

多摩川河辺植生構成種の初期成長の一斉試験

Screening on Initial Relative Growth-rates of Tama River Floodplain Flora

倉本 宣

Noboru Kuramoto

ABSTRACT: Screening experiment was made on 41 species in the flora on the Tama River for their initial growth using the hydroponic culture method under controlled light and temperature conditions. Species distributed in lowland had higher RGRs (relative growth rates) than those on sites high from water level, and species with green shade effect had higher RGRs than those having no such effects. It is necessary in Japan to understand distinct features of plants in the flora through screening in order to proceed with creation of nature-oriented river environments.

KEYWORDS: relative growth-rates, initial growth, Screening, Tama River

1. はじめに

近年、植物の分布をはじめとする生態学的な挙動を理解するうえで、更新過程における特性が重要であることが明らかになった(Grubb1977)。この特性には、種子散布、埋土種子、発芽、初期重、初期成長などがあげられる。また、地域の植物相を構成する種の生理的特性を一斉試験によって比較し、植物種の特性を明らかにする研究がGrimeらによって進められ、比較生態学として体系化されつつある(Grime et al.1988)。そのなかで、初期成長の相対成長速度(relative growth rate: RGR)の一斉試験も行われている(Grime & Hunt 1975)。

河辺植生構成種は種の多様性が高く、水中から乾燥した礫質地まで環境が多様であることと増水による植生の破壊とその後の再生に伴って遷移段階が異なる群落が存在することによって種多様性が高いと考えられているので(佐伯・倉本1984)、このような一斉試験による比較を行って、生理的な特性と環境との対応関係を検討するのに適したハビタットである。しかも、多数の河辺植生構成種の河川敷における分布は水面からの高さと土壌の質という環境の軸に対する直接傾度分析によって解明されているので(倉本ら1993、倉本1995)、一斉試験によって明らかになった植物の性質と分布特性との関係を解明することが可能である。

近年、多自然型川づくりの実施に伴って野生植物の活用が図られるようになってきた。多自然型川づくりに当たって植栽を人工的に行う場合と行わない場合があるが、その選択はその場所を放置した場合にどのような植物が侵入してくるかによって判断すべきであると考えられる。オオバタクサ等の帰化植物が長期間にわたって繁茂することが予想される場合には人工的に植栽を行って遷移を適正に誘導した方が良く、放置しても遷移が適正に進む場合には植栽を行う必要はない。植栽を人工的に行う場合には植栽材料としての植物を選択する際の指針が必要である。一方、植栽を行わず、周囲からの種子等の供給に任せる場合にも、どのような植生が成立しどんな機能を持つかを予測するために植物についての情報を持つことが望ましい。一斉試験は植栽材料としての野生植物の特性を明らかにするために重要である。この研究では、初期成長から見た緑化材料としての野生植物の検討を目的とした。

明治大学農学部 School of Agriculture, Meiji Univ.

2. 方法

多摩川河辺植生構成種の種子を多摩川河川敷から採取し、洗い砂を基質としたガラスシャーレに置床し、100 個体以上の実生の得られた42種を供試した。学名は大井（1983）によった。多数の種を同じ環境条件で比較するため、人工気象下で栽培した。

2.1 栽培条件

コイトロンを用い、明期は14時間とし20度に、暗期は10時間とし15度に設定した。光源は水銀ランプと蛍光灯を併用した。明期の照度は、23,000lxとした。

栽培は水耕法によった。具体的な方法は以下に述べるようである。市販の水切りバットに培養液を入れ、発泡スチロール板を浮かべた。発泡スチロール板にはコルクボーラーで、20個穴をあけ、その穴にウレタンフォームをはさんで植物体を固定した。藻類の発生を予防するため、銀色の遮光シートで植物体以外の表面をおおって遮光した。培養液に酸素を供給するとともに、攪拌するため、空気ポンプで通気した。培養液には、Epstein（1972）の4 倍希釈液を用いた。収穫後の計算によれば栽培中に栄養塩類が欠乏することはなかった。

本葉を2枚付けた苗を、水耕に移し、1週間馴致した後に一部を収穫し、さらに一週間後に残りを収穫した。2つのバットに20個体ずつ栽培し、それぞれのバットから10個体ずつ、2回収穫した。この2回の資料を地上部と地下部にわけて、80度の通風乾燥機で乾燥して、乾重を測定した。

2.2 資料の解析

(1) RGR

RGRは植物の成長解析における指標であり、個体の成長速度を個体の重量で割った値である。通常1週間単位 (w^{-1}) か1日単位 (d^{-1}) で表示する。ここでは、水耕栽培開始後1週間後から2週間後までの1週間の平均を次の式によって算出した。

$$\begin{aligned} RGR (w^{-1}) &= (\ln W_2 - \ln W_1) / (2 - 1) \\ &= \ln W_2 - \ln W_1 \\ &= \ln (W_2 / W_1) \end{aligned}$$

なお、 W_1 は1週間後の乾重（平均）、 W_2 は2週間後の乾重（平均）である。

(2) TR比

TR比は地上部の地下部に対する乾重の比である。TR比が小さいと、光合成を行わない地下部の割合が大きくなるので、一般に成長は遅くなる。また、同じような草型の小型の種の場合、天秤の測定限界よりも軽いために地下部の乾重が測定できず、TR比が算出できないものがあった。なお、 TR_1 は1週間後のTR比、 TR_2 は2週間後のTR比を指す。

3. 結果

1週間後の乾重 W_1 は最大がアメリカセンダングサの14.2mg、最小がツメクサの0.045mgであった（図1）。2週間後の乾重 W_2 は最大がアメリカセンダングサの134.7mg、最小がツメクサの0.372mgであった（図2）。1週間後のTR比である TR_1 は最大がシロザの8.15、最小がススキの1.52であった（図3）。2週間後のTR比である TR_2 は最大がオランダガラシの5.87、最小がカワラニガナの2.17であった（図4）。

RGRは最大がタカサブロウの $2.96 w^{-1}$ 、最小がカワラケツメイの $1.08 w^{-1}$ であった（図5）。

4. 考察

1週間後の乾重 W_1 とRGRには負の相関が認められた ($r = -0.307, p < 0.05$ 図6)。2週間後のTR比 TR_2 とRGRには正の相関が認められた ($r = 0.360, p < 0.05$ 図7)。 W_1 の大きい種は一般に非同化器官

の割合が大きくなるので、 W_1 とRGRとの間に負の相関がみられると考えられる。同様に、 TR_2 が大きい種は同化器官である葉の割合が多いのでRGRが大きくなると考えられる。

生育修了期の草丈（佐伯・倉本1984）とRGRには関連がみとめられず、むしろ小型の植物の方がRGRの大きい傾向があった（図8）。この結果は、植物の生育修了期の草丈などの大きさはRGRだけでなく、生育期間の長さや種子重の影響も受けるからであると考えられる。

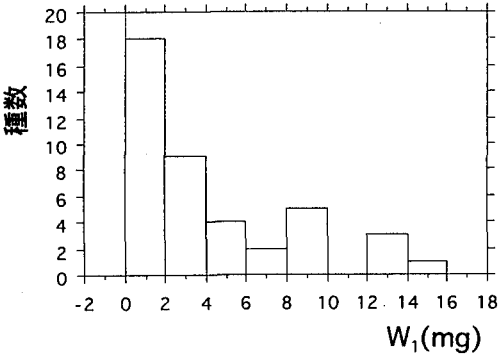


図1.栽培1週間後の乾重(W_1)

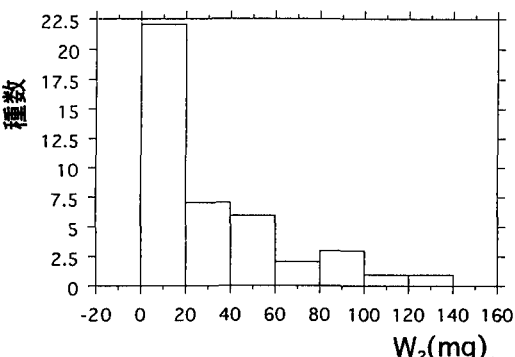


図2.栽培2週間後の乾重(W_2)

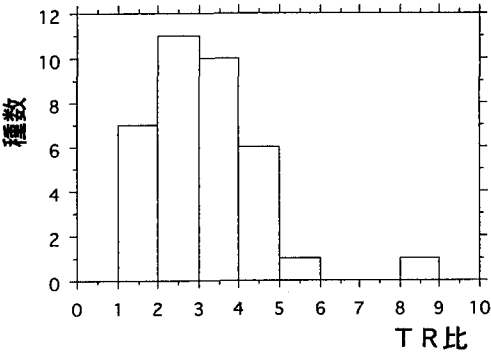


図3.栽培1週間後のTR比(TR_1)

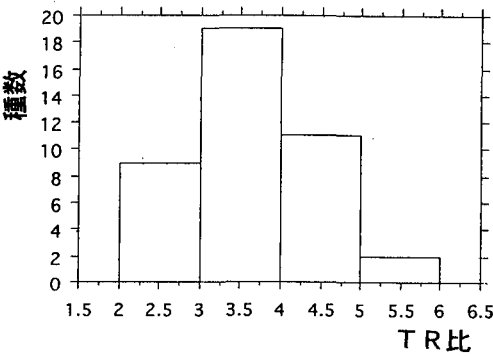


図4.栽培2週間後のTR比(TR_2)

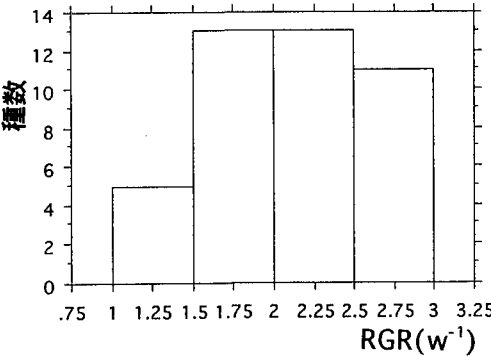


図5.相対成長速度(RGR)

多摩川河辺植生構成種の水面からの高さに対する分布の類型は、水面からの高さの低い立地から高い立地まで広く分布する「広」の種群、水面からの高さの低い立地に分布する「低」の種群、水面からの高さの中間程度の立地に分布する「中」の種群、水面からの高さの高い立地に分布する「高」の種群の4類型に区分されている(倉本ら1993、倉本1995)。この分布類型の種群間でRGRを比較すると、「低」の種群にRGRが大きい種が多かった(図9)。「低」の種群の立地は河川水によって栄養塩類が豊富に供給されるので、立地の生産力が高く、RGRが大きいのは立地の高い生産力を反映していると考えられる。RGRと立地の生産力との間には関連が強いことが知られており(Grime 1974)、この結果はそれに対応しているものである。このように植物の分布はその種の生理的な特性を反映している。

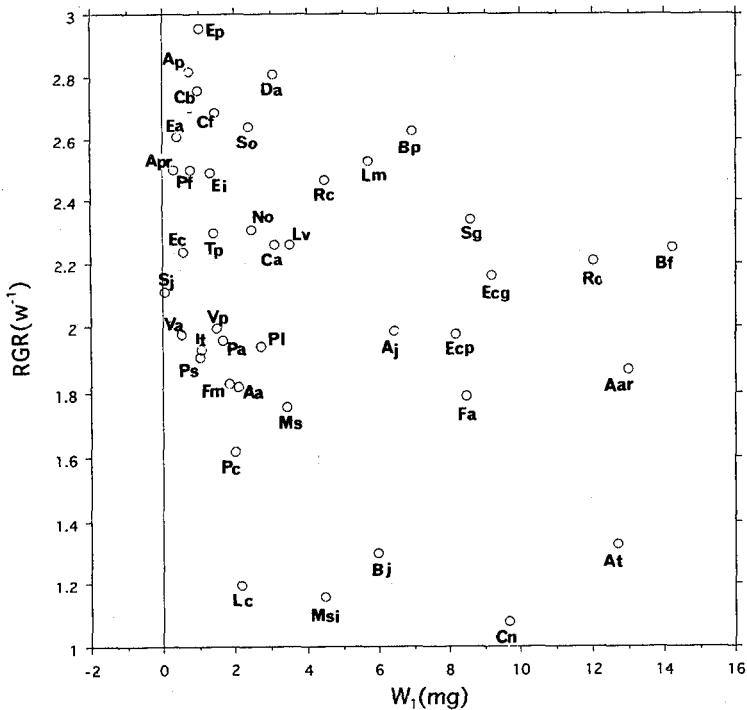


図6.栽培1週間後の乾重(W_1)と相対成長速度(RGR)との関係

Aa *Aster ageratoides* Turcz. var. *ovatus* Nakai / コンギク / Aar *Ambrosia artemisiifolia* Linn. var. *elator* Descurt. ブタクサ / Aj *Artemisia japonica* Thunb. オトコヨモギ / Ap *Amaranthus patulus* Bertoloni ホソアオゲイトウ / Apr *Artemisia princeps* Pampan. ヨモギ / At *Agropyron tsukushiense* Ohwi var. *transiens* Ohwi カモジグサ / Bf *Bidens frondosa* Linn. アメリカセンダングサ / Bj *Bromus japonicus* Thnb. スズメノチャビキ / Bp *Bidens pilosa* Linn. コセンダングサ / Ca *Chenopodium album* Linn. シロガサ / Cb *Capsella bursa-pastoris* Medic. ナズナ / Cf *Cardamine flexuosa* With. タネツケバナ / Cn *Cassia nymphaeoides* Honda カワラケツメイ / Da *Digitaria adscendens* Henry メヒシバ / Ea *Erigeron annuus* Pers. ヒメジョオン / Ec *Erigeron canadensis* Linn. ヒメムカシヨモギ / Ecg *Echinochloa crus-galli* Beauv. ケイヌビエ / Ecp *Echinochloa crus-galli* Beauv. var. *pratensis* Ohwi ヒメイヌビエ / Ei *Eleusine indica* Gaertn. オヒシバ / Ep *Eclipta prostrata* Linn. タカサブロウ / Fa *Festuca arundinacea* Schreb. オニウシノケグサ / Fm *Festuca myuros* Linn. ナギナタガヤ / It *Ixeris tamagawaensis* Kitam. カワラニガナ / Lc *Lespedeza cuneata* G. Don メドハギ / Lm *Lolium multiflorum* Lamarck ネズミムギ / Lv *Lepidium virginicum* Linn. マメグンバイナズナ / Ms *Miscanthus sacchariflorus* Benth. オギ / Msi *Miscanthus sinensis* Anderss. ススキ / No *Nasturtium officinale* R. Br. オランダガラシ / Pa *Poa annua* Linn. スズメノカタビラ / Pc *Polygonum cuspidatum* Sieb. et Zucc. イタドリ / Pf *Polygonum fugax* Steud. ヒエガエリ / Pl *Plantago lanceolata* Linn. ヘラオオバコ / Ps *Poa sphondyliodes* Trin. イチゴツツナギ / Rc *Rumex conglomeratus* Murr. アレチギシギシ / Ro *Rumex obtusifolius* Linn. エゾノギシギシ / Sg *Setaria glauca* Beauv. キンエノコロ / Sj *Sagina japonica* Ohwi ツメクサ / So *Sonchus oleraceus* Linn. ノゲシ / Tp *Trigonotis peduncularis* Benth. タビラコ / Va *Veronica arvensis* Linn. タチヌメノフグリ / Vp *Veronica persica* Poir. オオヌメノフグリ /

多摩川河辺植生構成種の緑陰効果感受性の有無（鷲谷1987）とRGRの関係は、緑陰効果感受性の種群は緑陰効果感受性を持たない種群よりもRGRの大きい種が多かった（図10）。緑陰効果感受性は、緑葉を透過した光によって種子の発芽が抑制される現象である。緑陰効果感受性の種群は攪乱によって作られたギャップで発芽する雑草的な種から構成されている。緑陰効果感受性を持たない種群には成長の遅いストレス耐性型戦略（Grime1977）を持つ種が含まれている。その結果、緑陰効果感受性の種群でRGRが比較的大きくなっていると考えられる。

本研究の結果は分布類型「低」の種群にRGRが大きい種が多かったことから、植物の生理的な特性と分布特性の間に関係があることが示唆された。

多自然型川づくりにおける植栽においては自生の植物の使用が求められることが多い。本研究の結果からは、水面からの高さの低い立地に植栽を行う場合には、競合する植物がタカサブロウやホソアオゲイトウなどのRGRの大きい種であることから、RGRの大きい競争に強い種を用いることが望ましい。本研究で供試した種は限られているので、適切な自生種をみいだすことはできなかった。

河川敷には帰化植物が繁茂していることが多いので、本来の河辺植生を維持しながら多自然型川づくりを進めていくためには、植物の生育を人為的に制御することが望ましい。そのための基礎資料として、河川敷

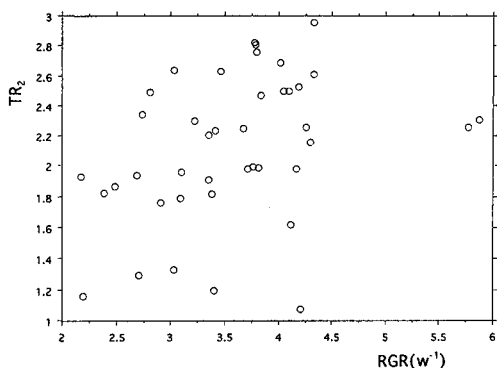


図7.栽培2週間後のT R比(TR_2)と相対成長速度(RGR)との関係

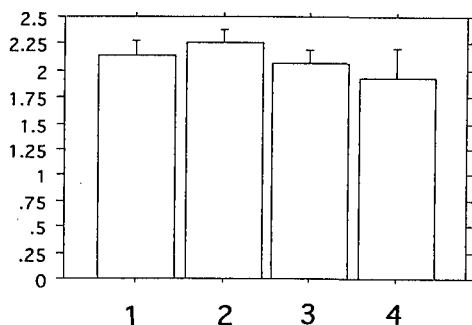


図8.生育終了期の草丈と相対成長速度(RGR)

1, 0-0.5m; 2, 0.5-1.0m; 3, 1.0-1.5m; 4, 1.5-2.0m

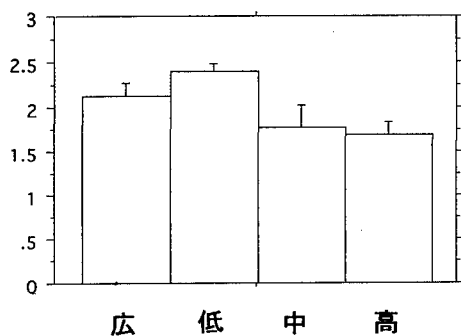


図9.分布類型と相対成長速度(RGR)

広, 水面からの高さの低い立地から高い立地まで広く分布する種群

低, 水面からの高さの低い立地に分布する種群

中, 水面からの高さの中程度の立地に分布する種群

高, 水面からの高さの高い立地に分布する種群

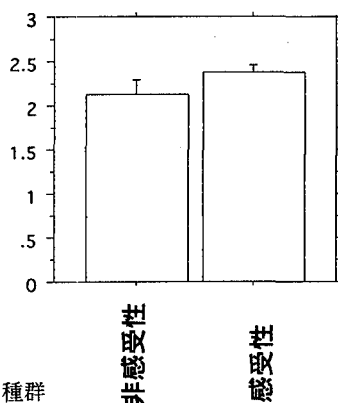


図10.緑陰効果感受性と相対成長速度(RGR)

に生育する植物の生理的な特性と河川敷内での分布様式を明らかにしていくことが必要である。生理的な特性については本研究で試験した初期成長のRGRと発芽の緑陰効果感受性に加えて変温感受性、種子重、初期重、草丈、交配様式などがあげられる。分布については、河川敷内の空間的な分布として、水面からの高さ、土壌の粒径、微地形など、群落内の分布として、群落内の階層構造に占める位置、群落の全植被率、群落の構成種数などがある。例えば、オギは砂地の高水敷に分布し、オギ群集の第一層を構成し、群落の全植被率は100%近くであり、群落の構成種数は少ない。

河辺植生を構成する植物の種数は多いので、研究として行うことには費用と労力の点で限界がある。そこで、植物の生理的な特性と分布特性の解明は事業としても進めていくことが望ましいと考えられる。事業として行う場合にはわが国の特徴的な生育環境を有する河川を対象として、典型的な分布特性を持つ種の生理的な特性を一斉試験することを提案する。これまで、河川水辺の国勢調査等の調査に当たっては植物社会学的な調査が行われてきたので、既存の資料を再整理することによって分布特性をある程度明らかにすることができるからである。このような調査がある程度進めば、典型的な分布特性を持つ種の生理的な特性が明らかになり、本研究で示唆されたように植物の生理的な特性と分布特性の間に関係があることから多くの種の生理的な特性が予測できる可能性が高い。河辺植生構成種の生理的な特性と分布特性が解明されることはわが国の種を対象とした植物生態学の発展にも寄与するところが大きいと考えられる。

引用文献

- Epstein, E. : Mineral nutrition of plants. Wiley, New York. 1972
- Grime, J.P. : Vegetation classification by reference to strategies. *Nature*, 242, pp.344-347. 1974
- Grime, J.P. : Plant strategies and vegetation processes. John Wiley & Sons, Chichester. 1978
- Grime, J.P., Hodgson, J.G. & Hunt, R. : Comparative plant ecology. Unwin Hyman, London. 1988
- Grime, J.P., & Hunt, R. : Relative growth-rate: its range and adaptive significance in a local flora. *Journal of Ecology*, 63, pp.393-422. 1975
- Grubb, P.J. : The maintenance of species richness in plant communities. *Biol. Rev.*, 52, pp.107-145. 1977
- 倉本宣：多摩川におけるカワラノギクの保全生物学的研究, 緑地学研究15, 120pp. 東京大学緑地学研究室 1995
- 倉本宣・井上健・鷺谷いづみ：多摩川中流の流水辺における河辺植生構成種の分布特性についての研究. 造園雑誌, 56(5), pp.163-168. 1993
- 大井次三郎：新日本植物誌顕花編, 至文堂 1983
- 佐伯敏郎・倉本宣：多摩川河川敷の植生の多様性についての研究. とうきゅう環境浄化財団研究助成, 40, 171pp. 1981
- 鷺谷いづみ：種子が発芽する環境条件 採集と飼育49(9), pp.382-384. 1987