

報告書概要

技術研究開発課題名	河道整備・管理に関する技術研究開発
技術研究開発テーマ名	河川管理のための藪化・樹林化の主原因の同定-地形変形・植生遷移の予測-対策評価のシステム構築
研究代表者	
氏名	所属・役職
浅枝 隆	埼玉大学大学院・教授
共同研究者	
氏名	所属・役職
平生昭二	埼玉大学大学院・博士後期課程
内田哲夫	NPO 法人自然環境アカデミー・主任研究員
西村達也	(株) 建設技術研究所
関根秀明	(株) 建設技術研究所・主幹
山室真澄	東京大学大学院・教授
【1】背景・課題	
<p>河道内の樹木群や植生繁茂の拡大は、洪水時の抵抗増加要因であり、流下能力不足や偏流発生などの河道の量的・質的安全度の低下を引き起こす。また、礫河原など河川特有の生態系を喪失させ、生物多様性の確保に大きな影響を及ぼす。効率的な河道維持管理を実施していく上においても、藪化・樹林化に至る機構の解明、樹木伐採や河道改修等による応答を適切に把握し、樹木の生長プロセスを踏まえた効率的な管理方法の立案が重要となっている。</p>	
【2】技術研究開発の目的	
<p>本研究では、上記のような背景の下、1) 長期的視点にたつて、藪化・樹林化の要因を明確にする。2) 藪化・樹林化が生じている区間において、植生遷移の過程を定量的に把握し、藪化・樹林化の直接的原因を特定するツールを作成する。4) 藪化・樹林化を評価する評価モデルを作成する。ことを目的としている。</p>	
【3】技術研究開発の内容・成果	
<p>(1) 長期的視点に立った藪化・樹林化に至る機構の解明について</p> <p>航空写真、衛星写真等から、河道内の植被率を求め、洪水特性、勾配、栄養塩濃度、土砂特性、ダム等との関係を調査し、以下の成果を得た。</p> <p>藪化・樹林化は戦後から徐々に進展しているが、1970年代からの進展が著しく、流域の荒地面積の減少、砂利採取による土砂量（移動量）の減少と符合している。ダムによる影響は通常20km程度であるが、流域からの土砂流入がない区間においては影響が下流にまで継続する。以上のことから、長期的藪化・樹林化には土砂量（移動量）の減少が大きく関わっていることが明らかになった。</p>	
<p>1) 主要因の同定</p> <p>藪化・樹林化は複合的な原因で生じていると考えられる。また、河岸を好む樹木の侵入自体が植生の一次遷移を経なくても可能なことから、藪化・樹林化自体が植生の一次遷移の個々の過程ではなく、別々に進行している場合も多いことが明らかである。</p> <p>そのため、藪化・樹林化の主要因を一義的に抽出することは不可能であるが、そうした中でも影響の</p>	

顕著な要因は抽出できた。藪化・樹林化の進行に影響を与える素要因には、

- 1) 砂州や河岸の土壌の栄養塩濃度
- 2) 微細土砂や有機物の堆積
- 3) 樹木の侵入過程に起因する変化
- 4) 河道の安定化
- 5) ダム建設に伴う洪水規模の低下による植生の流失特性の変化

等が考えられる。ただしこれらは独立したものではない。

これらの関係を示すと以下ようになる。

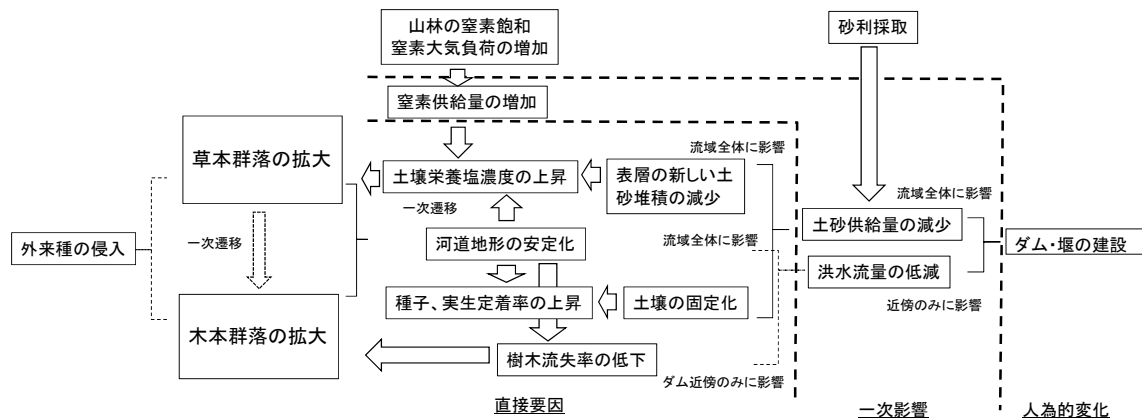


図-1 藪化・樹林化の要因の流れ

まず、河川に及ぼされた人為的負荷には、窒素負荷量の増加や、砂利採取やダムや堰の建設による土砂供給量の減少、治水ダムや遊水地等の建設による洪水流量の低減、外来種の導入等がある。

この中で、洪水流量の低減は、影響範囲はダム下流 10km 程度以内に限られ、この区間で土砂輸送量の低下や樹木の流失率の低下はもたらすものの、流域全体に及ぶ影響ではない。全国規模の藪化・樹林化への影響は限定的と考えられる。

外来種の導入も、ニセアカシアのような一部の種を除いて、直接的な影響は限られたものと考えてよい。むしろ、在来種である、マダケ群落の拡大やクズの繁茂による窒素供給の影響の方が大きいと考えられる。

山林の土壌の窒素飽和や大気からの窒素降下量の上昇は全国的に生じている現象である。排水からの窒素供給も必ずしも減少しているとはいえない。こうした窒素負荷の上昇は、表層土壌から栄養塩を摂取する草本植物群落の拡大に関しては大きな要因となっている。

草本植物群落が発達すると、洪水による冠水時に微細土砂や有機物が捕捉される。これは砂州や河岸の一次遷移を加速させることになり、一次遷移に伴って侵入する樹種に対しては侵入しやすい環境を作り上げる。

過去の砂利採取やダムや堰による土砂供給量の減少は、流域全体に及ぶ現象であり、影響範囲は広い。

草本植物群落に対しては、土砂の輸送が減少することで、新しい土砂が表層に堆積することで群落を破壊したり、表層栄養塩濃度を低下させる効果は減少し、それでも微細土壌は堆積し水分供給は行われるために、草本植生の生長は促進され、草本群落は拡大する。また、土砂供給量の減少は、河道内の砂州や河岸を安定させる。そのため、砂州や河岸の比高の高い場所では、徐々に一次遷移が進行し、土壌は富栄養化し、よりバイオマスの大きい植生の侵入を可能にする。

木本植物群落はパッチ状に形成され、砂州や河岸においては、必ずしも大きな面積を占めているわけではない。しかも、多くは洪水によって種子を散布するため、必ずしも草本群落の成立後侵入してくるものでもない。また、パイオニア的に比較的早くから侵入するものと、ニセアカシアやシンジュのように微細土壌が堆積した場所を好むものと大きく二つに分けられる。いずれにしても、河床の表面が安定することは種子や流枝の定着率が向上する。また、河道内の地形が安定することで、比高の高い所では一次遷移が進むため、ニセアカシアやシンジュ、オニグルミ等の比較的比高の高いところに生育する樹

種においては群落の拡大が加速される。

このような理由で、土砂供給量の減少は、草本植物群落、木本植物群落共に増加させることになる。また、この影響は、流量の減少と異なり、時間の経過と共に流域全体に及ぶ。土砂供給量の減少が一部の河川を除き全国的な現象であることを考慮すれば、全国的な藪化・樹林化の最も大きな要因は、砂利採取やダム、堰の建設によって河道内への土砂の供給量が減少したことにあると考えられる。

2) 植被率の歴史の変遷

河道の樹林化はこうした植生の自然の生長や枯死の他に、人為的な伐採にも大きく影響を受ける。図-2は1946～48年、1975～1978年、2010年の三つの時代における植被率の変遷を示した図である。第二次世界大戦直後の1946～1948年には、河道内にはほとんど植生がなく、その後、それぞれの地域で共通に、徐々に植生が増加していったことが示される。ただし、それ以前と比較し、明らかに1975年以降は加速している。平成23年度にこの理由に関して報告してあるが、1970年代には、洪水の規模の大きい地域の植被率が低い値となっており、定性的な考察と合致したものとなっている。地域性についても概ね気候区の代表性を示したものとなっている。

また、近年の高い植被率は、1980年以降、加速度的に増加した結果であることがわかる。

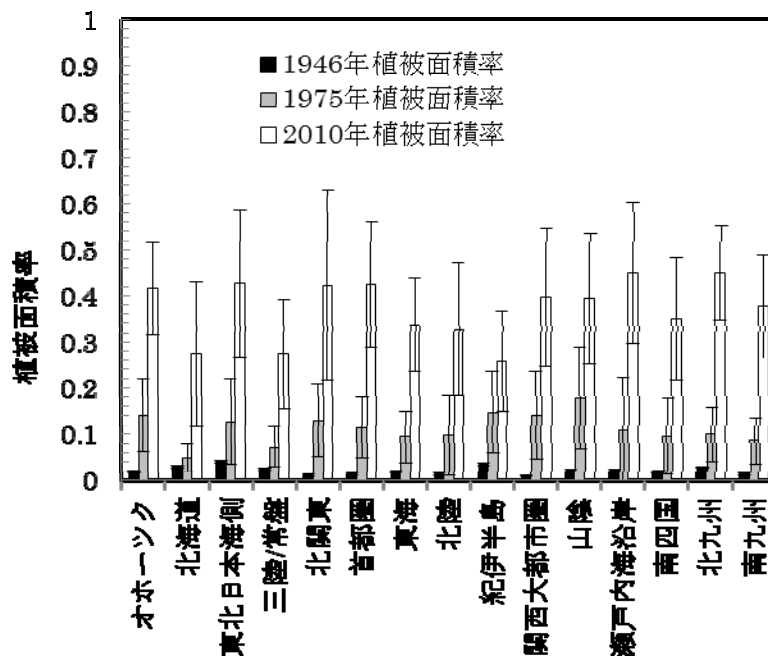


図-2 植被面積率の歴史の変遷

(2) 藪化・樹林化の直接的要因の評価について

河川土壌は貧栄養であり、植生の生長には土壌窒素濃度が律速栄養塩となるため、草本類の生長は土壌の窒素濃度に大きく依存する。

貧栄養であっても、樹木は、洪水特性と種子散布の特性が一致することで、侵入・定着する。そのため、草本群落の成立には窒素濃度の影響が大きいものの、樹林化の過程においては、樹木の直接的な定着と一次遷移によるものと二つの過程が存在する。前者は、樹種と洪水の特性に依存し、後者は窒素収支量に依存する。

系外との間の窒素循環の過程としては、大気負荷、窒素固定、脱窒があり、これらの特性を明らかにした。草本バイオマスの増加には、近年のこうした窒素負荷の増加の影響が大きい。

樹木の形態観測結果から、樹木の生長予測及びそれに伴う窒素循環量の定量的評価を可能にした。さらに、草本バイオマス量を、土壌窒素濃度、土壌粒径及び樹木との競合量との関数として評価すること

を可能とした。

1) 樹林化を生じている河道区間において、遺伝子解析等を利用して樹木の侵入・定着過程の定量化対象とした樹種（ニセアカシア、ヤナギ類、アキグミ）について樹木の侵入・定着機構を解明・評価した結果、侵入・定着位置は、種子散布時の洪水水位、土壌特性を用いて、下表のとおり、ほぼ特定できる。

表-1 侵入・定着機構

	ヤナギ類	ニセアカシア	アキグミ
種子発芽のための洪水特性	砂州上の他の植生の繁茂がない場所で、それぞれの種の種子散布の時期から3週間以内に生じた洪水時において堆積が生じた場所	砂州上において、8月および9月の洪水の最高水面から1mの深さまでの場所	砂州上において、11月～4月に生じた洪水の最高水面から50cmの深さまでの場所
定着する土壌特性	タチヤナギは細粒土砂($D_{50} < 0.1\text{mm}$)が堆積した場所 カワヤナギは砂分($1\text{mm} > D_{50} > 0.1\text{mm}$)が堆積した場所	冠水時に主として細粒土壌が堆積した場所、上流に大きな群落が存在する場合は粗粒河床にも定着	粗粒河床($D_{50} > 20\text{mm}$)で冠水時に河床材料が移動しない場所
初期萌芽密度	30/m ²	0.3/m ²	0.8/m ²
自己間引きによる個体数の設定	樹齢の2乗に反比例	$0.3 \frac{8^4}{8^4 + \text{AGE}^4}$	樹齢の1/2乗に反比例

2) 一次遷移を進行させる栄養塩の特定と、砂州上におけるその収支・循環の過程の定量化

砂州上における植物成長の律速栄養塩は窒素であり、根が浅く生長期間が短い草本類で顕著である。砂州上の窒素循環のイメージは図-3のとおりである。

砂州は、頻繁に冠水、河川水で洗浄された土砂で構成されているために、土壌中の栄養分の濃度が低い。さらに、河床を構成する土壌の粒径は粗く透水係数が高いことから、間隙水の高さは低く、標高が低く地下水位までの高さの差が小さいところを除いては土壌水分の濃度が低い。これに粗い土壌が重なり、植物にとって、本来少ない栄養塩はさらに吸収し難くなっている。

こうした理由から、砂州上における植物の生長に際し、土壌中の栄養塩（+水分）が律速となっている場合は極めて多い。河岸や砂州上での植被率と、河川水中の栄養塩濃度との間には高い相関が得られる。さらに、平成23年度の結果から、他の条件が満たされれば、草本植生のバイオマス量は砂州上の土壌の窒素濃度の関数として得られる。

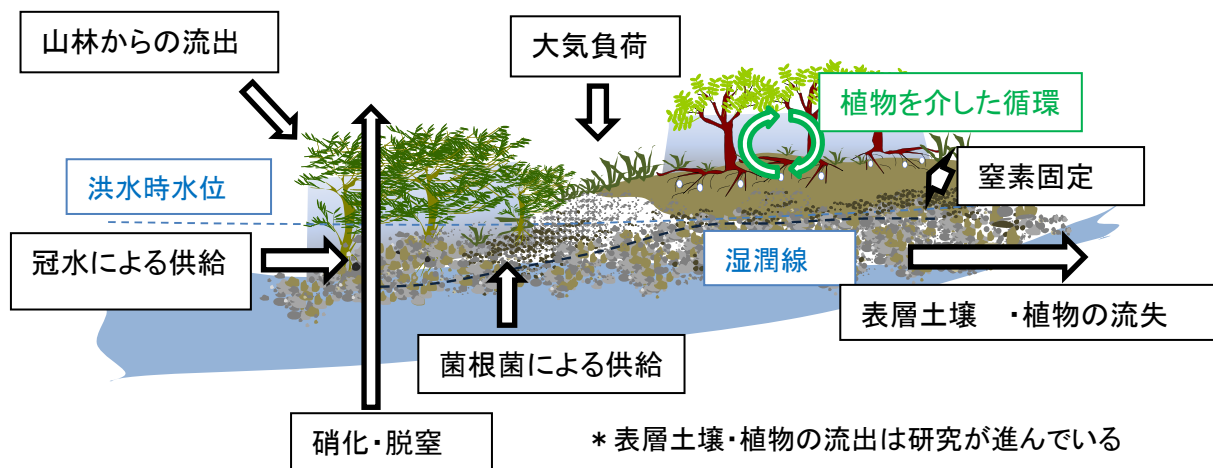


図-3 砂州上の栄養塩循環

3) 環境要因と植物のバイオマスの関係の把握及びそれに基づいた植物を介した循環量の定量化

草本類のバイオマス量と土壌窒素濃度及び土壌粒径の関係について、現地観測により調査した。土壌窒素濃度、土壌粒径によって律速された草本類のバイオマス量については、図-4 および図-5 に示す関係があることが分かった。これに基づいて定量化するための関係式について表-2 のとおり設定した。

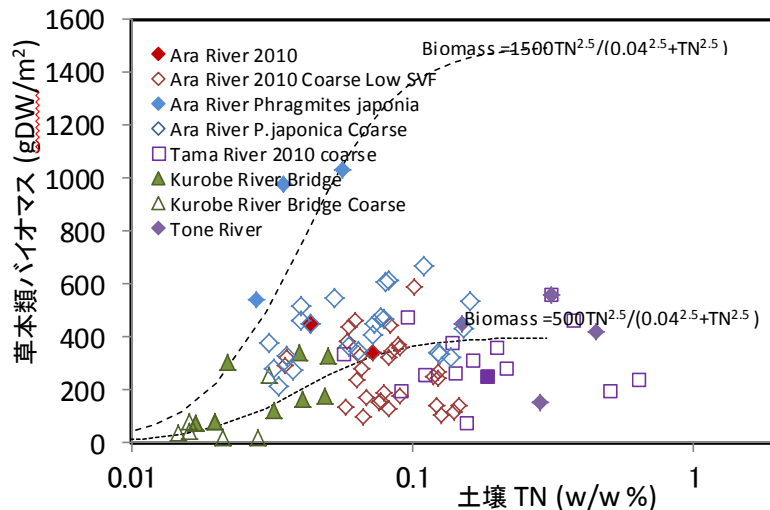


図-4 土壌窒素濃度と草本類バイオマスの関係

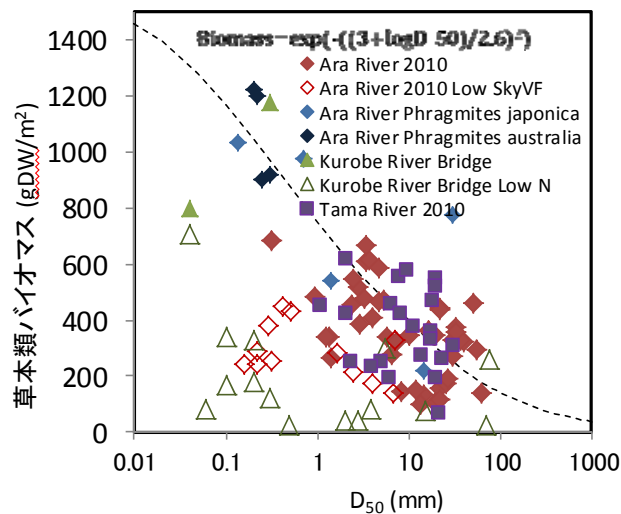


図-5 土壌粒径と草本類バイオマスの関係

表-2 バイオマス量の定量化結果

	大型イネ科植物群落	他の植物群落
土壌中TNによって律速されたバイオマス量 (gDW/m ²)	$AGB_G = 1500 \frac{TN^{2.5}}{0.04^{2.5} + TN^{2.5}}$	$AGB_o = 500 \frac{TN^{2.5}}{0.04^{2.5} + TN^{2.5}}$
土壌粒径D ₅₀ によって律速されたバイオマス量 (gDW/m ²)	$AGB_G = 1500 \frac{2.5^3}{2.5^3 + (2 + \log(D_{50}))^3}$	$AGB_o = 500 \frac{2.5^3}{2.5^3 + (2 + \log(D_{50}))^3}$

(3) 藪化・樹林化の評価モデルの開発について

観測に基づく以上のような過程を組み合わせることによって、砂州上の植生の遷移の予測を可能にするモデルを開発し、CommonMPに登録を行った。モデルは、土壌栄養塩モデル、樹木生長モデル、草本バイオマスモデルからなり、藪化・樹林化の過程に基づいたものである

さらに、2次元河床変動モデルと結合することによって、河道内の植生管理システムとして開発、荒川、黒部川等に適用し、十分な再現性が得られることを確認した。

1) 解析モデルの全体像

①解析モデルの全体像 (H23年度開発モデル)

解析モデルの全体像を図-6に示す。解析モデルは大きく分けて、以下に示す4つのモデルを構築し、それらを統合したものである。

- 洪水時の流況・河床変動 → 一般座標系の平面二次元河床変動解析モデル (混合粒径)
- 草本群落の拡大 → 草本生長・群落拡大モデル (栄養塩の影響を反映)
- 樹木群の生長・拡大 → 樹木群生長・群落拡大モデル
- 砂州上の栄養塩循環 → 砂州栄養塩収支モデル

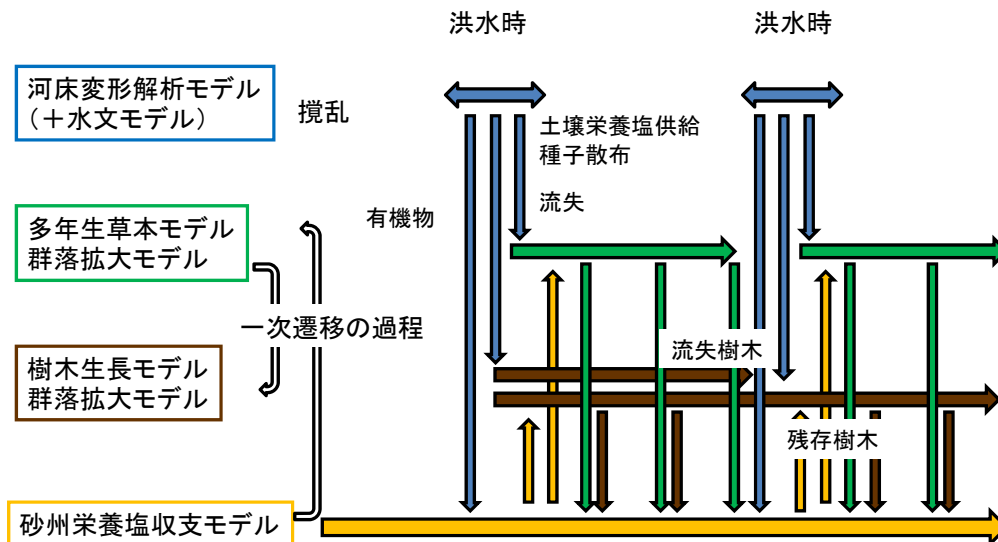


図-6 解析モデルの全体像

i) 一般座標系の平面二次元河床変動解析モデル (混合粒径)

草本・樹木群の生長・拡大、流失による洪水時の流況・河床変動への影響を把握することが可能なモデルとして、一般座標系の平面二次元河床変動解析モデル (混合粒径) に以下に示す機能を付加している。

【付加する機能】

- ・ 洪水期間中の水深と植生高比、草本倒伏状態による抵抗変化を反映
- ・ 植生侵入・生長、流失による地被変化を反映
- ・ 樹木群侵入・生長による樹木群諸元を別途算出し、透過係数から粗度係数へ換算
- ・ 鉛直方向の層別粒度構成比を設定

ii) 草本生長・群落拡大モデル (栄養塩の影響を反映)

草本は、草本全体のバイオマス量を解析するモデルとして、栄養塩濃度 (窒素)、土壌条件 (粒径)、樹木等の陰影等の影響を反映可能な解析モデルとする。なお、草本の侵入・拡大は、平常時の水位以上を侵入可能エリアとし、樹木群エリア、栄養塩、土壌等の条件でバイオマス量を算出するものとする。

iii) 樹木群生長・群落拡大モデル

樹木群の生長は、各主要樹種ごとに、胸高直径と各樹木諸元のアロメトリー式を作成し、樹齢に応じ

た生長諸元を求めるモデルとする。なお、樹木群の侵入は、種子活着の条件、及び生長時の自己間引き（密度変化）によりモデル化する。

iv) 砂州栄養塩収支モデル

砂州上では、図-7に示す草本類、樹木群、大気、洪水供給など、栄養塩循環が行われており、これを表現する解析モデルの開発を行う。

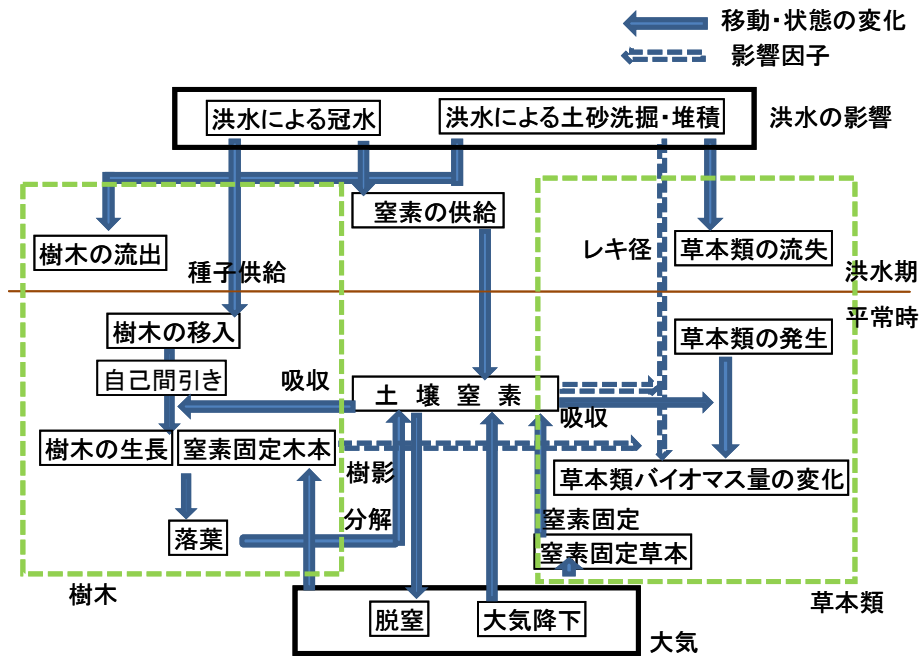


図-7 植生モデルの概要

v) 各解析モデルの統合化

河道内地形変動予測モデルと土壤栄養塩動態モデル（植生消長モデル）の結合は、図-8に示すように、毎年、融雪期、洪水期の期間に対し、各モデルの計算を実施し、その結果を平面二次元河床変動解析へ反映させるものとした。

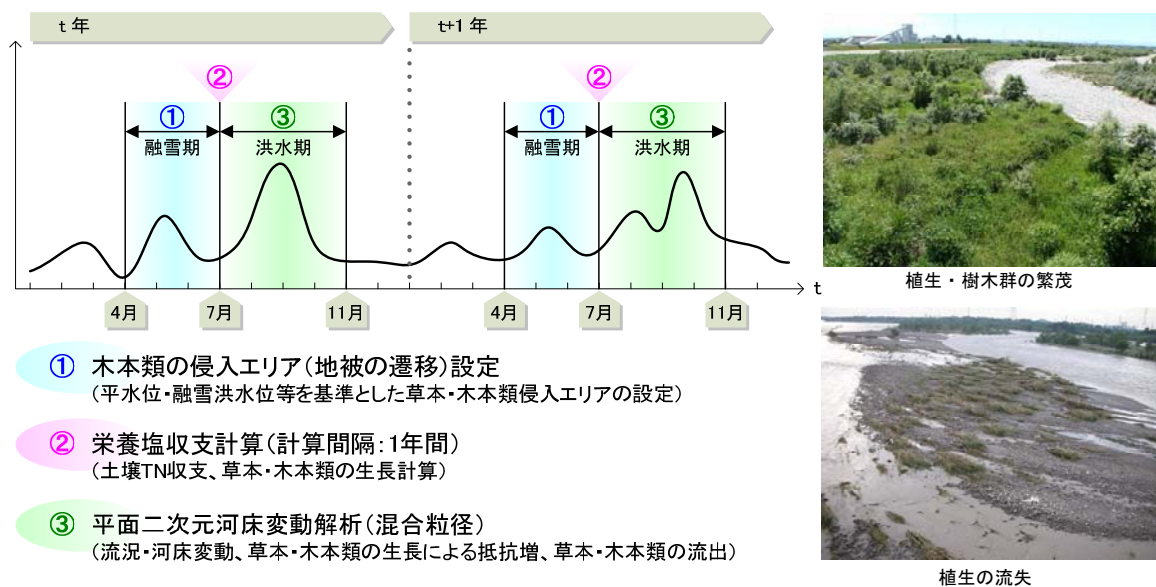


図-8 河道内地形変動予測モデルと土壤栄養塩動態モデル（植生消長モデル）の結合

2) 検証計算結果

構築した平面二次元流解析モデルの妥当性を確認するため、H12～H18の流況を対象に、河床変動高、植生・樹木の侵入・定着分布の再現性を検証した。検証計算条件について、表-3に示した。

表-3 検証計算条件（長期検証）

項目		設定概要（長期検証）
解析対象区間		荒川 78.0k～81.2k 区間（熊谷地区の砂州を対象）
地形	平面形状	最新平面図より堤防、低水路法線を把握
	河床高	洪水前：H12年測量データ 洪水後：H16年測量データ
ハイドログラフ	下流端水位	H12河道HQ式（準二次元不等流計算による結果）
	上流端	実績流量（寄居観測所流量：年平均最大流量程度以上の洪水）
粗度係数	低水路	H19.9洪水の逆算粗度係数
	高水敷	初期はH12年航空写真から被地タイプを設定 粗度係数は、草本の生長、洪水時水深、倒伏状況から設定
樹木群	【初期値】 樹木エリア：H12年航空写真から設定 樹木諸元：H18年樹木調査から各樹種の平均的な諸元を設定	
	【生長】 樹木生長：アロメトリー式により生長諸元を算出	
河床材料		H20年度調査結果
流入土砂量		上流端を平衡河床と仮定し、掃流力見合いの流砂量を設定

また、検証計算は、以下の5ケースについて実施した。

ケース1：植生・樹木群の流失・生長なし

ケース2：植生・樹木群の流失・生長あり（粒径成制御なし）

ケース3：植生・樹木群の流失・生長あり（粒径成制御あり）

※ヤナギ、ニセアカシヤ：粒径1mm以下が10%以上

ケース4：植生・樹木群の流失・生長あり（粒径成制御あり）

※ヤナギ、ニセアカシヤ：粒径1mm以下が15%以上

ケース5：植生・樹木群の流失・生長あり（粒径成制御あり）

※ヤナギ、ニセアカシヤ：粒径1mm以下が20%以上

平面二次元流解析モデルによる長期検証計算結果（ケース1～5）について、以下に整理した。

- ・ 樹木群の侵入条件として粒径制御を考慮していないケース2では、樹木群の侵入・定着がほぼ低水路全体に及んでおり、実績よりも過大な植生・樹木エリアとなっている。
- ・ 一方、粒径制御ありの場合は、樹木群の侵入・定着エリアは限定されることになり、粒径1mm以下のパーセントを大きくするほど、ヤナギ・ニセアカシヤの分布が小さくなっている。
- ・ H18年の航空写真、及び樹木群調査結果より、実績に最も近い植生分布は、ケース4の粒径1mm以下を15%以上含む場合である。これは、初期の低水路裸地における粒度構成が1mm以下10%以下であることを踏まえると、草本侵入等により細粒土砂が補足されて、砂成分以下を多く含むことになったと推察される。
- ・ このケース4における植生・樹木群の侵入・定着状況についてみると、水際部へのヤナギ繁茂、標高が少し高いエリアにニセアカシヤが繁茂することを再現している。
- ・ ケース4（粒径制御：粒径1mm以下を15%以上含む）における地被タイプと樹齢の分布では、H19年に発生した大規模洪水により、H18年まで拡大した植生・樹木群の大部分が流失し、その後、水辺を中心にヤナギが再侵入していることが表現できている。

以上のことから、本解析モデルは、冠水状況や表層の粒径を樹木群侵入条件にすることで、実際の樹木拡大状況を概ね再現できるものと判断した。

航空写真で示した実績の植生変化に対して、各ケースの計算実施後の草本類・木本類の侵入・拡大状況を比較した結果について、図-9に示す。

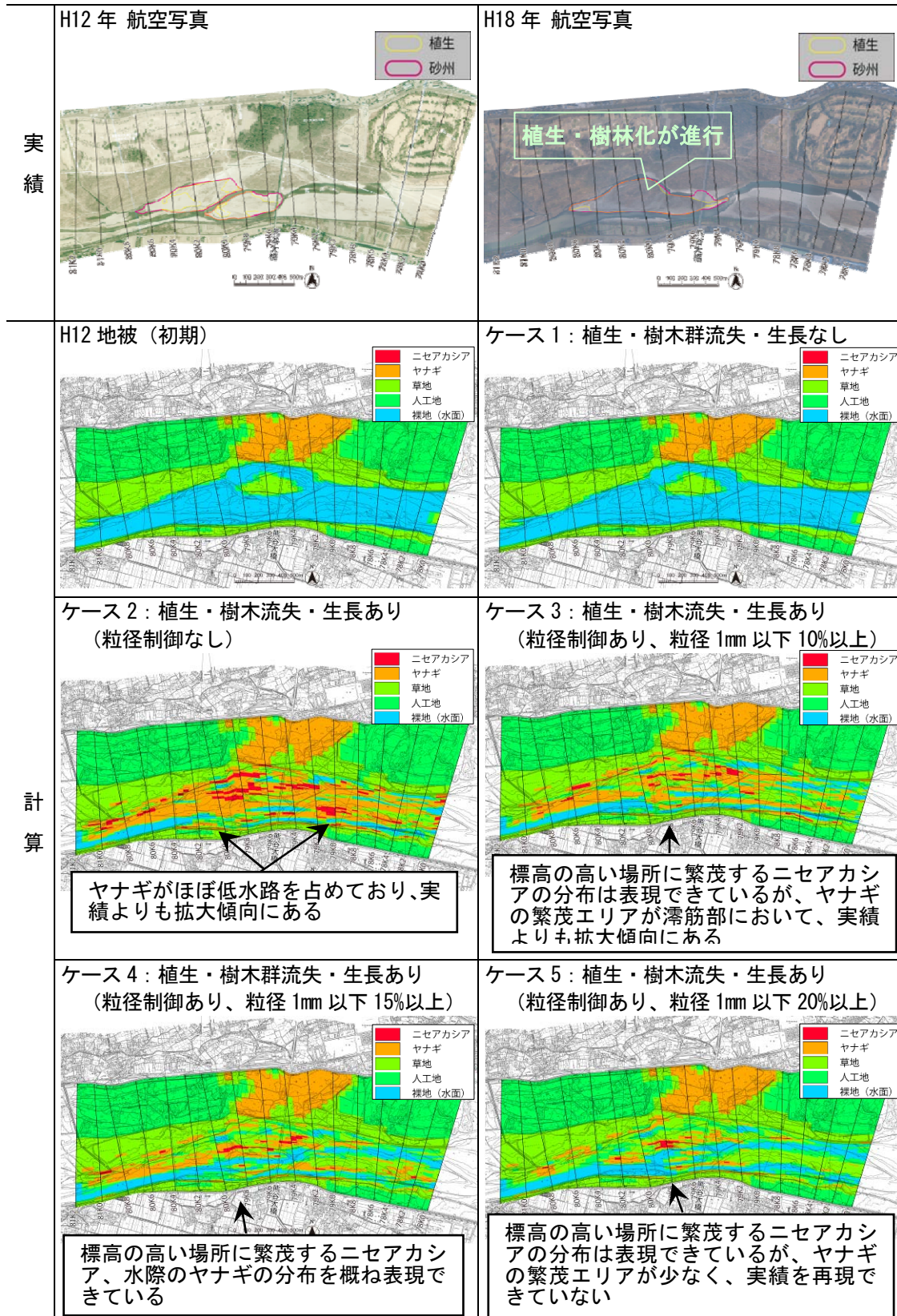


図-9 砂州上の地被タイプの再現結果 (草本類と木本類の拡大)

(4) 効率的な植生管理の提案について

(1) (2) の結果及び、(3) を実河川に適用することで、効率的な樹木伐採法、砂州の掘削法等の提案を行った。

1) ランニングコスト最小化を図る伐採サイクル

荒川熊谷砂州を対象に、新たに侵入・定着する樹木群の維持管理として、構築したモデルを用いて長期間のシミュレーションを行うことにより、伐採サイクルの違いによる植生分布、草本高さ、代表粒径(60%粒径)の変化を解析する。また、伐採コストを算出し、コスト最小化を図る伐採サイクルを把握する。

効率的に樹木群を維持管理する方法として、ランニングコスト最小化を図る伐採サイクルを提示する。検討ケースは以下の3ケースとし、伐採コストを比較した。

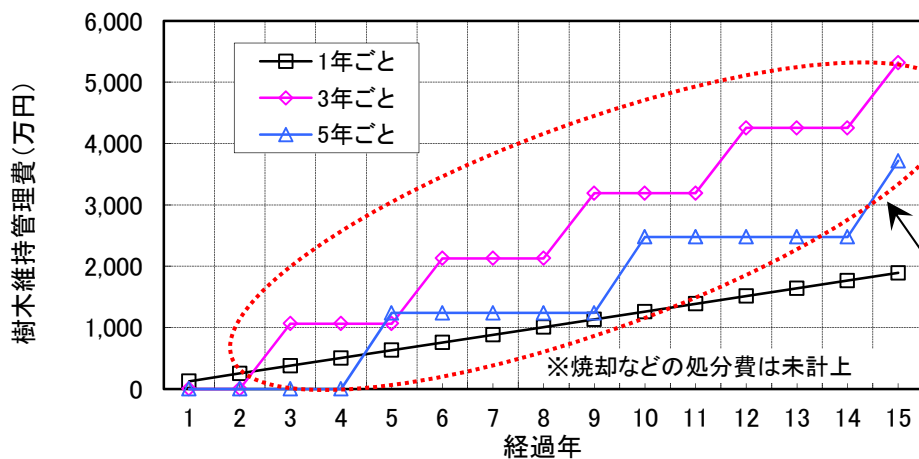
- ・ CASE1：幼木段階で伐採・伐根(1年ごと)
- ・ CASE2：ある程度生長した段階で伐採・伐根(3年ごと)
- ・ CASE3：ある程度生長した段階で伐採・伐根(5年ごと)

本解析結果から、伐採・伐根費用を整理した。ここで、洪水発生と伐採サイクルの関係で伐採・伐根費用にバラツキがあるため、長期的なランニングコストを比較する観点から平均伐採・伐根費用を算出後、それをもって15年間のランニングコストを整理した。

ここで、樹木伐採単価は、幼木、成木ごとに示されている単価を使用した。

最もランニングコストを軽減できる伐採サイクルは、毎年実施するケースである。一方、成木まで生長し、樹木本数も多い段階で伐採する3年毎では費用がかかる結果となる。

検討結果を整理すると図-10のとおりとなる。治水・環境上、問題がある樹木群エリアは、きめ細かな維持管理(幼木段階での伐採)がランニングコスト軽減に有効であると考えられる。また、樹木生長にともなう自己間引きにより、樹木本数はある一定値に近づくため、高木まで生長した段階で伐採を実施することもコスト縮減から有効と考えられる。



治水・環境上、問題がある樹木群エリアは、
細めな維持管理(幼木段階での伐採)がランニングコスト軽減に有効

図-10 長期間を踏まえた樹木維持管理費用

2) 河道改修による樹木群再繁茂抑制効果の検討

樹木の再繁茂を抑制する河道改修方法を検討するため、図-11に示す砂州を切り下げる高さに関する改修地形を作成し、本解析モデルによる植生消長の解析を行った。なお、砂州の切り下げ高さは、ヤナギなどの樹木群が侵入する冠水頻度に着目した表-3のケースの高さを設定することとした。

表-4 検討ケース

ケース	改修方法	備考
掘削 CASE1	平水位掘削	これまで多くの河川で実施されてきた改修方法
掘削 CASE2	融雪流量 115m ³ /s (5ヶ年平均) の水位以上を砂州を掘削	ヤナギの侵入・定着の条件である融雪水位以下のエリアを少なくし、ヤナギ侵入を抑制
掘削 CASE3	融雪流量 290m ³ /s (5ヶ年最大) の水位以上を砂州を掘削	CASE2 よりも融雪水位以下のエリアを少なくし、ヤナギ侵入を抑制
掘削 CASE4	夏期洪水流量 620m ³ /s (10ヶ年最小流量) の水位以上を砂州を掘削	年1回発生する洪水で攪乱させ、樹木繁茂抑制を図る
掘削 CASE5	平均年最大流量 1,920m ³ /s の水位以上を砂州を掘削	冠水するエリアを極力少なくし、樹木繁茂抑制を図る

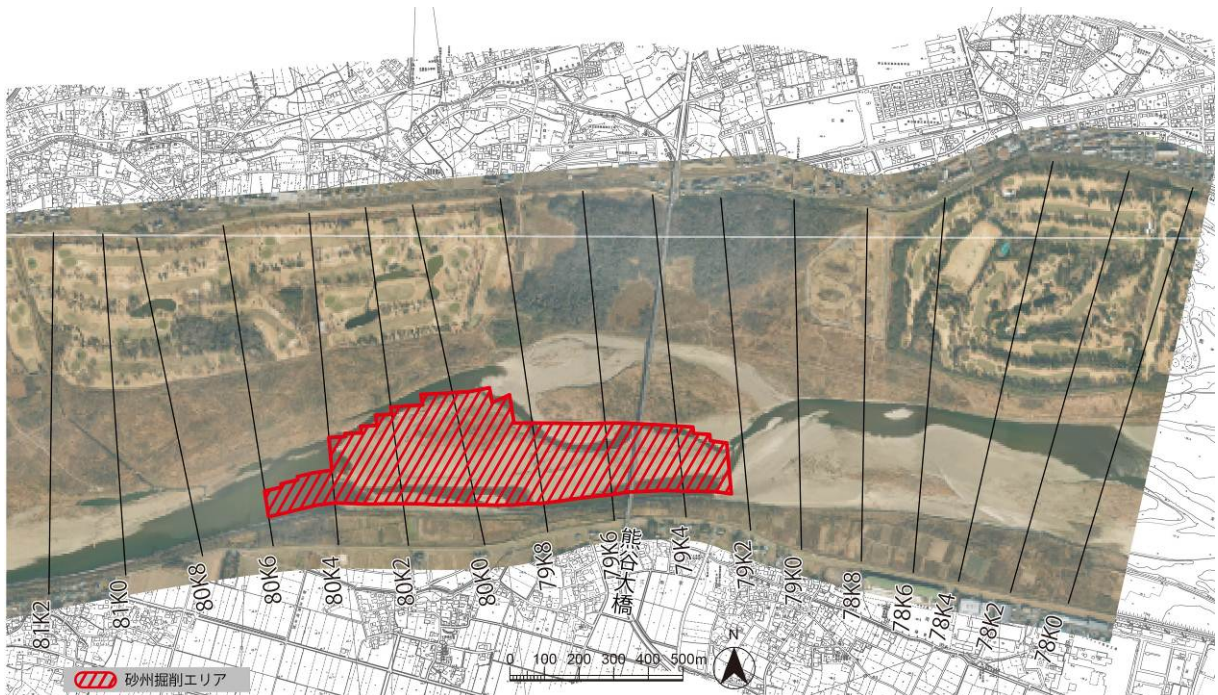


図-11 砂州掘削エリア

各樹木伐採エリアにおける7年後地被タイプを図-12に示す。なお、ここで7年後地被を整理したのは、8年目の流況がH19.9洪水で大規模洪水であり、大部分の植生・樹木群が流失してしまう関係で、樹木伐採効果の比較が困難であるためである。

平水位掘削や融雪水位掘削(5ヶ年平均流量)では、砂州掘削エリアにヤナギの侵入が顕著であり、成木が広範囲に分布する。また、掘削高が少し高くなる融雪水位(5ヶ年最大流量)においても、同様の傾向にある。

夏期洪水水位(10ヶ年最小流量)で掘削した場合、ヤナギ繁茂は見られるものの、流下方向に縦長の分布となる他、幼木のものも多い。さらに掘削高を高くした平均年最大流量においては、砂州の対岸である右岸側にもヤナギ侵入・定着が現れており、成木まで生長しているものが多くを占める。

以上のことから、年1回程度は冠水する10ヶ年最大流量程度を砂州切り下げ高にすることが洪水による樹木流失等を見据えた場合には有効となると考えられる。

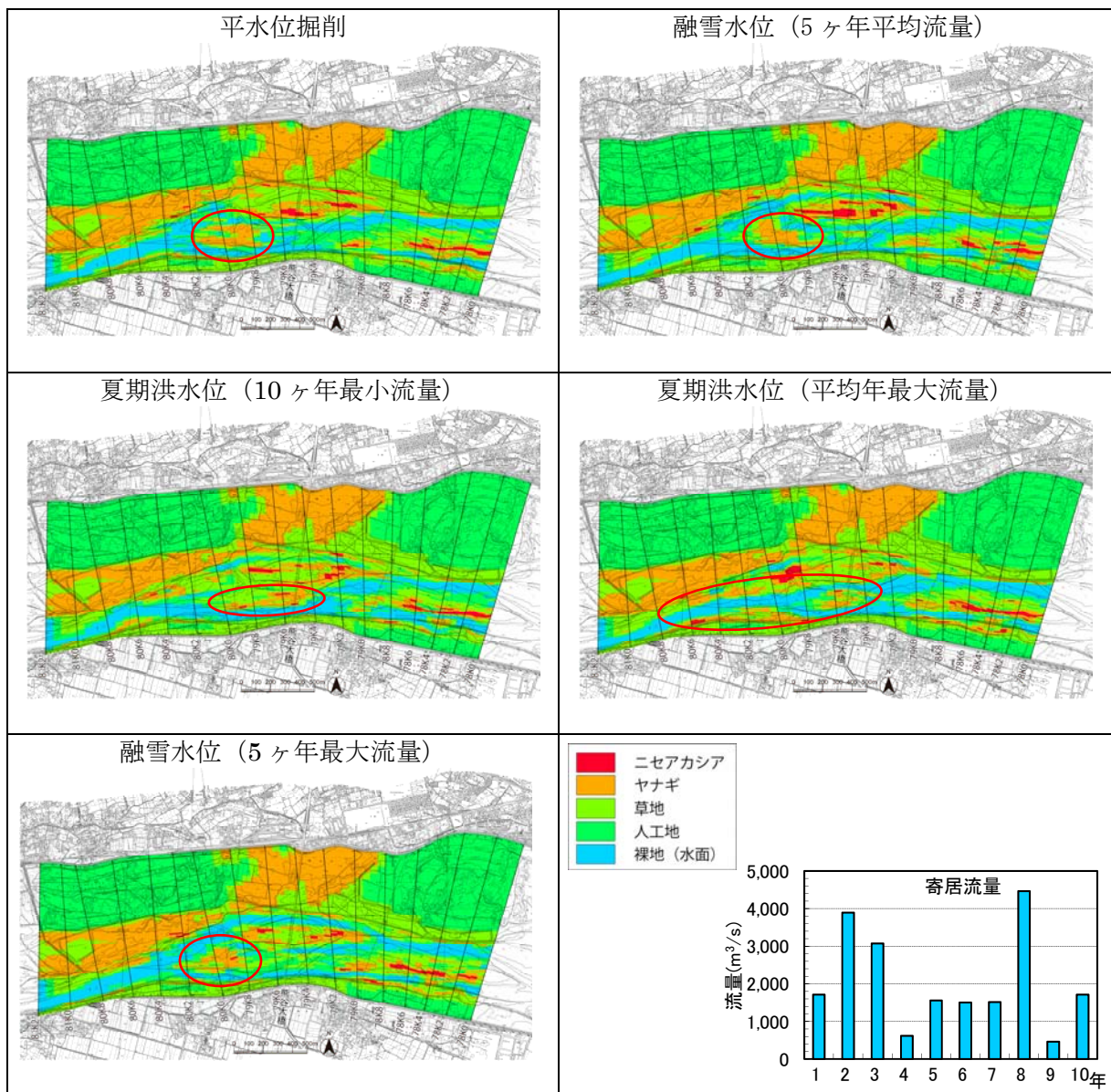


図-12 計算結果 (7年後地被タイプ)

【4】今後の課題・展望

本事業で開発された藪化・樹林化の予測モデルのスキームは、実際の過程に基づいたものとなっており、今後採られる様々なデータを導入していくことが可能である。一方で、このスキームによる予測モデルは現存する唯一のものと考えられ、これまで、こうした観点から採取されたデータも限られている。異なる樹種や草本について、今後、現地データを採取、モデル上に組み込んでいくことによって、適応範囲を広げていくことが重要である。

モデルの改良、発展としては、以下の方向が考えられる。

- 1) 現段階では、ヤナギ類、ニセアカシア、アキグミを対象にモデルが構築されているが、洪水によって種子散布を行う他種において、データを採取、モデルに導入していくことが重要である。
- 2) 草本類の解析においては、大型のイネ科植物や窒素固定を行う種等が群落を形成する土壌、水文条件を詳細に調べ、モデルに導入していくことが必要である。
- 3) 現段階の二次元河床変動モデルでは、砂質層の薄い堆積等については十分記述できない。ところが、洪水に伴って侵入する種は、こうした洪水時の土砂の堆積に大きく依存する。物理モデルの進展に伴って、こうした点の改良も必要である。

河道内の植被率については、わが国の傾向についてはほぼ把握することができた。しかしながら、地理学的観点から考えると、気候や水文、人為条件の異なる周辺諸国の状況との比較検討は重要な課題である。

河道内の樹林化はわが国に限った現象ではなく、欧米を含む多くの国で生じている現象である。気候や水文、植物種等に差はあるものの、本解析で用いた手法は、海外においても適用可能なものと考えられる。今後、海外への技術移転等も考えた取り組みも必要である。