

カワラノギクの個体群構造と実生定着のセーフサイトに関する 研究

誌名	ランドスケープ研究
ISSN	13408984
著者	倉本, 宣 加賀屋, 美津子 可知, 直毅
巻/号	60巻5号
掲載ページ	p. 557-560
発行年月	1997年3月

カワラノギクの個体群構造と実生定着のセーフサイトに関する研究

On the Population Structure of *Aster kantoensis* Kitamura and the Safe Sites of its Seedling Establishment

倉本 宣* 加賀屋美津子** 可知直毅** 井上 健***
 Noboru KURAMOTO*, Mitsuko KAGAYA**, Naoki KACHI**, Ken INOUE***

摘要：多摩川におけるカワラノギクのメタ個体群の占有面積は近年大きく減少している。局所個体群の全植被率とロゼット個体密度とには負の相関があり、全植被率が60%以上になると局所個体群が衰退する傾向がみとめられた。しかし、競合するほかの植物との競争だけでは局所個体群の衰退は説明できなかった。写真上で解析した1×1cmの微小環境と実生の出現との関係から、カワラノギクの実生のセーフサイトは礫質河原において礫によって形成された陰であることが示唆された。実生のセーフサイトを維持するためには大規模な増水によって砂が洗い流される必要があると考えられる。

カワラノギク *Aster kantoensis* Kitamura は関東地方と東海地方の一部の河川敷にのみ分布する植物で、レッドデータブック（我が国における保護上重要な植物種及び群落検討委員会種分科会 1989⁹⁾）では危急種とされている。中流域の円礫を主体とする河原に特徴的に分布し、野菊としては大輪の花で基準産地が多摩川であることから、多摩川の河辺植生の保全のシンボルとして、保全が図られてきた（倉本ら 1992⁶⁾）。

多摩川のカワラノギクのメタ個体群の占有面積は、1976年に13.5ha、1984年に2.2ha、1993年に0.8ha（倉本 1995³⁾）、1995年に0.3haと減少を続けている。カワラノギクの世代時間は環境によって変化するが、多摩川では早くも2年である（倉本ら 1992⁶⁾）ことが知られており、一般的には3～4年であると推定される。近年のカワラノギクの減少は1984年から1995年についてみると88%減少している。これはIUCN レッドリストカテゴリーの「絶滅寸前」の基準のひとつ「過去10年間で3世代のどちらか長い方の期間に、少なくとも80%以上減少していることが観察、推定、推論、あるいは想定された場合」（矢原 1996¹¹⁾）に匹敵する減少率であり、多摩川のカワラノギクは絶滅の危機にある。

そこで、本研究はカワラノギクの保全生物学的な研究の一環として、カワラノギクの局所個体群の内部における個体の分布について検討し、特に実生のセーフサイト（Harper et al. 1965¹⁾）を明らかにすることにより、保全のための方策をみいだすことを目的とした。カワラノギクの実生のセーフサイトについては鷺谷・矢原¹⁰⁾（1996）によって観察に基づいて記載されているので、ここではそれを定量的に検討した。

本研究の構成は次のようである。メタ個体群を構成する局所個体群（これまでは単位個体群と呼んでいたが、鷺谷・矢原¹⁰⁾（1996）に従って局所個体群と呼ぶ）の内部における個体の分布は必ずしも一様ではないので、開花個体とロゼット個体の分布を調査した。また、カワラノギクの局所個体群は一か所に長期間存続することは稀であり、十年以内にその生育地では衰退し、消失することが知られている（倉本 1995³⁾）。そこで、他の植物との競争について検討するため、局所個体群の全植被率とロゼット個体密度の関係性を調査した。カワラノギクは一回繁殖型の多年草であり（倉本ら 1992⁶⁾）、個体群を維持するためには種子発芽による実生の定着が不可欠であることから、本研究では実生の定着場所に着目し、局所個体群の衰退要因の一部を検討することにした。

1. 調査地と調査方法

(1) 局所個体群内部の個体の分布

あきる野市草花地区の地域個体群を構成し、発達中の局所個体群において、1996年3月に河川敷の横断方向に幅5m長さ50mの調査区を設定し、1×1mの方形区に分割して、各方形区の開花個体とロゼット個体の密度を調べた。

(2) 局所個体群の全植被率とロゼット個体密度

多摩川メタ個体群は6つの地域個体群から構成されている（倉本 1995³⁾）。このうちで、ごく小規模な拝島地区の地域個体群を除く5つの地域個体群を構成する局所個体群のうち18個を対象として調査を行った（図1）。局所個体群の長径方向になるべく均等に5つの調査区を設定し、開花個体を25個体程度含む円を描き、ロゼット個体密度と全植被率を記録した。全植被率は、50×50cmの枠を置いて撮影した写真上で、5cm間隔で縦横に10本の直線を引き、その交点の植被の有無を読み取った。

(3) 実生のセーフサイト

草花地区の地域個体群（図1）から前年と比べて開花個体数が増加した発達中の局所個体群と減少した衰退中の局所個体群から典型的なものを1つずつ選び、植被が少なく写真撮影によって地表の撮影が可能な場所に20×20cmの調査区を10個設置し、1996年4月に写真を撮影し、写真を1×1cmに分割して解析した。分割した写真の微小環境はまず植被に覆われているか否かを読み取り、植被に覆われていない場合には礫の有無を次の3つに区分して読み取った。すなわち、礫のみで植物の生育が不可能な場所、

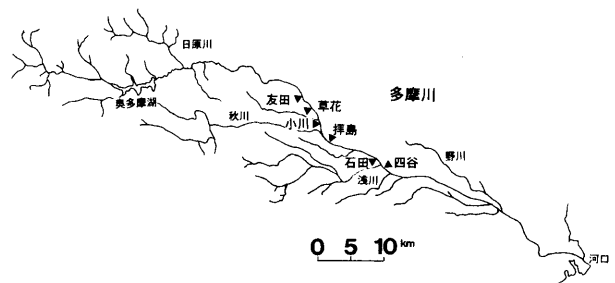


図-1 調査地
 ▲、カワラノギクの地域個体群

*明治大学農学部農学科 **東京都立大学理学部生物学科 ***信州大学理学部生物学教室

一部礫があり礫の陰が含まれる場所、砂地で礫が含まれない場所の3つである。同時に微小方形区におけるカワラノギクの実生の有無を読み取った。衰退中の局所個体群においては比較のためブタクサ *Ambrosia artemisiaefolia* Linn. の実生の有無についても読み取った。

青梅市友田地区(図1)の地域個体群の近くの自然裸地に実験的に播種して形成した実験個体群に由来する実生のみられる場所に、礫質の場所と礫に覆われていない場所を含むように30×14 cmの調査区を1995年5月に10個設置し、同様に解析した。

2. 結果

(1) 局所個体群内部の個体の分布

開花個体とロゼット個体の分布は一樣ではなく密度に疎密があり全く個体が見られない方形区もあった(図2)。開花個体の有無とロゼット個体の有無から2×2分割表を作り、カイ2乗検定を行うと、開花個体とロゼット個体は同じ方形区に出現する傾向があった($\chi^2=53.70, p<0.001$)。開花個体とロゼット個体がともにみられない方形区はカワラノギクの生育に適していない可能性があるため、開花個体もしくはロゼット個体のみられた方形区を対象として開花個体密度とロゼット個体密度の関係を検討したところ、開花個体密度が高い方形区でロゼット密度が高い傾向はみいだせなかった(図3, $r=-0.151, p=0.33$)。

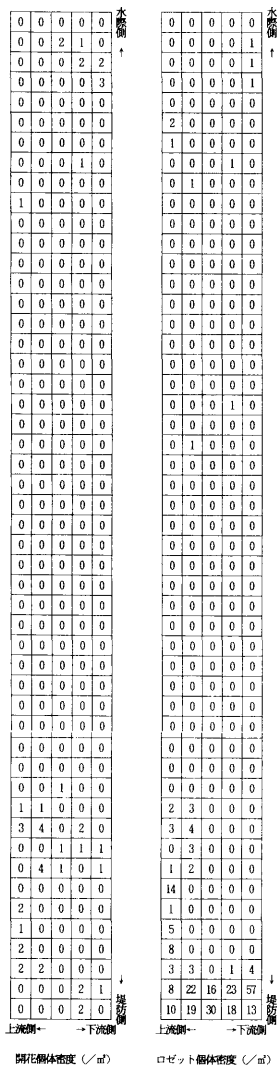


図2 局所個体群内の開花個体とロゼット個体の分布

(2) 局所個体群の全植被率とロゼット個体密度

局所個体群における全植被率とロゼット個体密度は負の相関を持っていた(図4, $r=-0.647, p<0.005$)。全植被率が60%を越えるとロゼット個体はほとんどみられなかった。

(3)で解析する、発達中の局所個体群は全植被率26%, ロゼット個体密度12.23 /m²であった。衰退中の局所個体群はそれぞれ82%, 1.68/m²であった。

(3) 実生のセーフサイト

発達中の局所個体群の微小環境は礫のみ47.1±3.0(平均±標準誤差)、一部礫38.6±2.3%, 礫なし13.8±2.5%であった。露出した礫の上には植物は生育できないので、礫のみの微小環境と一部礫の微小環境の礫の上には植物は生育できない。微小環境の一部礫のうち50%が礫に覆われていると仮定すると礫でない部分すなわち植物の生育可能なマイクロサイトは33.1%であった。同様に衰退中の局所個体群の微小環境は礫のみ9.1±2.1%, 一部礫13.8±1.5%, 礫なし73.9±3.2%であり、植物の生育可能なマイクロサイトは80.8%であった。

発達中の局所個体群におけるカワラノギクの実生の分布は、一部礫、すなわち礫の縁がある微小環境との結びつきが強かった(図5, $\chi^2=11.31, p=0.008$)。実生は礫のない微小環境でも稀にみられたが、大部分が礫の縁がある微小環境でみられた。実生の定着できるマイクロサイトすなわちセーフサイトは一部礫の微小環境であった。衰退中の局所個体群にはカワラノギクの実生はみられなかった。

この調査を行った1996年は多摩川河川敷全体で実生の定着が悪く、発達中の調査区においても実生の数は合計45個体であった。より多くの実生のデータを解析するため、1995年に撮影した友田地区の実験個体群の写真について同様の解析を行ったところ、カワラノギクの実生の分布は、1996年の発達中の局所個体群と同様に一部礫という礫の縁がある微小環境との結びつきが強かった(図5, $\chi^2=31.77, p<0.001$)。草花地区の最盛期の局所個体群の場合と同様に実生のセーフサイトは一部礫の微小環境であった。調査の対象とした衰退中の局所個体群の10個の調査区のうち6つの調査区にはスナゴケ *Rhacomitrium canescens* Brid. が密生してマット状になっていたが、発達中の局所個体群にはスナゴケは認められなかった。実験個体群の一部にはスナゴケが生育していたがごくわずかでマット状にはなっていなかった。

発達中の局所個体群にはカワラノギクの他にはオニウシノケグサ *Festuca arundinacea* Schreb. が生育し、少数のコセンダングサ *Bidens pilosa* Linn. とマルバヤハズソウ *Kummerovia stipulacea* Makino の実生がみられた。実験個体群にはカワラニガナ *Ixeris tamagawaensis* Kitam. とイヌドクサ *Equiset-*

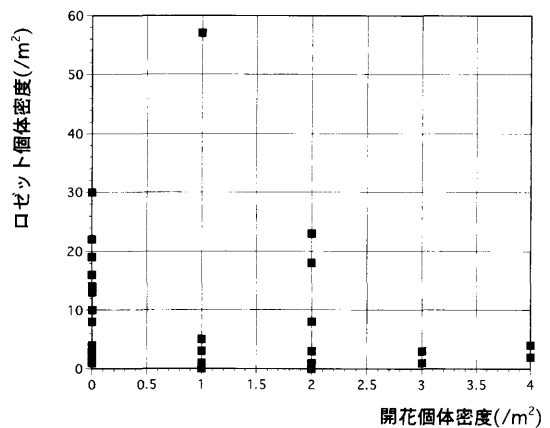


図3 局所個体群内の開花個体密度とロゼット個体密度との関係

tum ramosissimum Desf. var. *japonicum* Milde が生育し、マルバヤハズソウとブタクサの実生が少数みられた。衰退中の局所個体群にはカワラノギク *Artemisia capillaris* Thunb. とオニウシノケグサが生育し、ブタクサの実生が多数見られた。そこで、衰退中の局所個体群において、ブタクサの実生についてカワラノギクと同様に解析したところ、ブタクサの実生の分布は、礫の縁の有無とは関連がなかった (図5, $\chi^2=0.834$, $p=0.361$)。ブタクサの実生は礫の縁のある微小環境でもみられたが、多くは礫のない微小環境でみられた。

3. 考察

(1) 局所個体群内部の個体の分布

開花個体とロゼットが同じ方形区に出現する傾向がみとめられるのは、カワラノギクの生育に不適当な大型の多年草に覆われた方形区には開花個体もロゼット個体も生育できないことが一因であると考えられる。一方、多年草に覆われていないにもかかわらず、開花個体もロゼット個体もみられない方形区があるので、その他にカワラノギクの生育を阻害する要因が存在する可能性や種子散布の際に種子が到達しにくい場所が存在する可能性がある。

開花個体密度が高い方形区でロゼット個体密度がそれほど高くないことは、実生の定着場所が必ずしも毎年同じではないことを示唆している。その原因としては実生のセーフサイトが他の植物が育成することや礫が砂に埋まることによる微小な環境の変化によって実生の定着に不適になることや種子散布が年によって様でないことが考えられる。

種子散布の時期にはカワラノギクの種子は土壌の表面に多数が存在し、稔った場所から移動する種子の割合が大きく半数以上にのぼることがある (倉本ら 1994⁷⁾)。移動後の種子の分布が実生の分布に反映されている可能性があるが、種子の分布については本研究では明らかにできなかったので今後解明したい。

(2) 局所個体群の全植被率とロゼット個体密度

全植被率 60% を越えるとロゼット個体密度は低下する。この原因についてはまず他の植物との光を巡る競争が考えられる。光を巡る競争については北野・鷲谷 (未発表, 鷲谷・矢原 1996¹⁰⁾ による) によると相対照度 30% でカワラノギクの生長は低下する。植被は一様に分布せず局所的に分布しているので全植被率 60% 程度では相対照度が 30% よりも高いマイクロサイトが局所個体群内に存在していると考えられる。このことは、全植被率 80% 程度でもある程度ロゼット個体のみられる局所個体群が 2 つ存在することから対応している可能性がある。したがって、光を巡る

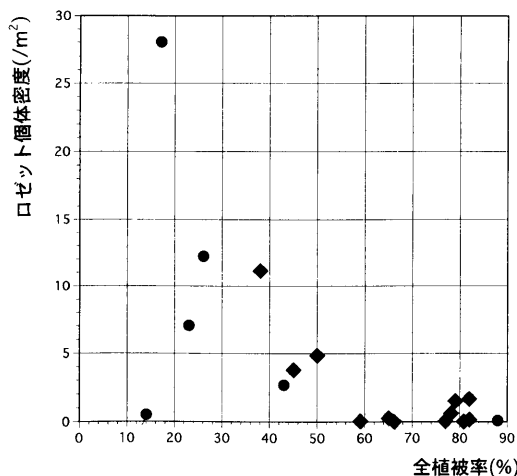


図-4 局所個体群の全植被率とロゼット個体密度との関係

- ◆ 個体数が減少した個体群
- 個体群が減少しなかった個体群

競争だけでは局所個体群の衰退の要因を説明することはできない。光以外の競争として、地下部の競争が上げられる。また、井上²⁾ (1994) は実生の定着が減少する要因としてカワラノギク自身の厭地、細菌や菌による種子へのアタック、土壌の堆積による地中の空気含有量の低下などの可能性を指摘している。

増水による植生の破壊の後、植生は時間とともに再生して、全植被率を増していく。全植被率を増水による破壊からの生物的な時間の尺度として捉えることも可能である。この観点からは、時間とともに進行するリターや砂の堆積などの土壌表面の変化をあげることができる。

なお、全植被率 14% であるにもかかわらず、ロゼット個体密度が 0.48/㎡ と低い局所個体群は低水地 (倉本・井上 1996⁴⁾; 低水敷) に成立している例外的な立地の局所個体群であり、低水地に多い自然裸地に接して成立しているため、全植被率が低くなっていると考えられる。

(3) カワラノギクの実生のセーフサイト

カワラノギクの実生定着のセーフサイトは一部礫の微小環境であり、石の陰になる場所であった。

石の陰に多くの実生がみられる原因として、鷲谷・矢原¹⁰⁾ (1996) は種子が吹きだまりやすいことと、発芽に必要な水分条件が維持されやすいことをあげている。カワラノギクの種子の多くが風によって散布されるので、地表面を風で転がっているうちに礫の縁に集まる可能性がある。また、カワラノギクの生育している乾燥した河原では、砂の表面は乾燥しやすく、礫の下に水分

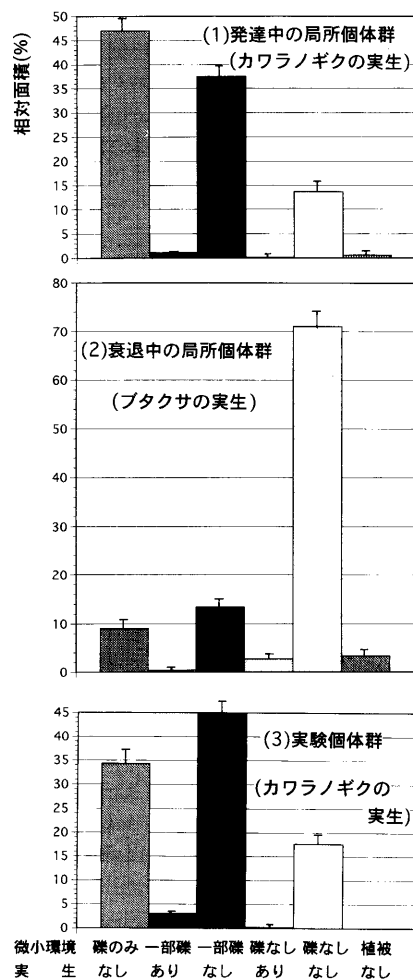


図-5 微小環境と実生の分布
図中の短い横棒は標準誤差を表す

が保持される可能性がある。なお、カワラノギクを圃場で栽培するときには、覆土することによって礫のない土壌においても良好な発芽と実生の定着がみられる。また、河原の砂地に覆土して播種した場合も、良好な発芽とある程度の定着がみられた (Takenaka et al. 1996)。河原では自然状態では覆土されないため、礫の縁がセーフサイトとなっていると考えられる。

発達中の局所個体群よりも衰退中の局所個体群の方が植物の生育が可能なマイクロサイトの割合は大きかった。逆に、実生の密度は発達中の局所個体群のほうが高かった。これは、実生定着のセーフサイトの量に起因すると考えられる。一方、礫のない砂地がカワラノギクのセーフサイトとならない原因については微小環境の水条件の実測によって今後解明したい。

礫の陰というカワラノギクの実生定着のセーフサイトは、礫の移動を伴う大規模な増水の際に形成されることが観察できる。増水はこれまでその破壊作用によってカワラノギクの競合植物を除去する効果があると考えられてきたが、実生定着のセーフサイトを形成することを通じて新しい局所個体群の成立に貢献していることが示唆された。

小規模な増水があると、カワラノギクの局所個体群の土壌に1 cmほどの厚さで砂が堆積することが観察される。このあと局所個体群が衰退することも観察されている。これは、砂の堆積によって一部礫の微小環境が少なくなり、カワラノギクの実生のセーフサイトが減少したからであると考えられる。多摩川におけるカワラノギクのメタ個体群を維持するためには、小規模な増水ではなく、局所個体群の土壌の表面の砂を洗い流してしまうような大規模な増水が必要であると考えられる。

また、当面カワラノギクを多摩川から絶滅させないことを目的として局所個体群の新生や存続を促進するためには、土壌表面の砂を人工的に除いてやるのが有効である可能性がある。この点については実験的に行う必要があり、今後の課題としたい。

(4) 実生のセーフサイトの種による差異

カワラノギクの実生の分布とブタクサの実生の分布は対照的であった。カワラノギクの種子はブタクサの種子より小さく、冠毛を有するカワラノギクの種子は散布の際に地表面を移動する可能性が高いが、ブタクサの種子は冠毛を持たず地表面を移動する可能性はほとんどない。したがってこの結果は礫の陰に種子が吹きだまりやすいことと水分条件が維持されやすいことのどちらの仮説でも説明可能である。

衰退中の局所個体群は、礫の陰のない砂地に加えて、スナゴケが繁茂しマット状になっている場所が多かった。小型の実生にとっては礫の陰のない砂地は乾燥したときに生存できないし、マット状のコケの層は根が突き抜けて下の土壌に到達することができないので定着の障害になることが予想される。種子の大きいブタクサが成育できて、種子の小さいカワラノギクが成育できないのは、実生の大きさ、特に根の長さによる可能性がある。

植物社会学ではマルバヤハズソウ・カワラノギク群集はカワラヨモギ・カワラサイコ群集に遷移するとされており (倉本・曾根 1985⁹⁾、衰退中の局所個体群ではカワラヨモギが優占していた。カワラヨモギは一回繁殖型ではない多年草であり、種子による繁殖なしに栄養繁殖によって個体群を維持することができる。砂地やマット状のスナゴケが小型の実生の定着の障害になるとすれば、一回繁殖型で種子繁殖を必要とするカワラノギクが衰退し、種子繁殖を必要としないカワラヨモギが増加することを説明することが可能である。このことについてはカワラヨモギの実生の定着とスナゴケの関係を今後実験的に検討したい。

謝辞 本研究には財団法人とうきゅう環境浄化財団の助成を得た。また、調査方法については筑波大学の鷲谷いづみ博士と国立環境研究所の竹中明夫博士の助言を得た。現地調査に当たっては東京農工大学の岩村夏紀、大島知子、葉素恵、庄山紀久子、小酒井淑乃、寺田直紀、井出大司、明治大学の行天宏二、石川雄介、井上香、中山敬、都立日野高校の篠塚未夏の各氏の協力を得た。ここに記して謝意を表したい。

引用文献

- | | | |
|---|---|---|
| 1) Harper, J. L., Williams, J. T. & Sager, G. R. (1965): The behaviour of seeds in the soil: I. The heterogeneity of soil surfaces and its role in determining the establishment of plants from seed: <i>J. Ecol.</i> , 53, 273-286 | いでの研究: ランドスケープ研究 59(5), 93-96 | features of <i>Aster kantoensis</i> , an endangered local endemic of flood plains: <i>Biological Conservation</i> , 78, 345-352 |
| 2) 井上健 (1994): 生物はなぜ絶滅するのか——カワラノギクの場合: <i>科学</i> 64(10), 657-659 | 5) 倉本宣・曾根伸典 (1985): 多摩川における固有植物群落の保全と河川敷の利用: <i>造園雑誌</i> 48(5), 169-174 | 9) 我が国における保護上重要な植物種及び群落に関する研究委員会種分科会 (1989): 我が国における保護上重要な植物種の現状: 日本自然保護協会・世界自然保護基金日本委員会, 320pp. |
| 3) 倉本宣 (1995): 多摩川におけるカワラノギクの保全生物学的研究: <i>緑地学研究</i> 15, 120pp. | 6) 倉本宣・竹中明夫・鷲谷いづみ・井上健 (1992): 多摩川におけるカワラノギクの保全生物学的研究: <i>造園雑誌</i> 55(5), 199-204 | 10) 鷲谷いづみ・矢原徹一 (1996): 保全生態学入門: 文一総合出版, 270pp. |
| 4) 倉本宣・井上健 (1996): 多摩川におけるカワラノギクの生育地の特性につ | 7) 倉本宣・鷲谷いづみ・牧雅之・増田理子・井上健 (1994): 多摩川におけるカワラノギクの種子期の動態: <i>造園雑誌</i> 57(5), 127-132 | 11) 矢原徹一 (1996): IUCN レッドリストカテゴリー: 日本語訳とその解説: <i>保全生態学研究</i> 1(1), 1-24 |
| | 8) Takenaka, A., Washitani, I., Kuramoto, N. & Inoue, K. (1996): life history and demographic | |

Summary: The Area dominated by *Aster Kantoensis* along the Tama River has been declining during 1974 and 1995. In a local population, the density of rossete plants was not correlated with that of bolting plants. The density of rossete plants was negatively correlated with the total vegetation cover.

The safe site of *A. kantoensis* seedlings was micro habitat (1×1cm) which included the edges of gravel. There were more safe sites in a developing local population than in a declining population. To maintain the safe sites of *A. kantoensis*, flushing out the sand on the gravel by floods will be required.