

河川内造成裸地における植生の初期動態

Early vegetation dynamics of artificial bare-land in the riparian zone

井上 雅仁*

Masahito Inoue

中越 信和**

Nobukazu Nakagoshi

ABSTRACT : The objective of this study was to scrutinize the vegetation dynamics on artificial bare-land in the Ashida River, Hiroshima Prefecture located in the southwestern part of Japan. The selected artificial bare-land was one divided into 3 plots, each measuring 5 m×6 m, followed by further subdivision into sub-plots measuring 1 m×1 m. From 1994 through 1995, time course changes of total vegetation coverage, occurrence species of plants and their coverage ratios were monitored in each sub-plot.

The results disclosed that vegetation coverage increased remarkably with the mean vegetation coverage ratio reaching about 90 % in approximately 2 years. The number of plant species and species diversity also increased in parallel with recovery of vegetation coverage. It was revealed that vegetation coverage and species composition varied spacially and seasonally, whereas increase in vegetation coverage ratio was attributed not to singles species but to plural species of plants.

KEYWORD : Vegetation dynamics, Riparian zone, Artificial bare-land, Coverage, Species diversity

1 はじめに

陸域生態系において出現する造成地や裸地では、主に気候や地形に応じた遷移系列にしたがい、時間の経過とともに植生の移り変わりがみられる。通常、人間の影響を受けない自然のままの遷移は一次遷移（自然遷移）、人間の影響を受けた遷移は二次遷移（人為遷移）と呼ばれる¹⁾²⁾。河川は自然条件下では洪水や侵食などの攪乱によって消滅・再生を繰り返しながらも、全体では安定した状態を保っており、動的平衡状態のもとにあるといわれており³⁾、河川自身が不均一性と変動性の支配するダイナミックなシステムを形成している⁴⁾。そのため河川内の造成地における植生の初期動態や遷移は、周囲の陸域の動態・遷移とは異なったものであると考えることができる。

しかしながら河川においては、造成地に代表される人工的に改変された箇所での植生動態や植生回復についての研究は、多自然型河川工法による河川整備後の初期動態⁵⁾や、石積み護岸上での植生動態^{6),7)}などの研究があるに過ぎない。多自然型川づくりなどの新しい流れが進みつつあるが、改修後の植生回復の過程など不明な点も多く、さらなる研究の蓄積が必要であるといえる。

そこで本研究では、広島県東部を流れる芦田川に出現した造成裸地における植生の初期動態を把握し、その植生回復・動態の特性を明らかにすることを目的とした。

* 広島大学大学院 国際協力研究科 Graduate School for International Development and Cooperation, Hiroshima University
(勤務先) アジア航測株式会社 Asia Air Survey Co., Ltd.

** 広島大学大学院 国際協力研究科 Graduate School for International Development and Cooperation, Hiroshima University

2 調査地および調査方法

2.1 調査地

芦田川は、広島県東部に広がる世羅台地の標高 750m 付近に源を発し、府中盆地、福山平野を流下し瀬戸内海に注ぐ一級河川である。全長 80km、本支流をあわせた河川数 76、流域面積 870km²、流路延長 392.7km で、広島県東部の飲料水、農業水、工業水などの供給源として重要な役割をはたしている。河口付近に位置する福山市の気候は、年平均気温 14.7℃、年間降水量 1175.8mm で、流域全体が瀬戸内式気候下にある。

調査対象とした造成裸地は、河口からおおよそ 20km 付近の左岸に位置し、護岸工事にともない出現したものである。造成工事がおこなわれたのは 1993 年度であり、工事自体は 1993 年から 1994 年にかけての冬季に実施された。調査を実施した造成裸地は、河道に面した傾斜地となっており、その傾斜は約 30 度であった。

2.2 調査方法

造成裸地上に、河道方向に 5m、河道と垂直方向に 6m の調査区を 5m おきに 3 つ設置した。さらにこれらの調査区を 1m×1m の小調査区に区切り、実際の調査は小調査区単位で実施した。

1m×1m の小調査区では、小調査区全体の植被率、小調査区内に出現する植物種の種名、各種の植被率を記録した。植被率はパーセント単位で記録した。これらの調査は 1994 年の 7 月、10 月、1995 年の 4 月、7 月、10 月に実施した。さらに、これらの調査資料をもとに、各小調査区における Shannon の多様度指数 (H')⁹⁾を算出した。Shannon の多様度指数の算出には、各小調査区における各出現種の植被率をもとにした相対優占度をもちいた。

3 結果

3.1 植被率の変化

各小調査区における全体の植被率は、0%、1%、2-10%、11-25%、26-50%、51%以上の 6 段階に区分し、各調査時期毎に示した (図 1)。造成後の時間経過の最も短い 1994 年 7 月には、すでに多数の小調査区で植被がみられたが、植被率が 50% 以下の小調査区が大部分であり、植被率 50% 以上の小調査区は 7 個と全体の約 8% に過ぎなかった。1995 年 4 月も植被率の低い小調査区が多いものの、1995 年 10 月には全ての小調査区で植被率が 50% 以上にまで回復していた。とくに植被率 0% の小調査区は 1994 年 7 月にみられたのみで、その他の調査時期には全く存在しなかった。

さらに植被率の経時的な変化を把握するために、各調査時期毎に小調査区あたりの平均植被率を求めた。小調査区あたりの平均植被率は、1994 年 7 月には 20% 以下であったが、同年 10 月には 50% 以上と、2 倍以上に増加していた (図 2)。1995 年 4 月には 20% 前後とやや低下したものの、同年 7 月、10 月と時間の経過とともに植被率は増加し、1995 年 10 月には 90% 前後と非常に高い植被率を示した。季節的にも経年的にも、造成後の経過時間の長い調査時期ほど、小調査区あたりの植被率は増加する傾向にあった。

植被の空間分布については、1994 年 7 月および 1995 年 4 月に空間的な偏りがみられた。河道付近と斜面上部で高い植被率を示す一方、斜面中央付近では比較的植被率の低い小調査区が分布する傾向にあった (図 1)。しかし 1994 年および 1995 年の両年とも、時間の経過とともに斜面上部から河道付近にいたるまで広く植被に覆われるようになった。とくに設置後の経過時間が最も長い 1995 年 10 月には、い

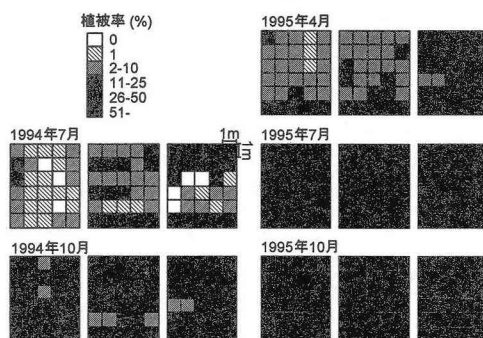


図 1 各調査区における植被率の変化

ずれの斜面位置でも植被率は 50%以上を示した。

植被率の低い小調査区の中には、土砂の流出が観察された区もみられたため、土砂流出の有無別に小調査区あたりの植被率の推移を求めた(図2)。1994年の調査時に土砂流出がみられた小調査区を、土砂流出有りの区とした。1994年7月には、土砂流出の無い小調査区の平均植被率は20.2%であった一方、土砂流出有りの区では平均4.3%であった。同年10月には、流出無し区では約70%、有りの区では約30%、1995年4月には、流出無し区では約30%、有りの区では約10%と、土砂流出の無い小調査区に比べ、土砂流出のみられた小調査区では平均植被率が大幅に低い傾向にあった。一方、1995年10月には、両者の小調査区での差はほとんどみられなかった。

3.2 出現種数の変化

各小調査区の出現種数は、0種、1-3種、4-6種、7-9種、10-12種、13種以上の6段階に区分し、各調査時期毎に示した(図3)。造成後の経過時間の最も短い1994年7月には、すでに多数の小調査区で植物の生育がみられたが、出現種数1-3種あるいは4-6種の小調査区が大部分であり、出現種数が7種以上の小調査区数は12個、さらに出現種数が10種を越える小調査区数はわずか3個に過ぎなかった。1995年4月には出現種数が6種以下の小調査区が多いものの、1995年の7月、10月には出現種数が7種以上の小調査区が調査区の広域で確認されるようになった。出現種数0種の小調査区は1994年7月にみられたのみで、その他の調査時期にはみられなかった。季節的にも経年的にも設置からの経過時間が長い調査時期ほど、出現種数の多い小調査区の数が増加していた。

さらに出現種数の経時的な変化を把握するため、1調査区あたりの平均出現種数を求めた(図4)。小調査区による出現種数は大きく異なるものの、1994年7月に約3.5種であった平均出現種数は、1994年10月および1995年4月には5.0種前後、1995年7月および10月には7.0種前後にまで増加しており、時間の経過とともに増加する傾向がみられた。最高出現種数は1995年7月に水際的小調査区で記録された14種であった。

また、小調査区あたりの Shannon の多様度指数(H')は、調査開始にあたる1994年7月には1.0程度、同年10月には1.3程度であったが、1995年4月には2.0前後に達した。その後はやや頭打ちとなり、1995年7月、10月ともに2.0前後で推移する傾向にあった。

小調査区あたりの出現種数は、1994年7月、1994年10月および1995年4月に空間的な偏りがみられた。

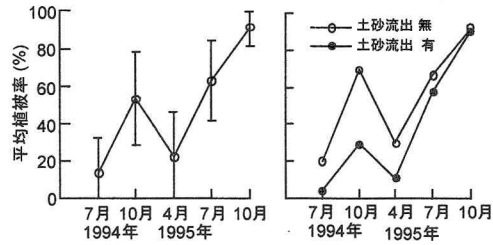


図2 小調査区あたりの平均植被率の変化

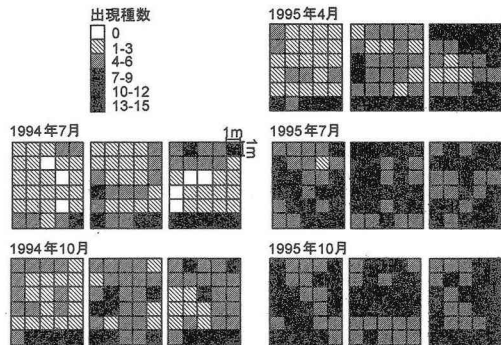


図3 各調査区における出現種数の変化

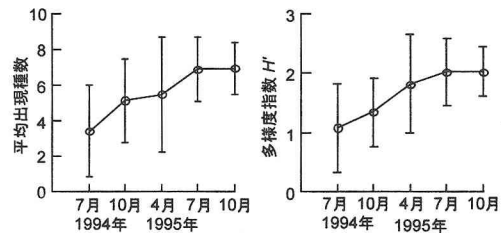


図4 小調査区あたりの平均出現種数、多様度指数の変化

出現種数の多い小調査区は河道付近および斜面上部に分布する一方、斜面中央付近では出現種数 1-3 種の小調査区が中心であった (図 3)。すなわち造成後初期における植物の生育は、河道付近および斜面上部が中心であった。とくに出現種数が 10 種以上の小調査区の分布は、河道に隣接する小調査区あるいは斜面上部の小調査区に集中する傾向にあった。しかしながら、1995 年 7 月および 10 月の出現種数分布が示すように、時間の経過とともに斜面上部から河道付近にいたるまで広く出現種の分布がみられ、とくに設置後の経過時間の最も長い 1995 年 10 月には、斜面の位置による出現種数の差はほとんどみられなかった。

3.3 出現種の空間分布

空間的な分布特性については、1994 年 7 月および 1995 年 4 月の植被分布が示すように、植被の状況が造成裸地上の位置により異なることから (図 1)、小調査区を河道からの距離でまとめ、出現種の空間分布について検討した。対象とした出現種は全調査の合計植被率の上位 20 種とし、1 調査時期、1 小調査区あたりの平均植被率を算出した (表 1)。表中の斜面位置 6 は河道に隣接する小調査区群を、斜面位置 1 は河道から最も離れた小調査区群を示す。

主に斜面上部から中部に出現する種群としては、メヒシバ、ニワウルシ、オオフトバムグラ、ヨモギ、オオアレチノギクなどがあげられた。これらの種群は斜面下部にも出現するものの、その植被率は斜面上部に比べ著しく低い傾向にあった。とくにメヒシバおよびニワウルシは斜面位置 1 から 3 の範囲で平均植被率が 3.0%以上を示しており、斜面上部から中部の主要な構成種であるといえる。一方、河道付近に高い植被率で出現し、斜面上部には出現しない種群としては、アカメヤナギ、ヤナギタデ、クサヨシ、ホウキギク、アメリカセンダングサなどが確認された。とくにアカメヤナギ、ヤナギタデ、クサヨシは水際の平均植被率が 2.0%を上回っていたことから、水際の主要な構成種であるといえる。また斜面位置全体を通じて出現した種として、オオブタクサ、セイタカアワダチソウ、イヌタデなどがみられた。とくにオオブタクサは斜面位置 1, 4, 5 で平均植被率 3.0%以上を示しており、斜面全域にわたって高い植被率をもつ構成種であるといえる。

3.4 出現種の経時変化

出現種の経時的な変化を捉えるために、主要な種を対象に、季節的、経年的な変化について検討した。主要な種としては、各調査時期の優占種上位 10 種をとりあげたところ、各時期での重複により 20 種となった。

季節的な変化としては、メヒシバ、オオクサキビ、アメリカセンダングサなどが 10 月に高い植被率を示し、秋季を特徴づける種群としてみとめられた (表

表 1 斜面位置別の主な種の出現状況

種名	斜面位置*					
	1	2	3	4	5	6
メヒシバ	3.02	3.57	3.43	2.64	1.16	1.00
ニワウルシ	1.06	3.19	2.83	1.45	0.17	-
オオフトバムグラ	1.02	1.90	2.46	1.43	0.40	0.03
ヨモギ	2.64	0.80	0.02	0.00	0.23	0.53
オオアレチノギク	0.85	0.84	1.01	0.66	0.12	0.13
ギョウギンバ	0.66	0.33	0.22	0.25	0.27	0.03
エノコログサ	0.56	0.65	0.45	0.53	0.39	0.13
ヤブガラシ	0.64	0.27	0.05	0.02	0.01	0.03
アカメヤナギ	-	-	-	-	0.02	2.50
ヤナギタデ	-	-	-	0.02	0.44	2.24
クサヨシ	-	-	-	0.11	0.30	2.69
ホウキギク	-	-	0.03	0.28	0.31	0.91
アメリカセンダングサ	-	0.00	0.04	0.13	0.53	2.54
オオクサキビ	0.01	0.14	0.30	1.28	2.09	1.40
ツルヨシ	0.09	0.07	0.11	0.47	0.69	0.97
マメアサガオ	0.00	0.08	0.13	0.14	0.39	0.44
オオブタクサ	3.33	1.89	1.98	3.23	4.63	1.31
シロザ	0.16	0.20	0.33	0.64	0.32	0.03
セイタカアワダチソウ	0.22	0.19	0.17	0.09	0.11	0.53
イヌタデ	0.02	0.10	0.20	0.28	0.39	0.26

*斜面位置は斜面上部からの位置を示し、斜面位置 6 が最も河道に近い。
表中の数値は 1 調査時期・1 小調査区あたりの平均植被率を示す。

表 2 調査時期別の主な種の出現状況

種名	1994年		1995年	
	7月	10月	4月	7月 10月
イヌガラシ	0.21	0.06	0.96	0.01 -
タカサブロウ	0.17	0.31	-	0.06 -
アメリカセンダングサ	0.65	2.37	0.04	0.46 1.35
エノコログサ	1.42	1.47	0.14	0.79 0.24
メヒシバ	0.01	14.01	-	1.65 6.57
ヒメジョオン	0.01	-	0.69	0.10 -
セイヨウカラシナ	-	0.02	0.65	- 0.03
コマツツメクサ	0.02	0.03	0.62	0.01 -
タチイヌノフグリ	-	-	0.42	- -
ヨモギ	0.05	0.57	1.08	1.84 2.79
オオブタクサ	2.39	2.97	1.06	4.69 13.44
ニワウルシ	1.19	1.76	0.13	6.14 3.81
オオフトバムグラ	0.15	0.89	-	3.51 6.28
ツルヨシ	0.17	0.08	0.17	1.16 2.01
アカメヤナギ	0.03	0.17	0.51	1.90 1.17
ヤナギタデ	0.09	0.57	-	0.58 2.80
ホウキギク	-	0.08	-	0.29 1.91
オオクサキビ	-	0.64	-	0.16 7.03
オオアレチノギク	-	-	0.33	2.89 2.19
ギョウギンバ	-	-	0.66	1.61 0.37

表中の数値は小調査区あたりの平均植被率を示す

2). その一方で、ヒメジョオン、タチイヌノフグリ、セイヨウカラシナなどが4月に高い植被率を示し、春季を特徴づける種群としてみとめられた。オオブタクサ、ツルヨシ、アカメヤナギなどの種群は、季節的な変化は小さいものの、調査開始からの時間の経過とともに植被率が増加する傾向にあった。その一方で、イヌガラシ、タカサブロウといった種群は、調査開始時の1994年7月に比較的高い植被率を示したが、時間とともに低下する傾向がみられ、造成後初期の状態を特徴づける種群であるとみられた。

4 考察

調査対象とした斜面裸地では、調査開始時には平均植被率が20%以下であったが、造成から約2年後にあたる1995年10月には90%前後にまで達しているように、時間の経過とともに植被が増加する傾向がみられた。また、出現種数も時間とともに増加しており、植被、出現種数ともに時間の経過とともに順調な回復が進行してきたものと推察される。その一方でShannonの多様度指数(H')は、やや頭打ちの傾向にあったことから、優占度の高い種と低い種との差が大きくなりつつあることが示唆された。また、一部の調査区では表土の流出が観察されており、そこでは植被の回復が大幅に遅れたことから、道路法面などと同様、河川内の造成裸地においても表面侵食が植生回復の大きな阻害要因であることが示唆された。

植生の回復は、ある特定の種が一様に被うことで進行しているわけではなく、とくに斜面の位置によって出現する種の組み合わせが大きく異なっていることが明らかになった。斜面の位置については、水際からの距離による違いが顕著であることがみとめられた。水際にみられた種群は、アカメヤナギ、ヤナギタデ、クサヨシ、アメリカセンダングサなど水湿地を主な生育地とする種群から構成されていた。これら水湿地を特徴づける種群は、斜面上部ほど植被率が著しく減少していた。その一方で、斜面上部ではメヒシバやオオアレチノギクなど、路傍・空き地といった乾性遷移系列の初期相を特徴づける種群が中心であった。河辺植生の構成種の種組成には土壤水分が大きな影響を与えることが知られていることから⁹⁾、斜面における水分条件の変化に沿って出現種の入れ代わりが生じたものと考えられる。アカメヤナギなどのヤナギ類の生育もみられたが、これらヤナギ類は、豊富な種子生産、速い生長など、先駆性を特徴づける性質を有している^{10), 11)}。これらのヤナギ類が定着すれば、その根茎によって土壤の流出を防ぎ、水際線の安定化への貢献も期待できるといえる。

一方、水際から離れた斜面位置では、オオアレチノギク、ヨモギ、メヒシバなどを主な構成種としており、種組成の面からみても斜面下部に比べ乾燥傾向にあることが示唆された。また斜面上部では、オオブタクサおよびニワウルシが多数侵入していたが、調査区の付近にはオオブタクサの優占するパッチとニワウルシの成木が存在していたことが確認されており、これらから種子の供給が行われていたものと推察される。また刈り取り草地に近い調査区では、ギョウギシバ、メヒシバなどの種が高頻度でみられたが、これらは付近の管理草地を起源とするものと考えられる。このように、とくに造成後初期の段階における種組成は、周囲の植生状況に強く影響されていると考えられる。

植生の回復は、斜面の位置、とくに水際からの距離および水面からの高さによって、また周囲に存在する植生タイプによって、侵入する種の組成や速さなどが大きく異なることが明らかになった。河川内の造成地においては、植被の回復という点に限れば、土砂流出への対策を除けば、放置しておいても十分に回復するものと考えられる。ただし、その種組成は周辺植生に大きく左右される傾向があるため、目標とする植生が存在する場合には、植栽などによる誘導が必要になるものと考えられる。また、とくに水際の造成地では、水際からの距離によって種組成が推移していることから明らかなように、移行帯としての特性も有しているため、今後の維持・管理に際しては、これらの特性も考慮していく必要があろう。

謝 辞

本研究を進めるにあたり、広島大学総合科学部の根平邦人教授より、有益な御助言、御指導を頂いた。同大学総合科学部自然環境研究講座の方々には調査資料の整理、解析などで数多くの御協力を頂いた。この場を借りて深く感謝の意を表する

引用文献

- 1) Clements, F. E. (1916) Plant succession. An analysis of the development of vegetation.
- 2) 宮脇 昭 (編) (1977) 日本の植生. 535pp. 学研, 東京.
- 3) 猶原恭爾 (1936-37) 阿武隈川河原植物群落の生態学的研究. 生態学研究, 2: 306-318.
- 4) 中村太士 (1989) 野外科学におけるスケール論・時空間問題の整理. 北海道大学農学部演習林報告, 46: 287-313.
- 5) 谷本 茂・中越信和・根平邦人 (1999) 二次遷移初期相における多自然型河川緑地の植生評価. 環境システム研究, 27: 315-321.
- 6) 井上雅仁・中越信和 (1999) 河川内に設置された石積み護岸における植生動態. ランドスケープ研究, 62(5): 565-568.
- 7) 中越信和 (1992) 植物の群集構造に及ぼす治水設備の影響の研究. 42pp. 平成2年度及び平成3年度河川整備基金助成研究成果報告書.
- 8) Shanon, C. E. and Weaver, W. (1949) The mathematical theory of communication. University of Illinois Press, Urbana.
- 9) Hosner, J. F. and Minckler, L. S. (1963) Bottomland hardwood forests of Southern Illinois - regeneration and succession. Ecology 44: 29-41.
- 10) 石川慎吾 (1982) 東北地方のヤナギ類. 植物と自然, 16(2): 23-24.
- 11) 竹原明秀 (1984) ヤナギ類の生態. 植物と自然, 18(1): 11-15.