

砂礫州における埋土種子分布とそれが植生成立 に与える影響に関する研究

RELATIONSHIP BETWEEN SOIL SEED BANKS AND
STANDING VEGETATION IN THE BAR OF A GRAVEL-BED RIVER.

大石 哲也¹, 角 哲也², 藤原 正季³, 天野 邦彦⁴
Tetsuya OOISHI, Tetsuya SUMI, Masaki FUJIWARA and Kunihiko AMANO

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

² 正会員 工博 京都大学 工学研究科 (〒615-8540 京都市西京区京都大学桂 4)

³ 正会員 工修 (独) 土木研究所 河川生態チーム 交流研究員 (〒305-8516 茨城県つくば市南原 1-6)

⁴ 正会員 工博 (独) 土木研究所 河川生態チーム 上席研究員 (同上)

The purpose of this study is to investigate the distribution pattern and the density of soil seed banks in a sand-gravel bar, and the influence on standing vegetation by the soil seeds banks. Measured density of the soil seed banks (seeds/m²) were 928 and 5,344 for disturbing environment characterized by gravel materials and for piled environment characterized sand materials, respectively. The soil seed banks were widely distributed regardless of the species. However, distribution of plants was heterogeneous. It is not dependent on seed distribution, but on a physiological condition of the place. Consequently, although the soil seed banks and vegetation cover were significantly correlated, the local physical environment was more predominant factor than the soil seed banks to determine the bar vegetation in the gravel-bed river.

Key Words : seedbanks, river flood channel, GIS, river vegetation

1. はじめに

河川植生の動態やその更新に関わる既往研究では、流量や流砂量の増加によって植物群が流失する機構や、植物群が土砂堆積を促進させる機構を主体とした、多くの研究が行われてきた^{1),2)}。これらの研究では、河床に働くせん断力といった物理的指標を用いて、河川植生の動態の説明がなされてきた。もちろん、物理的環境に応じて植生が変化・更新するという考えは重要な視点であるが、河川植生の成立や遷移機構の全てを説明しきれていないわけではない。

生物学的な観点から考えれば、そこに植生が成立するためには、その植生を構成する種子が土壌中に存在することが必要不可欠であるということになる。しかし、これまでのところ砂州内の土壌中に種子がどの程度存在しているのか、攪乱の激しい場所や堆積の著しい場で種子量にどの程度違いがあるのかといった基本的な問題に取り組む研究は少なく、土壌中の種子と河川植生との関係については未解明のままである。

植生学では、土壌中に存在する種子を埋土種子 (seedbanks) とい³⁾、これに関する研究事例が多く見ら

れる。埋土種子と植生に関する研究によると、埋土種子量は土地利用形態別に異なっていること、種類組成が地上部の種類組成と違っていることが知られている³⁾⁻⁶⁾。例えば、耕作地での埋土種子は、29,000~70,000 個/m² と多いが、森林では、200~3,300 個/m² と少ない⁴⁾。また、埋土種子の種類 (埋土種子相) と地上部にある植物の種類 (植物相) との類似度合は 0.1~0.3 と低いことも報告されている⁵⁾。

また河川では、埋土種子を含めた種子に関連する研究として、特定種子の生理的な特性を研究することで、希少種保全や外来種対策などに生かした例^{7),8)}が見られる。この他、流水による種子散布について、現地、水路実験、数値解析等により、種子供給が植物群落の形成に寄与するといった報告例がある⁹⁾⁻¹¹⁾。これらはいずれも埋土種子層の形成に大きく寄与する研究例と言える。

本研究で扱う河川における埋土種子と植生に関してみると、植生学の中でも検討例が少ない分野^{4),6)}にあたり、十分な知見が得られていない。

本研究では、既往研究のような特定種に對象を絞らず、砂礫州 (以下、砂州と言う) の比較的浅い部分 (植物の発芽可能な層) を對象に、埋土種子の空間分布を明らかにすることを目的とした。さらに、埋土種子の分布が植

生にどのように影響しているかについて考察した。

2. 調査地の概要

研究対象とした那珂川は、幹川流路延長 150km、流域面積 3,270km²の一級河川である。標高 1,915m の那須岳（栃木県）を源流とし、茨城県を跨ぎ太平洋へ注ぐ。河床勾配は、源流部から 60km 付近までが約 1/80 ~ 1/400, 60 ~ 27km 付近までが約 1/770, 27km より下流の箇所では 1/1,000 ~ 1/7,000 である。対象砂州の河床勾配は 1/770, 河床材料の代表粒径は 25mm で、セグメント 2-1 に分類される（図-1）。対象砂州の平均年最大流量（確率規模 1/2）は約 1,400m³/s である（参考までに図-3 には、流量に対する標高点を示した¹²⁾）。対象砂州を含め、その前後の数 km 区間に明瞭な単列砂州を有しているが、この 10 年ほどは大きな出水もなく、砂州の移動はみられない。

砂州上における植生の特徴は、カワラヨモギやカワラハハコといった、かつて、河原によく見られた植物が存在している。対象砂州是那珂川にある砂州群の中でも、河原あるいは湿性環境に依存する植物が比較的多く存在している砂州である。

3. 方法

(1) 対象砂州の概観調査-地形調査と植生調査-

対象砂州の地形は、RTK-GPS（Real-Time Kinetic - Global Positioning System）により座標（X,Y,Z）を計測し（約 1,200 地点）、TIN 処理により、GIS(Geographic Information System) 上に三次元地形を作成した。植生は植生調査を実施し、GIS 上に植生図を作成した。なお、植生調査は、植物が比較的多く確認できる 2007 年 6 月 20 日から 7 月 5 日にかけて行った。また、地形調査も同時期に行った。

(2) 調査区内の地上部植生と埋土種子の分布調査

a) 調査区の設定

調査区は、対象砂州を縦断方向へ 50m 横断方向へ 30m 間隔で格子状に区切った交点に設定した。ただし、設定する調査区に異なった植物群落が含まれる場合は、前後 2,3m ずらし、1 つの群落内に再設定した。さらに、ワンド部（1 地点）、希少植物（1 地点）、外来植物（2 地点）の生育場所も加え、合計地点数を 40 地点とした。調査区のおおきさは、0.5m×0.5m とした（図-1 参照）。

b) 調査区の砂礫構造および植生

現地では、各調査区において砂礫構造と植生について調査を行った。砂礫構造は、砂礫量に応じてタイプ ~ タイプ に区分し記録した（図-2）。植生調査では、植物の種類と各植物の植生率を記録した。

c) 土砂の採取

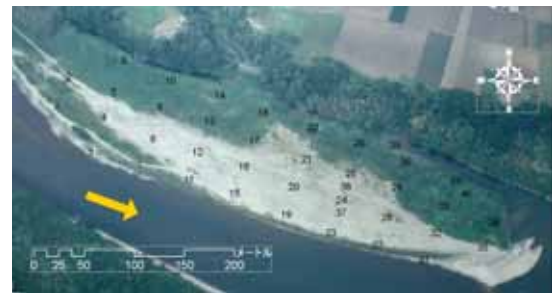


図-1 那珂川（対象砂州）

-対象砂州にある数字は調査区 No. を示す-

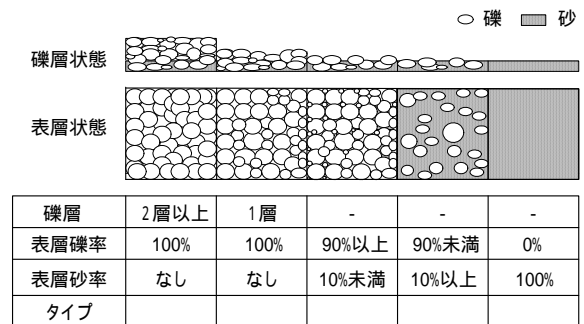


図-2 砂礫構造タイプ（模式図）

土砂は、種子発芽に関係の高い表層から 0.1m の深さまで採取した。

(3) 粒度試験と種子分析

a) 粒度試験および種子選別

粒度試験は、自然乾燥を行った後で土の粒度試験方法（JIS-A-1204）に従った。なお、粒径区分に関しては、河川工学で利用されている国際区分法（極粗砂 2-1mm, 粗砂 1-0.5mm, 中砂 0.5-0.25mm, 細砂 0.25-0.125mm, 微細砂 0.125-0.062mm）に従って行った¹³⁾。

b) 種子の抽出

種子の抽出に際し、粒度試験によって得られた土砂サンプルのうち、種子径 8mm 以上は目視で種子の有無を確認した。8mm 以下の種子については、高比重法処理により埋土種子や有機物を浮遊させ、顕微鏡を用いて種子選別を行った。高比重処理法とは、比重 1.54 の 50%炭酸カリウム溶液（K₂CO₃）に土砂を投入し、5 分間攪拌したのちに、上澄み溶液を回収する¹⁴⁾のもので、これらを 3 回繰り返した。回収した浮遊物を低温乾燥（6 時間程度）させ、有機物塊を取り除いた残砂中のうち 1/8 を取り出し、種子の選別・同定を行い、種子数を記録した。

なお、砂州中の埋土種子が乾燥・収縮や動物・微生物の分解作用により、予想していたよりも変色や種子の形が歪なものも多く含まれたため、種レベルでの同定が困難であった。したがって、同定結果に示す科、属は、いくつかの種類を含んだ種子数の合計値である。このため、埋土種子と同じ科あるいは同じ属に含まれる種類が植物相みられる場合は、少なくとも埋土種子中の同科、同属にもその種が存在していると判断した。

(4) データ解析

a) GISによるデータ解析

現地調査により得られたデータをGISに整理し、地形図、植生図、粒径別の堆砂量分布および埋土種子分布の関係についてデータ解析を行った。また、植生図と地形図を用いた解析では各図を1mメッシュに分割し、メッシュ毎に植物群落名と標高値を格納しデータを作成した。

b) 埋土種子相と植物相の関係解析

埋土種子相と植物相の関係解析では、調査区中で、ある植物種が埋土種子として存在する地点数と地上部で出現している地点数との関係を割合によって求めた。割合を求める際、ある種が植物相に見られるものの、埋土種子相に見られない場合には、過去に埋土種子が存在したと仮定し、埋土種子として存在する数に加えた。以下では、この割合を出現率と定義する。

4. 結果

(1) 対象砂州の地形と植生の関係

図-3に対象砂州の地形と砂礫構造タイプ 図-4に植生図を示す。対象砂州は、主流部の水際線から左岸側に向かい、砂州標高が約3~4m高くなっていた。この高まりとともに群落は、ツルヨシ群落、ヨモギ群落、マルバヤハズソウ群落類の順で変化した。砂礫構造はタイプ ~ が多くを占めていた。砂州の頂上付近から左岸側へかけて砂州高が低くなり、砂州前縁部と左岸との間にワンドが形成されていた。砂礫構造はタイプ , が多くを占めていた。また、ワンド付近ではモザイク状に多くの群落が生息していた。

図-5に群落の生育範囲の箱ひげ図を示す。過湿性に見られる1年生在来草本群落(セリ-クサヨシ群落, ヤナギタデ群落, ミゾソバ群落など)は、比高(調査時の水位標高と生育標高との差)の中央値が0.5m付近にあり、生育分布の範囲が約1mと狭い。

一方、湿性から乾燥状態でみられる多年生在来草本群落(ヨシ群落, オギ群落, ヨモギ群落類)やヨシ, オギ等からみつく一年性ツル性草本のカナムグラは、比高の中央値が2~3m付近にあり、生育分布の範囲も約3mと広い。ただし、同一比高でまとめられた群落も、水際から砂州頂部にかけては、草丈が1m程度のヨモギ群落が多く見られ、砂州頂部から左岸側のワンド部では、草丈が2mを超えるヨシ群落, オギ群落が多く見られるという違いがあった。

(2) 埋土種子の空間分布

図-6に単位面積あたりの種子数(以下、種子密度)と堆砂量(以下、堆砂密度)の分布を示す。なお、図中の堆砂密度は、種子密度との対応関係が見られた極粗砂・粗砂の合算値と細砂以下の合算値について図示した。

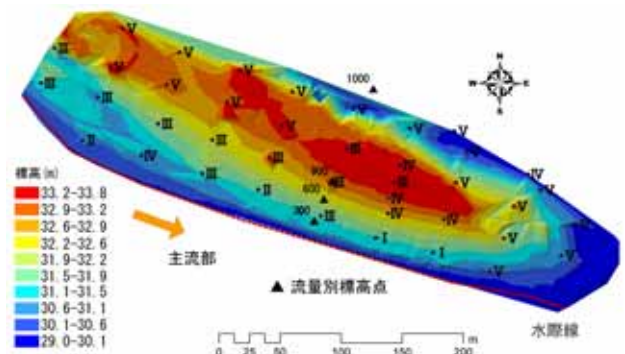


図-3 対象砂州の標高分布と砂礫構造

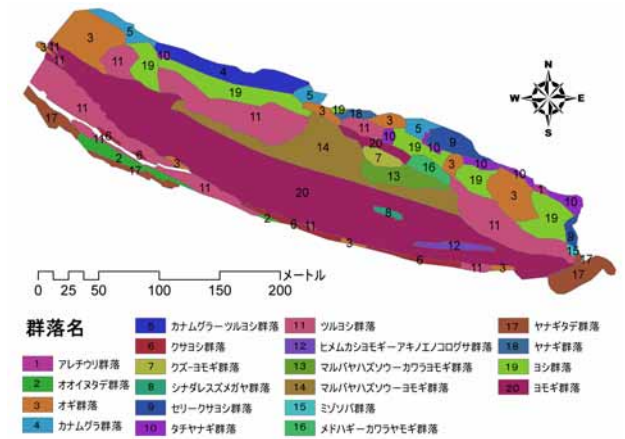


図-4 対象砂州の植生図

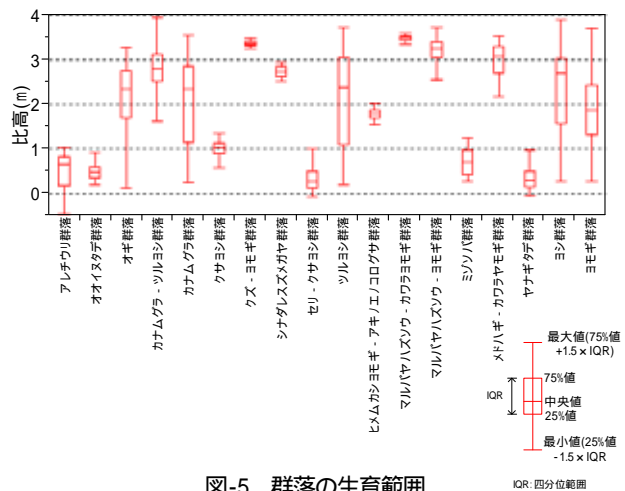


図-5 群落の生育範囲

巨視的に埋土種子の分布を見ると、主流部の水際から離れるに従って種子密度が高くなる傾向にあった。種子密度の高い場所の堆砂分は、細砂以下が多く、極粗砂・粗砂が少ないという傾向がみられ、逆に、種子密度の低い場所は細砂以下が少なく、極粗砂・粗砂が多いという傾向が見られた。

また、砂礫構造からみると、タイプ ~ で種子密度が低く、タイプ , で種子密度が高い傾向にあった。砂礫構造を指標とし、種子密度の分布をみると、タイプ ~ では、96-20,928 個/m²の範囲であり、中央値が928 個/m²であった。一方、タイプ , では、448-21,152 個/m²の範囲であり、中央値が5,344 個/m²であった。

していたが、調査区での個体の出現箇所は9箇所のみであった。出現率は32%であり、平均的な値を示している。生育が確認された地点は、砂分が多く(砂礫構造、)、湿性的な場所(No.30,36,39)で植被率が高い(10-60%)、箇所であった。一方、埋土種子の存在は確認できるが、植物相での出現が見られないか、植被率が著しく低い(1~5%)場所は、砂礫が多く(砂礫構造、)、比高の低い主流部の水際か、砂礫が多く(砂礫構造、)比高の高い箇所(ツルヨシ群落内)であった。以上から、広く分布するミゾソバ種子の中でも、その箇所の環境条件の違いが、植物の発芽・成長に大きく寄与していると考えられる。

イネ科植物についても、埋土種子は広く分布しているが、植物相の出現率は頻度の多いツルヨシやクサヨシを除けば、10%以下である。頻度の多いツルヨシについてみると、その出現箇所は、比高の低い水際から高い箇所にかけて広く分布しているが、砂礫構造にタイプ、を有する箇所では植被率が高く、タイプ、で植被率が低いという特徴がある。また、クサヨシの出現箇所は、ほとんどが水際域やワンド部に占め、砂礫構造にタイプ、を有する。これらも上記を支持する結果と言える。

埋土種子の存在箇所が多く、出現率が著しく高いものに、カナムグラがあげられる。この種は、比高の高い堆積帯に多く存在している。カナムグラは、一年性のツル性植物であることや、生育場が主流部から離れていることも相まって、攪乱による種子の流出等を受けにくく、自らがヨシやオギの上部を渡り、広範に種子を拡散することで、発芽・成長に至ったと考えられる。ただし、カナムグラの場合も、埋土種子の存在が確認できるものの植物相での出現が見られない箇所もあり、それは砂礫帯(No.16,タイプ)であった。

以上の検討から分かるように、埋土種子は地上部の植生に影響を与えていると言えるが、埋土種子のある場所すべてが地上部の植物相と結びついているわけではない。むしろ、埋土種子は、その場の環境によって、発芽・成長に至るものと、そうでないものにわかれていると考えられる。したがって、植生の成立を考える際、埋土種子量や種類は、その場に成立する植生の組合せを制限するものと解釈でき、植生成立には、その場の物理的環境が支配的であると言える。

6. おわりに

本研究の結果から、以下のことが明らかとなった。

- ・礫の多い攪乱的な環境下での埋土種子密度の中央値は、928 個/m²であり、砂の多い堆積的な環境下での埋土種子密度の中央値は、5,344 個/m²であった。
- ・埋土種子密度は、極粗砂・疎粗成分が増えると減少し、細砂成分が増すと増加する傾向にあった。

- ・埋土種子は種類に関係なく、砂州内に広く分散していたが、全ての場所で発芽・成長に至ってはいなかった。
- ・砂州内の河川植生の成立は、埋土種子量や種類による影響よりもむしろ、その場の物理的環境が支配的であることが示唆された。

上記の示唆から、河川では埋土種子が群落の多様性を維持していると考えられるよりは、地形の複雑さや、水分の過多によって群落の多様性が維持できると考えられる。

参考文献

- 1) 藤田光一, 李参熙, 渡辺 敏, 塚原隆夫, 山本晃一, 望月達也: 扇状地礫床河道における安定植生域消長の機構とシミュレーション, 土木学会論文集, No.747/ -65, pp.41-60, 2003.
- 2) 辻本哲郎, 寺井達也, 寺本敦子: 木津川下流部砂州の植生繁茂と裸地維持の仕組み, 河川技術論文集, vol.8, pp.307-312, 2002.
- 3) 林一六: 埋土種子集団, 群落の遷移とその機構, 朝倉書店, pp.193-204, 1977.
- 4) Cook R.: The Biology of Seeds in the Soil. In: Solbrig, O. T. (ed.) Demography and Evolution in Plant Populations, Blackwell Scientific Publications, pp.107-129, 1980.
- 5) 細木大輔, 米村惣太郎, 亀山 章: 関東の森林の土壌シードバンクにおける緑化材料としての利用可能性とその測定方法, 日本緑化工学会誌, vol.29(3), pp.412-422, 2004.
- 6) Carol C. & Jerry M. Baskin: Seeds: Ecology, Biogeography, and Evolution of Dormancy and Germination, Academic Press, pp.133-179, 1998.
- 7) Washitani, I., Takenaka, A., Kuramoto, N., & Inoue, K.: *Aster kantoensis* Kitam., an endangered flood plain endemite plant in Japan: Its ability to form persistent soil seed banks, Biological Conservation, Vol.82(1), pp. 67-72, 1997.
- 8) 宮脇成生, 鷲谷いづみ: 土壌シードバンクを考慮した個体群動態モデルと侵入植物オオブタクサの駆除効果の予測, 保全生態学研究, vol.1, pp.25-47, 1996.
- 9) 田所奈美, 知花武佳: 河原における植生の種子漂着場に関する研究, 河川技術論文集, vol.12, pp.465-470, 2006.
- 10) 大石哲也, 天野邦彦: 出水がアレチウリ群落の拡大に及ぼす影響とその考察-実験・数値解析からの検討, 水工学論文集, vol.50, pp.1207-1212, 2006.
- 11) 島谷幸宏, 河口洋一, 池松伸也, 重松光太郎, 山口正裕, 西廣淳: 出水によりアザメの瀬に運搬される種子の沈降特性分析, 第10回研究発表会講演集, 応用生態工学会, pp.69-71, 2006.
- 12) 藤原正季, 大石哲也, 天野邦彦: 洪水攪乱と周辺植物の影響に着目した希少河原植物生育値の成立および維持機構, 河川技術論文集, vol.12, pp.145-150, 2008.
- 13) 山本晃一: 構造沖積河川学, 山海堂, pp.136-137, 2004.
- 14) Tsuyuzaki, S.: Rapid seed extraction from soils by a flotation method., Weed Research, vol.34, pp.433-436, 1994.
- 15) 古代の森研究舎 吉川純子氏私信.

(2008 9. 30 受付)