潮河川の水辺環境復元に関する研究

まえがき

1. 研究概要
2. オオタチヤナギの形態的特徴と分布
3. オオタチヤナギ生育地域の土質特性
4. 許容塩水濃度と耐塩水性の評価
5. 富栄養化環境に対するオオタチヤナギの適応性
6. 感潮域へのオオタチヤナギ植栽計画

あとがき

南九州大学 北村泰一



## まえがき

土地利用の拡大・濃密化によって、治水対策の必要性は今後も高くなることが予測されるが、近年の傾向として自然環境に調和した河川改修のあり方が論じられるようになってきた。その結果、いわゆる『生き物技術』を土木工事に導入し、人工的に自然を復元する方法が検討されるようになった。自然との共存が人類に与えられた最大の課題である現在、景観面への配慮のみならず、生態系のシステムそのものの利用を意図した河川工法（生態工法）の確立が、今後は急務になると思われる。特に感潮域に形成される水辺林には、河川景観を保全し河川生態系の基盤を提供する機能のほかに、水質汚濁の原因となる富栄養化物質や栄養塩類を除去する機能があるため、生態工法の導入という観点からも感潮域の水辺林の復元と保全の意義は大きい。

しかしながら、感潮域では潮位変化に伴う水位変動が周期的（干潮－満潮、小潮－大潮）に繰り返され、地域的には深刻な河岸浸食が引き起こされるほか、地形的に流域の最下流部に位置していることから、河川に放出された各種排水に含まれる水質汚濁負荷が蓄積される傾向にある。すなわち、塩水流入、水位変動による河岸浸食、汚濁負荷の蓄積による土壤・水質の悪化が、感潮域への木本植栽において対処すべき大きな問題である。感潮河川での木本植栽を阻害するこれらの要因に対する明確な対応策は現段階では見あたらないとされ、コンクリート護岸による河岸浸食防止対策が先行し、水辺林の復元に対しては大きな社会的関心は払われてはこなかった。その結果、とくに南九州地域の感潮河川においては、コンクリート構造物の存在のみが際だった、景観的生物的に潤いのない画一的な河川空間が造成されるに至っている。

筆者はこれまでの研究により、オオタチヤナギが耐塩水性樹種として、特に南九州地域の感潮域への導入に最適であることをつきとめた。一般にヤナギ類は生長が早いため、自然荒廃地や人工開発地での早期緑化に適している。オオタチヤナギ林は現在では様々な開発によって希少な存在となったが、元来は南九州地域の河川沿いの沖積地・後背地・湿地等での潜在植生であるため、早期緑化樹種として南九州の感潮域へ適用することには大きな意義がある。

このような観点から、本研究は感潮河川においてオオタチヤナギ植栽による水辺林の復元・造成の基本的方法を明らかにすることを目的としたものである。研究結果を報告するにあたり、北海道大学名誉教授で森林空間研究所主宰の東三郎博士、北海道工業大学教授岡村俊邦博士には適切なご助言を賜わりました。また、宮崎県立農業高等学校教諭河野耕三氏からは有益な情報を提供していただきました。ここに記して、深謝の意を表します。

# 1. 研究概要

## 1.1 研究目的

感潮域の水辺林には、河川景観や河川生態系の基盤形成の他、水質浄化機能があり、保全の意義は大きいが現在では減少の一途を辿っている。これまでの研究結果から、感潮域での木本の生長を阻む要因として、①塩水流入による塩分濃度の増加（木本生長阻害）、②水位変動による河岸浸食（植栽空間不安定化）、③上流域からの栄養塩類の供給による水域の富栄養化とこれに伴う還元土層の形成（富栄養化環境による水質・土壤環境の悪化）、を指摘した。さらにその後の研究により、オオタチヤナギが南九州感潮域の緑化に最適であることをつきとめた。

一般にヤナギ類は生長が早く人工開発地等での早期緑化に適している。オオタチヤナギ林は現在では希少となったが、後述するように南九州地域の河川沿いの沖積地や後背地、湿地の潜在植生であることが判明したため、早期緑化樹種として南九州の感潮域へ適用することは可能である。そこで本研究では今後の現地植栽への準備段階として、

- ①南九州地域におけるオオタチヤナギの分布と生息域の立地環境の確認
- ②オオタチヤナギの許容塩水濃度と耐塩水性の評価
- ③富栄養化環境（水域・土壤環境の悪化）への適応性の確認
- ④オオタチヤナギ植栽方法の確立

を目的とする。

## 1.2 研究方法

感潮域は、下流からは潮位変動により塩水が周期的に流入し、さらには上流からは各種排水に含まれる有機汚濁負荷、栄養塩類が流入しそれが蓄積する場であるため、大部分の木本はこうした塩水・排水の影響を受けて生育できないが、オオタチヤナギは感潮域において水辺林を形成する数少ない樹種である。このため、感潮域の緑化を図るために、オオタチヤナギの分布と生育環境を十分に評価し、それを利用することが有効な手段となる。

本研究は、北川、一つ瀬川、宮田川（以上宮崎県）、菱田川、天降川、加治木川（以上鹿児島県）、加瀬川、緑川（以上熊本県）などの南九州地域の主要河川の感潮域を対象に、今後の緑化の基礎資料とするために、オオタチヤナギの植栽による水辺林復元の方法を明らかにしたものである。

その計画の概要は以下のとおりである。

### (1) オオタチヤナギ分布域の把握と立地環境の解析

現地調査によりオオタチヤナギの分布域を確認するとともに、生育地点の土質特性の把握、現場透水試験による透水特性の評価等の調査を行い、オオタチヤナギの分布と生育地点の立地環境を明らかにした。

### (2) オオタチヤナギの許容塩水濃度・耐塩水性の評価

- ①生息地点の水位変動と塩水流入の実態観測

前項目の調査で抽出したオオタチヤナギの生育地点において、潮位変化・水位変動の現地観測を行いその実態を把握した。さらに、潮位変化によって感潮区間に流入する塩水の塩分濃度の時間的変化を測定した。

## ②挿し穂による発根試験

上記の観測で明らかにした対象区間に流入する最大濃度の塩水に対するオオタチヤナギの発根状況を挿し穂試験等を通じて観察することにより、オオタチヤナギの許容塩水濃度と耐塩水性を確認した。また、今後の現地植栽の参考とするため、オオタチヤナギ生育地点の近隣に生育する他樹種と耐塩水性を比較した。

## (3) オオタチヤナギの富栄養化環境（過剰な汚濁負荷に起因する水質・土壤環境の悪化）への適応性の確認

オオタチヤナギ生育地点の排水や土壤に含まれる水質を測定分析し、オオタチヤナギの富栄養化環境への適応性を評価した。ここでは、富栄養化指標として、pH、電気伝導度（EC）、濁度、溶存酸素濃度（DO）、COD、BOD、全リン、全窒素を測定項目とした。

## (4) 安定した植採空間の造成手段の検討

感潮域では周期的に繰り返される潮位変動により河岸浸食が進行し、これが木本植採空間を不安定なものとし緑化の妨げとなっている。潮位変化に伴う河岸浸食は、干満の差の大きい時期（大潮等）でその営力が大きく、その度合いは地形に左右されると考えられるので、現地観測を通じて浸食形態等を確認し、合理的な浸食防止の方法を検討した。

## (5) 類似地域の視察調査

感潮域と同様に木本植採を妨げる諸条件を克服し緑化に成功した代表地域や、塩水流入区域に生育しているマングローブ林（鹿児島県奄美大島役勝川他）の土質・塩分濃度を調査し、本研究での解析の一助とした。

## (6) 植栽試験によるオオタチヤナギ植栽方法の確立

オオタチヤナギの植栽試験を新たに実施し、発根試験結果も加味して、最も効率のよいオオタチヤナギの植栽範囲、植栽方法、植栽時期、適応限界について検討した。

## (7) 資源再利用を意図したオオタチヤナギ木炭の水質浄化機能の評価

長期的な河川環境保全技術を確立するため、オオタチヤナギ林の木炭資源としてのリサイクル利用の一環として、オオタチヤナギ木炭の溶存性有機物（BOD）に対する吸着効果を実験的に評価した。

# 2. オオタチヤナギの形態的特徴と分布

## 2.1 南九州地域の感潮域に生育する木本類と景観

南九州地域の河口や海岸には、その物理的環境に応じて特徴ある林分が形成される。すなわち海岸部には、トベラ、マサキ、ウバメガシが風衝性低木林を形成することが多く、矮生低木林としてチガヤー

ハマゴウ群集が見られる。また、海岸砂丘の後背地や流れの緩やかな河口などの塩生地には、フヨウ、ハマボウを交えた植生がかかつては広く分布したと推定される。

一方、緩勾配で冠水しやすくシルトや粘土など細粒成分を多く含む河口付近の河畔や低地、後背地、あるいは閉鎖型の湿地、富栄養化した水辺などには、オオタチヤナギとヨシを主体とする水辺植生が形成されることが多い。高密度に繁茂する黄褐色のヨシ群落の中にオオタチヤナギ独特の半円形の樹幹が点在しオオアカテガニが生息する景観は、南九州地域の緩勾配汽水域独特の原風景である。

## 2.2 南九州地域におけるオオタチヤナギの分布

前述のように、オオタチヤナギは南九州地域の河口近くの河畔・湿地・湖沼にごく一般的に生育するヤナギである。成長すると、樹高10m前後、胸高直径20~30cmに達し、全体的に緑色がかかった枝は斜上し、半円形に近い独特の樹幹を呈するようになる。枝は分岐点で折れやすく、成葉は披針形で先端はとがり長さは10cm程度である。シルト・粘土を主体とする河口近くの氾濫源や富栄養化した閉鎖型の湿地など、他の樹木が侵入を避ける場所に生育していることが多い（写真2・1）。

南九州地域に生育するヤナギ類に関しては、これまで詳しい分類がなされておらず、オオタチヤナギはジャヤナギに含まれて（もしくは混同されて）きたようで、主要植物図鑑<sup>1), 2), 3)</sup>にオオタチヤナギの名を見ることはなく、既往の植生調査成果<sup>4)</sup>においても、ジャヤナギが南九州地域の中～下流河川の河畔における潜在植生として表現されている。

オオタチヤナギとジャヤナギは外見上は確かに酷似しており、その識別は非常に困難であるが、ジャヤナギが日本においては雌株しか確認されていないのに対し、オオタチヤナギは雄株・雌株双方が分布していることから、両者は明らかに別種と考えられる。オオタチヤナギがジャヤナギとは異なる種であることを明記した文献<sup>5)</sup>は比較的最近になってまとめられたもので、それによるとオオタチヤナギ（雌株）とジャヤナギを識別できる明瞭な形態的特徴は腺体の数であり、オオタチヤナギが1個、ジャヤナギは2個の腺体を有している。さらに今回の観察により、子房を包む纖毛の数と長さにも明確な特徴が認められ、オオタチヤナギはジャヤナギに比べ纖毛の数が少なく短いことも両者を識別できる要素であることがわかった。このような形態的違いを手がかりとして、南九州地域の感潮域に生育するヤナギを識別したところ、表2・1に示したような結果となり、その大部分がオオタチヤナギであると判定された。今回の調査でジャヤナギが確認された熊本県加勢川の調査地点は、河口から約10km上流に位置しているため海水の遡上はないと推定され、後述するように海水遡上の影響がオオタチヤナギとジャヤナギの生育環境に大きな影響を及ぼしているものと考えられる。したがって、既往文献<sup>5)</sup>に従えば、南九州地域の感潮域の水辺に分布するヤナギはオオタチヤナギであり、これが南九州地域の感潮域の潜在植生であるということになる。これらの河川と調査地点の位置は、図2・1に示したとおりである。なお、表2・1に示したもの以外の河川においては、河川工事や諸開発によりオオタチヤナギ林は消失しているため、調査を行っていない東シナ海に流入する河川を除き、今回の調査では確認できなかった。おもな調査地点の状況は、写真2・2～6に示したようになっている。なお、一つ瀬川調査地と宮田川調査地については、後章で詳しく述べる。

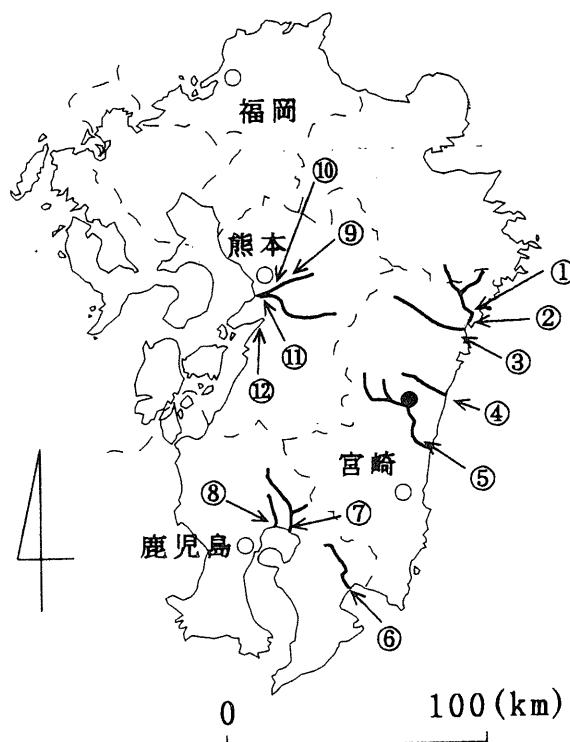


図2・1 今回の調査でオオタチヤナギの分布を確認した河川の位置

表2・1 南九州地域の河川下流域におけるオオタチヤナギの分布

県名	河川名(地区・区間)	オオタチヤナギ (雄)	オオタチヤナギ (雌)	ジャヤナギ
宮崎県	①北川下流(北延岡地先河畔林)	○	○	
	②々(二つ島地先後背地)	○	○	
	③五ヶ瀬川下流(浜砂地先中州)	○	○	
	④宮田川下流(富栄養化湿地)	○	○	
	⑤一つ瀬川下流(湿地・干渴わき)	○	○	
鹿児島県	⑥菱田川下流		○	
	⑦天降川下流		○	
	⑧加治木川下流		○	
熊本県	⑨加勢川(江津湖-国道455号線区間)			○
	⑩々(屎尿処理場わき)			○
	⑪緑川(下流湿地・水郷)	○	○	
	⑫宇土市湿地(低地・水郷)	○	○	



写真2・1 オオタチヤナギとヨシが創出する南九州感潮域の景観  
(北川北延岡地先)



写真2・4 低地水辺のオオタチヤナギ（宇土市）



写真2・2 北川下流二つ島地先のオオタチヤナギ



写真2・5 加瀬川屎尿処理場わきに生育するジャヤナギ



写真2・3 天降川下流干涸わきに生育するオオタチヤナギ



写真2・6 加瀬川河畔のジャヤナギ

### 3. オオタチヤナギ生育地域の土質特性

前述のように南九州地域においてオオタチヤナギは河口付近の沖積地のうちでもとりわけ緩勾配の感潮域、後背地、塩沼地、湿地、富栄養化水域に生育する。これらの地域は、洪水時には細粒のシルトや粘土を含む濁水が比較的長時間氾濫滞留し、これら細粒成分の堆積によって形成されたものであるため、粒度組成や透水特性などの土質特性がオオタチヤナギの侵入生育にある影響を及ぼしていると考えられる。そこで、一つ瀬川下流域に形成されたヤナギ林を対象地として、オオタチヤナギの立地環境としての土質特性を検討した。

#### 3.1 一つ瀬川下流ヤナギ林の概要

一つ瀬川は宮崎県中部に位置し、九州山地を源に日向灘に流入する2級河川であり、現在では一つ瀬橋～2km上流区間（河口からの距離6～7km）の中州、湿地、および日向大橋～0.5km下流区間（河口からの距離3km）の干潟わき（干潟縁辺部）にヤナギ林が残されている（図3・1）。このうち一つ瀬橋～2km上流区間においては、花の構造分析に基づき種として確認したイヌコリヤナギ、コリヤナギ、ネコヤナギ、オオタチヤナギ、アカメヤナギ、タチヤナギ、ヤマヤナギの他、オオタチヤナギと他種との特徴を共有した種（雑種）も生育している。また日向大橋～0.5km下流区間は、次章で詳しく述べるように、汽水感潮域に含まれ水位変動と塩水の流入が繰り返される干潟わき（干潟縁辺部）や一つ瀬川本川流路沿いにオオタチヤナギが点在している。空中写真の比較判読から、これらのヤナギ林は1960年代前半に成立し、その後の河川敷の畠地化やゴルフ場開発により年々面積が縮小していることを確認している。代表地点の現況植生は、図3・2(1)～(3)、写真3・1、2、3に示したようになっている。

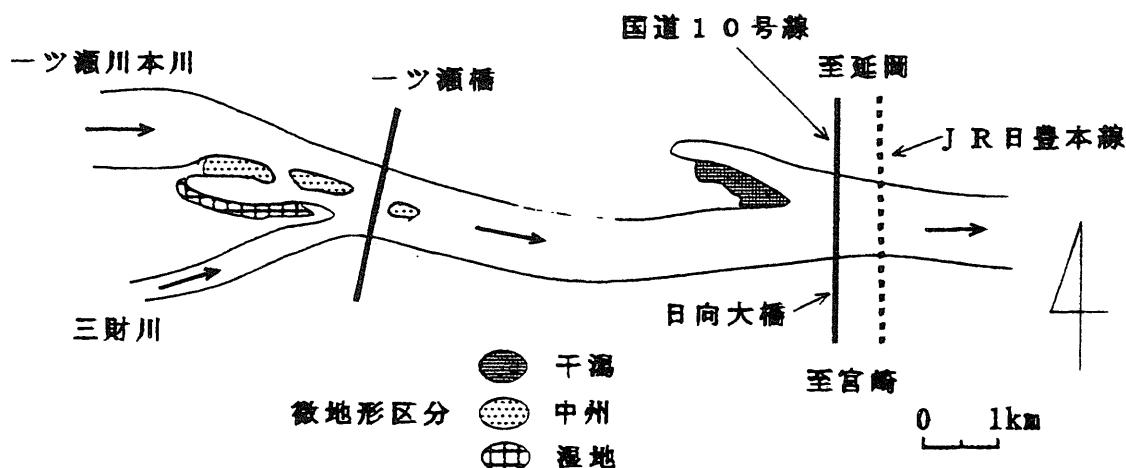


図3・1 一つ瀬川ヤナギ林の位置

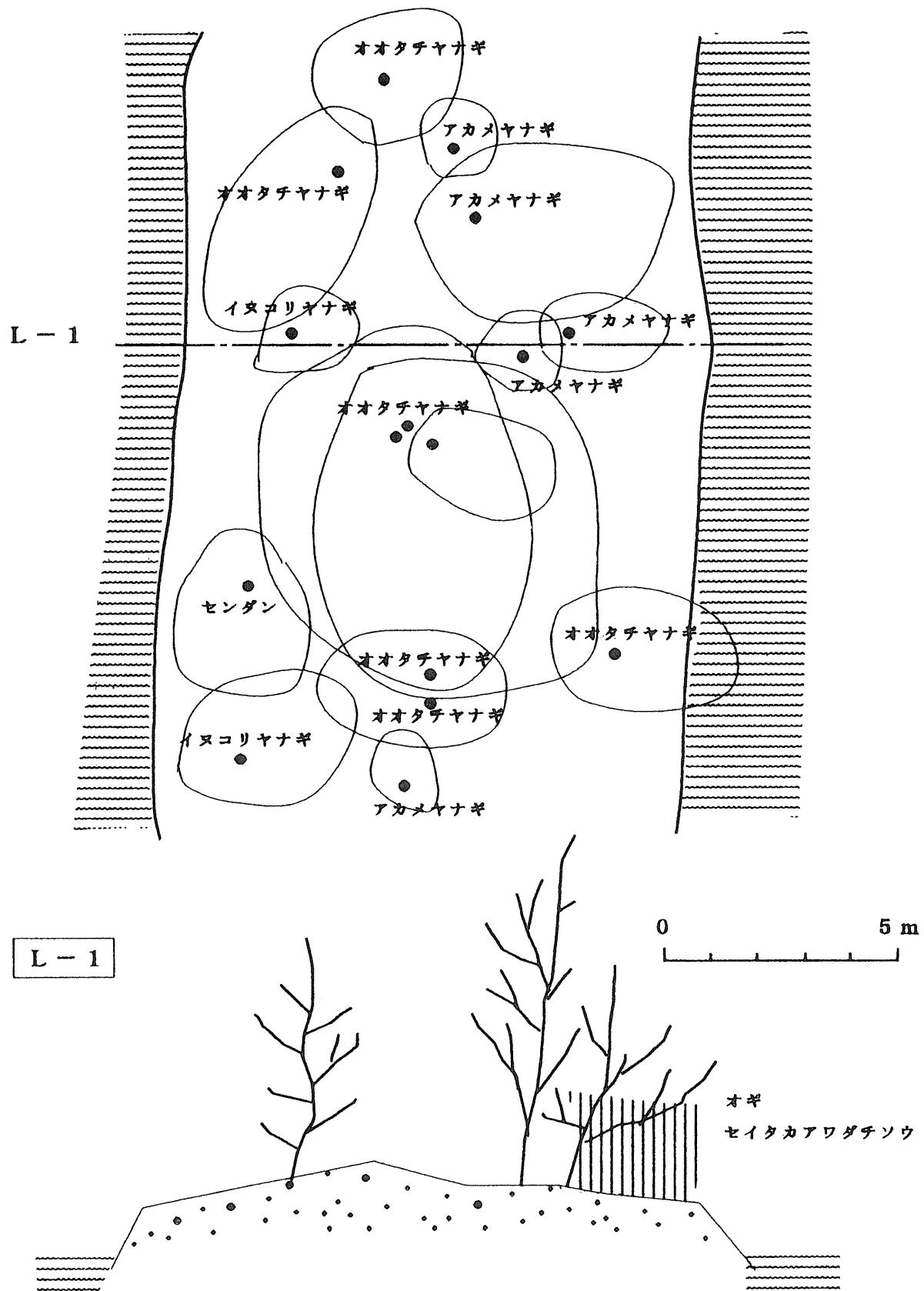


図3・2(1) 一ツ瀬川下流ヤナギ林～中州～の植生現況の例

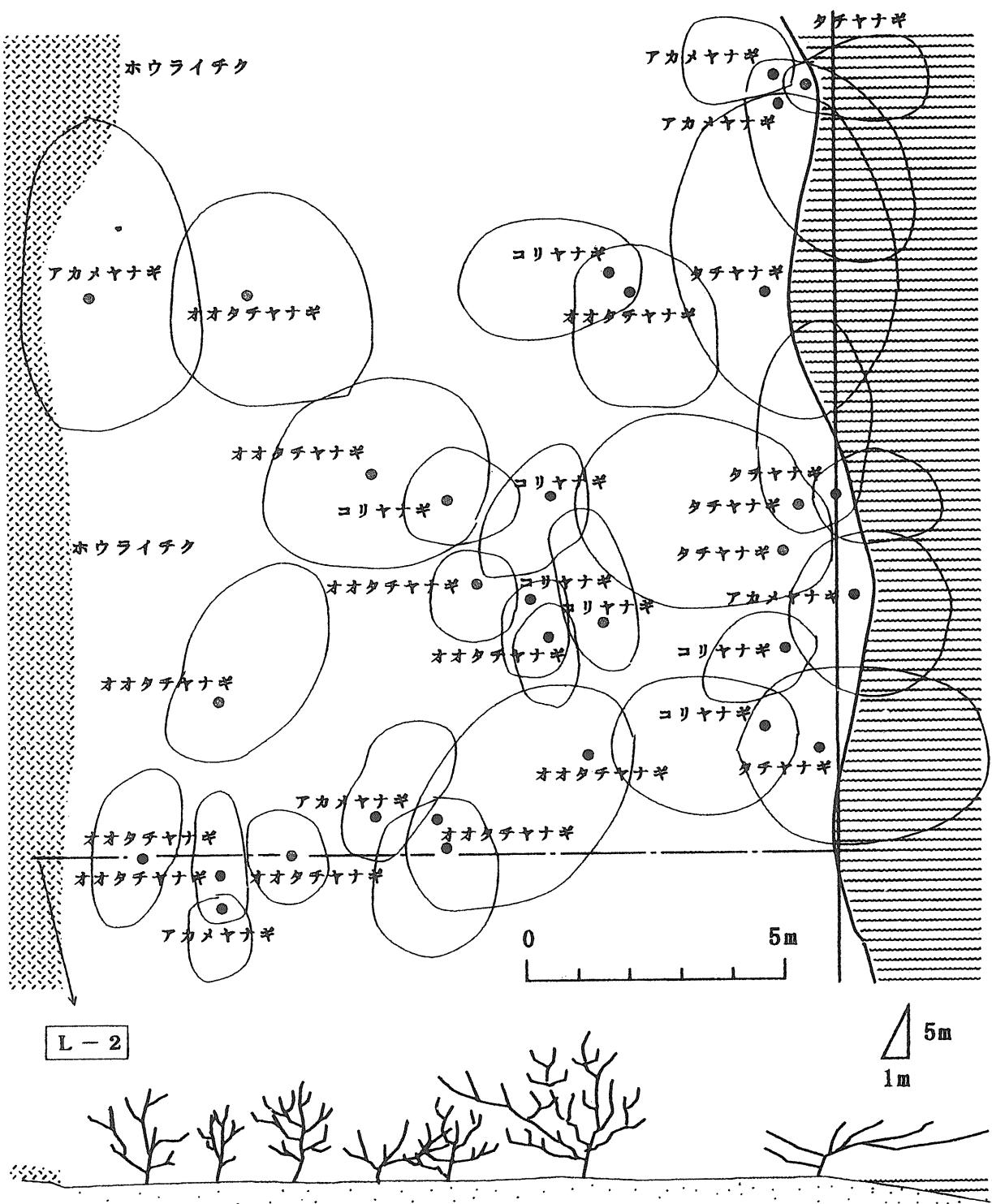


図3・2(2) 一ツ瀬川下流ヤナギ林～湿地～の植生現況の例

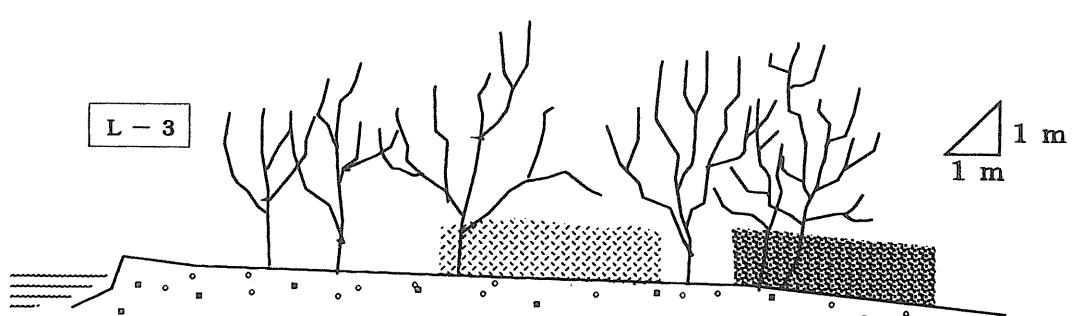
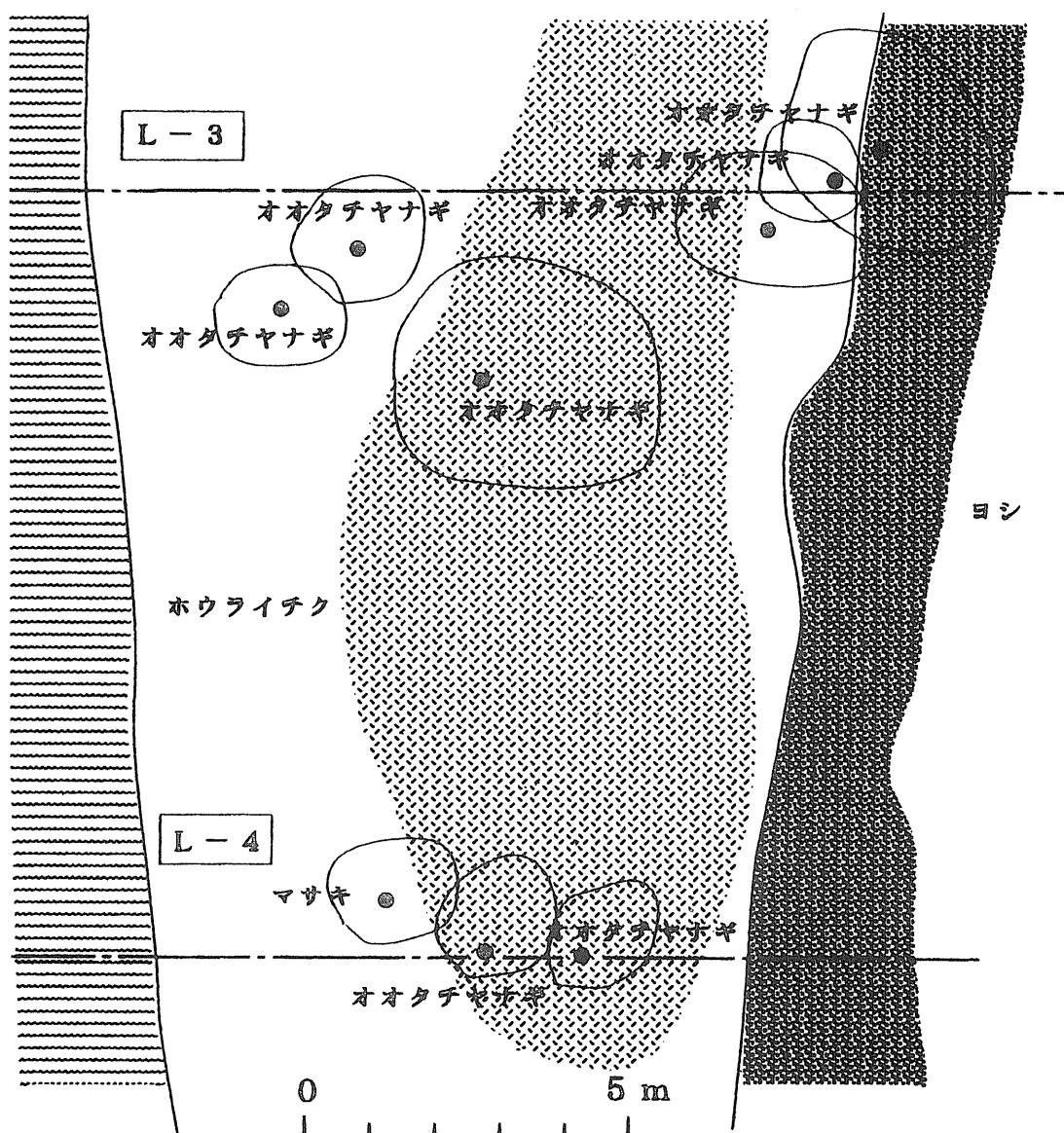


図3・2(3) 一ツ瀬川下流ヤナギ林～干渴わき～の現況植生の例

### 3.2 土壌硬度と粒度組成

一つ瀬川下流ヤナギ林において、中州21箇所、湿地16箇所、干潟13箇所の調査地点を設定し、山中式硬度計により表面土壌硬度、土層每土質硬度を測定するとともに土質試料を採取し粒度分析を行った。このうち、土壌硬度については表3・1に示したような結果となり、表面土壌硬度が中州→湿地→干潟わきの順で高くなっているが、土層每の硬度には大差がない。いっぽう、粒度分析結果から微地形毎の粒度組成を求めると(図3・3)、湿地には礫、砂、粗シルト、細シルト、粘土が含まれ、多様な大きさの粒子から構成されているが、中州では粗シルトが70%を占めている。また、干潟わきは粗シルトの占める割合が中州と同程度であるが礫は含まれない。すなわち、粒度組成の観点からはこれらの微地形のうち、干潟わきが構成粒土の粒子がもっとも小さく、かつ、均一に近い粒度組成を構成しており、湿地が様々な大きさの粒子から構成され、中州はその中間的存在であると言える。

表3・1 微地形毎の土壌硬度の比較

単位 (mm)

	表 面		土 層	
	範 囲	平 均	範 围	平 均
中 州	4.2~12.4	8.2	6.7~12.7	10.1
湿 地	5.4~14.7	10.7	7.2~13.3	10.1
干潟わき	6.2~16.4	11.4	4.6~13.2	9.3

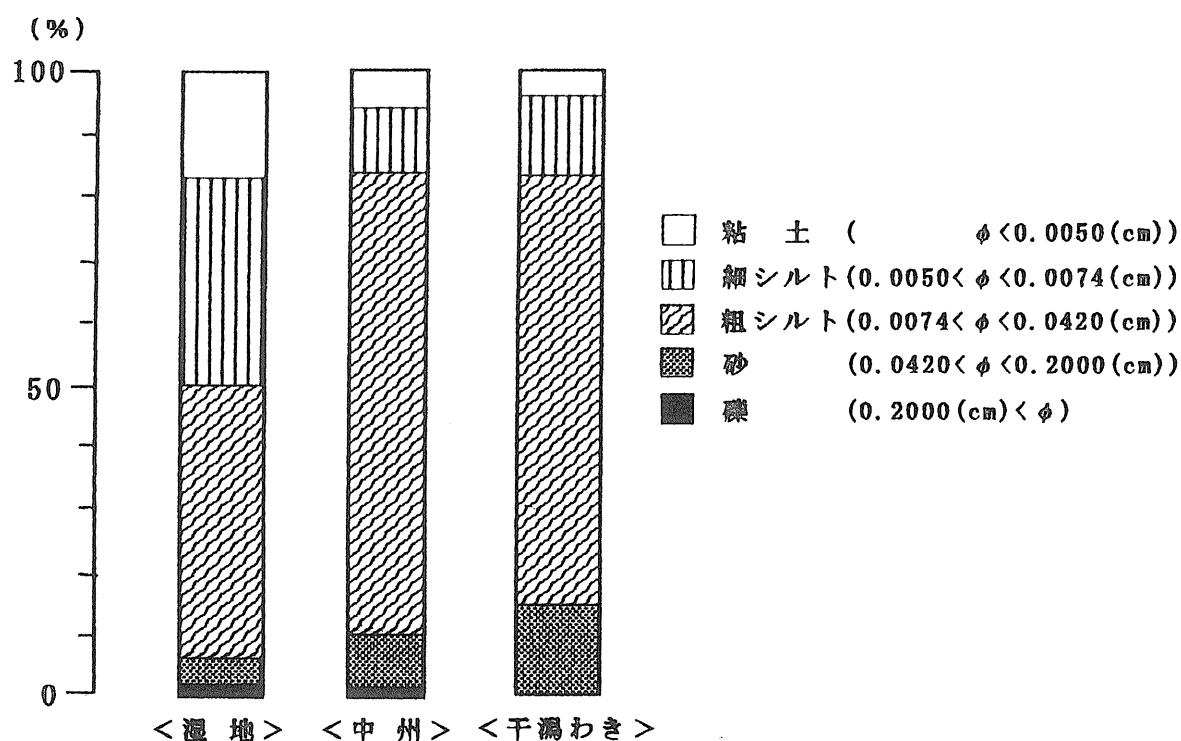


図3・3 一ツ瀬川下流ヤナギ林の微地形と粒度組成

### 3.3 土層の透水特性

上記のような粒度組成の違いは、植物空間の立地条件として木本の侵入と生育にさまざまな影響を及ぼしていると考えられる。ここでは、植物にとっての利水環境として単位時間に水が地表面から土層に浸透する早さ (intake rate) に着目し、簡易円筒法 (写真 3・4、5) により各地点における積算浸入量、最終浸入度を求めオオタチヤナギ生育地点の透水特性を評価した。すなわち、現地において内径10cmのアクリル製円筒を深さ30cm程度打ち込んで給水し円筒内の浸透量を読み取り、次式で積算浸入量 (D)、最終浸入度 (I<sub>B</sub>) を求めた。

$$D = C \cdot T^n \text{ (mm)}$$

$$I_B = 60C \cdot nT_B^{n-1} \text{ (mm/hr)}$$

なお、D：給水開始後T分間における積算浸入量

C：Tが単位時間1分間のときの積算浸入量

n：回帰分析による直線の勾配

ここで、時間が経過すると積算浸入量は一定の最小浸透能に達する。ここでは、積算浸入量の減少率がその10%になった時の値をもって最終浸入度 (I<sub>B</sub>) と見なすこととし、最終浸入度に達するまでの時間T<sub>B</sub>を次式で求めた。

$$T_B = 600 (1 - n) \text{ (mm)}$$

一つ瀬川下流ヤナギ林における最終浸入度と微地形との関係は、図3・4のように示され、中州→湿地→干潟の順に最終浸入度は小さくなるが、干潟わきにおける測定値がとりわけ小さい。微地形ごとの平均最終浸入度とオオタチヤナギ占有率（オオタチヤナギ本数／全木本数）との関係を示すと図3・5のようになり、最終浸入度が圧倒的に小さい干潟わきにおいてオオタチヤナギ占有率は最大となる。

最大浸入度が小さいということは、水が浸透しにくいということである。前述のように、干潟わきはシルトを主体とする細粒子より構成され粒度組成も均一に近い。干潟わきは満潮時には冠水するが、最大浸入度の測定は干潮時に行ったものであり、干潮時での地下水位は高くない。従って、均一な粒径の細粒成分が密に堆積しているため土粒子間の空隙が少なくなったことに起因して、干潟わきでは最大浸入度が小さいものと考えられる。こうした環境は根の成長を妨げる要因にもなり、水が浸透しにくいという植物にとって好ましくない環境となるため、干潟わきに生育している植物の種類は少ない。オオタチヤナギは他の樹種が生存し得ない、植物生存にとって不利な土質条件の中で、生育しているということになる。

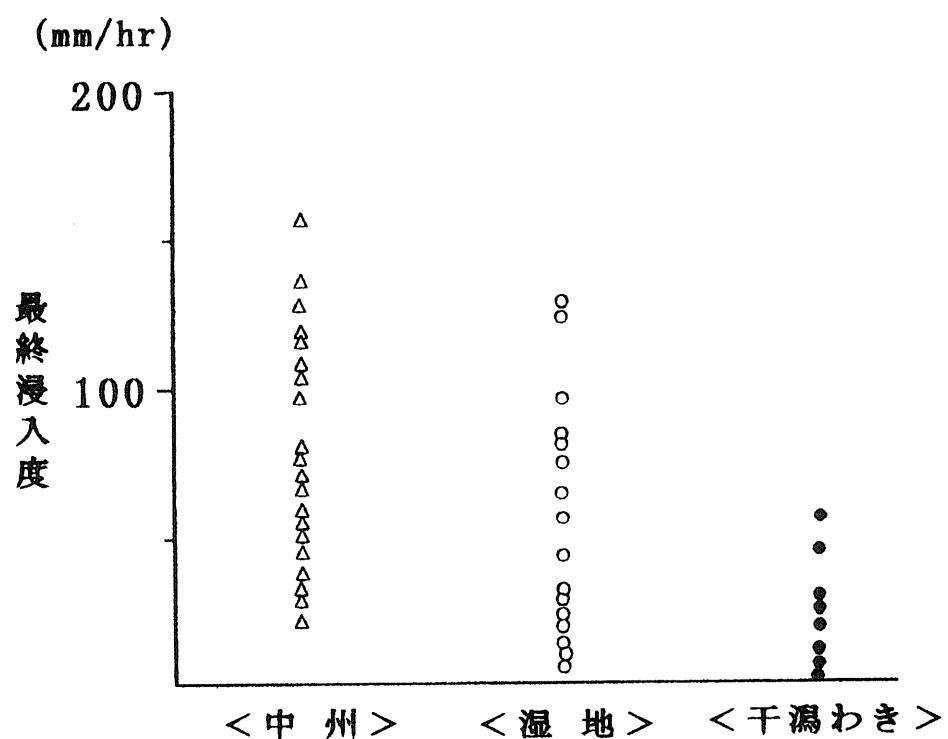


図3·4 最終浸入度と微地形

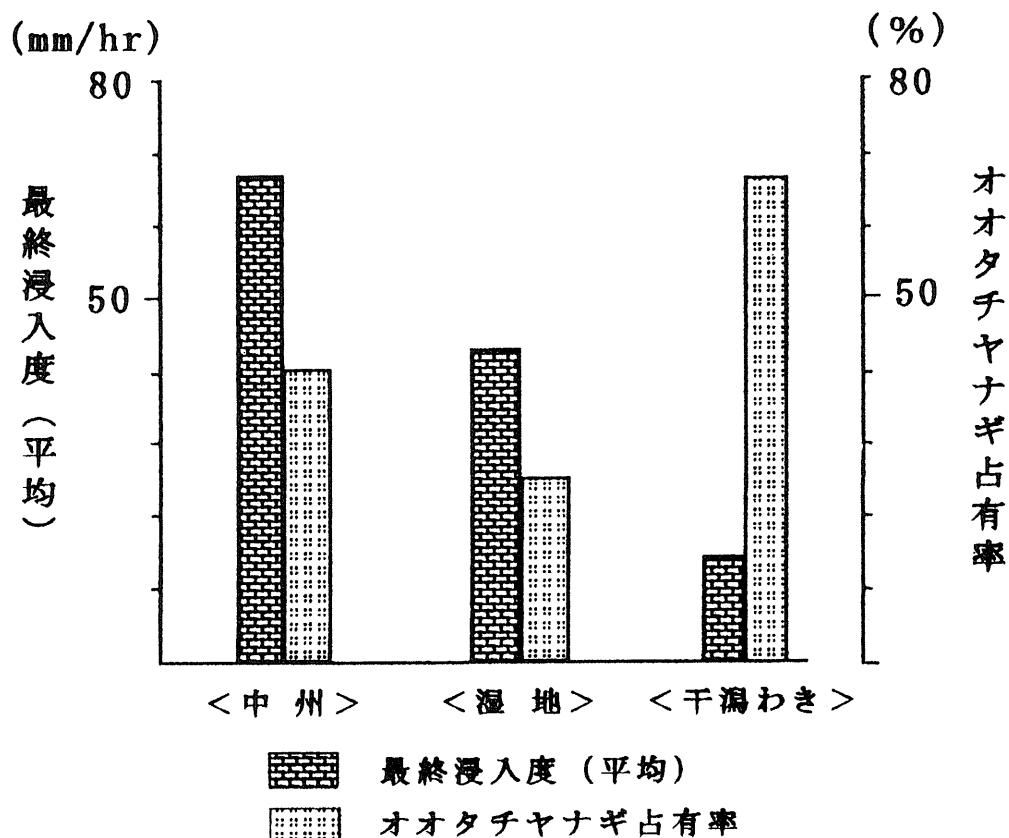


図3·5 平均最終浸入度とオオタチヤナギ占有率との関係



写真 3・1 一ツ瀬川下流ヤナギ林～中州～



写真 3・4 簡易円筒法による最終浸入度の測定（干渴わき）



写真 3・2 一ツ瀬川下流ヤナギ林～湿地～



写真 3・5 同上地点の土層断面



写真 3・3 一ツ瀬川下流ヤナギ林～干渴わき～

## 4. 許容塩水濃度と耐塩水性の評価

### 4.1 冠水の周期変動と最大塩分濃度

マングローブに属するメヒルギやオヒルギなど、一部の植物は海水に近い濃度の塩水に冠水しても生育するが、概してある程度以上の濃度の塩水は植物の発根や成長を阻む因子となる。

感潮域は潮の干満に起因する潮位変化により水位と塩分濃度が時々刻々と変化するため、感潮域に生育する植物は水位が増加する時間帯は塩水に冠水することになる。一つ瀬川下流の干潟わきはこのような感潮域に含まれ、満潮時の水位と干潮時の水位との間には100cm以上の差がある。この地点ではオオタチヤナギは標高180cm地点に侵入しており、満潮前後の時間帯には塩水に冠水していることを現地観察により確認した（図4・1、写真4・1～3）。潮の干満は一日2回繰り返されるが、干満の度合い（すなわち水位差）は約2週間周期で変化（長潮→若潮→小潮→中潮→大潮→中潮→小潮→若潮）し、一般に大潮で最高水位となる。一つ瀬川下流干潟わきの調査地点での1997年3月1～14日間における満潮時と干潮時の水位変化の実測結果は図4・2のように示され、3月6～14日の間の満潮前後の時間帯において、水位がオオタチヤナギが生育している標高180cmを上回っていることが明らかとなった。また、期間中の最大水位は206cmであるので、最大で26cm冠水していることになる。

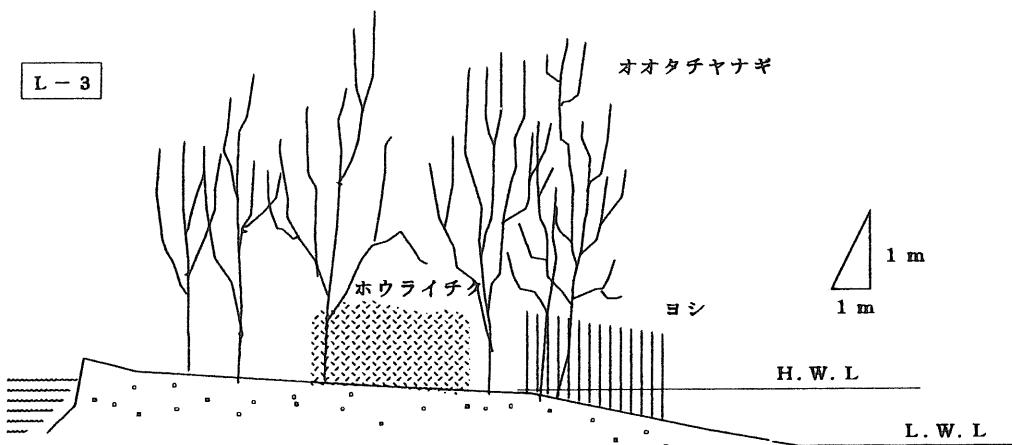


図4・1 一つ瀬川下流干潟わきにおける水位変動とオオタチヤナギの位置

さらに、図4・3は、図4・2と観測期間は異なるが、大潮での水位と表面水の塩分濃度を、30分間隔で測定した結果を示したものである。この測定時においては午前4時30分～午前7時30分までの3時間にわたり水位が標高180cmを上回り、6時30分に最大塩分濃度は7,900(mg/l)が観測された。この観測以外にも、満潮時の表面水の最大塩分濃度として類似する濃度を確認したので、この値が一つ瀬川下流干潟わきの調査地点における最大塩水濃度に近い値と考えられる。塩分濃度30,000(mg/l)以上が海水であるため、この地点に生育するオオタチヤナギは、ほぼ日常的に満潮前後の時間帯は約8,000(mg/l)という、海水の1/3～1/4に相当する濃度の塩水に冠水しているのである。

なお、オオタチヤナギ生育域よりもさらに水際にはヨシ群落が形成されているが、そこでの最大塩分濃度は約10,000(mg/l)であった。

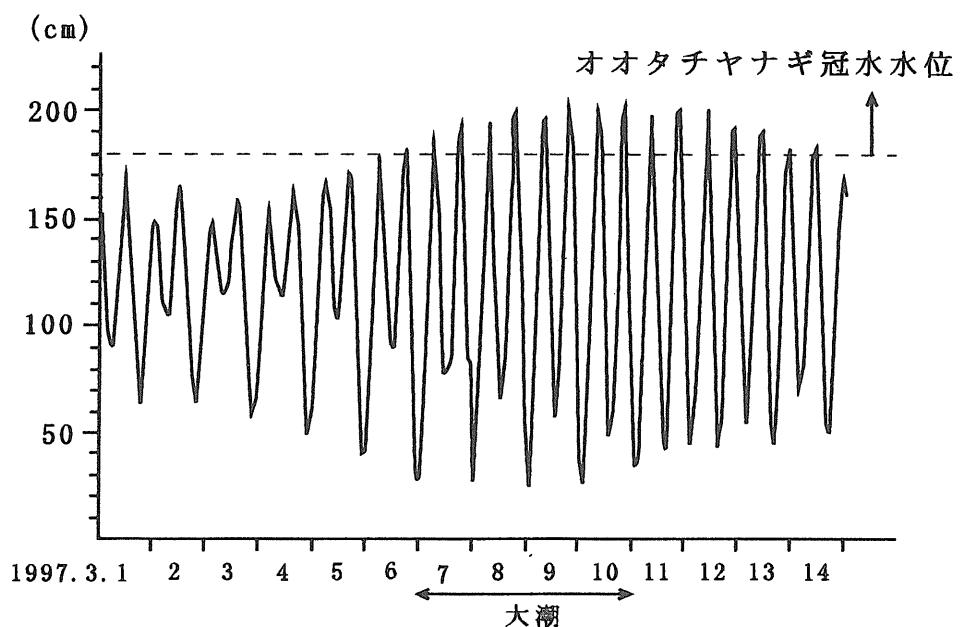


図 4・2 水位の周期変動(一ツ瀬川下流干潟わき)

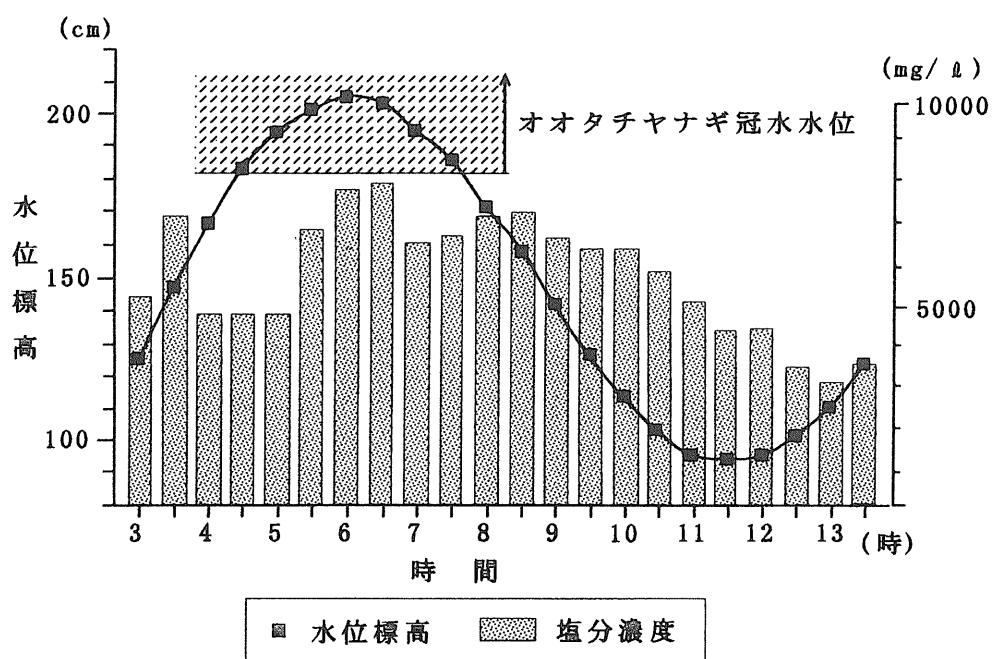


図 4・3 水位と塩分濃度の時間変化(一ツ瀬川下流干潟わき)

## 4.2 挿し穂による発根試験

感潮域において植生復元を図る場合、そこに流入する海水の塩分濃度とともに復元する植物が許容する塩分濃度（許容塩水濃度）と塩水に対する抵抗力（耐塩水性）の季節変化とを知ることが、オオタチヤナギの植栽範囲と植栽時期を決定する上で重要な要因となる。そこで、オオタチヤナギの許容塩水濃度と耐塩水性の季節的な違いを知るために、挿し穂を用いた室内実験を行った。すなわち、異なる濃度の塩水に挿し穂を浸しその発根状況を観察することにより、オオタチヤナギの許容塩水濃度と耐塩水性の季節変化を類推した。試験は、異なる濃度の塩水に挿し穂を単に浸しその後の発根状況を観察した場合（CASE 1：許容塩水濃度試験）と、水位変動による冠水を想定し1日2時間挿し穂を塩水に浸しそれ以外の時間帯は水道水に挿入した場合（CASE 2：耐塩水性試験）とに分けて行った。挿し穂には、一つ瀬川下流干潟わきの調査地点に生育しているオオタチヤナギを南九州大学付属農場において埋枝により増殖したもの（2年生）を、長さ30cm（直径2～3cm）に切断して使用した。

### ①CASE 1：許容塩水濃度試験結果

前述の現地での塩分濃度観測結果を参考に、濃度10,000(mg/l)、8,000(mg/l)、5,000(mg/l)、2,500(mg/l)、0(mg/l)(水道水)の塩水にオオタチヤナギの挿し穂を各10本づつ浸し（冠水水深15cm）、その後1ヶ月間の発根数とそれぞれの根の長さを観察し計測した。試験は1997年1月～12月の毎月1日を開始し、別の挿し穂を用いて12ヶ月間同様の試験を繰り返し、発根状況の月変化も観察した。

試験結果を図4・4に示す。ここでは、挿し穂1本における1日当たりの平均発根箇所数、および挿し穂1本における1日当たりの根の生長量（長さ）を指標として、発根力を評価した。挿し穂を水中に浸すと、浸水した部分から根が伸びてくるがその早さは塩水濃度により異なる。高濃度の塩水は植物の生長にとってマイナス要因であるため、本試験においても塩分濃度が最も高い10,000(mg/l)において発根力は劣り、発根しない時期もあることが認められた。したがって、オオタチヤナギにとっては10,000(mg/l)程度の濃度が許容塩水濃度であると推定される。いっぽう、図4・4からは年間を通して2,500～5,000(mg/l)の濃度において発根力が強いことも読みとれるが、この程度の濃度の塩水の場合、発根に要するまでの日数は水道水よりは長いが、適度な濃度の塩分がオオタチヤナギの根の生長にとって栄養塩として作用しているものと推測される。

また他樹種との耐塩水性と発根力を比較するために、1997年4月において、水辺に広く分布するタチヤナギ、ネコヤナギ、アカメヤナギの挿し穂を用いて同様の試験を行ったところ、表4・1に示すような結果となった。挿し穂からの発根の確認判定は、ある程度根が生長した段階で可能となるため、表4・1においては根が1cmの長さに達するまでに要した日数を比較している。今回の比較では、7,500(mg/l)以上の塩分濃度で発根したのはオオタチヤナギとタチヤナギであったが、タチヤナギの場合、10,000(mg/l)の塩水では発根後の生長が認められなかった。この点については、再度確認しなければならない。なお、アカメヤナギとネコヤナギは7,500(mg/l)以上の塩水では発根は認められず、オオタチヤナギにとっては栄養塩的に作用することが推定された5,000(mg/l)の塩水中においても、

発根状況は悪い。

以上のことから、オオタチヤナギの許容塩水濃度は $10,000(\text{mg}/\ell)$ 程度と推定され、これは水辺に分布する他樹種と比較しても高いものであるといえる。

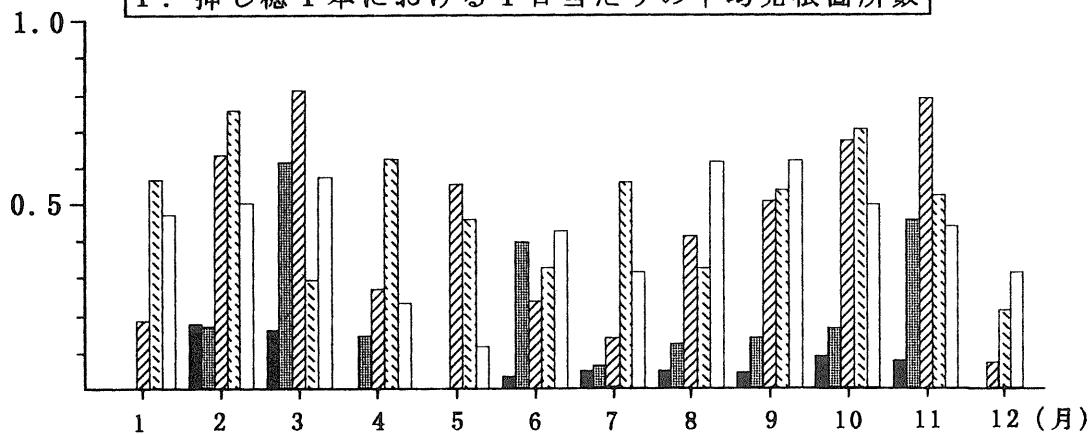
表4・1 挿し穂試験による耐塩水性の比較～根が1cmの長さに達するまでに要する日数の比較～

樹種	塩水濃度( $\text{mg}/\ell$ )				
	0	2,500	5,000	7,500	10,000
オオタチヤナギ	11	12	14	15	16
タチヤナギ	12	14	17	14	(18)*
アカメヤナギ	10	11	18	—	—
ネコヤナギ	15	19	30	—	—

\*発根はするが、発根後に変化が見られない

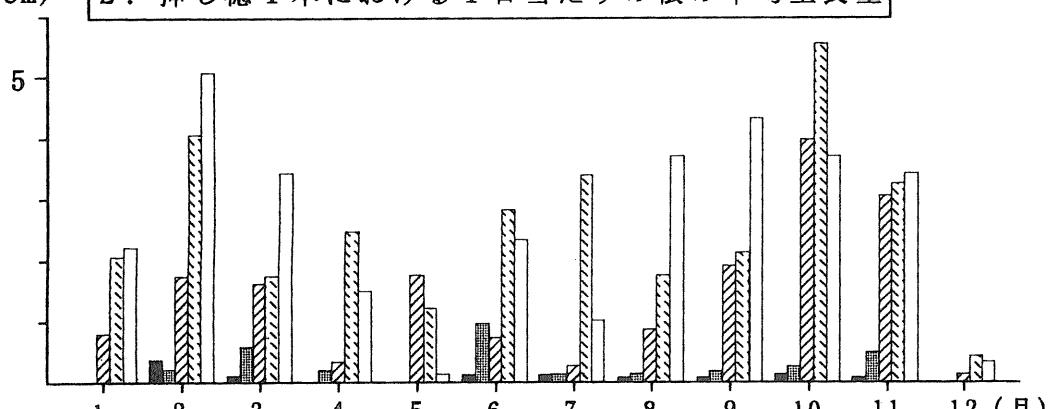
(箇所)

1. 挿し穂1本における1日当たりの平均発根箇所数



(cm)

2. 插し穂1本における1日当たりの根の平均生長量



塩分濃度( $\text{mg}/\ell$ )

10000	7500	5000
2500	0(水道水)	

図4・4 許容塩水濃度試験結果

## ②CASE 2：耐塩水性試験結果

感潮域における水位変動による冠水を想定し、オオタチヤナギの挿し穂を許容塩水濃度の塩水に1日2時間、前もって定めた時間帯（早朝）に浸し（冠水水深15cm）、それ以外の時間帯は水道水に浸すという試験を繰り返し、1ヶ月間のオオタチヤナギの発根状況を観察した。CASE 1と同様に挿し穂は10本使用し、試験は1997年1月～12月の毎月1日に開始し、異なる挿し穂を使用して12ヶ月間同様の試験を繰り返した。発根力は、挿し穂1本における1日当たりの平均発根箇所数、および挿し穂1本における1日当たりの根の生長量（長さ）を指標として評価した。

その試験結果は、図4・5に示されている。今回の試験結果から、塩水中でのオオタチヤナギの発根力2～3月、および10～11月において強く、5～9月、および12～1月において弱くなることが判明した。とくに12～1月は休眠期と考えられ、発根に要するまでの日数は長く、発根後の生長もきわめて悪い。さらに、2～3月と10～11月との発根状況を比較すると、挿し穂1本における1日当たりの平均発根箇所数、および挿し穂1本における1日当たりの根の生長量は同程度であるが、前述の図4・4において許容塩水濃度10,000(mg/l)中での発根が2～3月の期間で最も高くなることが示されたことから、オオタチヤナギの塩水中での発根力は2～3月で最も強くなるものと考えられる。また、発根力の劣る5～9月の期間のうち、高温となる時期（とくに6、7月）では、根の腐敗が確認された。図4・5には、試験に用いた挿し穂のうち発根したものの割合（発根率）も示したが、5～7月の期間では発根率も悪い。

したがって、オオタチヤナギの耐塩水性は、2～3月で最も強く、5～9月の間は弱く、10～11月に一時的に復活した後、休眠期となる12～1月で最も弱くなると考えられる。

ここで参考までに、淡水の水辺に広く分布するイヌコリヤナギ（一つ瀬川中州に生育する2年生）の挿し穂を用いて同様な実験を行い、発根力を比較した。その結果は図4・6に示したようになっており、オオタチヤナギと同程度の耐塩水性があり、そのピークはオオタチヤナギと季節的に異なり、5～7月で最も強くなることが明らかになった。しかしながら、試験的にはオオタチヤナギと同程度の耐塩水性があるにも関わらず、実際に感潮域や塩沼地でイヌコリヤナギを見かけることはない。イヌコリヤナギの感潮域への適応可能性については、今後、明らかにすべき点であるが、今回の試験からの所見ではイヌコリヤナギの発根は短期的なもので、1ヶ月以上試験を継続した場合、腐敗する根が非常に多いものであったことを付記しておく。

オオタチヤナギとイヌコリヤナギが、分布域のみならず根の生長力のピークも季節的に異にしていることは、ヤナギが他種との競争を避けるために選択した生存手段であるのかもしれない。

以上の試験結果から、感潮域で定期的に冠水する地域に生育するオオタチヤナギが許容できる最大塩水濃度はおよそ10,000(mg/l)で、その発根力は2～3月で最大となると考えられる。

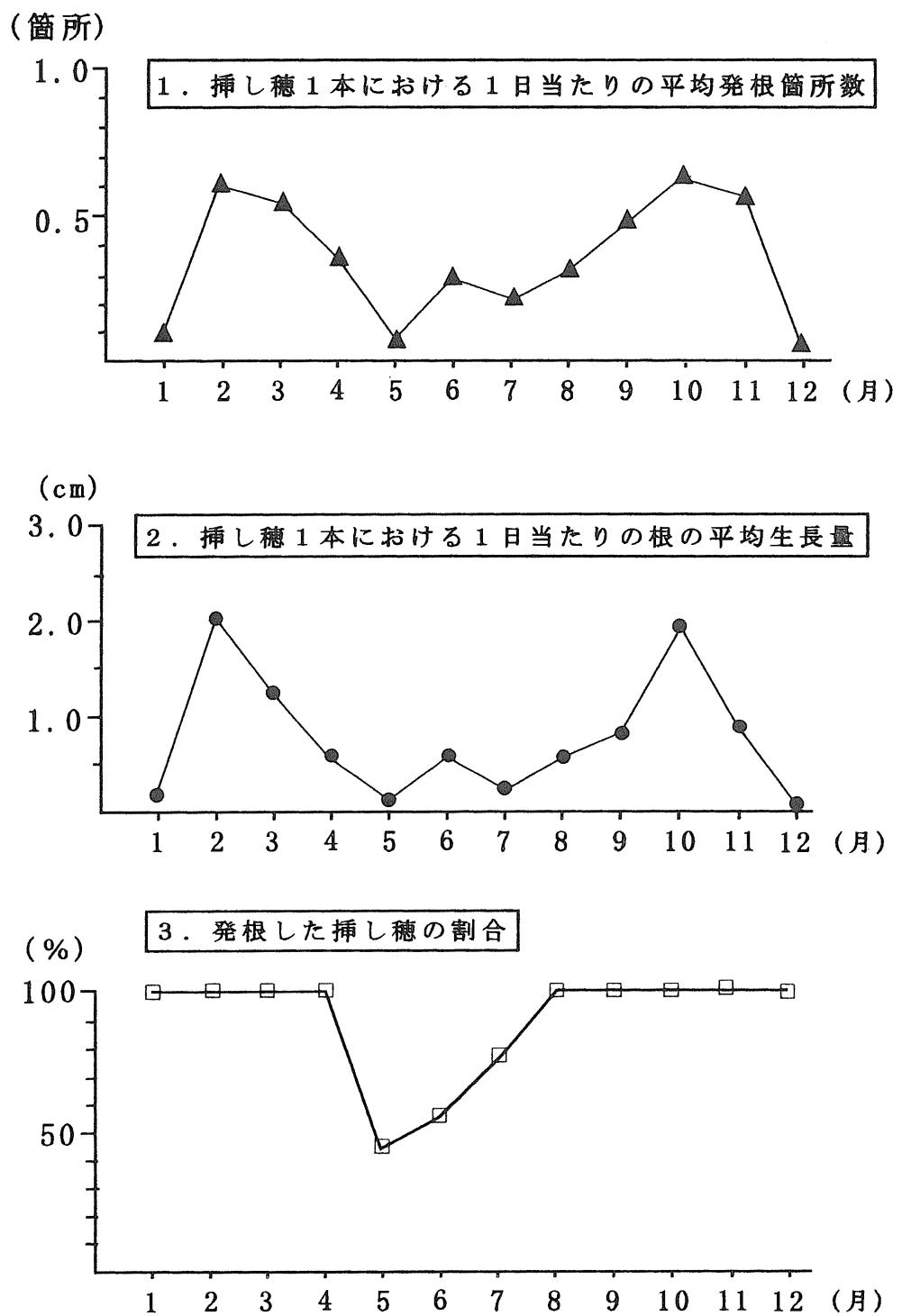


図4・5 オオタチヤナギの耐塩水性の季節変化

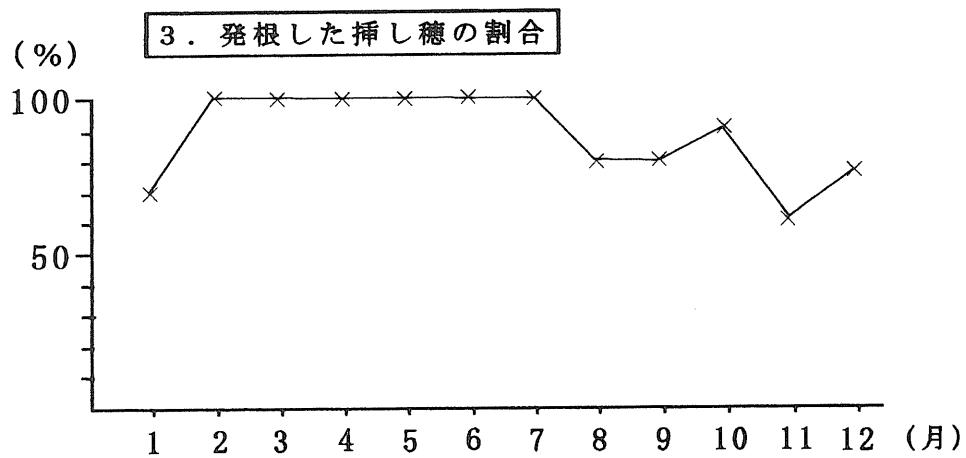
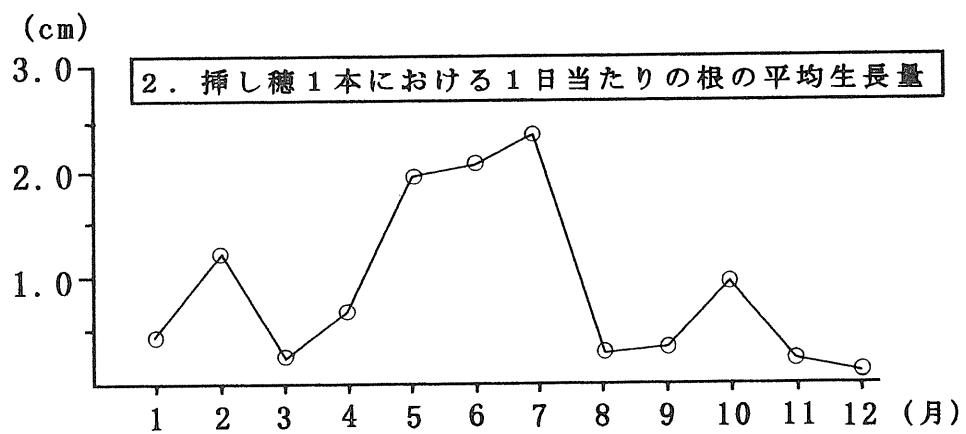
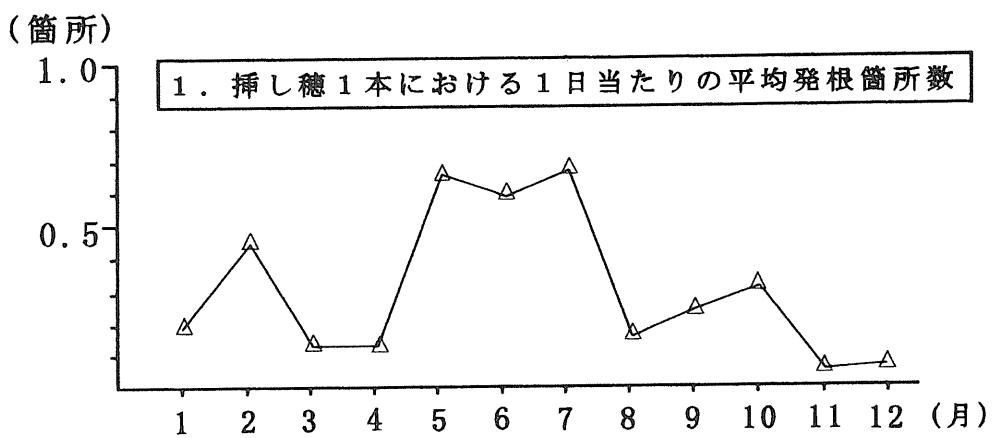


図 4・6 イヌコリヤナギの耐塩水性の季節変化

### 4.3 発芽試験

南九州地域においては、オオタチヤナギは3月下旬に開花し4月上旬には種子が形成され柳絮を飛ばす。干潮時、水位が低下し露出した河畔や干潟に飛来した種子には、発芽の機会が与えられる。感潮域においてオオタチヤナギの種子が許容しうる塩水濃度を知るために、挿し穂による耐塩水性試験に使用したものと同濃度の塩水で湿らせた濾紙をシャーレに敷き、その濾紙の上に一つ瀬川下流干潟わきに生育しているオオタチヤナギ雌株より採取した種子をそれぞれ約50粒置き、発芽に要する日数、発芽率、発芽後の生存率を観察した。

今回の発芽試験では、平成9年4月10日に種子を採取し、4月12日に発芽試験を開始したが、4月14日にはすべての種子が発芽した。図4・7に発芽後の生存率を塩水濃度別に示した。今回はさまざまな要因から観察を1ヶ月間で終了したため、各濃度の塩水におけるオオタチヤナギ種子の寿命は確認できなかった。これを念頭においてオオタチヤナギ種子の塩水に対する適応性を判断すると、発芽後の生存率は濃度5,000～7,500( $\text{mg/l}$ )の塩水において高く、水道水において最も低い傾向がうかがえる。発芽後の生育状況を比較しても、塩水においては芽は直立していたのに対し、水道水においては直立できずに倒れるものが多く観察されたことから、挿し穂試験と同様に5,000( $\text{mg/l}$ )程度の濃度の塩水がオオタチヤナギ種子に対して栄養塩的な作用を果たしていることが推測される。今回の発芽結果からは、濃度10,000( $\text{mg/l}$ )以下の塩水に対してはおむね1ヶ月間はオオタチヤナギ種子は生存しうるという結果が得られているが、濃度10,000( $\text{mg/l}$ )の塩水においては水道水に比べて生存率は高い反面、発芽後の成長速度も非常に遅いものであった。

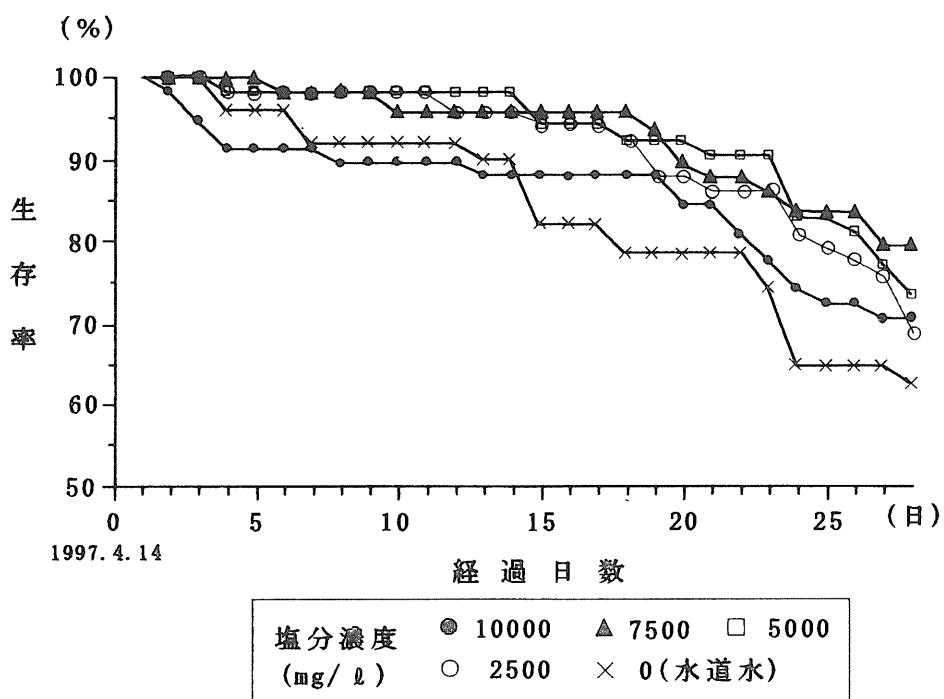


図4・7 オオタチヤナギ種子の発芽後の生存率の比較



写真 4・1 一ツ瀬川下流干渴わき



写真 4・3 干潮時(一ツ瀬川下流干渴わき)



写真 4・4 室内発根試験の例



写真 4・2 干満時(一ツ瀬川下流干渴わき)



写真 4・5 発芽試験の状況

## 5 富栄養化環境に対するオオタチヤナギの適応性

南九州各地におけるオオタチヤナギの分布調査を通じて、オオタチヤナギが生育する立地環境として、シルト～粘土を主体とする細粒土砂が堆積する汽水感潮域のほか、富栄養化により水質や土壤が悪化している水域をあげることができる。ここでは、宮田川下流調査地を対象に、オオタチヤナギの富栄養化環境への適応性の度合いについて検討した。

### 5.1 宮田川下流調査地の概要

宮田川は宮崎県西都市茶臼原を水源に高鍋町を東流し、河口直前から放水路により高鍋町蚊口浦地区を経て小丸川に流入する、総延長約12kmの小河川である。水源から6km下流の市の原地先付近までは高鍋湿原に代表されるように現存する自然度は高いが、生活排水が流入する北高鍋地区、とりわけ二本松水門流入地点から水質は劇的に悪化している。このため、宮田川下流域は宮崎県下でも有数の水質汚濁河川となっている。かつては直接日向灘に流入していたが、海岸部に位置するカキ養殖場の水質保全のため、現在の流路が設けられたようである。

宮田川下流調査地は、二本松水門流入点より下流1km区間である(図5・1)。川幅は10～30mであるが、流速は0.03(m/sec)程度で極端に遅い流れを呈している。付近は低湿地であることからかつては付近一帯にオオタチヤナギ林が成立していたと考えられるが、埋め立て・伐採等によりその範囲は縮小し現在では右岸にヨシを交えたオオタチヤナギ林が残されているのみである。この地域のオオタチヤナギは、常時、汚水に冠水している(写真5・1)。

### 5.2 水質変動と水辺植生

宮田川下流調査地の水質汚濁、および富栄養化の度合いと変動傾向を類推するために、水質分析を行った。ここでは、水質の長期変動を知るうえで有効とされる、1年間を継続して2週間に1度定点において採水する方法(by weekly sampling method)によった。採水場所はオオタチヤナギ生育箇所、ならびに各種排水が宮田川に流入する箇所(二本松水門流入地点)とし(図5・1参照)、測定分析項目は水温、pH、濁度、電気伝導度(EC)、COD、BOD、全リン、全窒素、溶存酸素(DO)とした。分析測定には、南九州大学既設の計測器材を使用した。

各分析項目の年間平均値は表5・1のように示される。オオタチヤナギ生育地点と二本松水門流入地点とを比較すると、後者の数値が前者を上回ることが多いが、これは前述のように二本松水門から極度に悪化した排水が流入することが多く、この地点での測定値が季節によって極端に高くなることがあること、およびこの区間での流速が非常に遅いため、二本松水門流入地点に流入した汚濁成分・富栄養化成分が宮田川下流のオオタチヤナギ生育地点に達するまでの間に、分解値は、宮崎県内の他河川と比較すると非常に高い数値であり環境基準を下回ってはいない<sup>6)</sup>。

また調査地点における1年間(1997年1月～1997年12月)の水質変動は、図5・2(1)～(3)のよう

に示される。水質変動の季節変化をみると、水温と溶存酸素濃度以外は冬期～早春期における数値が高く、この時期に水質悪化・過窒素化が進行し、この汚濁負荷の増加に伴って溶存酸素が消費され濃度が低下している。この水質汚濁の季節変化の原因として、毎年2月上旬～3月下旬の時期に二本松水門から極度の汚水が排水されること、夏期の多雨期（6～9月）においては降雨による希釀で濃度が低下すること、などがあげられる。

南九州地域において富栄養化した低地の水辺には、一般にコアカザ、オオオナモミ、ミゾソバ、イヌビエ、ホウキギクなどの1年生草本類が繁茂すること多く、木本類が生育することは希であると思われる。このような水域は、「水辺に草本類が繁茂しているので風景がよくない、水辺に近づけない、蚊・蜘蛛・ヘビが集まる、悪臭がする」といった理由で地元住民からは敬遠され、これが環境改善に着手しえない原因のひとつになっている。したがって、富栄養化した環境下でも生育できるオオタチヤナギの適応力は、今後の水質汚濁水域における自然環境再生のための有効な手段となりうる。熊本県加勢川調査地点には屎尿処理場からの排水が流入しているので、そこに生育するジャヤナギにもオオタチヤナギと同様に富栄養化環境への適応性があるものと思われる。

表5・1 測定値の年間平均値（1997.1～1997.12）

地点	水温 (℃)	pH	濁度 (mg/l)	EC (μs/cm)	COD (mg/l)	BOD (mg/l)	TN (mg/l)	TP (mg/l)	DO (mg/l)
二本松	20.5	6.9	28	320	33.7	7.2	5.11	1.73	7.2
水門									
オオタチヤナギ 生育地点	19.3	6.7	19	297	9.8	5.4	5.70	0.70	7.7

EC：電気伝導度 TN：全窒素 TP：全リン DO：溶存酸素濃度

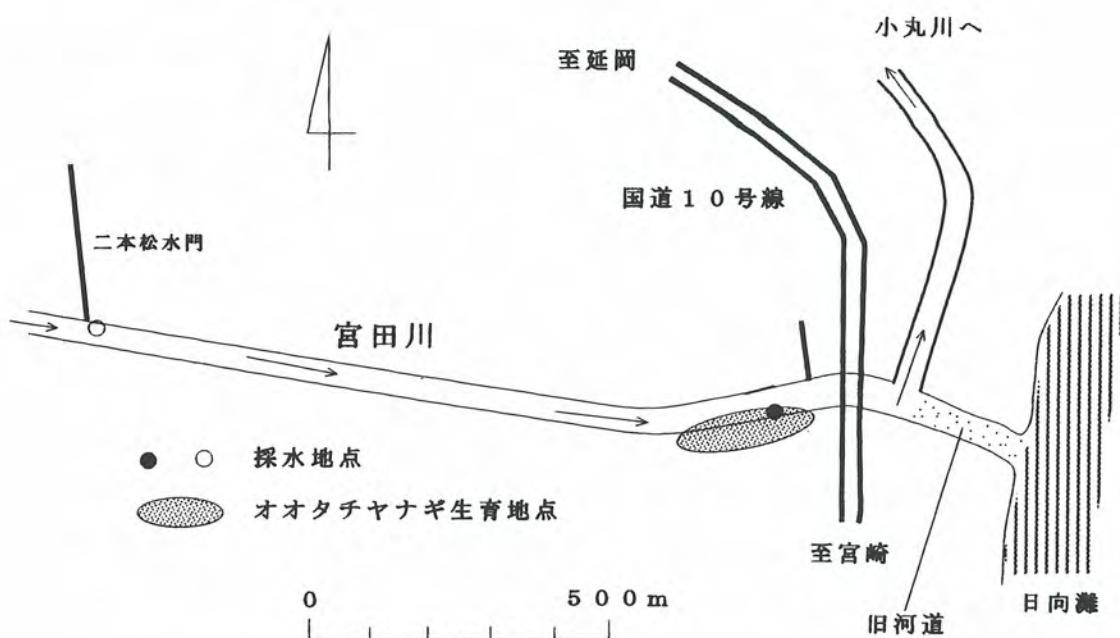


図 5・1 宮田川調査地点の位置

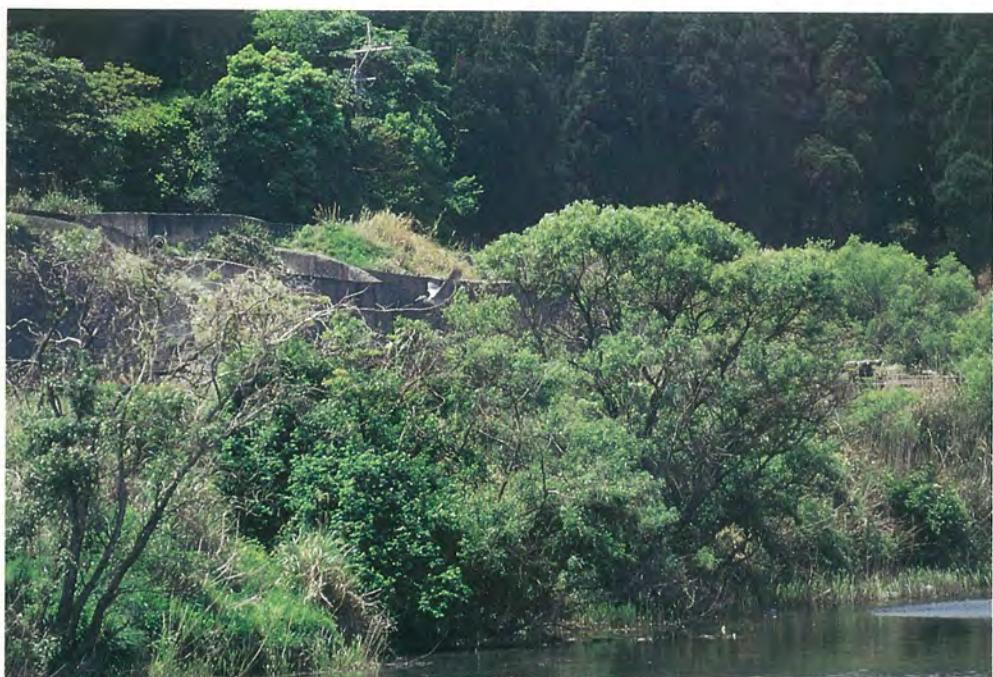


写真 5・1 宮田川下流のオオタチヤナギ

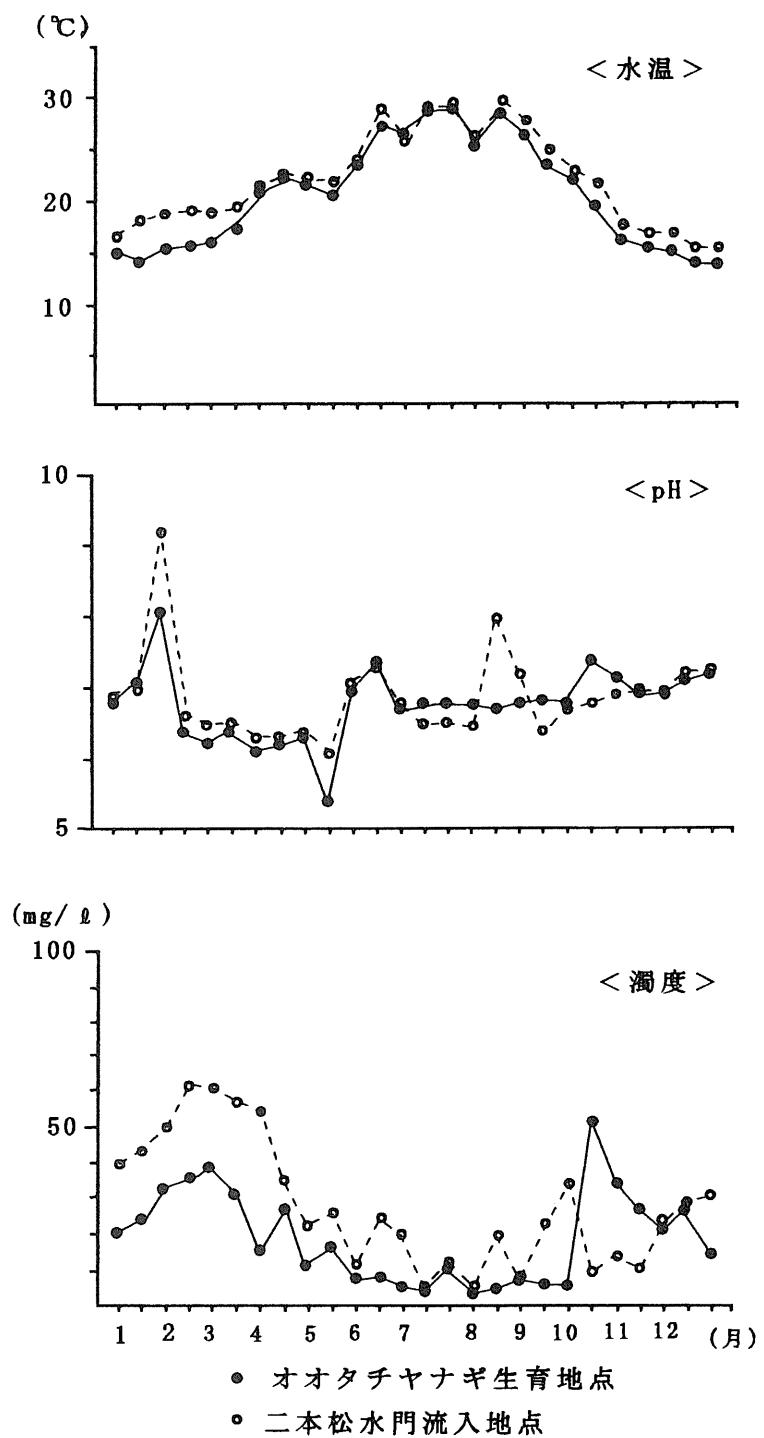


図 5・2(1) 宮田川下流調査地点における水質変動(1)

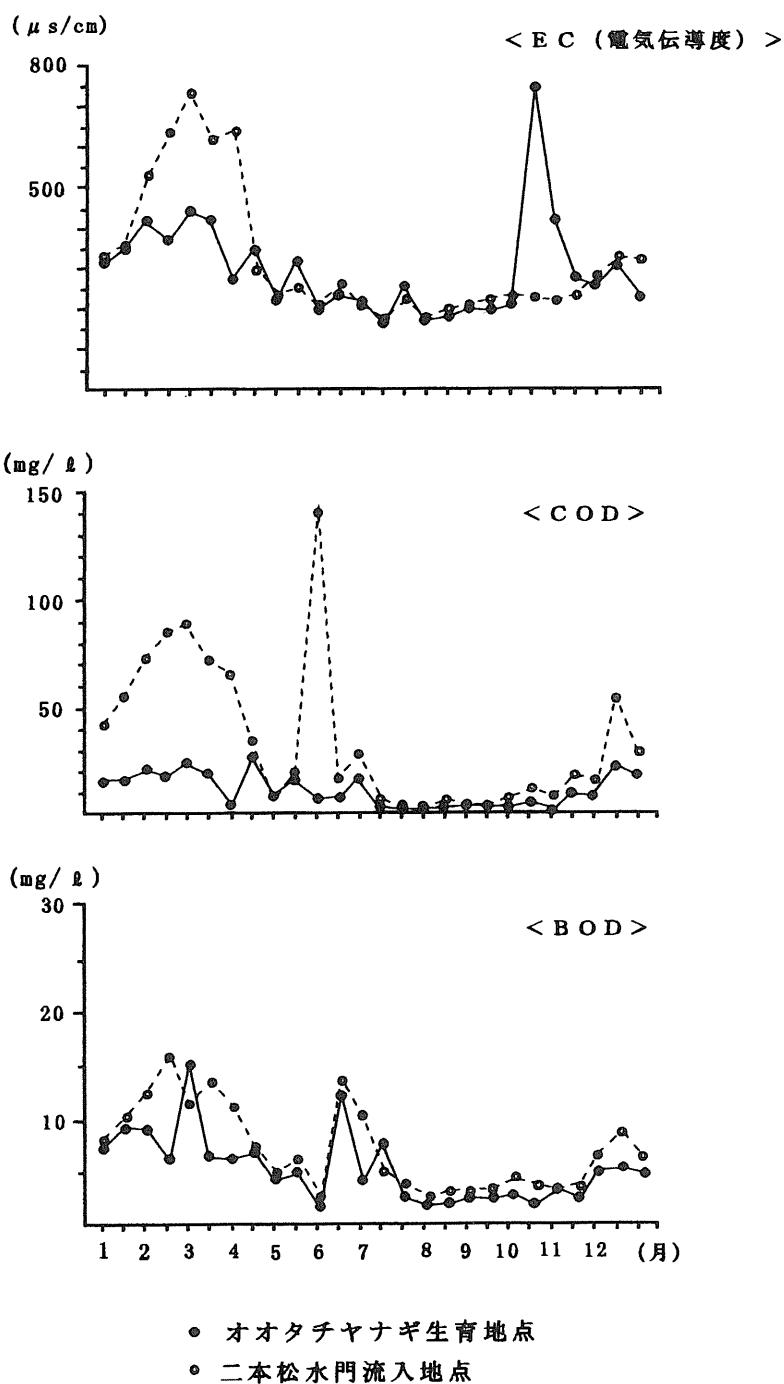


図 5・2(2) 宮田川下流調査地点における水質変動(2)

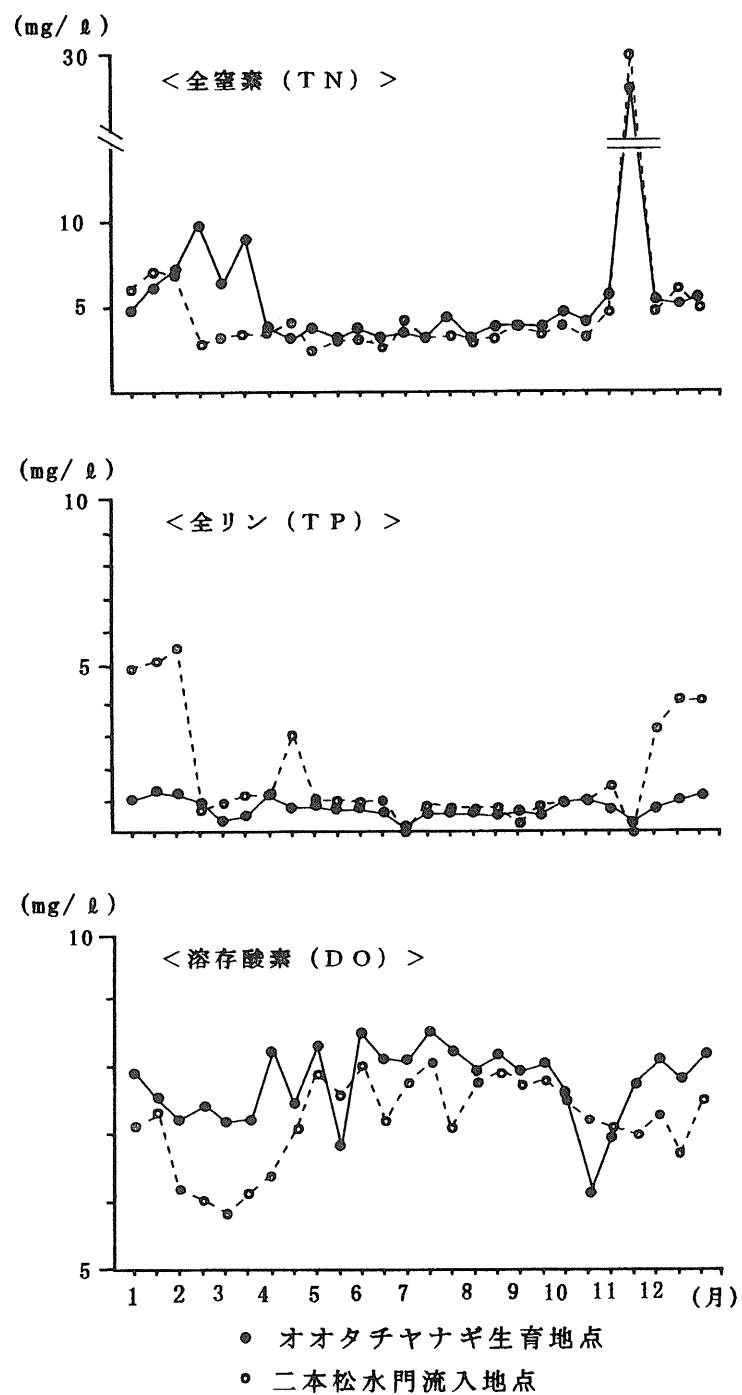


図 5・2(3) 宮田川下流調査地点における水質変動(3)

## 6. 感潮域へのオオタチヤナギ植栽計画

オオタチヤナギは、汽水感潮域や富栄養化水域など、通常、木本類が敬遠する環境下に生育する。このことは、オオタチヤナギが他の植物に比べて、生存上過酷な環境に対する適応性が高いためと言えるが、北海道におけるタチヤナギの高い耐水没性に対して東<sup>7)</sup>が指摘しているように、普通状態の土地では競争に弱く他の植物との競合を避けるため、不適当な環境に定着したものと考えられる。

いずれにしろ、オオタチヤナギの劣悪な環境への適応力は他の木本に比べて高いため、水辺の再生が社会的問題としてそのあり方が問われている今日、オオタチヤナギの利用価値は高い。本章では、感潮域を対象としてオオタチヤナギ植栽の具体的な方法について検討した。

### 6.1 感潮域保全の基本的考え方と植栽範囲の検討

オオタチヤナギは、シルト・粘土など細粒成分を多く含む沖積地・後背地・低湿地・干潟わき、感潮域、水質汚濁・富栄養化水域に生育する、南九州地域下流河川の潜在植生である。潜在植生の人為的植栽による植物空間の復元は、もともとそこにあった本来の自然を再生するという意味において、環境再生の基本的理念となる。また、一般にヤナギ類は成長が早く、埋枝工や萌芽などにより人為増殖が容易であるため、浸食防止を主眼とした早期緑化にも適している。

さらに、オオタチヤナギが生育する緩勾配の河川下流域は、その位置的宿命から流域全体の汚濁負荷・栄養塩類が流入し蓄積する空間である。現在のところ、これらの汚濁負荷・栄養塩類は、そのまま直接沿岸に排出されることが多いが、湿地などに形成される植物空間（Wetland）には、汚濁負荷・栄養塩類を分解・吸収・再利用し排出濃度を低減する機能がある<sup>8)</sup>。従って、オオタチヤナギ等の潜在植生によって復元された緑地空間には、こうした水質改善機能が見込まれ、沿岸水質を保全改善する効果が期待できるのである。

以上の諸点から、オオタチヤナギ植栽による感潮域保全は単なる河岸浸食防止・風景維持にとどまらず、動植物の生息空間の復元や河川・沿岸水質改善・沿岸資源保全をも包括したものであり、周辺のランドスケープ全体を通観した景域保全的視野に基づいたものであるといえる。

ところで、河口付近や汽水域に生育する植物としては、マングローブがよく知られている。マングローブとは熱帯・亜熱帯の河口の湿地や干潟に生育し、潮汐によりある時間塩水に冠水する湿地に生育する樹木群の総称である。我が国では鹿児島県喜入町（薩摩半島）に生育するメヒルギ（リュウキュウコウガイ；ヒルギ科）群落が北限とされている<sup>9)</sup>。

マングローブ典型種であるメヒルギ、オヒルギの他、ハマボウ、ハマゴウ（アオイ科）、オキナワキヨウチクトウ（キヨウチクトウ科）、サキシマスオウノキ（アオギリ科）などから構成される奄美大島（鹿児島県）役勝川マングローブ林で測定分析した粒度組成と最大塩水濃度は図6・1のように示される。一つ瀬川下流干潟わきのオオタチヤナギ林での数値と比較すると、粒度組成は一つ瀬川が礫を含まずシルトを主体とする細粒かつ均一なものであるのに対し、役勝川マングローブ林地では礫、砂、粗シルト、

細シルト・粘土がほぼ同じ割合で含まれている。また、塩水濃度は、マングローブ林で最大25,000(mg/l)という数値を得たが、これは海水に近い値であり、マングローブの耐塩水性の強さを示している。

マングローブは南九州地域に広く認められる潜在植生ではなく、これらの植物を人為的に南九州地域の汽水感潮域に導入する意義はない。しかしながら、役勝川マングローブ林に生育しているハマボウ、ハマゴウはマングローブ典型種ではないが南九州の汽水域・塩沼地にも分布する。これらの植物の耐塩水性の度合いは未確認であるが、役勝川マングローブ林での観察結果から、許容塩水濃度はオオタチヤナギより高い可能性があると思われる。したがって、南九州地域の下流河川においてはより海岸に近く高濃度の塩水が流入する汽水域にハマボウ、ハマゴウ、ヨシ等を植栽し、15,000(mg/l)程度以下の塩水が流入し水位変動が繰り返される感潮域や干潟の縁辺部にオオタチヤナギ、ヨシ等を植栽することが植栽範囲決定の基本的考え方となる。

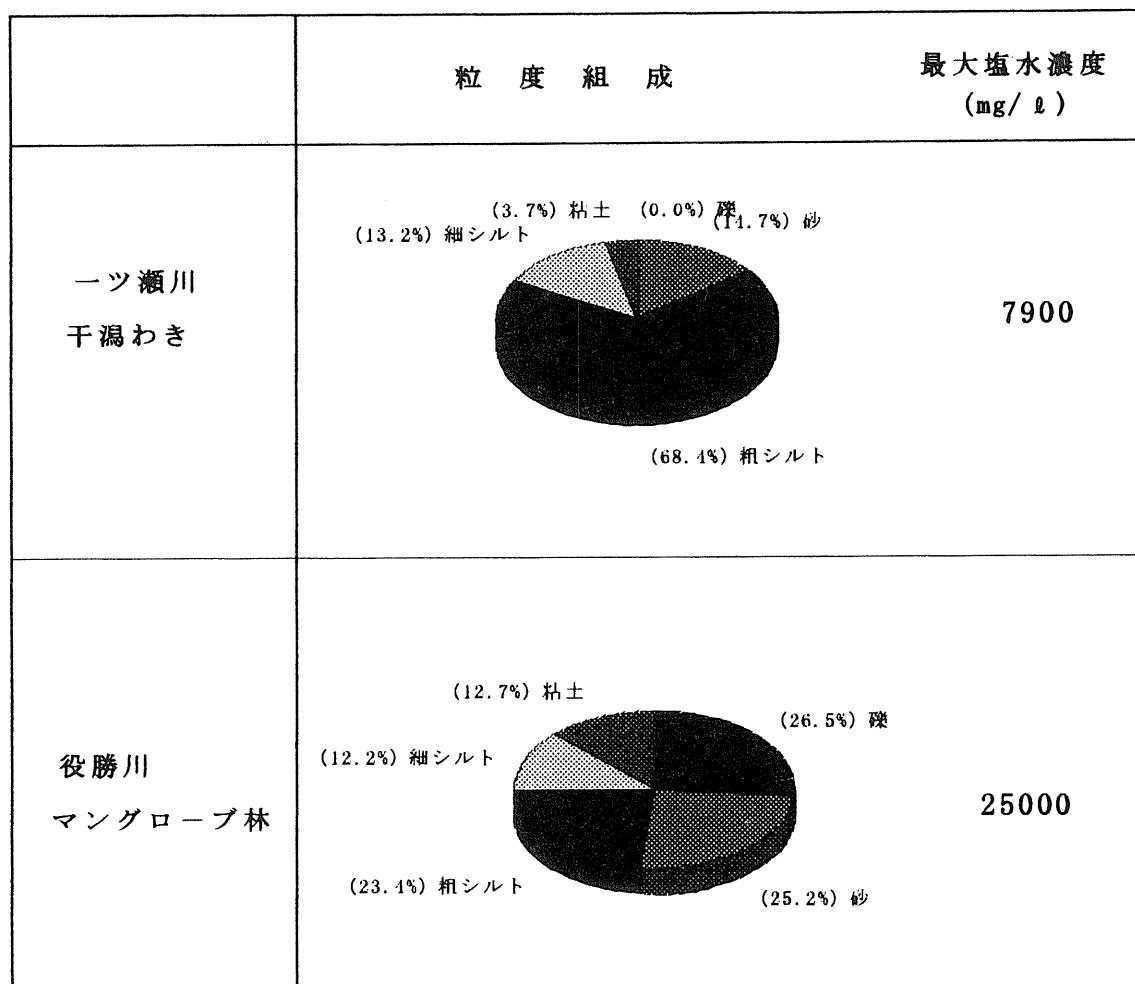


図6・1 一ツ瀬川干潟わきと役勝川マングローブ林地との比較

## 6.2 植栽時期

耐塩水性試験結果から、オオタチヤナギの発根力と耐塩水性は2～4月でおう盛となり12～1月は休眠期に相当することが明かになった。オオタチヤナギを人為的に植栽し復元する場合、こうした発根力を十分に見極め活用することが植栽結果の良否を左右する。そこで、埋枝工によるオオタチヤナギ林復元のための最適な植栽時期を検討するために、一つ瀬川下流干潟わき産のオオタチヤナギを用いて埋枝工による植栽試験を行った。ここでは、1996年2月1日、3月1日、4月1日に、長さ30cmのオオタチヤナギの枝を20cm間隔で100本植栽し、その後1年間の活着率と成長量を測定し比較した。なお、1年生草本類との競合を抑制するために、碎石・廃材等によるマルチングを併用した(写真6・1)。

植栽試験結果は表6・1に示したようになっている。今回の植栽試験では、2月に植栽したものが活着率(生存率)・平均生長量・最大生長量すべてに好結果を得ており、これは挿し穂による室内試験結果(前述第4章参照)とも一致している。南九州地域においては、毎年8～9月に草本類の繁茂がピークとなり、この時期には本試験区も多種類の草本類で覆い尽くされ植栽木の確認も困難となった(写真6・2)が、2月に植栽したものは、植栽時点においては草本類の活動が活発ではないこともあるが、マルチングの効果により植栽初期での1年生草本類との競合が抑制されたため、草本類の活動が旺盛となる夏期にはすでに活着していたのである。一方、4月に植栽したものは活着率・生長量とともに結果が芳しくないが、これは4月になるとマルチングの効果が及ばない、ギシギシなど地下茎によって増殖する多年生草本類の活力が強くなり、植栽初期でのオオタチヤナギが競争に敗れた結果であると推定される。

一般にヤナギ類は競争力が弱い<sup>10)</sup>ことから、南九州地域においては、オオタチヤナギの発根力が最も強く、かつ、草本類が本格的に生長する以前の時期、すなわち毎年2月がオオタチヤナギ植栽の最適時期となる。この場合でも1年生草本類との植栽初期での競合を抑制するための適切なマルチングが不可欠である。

表6・1 植栽時期と生長量・活着率

	植 栽 時 期		
	2月上旬	3月上旬	4月上旬
年最大生長量 (cm)	250	198	180
年最小生長量 (cm)	52	77	20
年平均生長量 (cm)	136.0	131.8	73.7
活 着 率 (%)	95.0	92.2	58.4

### 6.3 植栽空間の安定化対策

以上の結果から、洪水や浸食による場の流出がない限り、 $10,000\text{ (mg/l)}$  以下の塩水が週上する感潮域の、シルト成分を主体に構成される河畔、干潟わき、湿地などにおいて、適切なマルチングを併用して2月上旬～3月中旬に埋枝工によりオオタチヤナギを植栽すれば、発根し活着する可能性が非常に高いことがわかった。したがって、河畔では河岸洗掘防止、干潟わきでは潟土の保全など、安定した植栽空間の確保が、感潮域における木本植栽の重要な課題となる。

感潮域では、河川流出の他、潮汐、高潮、風浪、波浪、風などが外的要因となって河岸部などの浸食現象が生じるため、中流域河川に比べて作用する外的条件は厳しく、多くの場合で何らかの人為的対策が必要となる。とくに河床下部で洗掘が生じやすく、護岸全体の倒壊・破壊に至ることが多い（写真6・4）。

南九州地域の感潮域では、河岸浸食防止対策として、現存する植生を除去し階段状や緩勾配にコンクリートを張りつめた、いわゆる『親水』護岸が設けられることが多い。しかしながら、このような親水護岸は人間が川と親しむことを目的とした人間主体のもので、その場に生息する魚類・水生生物・鳥・植物の生息環境には何ら配慮はなされていないことは、今日、多方面で指摘されているとおりである。

こうした事態の反省から、例えば魚類の生息を考慮した魚巣ブロックを併用した護岸が使用される場合があるが、ここでも植生復元については考慮されないことが多い。魚類の生息環境としては魚巣ブロックだけでは不足で、魚類の摂食・休息・避難の場所となる植物空間が水辺には不可欠である。河川空間においては、植物は洪水疎通能力を阻害するものとして据えられてきたが、最近では水防林や生物生息空間としての機能が見直されてきている。しがたって、魚巣ブロックを併用した護岸工を例として、オオタチヤナギとヨシを植栽して改良すれば、図6・2のような護岸工が考えられる。魚巣ブロックの上方法面には張石工を用いたが、現地の状況に応じて張石を鉄筋等で連結固定する必要があろう。さらに、ヤナギ根系の生長に伴って石張の剥離が著しくなる場合は、定期的に伐採しブッシュ状に萌芽更新させることも考えられる。また、流水力が弱い水域では、北川二つ島地先後背地（延岡）などで実施されているように、蛇籠工の使用が可能である。

一方、流域での洪水防止対策がある程度進捗している緩勾配水域では、ケレップ水制の近自然河川工法としての機能が誘発され、水制工施工区間において土砂沈殿とその後の水辺林形成が促進される可能性のあることが既往研究<sup>11)</sup>によって指摘されている。無駄な護岸を必要としないので、今後、積極的な導入を考える必要があろう（図6・3）。

いずれにしろ、すべての地方、すべての河川において、同様な手法で画一的な改修を行うのではなく、流域全体に展開される洪水防止対策と十分な有機的連携のもとに、採用すべき手段を決定するという柔軟な対応が必要である。

脆弱な地質構造、および梅雨期や台風期に降水量が集中するという自然特性、沖積地に人口と資産の大半が集中し高度な土地利用が展開されるという社会特性に起因して、我が国は水害を受けやすい宿命にある。このため、多くの河川空間において水害防止すなわち治水機能の確保がまず第1に要求される

ことであるため、感潮域の全域にわたり、植生空間を再生することは不可能である。したがって、当面は治水機能に支障のない範囲で可能な限り植生空間を復元し、得られた不連続な植物空間を有機的に連携させることによって、より多様な生物生息空間の広域的確保、すなわちビオトープのネットワーク<sup>12)</sup>(biotope network) 化が可能になるものと考える。

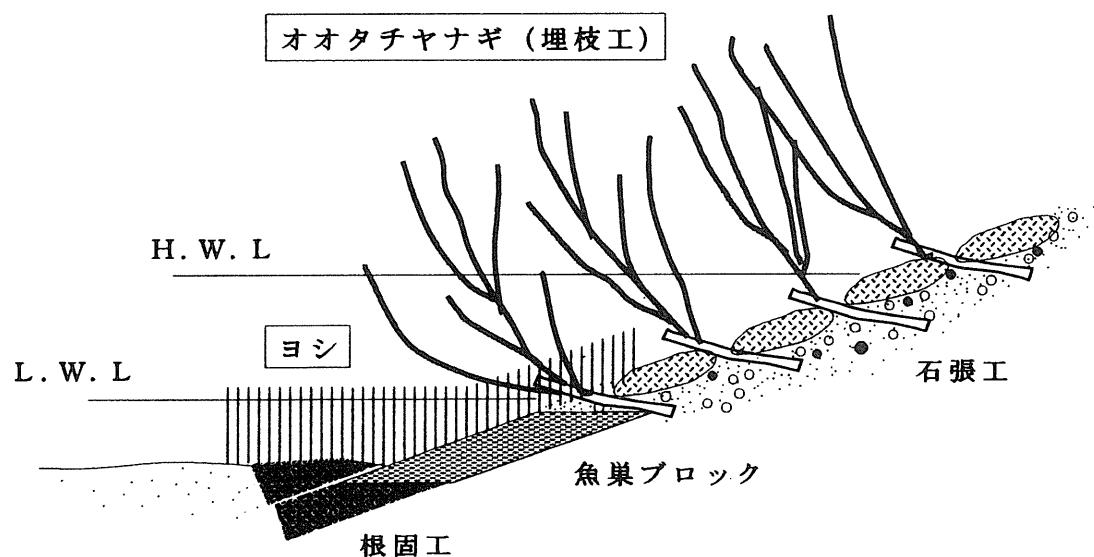


図 6・2 魚巣ブロックにオオタチヤナギ埋枝工を併用した護岸

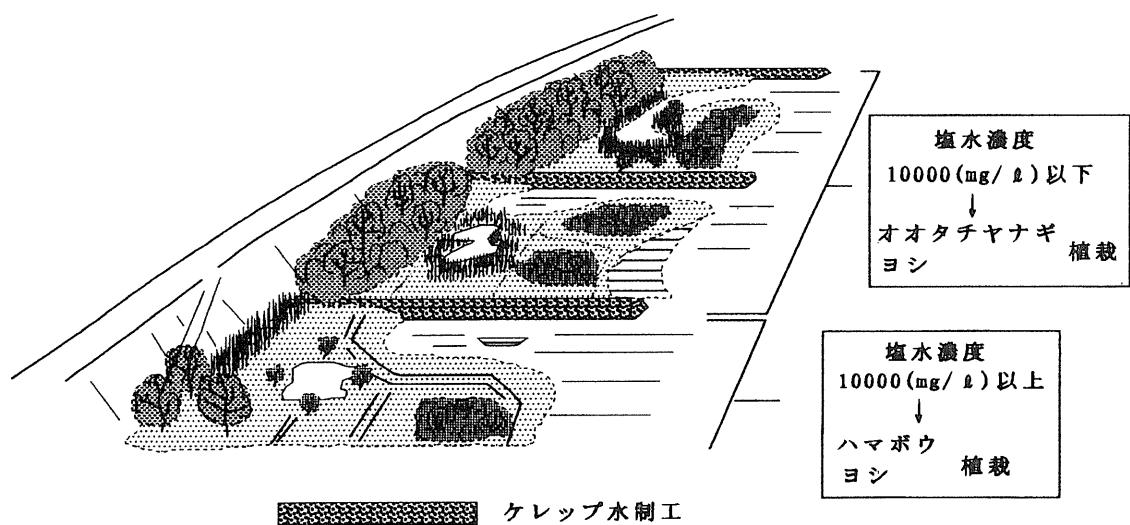


図 6・3 ケレップ水制工による植栽空間の造成  
～北村 (1995)<sup>11)</sup> 原図をアレンジした～

#### 6.4 感潮域におけるオオタチヤナギの適応限界

汽水感潮域では、海水と淡水という物理的化学的に異なった性質の水塊が、干満の周期によって接触を繰り返す。このような場の特性により、栄養塩類や有機物など生物的に活性度の高い物質は複雑な変化を呈する<sup>13)</sup>。すなわち、上流から流れてきたシルトはマイナスに荷電しており、感潮域では遡上してきた塩水と混合し、海水に含まれるCa<sup>2+</sup>、Mg<sup>2+</sup>などのプラスイオンによって凝集され沈積するが、この際に上流からの有機物を吸着するため底質が富栄養化し、上流からの有機物の負荷が多い場合は底質に無酸素・低酸素層が形成される。このような還元層では、微生物の嫌気呼吸や発酵によって有機物は分解され、その結果、硫化水素（硫酸還元）やメタンが発生する。

還元層の存在は、オオタチヤナギの生育分布に大きな影響を及ぼしている。表6・2に、一つ瀬川下流干潟において、水位変動と塩分濃度測定を行った地点（第4章図4・1参照）の表土（深さ10cm地点）におけるpH、EC（電気伝導度）、COD、Eh（酸化還元電位）、土壤の色の変化を示した。測定地点（①～⑦）は、図6・4に示したとおりである。ここで、EcとCODは土壤試料100（g）に蒸留水100（cc）を加え、30分間攪拌した水溶液の値である。これらの土壤特性と植生との関連をみると、一つ瀬川下流干潟では、pH、EC、CODと植生との間には関連性は認められないが、Ehと植生との間には明瞭な関連がある。すなわち、Ehがマイナスとなっている①～③地点は還元層であり、このような場所には植生ではなく、土壤の色も黒～灰色で硫化水素が発生している。一方、④～⑤地点はEhが100（mV）程度で低酸素層と考えられ、ヨシとオオタチヤナギの一部が生育し、オオタチヤナギが広く分布する⑦地点は、Ehが300（mV）以上となっている。

これまで試験的に中州、湿地、干潟にオオタチヤナギの植栽を試みてきたが、還元層ではことごとく発根しなかった。遡上する塩水濃度が許容塩水濃度以下であっても、その場が還元層であればオオタチヤナギは発根しないのである。したがって、10,000(mg/l)以上の濃度の塩水、および還元層においては自然状態ではオオタチヤナギは生育しえず、このあたりがオオタチヤナギの感潮域への適応限界であると思われる。南九州地域ではこのような有機物の流入以外にも地質的要因で還元層が形成されることがある。南九州地域を広く構成する宮崎層群には鉄分の酸化によって形成された還元層が存在するため、現地植栽においては留意を要する。このような還元層においては、森林空間研究所を中心として、森林再生の手段として開発されたバイオブロック（ソイルセメントと再生紙による空洞ブロック）と養根剤を使用し発根を促進する手段<sup>14)</sup>も有効であると考えられ、現在、試験植栽を行っている。

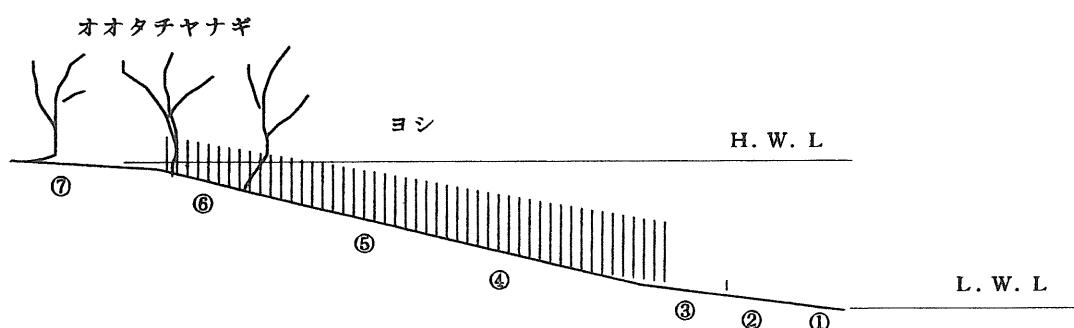
表 6・2 一ツ瀬川下流干涸の土壤特性と河川植生

EC：電気伝導度 Eh：酸化還元電位

測定地点	pH	EC ( $\mu\text{s/cm}$ )	COD (mg/l)	Eh (mV)	土壤の色	植生
①	6.6	6,490	27.4	-141	黒～灰色	無
②	6.6	10,940	27.3	-50	〃	無
③	6.6	9,040	16.0	-35	〃	無
④	6.4	2,770	31.3	67	〃	ヨシ
⑤	6.2	2,840	30.4	115	黄褐色	ヨシ
⑥	5.8	6,110	21.6	126	〃	ヨシ、オオタチヤナギ
⑦	5.6	10,820	18.3	305	〃	オオタチヤナギ

注1 pH、EC、CODは土壤試料100gに蒸留水100ccを加え、30分間攪拌した水溶液での値。

注2 Ehは酸化還元電位計（東亜電波工業社製HM-14P）による測定値。



①～⑦：測定地点

図 6・4 測定地点の位置（一ツ瀬川下流干涸）

## 6.5 オオタチヤナギのリサイクル活用の可能性

オオタチヤナギの植栽によって復元される緑地空間は、多様な動植物生息空間（ビオトープ）の形成維持、河岸・潟土の浸食防止、風致、水質改善等を担う多様な水辺空間を構成する重要な要素であり、造成後の成り行きは自然の推移にゆだねることが望ましい。しかしながら、周辺の土地利用と関連した水辺環境の維持や治水機能の確保という長～中期的な観点から、伐採と再生を繰り返すことが必要となる場合が予想される。そこで、伐採されたオオタチヤナギを木炭化し水質改善に再利用するという、オオタチヤナギのリサイクル活用の可能性について検討した。ここでは、木炭の溶存性有機物（BOD）に対する吸着機能に着目し、以下の方法で評価した。

### 6.5.1 評価方法

#### ①自家製オオタチヤナギ木炭の製造

長さ50cm程度に玉切りしたオオタチヤナギを天日で十分乾燥させたものを原木とし、ドラム缶を改良した簡易炭焼窯（写真6・6）で木炭化する。原木が十分乾燥し窯の熱効率が良好であれば、4～5時間火入れ（窯の温度500～700℃）し、その後2日間放置するだけで比較的簡単に木炭化できる。

#### ②溶存性有機物（BOD）の吸着機能の測定

オオタチヤナギ木炭500gを5～10cm程度の大きさに破碎し、十分に洗浄した後、木炭を目の細かいステンレス製のカゴに入れ、JIS規格で定められているBOD標準液（100ppm）20リットルに投入し、その後の溶液のBOD濃度変化を追跡測定する（BOD濃度測定には、南九州大学既設の測定器（セントラル科学社製BOD/2000）を使用）。

#### ③他種木炭との効果の比較

上記の試験を、活性炭（市販脱臭用）、市販木炭（レジャー用）に対しても行い、その吸着効果を比較する。

### 6.5.2 測定結果

測定結果を、図6・5に示す。木炭の吸着効果としては活性炭の効果がよく知られており、古くから研究が進み排水净化や脱臭などに関連して工業的利用が進んでいるが、今回の実験においても、実験開始直後から活性炭に最も大きな吸着効果が認められ、実験開始から10日後には試料のBODはほとんど吸着された。いっぽう、市販のレジャー用木炭は、木炭の製造過程で使用されていると思われる薬品が実験開始直後から溶出し、これが逆に試料濃度を高め結果的に吸着効果の発現を遅らせた。オオタチヤナギ木炭の吸着効果は、活性炭と市販木炭の中間的な存在と位置づけられ、実験開始直後は木炭に含まれる成分の溶出などで一時的に試料濃度は微増するが、その後はコンスタントな吸着効果を發揮し14日後には溶存性BODの90%以上が吸着された。

数回の実験を繰り返した結果から判断すると、オオタチヤナギなど自家製木炭を使用する場合、実験を開始する前によく洗浄することにより実験開始直後の成分溶出は抑制できる。また、原木をより十分

に乾燥させたうえで、たとえば煙突の詰まりを除去する、あるいは焚き口に送風するなどして熱効率を良好にし窯をより高温に保つことで、より多孔質で吸着効果の高い木炭が製造できる。

木炭の吸着効果は、溶存性物質の吸着による水質浄化のみならず、土壤環境の改善や大気中の汚染物質にも及ぶものと推測される。高価な活性炭に比べて、オオタチヤナギ木炭は低価格で容易に製造できるため、今後のリサイクルによる多方面への利用価値は高い。

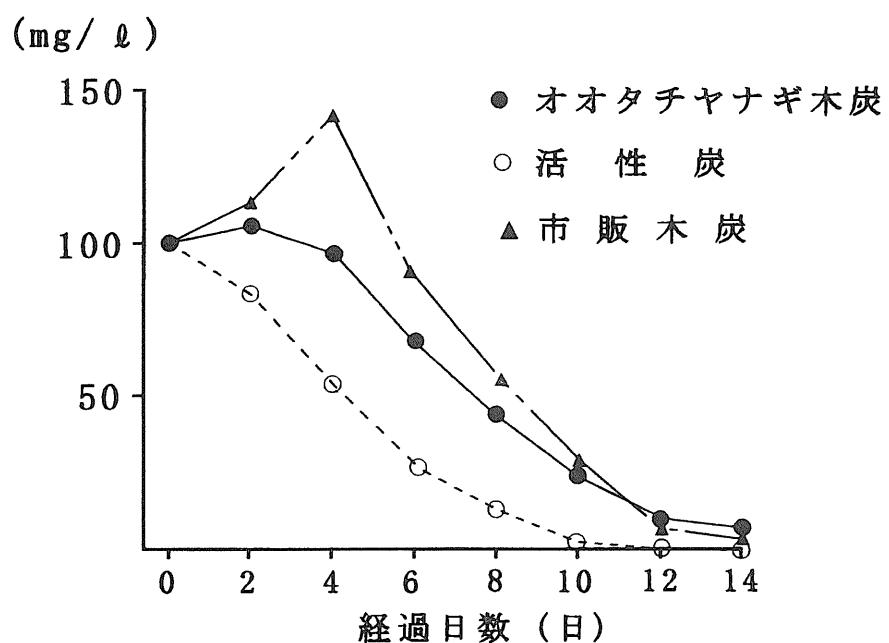


図 6・5 溶存性BOD吸着効果の比較



写真 6・1 オオタチヤナギ植栽試験区（2月）



写真 6・4 河岸浸食で倒壊した護岸



写真 6・2 雑草におおわれた試験区（8月）

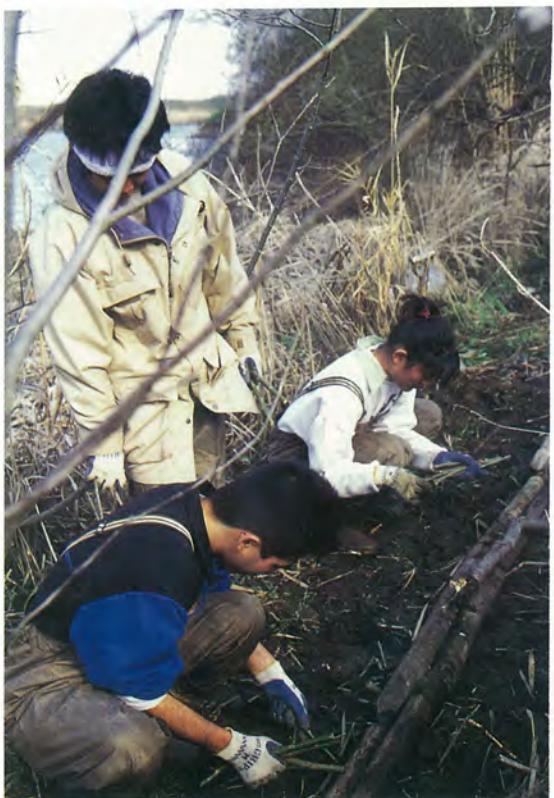


写真 6・5 オオタチヤナギの現地試験植栽の様子



写真 6・3 植栽から1年後（2月）



写真 6・6 自家製木炭の生産

## あとがき

ジャヤナギと混同され続けてきたにせよ、オオタチヤナギのその類まれなる性質が、なぜ今日まで注目されずにいたのか。その答えのひとつは、オオタチヤナギがごく一般に生育しているのをみかける土地の環境にある。積み上げられた布団のように繁茂した雑草とオオタチヤナギの枝々の間には数知れぬイクモが巣を張り、土はぬかるみヘビの棲む気配すら感じられ、水は淀み悪臭を放ち、人知れず捨てられたペットボトルや空き缶が散乱し、ビニールの切れ端がヨシにまとわり漂う…。大方の人間なら、誰も好んで近づこうとはしない、オオタチヤナギとつき合っている当事者でさえ、分け入るのに二の足を踏む『不気味で汚い水辺』に、オオタチヤナギは生きて続けているのである。

伐採され続け、生息域の水辺さえも埋め立てが進み、日々、地球から消え去る運命にあるのではないかと思えるオオタチヤナギに、このたび、感潮域再生の旗手としての役割を託すことになった。おそらく、環境保全、水辺林の復元が問われるようになった現在であるからこそ、オオタチヤナギに自然再生の手段としての価値を見いだせるようになったからかもしれない。

とはいっても、宮田川のオオタチヤナギ生育地点は、護岸工事に伴って、昨年、消滅した。また、一つ瀬川下流干渉でも伐採が進み、わずか数本を残すばかりとなった。オオタチヤナギの秘めたる可能性を知る者のひとりとして、寂しい限りである。土地利用が競合することの少ない南九州地域の感潮域であるからこそ、オオタチヤナギ水辺林の再生が可能であると思えるのだが、クリアすべき障害はまだまだ多いようである。

## 参考文献

- 1) 杉本順一：新日本樹木総検索誌. 井上書店, 1983.
- 2) 北村四郎他：原色日本植物図鑑. 保育社, 1979.
- 3) 宮脇昭編著：日本植生誌. 至文堂, 1981.
- 4) 初島住彦：日本の樹木. 講談社, 1976.
- 5) 佐竹義輔他：日本の野生植物木本 I. 平凡社, pp. 35-40, 1989.
- 6) 宮崎県：環境白書平成8年度版. 1997. 2.
- 7) 東三郎他：耐水没植生工の材料と適用. 日本林学会北海道支部論文集39, pp. 150-152, 1991.
- 8) Robert H.Kadlec and Robert L.Knight : Treatment Wetland. Lewis Publishers, pp. 1-893, 1996.
- 9) 小滝一夫：マングローブの生態－保全・管理への道を探る－. 信山社, pp. 1-138, 1997.
- 10) 東三郎：地表変動論. 北海道大学図書刊行会, pp. 1-280, 1979.
- 11) 北村泰一：緩勾配水制域における水辺環境の復活と造園の技術的可能性. 日本造園学会誌（ランドスケープ研究）, Vol.58 No.4, pp. 421-428, 1995.
- 12) 桜井善雄：水域の生息環境保全における応用生態工学. 応用生態工学序説（信山社）掲載論文, pp. 263-277, 1997.
- 13) 栗原康編著：河口・沿岸域の生態系とエコテクノロジー. 東海大学出版会, pp. 1-335, 1988.
- 14) 森林空間研究所：バイオブロック工法と養根剤適用試験. 1997.