

河川敷切り下げに伴う初期条件の違いが植生変化に及ぼす影響に関する一考察

大石 哲也¹・萱場 祐一²

¹正会員 (独) 土木研究所 水環境研究グループ 自然共生研究センター
(〒501-6021 岐阜県各務原市川島笠田町官有地無番地)
E-mail: ooishi@pwri.go.jp

²正会員 (独) 土木研究所 水環境研究グループ 河川生態チーム
(〒305-8516 茨城県つくば市南原1番地6)
E-mail: y-kayaba@pwri.go.jp

河川中下流域 (自然堤防帯) では、流下能力を確保するため河川敷の切り下げが行われている。切り下げた地盤面は、当初、裸地の状態であるが、間もなくすると樹木や草本に被われることが多い。本研究では、治水、環境、維持管理に係わる樹林域の拡大抑制への一助とするため、切り下げ初期条件の違いが植生変化に及ぼす影響について検討した。屋外での3カ年の実験と切り下げ箇所における揖斐川の3時期 (H13,19,24) の植生図から分析を行った。その結果、切り上げ面と水位面の高さの関係により、その後の樹木や草本の変化に違いが生じていることが分かった。また、実事業の切り下げ時には、切り下げの高さ、時期の検討の他に、切り下げ箇所に在来の高茎草本を早期に活着させるような工夫により、ヤナギの抑制に繋がる可能性について提案した。

Key Words : flood plain, vegetation, river management

1. はじめに

河川中下流域 (自然堤防帯) では、流下能力を確保するため河川敷の切り下げが行われている。切り下げた地盤面は、当初、裸地の状態であるが、間もなくすると植物に被われることが多い。この中でも、数年すると樹木が目立つ箇所もあれば、草本のままの状態もあり、どのような切り下げの条件下で生育する植物に変化が生じているのか十分に明らかになっていない。また、河川中流域では、樹林域が多くなったことで氾濫原環境が減少している¹⁾。このため、樹木の拡大や進行を抑え、氾濫原環境の再生へ向けた切り下げについても、流下能力の維持とも併せて考えて行かなければならない。

そこで、本研究では、治水、環境、維持管理に係わる樹林域の拡大抑制への一助とするため、切り下げ初期条件の違いが植生変化に及ぼす影響について検討を行った。具体的には、屋外実験での実験と揖斐川での資料解析から植生変化のプロセスの把握と、これらの結果を踏まえ、切り下げ時の樹林域拡大の抑制対策について検討した。

2. 方法

(1) 実験河川での実験概要

実験は、平成23年4月 (以降、平成はHと略称する) より岐阜県の自然共生研究センター敷地内にある実験河川 (全長800mで旧木曾川の河川敷) で行った。実験では、2本の河川で延長80m幅20mの区間に実験区を作り、各河川で河川水位面から高さの異なる地盤を左右岸に3種類 (水位面からの比高 10cm,20cm,30cm) 設けた。地盤面の土壌状態は、最大で約15cmの玉石がある礫層が大部分を占め、礫と礫の間には粒径2mm以下の細粒物が充填されている。

植生の経年変化を調べるため、H23、H24年の9-11月およびH25年の8月に植生調査を実施後、植生図を作成し、これらの比較を行うこととした。なお、実験河川の水位は、降雨や他の実験も兼ねているため、年間数回は変動する。これにより、実験期間中、比高20cmを上回る水位は無かったが、比高10cmには数回冠水した。

(2) 揖斐川での検討概要

揖斐川では、治水安全度の向上のためH12年からH19年にかけて河口部から32-40kmで河川敷や中州の切り下

げを試行的に行っている。切り下げ時には、切り下げ後の生物の生息場環境に配慮することや、樹木の繁茂を抑制することも課題にあり、切り下げ高さに変化を付け、総合的な観点から切り下げ高さの検討を行っている。切り下げ高さは、豊平低濁水位の4段階を基準としている。水位面は、H1-H11年度の水位データ（河口部から40.6km地点の万石観測所）から豊水位（95日は下回らない水位）、平水位（185日は下回らない水位）、低水位（275日は下回らない水位）、濁水位（355日は下回らない水位）を設定している。図-1に高さ設定と地下水位の関係について示す。その他、分析に利用した資料は、河川水辺の国勢調査で作成された3カ年の植生図（H13年、H19年、H24年）と、これに対応する対象区間の掘削年度と設定高さ（表-1）および掘削位置が示された図面とした。

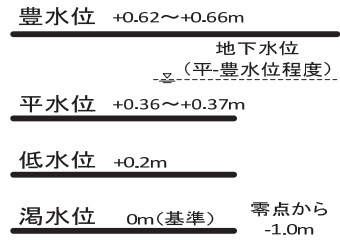


図-1 豊平低濁水位と高さ設定との関係（揖斐川）

表-1 掘削年度と掘削高さとの関係（揖斐川）

掘削年度 \ 掘削高さ	H13	H14	H15	H16	H17	H18
濁水位面		○		○		
低水位面	○					
平水位面					○	
平・豊水位面	○			○		○
豊水位面		○			○	

(3) 分析方法

各々の河川で植生の経年変化を調べるため、まず、植生図に座標を持たせGIS（ArcGIS9.3）に格納した。次に、各年の植生図を格子に分割し、格子の中心点に位置する植生の凡例を代表植生とした。最後に、格子内の複数年のデータを年ごとに比較することで、同位置での群落の変化傾向を把握した。なお、格子サイズは、植生図の精度と作業効率を加味し、実験河川で1m×1m、揖斐川で5m×5mとした。

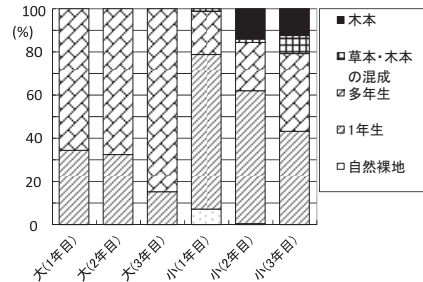


図-2 比高別にみた地被変化（実験河川）

3. 結果

(1) 実験河川での植生変化の傾向

全体の傾向を把握するため、群落区分から凡例を自然裸地、1年生の草本群落、多年生の草本群落、草本と木本が混成した群落（例えば、オオクサキビ-アカメヤナギ群落など）、木本群落の5つに集約した。図-2に比高別に3カ年の植生の変化割合を示す。なお、実験時には、比高を3つに設定したが、比高20cm、30cmで群落の変化傾向に大きな差がみられなかった。このため、比高10cmを比高が小さい場合とし、比高20cm、30cmをまとめて比高が大きい場合とし整理した。

まず、比高が大きい場合は、1年目から1年生と多年生の草本群落を併せて100%であった。ただし、1年生と多年生の割合は、1年目で4対6であったが、3年目は2対8になっており、徐々に多年生の草本群落が優勢となった。比高が小さい場合は、1年目は1年生と多年生の草本群落が91%を占めていたが、2年目、3年目では、84%から79%と減少した。次に、比高が高い場合と同じく1年生の草本群落が減少し、多年生の草本群落が拡大する傾向にあった。また、自然裸地も7%から0%と減少していた。一方で、木本群落が2年目以降に10%を越え、草本・木

本の混生群落も1、2年目の2%から3年目には9%となるなど、木本に關係する群落が優勢となる傾向にあった。

図-3に、比高別に群落の経年変化のプロセスを解析した結果を示す。同図は、○中に群落名か、第二優占種が異なる複数の群落を第一優占種でまとめた類名で表した。群落名の右下に全面積に対する群落が有する面積割合を示した。さらに、対象とした群落の変化した先を矢印で結ぶとともに、変化の割合を20%刻みで示した。なお、変化の割合は、1年目、2年目とも対象群落に対する実面積の割合を示しており、割合が小さい群落については煩雑さを避けるため割愛した。

まず、比高が大きい箇所では、ツルヨシ類、ヌカキビ類、チガヤ群落などが優占する傾向にあった。ツルヨシ類は、1年目に28%であり90%以上が2年目、3年目ともに同じ群落へ移行していた。一方、ヌカキビ類は、1年目に25%であり2年目も90%以上がヌカキビ類へと変化した。3年目はヌカキビ類が30%（-50%未満）となり、代わりにヨモギ群落30%（-50%未満）、ツルヨシ群落10%（-30%未満）へと変化した。また、チガヤ群落は1年目に19.6%であり、2年目、3年目ともに同じ群落へ移行していた。全体的に1年目から2年目の変化は少なく、2年目から3年目にかけて、1年生の群落はツルヨシ類へ、

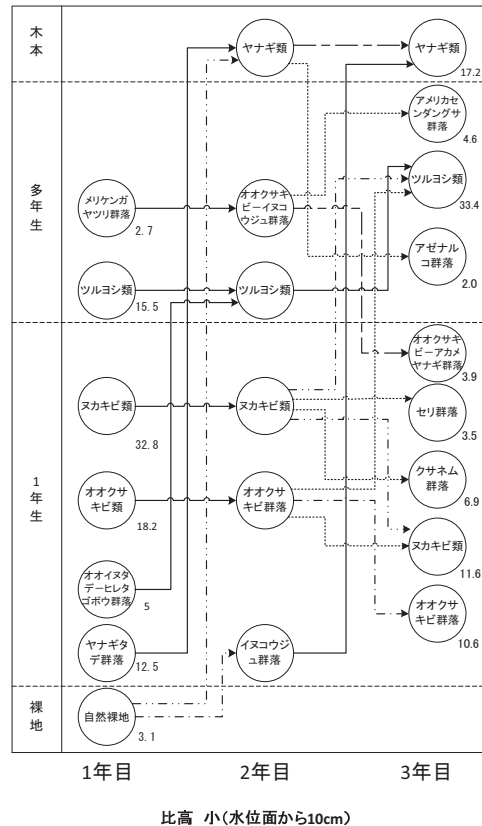
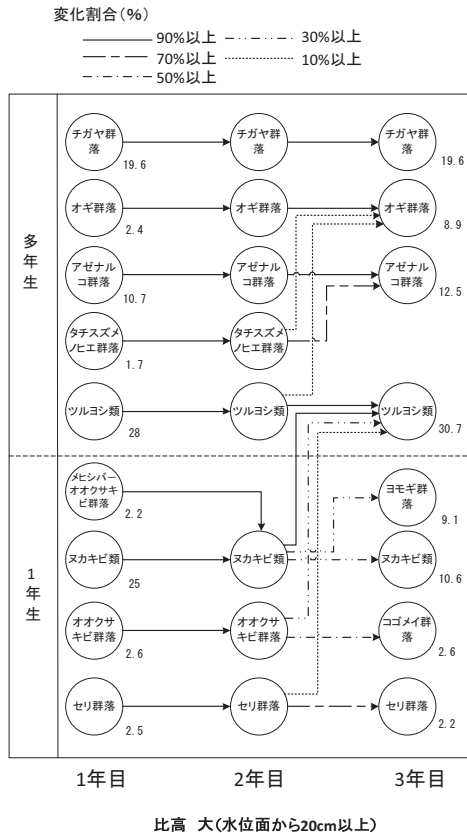


図-3 比高別にみた群落の変化傾向(実験河川)

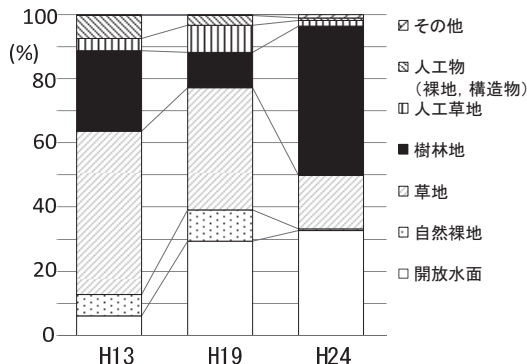


図-4 切り下げ箇所での地被変化の傾向(揖斐川)

多年生はオギ群落へ移行するプロセスが多く見られた。

次に、比高が低い箇所では、スカキビ類、オオクサキビ類、ツルヨシ類、ヤナギタデ群落など1年生の群落は優占する傾向にあった。スカキビ類は、1年目に32.8%であり2年目も90%以上がスカキビ類へと変化したが、3年目はスカキビ類が30%(-50%未満)となり、代わりに多年生のツルヨシ類30%(-50%未満)、クサネム群落、セリ群落が各々10%(-30%未満)と変化した。オオクサキビ類は、1年目に18.2%であり2年目も90%以上がスカキビ類へと変化したが、3年目は50%(-70%未満)がオオ

クサキビ群落のままで、代わりに1年生のスカキビ群落、多年生のツルヨシ群落へと各々10%(-30%未満)変化した。ツルヨシ群落は、1年目に15.5%あり、90%以上が2年目、3年目ともに同じ群落へ移行していた。また、ヤナギタデ群落は、1年目に12.5%あり90%以上がアカメヤナギ類へ変化し、2年目は、70%以上がアカメヤナギ類、10%(-30%未満)がアゼナルコ群落となっていた。この他、オオイスターデーヒレタゴボウ群落、自然裸地、メリケンガヤツリ群落は、その多くが1年目から2年目で変化していた。全体的に、比高が大きい場合と同様に、ツルヨシ類へ移行するプロセスが多く見られた。

(2) 揖斐川での植生変化の傾向

表-1中に示した切り下げ箇所を対象に、地被状態の変化について、植生図をもとに取りまとめた結果を図-4に示した。H13年は、切り下げ前の各箇所での初期状態である。樹林地が約20%というのは、全国のほぼ平均的な割合である²⁾。H19年は、H13-H18年度に切り下げを行った結果が反映されており、開放水面の増加、自然裸地の増加と樹林地の減少が示されていた。しかし、H24年は、開放水面は維持できたものの、切り下げた面の約半分が樹林地へと変化していた。

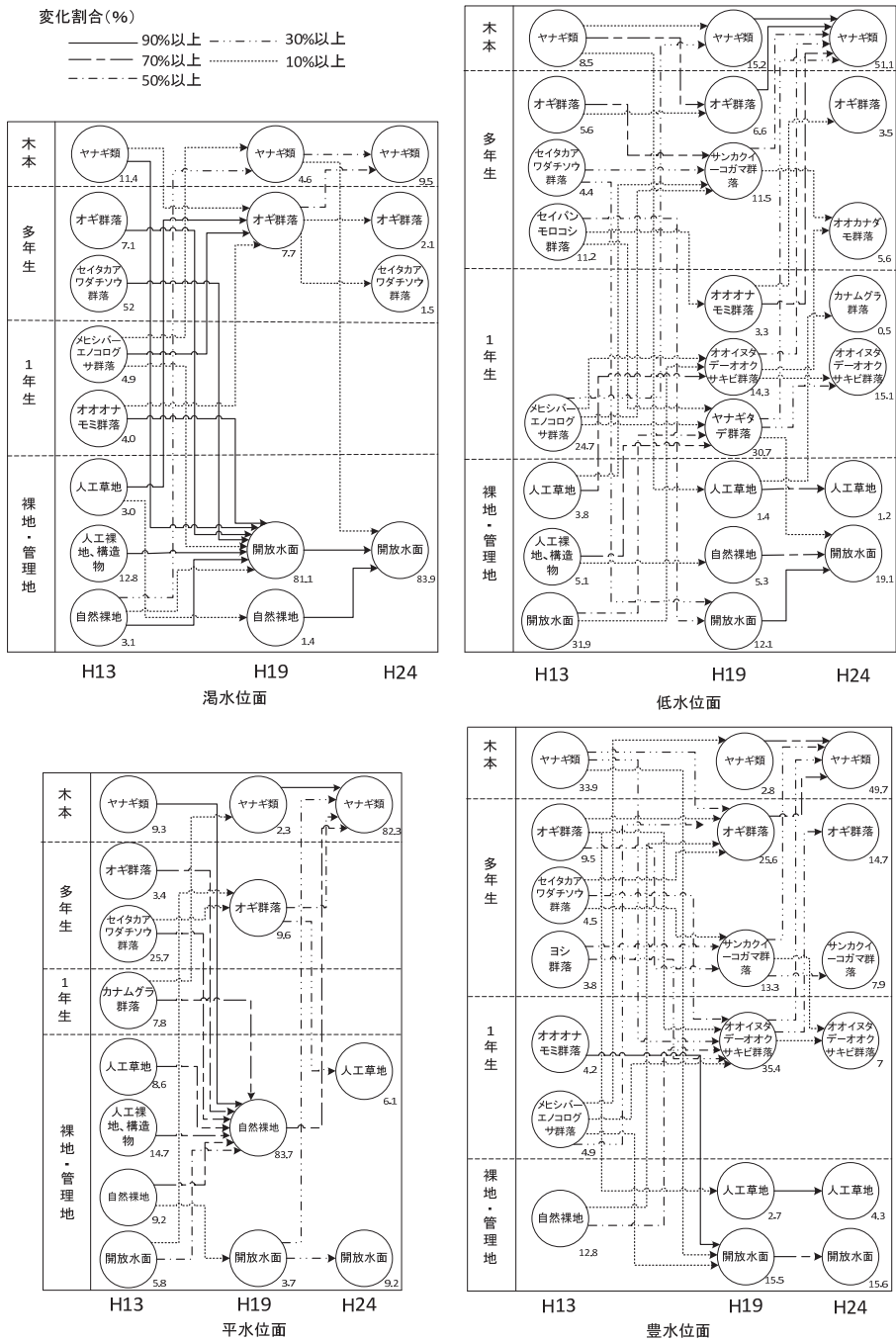


図-5 揖斐川における設定水位別の群落の変化傾向

次に、群落の経年変化のプロセスを示した結果を切り下げ高さ別に図-5に示す。なお、ヤナギ類には、対象区間で最も優勢なジャヤナギアカメヤナギ群落のほか、ジャヤナギアカメヤナギ群落（低木林）、カワヤナギ群落、ネコヤナギ群落が含まれている。各切り下げ高さでの特徴的な結果を見ると、まず、渇水面では、H13年時には、セイタカアワダチソウが52%と多かったが、

H14、H16年度の掘削以降、H19年時には開放水面が優占した。H24年時には、H19年時の開放水面が横ばいで移行し84%となった。この他、オギ群落の50%（-70%未満）がヤナギ類へ移行し4.6%から9.5%と増加した。次に、低水面面では、H13年時には、メシバエノコログサ群落が24.7%と優占した。このうちH13年度の掘削以降、H19年時には、30%（-50%未満）がヤナギ類へと変化し、

この他ヤナギタデ群落、サンカクイ-コガマ群落、オオイヌタデ-オオクサキビ群落が各々10%（-30未満）で、湿地環境でよく見られる群落に変化していた。また、H19年の群落は、H13年の群落と比較し湿性の群落が多くみられた。H24年時には、多くの群落がヤナギ類へ移行し、面積が51.1%と増加した。平水位面では、セイトカワダチソウ群落が25.7%、人工地（裸地や構造物）が14.7%、ヤナギ類が9.3%であったが、H17年の掘削以降、H19年には大部分の群落が消滅し自然裸地となった。しかしながら、H24年時には、自然裸地が消滅し、ヤナギ群落が約83%と優占した。最後に、豊水位面では、H13年時には、ヤナギ類が約34%、オギ群落は9.5%と多くみられたが、H14-15年度、H17年度の掘削以降、H19年には、ヤナギ類は減少し、オオイヌタデ-オオクサキビ群落、オギ群落、サンカクイ-コガマ群落が優占した。しかしながら、H24年時には、多くの群落がヤナギ類へと移行し全面積の約50%を占めた。

4. 考察

(1) 実験河川と揖斐川からみた切り下げに伴う初期条件の違いが河川植生の変化に及ぼす影響

実験河川と揖斐川の検討結果から、経年変化により木本類ではヤナギ類の増加が目立った。また、草本類では、比高が小さい場合は湿地性の群落が優占したのち、実験河川ではツルヨシが優占するようになった。一方、比高が大きくなるにつれて、実験河川、揖斐川ともオギ群落などの高茎の多年生が多くなるといった共通の傾向がみられた。以下では、治水、環境、維持管理で問題となっているヤナギ類を対象に、初期条件の設定の違いが、ヤナギの増加に与える影響について詳しく考えてみる。

まず、実験河川では、比高の大小によってヤナギの成長の有無が説明可能のように見える。一方、揖斐川では、H24年時のヤナギ類の面積が、平水位面で80%と多く、平水面から約30cm高い豊水位面および約20cm低い低水面で50%であった。低水位面でヤナギ類が少ない理由として、出水の影響により実生のヤナギが土砂の堆積や浸食によって死滅、流失した^(例えば)可能性が考えられる。一方、豊水位面は、年間97%は水に浸らない区域に当たり降雨よりも水供給が少なく、出水による実生が流失する影響は平水位面より小さいと考えられる。しかしながら、ヤナギの面積は低水位面と同等であることから、豊水位面におけるヤナギの成立には地下水位面の高さ（図-1参照）が関係しているものと推察される。そこで、ヤナギの種子散布のタイミング、実生の成長条件などから侵入、定着のプロセスについて考えてみる。

ヤナギの多くは、春先に種子の散布を始めるものが多

い。実験河川、揖斐川でみられるアカメヤナギやジャナギなども3月頃から種子を散布し始め、6月ごろまで散布が続く。この時期に裸地面で光条件と水分条件が整えば、発芽に至りやすい⁴⁾。通常、土壌水分が豊富な立地では実生が生存しやすく⁵⁾、土壌粒径が細かく水分を保持しやすいほど、乾燥を免れて生存することが知られている⁶⁾。したがって、揖斐川の豊水位面におけるヤナギ類の成立は、地下水位面の高さと自然堤防帯の土壌表層の主粒径となる細粒砂分により、土壌保水性が高くなり成立できたものと考えられる。また、ヤナギは、種子の発芽率が高く、成長が早いことが知られている⁹⁾が、夏の乾燥によって死亡する実生も多い³⁾、実際に、実験河川では、1、2年目の春先に実生のヤナギが芽吹いていたが、夏の乾燥によって、礫間の細粒成分だけではヤナギの個体を維持できる保水性が無く大部分は枯死したのも多い。図-2で僅かに樹林域が減少しているが、このようなことが関係している可能性もある。

以上のように、植物の種子の散布時期の違いにより、初期に侵入する植物が異なり、切り下げ高さや粒径により土壌の保水性が異なることで、その後成長できる植物が異なっているものと考えられる。

(2) 河川敷切り下げ時のヤナギ抑制対策の提案

揖斐川の切り下げは、切り下げ後5-10年の間経ても、開放水面の面積が維持されており、水域を利用する水生生物にとっては、生息場の増加に繋がった。一方、維持管理の面からは、多くの切り下げ面で10年以内に切り下げ面の50%以上がヤナギ類に置き換わっていた。そこで、以下では、本研究結果を踏まえ、切り下げ後の樹林化抑制あるいは遅延させるための手立てについて提案したい。

種子の発芽を支配する3大環境要因は、温度、光、水と言われる。切り下げによる裸地化は、土壌にある種子に光と温度を提供し、土壌の水分条件の違いなどによって植物が成立する。ヤナギは、種子散布後、約20日以内に発芽を行わなければ、発芽率が著しく減少することが知られている⁴⁾。このため、種子散布時期に適当な裸地面と水分が必要となる。通常、河川敷の切り下げは、揖斐川の場合、出水期の6月から9月末（関東では10月末）を避けて行われ、冬期に切り下げが完了するケースが多い。冬場の裸地面では、少なくとも発芽の3要素の1つである温度条件が制約条件となり、植物の生長が見込み難く、植物による地表面のカバーが低い状態で3月を迎えがちである。また、自然堤防帯では、扇状地よりも地下水位面が高く、土壌の粒径も細かい。このため、土壌の保水性は礫地の多い扇状地よりも高く、例え河川水位から切り下げ高さを高くしてもヤナギが生育できるポテンシャルが相当高くなってしまふ。この現象を軽減するには、

切り下げ時期を変更するか、高さを高くあるいは低くする必要はある。

また、この他の手立てとして、春先に植物を早めに活着できるように誘導するような手段も有効かと考えられる。実験河川や揖斐川の資料解析の結果から、ツルヨシやオギなどの高茎草本で密生度の高い群落は、同じ比高でもヤナギ類への変化が起こらないか、遅くなる傾向があった。ただし、実験河川でみられるツルヨシは、上流域や礫地に多く見られる植物であることや、オギは水分条件が過湿であると密生した群落を形成し難いため、ヨシ群落なども適当であると考えられる。以上は、ヤナギの実生や稚樹は、耐陰性が低い⁹⁾という性質を利用したもので、光条件からヤナギの成長を抑制することに繋がると考えられる。

本報では、ヤナギの種子供給に着目したが、現実には栄養体(枝など)の漂着により樹木が定着する可能性も多いものと考えられる。このため、河川敷に冠水する程度の出水があった場合は、種子や枝の供給によって、その後の過程をより詳しく調べることが重要である。

5. 結論

本研究では、治水、環境、維持管理に係わる樹林域の拡大抑制への一助とするため、切り下げ初期条件の違いが植生変化に及ぼす影響について実験河川と揖斐川で検討した。その結果、

- ・経年変化により木本類ではヤナギ類の増加が目立った。
- ・草本類では、比高が小さい場合は湿地性の群落が優占し、比高が大きくなるにつれて、オギ群落などの高茎の多年生が多くなる傾向がみられた。
- ・地下水水位面と切り下げ高さの関係から土壌の保水性が

異なり、ヤナギの成長の有無に影響があることを示した。
・また、切り下げ時には、切り下げ時期や高さの検討のほか、他の在来の高茎草本(例えば、ヨシやオギ)などの植物を早期に活着させるような工夫により、ヤナギの抑制に繋がる可能性を提案した。

謝辞: 本研究をまとめるにあたり、中部地方整備局木曾川上流河川事務所から植生図や掘削断面に関して情報提供いただいた。ここに感謝の意を記します。

参考文献

- 1) 根岸淳二郎, 萱場祐一, 佐川志朗: 氾濫原の冠水パターンの変化とその生態的な影響〜淡水性二枚貝の生息状況の観点から〜, 土木技術資料, vol.50(11), pp.38-41, 2008.
- 2) 佐貫方城, 大石哲也, 三輪準二: 全国一級河川における河道内樹林化と樹木管理の現状に関する考察, 河川技術論文集, vol.16, pp. 241-246, 2010.
- 3) Johnson, W.C.: Tree recruitment and survival in rivers: influence of hydrological processes. Hydrological Processes (Special Issue), vol.14, pp.3051-3074, John Wiley and Sons, Ltd, 2000.
- 4) 石川慎吾: 河川植物の特性, pp.116-139, 河川環境と水辺植物-植生の保全と管理(奥田重俊, 佐々木寧編), ソフトサイエンス社, 261p, 1996.
- 5) Orians, C. M., D. I. Bolnick, B. M. Roche, R. S. Fritz, and T. Floyd: Water availability alters the relative performance of *Salix sericea*, *Salix eriocephala*, and their F-1 hybrids, *Can. J. Bot.*, vol.77, pp.514-522, 1999.
- 6) Gage, E. A., and D. J. Cooper: Constraints on Willow Seedling Survival in a Rocky Mountain Montane Floodplain, *Wetlands*, vol.24, pp.908-911, 2004.

(2013. 7. 19 受付)

Influence on vegetation variety by the differences in initial conditions by cutting of flood plain

Tetsuya OISHI and Yuichi KAYABA

The cutting project of flood plain is undertaken to secure capacity of flow in the middle reach of river. The purpose of this paper is to suggest influence on vegetation variety by the differences in initial conditions. For the purpose of our work, two kinds of methods were made on GIS. One is to research vegetation changes for 3 years using the river in our lab. field, another is to analyze vegetation changes using vegetation maps for 11 years in Ibi river. As a result, it was found that the relations of height of flood plain and water levels have an impact on the kinds of groups of willow and those of herb.