

渡良瀬川中流域における河道特性と 河道内樹林化について

Study on the Excessive Growth of Reverine Trees in the Watarase River

清水義彦*, 小葉竹重機*, 赤羽忠志**, 藤田浩***, 小松みわ子****

Yoshihiko SHIMIZU, Shigeki KOBATAKE, Tadashi AKABANE, Hiroshi FUJITA, Miwako KOMATSU

1. まえがき

近年、河道内植生の著しい繁茂によって樹林化が進み、河川管理上の問題となっている箇所が少なくない。河道内樹木は河川環境を構成する重要な要素であるが、同時に過度の樹林化は治水上の対策事項で、環境保全の立場から放置するか、あるいは治水の立場から伐採するかの仕分けには明確な判断基準を確立しなければならない。そのためには、実河道における樹林化の進行過程やそれに伴う様々な水理現象の理解を積み重ねて行く必要がある。こうした背景を受けて、本研究では利根川支川の渡良瀬川中流域を対象とし過去30年間（昭和40年以降）の資料から最近の河道特性変化と、樹林化の進行（とくにニセアカシアによる樹林化の進行）、それに伴う河道地形の変化についての基礎的な検討を行った。

2. 調査対象地域の概要

渡良瀬川は利根川最大の支川（流域面積2,600 km²）であり、利根川との合流点から56kmの区間が建設省直轄区間である。調査対象区間は利根川合流点からの52.4km地点から46.4km地点までに至る6km区間で、この区間には狭窄部（赤岩橋付近51.4km）や中州、高水敷が豊富にあり、ニセアカシアやヤナギによる樹林化が顕著に進んでいる（写真1, 2）。調査区間上流56km地点付近から、渡良瀬川が山地河道から扇状地河道にかわり、調査区間での河道特性はセグメント1に分類される勾配の急な粗い礫床河川である（平均河床勾配は1/125, 平均粒径71.8mm）。また、その上流78km地点には昭和52年に完成した草木ダム（有効貯水量5,050万m³）があり、出水時には流量調節された流況が与えられる。

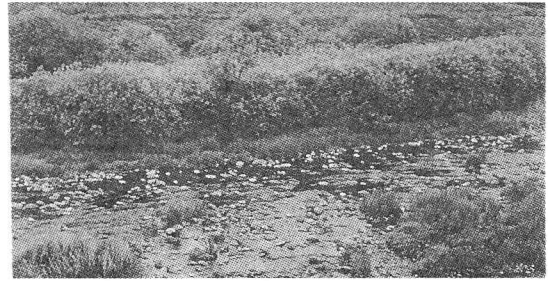
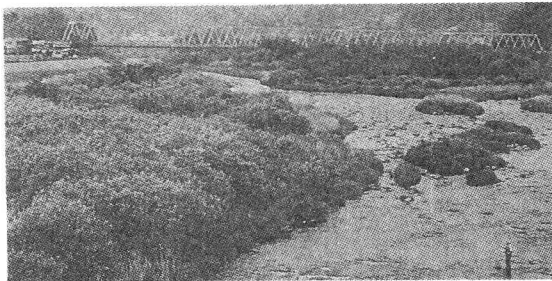


写真1 比高の低い砂州に繁茂するヤナギ群落（50km 付近、平成9年6月撮影）

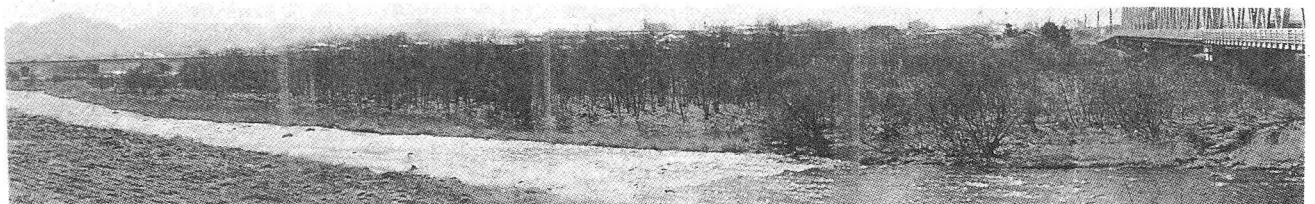


写真2 中州におけるニセアカシアの樹林化（50.8km 付近、平成9年12月撮影）

キーワード：河道特性、河床低下、河道内樹林化、ニセアカシア、河相、地形変化

* 群馬大学工学部建設工学科（〒376-8515 群馬県桐生市天神町1-5-1, shimz@ce.gunma-u.ac.jp）

** 建設省渡良瀬川工事事務所, *** 建設省常陸工事事務所, **** 群馬県庁

図1は、調査区間の直上流（高津戸流量観測所56km地点、一部観測値欠損のため足利の観測値も併記）における昭和36年以降の年最大流量を示したもので草木ダム運用前後で分けて示した。計画流量は $3500\text{m}^3/\text{s}$ で、図には記していないが、昭和22、23年にも計画規模程度の出水（カスリン台風、アイオン台風）も経験しており、雨の降り方のちがいを考慮してもダム運用後は $1000\text{m}^3/\text{s}$ クラスの中規模出水に平滑化されていることが分かる。この $1000\text{m}^3/\text{s}$ クラスの流量の確率率はダム完成後ではほぼ2、3年に相当している。

以下、解析に用いた資料は建設省から提供された河道横断面図、平面図、航空写真、高水敷整備・樹木伐採記録などであるが、すべての年度にわたっては資料が揃っていないことから、河道地形の変化が干満で形状が似ている間は1つのグループとしてまとめ、3つの期間でそれぞれの特徴を抽出した（期間1：S41-S51、期間2：S52-H2、期間3：H3-H7）。

3. 河道特性と樹林化の概要

図2は各期間における河道平面形を比較したもので、S41の計画規模の出水前後でみお筋が大きく変化した箇所（47km～48km地点）もあるが、経年変化とともに単列交互砂州の形となっており河岸水衝部位置の変化もなくほぼ固定化している。図3は固定化された水衝部の例として48.4kmの河道横断面図を示したもので、これより、堤防近傍の河床洗掘は顕著で経年的に進行し、断面形が複断面化する様子が分かる。また、こうした低水路の河床低下は平水時の陸地化面積を拡大している。

51.4km付近には狭窄部があってその上・下流には大きな州が形成されている（写真3）。狭窄部上流側では疎通能力の低下によって土砂の堆積傾向があり、狭窄部では洗掘（河床低下）、一方、その下流では掃流力の減少から土砂堆積傾向を産み易い。こうした条件から、狭窄部前後の州や中州が比較的安定して存在し、そのため低水路自身も固定化される傾向にある。さらには、こうした状況が植生繁茂の場となる高水敷、州を継続して与えるため、それらの上で樹林化が生じる一つの要因となっている。

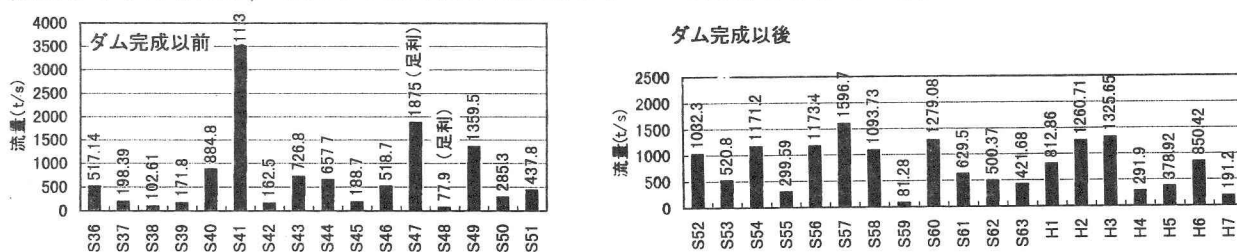


図1 年最大流量の時系列

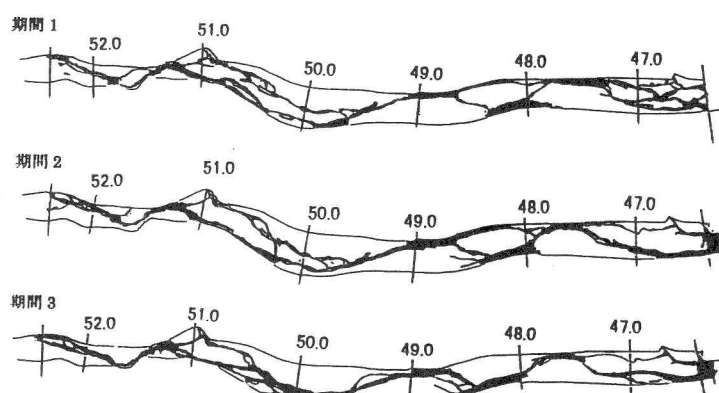


図2 河道平面形の変遷

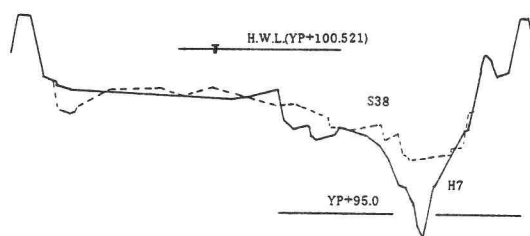


図3 水衝部付近の横断面形



狭窄部

写真3 中州Vの平面形と樹木の繁茂

そこで、6つの州に着目して樹林化と地形の経年変化を調べた。図4に調査対象とした州の位置を示す。ここで、州Ⅰ、Ⅴは狭窄部直下流に形成され、とくに、Ⅴは大きな中州となっている。また、州Ⅱは狭窄部直上流にあり、これらの州は各期間において安定して存在している。州Ⅳは、期間1のときには明確な州として存在してなく樹木は全く存在していないものであり、州Ⅲは期間1、2で高水敷整備されたものである。

これらの州の面積変化と、それを占有する領域として人工地、植生地、裸地の3つに区分し、図5に示した。ここで、植生地は樹木が存在する箇所を意味し、いずれも航空写真から求めたものである。建設省から提供された航空写真はほぼ同じ時期（冬季）に写されたものであり、木本類か草本類かは色の濃淡で区別した。ただし、植生の繁茂した時期（6月）と、同じ年の12月に撮影された航空写真とを比較し、現場の踏査の結果も考慮して、濃淡での木本類と草本類の区分が可能であることを確認している。図5から、すべて州において樹林化傾向が顕著なことが分かる。各調査期間のスペンは約10年であるが、各期間の間に平均して約15%から20%程度の植生域の拡大が見られる。最近では（期間2から3にかけて）、とくに植生繁茂の著しい州Ⅴでは25.6%、州Ⅳでは40.4%の樹林化を示している。さらに同図より、樹林化の顕著な州では州の面積自体も拡大している傾向が読みとれる。

そこで、図6に、州の拡大と、その上での植生（樹林）の変遷および横断面形の経年変化を示した。これより、経年的に州の拡大とその上の顕著な樹林化傾向が読みとれる。とくに、州Ⅴは下流側への面積拡大とともに樹林化が顕著に進んでいる。これは、州Ⅴが狭窄部下流にできた中州で、前面は中規模出水でもフラッシュされ、面積拡大も緩慢で植生の継続的な繁茂も生じにくいことに起因している。一方、中州の51kmより下流では樹木の繁茂も著しく、横断面形の比較から経年的に州の河床上昇が認められる（一*一は期間1、一は期間3を示す）。図7には中州Ⅴ上の地点（51km）における河床材料の粒度分布について、昭和49年と昭和56年に調査したものを示した。ともに水際において採取されたもので（表層から30cm程度を除いた下層材料）、経年的に構成材料が細くなっていることが分かる。

中州の経年的な面積拡大は樹林化とともに横断・縦断方向に生じているが、とくに、樹木群によって覆われた州の背後では流速の低下から土砂の沈降・堆積が生じ易く、比高を増大して州が下流方向へ拡大・陸地化していくことが示唆される。

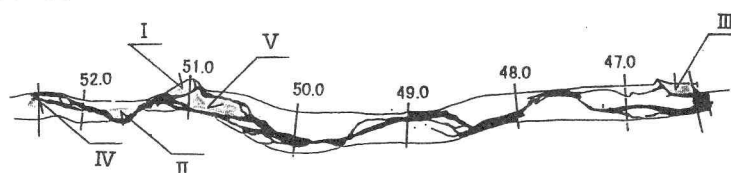


図4 調査対象とした州の位置

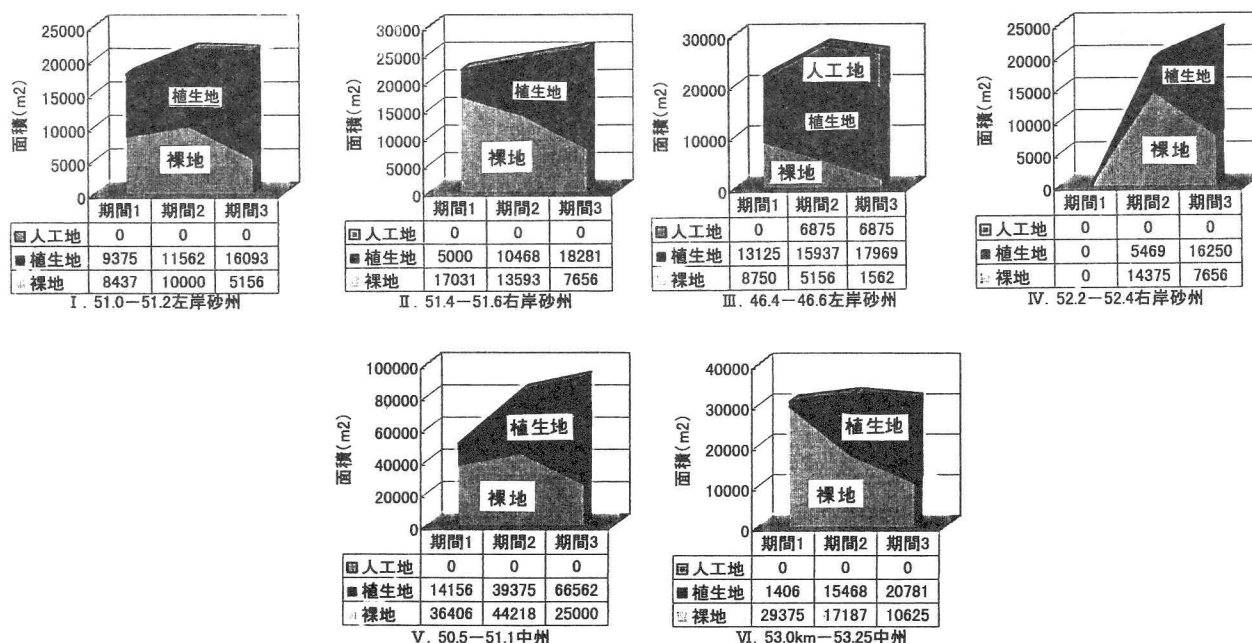


図5 州の面積と占有領域の経年変化

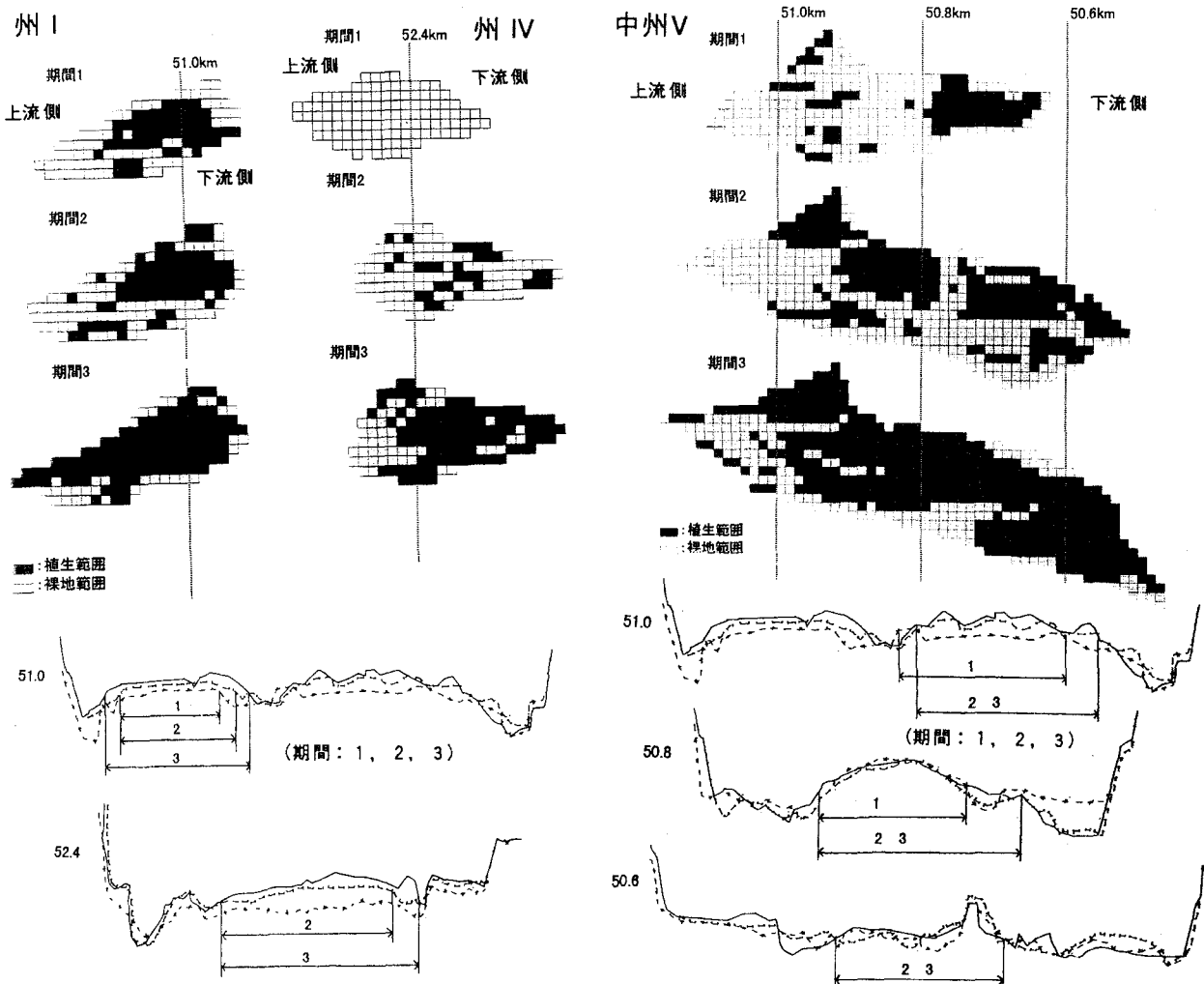


図6 州の地形変化と樹林化の進行

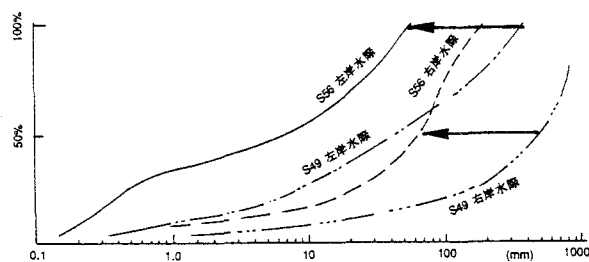


図7 州(51km 付近)の水際付近の粒度分布の経年変化

4. 中州におけるニセアカシアの樹林化

調査区間全体にわたってカワヤナギとニセアカシアが主な樹木種であり、カワヤナギは水際、ニセアカシアはそれより比高の高いところで住み分けて繁茂している(写真1, 2)。ここでは、中州Vで樹林化しているニセアカシアに注目し、その繁茂状況を検討する。こうしたニセアカシアの樹林化は渡良瀬川の調査対象外の区間のみならず、他の河川にも多く見られている⁴⁾。

中州Vでは、上流側先端では木本類の全くない領域(しばしばフラッシュされる領域、写真3参照)があり、下流にかけて徐々にニセアカシアの林が形成されている。図8はそれらの代表的な河床材料の粒度分布(河床表層)を示したもので、中州先端付近では渡良瀬川本来の河相(セグメント1)を特徴づける河床材料特性が得られるものの、樹林地内の河床ではシルト分も含む微細砂がほとんどで、表層には大型の砂礫成分はきわめて少ない(図8の中州先端部の粒度分布では、2cm以下の粒径成分は除いて表示している)。植生の繁茂する状況でのこうした河床材料特性は藤田ら¹⁾が指摘していることと一致しているが、細粒成分

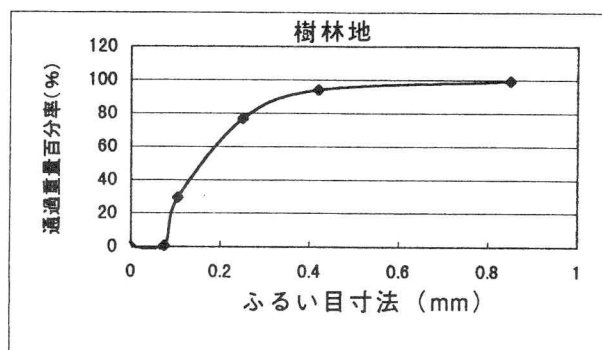
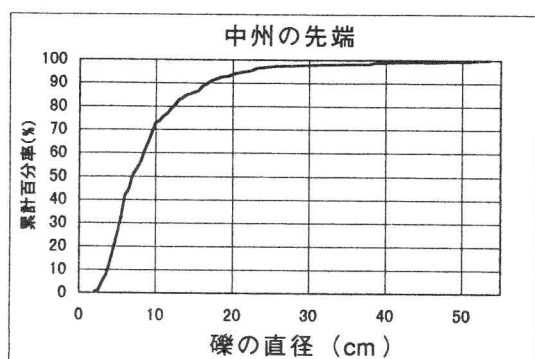


図 8 中州先端部と樹林地内の粒度分布の比較

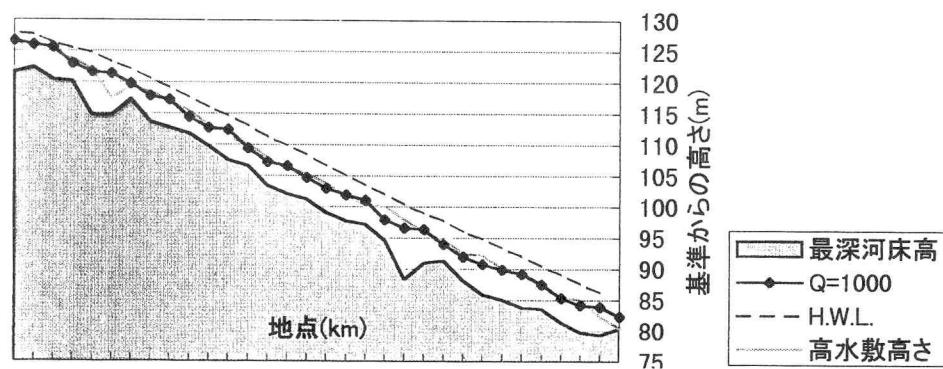


図 9 流量1000m³/s での不等流計算結果

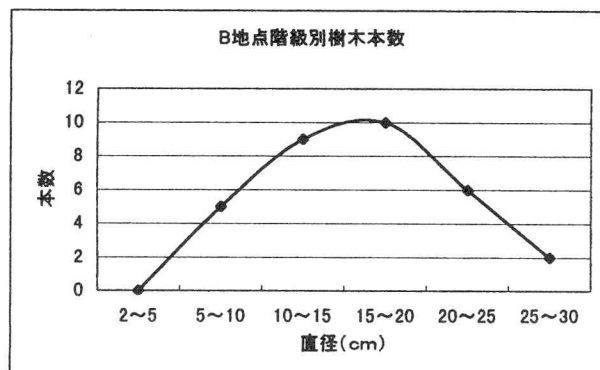
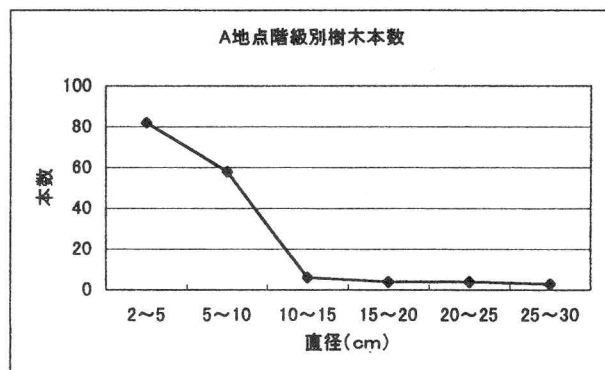


図 1 0 調査領域内のニセアカシアの根本幹直径と本数の関係

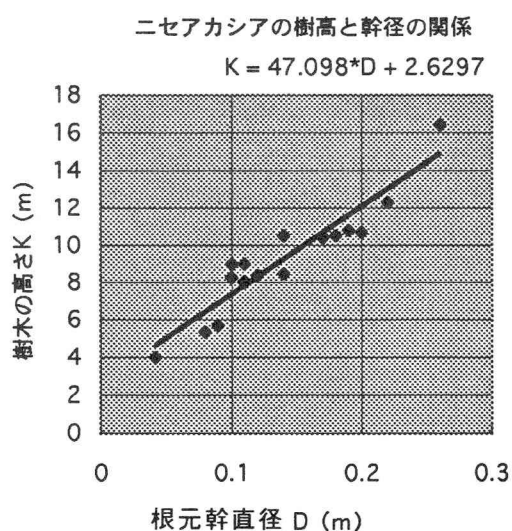


図 1 1 ニセアカシアの根本幹直径と樹高の関係

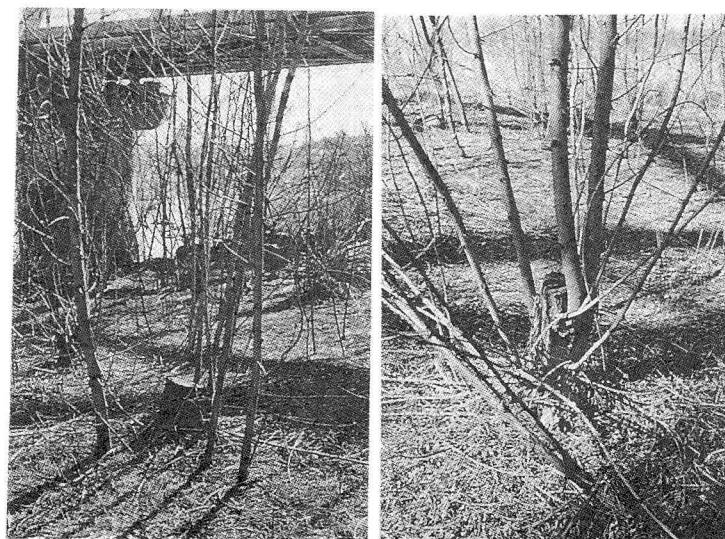


写真 4 伐採が行われた樹林地内のニセアカシア

は植生背後に貯まりやすいこと²⁾，比高が大きく砂州上に少し乗り上げる程度の出水時での土砂輸送がこうした地形形成を産みやすいものと考えられる。とくに，図1に示したように近年，渡良瀬川の出水規模が $1000\text{m}^3/\text{s}$ クラスであることは不等流計算から低水路満杯を若干上回る出水が頻繁に起こることを意味し（図9），微細土砂の堆積は生じてフラッシュされることはなく，結果として州の比高を徐々に大きくしながら樹林化が進んでいる。また，流量集中する低水路では河床低下が進行し，その結果平水時での陸地化とともに植生繁茂の場与えられるシナリオ³⁾にもとづく側面も考えられる。

中州では，部分的に樹木の伐採が行われてきた。図10は平成7年に伐採された領域（A）と，伐採の全く行われていない領域（B）（領域はともに $20\text{m} \times 20\text{m}$ のエリア）におけるニセアカシアの根本幹直径と本数の関係を示したものである。過去に伐採した領域では，低木のニセアカシアがかなり密集して繁茂している。図11から樹高を求めると，4, 5mのものがほとんどで，一方，伐採の行われていないBでは幹直径の分布の広がりも大きく，平均的に10m程度の高さをもつ林が形成されているが，密生度は前者に比べてかなり小さい。伐採された切り株から幹が何本も出てくることがニセアカシアに限らず知られているが，切り株周辺の根からも多くの幹が成長して，このような状況を作り出している（写真4）。

樹林化の顕著な領域では，図8に見るような微細粒成分が特徴的で，李ら⁴⁾による”表層細粒土層”はここでは少なくとも50cm以上あって好条件な生育環境となっている。一方，表層がほとんど大型の砂礫で構成されている砂州で，表層微細粒分の極めて少ない所でもまばらにニセアカシアの低木を見ることがある。写真5がその例で，樹林地の根の張り方とは異なって浅く面的に広がり，そこから何本かの幹が芽生えている（写真6）。こうしたニセアカシアの河原への侵入が背後にある樹林地のさらなる拡大を予想させる。

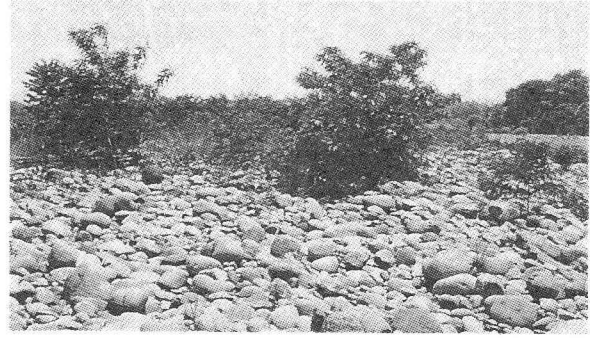


写真5 粗い砂礫砂州に見られるニセアカシアの灌木

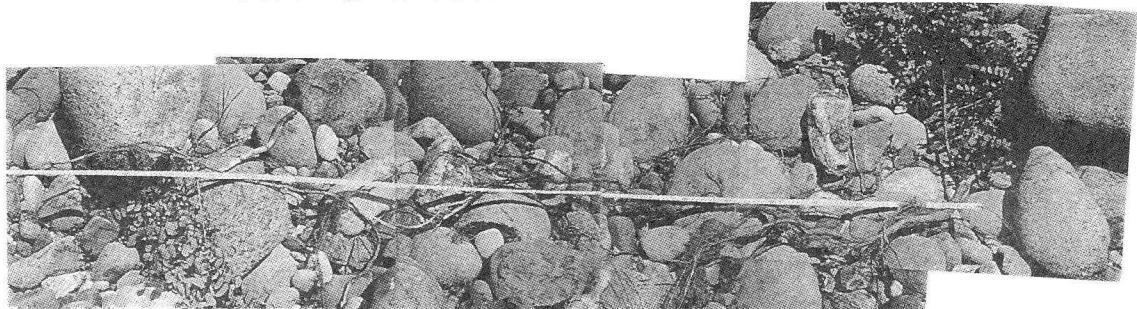


写真6 表層付近に根を面的に伸ばすニセアカシア

5. あとがき

本研究では，渡良瀬川での近年の河道特性とニセアカシアによる樹林化についてその実態を調べ，これによって，樹林化が河相変化をもたらす要因になり得ることを把握した。今後は，こうした樹林化が経年的に進んだ場合，あるいは伐採を定期的に行った場合について，出水規模との関連で河相に及ぼす影響を移動床水理の観点から評価したいと考えている。

謝辞：本研究は平成10年度河川美化・緑化調査研究助成（代表；清水義彦）の補助を受けた。また，津久井芳雄氏（桐生自然観察の森運営委員長）よりアドバイスを頂き，河道変遷特性に関する研究会（河川環境管理財団）において有意義なご討議を頂いた。記して謝意を表します。

参考文献 1) 藤田・MOODY・宇多・藤井，土論No551/II-37(1996)

2) 辻本・北村，水工学論文集40巻pp.1003-1008 (1996)

3) 辻本・北村，水工学論文集40巻pp.199-204 (1996)

4) 李・藤田・塚原・渡辺・山本・望月，水工学論文集42巻pp.433-438(1998)