

河川高水敷における特定外来生物アレチウリの埋土種子分布と河川流況との関係性

傳田正利* 萱場祐一**

1. はじめに

特定外来生物の被害が、全国の河川で深刻化している。「河川法」は、河川管理者の河川環境への配慮の必要性を指摘し、「特定外来生物による生態系等に係る被害の防止に関する法律（外来生物法）（平成16年6月2日法律第78号）」は、国等による特定外来生物の防除等の措置を講ずることにより、特定外来生物による生態系等に係る被害を防止し、もって生物の多様性を確保する必要性を示している。河川管理者は、積極的に外来生物の問題に取り組む必要がある。

河川で猛威を振るう外来生物の一種にアレチウリ (*Sicyous angulatus* L.) という植物がある (図-1右写真)。アレチウリは在来植物の生育に大きな影響を与え、その防除 (個体群の拡大防止・縮小) は重要な課題である。河川高水敷を選好するアレチウリは5月~10月にかけて多量の種子を生産し、埋土種子 (発芽能力を有した土壤中の種子集団) を形成する。河川高水敷の冠水時に、埋土種子が流下し、アレチウリの生育域が拡大する。このメカニズムから河川高水敷のアレチウリの埋土種子は大きな脅威となる。既報¹⁾では、アレチウリの生育地における埋土種子の分布形態を明らかにし、アレチウリの生

育域の表層土壌中に埋土種子が多いこと、冠水頻度が低い区域では埋土種子の分解が進み発芽能力が下がることを明らかにした。既報の続報として、本報では、河川管理の現場における埋土種子対策の留意点を整理することを目的とし、(イ) アレチウリ生育域とそれ以外の区域の埋土種子の分布特性、それらの発芽能力の把握、(ロ) 埋土種子分布と発芽能力に影響を与える物理環境特性 (冠水頻度、冠水時の流況) の考察、(ハ) 河川管理の現場において、アレチウリ防除のために考慮すべき事項の整理、以上の3点を行い、これらの結果を報告する。

2. 研究の方法

2.1 調査地の概要

調査は、信濃川水系千曲川で行った。本河川は流域面積7,163km²、流路延長214kmの大河川である。調査地は千曲川の中流部に位置する冠着橋付近 (以下、「調査地」と記述する。) で行った。調査地の概要を図-1に示す。調査地は長野県境から85~87km区間で、河道幅約200m、河床勾配1/350である。調査地の高水敷の地形・植物群落の状況を把握するために、調査地の現地踏査を行った。調査地は、(イ) 低水路沿いの低地及び崖地、(ロ) 高水敷中央部の微高地、(ハ) 堤防近傍の低地に分類できた。

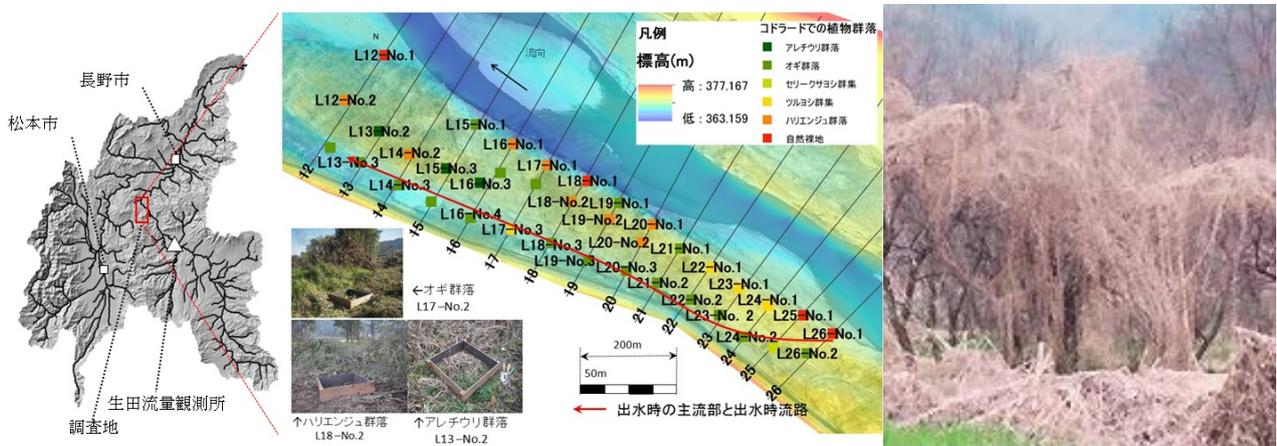


図-1 調査地の概要 (左) とアレチウリの生育状況 (写真右)

Research on buried seed distribution of the bar cucumber in river terrace and relationships between the distribution and floodplain condition.

植物群落は、オギ、ハリエンジュ、ツルヨシ、アレチウリ、セリクサヨシ、カナムグラ、ヒメムカシヨモギ・オオアレチノギク等の植物群落を確認された(図-1)。ハリエンジュ群落内には、大半の区域でアレチウリが生育した。オギ群落は、出水時に流路となる微低地に生育し、少数のオギ群落のみに、アレチウリが生育した。

2.2 現地調査の方法

埋土種子の抽出は、2010年の秋期に行った。調査地の地形・植物群落を考慮し横断測線、コドラード(方形の調査区域)の設置を行った。縦断方向の植物群落変化を反映するように調査地に50m間隔で横断測線を設置した。地形変化を反映するように、合計41地点を調査地点として選定した(図-1)。埋土種子の抽出は、以下の方法で実施した。各調査区の表層の植物を剥ぎ土壌面を露出させた(以後、植物だけの層を0層とする)。その後、表層土壌から5cmごとに掘り下げ土砂を採取した。掘り下げは、埋土種子が含まれる可能性が極めて低い礫層に到達するまでとした。調査地では、概ね5層(0.25m)で礫層に達した。

2.3 データ解析

(1) 埋土種子分類と発芽能力の評価

種子分類は、既報と同様に、T1:種子内部が完全なもの、T2:種子内部の一部が分解され発芽率が減少していると推定されるもの、T3:種子内部が完全に分解され発芽能力が無いと推定されるもの、の3分類とした(以降、この分類を「種子特性」と記述する。)

(2) 植物群落別の埋土種子数と埋土種子数の多い群落における埋土種子鉛直分布特性の評価

各植物群落の埋土種子数を種子特性別に比較した。次に、植物群落別の埋土種子の整理結果から、埋土種子数が多い植物群落を抽出し、埋土種子の鉛直分布を作成した。

(3) 平面流計算を用いた冠水頻度・冠水状況に関するデータ解析

a) 平面流計算と超過確率を用いた冠水状況・冠水流量の推定と冠水流量の超過確率の算定

調査地点が冠水する流量を評価するため、上流端流量が定常の平面流計算を行い、流況再現を行った。上流端流量は、後述する杭瀬下流量観測所のデータを参考に、100m³/s~2000m³/sとした。各調査地点の冠水判断は、コドラートが含まれる計算

メッシュの水深の計算値が0よりも大きい場合、冠水したと判断し、この時の上流端流量を冠水流量とした。

上記により求めた冠水流量を、調査地の最寄り杭瀬下流量観測所の流量データ(1955~2010年)と関連づけ、冠水流量の超過確率を算定した。

b) 各コドラートにおける冠水流量時の摩擦速度の算定と土砂移動の判定

冠水流量時の流体力による土砂移動を検討するために、平面2次元流解析の計算メッシュの中から、各コドラートの属する計算メッシュを抽出し、各コドラートの冠水流量時の摩擦速度を算出し、土砂移動を算定した。

3. 結果

(1) 各植物群落における埋土種子数と埋土種子数の多い群落での埋土種子鉛直分布特性の評価

図-2に各植物群落における埋土種子数の合計を示す。埋土種子数では、ハリエンジュ群落、アレチウリ群落、オギ群落における埋土種子数が多く、他の群落では著しく埋土種子数が少なくなった。アレチウリ群落では、1コドラート単位での埋土種子数が多く、ハリエンジュ群落、オギ群落の順で埋土種子数が少なくなった。オギ群落は、埋土種子数が各コドラートでバラツキが多かった。

(2) ハリエンジュ、アレチウリ、オギでの埋土種子の鉛直分布特性

埋土種子数が多かったハリエンジュ群落、アレチウリ群落、オギ群落の各群落における平均埋土種子数と種子特性の鉛直分布を図-3、図-4、図-5に示す。

各群落ともに、表層0-5cmに埋土種子が集中した。

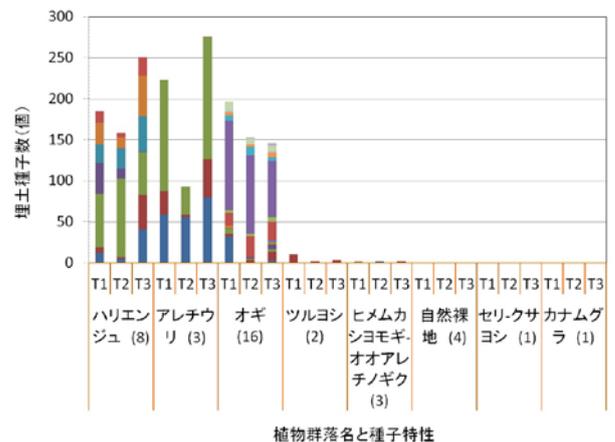


図-2 各植物群落における埋土種子数

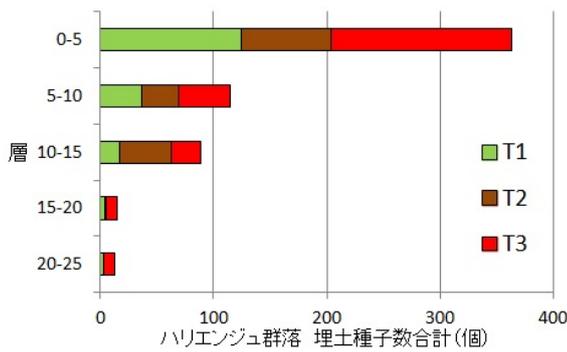


図-3 ハリエンジュ群落における平均埋土種子数

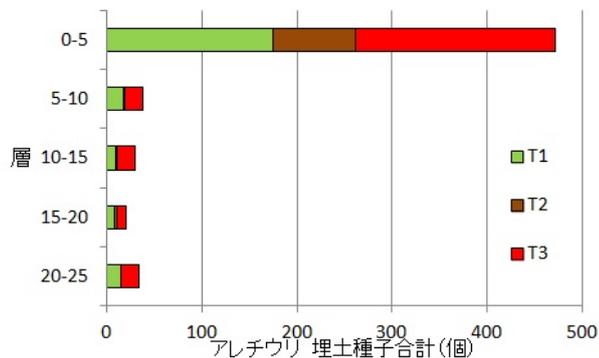


図-4 アレチウリ群落における平均埋土種子数

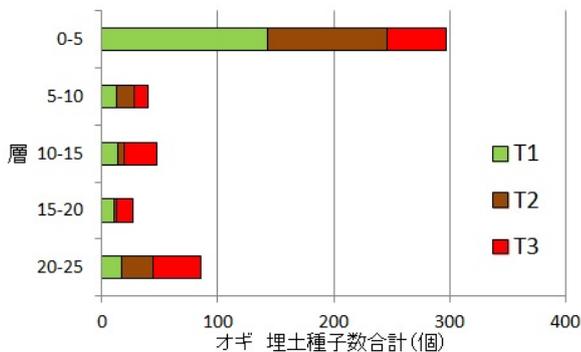


図-5 オギ群落における平均埋土種子数

各群落を比較すると、アレチウリ群落では、表層に他の群落よりも多くの埋土種子が集中した。ハリエンジュ群落では中層（5-10cm層、10-15cm層）まで、一定数の埋土種子が分布し、オギ群落の多くのコドラートでは、深層（20-25cm層）で埋土種子が増加する傾向が特徴的であった。

種子特性別の埋土種子分布は、ハリエンジュ群落では、表層の約70%が、T2またはT3という発芽能力が完全ではない埋土種子であった。アレチウリ群落では表層の約60%が発芽能力が完全ではない埋土種子で、その傾向は20~25cm層まで同様の傾向であった。オギ群落では、発芽能力が完全であるT1種子の割合がアレチウリ群落、ハリエンジュ群

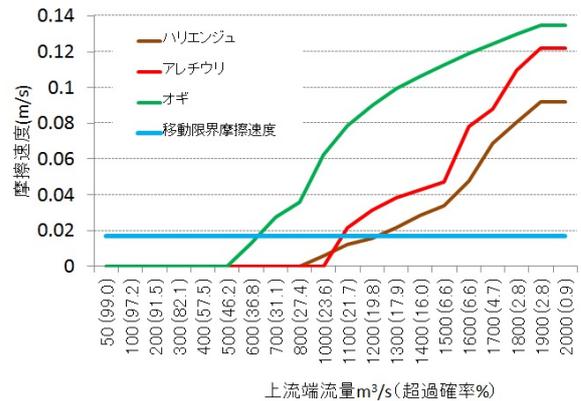


図-6 ハリエンジュ、アレチウリ、オギにおける冠水流量時の摩擦速度の推定と移動判定

落よりも若干多かった。

(3) ハリエンジュ群落、アレチウリ群落、オギ群落での冠水流量と摩擦速度の関係と土砂移動判定
ハリエンジュ群落、アレチウリ群落、オギ群落における上流端流量（超過確率）と移動限界摩擦速度の関係を図-6に示す。オギは、700 m^3/s 、超過確率が約31%で土砂移動が生じると考えられた。アレチウリは、1200 m^3/s 、超過確率が約20%で土砂移動が生じると考えられた。ハリエンジュは1400 m^3/s 、超過確率が約16%で冠水し土砂移動が生じると考えられた。

4. 考察

(1) 河川高水敷上の植物群落における埋土種子の平面分布の特徴とその成立要因

本研究により、埋土種子は河川高水敷の全ての植物群落で確認されたわけではなく、ハリエンジュ群落、アレチウリ群落、オギ群落で主に確認された。ツルヨシ群落等で埋土種子が確認されないのは、冠水頻度が高く冠水時には高流速の流れが通過するため、埋土種子の漂着が促されないためと考えられる。アレチウリ群落の埋土種子数が多いことは自明であるし、ハリエンジュ群落内にアレチウリが生育している場合埋土種子が多いことは筆者らの既報¹⁾の内容を支持する結果である。一方、オギ群落で埋土種子が相当数確認されたことは、本研究で初めて明らかにしたことである（図-2）。オギ群落内に局所的に相当数の埋土種子が確認されたのは、堤防沿いに形成される出水時流路内を埋土種子が流下し、出水時流路の低流速域で埋土種子が沈降し、出水の終了間際に埋土種子上に土砂が堆積したため、図-5に示

す鉛直分布形態になったと考えることが出来る。

これらの結果は、アレチウリが生育している場所に加え、河川管理者は、出水時流路となり、埋土種子が漂着しやすい区域でも埋土種子対策を考慮する必要性を示している。

(2) 埋土種子の鉛直分布に影響を与える物理環境要因

既報¹⁾では、表層から0.1m程度まで埋土種子が集中すると指摘した。本研究の結果、調査地のハリエンジュ群落、アレチウリ群落ともに同様の傾向を示し、既報¹⁾を支持する結果となった。アレチウリ個体群が真上に生育するアレチウリ個体群下では、種子供給能力が大きくなり、よりその傾向が大きくなると考えられる(図-4)。

一方、オギ群落内では、表層0.25mまで少数ではあるが埋土種子が確認された(図-5)。これは、ハリエンジュ群落、アレチウリ群落と比較して出水時流路となるオギ群落での冠水時の流体力が大きいことに起因すると考えることができる。出水時に表層土砂が激しく混合され、土砂交換が地中まで生じた結果、上流から漂着した埋土種子がより地中の深くまで取り込まれたと考えることが出来る。

上述の現象に加えて、冠水の頻度がこの傾向を助長すると考えられる。オギ群落は、ハリエンジュ群落、アレチウリ群落の約2倍、冠水の頻度が大きい(図-6)。この現象は、オギ群落内の表層土壌の土砂交換頻度が高いことを示し、埋土種子の漂着と表層土砂内への取り込みという現象をより高い確率で生じさせると考えられる。これらの結果は、冠水時の条件が、埋土種子の鉛直分布へも影響を与えることを示す。すなわち、出水時に流路となり冠水時の流体力が大きくなり埋土種子が漂着し埋め戻されると推定される箇所では、表層0.1mより深い土砂の中に埋土種子が存在する可能性が高いこと示唆している。

(3) 埋土種子の種子特性に影響を与える物理環境要因と河川管理の現場で考慮すべき事項

既報¹⁾では、冠水の頻度が低い区域(ハリエンジュ群落、アレチウリ群落)では埋土種子の分解が進み発芽能力が下がることを明らかにした¹⁾。調査地のハリエンジュ群落、アレチウリ群落でも、同様

の傾向を示し、既報¹⁾を支持する結果となった(図-3, 図-4)。本研究で新たに明らかにしたのは、冠水時の流体力が大きく冠水頻度が高いオギ群落内には埋土種子の漂着があり、ハリエンジュ群落・アレチウリ群落内よりも埋土種子の分解が進まないことである(図-5)。既報¹⁾では、冠水の頻度だけが埋土種子の種子特性に影響を与えると考察したが、本研究では、冠水時の流況と流体力が埋土種子の鉛直分布特性に影響を与えることを新たに明らかにした。本研究の結果は、河川管理者が、アレチウリの防除を行う場合には、アレチウリ生育域だけでなく、埋土種子が漂着する可能性が高い区域にも留意すべきことを示唆している。加えて、表層だけでなく土砂の内部の鉛直方向まで配慮する必要性を示している。

5. おわりに

千曲川の高水敷において、特定外来生物アレチウリの埋土種子の分布特性を調査し、物理環境条件との関係性の考察を行った。その結果、(イ)埋土種子はアレチウリ群落、ハリエンジュ群落、オギ群落で確認された。(ロ)埋土種子の鉛直分布は、表層から約0.1mに集中した。(ハ)冠水の頻度と冠水時の流体力が埋土種子の発芽能力に影響を与えると推定された。

参考文献

- 1) 傳田正利、黒川貴弘、三輪準二：千曲川高水敷におけるアレチウリ埋土種子の分布特性とその形成要因、土木技術資料、第54巻、第9号、pp.16~19、2012.

傳田正利*



独立行政法人土木研究所
つくば中央研究所水環境
研究グループ河川生態
チーム 主任研究員、博
士(工)
Dr. Masatoshi DENDA

萱場祐一**



独立行政法人土木研究所
つくば中央研究所水環境
研究グループ河川生態
チーム 上席研究員、工
博
Dr. Yuichi KAYABA