

地下茎の伸展と周辺環境の変化に着目した マダケ林の拡大機構

MECHANISM OF EXPANSION OF BAMBOO AREA CONTROLLED BY STEM
EXTENSION AND AMBIENT ENVIRONMENT CHANGE

藤原正季¹・大石哲也²・天野邦彦³・矢島良紀⁴

Masaki FUJIWARA, Tetsuya OHISHI, Kunihiko AMANO and Yoshinori YAJIMA

¹正会員 工修 株式会社ウエスコ 兵庫支社 環境調査課 (〒651-0092 兵庫県神戸市中央区生田町2-2-2)

(元土木研究所 河川生態チーム 交流研究員)

²正会員 博(工) 土木研究所 河川生態チーム 研究員 (〒305-8516 つくば市南原1-6)

³正会員 博(工) 国土技術政策総合研究所 河川環境研究室 室長 (〒305-0804 つくば市旭1)

(元土木研究所 河川生態チーム 上席研究員)

⁴理修 土木研究所 河川生態チーム 研究員 (〒305-8516 つくば市南原1-6)

Bamboo expands its area by enlarging underground stem. However, its characteristic has not been well investigated in the environment of river bank. We have investigated the formation process of bamboo forest and the distribution of underground stem. Bamboo's rhizome can enlarge and expand its area if the thickness of sand is more than 10cm and relatively low water content is at the surface of the river bank. These features of river bank have been affected mainly by the change of human use and floods. Bamboo expands its area rapidly if the environment is suitable. Once they settle in a relatively dry sand bar where surface sand deposition is thick, rapid expansion is very likely to occur. River managers should pay more prevent bamboo area expansion.

Key Words : bamboo area expansion , stem extension , site factor , Naka River , Kuji River

1. はじめに

マダケは日本原産¹⁾であり古来から日本人に親しまれている植物である。また、加工性・弾力性・防腐性に優れる素材として、様々な製品や資材に用いられている。

マダケは地下茎を伸展させ生育範囲を広げる。地下茎とそこから伸びる根が土壌を緊縛し、地上部は密生する。これらの特徴により、マダケで構成される竹林(マダケ林)は、洪水時に耕作地の洗掘を防ぎ、洪水の流速を低下させ、マダケ林の後背部に肥沃な土壌を堆積させる。このような治水上の利点を持つマダケ林は水害防備林として各地で用いられてきた²⁾。

しかし、堤防の築造やダム建設などの治水整備により、治水安全度が上昇するにつれ、河川内におけるマダケ林の治水機能への関心が低下し、マダケ林の管理の放棄と、これにともなうマダケ林の拡大や荒廃が懸念される。

一方、近年の河川では、ハリエンジュやヤナギ類による砂州の樹林化が進行している^{3), 4), 5)}。河川内の樹木群は、

河積を減少させ流下阻害の要因となると同時に、局所流とそれに伴う局所洗掘を誘発し、護岸や堤防などの安定性を損なう。さらに砂州の樹林化は、環境面においても河川特有の洪水攪乱を受けやすい場(礫河原)を縮小させる。結果として、礫河原に依存して生育する生物の減少を引き起こす。マダケ林もハリエンジュやヤナギ類と同様に砂州の樹林化の要因となり、治水面・環境面ともに悪影響を与える可能性が指摘されている^{6), 7)}。

これらのマダケ林拡大に伴う影響を予測し、適切な河川管理を行うためには、現存するマダケ林の拡大を予測する必要がある。そのためには、河川におけるマダケ林の拡大特性を把握しておく必要があると考えられる。

このような背景を踏まえ本研究では、河川管理に資する事を目的に、マダケ林の拡大を規定する地下茎が伸展する条件とマダケ林の周辺環境(土地利用・地形)の変化に着目し、河川におけるマダケ林の拡大機構を明らかにする。

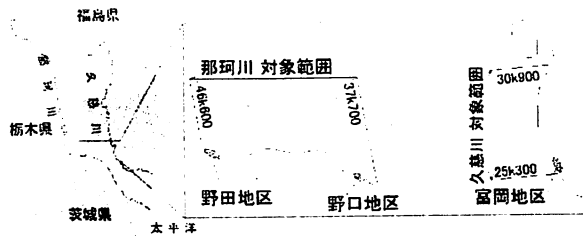


図-1 対象区間

2. 方法

(1) 対象範囲

対象区間は茨城県にある那珂川の河口から 38～47km (河床勾配 1/770) と久慈川の河口から 20～30km (河床勾配 1/620) である。両対象区間はセグメント 2-1 に該当し、交互砂州が連続して存在する。

(2) マダケ林の拡大状況

河川内のマダケ林の拡大状況を把握するため、1974 年から 2003 年までの空中写真を GIS を用いて整理した。次に国土交通省常陸河川国道事務所が定期的に行っている横断測量結果のうち 2004 年に実施した測量結果と同じく 2004 年に作成した河川平面図を元に、河川内を高水敷と低水路に区分するとともに、高水敷と低水路のそれぞれにおいて、マダケ林の面積を算出した。また、土地被覆の変遷を調べた。

(3) マダケ林周辺の地形変化と洪水履歴の把握

低水路内に拡大したマダケ林がどのような変遷を経て成立したかを把握するため、マダケ林周辺の地形変化と洪水履歴を把握した。地形変化は定期横断測量と空中写真から判読した砂州の平面形状を整理することにより把握した。また、洪水の履歴からマダケ林が存在する場所の冠水状況を把握した。

(4) 現地調査

低水路においてマダケ林の拡大が確認された箇所のうち、那珂川野田地区 (野田 01, 野田 02), 那珂川野口地区 (野口 01), 久慈川富岡地区 (富岡 01) の 3 地区のマダケ林を対象にライン調査を実施した (図-1, 図-4)。ライン調査ではマダケの生育範囲およびマダケ林内の地形をレベルを用い計測するとともに、表層の土壌体積含水率を土壌水分測定機 (藤原製作所製 TDR-341F 型) を使用して計測した。

次に、地下茎の状況を把握するため図-4に示すマダケ林内の 3 断面 (野田 01, 野田 02, 野口 01) およびマダケ林周辺の 2 断面 (野田 03, 野田 04) を掘削し、地下茎の位置、枯死しているかどうか、マダケ林から外に向かい伸びる地下茎の伸展長、土質 (含水率・粒径) および細粒土砂の堆積厚を把握した。

以上の結果を基に、マダケ林の拡大機構を考察した。

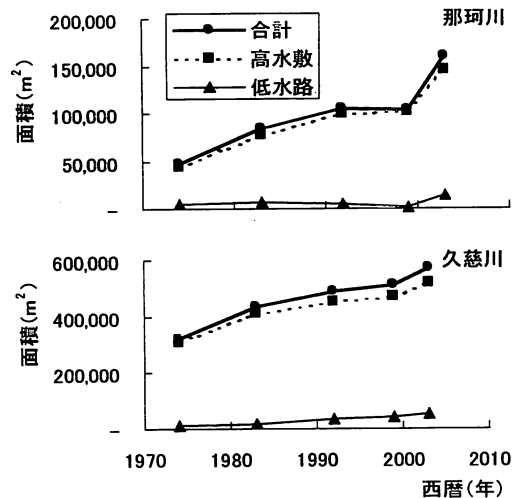


図-2 対象範囲におけるマダケ林の拡大状況

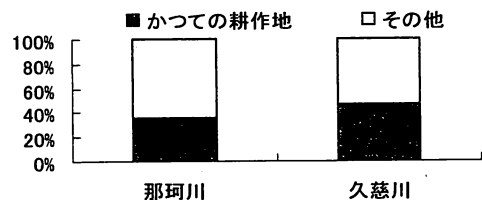


図-3 マダケ林が高水敷において拡大した面積のうち、耕作地からマダケ林へ変化した面積が占める割合

3. 結果

(1) 対象範囲におけるマダケ林の拡大

1974 年から 2003 年にかけての久慈川および那珂川の対象範囲におけるマダケ林の拡大状況を図-2に示す。

対象範囲内のマダケ林面積は、1974 年以降拡大傾向にあり、1974 年に対し 2003 年では那珂川で 3 倍、久慈川で 2 倍に増加した。対象範囲のマダケ林のうち約 90% は高水敷に存在した。

(2) 高水敷における拡大

マダケ林が 1974 年以降 2003 年までに高水敷において拡大した面積のうち、耕作地からマダケ林へ変化した面積の占める割合を図-3に示す。対象範囲において高水敷に拡大したマダケ林のうち、30～40% は耕作地からマダケ林への変化であった。

(3) 低水路における拡大

a) マダケ林の拡大と砂州平面形状の変化

図-4に野田、野口、富岡各地区におけるマダケ林の拡大過程と砂州形状の変遷を示す。

野田地区において調査ライン (野田 01, 野田 02) 上の立地は、1974 年の空中写真から判読すると裸地と草地であった。1983 年の写真でマダケ林が確認された後、2003 年の生育範囲まで拡大した。また、砂州は下流側へ移動していた。

野口地区において調査ライン (野口 01) 上の立地

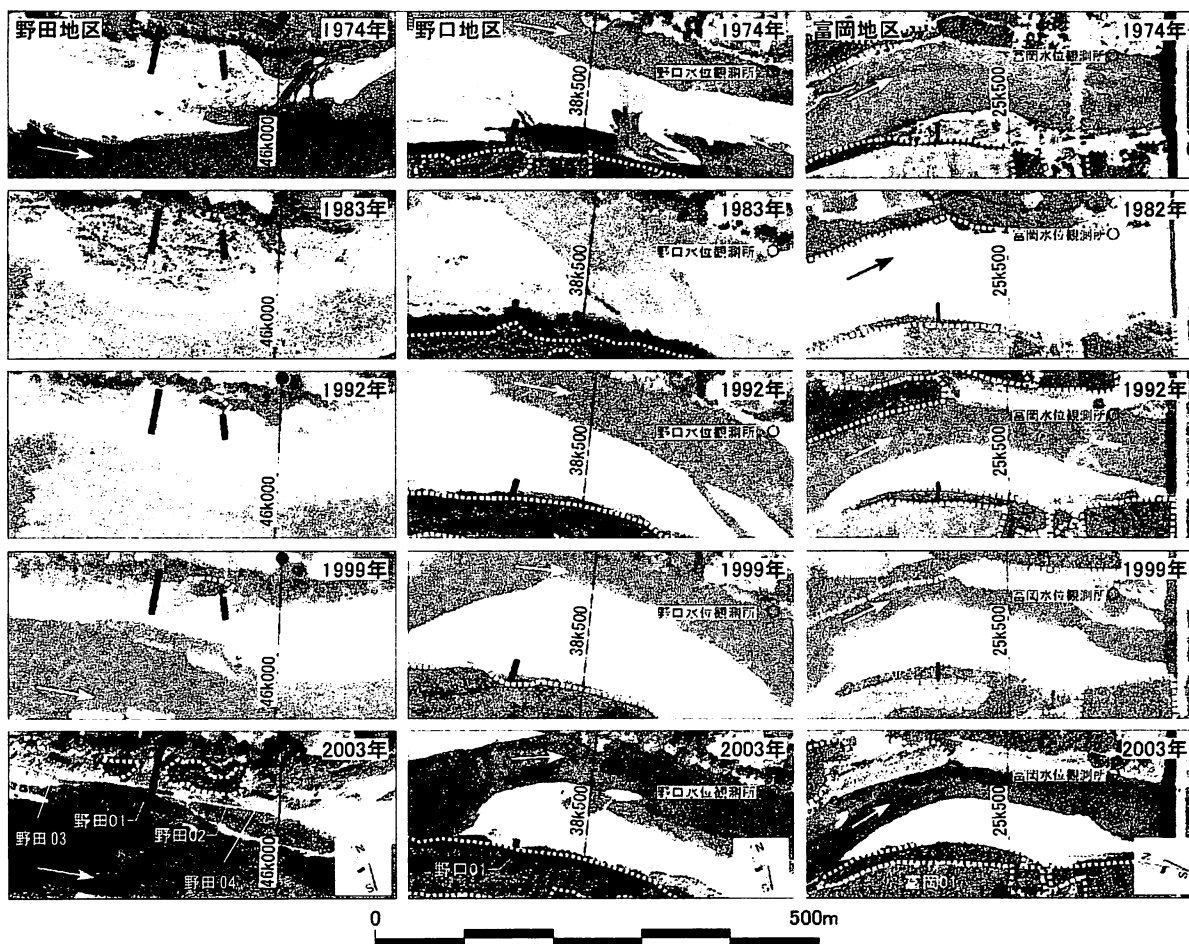


図-4 マダケ林の拡大過程と砂州形状の変遷 (破線内がマダケ林)

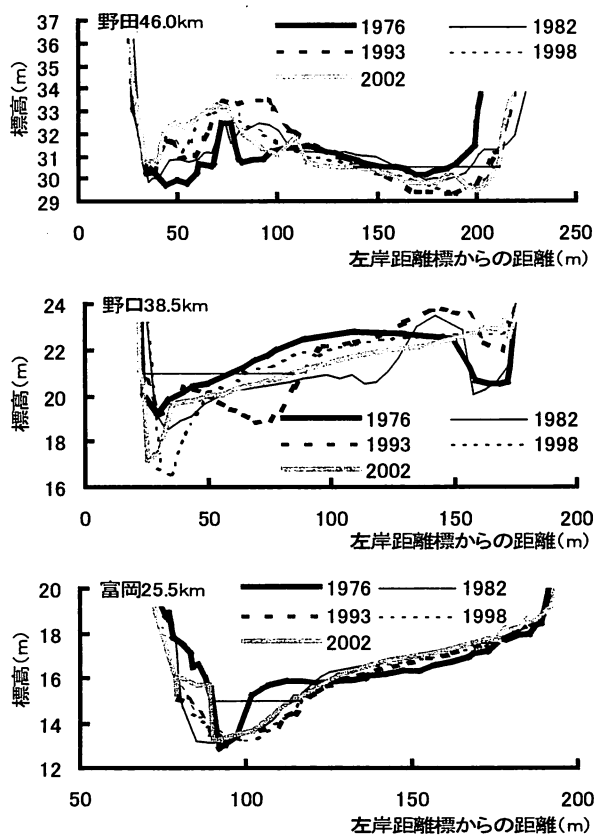


図-5 横断形状の変化

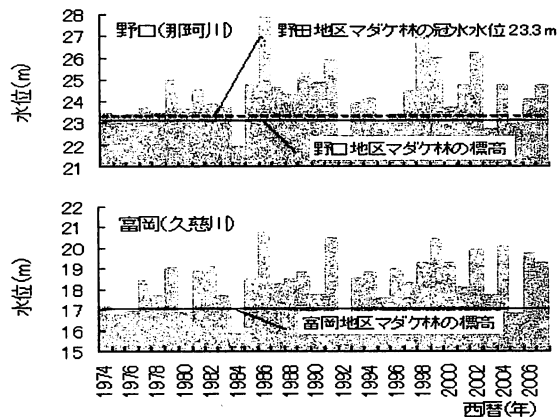


図-6 年最大水位の履歴

は、1974 年と 1983 年の空中写真から判読するとワンドであった。その後、砂州の移動に伴い 1992 年にはそのワンドが埋り、マダケ林はそこへ拡大した。

富岡地区で現在マダケ林が存在している立地は、1974 年の空中写真から判読すると草本で覆われていた。以降現在まで砂州は右岸側に存在し、高水敷と砂州の間（河岸）に存在したマダケ林がその砂州上へ拡大した。

b) 横断形状の変化

図-5は、那珂川 46.0km 断面（野田地区）と那珂川 38.5km 断面（野口地区）と久慈川 25.5km 断面（富岡地

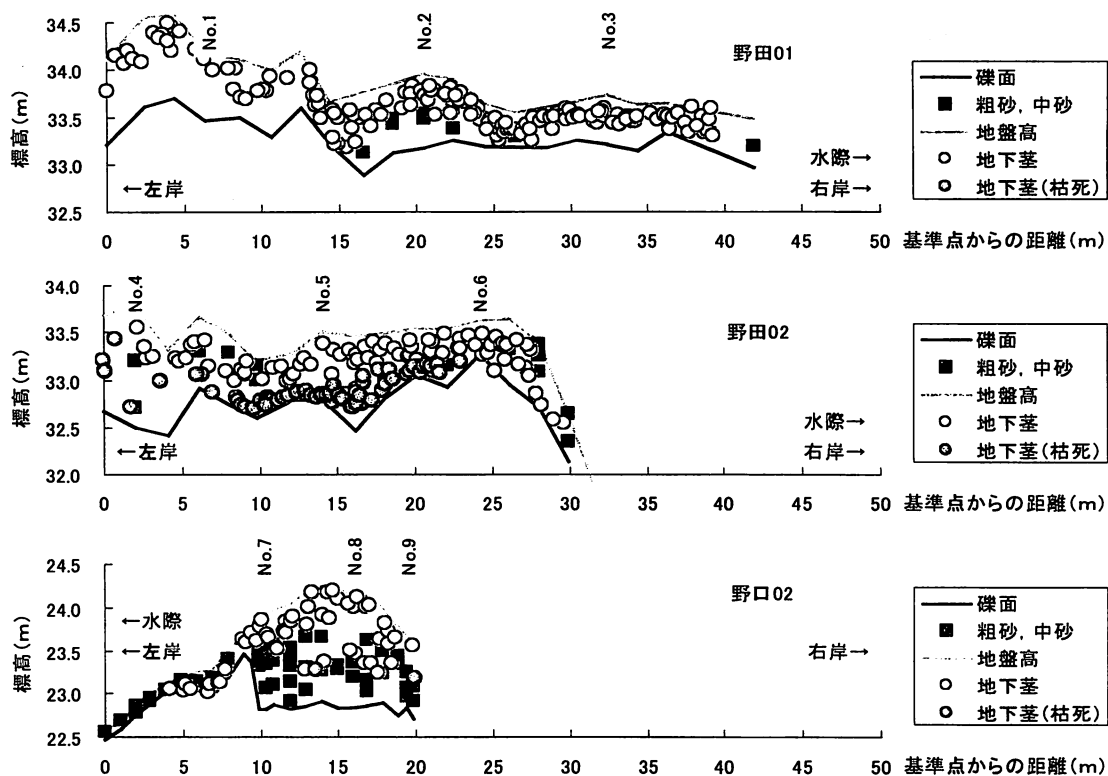


図-7 地下茎の位置と細粒土砂堆積層 (図中No. は土壌体積含水率鉛直分布調査位置)

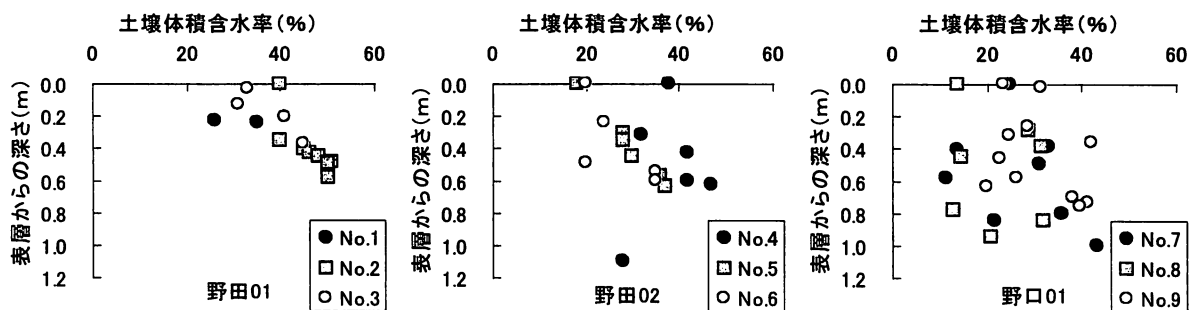


図-8 表層からの深さと土壌体積含水率の関係

区)における1976年から2002年までの横断図を比較したものである。

野田地区では1976年から1993年にかけて河床が左岸側で上昇、右岸側では低下した。その後、1998年には、1974年から1993年にかけて上昇した地形が左岸側へ移動した。

野口地区では、1976年から1993年まで上昇と下降を繰り返していた。1998年には、右岸側に存在したワンドが埋まると同時に、左岸側が深掘れした。その後2002年まで河床が中央部ではやや低下し、両岸がやや上昇した。

富岡地区では、1982年以降、右岸側に存在する砂州がやや上昇傾向であるものの、大きな河床変動は確認されなかった。

つまり、那珂川の野口地区と野田地区では、洪水に伴う河床変動(砂州の移動)により、河床の洗掘と堆積が繰り返され、久慈川の富岡地区では砂州が安定的に存在していた。

c) 年最高水位の履歴

図-6に1970年から2007年までの富岡地区および野口地

区近傍の水位観測所の年最高水位とライン調査により得られた各地区のマダケ林の生育地の標高を示す。対象地区におけるマダケ林の成立立地は年1回以上冠水する可能性が高い場所であることがわかる。

なお、2008年5月20日に野田地区のマダケ林が冠水する程度の洪水が発生した。その時の現地観察により、野口水位観測所の水位がT.P. 23.3mの時に野田地区のマダケ林は冠水する事を確認した。なお、野口地区と野田地区の間には支川流入がなく流量が同じである。そのため、水位に関しても若干の時間差があるものの、ほぼ平行に推移すると考えられる。

(4) 地下茎の分布状況

図-7に断面調査によって得られた地下茎の位置と土砂の堆積状況の結果を示す。

a) 地下茎の位置と伸展方向

地下茎の多くは、どの調査断面においても表層から20～40cmに存在した。地下茎より上層の土砂は細砂あるいは微

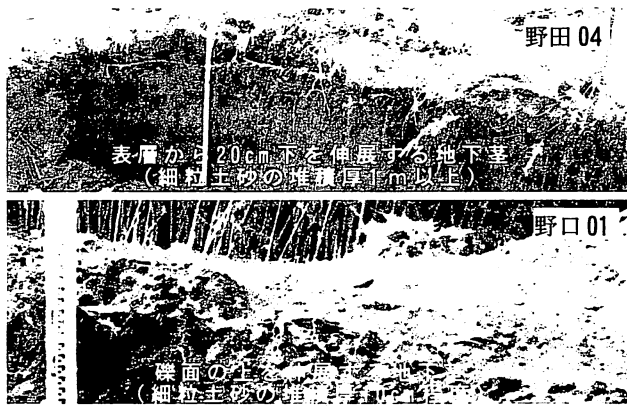


図-9 マダケ林周辺の地下茎の伸展状況

細砂であった。地下茎より下層では、一部に中砂あるいは粗砂の層が確認できた。地下茎は、水平方向に伸展しており、鉛直方向への伸展は確認できなかった。

枯死した地下茎は、野口 01 断面では、表層から 40cm および 100cm の場所で 2 本のみであった。また、野田地区では、枯死した地下茎は上流側の調査断面（野田 01）では確認できず、下流側の調査断面（野田 02）において表層から 50～70cm（礫面より 20cm 程度上方）の位置に多く存在した。

b) 土砂の堆積状況

野田 01 および野田 02 断面における細粒土砂の堆積厚は約 50cm～100cm であった。両調査断面の中央や水際側には中砂や粗砂の堆積層が確認された。下流側の野田 02 断面で確認された枯死した地下茎は、その中砂や粗砂の堆積層より下に存在した。また、上流側の野田 01 断面では中砂や粗砂の堆積層より下層には地下茎が確認されなかった。

野口 01 断面の中央部で細粒土砂の堆積厚は 2m 以上あった。また、調査基準点から 9m の位置を境として、礫面の高さに約 80cm 程度の差が確認された。堆積した土質はほとんどが細砂と微細砂であったが、標高 23.5m より下層では中砂や粗砂の層（図中■）が確認された。

c) 土壌体積含水率と地下茎の存在の関係

枯死した地下茎が確認された位置（表層から深い、あるいはマダケ林の奥）は土壌体積含水率が 30% を超えていた（図-7、図-8）。また、ライン調査結果により、表層の体積含水率は、地形的に窪んでいる所は含水率が高い傾向が確認された。

(5) マダケ林縁から外側へ伸展する地下茎

マダケ林縁から外側へ向けて伸展する地下茎の状況を図-9に示す。また伸展状況の一覧を表-1に示す。

細粒土砂が 1m 以上堆積した状況でも、地下茎の鉛直方向への伸展は確認されず、地下茎は表層から約 20cm 程度のところを伸展していた。また、細粒土砂の堆積厚が 10cm 程度堆積した状態でも、地下茎は礫面の上を這うように伸展していた。地下茎の進展長（林縁部から地下茎先端ま

表-1 マダケ林周辺の地下茎の伸展状況

断面名	伸展長	堆積厚
野田01	5m	約40cm
野田02	2m	約10cm
野田03	6m	1m以上
野田04	6m	1m以上
野口01	3m	約10cm

で）は、細粒土砂の堆積厚が 10cm 程度の箇所では短い傾向があった。また、土壌体積含水率がおおむね 30% を超えていた野田 02 断面の No. 4 および野口 01 断面の No. 9 において、マダケ林の外へ伸展する地下茎は確認されなかった。

4. 考察

(1) 地下茎の伸展する条件

地下茎が伸展していた物理環境は、土壌体積含水率が概ね 30% 以下であり、細粒土砂が 10cm 以上堆積している箇所であった。また、土壌体積含水率が 30% より大きなところでは、伸展する地下茎は確認されず、枯死した地下茎が多く確認できたことから、土壌堆積含水率が高い環境は、マダケの地下茎にとって不適であると考えられる。

細粒土砂の堆積厚が 10cm 程度の状況では、地下茎の伸展長が他の堆積厚の条件よりも短い。このことから、細粒土砂の堆積厚は地下茎の伸展速度に影響を与えると考えられる。

地下茎の役割の主なものは生育範囲の拡大と地上部位の発生および支持であると考えられる。効率よく地下茎を伸展し、地上部位を発生させるためには、地下茎を深く潜らせる必要はない。また、土壌体積含水率は表層から深くなるにつれ高くなる傾向があり、地下茎にとっては不適切な状況と考えられる。これらの 2 つの理由により、地下茎は地上部位を支持可能な範囲で比較的浅いところに存在するものと考えられる。

(2) マダケ林拡大のきっかけ

a) 高水敷

久慈川、那珂川ともに、高水敷におけるマダケ林の多くはかつて耕作地であった。このことから高水敷へのマダケ林の拡大は、耕作地の放棄が大きな要因になっていると考えられる（図-3）。耕作放棄地にマダケ林が拡大した原因の一つとしてマダケ林が耕作地周辺に人為的に植林されていた事が挙げられる。すなわち、マダケ林は洪水時の流速を低減する効果が高く、耕作地の浸食を防ぎ、肥沃な土壌を堆積させる目的のために耕作地の周辺に整備されていた²⁾。このマダケが放棄された耕作地へ拡大した。

農産物を生産するための耕作地は柔らかく耕され、水はけもよい状態で管理されている。そのため、耕作放棄と同時にマダケ林が拡大可能な環境が整ったものと考えられる。耕作が営われていれば、マダケが耕作地に侵入するたびに管理者によって除去され、マダケ林の耕作地への拡大

は抑えられる。しかし、耕作地が放棄されると、耕作地周辺に存在するマダケが地下茎をすみやかに耕作地に伸展させ、耕作地はマダケ林へ変化したと考えられる。

b) 低水路内

低水路内におけるマダケ林の拡大は、高水敷におけるマダケ林の拡大とは異なり、洪水による砂州形状の変化がきっかけとなっている。砂州形状の変化によりマダケ林が成立可能な立地が形成され、その場へ地下茎が伸展しマダケ林が拡大する。

低水路に拡大したマダケ林は洪水により破壊され減少する事もあるが、破壊と同時に細粒土砂がマダケ林内に堆積し、残存したマダケ林から新たに地下茎が伸展し短期間でマダケ林が回復する（図-2）。

マダケ林の表層を構成する河床材料は細砂と微細砂である事から推測すると、断面調査で確認された中砂あるいは粗砂の層は、マダケ林が成立する前もしくは、マダケ林が一旦破壊されるほど大きな洪水により供給された河床材料であると考えられる。野田 02 断面では、中砂の層の下に枯死した地下茎が残存している。このことから、マダケ林が成立していた立地は、マダケ林の中に中砂を堆積させるような洪水でも地下茎を流亡させるような攪乱（洗掘）を受けていないと考えられる。このことは、マダケ林とその地下茎の存在により、マダケの生育立地は洗掘されにくいことを意味する。

また、断面調査を行った3カ所ともに、中砂の層より上に地下茎の多くが確認された（図-7）。これは中砂が堆積する環境から細砂が堆積する環境へ変化し、その堆積した細砂へ地下茎が伸展しマダケ林が拡大したことを意味する。細砂が堆積する環境へ変化した要因としては、マダケや他の植物の生育範囲の拡大と砂州形状の変化により洪水流の速度や向きが変化した事が考えられる。いずれにしろ、洪水による細砂の供給が低水路におけるマダケ林の拡大のきっかけとなっている。

(3) 今後の予測

調査を行った3箇所のマダケ林は、年1回程度冠水する（図-6）。このため、高水敷のマダケ林にくらべ細流土砂が供給されやすい条件にある。砂州上の植物がウォッシュロードを堆積させ、高水敷の形成と川幅縮小を起こすきっかけになる事が知られている⁸⁾。同様に、マダケ林の存在は洪水のたびに細粒土砂を堆積させる。その結果、マダケ林の生育立地は上昇し、徐々に高水敷化すると考えられる。

また、細粒土砂堆積厚が10cm程度でも地下茎が伸展可能であることから、地下茎は洪水のたびにマダケ林の下流あるいは他の植物が堆積した細粒土砂へ伸展すると考えられる。このため、マダケ林は細粒土砂の堆積していない礫河原（裸地）に接するまで拡大すると予測される。また、含水率の高い土壌は、地下茎にとって不適な環境であることから、マダケ林は窪みや湿地などの水はけが悪い場所やワンドなどに接するまで拡大すると考えられる。

5. まとめ

本研究では、地下茎の伸展と周辺環境の変化に着目し、マダケ林の拡大機構について検討を行った。以下、結果と考察について以下にまとめる。

①地下茎が伸展する条件は、細粒土砂が10cm以上堆積し、土壌体積含水率が30%以下である。また、このような条件がマダケ林と隣接することによりマダケ林は拡大する。

②マダケ林が伸展するきっかけは高水敷で耕作地の放棄、低水路で洪水による砂州の移動と細粒土砂の供給である。

③低水路においてマダケ林は年一回程度冠水する立地に生育している。そのため、マダケ林の成立地は洪水のたびに細粒土砂が堆積し徐々に高水敷化する。同時に地下茎はマダケ林下流や他の植物が堆積した細粒土砂へ伸展する。

④このような拡大機構を持つマダケは、放置しておくとも礫河原と湿地以外を覆い尽くす可能性がある。このため、河川管理において、このような拡大機構を有するマダケに対し注意する必要がある。

課題としては、得られたマダケ林の拡大機構の管理への反映と、各河川において適切なマダケ林の存在量と配置に関する検討が挙げられる。

謝辞：本研究を進めるにあたって、水位、流量、航空写真、横断測量等のデータを国土交通省関東地方整備局常陸河川国道事務所から提供していただきました。ここに記して感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 大場達之：千葉県自然史、千葉県、2005。
- 2) 浜口達男、本間久枝、井出康郎、高橋克彦、松浦茂樹、島谷幸宏、小栗幸雄、藤田光一：水害防備林調査、土木研究所資料、No. 2479、1987。
- 3) 李 参熙、藤田光一、山本晃一：礫床河道における安定植生域拡大のシナリオー多摩川上流部を対象にした事例分析よりー、水工学論文集、No. 43、pp. 977-982、1999。
- 4) 末次忠司、藤田光一、服部 敦、瀬崎智之、伊藤政彦、榎本真二：礫床河川に繁茂する植生の洪水攪乱に対する応答、遷移及び群落拡大の特性ー多摩川と千曲川の礫河原を対象としてー、国土技術政策総合研究資料、No. 161、2004。
- 5) 渡辺 敏、前野詩朗、渡部秀之、志々田武幸：旭川におけるヤナギ林の拡大機構とその抑制管理のあり方に関する検討、河川技術論文集、No. 11、pp. 77-82、2005。
- 6) 藤原正季、大石哲也、天野邦彦：洪水攪乱と周辺植物の影響に着目した希少河原植物生育地の成立および維持機構、河川技術論文集、No. 14、pp. 145-150、2008。
- 7) 藤原正季、大石哲也、天野邦彦：砂礫川上に定着したマダケ林の消長特性、水工学論文集、No. 53、pp. 1177-1182、2009。
- 8) 藤田光一、John A. Moody、宇多高明、藤井政人：ウォッシュロードの堆積による高水敷の形成と川幅縮小、土木学会論文集、No. 551、pp. 47-62、1996。

(2009.4.9 受付)