

河道内氾濫原における水生植物群落の 劣化要因の解明とその再生にむけて

IMPORTANT FACTORS IN THE DEGRADATION AND RESTORATION OF AQUATIC PLANT COMMUNITIES IN THE FLOODPLAIN BACKWATERS

片桐浩司¹・池田茂²・傳田正利³・萱場祐一³

Koji KATAGIRI, Yuichi KAYABA, Masatoshi DENDA, and Shigeru IKEDA

¹非会員 農博 (国研) 土木研究所 河川生態チーム (〒305-8516 茨城県つくば市南原1番地6)

²正会員 工修 (国研) 土木研究所 水環境研究グループ (〒305-8516 茨城県つくば市南原1番地6)

³正会員 工博 (国研) 土木研究所 河川生態チーム (〒305-8516 茨城県つくば市南原1番地6)

We aimed to determine the changes in the aquatic plant communities in the floodplain backwaters of Chikuma River and the factors causing the deterioration of these communities by focusing on geomorphic changes due to sediment deposition and other elements and the number of years since the establishment of floodplain backwaters. *Phragmites australis* community had been dramatically reduced over a very short period of 15 years. Changes in the cross-sectional profiles at these places showed that sediments had been deposited, or erosion had created new flow channels. Emergent, floating-leaved, and submerged plant communities were established in relatively new floodplain backwaters with a history of less than 10 years and a trend toward erosion. Floodplain vegetation should be restored on the basis of an understanding of not only the current status of vegetation distribution but also geomorphic changes in river channels and the factors responsible for vegetation degradation.

Key Words: aquatic plant communities, *Phragmites australis*, floodplain backwaters, restoration

1. はじめに

国内の河川では、近年、複合的な人為の影響に伴う河床低下により、高水敷の乾燥化や樹林化が引き起こされてきた。河川のこうした環境変化に伴い、河道内の氾濫原水域（ワンド・たまり）では、河床低下や土砂の堆積により水域と陸域の比高差が拡大し、冠水頻度の低下などが引き起こされている。こうした変化は、氾濫原水域の環境を劣化させ、イシガイ類などの生息を制限することが指摘されている¹。

水生植物群落は、氾濫原水域を代表する植物群落のひとつである。これらは、水域の富栄養化や遷移の進行により全国的に減少の一途をたどってきた²。このため、ワンド、たまりといった河川の氾濫原水域は、水生植物の数少ないハビタットのひとつになっている。しかし、河道内の氾濫原水域における水生植物群落の分布の変遷や環境条件に関する基礎的な情報はわかっていない。

本研究では、千曲川中流域（52-108km）を対象に河道内の水生植物群落の分布状況の変遷を把握した。水生植

物群落の分布を決定する環境条件について、堆積などの地形変化や成立後の年数に着目して明らかにし、氾濫原水域における水生植物群落の劣化要因を明らかにすることを目的とした。さらに最近では、氾濫リスクの高まりにより、治水を目的とした河道掘削が求められている。しかし従来の河道掘削では、創出されるワンドやたまりに成立する植生や微地形に配慮した具体的な提案はなされず、その結果、多くの氾濫原水域が無植生となるか、ナガエツルノゲイトウやミズヒマワリといった特定外来水草の群落が成立するに至っている。このため本研究では、得られた成果から河道内氾濫原の水生植物群落を保全・再生していく際の留意点について述べた。

2. 方法

(1) 調査地

千曲川は、甲信・秩父の境にある甲武信岳を源として長野県北部を流れ、新潟県境からは信濃川へと名称を変えて日本海へと注ぐ流路延長214kmの一級河川である。本研究では、千曲川の直轄管理区間（KP52～108km）の



図-1 調査地位置図

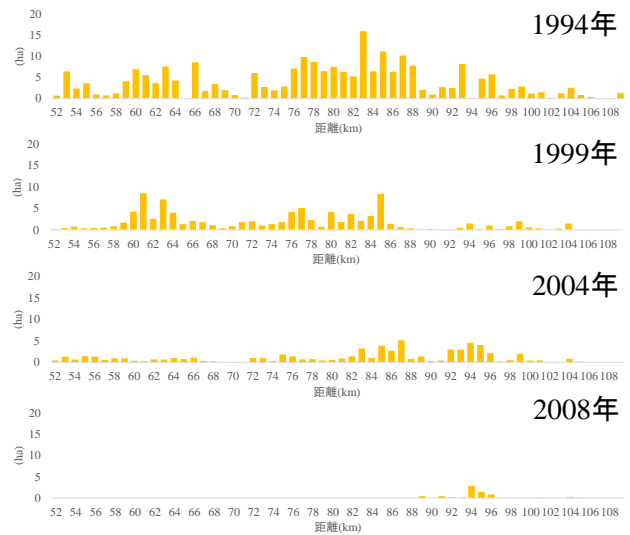


図-3 千曲川(KP52-108km)におけるヨシ群落の変遷

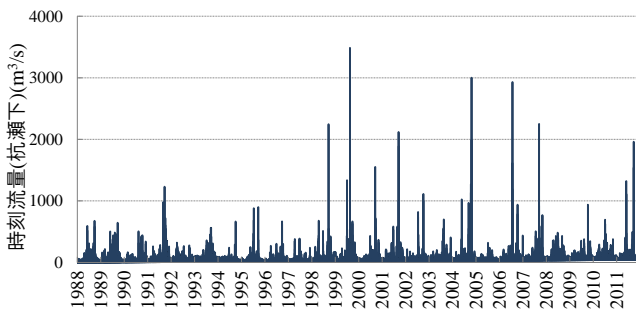


図-2 杭瀬下観測所(KP51km)における時刻流量の変遷

約56kmを調査地とした(図-1)。本調査地では、河道内に、湿地や大小さまざまなワンド、たまりなどの氾濫原水域が形成されている。また河川のセグメント類型から、本調査地は、セグメント1(KP82-108km)およびセグメント2-1(KP52-81km)に区分される。なお本調査地では、1981年頃より河道の局所的な洗掘が進行し、流路と高水敷の比高差が拡大していることが報告されている。

(2) 資料調査

千曲川の河川水辺の国勢調査(以下、水辺の国調)の1994年、1999年、2004年、2008年の植生面積データを用いて水生植物群落の分布の変遷を把握した。水生植物群落は、角野(1994)に掲載される水生植物(抽水、浮葉、沈水、浮遊植物)が優占する10群落を対象とした。また群落ごとに1kmを1区間として区間単位で各群落パッチの面積を集計した。10群落のうち、もっとも広く分布したヨシ群落については、1994年にヨシ群落として認識された各群落パッチが何の群落に遷移したかについて、水辺の国調の植生図を用いて把握した。水辺の国調の1994年、1999年、2004年、2008年の群落組成調査結果から、

種組成の変遷を把握した。また杭瀬下観測所(KP51km)における1988年～2011年の時刻流量を整理した(図-2)。

(3) 現地調査

上述の水辺の国調では正確な分布状況を把握することが困難なワンド、たまりの水生植物群落の状況を把握するため、現地調査を実施した。まず2014年の航空写真を判読し、長さ20m以上のワンド、たまりを抽出した。抽出されたワンド・たまりのうち、河川の縦断方向に200m間隔で取得された定期横断測量ラインが水域を跨ぐものを調査対象とした。その結果、7箇所のだまり、13箇所のワンドが調査対象となった。なおワンド、たまりの区別として、過去の航空写真から本川と常時接続していると判断されたものをワンド、それ以外をたまりとした³⁾。

調査対象としたワンド、たまりに30個の調査方形区(1×1m×2×2m)を設置し、植生が成立する箇所では、すべての高等植物の被度(%)を5%刻みで記録した。以上の現地調査は、2015年9月に実施した。上記に加え、過年度の航空写真を用いて、調査対象とした20箇所のワンド、たまりの成立年代を把握した。また各ワンド、たまりを横断する定期横断測量ラインのうち1995年と2007年のデータを用いて、最深部の標高値の差から、最近12年間の地形変化(堆積・浸食)を把握した。

(4) 統計解析

植生タイプ間でワンド・たまり成立後の年数、地形変化(堆積・侵食)、高等植物の種数を比較した。比較にあたっては、すべての変数の分布に正規性が確認されなかったため、ノンパラメトリックな分散分析法であるKruskal-wallis test とSteel dwassの全群比較を採用した。全群比較については、R version 3.0.2を使用した。

3. 結果と考察

(1) ヨシ群落の分布状況の変遷とその要因

水辺の国調の植生調査結果から、調査地（52-108km）のヨシ群落は、最近15年間で約230haから約7haへと大幅に減少したことが示された（図-3）。千曲川では、1998年8月と1999年8月に2000m³/sを超える大きな洪水が発生し、調査範囲内の植生の大部分が流失したことが報告されている⁴⁾（図-2）。このため、1994年から1999年にか

けてのヨシ群落の大幅な減少は、これらの大洪水によって引き起こされたと考えられる。ヨシ群落が消滅した箇所は、その後、流路や裸地へと変化していたほか、オギ群落やカナムグラ群落などの他群落や、ハリエンジュなどの外来種群落へと遷移した（図-4）。ヨシ群落が維持された箇所は、全パッチのわずか10%程度であった。

ヨシ群落が流路や裸地へと変化したところでは、侵食により2.5m程度（中央値）の地盤の低下が起こった（図-4）。一方、他の植物群落へと遷移したところでは、外来種群落を除きいずれも土砂が堆積した。ヨシ群落からの遷移の頻度が最も高かったのはオギ群落であり、全体の30%近くを占めた。ここでは、1994年から2008年の14年間で、1.3m程度（中央値）の土砂の堆積がみられた（図-4、図-5）。オギは、砂礫による埋没を受けても、幹の節から新しい根やシュートを出すことですばやく群落を回復させる⁵⁾。また千曲川において、植生と表層細粒土層厚との関係を調べた既往研究によれば、オギ群落の成立条件として、厚く堆積した表層細粒土層の存在をあげている⁴⁾。各群落の構成種を示した群落組成表から、ヨシ群落内には、もともと多くの箇所でオギが生育していたことが示されている。このため1998年から1999年の大洪水によってヨシ群落が流出したのち、高水敷上に土砂が堆積したところでは、土砂による埋没に耐性をもち、地下茎によって拡大するオギが優占し、洪水前のヨシ群

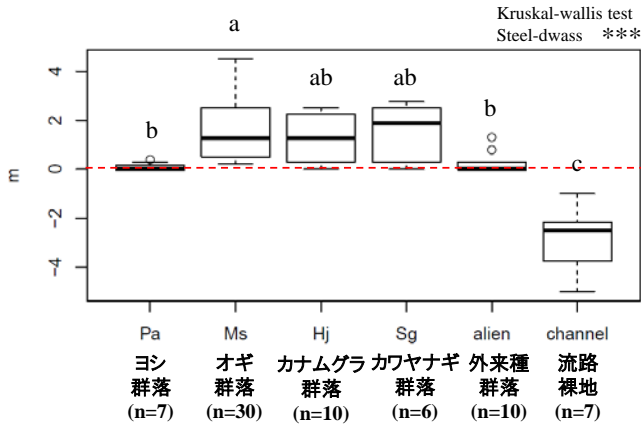


図-4 植生遷移後の地形変化
(ヨシ群落からの遷移, 1994年→2008年)

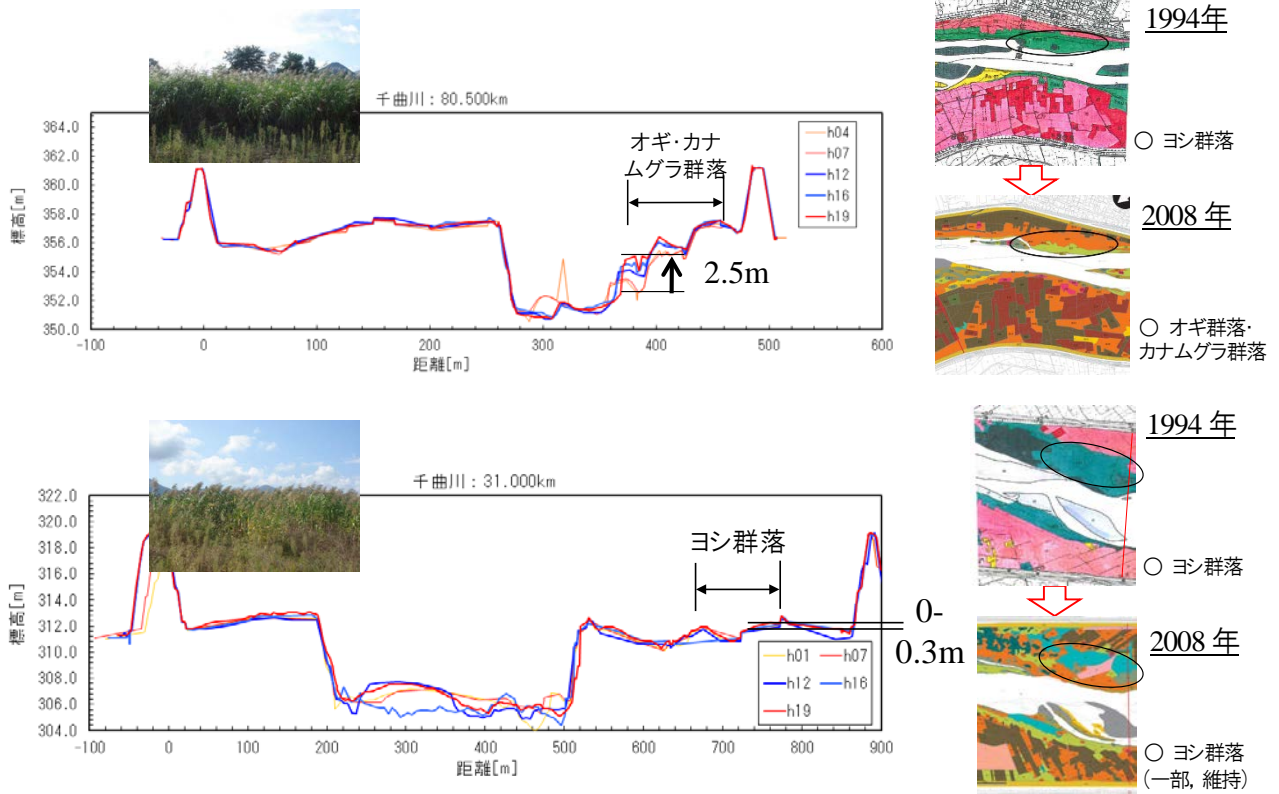


図-5 千曲川におけるヨシ群落の遷移および地形変化
(水辺の国調の植生図および定期横断測量図を使用,
上: KP.80.5km(オギ群落, カナムグラ群落に遷移), 下: KP31.0km(ヨシ群落が一部維持)



図-8 千曲川の氾濫原水域にみられる代表的な水生植物

(写真上段、左からホザキノフサモ・ヤナギモ・センニンモ・リュウノヒゲモ
写真下段、左からマコモ、ミクリ、ヒメガマ、ヒルムシロ)

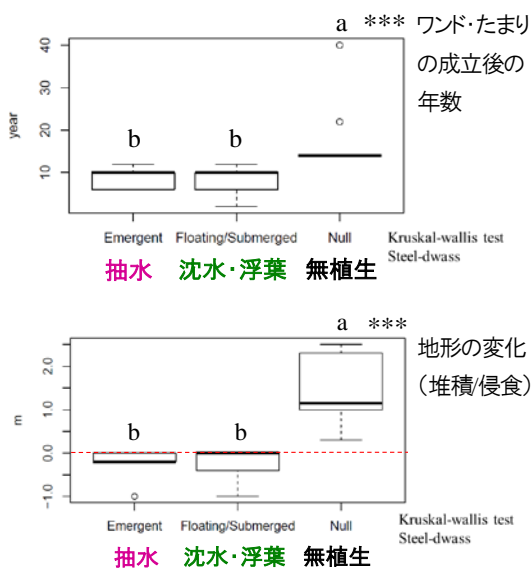


図-9 植生タイプ間の環境条件の比較



図-10 86.5km左岸付近のたまり

このような浅い水域で、沈水植物群落が発立可能な良好な開放水面が維持されていることは注目値する。このように河川の氾濫原水域で比較的長期間にわたって群落を維持することができる条件について、ワンド・たまり成立後の年数と地形変化に着目して述べる。

ワンド・たまり成立後の年数は、抽水植物群落および沈水・浮葉植物群落（平均8.7年）と比較して、無植生（平均17.4年）の調査地で古かった（図-9）。また1995年から2007年にかけての12年間の地形変化をみると、無植生の水域では140cm程度、年平均で11.7cm程度の堆積が確認された。この値は、原生的な氾濫原の後背湿地堆積物の堆積速度とされている年間0.12-0.2cm⁹⁾と比較するときわめて大きい。このように短期間で集中的に起こる土砂供給によって埋土種子や植物体の埋没がおり、年数の経過とともに植生が衰退し無植生になったと考えられる。一方、沈水・浮葉・抽水植物群落が発立していたところでは、平均25cm程度の侵食がみられた（図-9）。例えば、2004年に本川から分離し、成立から10年が経過した86.5km左岸のたまり（図-10）では、2004年から2007年の3年間で30cmの侵食が確認されている。ため池における泥さらいの効果と同じように¹⁰⁾、侵食によって易分解性堆積物が洗い流され、嫌気的な環境にならなかったことが、たまりの植生の維持に繋がった可能性が

来種である²⁾。本種は、2008年の水辺の国調のなかで、ホザキノフサモ群落内などで確認されていたが、その量は、植被率で1%未満と極めてわずかであり、優占するまでには至らなかった。しかし現地調査では、コカナダモは3箇所の水域において、いずれも水面の50%以上を覆っていることが確認された。本種は、他の外来水草同様、植物体の断片（切れ藻）からでも容易に再生できるといった特性をもち⁷⁾、全国で急速に分布域を拡大している。今後、本川とつねに接続するワンドを中心に氾濫原水域へと容易に切れ藻を分散させ、短期間のうちに群落を形成する可能性があり、残された在来種を競争排除していくことが懸念される。

71km付近で確認された沈水植物のリュウノヒゲモ群落と、96km付近で確認された抽水植物のガマ群落およびヒメガマ群落は、2004年の水辺の国調時から10年間、同一の水域に成立していることが確認された（図-6、図-7）。河床低下が進行し、高水敷が乾燥化するなかで、

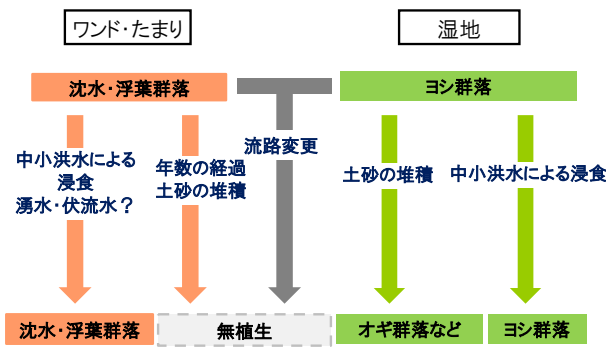


図-11 千曲川の氾濫原水域における水生植物群落の変遷

ある。

(4) 氾濫原水域における水生植物群落の保全と再生

本研究により、成立年代が古く、土砂が堆積傾向にあるワンド、たまりなどの氾濫原水域では、水生植物群落が発立せず無植生になることが示唆された(図-11)。同様にヨシ群落においても、土砂が堆積することでオギ群落など他の植物群落へと遷移することが示された(図-11)。このため氾濫原水域のヨシ群落と水生植物群落は、いずれも近年の河床低下などにより、洪水による攪乱作用を受ける機会が少なくなることで衰退してきた種群であると考えられる。

これまで水域の適切な維持管理が行なわれなくなることなどで植生が衰退する「放置による遷移の進行」が、水生植物群落の衰退要因のひとつとして指摘されてきた¹⁰⁾。河川の氾濫原水域でも、年数の経過とともに、現在、放棄ため池などで報告されている「放置」と同様の現象が起こっている可能性がある。今後、氾濫原水域の水生植物群落を保全するための方策としては、自然作用により河道内の地形変化を生じさせることで、氾濫原水域の冠水頻度を高める措置が必要となる。現実的には、治水目的で実施される河道掘削によって河道内地形変化を生じる河川へと誘導することが望まれるが、従来の河道掘削では、創出した水域が特定外来水草で覆われるなどのケースが数多くみられる。

このため、河道掘削により氾濫原の水生植物群落を保全するにあたっては、以下の点に留意することが望ましい。まず本研究で実施したように、水辺の国調と現地調査の結果から、河川の氾濫原水域における水生植物の分布の変遷を把握する。この際、前述のように、小規模なワンドやたまりが水辺の国調の調査対象外となるため、分布の現状については、現地調査により詳細に把握することが必要である。調査の結果、オオフサモヤコカナダモなどの外来水草が確認された場合には、上流区間や本川での分布状況もあわせて把握する。次に、複数年の定期横断測量や航空写真などの資料のほか、現地での環境条件の観測から、各群落の成立条件を明らかにする。本研究では、水生植物群落の維持に土砂の堆積と成立後の

年数が影響することを示したが、自然作用により河川水が適度に流入するような河道設計が必要となろう。この際、外来種の切れ藻が本川を流下する河川では、とくに切れ藻が大量に分散する秋季に河川水が流入しないことも重要となる。また千曲川や木曾川水系のような河道内に湧水や伏流水が流入する河川では、たまりの維持に重要となるこれらの湧出状況を把握することも必要であろう。さらに掘削の際には、希少性の高い在来の沈水植物がみられるワンドやたまりには、原則として手を加えないことを基本とする。しかし防災等の観点から、変更が避けられない場合には、植物の活性が低下する休眠期に、殖芽や種子の一部を同じ流域で類似した環境条件をもつ水域へと移植するなどの配慮が必要となる。

謝辞：本研究の実施にあたっては、国土交通省北陸地方整備局千曲川河川事務所から、水辺の国調の植生面積データと植生図、定期横断測量データをご提供いただいた。ここに記して深く感謝の意を表します。

参考文献

- 1) Negishi J.N., Katsuki K., Kume M., Nagayama S. & Kayaba Y.: Terrestrialization alters organic matter dynamics and habitat quality for freshwater mussels (Unionoida) in floodplain backwaters. *Freshwater biology*, Vol.59(5), pp.1026–1038, 2014.
- 2) 角野康郎: 日本水草図鑑, 文一総合出版, 1994.
- 3) 永山滋也, 原田守啓, 萱場祐一: 高水敷掘削による氾濫原の再生は可能か? ~自然堤防帯を例として~, *応用生態工学*, Vol.17(2), pp.67-77, 2015.
- 4) 末次忠司, 藤田光一, 服部敦, 瀨崎智之, 伊藤正彦, 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, 遷移および群落拡大の特性—多摩川と千曲川の礫河原を対象として—, *国土技術政策総合研究所資料*, No.161, 2004.
- 5) 石川慎吾: 河川植物の特性, 「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), pp.71-92. ソフトサイエンス社, 1996.
- 6) 小幡智子, 石井 潤, 角谷 拓, 鷺谷いつみ: 渡良瀬遊水地における過去の掘削履歴が絶滅危惧植物の現在の分布に及ぼす影響と影響評価地図, *保全生態学研究*, Vol.17, pp.221-233, 2012.
- 7) 外来種影響・対策研究会編: 河川における外来種対策の考え方とその事例, *リバーフロント整備センター*, 2008.
- 8) 沖野外輝夫, 河川生態学術研究会千曲川研究グループ: 洪水がつくる川の自然—千曲川河川生態学術研究から, 信濃毎日新聞社, 2006.
- 9) 堀 和明, 田辺 晋: 濃尾平野北部の氾濫原の発達過程と輪中形成, *第四紀研究*, Vol.51(2), pp.93-102, 2012.
- 10) 角野康郎: 陸水における水生植物の多様性と保全, 「水環境の今と未来-藻類と植物のできるここと-」(神戸大学水圏光合成生物研究グループ編), pp.21-34, 生物研究社, 2009.

(2016. 4. 4 受付)