

# 多摩川の絶滅危惧植物の回復を 目指した復元生態学的手法の開発

2001年

小堀洋美

武蔵工業大学環境情報学部助教授

# 目 次

第1章 研究の背景と目的 .....	1
1-1 生物多様性の保全の取り組みの現状と保全の必要性 .....	1
1-2 日本の絶滅危惧植物の現状 .....	1
1-3 川原に固有な絶滅危惧種カワラニガナの研究の現状と本研究の目的 .....	2
1-4 本研究の意義と河川敷に固有な絶滅危惧種の保全・復元のアプローチ .....	3
第2章 絶滅危惧植物カワラニガナの多摩川における分布と生育特性 .....	6
2-1 調査対象の概要 .....	6
2-1-1 多摩川 .....	6
2-1-2 河辺植生 .....	6
2-1-3 カワラニガナ .....	6
2-2 GPSを用いたカワラニガナの現存調査 .....	9
2-2-1 調査計画の作成 .....	9
2-2-2 調査の実施 .....	10
2-2-3 調査結果の処理 .....	12
2-2-4 調査結果 .....	12
2-3 カワラニガナの詳細な分布調査(2000年度調査) .....	12
2-3-1 方法 .....	12
2-3-2 結果 .....	15
2-4 生育地特性分析 .....	17
2-4-1 方法 .....	17
2-4-2 結果 .....	17
2-5 考察 .....	19
第3章 カワラニガナの発芽・休眠特性 .....	22
3-1 人工環境下における発芽実験 .....	22
3-1-1 方法 .....	22
3-1-2 結果 .....	22
3-2 種子の長期保存による発芽率 .....	22
3-2-1 方法 .....	22
3-2-2 結果 .....	24
3-3 野外における発芽実験 .....	24
3-3-1 方法 .....	24
3-3-2 結果 .....	25

3-4	段階温度法発芽実験	25
3-4-1	方法	25
3-4-2	結果	26
3-5	考察	26
第4章	カワラニガナの生育環境のGISによる変化分析	29
4-1	分析のための基本的な考え方	29
4-1-1	河川景観ダイナミックスとカワラニガナの生育環境	29
4-1-2	地理情報を用いた河川景観ダイナミックスの分析方法	30
4-2	多摩川流域土地利用変化の時空間分析	31
4-2-1	データの準備	31
4-2-2	データの解析	34
4-2-3	解析の結果	34
4-2-4	流域の土地利用変化が多摩川の水環境に与える影響	37
4-3	沿川空間の景観変化と時空間分析	38
4-3-1	沿川空間の定義と考察の方法	38
4-3-2	沿川空間の土地利用の変化	38
4-3-3	航空写真から見る沿川空間の景観変化	39
4-4	河川敷の植生景観の変化とカワラニガナの生育環境	45
4-4-1	航空写真からみる河川敷の植生景観の遷移	45
4-4-2	GISによるデジタル植生図の作成	46
4-5	考察	49
第5章	多摩川のカワラニガナの保全・復元に向けて	50
5-1	多摩川のカワラニガナの地域個体群の現状	50
5-1-1	生態学的な絶滅の危機	50
5-1-2	絶滅の渦	51
5-2	カワラニガナが絶滅危惧種となった原因の分析	51
5-2-1	生物学的特性および個体群の安定性に基づく要因	51
5-2-2	河川景観の時空間変化と環境条件に基づく要因	52
5-3	多摩川のカワラニガナの保全・管理・復元策の開発	53
5-3-1	短期的な保全・管理・復元策	55
5-3-2	長期的な保全・管理・復元策	57
	引用文献	56
	謝辞	58

## 共同研究者執筆分担

- 1章 研究の背景と目的 ..... 小堀
- 2章 絶滅危惧植物カワラニガナの多摩川における分布と生育特性
- 2-1 ..... 小堀
- 2-2 ..... 巖、倉本、本田、小堀
- 2-3～2-4 ..... 本田、倉本
- 3章 カワラニガナの休眠・発芽特性
- 3-1 ..... 本田、倉本
- 3-2 ..... 今井、倉本、小堀
- 3-3～3-5 ..... 本田、倉本
- 4章 カワラニガナの生育環境のGPSによる変化分析 ..... 巖
- 5章 カワラニガナの保全・復元に向けて ..... 小堀

## 共同研究者リスト

研究代表	小堀 洋美	武蔵工業大学 環境情報学部
研究分担者	巖 網林	武蔵工業大学 環境情報学部
	倉本 宣	明治大学 農学部
研究協力者	本田裕紀郎	明治大学大学院 農学部研究科
	今井真理子	武蔵工業大学 環境情報学部
	鈴木龍子郎	武蔵工業大学 環境情報学部
	雨宮 智史	武蔵工業大学 環境情報学部

# 第1章 研究の背景と目的

## 1-1. 生物多様性の保全の取り組みの現状と保全の必要性

生物多様性の減少は地域レベルおよび地球レベルで急速に拡大している。日本の環境庁(現環境省)でも、生物多様性の減少の問題は7つの地球規模の環境問題の一つと位置づけている。1992年のブラジルのリオデジャネイロで開催された地球サミットでは「生物多様性条約」が採択され、日本もこの条約の締約国として、「生物多様性国家戦略」を策定し、従来の野生動植物の保護、生態系の保全、国立公園の管理のあり方、各省庁の連帯のあり方などを生物多様性の視点から見直し新たな施策の展開を開始したと言えよう。しかし、遺伝子、生物種、生態系の3つのレベルでの生物多様性はかつてない規模と速度で失われており、社会の多様な分野やセクターの人々が、生物多様性の保全の必要性を認識し、保全の施策をおこなうことが求められている。

復元生態学は、生物多様性を保全するための学際的な学問分野の一分野として位置づけられ、種(個体群)、生物群集、生態系が本来の機能や安定性を取り戻すための基礎研究、方法論、保全や復元の対策や技術を提供することを目指している。復元生態学の定義と学問範疇についてはまだ統一的な見解や合意が得られているわけではないが、復元生態学の歴史は古く、その起源は、経済的に価値ある生態系の機能を復元する応用的な技術にあった。その具体的な事例としては、洪水を防ぐためのウエットランドの復元、土壌の流出を防ぐための鉱山の埋め立てや再利用、牧草を確保するための放牧地の管理や木材生産やアメニティ価値を維持するための森林管理などが挙げられる(プリマック・小堀、1997<sup>1)</sup>、Bradshaw and Chadwick, 1980; Bradshaw, 1990; Kusler and Kentula, 1990)。しかし、これらの方法はきわめて単純化された生物群集を作り出したり、自己維持能力や繁殖能力をもたない生物群集を作り出すこととなった。その結果、個体群や生物群集全体を回復すること、生態系のもつ安定性、機能、多様性、ダイナミックスを保全・復元計画に盛り込むことの重要性が理解されるようになってきた。また、現在では生物多様性の重要性が社会的にも認識されるようになった。しかし、現実にはこのような新たな視点にたった保全策や復元計画を実践するための基礎的なデータ、学際的な基礎資料が極めて乏しいのが現状である。生物の種は多様であり、固有な生育・生息条件と生育・生息地を必要とするため、すべての種に対してこれらのデータを得ることは困難である。したがって、現在、絶滅に瀕している生物種をまず対象にして、その種の分布特性、生物学的特徴、必要な生育条件や生育環境要因を明らかにし、その上で具体的な保全策や復元手法を検討することが求められている。

## 1-2. 日本の絶滅危惧植物の現状

日本の野生動植物の置かれている状況は、世界の多くの国々と同様に憂慮すべき状況になっている。しかし、この事実が全国規模で明らかにされたのはわずか10年ほど前にすぎない。植物(維管束植物)では1989年(平成元年)に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の現状」(日本自然保護協会、1989)が刊行されてはじめて人為的な影響による全国の野生植物の現状が明らかにされた。レッドデータブックは、野生の動植物を人為的に絶滅させないために、絶滅のおそれのある種を分類群ごとにリストアップしたデータ(レッドリスト)を基にして、個々の種の生育環境、生息地の現状、判定理由、都道府県別の分布状況などを取りまとめて編纂したものである。その結果、日本産の維管束植物約7,000種(種子植物とシダ植物の変種以上)の5種に1種は絶滅のおそれのある種と判定された。

日本では1992年に「絶滅のおそれのある野生動植物の種の保全に関する法律」が制定され、行政でも絶

滅のおそれのある野生動植物種の保全を行う上で、その現状を把握する必要性が増した。また、レッドデータブックを作成する際の世界的な評価基準を策定している IUCN(国際自然保護連合)は 1994 年に従来の定性的な評価基準を改め、減少率などの数値データに基づく新たな定量的なカテゴリー(基準)を採択した。日本の環境庁では、我が国では数値データの不足により定量的なデータが得られない種も多数あるため、IUCN の新規準に準拠しながらも、日本独自の定性的要件と新たな定量的要件を組み合わせたカテゴリーを作成した(環境庁、2000)。現在、新たな評価基準に基づくレッドデータブックの作成作業が行われているが、昨年末に維管束植物の新カテゴリーに基づくレッドデータブックが刊行された(環境庁、2000)。その結果、日本産の維管束植物の 24%、すなわち 4 種に 1 種が絶滅のおそれのある種として判定され、日本の野生植物の深刻な状況が浮き彫りにされた。これらのデータは全国を 4457 のメッシュデータに分割し、個々のメッシュの現存個体数(開花個体数)と減少率(過去 10 年間を目安)を計数している。その結果、過去の調査と比較して、個体数が減少したメッシュが全メッシュに占める割合は 50%以上に達していることが明らかになった。この結果は、レッドデータブックの記載植物は今後減少の傾向へと向かい、さらに危機的な状況を迎えることを示唆している。

野生動物については、1991 年(平成 3 年)に初めてレッドリスト「日本の絶滅のおそれのある野生生物」(環境庁、1991)が刊行された。現在は新たな評価基準にそってレッドリストが作成され、爬虫類については 2001 年にレッドデータブックが刊行されており、他の動物については現在レッドデータブックの作成作業が進行中である。2000 年 3 月現在のレッドリストによると、日本産哺乳類、両生類、汽水・淡水魚類の 2 割強、爬虫類の 2 割弱、鳥類の 1 割強が絶滅のおそれのある種と判定され、野生動物全体では、2 割弱が絶滅のおそれのある種と報告されている(環境庁、2000)。したがって、日本産の動物と植物は、いずれも危機的な状況にあると言える。

### 1-3. 河原に固有な絶滅危惧種カワラニガナの研究の現状と本研究の目的

カワラニガナは河原のれき地(丸石河原)に生育するキク科の多年草植物で、その学名 *Lxeris tamagawaensis* Kitam. に多摩川の名前をもっている(図 1-1)。したがって、カワラニガナは、かつては多摩川の河原でよく見かけられたと考えられるが、過去に多摩川のカワラニガナについて十分に調査した報告はない。

カワラニガナは 東北地方南部から東海地方までの本州中部に生育していることが知られている。2000 年現在、生育が確認されている都道府県は、宮城、山形、福島、栃木、埼玉、千葉、東京、神奈川、新潟、長野、静岡の 11 都府県である。しかし、全国を 4457 のメッシュデータに分割したデータでは、現地調査によってカワラニガナの生存が確認されたのはわずかに 35 メッシュにすぎない。また、35 メッシュのうち、個体数が数個体のメッシュは 4、数十個体のメッシュが 17、数百個体のメッシュが 9、数千個体のメッシュは 3 に過ぎず、全国の現存総個体数は約 1 万個体と推定されている(環境庁、2000)。また全国の 7 メッシュで絶滅しており、過去 10 年間の平均減少率は約 40%で 100 年後の絶滅確率は約 80%と推定されている。これらの調査データから、新たな規準を用いたレッドデータブックでは、カワラニガナは絶滅危惧種 II 類に分類された。絶滅危惧種 II 類は絶滅の危険が増大している種と定義されている。



図1-1 多摩川の丸石河原に生育するカワラニガナの開花個体

レッドデータブックに記載されてくる絶滅危惧植物の保全復元策を検討するためには、各々の種における、地域での分布状況、減少率、地域個体群の動態、生育特性、生育環境の特性に関する情報が必要である。本研究では、多摩川のカワラニガナについてこれらの情報を得るために以下の五つを目的として研究を行った。

第一に、全国レベルでは絶滅危惧Ⅱ類に位置づけられているカワラニガナの多摩川の地域個体群についての基礎的なデータを得ることを目的とした。すなわち、多摩川のカワラニガナの分布とその分布特性について現地調査を行った。第二に、カワラニガナについては、その保全や復元を行う上で重要な生育特性に関する研究が不足している。したがって、本研究では、保全や復元を行う上で必要な種子の発芽特性について詳細な研究を行い、また、種子の保存特性についても検討した。第三に、カワラニガナの生育微環境の特性について検討し、カワラニガナは、丸石河原のどのような生育ニッチェを必要とするのかについて調べ、河川の攪乱を生存戦略とする植物の特性を明らかにすることを目的とした。

第四に、多摩川の景観構造を変化させている最も大きな要因である都市化に伴う土地利用の変遷を流域、沿川、河川敷の3つの異なる河川空間レベルについて地理情報システム(GIS)を用いて解析し、河川の時空間ダイナミクスを明らかにすることを目的とした。また、これらの結果および河川敷の植生景観の変化から、カワラニガナの生育環境の変化について考察した。

第五に、以上の結果に基づき、多摩川のカワラニガナの保全・管理・復元策の開発について検討した。多摩川のカワラニガナは生態学的絶滅に近い状態に置かれており、このまま放置すると絶滅の渦に巻き込まれる可能性が高いことが明らかにされた。そのため絶滅危惧種であるカワラニガナをさらなる減少へと導く主要な原因を明らかにするため、1)その生物学的特性、2)個体群の安定性、3)河川景観の時空間変化、4)環境条件の4つの側面から検討をおこなった。その結果に基づき、短期的および長期的なカワラニガナの保全・管理・復元策について提案した。

#### 1-4. 本研究の意義と河川敷に固有な絶滅危惧種の保全・復元のアプローチ

多摩川の河原に生育するカワラニガナを研究する意義として、次の点が挙げられる。

1. 多摩川の学名を冠したカワラニガナの多摩川河川敷における地域個体群の分布とその個体数を明らかに

することにより、全国のカワラニガナの置かれた状況との比較が可能となる。絶滅危惧植物ではその分布、個体群のサイズは保全や復元策を考えるうえで最も重要なデータである (Beissing *et al.*, 1996)。

2. カワラニガナの生育環境を詳細に調べた研究はまだない。多摩川でのカワラニガナの生育環境を詳細に調べることで、カワラニガナの生育適地の要件を明らかにできる。これらのデータは、多摩川以外の河川におけるカワラニガナの保全や復元策を検討するうえでも重要な情報として活用できる。たとえば、個体数の減少率が著しいカワラニガナの生育地では、減少に関わる好ましくない環境要因を特定することが可能となり、具体的な保全・復元策を定めることが可能になる。また、かつてのカワラニガナの生育地で現在は絶滅している地域では、どのような生育環境要因を整えれば復元が可能になるのかを明らかにできる。また、カワラニガナの潜在的な生育可能な場所の特定や選択、保全や復元計画の策定において最優先すべき要件を絞り込む場合にも貴重な基礎データとして用いることができよう。

3. 不安定な河川敷に生育している植物は河川の氾濫を生存戦略としてもっている河川敷に固有な植物が多い。現在、これらの植物は多様な人間活動の影響を受け、その個体数を急速に減少させている。絶滅危惧種であるカワラニガナの現状を明らかにし、その保全策や復元の方策を考えることは、不安定な河川敷に固有な他の植物の保全を考えるうえでのモデルとなりうる。

4. 種子の発芽特性と保存性に関するデータは具体的な保全・復元策を検討するうえで、重要な基礎データである。本研究では室内および野外実験によって、カワラニガナの発芽特性を明らかにし、種子の保存性についても検討した。これらの基礎データは他の河川でのカワラニガナの保全策を検討するための情報となりうる。

5. 都市河川の代表である多摩川での河川景観ダイナミクスとカワラニガナの生育環境の関連性を地理情報システム (GIS) を用いて分析することを試みた。本研究では、カワラニガナの減少要因として、流域レベルでの土地利用の時空間的変化、沿川空間の景観変化、河川敷の植生景観との関連性について検討した。本研究に用いた GIS による分析手法は、多摩川以外の河川域に固有な絶滅危惧植物の保全や復元にも展開が可能である。すなわち、特定の河川に固有な絶滅危惧植物の保全と復元のためには、流域レベルでの河川管理が必要なのか、沿川空間の景観レベルや河川敷の植生景の維持が最も必要なのか、あるいはこれらすべてのレベルを視野にいれた保全・復元策を検討しなければ長期的な解決にはならないのかなどを検討する上での新たな手法となりうる。また、変化していく河川の時空間ダイナミクスを事前に予測し、流域も視野に入れた河川管理計画や管理手法を検討する上でも今後重要性がますます考えられる。



## 第2章 絶滅危惧植物カワラニガナの 多摩川における分布と生育特性

### 2-1. 調査対象の概要

#### 2-1-1. 多摩川

多摩川は、笠取山(山梨県塩山市)を水源とし、東京都に入り東京・神奈川の県境を通過して東京湾に注ぐ全長 135.6km の一級河川であり、河川延長では全国で 25 位の中河川である。流域面積は 1248.6km<sup>2</sup> で、流域面積の規模では全国 49 位に相当する。流域は小河内ダム上流部(流域面積 262.88km<sup>2</sup>)、羽村堰上流部(同 488 km<sup>2</sup>)、日原川(同 93.2km<sup>2</sup>)、秋川流域(同 169.6km<sup>2</sup>)、浅川(同 153.3km<sup>2</sup>)、大栗川(同 42.3km<sup>2</sup>)、野川(同 67.5 km<sup>2</sup>)から構成されている。

#### 2-1-2. 河辺植生

河川の川辺や河川敷などで、最も高い水位の際に冠水する地域内に生育し、何らかの形で流水の影響を受けながら存続する植生を河辺(かへん)植生と言う。河辺植生には、水辺の不安定地に生育する一年生草本植物群落から森林植生まで様々の植物群落がみられる。多摩川の河川敷では 41 の植物群落が報告されている(奥田ら 1979)。これらの植物群落は、すべて青梅市の万年橋より河口までの 60km の範囲の人工的な堤防の内部(堤外地)にみられる。したがってこれらの植物群落は、青梅市より上流にはない。また、対象地域内では自然植生のみならず、高水敷上のグラウンドの植生(オオバコ群落)などの代償植生も含まれている。

#### 2-1-3. カワラニガナ

カワラニガナは日本の丸石河原に固有な植物である。多摩川でもカワラニガナは丸石河原に生育している(図 2-2)。カワラニガナは他の草本植物により被覆されている場所(図 2-3)や遷移により丸石河原が灌木化した場所(図 2-4)や樹木化した場所(図 2-5)ところでは見られなかった。カワラニガナは、日本の丸石河原以外には生育できない純粋な丸石河原に固有な植物であると言える。

カワラニガナはキク科ニガナ属の多年草である。カワラニガナはロゼットを生育型にもち(図 2-6)、根茎はそう生し、茎は直立して高さ 15-30cm になる。葉は細く、長さ 8~15cm、巾は 3~5mm でわずかに凸頭の牙齒がある。ちぎるとタンポポのように白くねばねばした液体が出てくる。ロゼットの葉の基部に蕾を数個形成し、そこから抽だいする。抽だいたした茎はさらに蕾を付け、大きな個体では数回蕾をつける。頭花は 5~8 月に咲き、黄色い小さな花をつける。その後、白い綿毛となって種子を散布する(図 2-7)。ちなみに「ニガナ」とは苦味を持った草の意味である。なお、本種の種子は厳密には「瘦果」であるが、便宜上「種子」で統一した。



図 2 - 1 多摩川のカワラニガナの生育地



図 2 - 2 図 2 - 1 の拡大写真  
カワラニガナの個体群。



図 2 - 3 遷移により草地化した多摩川の河原  
カワラニガナの生育には不適當。



図 2 - 4 遷移により灌木化した多摩川の河原  
カワラニガナは生育できない。



図 2 - 5 河川敷の安定化により樹木が多数生育している多摩川の河川敷  
カワラニガナは生育できない。



図 2 - 6 カワラニガナのロゼット



図 2 - 7 頭花と種子をつけた  
カワラニガナの個体



## 2-2. GPSを用いたカラニガナの現存調査

### 2-2-1. 調査計画の作成

#### 1) 対象区間

多摩川流路のうち、国土交通省所管区間は河口-0.2K から上流の万年橋(61.8K)までの合計 62km である。これらの区間のうち、カラニガナが生育可能な丸石河原のある河川敷は実質、二子橋(17.8K)より上流である。二子橋より下流の河川敷はグランドなど人工的土地利用とされており、カラニガナの生存は不可能である。そこで、本研究では二子橋(17.8K)から上流 61.8K までの区間を調査対象とした。(表 2-1)

国土交通省京浜工事事務所から入手した河路航空写真を基に、左岸、右岸のうち広い河川敷が存在する側を踏査コースとした。また、兩岸とも広い河川敷が存在する場合は、兩岸とも踏査した。

表 2 - 1 調査区間

区間番号	区間(K)	距離(km)
1	14.0-17.8(二子橋)	3.8
2	17.8-20.4(東名多摩川橋)	2.6
3	20.4-23.0(小田急多摩川橋)	2.6
4	23.0-27.0(京王相模原線鉄橋)	4.0
5	27.0-31.6(是政橋)	4.6
6	31.6-34.6(関戸橋)	3.0
7	34.6-39.8(日野橋)	5.2
8	39.8-43.8(多摩大橋)	4.0
9	43.8-46.2(拝島橋)	2.4
10	46.2-49.2(睦橋)	3.0
11	49.2-51.8(永田橋)	2.6
12	51.8-56.4(多摩川橋)	4.6
13	56.4-59.0(下奥多摩橋)	2.6
14	59.0-61.8(万年橋)	2.8

#### 2) 調査項目

個体群の分布状況を表 2-2 に示す3パターンに区分した。

表 2 - 2 個体群の区分

個体群の形状	
点状	幅・長さが 10m 以内に分布している個体群
線状	幅が 10m 以内で長さが 10m 以上に分布している個体群
面状	幅・長さが 10m 以上に分布している個体群

それぞれの形状に対して、次の属性項目を記録した。

表 2 - 3 個体群の調査項目

属性名称	コード区分	定義
株数	1	1本
	2	数本
	3	数 10 本
	4	数 100 本
	5	数 1000 本
土壌	1	シルト(砂)
	2	礫(2 cm以上)と土砂の混在。礫が埋まっている(沈み石)
	3	礫(2cm 以上)と土砂の混合・礫が浮いている(浮石)
	4	礫だけ
微地形	1	低水域(水際で浸水の可能性あり)
	2	斜面
	3	中水域の肩(斜面を上がってすぐの地点)
	4	中水域にある古い水路(本流以外の水路)
被植率	1	草が 5%以下
	2	5~50%
	3	50%以上
	4	樹木の下

これらの調査項目は事前に GPS ソフト Path Finder Office の辞書として登録した。

### 3) 使用器具

従来の調査は一般に地図を持って歩き、発見した箇所を地図に書き込む方法で行うが、本研究では群落の境界の計測及び属性項目のリアルタイムによる電子化を図った。発見したカワラニガナ個体群をトリンプル製 Path Finder Explore Pro/XR でディフレンシャル GPS 測位を行い、位置座標及びその属性項目を記録した。研究室に戻ってからこれらのデータはパソコンにダウンロードし、地図及び属性データを GIS へ入力した。それによって計測したカワラニガナ個体群の場所は 1~5m の位置精度を持ち、他の地理データと重ね合わせることが容易である。

## 2-2-2. 調査の実施

### 1) 調査日時と区間

調査は 1999 年 9 月~11 月に武蔵工業大学小堀研究室と敵研究室によって行なわれた。

表 2 - 4 区間別調査実施状況 (1999年 9月~11月)

区 間		距離	担当	踏査日付	発見箇所	実施状況	整理 番号		
1	14.0-17.8(二子橋)	3.8K	小堀研	11/3'98	無し	踏査済み			
2	17.8-20.4(東名多摩川橋)	2.6	小堀研	11/10'98	無し	調査済み			
3	20.4-23.0(小田急多摩川橋)	2.6	小堀研	11/20'98	無し	調査済み			
4	23.0-27.0(京王相模原線鉄橋)	4.0				未踏査			
5	27.0-31.6(是政橋)	4.6				未踏査			
6	31.6-34.6(関戸橋)	3.0				未踏査			
7	34.6-39.8(日野橋)	5.2				未踏査			
8	39.8-43.8(多摩大橋)	4.0				未踏査			
9	43.8-46.2(拝島橋)	2.4	殿研		無し	踏査済み			
10	46.2-49.2(睦橋)	3.0	倉本研	9~11 '2000	48.4	踏査済み	1		
					48.8		2		
					49.0		3		
			合同	6/13'99(洪水前)	49.0		4		
11	49.2-51.8(永田橋)	2.6	合同	10/17'99(洪水後)	49.2	踏査済み	5		
					49.2		6		
12	51.8-56.4(多摩川橋) 52.4(羽村)	4.6	倉本研	9~11 '2000	52.8	踏査済み	7		
				小堀研	11/20'99		53.2	8	
				倉本研	9~11 '2000		53.2	9	
					53.2		10		
				小堀研	11/7,11/14'99		53.6	11	
13	56.4-59.0(下奥多摩橋)	2.6	倉本研	9~11' 2000	54.5	右岸上流 左岸下流	12		
					54.9		13		
					56.9		14		
					57.1		15		
					57.2		16		
					57.7~9		17		
					58.1		18		
					58.3		19		
					58.5~6		20		
					小堀研		11/27' 99	59.0	21
					14		59.0-61.8(万年橋)	2.8	
15	65.3(小河内)		倉本研	9~11'2000	65.3				

調査日:  
 小堀研は10月13、20、11月3、7、10、14、20、27計8回  
 殿研は計5回

1999年では計画区間の約1/2に当たる21.6キロを踏査した段階で、冬に入りカワラニガナの調査には不相当と判断し、中止せざるを得なかった。その後、倉本研究室が2000年秋に中流域を対象に再度踏査し、詳細な調査を行った。その結果は表2-4、青字で示してある。

## 2) フィールドでの作業

1999年の調査は二人でグループを結成し、一人がGPSを背負って位置を計測し、もう一人が株数のカウント及び他の属性項目の判別を行った。群落ごとに必ずカワラニガナの葉を一枚、取って標本とし、デジタル写真を一枚とって、周辺環境の確認材料とした。但し、倉本研究室の調査は同研究室修士学生本多裕紀郎氏が2000年秋期間を通して独自の方法で行ったものである。

### 2-2-3. 調査結果の処理

現場で記録したGPSデータをパソコンに転送し、地図として表示し、また、その属性を集計できるようにした。基本操作としてまずレシーバをパソコンに接続し、FILE TRANSFERの状態にしておく。パソコン側ではGPSソフトPATH FINDERを起動させ、「ユーティリティ」→「データ転送」を開く。すると、レシーバにある記録ファイルが表示される。それを選択し、パソコンに転送した。

これによって、データはPath Finderによって地図や属性データを見ることができる。他の地理データと重ねるために、さらにエクスポートする必要がある。ここではGISソフトのArcViewを使い、ArcViewのShapeFile形式へエクスポートした。

### 2-2-4. 現存調査結果

カワラニガナの個体群の発見箇所を整理番号順に並べて、表2-5に示す一覧表を作成した。

本研究により、18のカワラニガナの局所個体群が確認された。それぞれの個体群の個体数、面積を表2-5に示す。河口から57.8km地点左岸を中心に、約15,000個体もの大きな個体群(面積8,063 m<sup>2</sup>) (表2-5の2000年調査個体群No.4に担当)が確認された。また、同58.5km地点右岸に約3,500個体の個体群(面積685 m<sup>2</sup>) (同No.1)、同49.0km地点右岸に約2,800個体の個体群(面積502 m<sup>2</sup>) (同No.14)の中規模個体群が存在した。それ以外の13の個体群は面積、個体数ともに極めて脆弱であった。多摩川全体の推定個体数は約23,900個体であった。

なお、2000年のカワラニガナの詳細な分布調査の結果は次節の2-3で述べる。

## 2-3. カワラニガナの詳細な分布調査(2000年度調査)

### 2-3-1. 方法

#### 1) 生育状況調査

2000年秋は多摩川の中流域をさらに詳細に踏査し、カワラニガナ個体数の分布を調べた。すなわちディファレンシャルGPS(DGPS, 機種:GeoExplorer3, Trimble社)を用いて、カワラニガナの局所個体群の外周と、その個体群内の他種個体群の外周を測位した。DGPSとは、座標既知点に設置した基準局のGPSからの補正情報(ディファレンシャル情報)を、移動局のGPSに放送することで、移動局の位置情報の誤差を補正する測位方式のことである(森ら, 2000)。電波の受信は、PDOP(Position Dilution of Precision)値が6.0以下の時のみ行っ

表 2 - 5 多摩川河川敷におけるカワラニガナの現存状況

整理 番号	場所(河口か らの距離 km)	面積 (㎡)	推定個体数 (株数)	土壌	微地形	周辺植生の状況	2000 年調査 個体群 No.
1	48.4	100	501			一部高茎草本	16
2	48.8	69	222			裸地	15
3	49.0	503	2817			一部高茎草本	14
6	49.2	26	10			裸地	13
7	52.8	1	15			裸地	12
9	53.2	2	41			一部木本	11
10	53.2	16	6			一部木本	10
11	53.6		数 1000				
12	54.5	46	65			裸地	9
13	54.9	2	21			高茎草本の包囲	8
14	56.9					裸地	7
15	57.1	112	643			一部木本	6
16	57.2	1	19			裸地	5
17	57.7~9	8063	15724			木本と高茎草本の包囲	4
18	58.1	1	68			裸地	3
19	58.3	80	249			一部草本	2
20	58.5~6	686	3498			木本と高茎草本の包囲	1
21	59.0						

注:表中の青字は 2000 年度の調査結果を示す

た。補正情報は、インターネット上で配信されている Trimble Japan 社の Base DAT (北緯 35° 42' 08.75276"、東経 139° 46' 52.97815") を用いた。その局所個体群の面積と、隣り合う各局所個体群間の直線距離を GPS データプロセッシング・ソフトウェアである GPS Pathfinder Office (Trimble 社) を用いて測定し、また個体群の周辺植生の遷移状況を記録した。カワラニガナの局所個体群の面積は、外枠面積からその中に存在する他種個体群の面積を引いた値を用いた。なお、河口から約 56.9 km 地点左岸の局所個体群は急斜面上に存在し、DGPS を用いた測位が不可能であった。そのため、この個体群と隣接する局所個体群の距離は、1998 年撮影の多摩川航空写真 (建設省関東地方建設局京浜工事務所撮影) を用いて計測した。

個体群の大きさに応じて 5~20 個の 1m×1m のコドラートを設置し、局所個体群内の個体数密度を求めた。なお、極めて小さな個体群においては個体数を実測した。各個体数は個体数密度と本種の局所個体群の面積の積を用いた。なお、カワラニガナの地上部の見かけ上の個体は、地下で連結している場合があり、個性が不明瞭である。そのため、ここで言う個体とは現実には地上部の見かけ上の個体のことであり、開花個体も含めたすべての見かけ上の個体を現存個体数とした。

また、2000 年夏に、半径 50m 以上の空間に 1 個体のみ生育していた場所 (北緯 35° 46' 44.79185"、東経



139° 16' 50.13650" )の周辺に、11 月には実生が散在していた。そこで親個体を中心に東西南北の方向に1m×1mのコドラートを5mまで設置し、その方形区内の実生の数を測定することにより、本種の種子散布距離を推定した。

### 2-3-2. 結果

2000 年度調査では、16 のカワラニガナの個体群が確認された(図 2-8 および表 2-5 の 2000 年調査の欄を参照)。河口から 57.8km 地点左岸を中心に、約 15,000 個体もの大きな個体群、同 58.5km 地点右岸に約 3,500 個体の個体群、同 49.0km 地点右岸に約 2,800 個体からなる中規模個体群が存在した。それ以外の 13 の個体群は面積、個体数ともに極めて脆弱であった。

隣り合う各局所個体群間の平均距離は 581.1m と非常に長かった(図 2-9)。最長では 3231.9m に及んだ。

親個体を中心とした実生の分布は、その 95% 以上が親個体の 1m 以内に存在していた(図 2-10)。



図 2 - 8 2000年の調査による多摩川におけるカワラニガナの局所個体群

GISソフトの ArcView(Esri 社)を用いて、国土院の「数値地図 2500(空間データ基盤 東京-1)(1997 年 4 月 1 日発行)に、GPS データを重ね合わせた図を示す。円で囲った場所がカワラニガナの局所個体群である。表 2-5 における No.8 の個体群は小作地区に存在。なお、図中の個体群の No. は表 2-5 の 2000 年度調査の欄の個体群 No. と同じ。

左上: 中流域上部、左下: 羽村地区、右上: 河辺地区、右下: 拝島地区

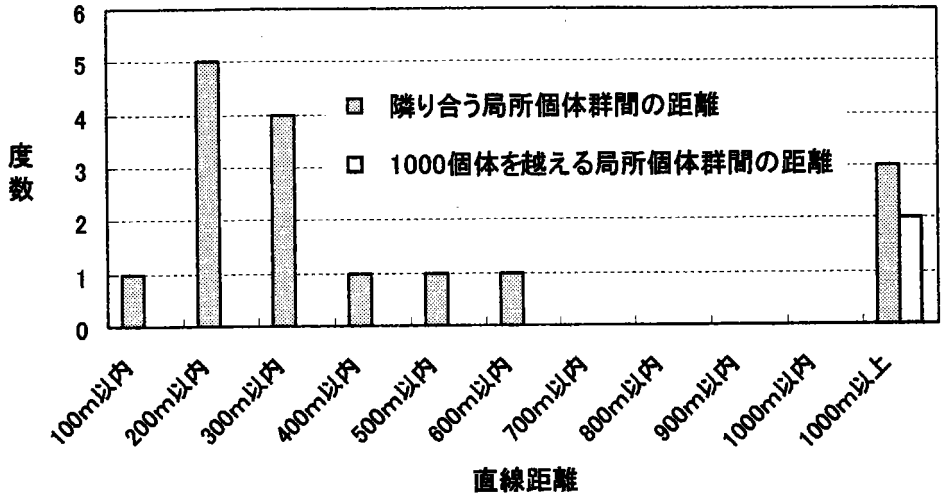


図 2 - 9 局所個体群間の直線距離

DGPS で測位した局所個体群間の距離を GPS Pathfinder Office で測定した。

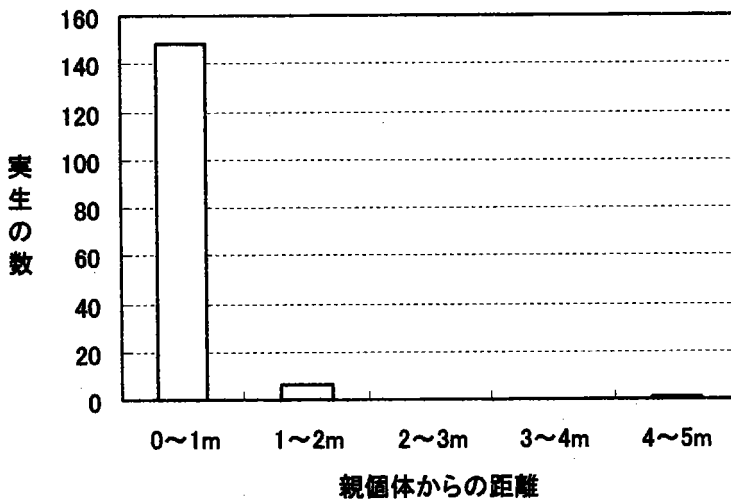


図 2 - 10 実生とその親個体間の距離

2000 年夏に 1 個体のみ生育していた親個体を中心に、東西南北の 4 方向に 1×1m のコーナートを 5m まで設置し、枠内のその個体由来の実生の数を計測した。

表 2-6 調査項目のカテゴリー区分

調査項目	1	2	3
水面からの比高	0~150cm	150~250cm	250cm以上
水際からの距離	0~50m	50~100m	100m以上
植 被 率	0~30%	30~70%	70~100%
砂 泥 の 被 度	0~20%	20~60%	60~100%
リ タ ー の 被 度	0~25%	25~60%	60~100%

## 2-4. 生育地特性分析

### 2-4-1. 方法

多摩川のカワラニガナ個体群 (図 2-8 における No.4・9・13・14・15・16 の個体群、表 2-5 の 2000 年度調査の欄と個体群と同じ No.) を横切るように、河川水域と垂直にベルトトランセクトを設置し、それを 1m×1m の方形区に分割した。各方形区内の、(1)カワラニガナの個体数、(2)水面からの比高、(3)水際からの距離、(4)植被率、(5)砂泥の被度、(6)リターの被度を 7~13 段階で記録し、また(7)優占種名を記録した。水面からの比高と水際からの距離は、方形区の中心点を測量した。

カワラニガナの個体数と優占種名以外の各項目を、散布図をもとにカテゴリーを 3 段階に区分し(表 2-7)、その特異性を分析するために  $\chi^2$  検定を行った。また、各カテゴリーとカワラニガナの出現の関連性を分析するため、そのカテゴリーにおける四分位点相関係数( $\phi$ 係数)を算出した。

また、10 回以上出現した優占種について、カワラニガナと共に出現した比率(その優占種がカワラニガナと一緒に出現した方形区数)/(その優占種が出現した全方形区数)を求めた。

### 2-4-2. 結果

結果は表 2-7 及び表 2-8 にまとめて表示した。

表 2-7 には 5 つの調査項目別の本種の出現率を示した。カワラニガナは、水面からの比高では、150~250cm 区に特異的に出現した( $\chi^2 p<0.001$ 、 $\phi=0.141$ )。水際からの距離においては、50~100m 区に特異的に出現した( $\chi^2 p<0.001$ 、 $\phi=0.163$ )。植被率においては、30~70% 区に特異的に出現した( $\chi^2 p<0.001$ 、 $\phi=0.186$ )。砂泥の被度においては、20~60% 区に特異的に出現した( $\chi^2 p<0.001$ 、 $\phi=0.276$ )。リターの被度においては、0~25% 区に特異的に出現した( $\chi^2 p<0.001$ 、 $\phi=0.152$ )。

しかし、表 2-8 に示したカワラニガナが最も多く出現した方形区によるカテゴリーでは表 2-7 と「植被率」と「砂泥の被度」において異なっており、「植被率」では 0~30% 区において、「砂泥の被度」においては 0~20% 区において最も多く出現した。

カワラニガナと一緒に出現した優占種においては、特定の傾向は見られなかった(図 2-11)。また、帰化植物の占める比率が非常に高かった。また、2-5 の考察で述べるようにカワラニガナの個体群を囲むようにニセアカシア *Robinia pseudoacacia L.* やオギ *Miscanthus sacchariflorus Benth.* が優占している場所ではカワラニガナの生育は確認されなかった。

表 2-7 出現率における各カテゴリーの有意性

調査項目	1	2	3
水面からの比高	0~150cm	150~250cm	250cm以上
	0.01	0.001	n. s.
	-0.115	0.141	-0.057
水際からの距離	0~50m	50~100m	100m以上
	0.001	0.001	n. s.
	-0.147	0.163	-0.051
植 被 率	0~30%	30~70%	70~100%
	n. s.	0.001	0.001
	0.009	0.186	-0.161
砂 泥 の 被 度	0~20%	20~60%	60~100%
	0.001	0.001	n. s.
	-0.122	0.276	-0.022
リ タ ー の 被 度	0~25%	25~60%	60~100%
	0.001	n. s.	0.001
	0.152	-0.025	-0.149

上段：カテゴリー， 中段：有意水準， 下段： $\phi$ 係数

表 2-8 各カテゴリーとカワラニガナの出現方形区数

調査項目	1	2	3
水面からの比高	0~150cm	150~250cm	250cm以上
	5	54	3
水際からの距離	0~50m	50~100m	100m以上
	8	54	0
植 被 率	0~30%	30~70%	70~100%
	40	22	0
砂 泥 の 被 度	0~20%	20~60%	60~100%
	26	19	17
リ タ ー の 被 度	0~25%	25~60%	60~100%
	61	1	0

上段：カテゴリー 下段：カワラニガナが出現した方形区数

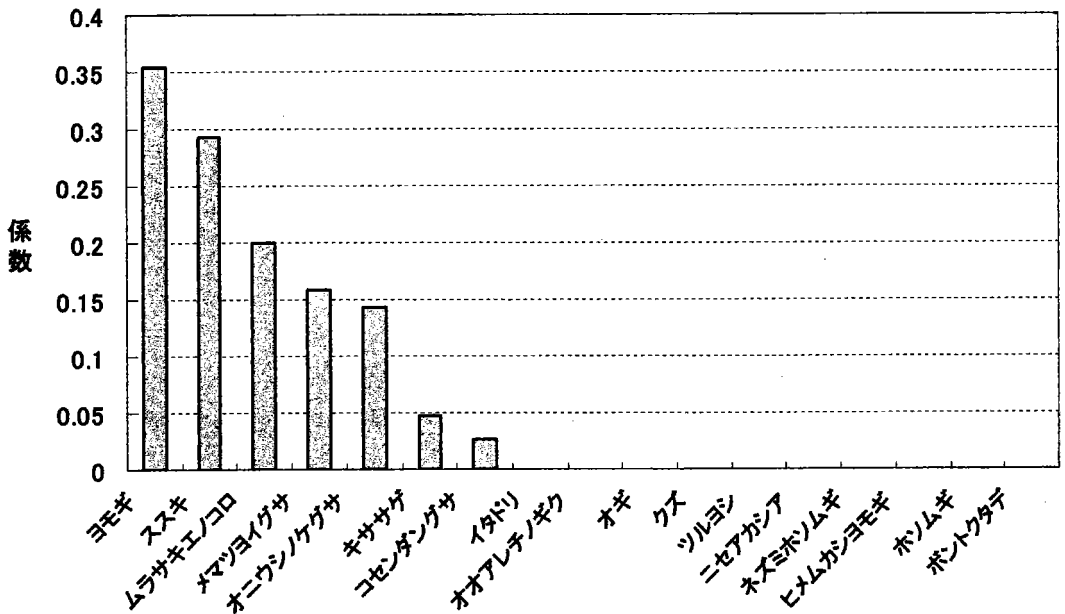


図 2-11 カワラニガナと一緒に出現した優占種

優先種の係数は(その優占種がカワラニガナと一緒に出現した方形区数)/(その優占種が出現した全方形区数)で算定した。

## 2-5. 考察

### 1) 生育状況調査

多摩川におけるカワラニガナの全個体数の65%以上が1つの局所個体群に含まれていた。種のレベルでは、この個体群を保全していけば今すぐに絶滅するといった状況は避けられるであろう。しかし、この個体群は、キササゲ *Catalpa ovata* G. Don、ニセアカシア等の木本や、ススキ *Miscanthus sinensis* Anderss. 等の高茎草本に囲まれており、孤立しており他のカワラニガナ個体群との遺伝的交流が現在ない可能性も考えられる。しかも、2000年6月にこの局所個体群の中心を河川と垂直に水準測量した結果、水面からの比高が平均で191.2cm(最小:176cm、最大:215cm)であったため、今後の大規模な増水によってはこの個体群が一度に消失してしまう可能性は十分にある。

河口から約58.5 km地点右岸、49.0 km地点右岸の中規模個体群を除いた、それら以外の局所個体群では、木本や高茎草本に包囲された個体群は少ないものの、その個体数は極めて少ない。しかも、本調査により計測された個体は見かけ上の個体であるため、生理的に独立した現実の個体の数はこれよりもさらに低い値になると考えられる。孤立した少数の現存個体群だけでは、突発的な事故や環境変動などによってそれらが「偶然に」絶滅する可能性が考えられる。著者らの観察によると、1999年には旱魃とその後の増水の影響で2つの小さなカワラニガナ個体群(河口から約57.1 km地点右岸、約48.9 km地点右岸に存在した)が消失した。

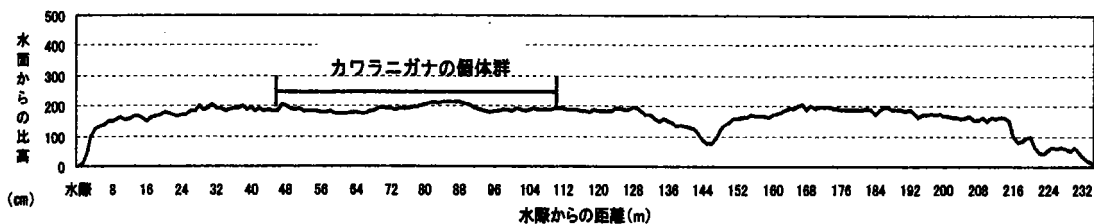


図 2 - 12 河口から約58.8km地点左岸の水面からの比高

多摩川における最大の局所個体群が存在する河原を河川水域と垂直に水準測量した横断面図。

平均:191.2cm、最大値:215cm、最小値176cm

親個体を中心とした実生の分布から、カワラニガナの種子の風散布距離は極めて短いと考えられる。この結果はカワラニギクにおいても倉本ら(倉本ら, 1995)により、同様の報告がなされている。また送粉の点でも、昆虫による送粉距離は非常に短いことが、数種類の草本において報告されている(A. J. Richards and Halijah, 1978 ; Nickolas *et al.*, 1983)。絶滅危惧植物を長期的に安全に保全するためには、局所個体群の数を増やし、極度に孤立することなく相互につながりをもたせるようにすることが必要である。しかし、本種のように距離の離れた各局所個体群では、すでに有効な送粉距離と種子散布距離を超え、それぞれが孤立していると考えられる。

また、多摩川においては近年丸石河原の全面積自体が非常に狭まり、丸石河原のパッチの面積も縮小すると同時に、隣り合うパッチ間の距離は増大し、丸石河原の分断化は顕著である(倉本ら, 1999)。しかもカワラニガナの局所個体群の多くは非常に小規模であるため、確率論的に本種の種子が空きパッチに散布される機会は極めて乏しいと考えられる。また、生育地の分断化が進み、島状になった個体群では訪花昆虫の不足も憂慮される(Jennersten, 1988)。そのため、このような状況下にある多摩川においては、今後カワラニガナの個体群とその生育場所の復元が必要になると予想される。

## 2) 生育地特性分析

乾燥の強い河原では、比高の低い場所に生育している個体は地下水を利用できるため、その繁殖において有利になると考えられるが、カワラニガナは比高の低い場所での生育は稀であった。多摩川では1999年8月に比較的大きな増水が起こり、比高の低い場所に生育していた個体は流失したと考えられる。本種は「水際からの距離」の区分で50~100m区で特異的に出現した。しかし、これも増水による「個体の流失」という負の効果が大きく作用し、適度に水際から離れていた個体が生残る結果になったと思われる。「植被率」においては、30~70%区において本種は特異的に高い出現率を示したが、0~30%区において最も多くの個体数が出現した。これは、絶滅危惧植物である本種の種子供給量が少なく、生育可能なパッチへの種子の到達が確率的に低くなっているため、本来植被の薄い裸地的な環境に生育するものの、そのよう環境に生育していなかったことに起因する。「リターの被度」においては、0~25%区において生育個体の約98%が出現した。そのため、河原のリター量の増加は本種の生育を強く制限すると考えられる。「優占種」においては、オギが群生する場所での本種の生育は確認されなかった。多摩川では、リターの蓄積の原因ともなり、丸石河原を減少させるオギの占有率が高い。また多摩川では河原の原風景を全く留めないほどにニセアカシアの侵入が著しい。そのため、多摩川では河原固有植物を保全するために、帰化植物はもちろんのこと、在来種の管理をも含めた植生管理が求められる。

カワラニガナが最も多く出現するカテゴリーと最も高い出現率を示すカテゴリーは、「植被率」・「砂泥の被度」において異なっており、「植被率」も「砂泥の被度」も低い微環境に最も多くの個体数が出現した。また、リターの被度においてもその堆積が見られない環境に特異的に生育していることから、本種の分布は丸石河原の環境を示す空間に特徴的であると言える。

カワラニガナが多く出現した微環境が本種の生育可能な場所を占めると考えられる。そのため、本種の生育環境の保全においては著しく植被が発達した環境やリターが堆積した場所を除いた微環境全体を保全していく必要がある。

## 第3章 カワラニガナの発芽・休眠特性

種の保全・復元事業などにおいては、種子や埋土種子集団が調査対象とされたり、材料として利用される場合が多く、絶滅危惧種においては、種ごとに種子の休眠、発芽特性が十分に明らかにされていれば好都合である。そのため、本章では本種の休眠・発芽特性を明らかにすることにより、カワラニガナを保全するための基礎的な知見を得ることを目的とした。

### 3-1. 人工環境下における発芽実験

#### 3-1-1. 方法

本実験では埋土種子集団の形成の有無を予測し、また本種のもつ発芽特性を分析することを目的とした。カワラニガナの種子は2000年5~7月にかけて多摩川のカワラニガナ個体群から少量ずつ採集した。冠毛を除去した後、風乾させた1~2ヶ月齢の種子を実験に供した。60mmのプラスチックシャーレに石英砂を15g敷いたものを発芽床とし、下記の条件に設定したインキュベーター内で発芽させた。なお、葉層透過光下条件のみシャーレの底部と側部をアルミホイルで包んだ。また、多摩川でも生育し、葉面積の比較的広いギンギシ *Rumex Japonicus* Houtt.の葉で上部を覆った。各条件区とも50粒5反復とした。実験開始から隔日に発芽した種子数を計測し、その種子はシャーレ内から除去した。また、適宜蒸留水で灌水した。一般的には幼根の突出をもって発芽とするが、本実験では計測の便宜上子葉の突出をもって発芽とした。発芽数の計測は累積発芽率の上昇が飽和するまで行った。実験期間中に約5%程度の種子が糸状菌に侵されたが、本実験における発芽率は、それらの糸状菌で侵された種子数を引いた値で除し、補正した。

設定温度は、恒温条件では10℃、15℃、20℃、25℃、30℃の5条件で、変温条件は5/15℃、10/20℃、15/25℃、20/30℃、25/35℃の各12時間交代の5条件で行った。そのうち20℃恒温区と15/25℃変温区では葉層透過光下での発芽数の計測も併せて行った。全ての条件区で光条件は明期と暗期の12時間交代とした。

#### 3-1-2. 結果

実験結果を図3-1及び図3-2に示す。

恒温条件で高い発芽率を示したのは15℃区、20℃区、20℃葉層透過光下区であった。変温条件で高い発芽率を示したのが、10/20℃区、15/25℃区、15/25℃葉層透過光下区、20/30℃区であった。また、5/15℃区は発芽速度は遅いが最終発芽率は高くなった。また、恒温条件と変温条件ともに葉層透過光下区とそのコントロールで発芽率に有意な差は認められなかった。恒温で発芽率の低かった10℃区、25℃区と積算温度が同一である5/15℃区、20/30℃区では発芽率が高く、ともに有意差(t検定片側  $p < 0.001$ )が認められた。30℃恒温区と25/35℃変温区では全く発芽しなかった。

### 3-2. 種子の長期保存による発芽率

#### 3-2-1.

##### 1) 種子の採取と保存方法

2000年の8月末に下奥多摩橋下流のカワラニガナ個体群から種子を採取し、風乾させた。採取した種子は、直ちに持ち帰り、蒸れないように風通しの良い室内で清潔なアルミバットや新聞紙を敷いた育苗箱内に薄く広げ



て1週間程度風乾した。その後、室温にて3ヶ月間保存した。

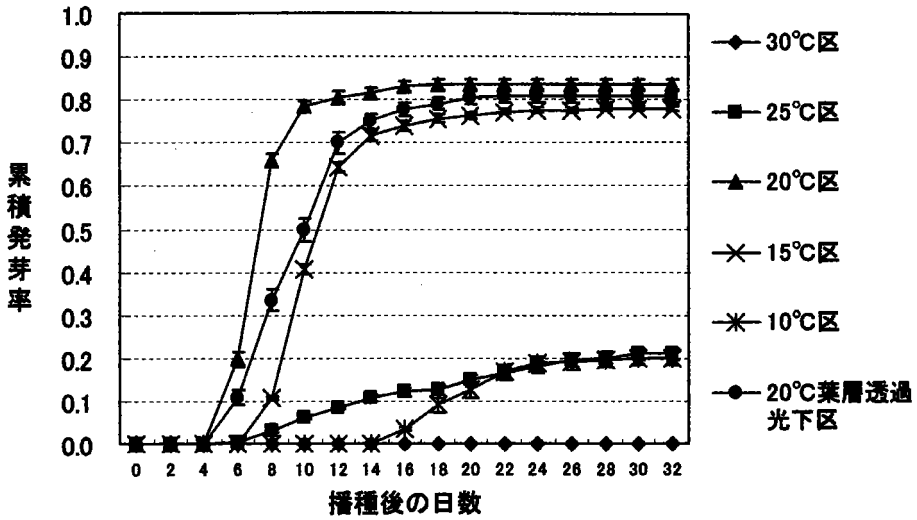


図3-1 恒温条件での累積発芽率

10~30℃の各恒温条件での累積発芽率を示す。20℃恒温葉層透過光条件のみ上部をギンギシの葉で覆った。各条件とも50粒5反復で行った。誤差棒は標準誤差。

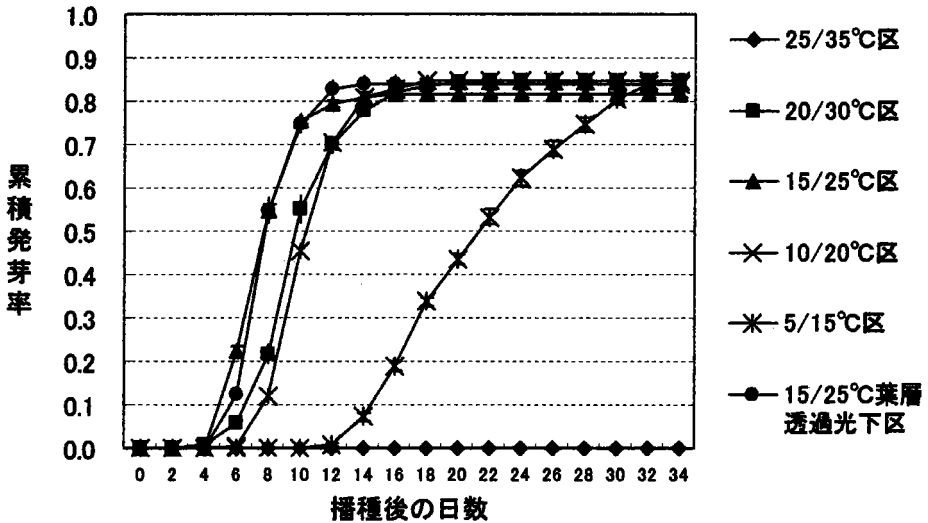


図3-2 変温条件での累積発芽率

10℃の振幅での交代温度条件下の累積発芽率を示す。15/25℃変温葉層透過光条件のみ上部をギンギシの葉で覆った。各条件とも50粒5反復で行った。誤差棒は標準誤差。

## 2) 発芽実験

室温に3ヶ月保存した種子を用いて発芽実験を行った。

プラスチック製滅菌シャーレに石英砂を 30g 敷き、蒸留水で充分湿らせ発芽床とした。発芽床に冠毛を除去した種子を 50 粒置床し、それを6反復とし、合計 300 の種子を用いた。発芽の光条件は明期/12 時間/暗期 12 時間交代とし、温度条件は 20℃とし、インキュベーター内で発芽させた。発芽床には適宜蒸留水を補給し、初めに灌水した日から1日おきに発芽した種子数を計測し、シャーレから取り除いた。

最終発芽率を計算し、別条件(デシゲータを入れて 25℃の温度で1~2ヶ月間保存)で保存した種子の最終発芽率と比較した。

### 3-2-2. 結果

図 3-3 をみると8~10 日目で発芽のピークをむかえている。3ヶ月間室温に保存した種子の最終発芽率は、最低が 32%で最高が 49%であり 50%を超えるものはなかった。平均でも 39%という低い値であった。

それに比べ温度・湿度を管理して保存していた対象群の種子の最終発芽率は、最低 77%で最高が 88%という高い値であった(本田, 2000)

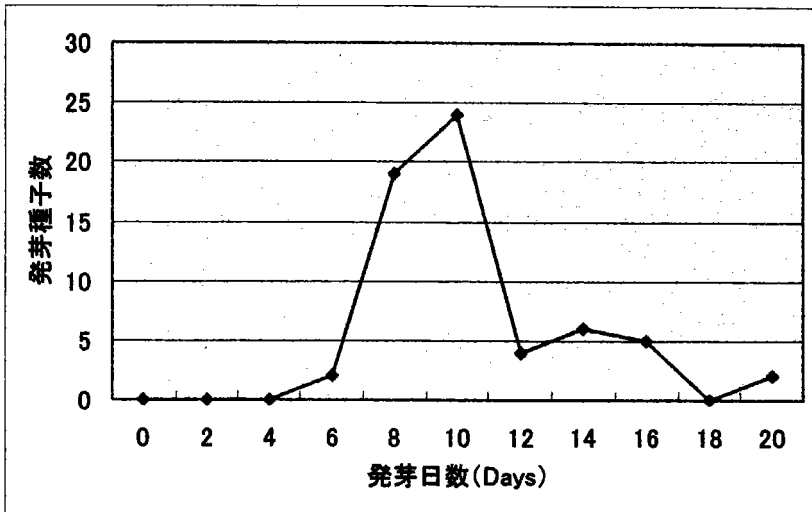


図 3-3 長期保存種子の発芽率

## 3-3. 野外における発芽実験

### 3-3-1. 方法

2000 年の 7 月 15-17 日に、多摩川の裸地 3 地点(河口から約 58.1 km地点の左岸、約 55.1 km地点の右岸、約 49.1 km地点の右岸)に 1m×1m の永久コドラートを 3 区ずつ設置した。その永久コドラート内に冠毛を除去したカワラニガナの種子を礫と礫の隙間に 100 粒ずつ播種した。その際の覆土厚は 0 mmである。8 月から 11 月の間、月に一度ずつ計 4 回、その発芽数を計測した。発芽した実生は個体群間の遺伝的攪乱を防ぐため、コドラート内から除去した。

### 3-3-2. 結果

7, 8 月は全てのコドラートにおいて発芽が確認されなかったが、9 月は全コドラートで、10 月は約 55.1 km 地点の右岸、約 49.1 km 地点の右岸において発芽が確認された。(図 3-4)。

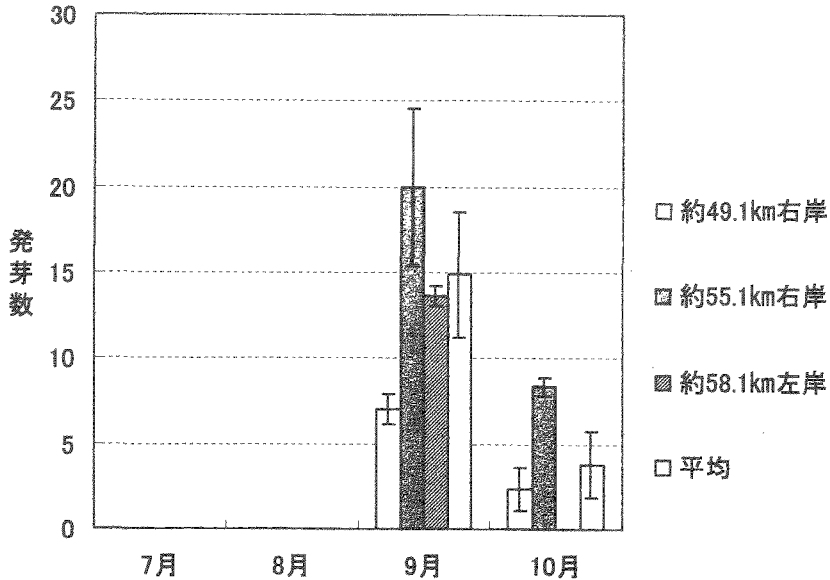


図 3-4 野外における発芽数

多摩川の 3 地区にコドラートを 3 区ずつ設置し、種子を 100 粒ずつ人為的に播種し、その発芽数を計測した。誤差棒は標準偏差。

### 3-4. 段階温度法発芽実験

#### 3-4-1. 方法

本実験は、カラニガナの種子の休眠特性を分析するため、鷲谷 (Washitani, 1987) により考案された試験法を用いた。本法はそれぞれの種の休眠・発芽温度反応の概要を把握することができる (鷲谷, 1997)。4~5 ヶ月齢の、人工環境下発芽実験と同種子、同発芽床を用いて、2 つのタイムコースに設定されたインキュベーター内で種子を発芽させた。一方は段階的に温度を上昇させる上昇温度系 (IT 系) であり、他方は段階的に温度を下降させる下降温度系 (DT 系) である。その設定温度と各置床日数を表 3-1 に示す。

IT 系における最終温度は 12/25°C 変温の各 12 時間交代とし、DT 系における最終温度は 25°C 恒温とした。光条件は、実験開始から終了まで蛍光灯の光を照射した。両条件区とも 50 粒 5 反復とし、発芽した種子はシャーレ内から除去した。播種後から 24 時間おきに発芽数を計測し、各温度条件での発芽数の総和を求めた。計測時に、適宜蒸留水を灌水した。本実験においても計測の便宜上、子葉の突出をもって発芽としたが、子葉の突出は幼根の突出から 24 時間以上必要としたため、本実験において発芽は、種皮から子葉が突出した日の 24 時間前のこととした。実験期間中に約 4% 程度の種子が糸状菌に侵されたが、本実験における発芽率は、それらの糸状菌で侵された種子数を引いた値で除し、補正した。なおここでは、鷲谷 (1998) にならい、IT 系において

表 3-1 設定段階温度と各置床日数

上昇温度系 (IT系)										
温度 (°C)	4	8	12	16	20	24	28	32	36	12/25
日数	8	5	4	3	2	2	2	2	2	5
下降温度系 (DT系)										
温度 (°C)	36	32	28	24	20	16	12	8	4	25
日数	2	2	2	2	2	3	4	5	8	5

交代温度処理に移行する前、DT系において最後の25°C処理に移行する前の発芽率をそれぞれの系の「最終発芽率」と便宜的に呼んで、実験終了時の累積発芽率を「最大発芽率」と呼ぶ。

### 3-4-2. 結果

上昇温度系 (IT系) と下降温度系 (DT系) において、ともに発芽が確認された (図 3-5 図 3-6)。IT系では16°Cから28°Cまで、DT系では16°Cから4°Cまで発芽が確認された。IT系とDT系における最終発芽率には、有意な差が認められた ( $t$  検定  $p < 0.001$ )。また、IT系において、最終発芽率と最大発芽率には有意な差が認められた ( $t$  検定 片側  $p < 0.001$ )。

### 3-5. 考察

#### 1) 人工環境下発芽実験

実験前に、低温湿潤処理などの前処理を行わずに恒温条件の最適温度下で約85%の発芽率を示したことから、種子表面に不透水層をもたないこと、種子に一次休眠は誘導されていないことが示唆された。

競争者となる他の植物を避けて生育するという共通の戦略をもつ種が裸地を検出する仕組みの一つに、光質反応が知られている (鷺谷, 1996)。それは、葉に含まれるクロロフィルによる赤色光の選択的吸収のため、植被を通過した光では、陽光に比べて赤色光に対する近赤外光の割合が高くなっているが、そのような葉層透過光にさらされると休眠が誘導され、陽光にあたるとその休眠が解除される性質 (緑陰感受性) である (鷺谷, 1987)。カワラニガナの場合、野外で他の植物によって庇蔭された状況を模した20°C恒温葉層透過光下区と20°C恒温区で、また、15/25°C変温葉層透過光下区と15/25°C変温区で発芽率に差がみられなかったことから、本種にギシギシの葉による庇蔭効果 (倉本ら, 2000) はないと言える。また、裸地を検出する仕組みには緑陰感受性の他に、裸地では地表面付近の温度の日較差が大きいことをシグナルとした裸地検出機構である変温効果 (Thompson *et al.*, 1977) がある。本実験で、10°C恒温区と25°C恒温区では発芽率が低かったが、それと積算温度が同一である5/15°C変温区と20/30°C変温区では発芽率が高く、ともに有意差も見られることから変温効果が働いていると言える。しかし、20°C恒温葉層透過光下区でも高い発芽率を示したことから、言い換えれば、温度の日較差の小さい植被の下でもカワラニガナの種子は発芽するということになる。従って、本種は裸地を検出して選択的に発芽する機構をもっておらず、永続的な埋土種子集団を形成しないと考えられる。そのため、大規模な増水に伴う裸地の創出が起きても、埋土種子からのカワラニガナ個体群の復元ということは望めない。

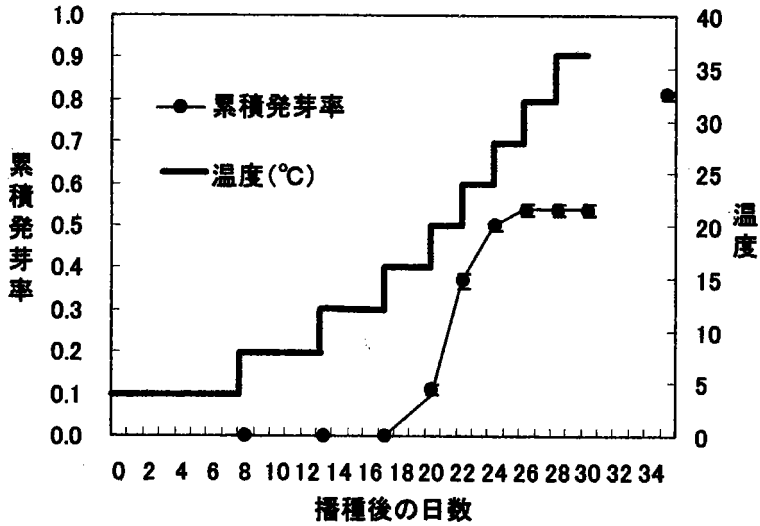


図 3 - 5 IT系の累積発芽率

各設定温度と、その中に置床した種子 50 粒 5 反復の累積発芽率の平均を示す。最終設定温度は 12/25°C の交代温度。誤差棒は標準誤差。

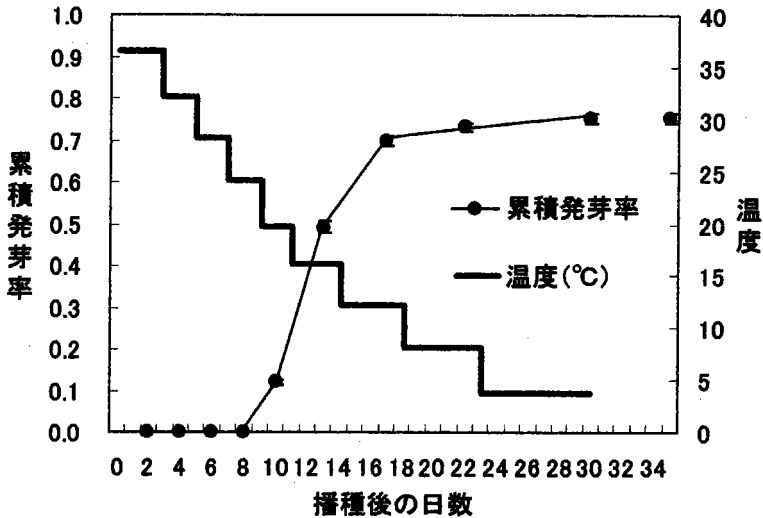


図 3 - 6 DT系の累積発芽率

各設定温度と、その中に置床した種子 50 粒 5 反復の累積発芽率の平均を示す。最終設定温度は 25°C 恒温。誤差棒は標準誤差。

カワラニガナの種子散布期の中心は5~9月であり、増水の起こりやすい季節の前に種子を散布することができる。1999年8月に多摩川において大規模な増水があり、裸地の総面積は拡大した。それに伴って水散布され、発芽したと思われる本種の個体は発見できたが、個体群が出現することはなかった。これは本種が永続的な埋土種子集団を形成しないという上記の結果を裏付けるものと考えられる。

## 2) 野外発芽実験

7、8月は発芽が確認されなかったが、9、10月は発芽が確認されたことから、カワラニガナは秋に発芽することが明らかになった。東京における9、10月の裸地の地表面温度は、「人工環境下発芽実験」における発芽率の高い20/30℃変温区、15/25℃変温区、10/20℃変温区にあたり、これらの結果は相互に裏付けるものと考えられる。

## 3) 段階温度法発芽実験

DT系において4℃まで、IT系において28℃まで発芽が確認されたことから、カワラニガナの発芽可能温度域は比較的広いと考えられる。またIT系、DT系ともに多くの種子に発芽が確認されたため、本実験でも本種が一次休眠の誘導を受けていないことが示唆された。しかし、IT系とDT系の最終発芽率において有意差が見られたことから、本種は低温域において若干の相対的な二次休眠が誘導されると考えられる。つまり、前歴が低温域にあると、適温条件下になっても休眠する種子が生じる。IT系において最終発芽率と最大発芽率において有意差がみられることから、「人工環境下発芽実験」と同様、本実験においても本種は変温効果をもつことが示唆された。

## 第4章 カワラニガナ生育環境のGISによる変化分析

### 4-1. 分析のための基本的な考え方

#### 4-1-1. 河川景観ダイナミクスとカワラニガナの生育環境

川に生育する植物の生育環境は川の流れによる影響の程度に応じて、「不安低域(低水敷)」、「半安定域(中水敷)」、「安定域(高水敷)」に分けられる。半安定域は通常の降雨では水につかないが、台風などによる洪水時に水に浸かる場所である。

増水のために植物が流されて河川敷が裸地となった後の河川敷ではまず、裸地に適した生存戦略をもつ先駆植物が生育するようになる。その後、増水が起きないと土壌が安定化し、安定した土壌に適した植物が徐々に生育するようになる。最終的に生育に時間がかかる樹木等の高木が生育できる河川敷となる。このように河川敷では不安定域に適した植物から安定域に適した植物への遷移が見られる。

遷移の過程に決定的な影響力をもつものは洪水である。大小様々な洪水が頻繁に起きると、その攪乱で河川敷は常に安定でなくなり、多様な植生景観が見られるようになる。河川を横断面からみた場合、低水敷から河岸に向かい、丸石河原、先駆植物、草本植物、木本植物への遷移のプロセスが見られるのが一般的である。

洪水時の増水によって低水域ないし中水域の植物が流されてしまいか、上流から流れてくる土砂がその植物を埋めてしまい、新しい河原裸地が作られる。植物の遷移はそうした丸石河原に先駆植物が定着することから始まる。

しかし、流域における人間活動が活発になるにつれ、治水・利水の需要が高まり、上流域でダムや堰が作られるようになる。それによって、河川の流量が人為的に操作されるようになる。集中降雨があったとしてもダムによってピーク流量がコントロールされ、大規模な洪水が起りにくくなり、下流域に定着した植物が流される可能性が少なくなる。その結果、河川敷では土壌の安定化が進み、河川敷植物の高木化が加速される。不安定・半安定域である低水敷・中水敷に生育する先駆植物は生育に適した土地が狭められてしまう。多摩川に生育する固有植物であるカワラノギクのように絶滅危惧種となった先駆植物もある(奥田、1996)。

河川に対する人間活動はこれだけに留まらない。土地に対する需要が高まるにつれ、氾濫原は農地、住宅として利用されるようになり、それらを洪水から守るために堤防が築かれるようになる。さらに、住宅や高層ビルの建設に河原から砂利を採取されてきた。また河川敷もグラウンドや農地として利用され、河川敷の景観が改変されることもある。それはすべて先駆植物の生育地を消失させることになる(市川、1997)。

カワラニガナは河川敷に固有な多年草本植物にすぎないが、その良好な生育環境は河川敷の植物構成、洪水の頻度、流域の土地利用ならびに構造物などの多くの要因が関係している。人間活動の拡大によるこれら要因の変化は長年、上流から下流へ、堤内地から堤外地へと拡大し、複合的に作用した結果、今日のような河川景観が形成されてきたと言える。

河川工学では洪水の発生及びそれが河床や河川敷植生へもたらす攪乱を「河川ダイナミクス」と呼んでいる。これに対して、我々は流域における自然及び人間活動が互いに影響するものとして考え、河川敷の植物を取り巻く環境並びにそれが形成される過程を「河川景観の時空間ダイナミクス」と呼ぶことにする。図4-1は「河川景観の時空間ダイナミクス」を概念的に現したものである。

カワラニガナの生育環境はダイナミックに変化する河川景観の一部である。特に中下流域は都市河川となってしまった多摩川において、カワラニガナの保全・復元策を検討する上で、河川景観の時空間ダイナミクスの視

点から考察することが重要である。そのためには多摩川の河川景観がいかに形成されてきて、カワラニガナの生育環境にどのような変化や影響を与えているかを調査することが求められる。

#### 4-1-2 地理情報を用いた河川景観ダイナミクスの分析方法

河川敷の植物及びそれら生育環境について今まで多くの調査・研究が行なわれてきた。しかし、それらは殆ど河川そのもの、つまり、堤外地に限ったもので、我々が図 4-1 に示したように河川を時空間ダイナミクスとして体系的に捉えていない。

地理情報は河川ないし流域環境の変遷を客観的に記録したもので、それを用いれば河川景観並びに河川植物の変化を詳細に分析できる。しかし、河口から源流まで百数十キロにも上る多摩川は全域にわたって地理情報が均一に整備されていないため、流域をすべて同一の手法で解析することが不可能である。そこで、我々は次に示す3段階で多摩川の景観ダイナミクスを捉え、人間活動に伴うカワラニガナの生息環境の変化を考察する。

- (1) 流域空間：流域全体の変化を捉え、河川景観への影響を分析する。この段階では流域全体を対象とする。カワラニガナは中流域以上にしか生育していないため、実質上、中・上流域のみを考察すれば十分という考えもあるが、下流域の経済・社会活動が上流域の資源を前提として行なわれているものもあるため、流域全体を対象としたほうがより一貫性あるように思われる。但し、多摩川の場合、東京都・神奈川県境を流れており、下流域はすべて都市化されているため、(河川)流域という概念は事実上存在しない。人口や経済活動等は流域を単位として捉えることができない。

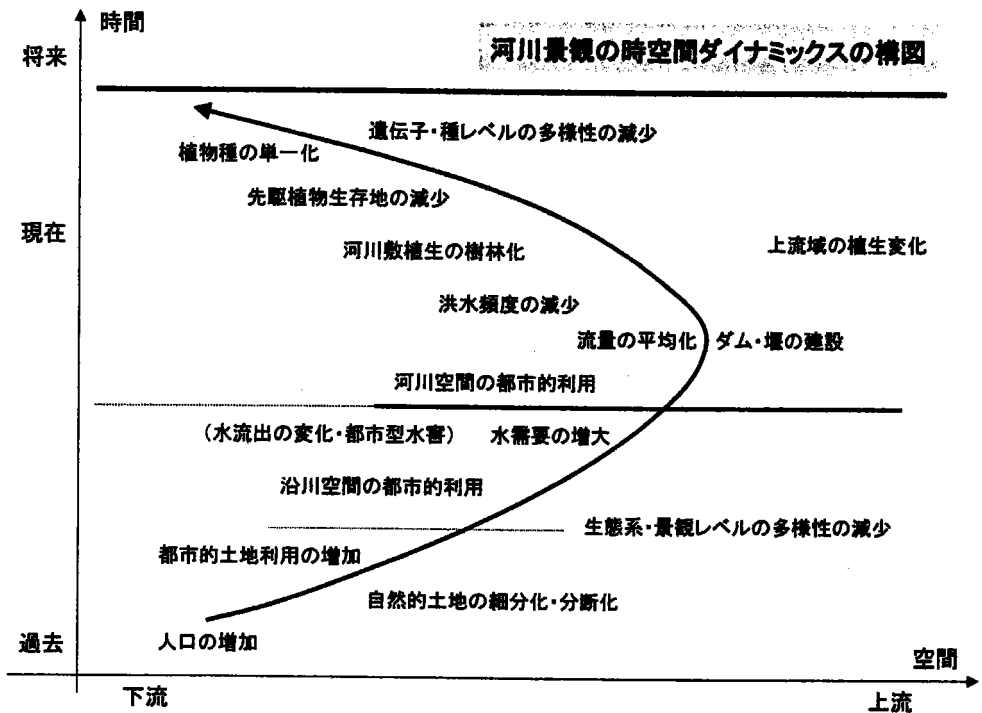


図 4-1 河川景観の時空間ダイナミクスの概念



(2) 沿川空間: 河川沿いの限定された空間において河川景観の変化を捉え、カワラニガナの生息環境への影響を分析する。これは概ね堤防を挟んで堤内地・堤外地から構成される空間領域に相当する。これにより、河川の近辺における人間の居住及び生産が河川に対して直接どのような影響を与えているかを捉えることができる。

(3) 河川空間: 河川敷の自然環境の変化を捉え、カワラニガナの生育可能地への影響を分析する。流域空間と沿川空間が河川植物に与える影響が最終的に河川空間に表れてくる。従って、河川空間レベルの分析は最も詳細に行なう必要がある。

流域空間に関しては、前述したように多摩川流域全域を取り上げるが、沿川空間と河川空間に関しては図4-2に示すように左岸に福生市、昭島市、右岸にあきる野市が接する多摩川と秋川の合流地点に当たる1.6キロの区間に限定する。同区間は広い低水敷が形成されており、上流に羽村取水堰、直下に昭和用水堰もある。羽村取水堰からはかなりの水量が取水されていたが、1992年5月より下流へ通年 $2\text{m}^3/\text{sec}$ の放流が行われるようになってきた。都市化に伴う河川景観の変化、土木構造物が河川植生へ与える影響、高木化の進展等を考察する上で適している区間だと思われる。

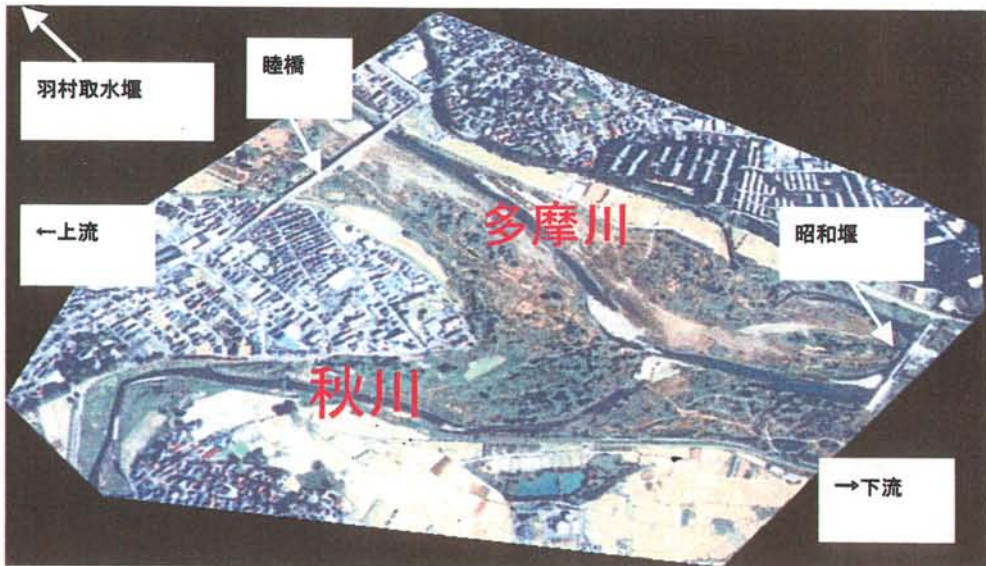


図4-2 本研究で重点的に考察する沿川空間と河川空間

#### 4-2. 多摩川流域土地利用変化の時空間分析

##### 4-2-1. データの準備

国土地理院では首都圏について1974年から5年おきに $10\text{m} \times 10\text{m}$ の細密数値情報を頒布している。それを用いて都市化に伴う多摩川上流域の土地利用変化を解析した。本研究では1974、1979、1984、1989、1994年の計5時期のデータを利用した。それらの土地利用は表4-1に示すように16区分となっている。首都圏全域をカバーする細密数値情報から多摩川流域を抽出するために、国土数値情報(KS-273ファイル)を利用して多摩川流域界を作成した。同流域の境界マップで細密数値情報をマスクし、図4-3に示す各年次の多摩川流域土地利用マップを作成した。但し、多摩川源流部に当たる山梨県部分は細密数値情報が未整備のため、同図に表示されていない。

表4-1 細密数値情報のコード区分

区分	コード	大分類	中分類	小分類	定義	6区分
I	1	山林・農地	山林・荒地		樹林地、竹林、篠地、笹地、野草地、裸地、ゴルフ場など	1 山林・荒地
	2		農地	田	水稻、蓮、くわい等の栽培用地	2 農地
	3			畑・その他	普通畑、果樹園、桑園、茶園、苗木畑、牧場など	
II	4	造成地	造成中地		宅地造成、埋め立て地等の人工的に土地の改変が進行中の土地	3 開発前地
	5		空地		人工的に土地の整理が行なわれ、現在まだ利用されていない土地及び簡単な施設からなる屋外駐車場、ゴルフ練習場、テニスコートなど	
	6	宅地	工業用地		製造工場、加工工場、修理工場、採掘場、採石場など	4 人工用地
	7		住宅地	一般低層住宅地	3階以下の住宅用建物からなり、1区画あたり100m以上の敷地で、建物の密集していない土地	
	8			密集低層住宅地	3階建以下の住宅用建物からなり、1区画が100m未満の敷地で、建物の密集している住宅地	
	9			中高層住宅地	4階以上の中高層住宅の敷地からなる住宅地	
	10	商業・業務用地		小売店舗、スーパー、デパートの商業活動に利用される土地		
	11	公共公益施設用地	道路用地		有効幅員が4m以上の道路、駅前広場等で高受注、用地買収済みの道路用地も含む	5 公園・緑地・その他
	12		公園・緑地等		公園、緑地、動・植物園、墓地、寺社の境内地などの公共的性格を有する施設の用地	
	13		その他の公共公益施設用地		公共業務施設、教育文化施設、供給処理施設など	
I	14	河川・湖沼		河川(河川敷、堤防を含む)、湖沼・溜池、養魚場など	6 湖沼・河川・海	
	15	その他		防衛施設、米軍基地、基地跡地、演習場、皇室関係	5 公園・緑地・その他	
	16	海		海	6 湖沼・河川・海	

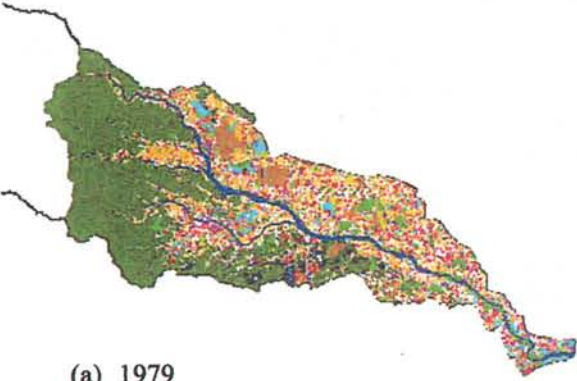
注：I—自然的土地利用、II—都市的土地利用

1974

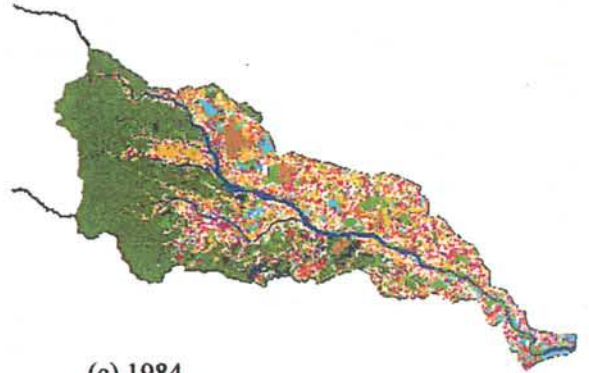
多摩川流域境界と土地利用データが整備されている地域略図。



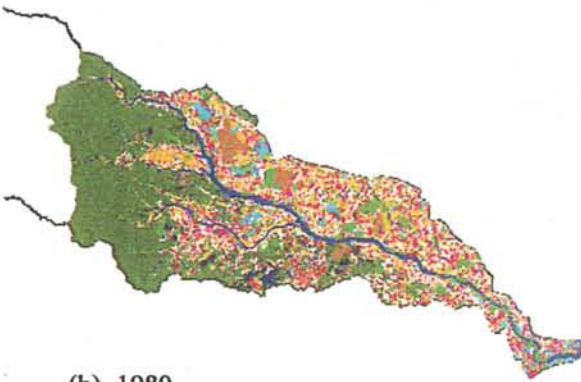
- 山林・荒地等
- 農地(田)
- 農地(畑・その他)
- 造成中地
- 空地
- 工業用地
- 一般低層住宅
- 密集低層住宅
- 中・高層住宅
- 商業・業務用地
- 道路用地
- 公園・緑地等
- その他の公共公益施設用地
- 湖沼・河川等
- その他



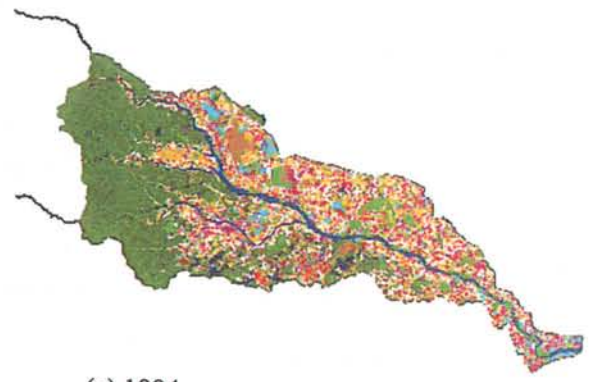
(a) 1979



(c) 1984



(b) 1989



(e) 1994

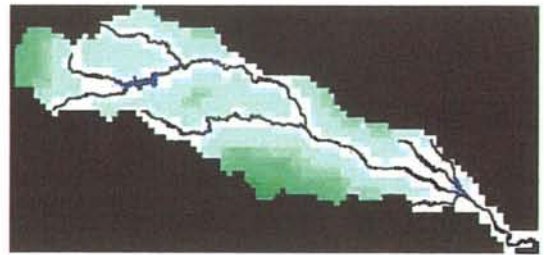
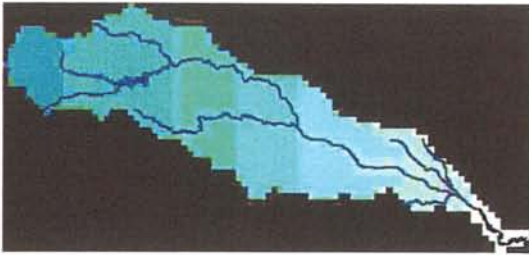
図4-3 多摩川流域の土地利用(1974~1994)



#### 4-2-2. データの解析

都市的土地利用は一般に鉄道や道路の建設に伴ってスプロールする。また、鉄道や道路の建設は平坦な沿岸域・沿川域から始まって、地形起伏の大きい山間部へ伸びる傾向があるため、土地利用用途の変更は河川沿いから始まる傾向も見られる。

これらの現象を定量的に捉えるために、多摩川河口 0.0K から1キロごとに流域を横断方向で区分し、それぞれの区間における土地利用構成を算出した。また、多摩川及び流域内主要河川を対象に河川流路から1キロごとに距離圏を作成し、その中の土地利用構成を年次別に検証した。二つの距離ゾーンをそれぞれ図4-4の(a)と(b)に示す。



(a) 河口から 1km ごとの距離ゾーン(白は河口から最も近い)

(b) 河川から両岸へ 1km ごとのゾーン(白は河川中心線に最も近い)

図4-4 流域の土地利用変化を解析する方法

#### 4-2-3. 解析の結果

##### 1) 流域全体

図4-5は多摩川流域における1974年から1994年までの土地利用変化を示している。農地面積が全体の12%から9%へと減少し、宅地面積が全体の25%から29%へと増加した。

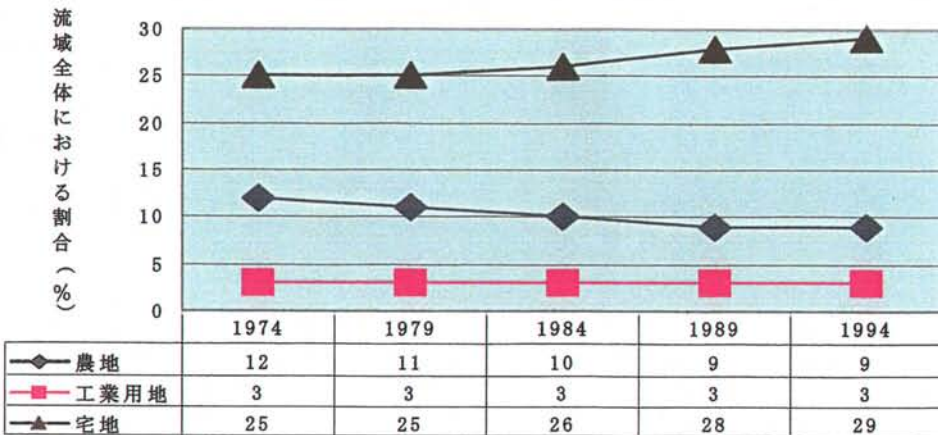


図4-5 多摩川流域の土地利用経年変化

2) 河口から距離による土地利用変化

図 4-6 は各年次の土地利用について、河口から上流まで1キロごとに自然的土地利用と都市的土地利用の構成を集計したものである。自然的土地利用は年々減少し、都市的土地利用が増加する傾向が読み取れる。自然的土地利用と都市的土地利用が逆転する地点は年々上流へ推移していることがわかる。

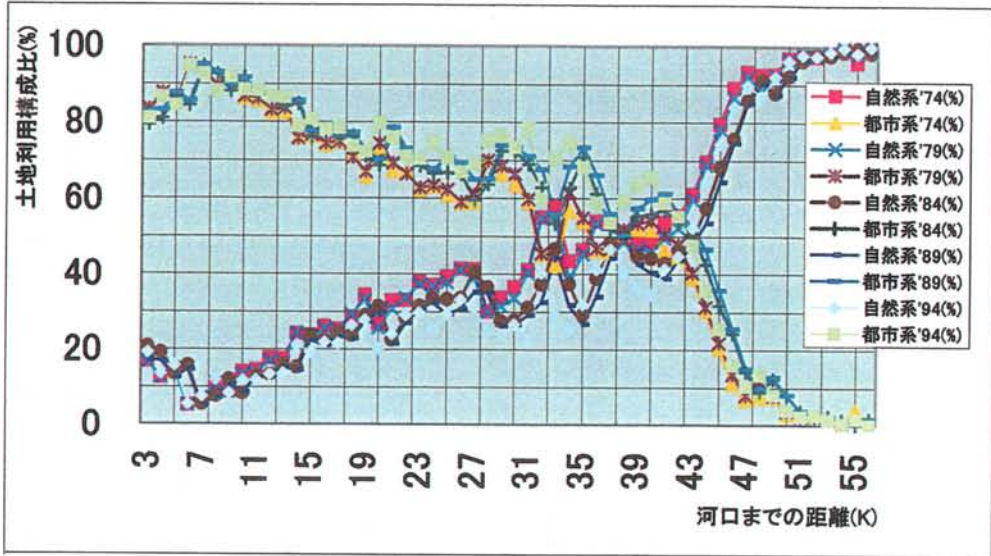


図 4 - 6 (a) 河口までの距離による土地利用の変化 (3k~55k)

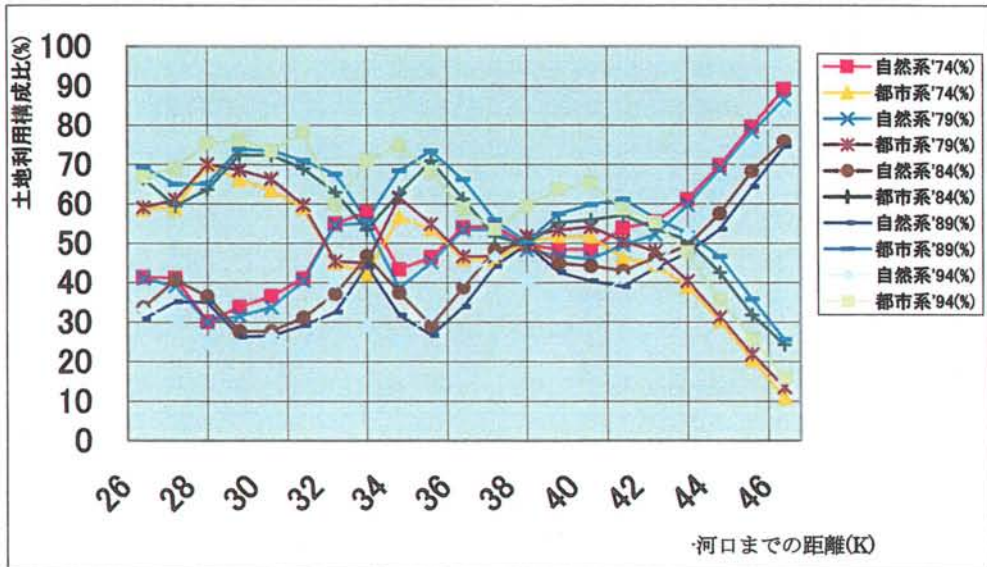


図 4 - 6 (b) 河口までの距離による土地利用の変化 (26K~47K)



各区間における土地利用変化の傾向を明示するために、34K 区間と 40K 区間における土地利用構成の変化を図 4-7 に示した。両区間とも、自然的土地利用は年々減少し、都市的土地利用は年々増加している。また、同年次では上流区間(40K)の自然的土地利用は下流区間(34K)の自然的土地利用より多い。逆に都市的土地利用は上流区間の方が少ない。

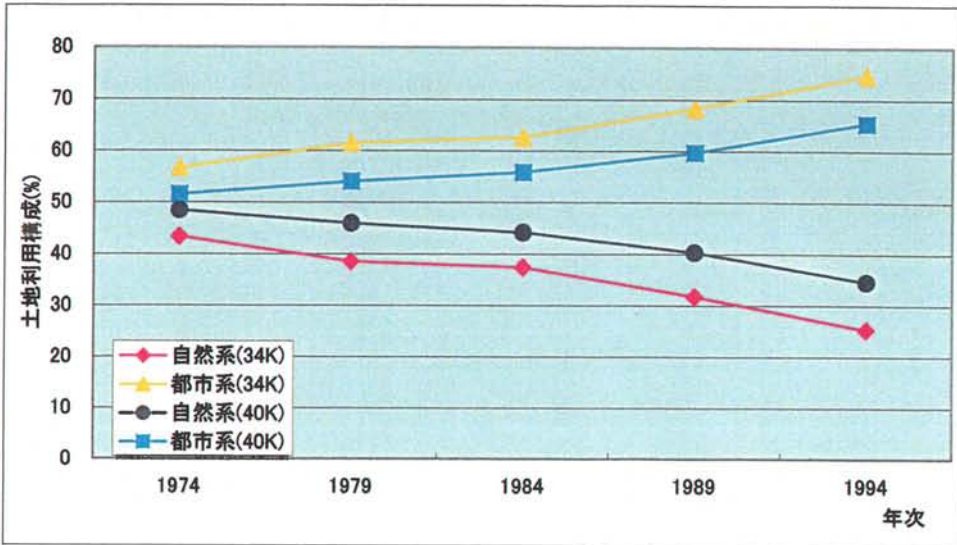


図 4-7 河口への距離による土地利用構成の年次変化

### 3) 多摩川両岸から 1km ごとの土地利用変化

図 4-7 より多摩川流域の土地利用変化は 32K~44K において最も複雑なパターンを示したため、この区間における河岸からの距離による土地利用変化の集計を試みた。図 4-8 は同区間における河川中心線までの距離別による土地利用構成の変化を示している。

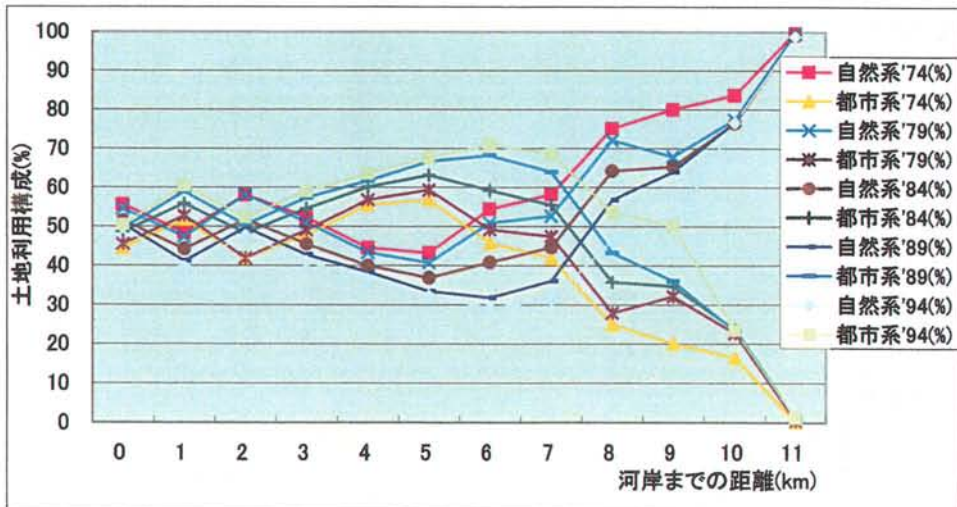


図 4-8 河岸までの距離による土地利用の構成の変化

河川中心線から集計したため、0～2K 以内では傾向が明らかでないが、2K を超えると各年次とも都市的土地利用が自然的土地利用より多い。しかし、これは河川から6K～9K の地域でそれは逆転することになる。また、都市的土地利用の割合は年を追って河岸から離れるほど増加する傾向が見られる。

#### 4-2-4. 流域の土地利用変化が多摩川の水環境に与える影響

以上では土地利用データから多摩川流域の70年代以降の都市化を見てきた。土地利用の変化、特に都市的土地利用の増加は即ち、人口の増加である。図4-9に、し尿処理データをもとに作成した多摩川流域の人口変化を示した。1972年から1992年までの20年間、約60万人の増加があった。人口の増加は生活用水の需要を増大させた。そのため、1900年以前から多摩川に建造されていた羽村取水堰などの堰だけでは需要を満たすことができず、表4-2が示すように1957年に小河内ダムが建設された。これによって人為的な河川流量管理はより一層強まることとなった。

川の流量は地表の水が地下へ浸透しやすいかどうかによって異なる。森林や雑木林には隙間の多い土があり、水はしみ込みやすいが一方、アスファルトやコンクリートで地表が覆われた市街地では水はしみ込みにくい。そのため、都市河川では保水力が低下し雨が降らない日が続くと河川水が枯れてしまうことがある。

多摩ニュータウンの自然の森林区域と樹木を伐採して宅地にした造成区域では、1年間の地下水の流出量が森林区域で降水量の35%だったのに対し、造成区域では17%に過ぎなかったと報告されている。ここからも都市化が河川流量に影響を与えていることが分かる。

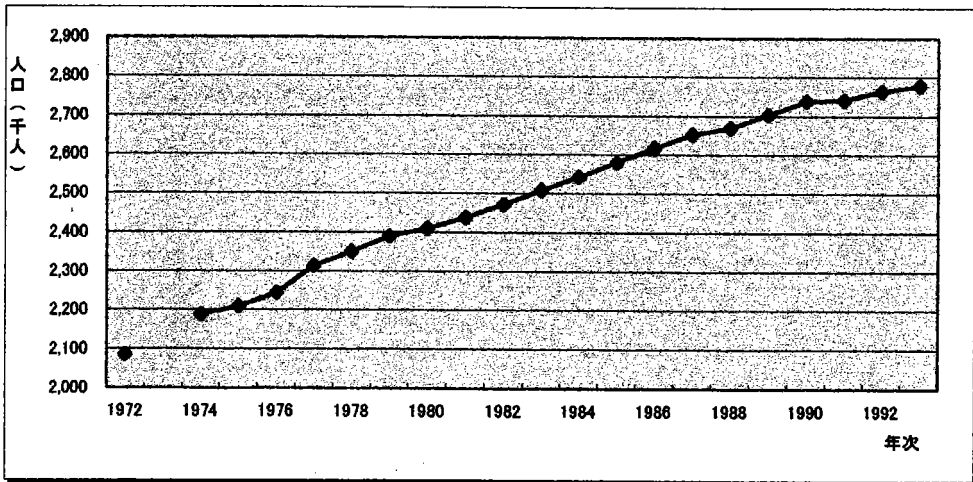


図4-9 多摩川流域人口増加

表 4-2 多摩川の堰・ダム建設年表（市川、1997を改変）

	地点	建造物名称	建設年次 等
上流域		小河内ダム	1957 年完成(1932 年着工)
	56K	小作取水堰	
	54K	羽村取水堰	1790 年以前建設(1882 年石造化)
	48K	昭和用水堰	1930 年二ヶ領用水から分水(1963 年改修)
	46K	日野用水堰	1800 年代建設(1962 年改修)
中流域	39K	四ッ谷本宿堰	
	33K	大丸用水堰	
	26K	二ヶ領上河原堰	二ヶ領用水は 1602 年建設
下流域	22K	二ヶ領用水宿河原堰	二ヶ領用水は 1602 年建設
	13K	調布取水堰	

#### 4-3. 沿川空間の景観変化の時空間分析

##### 4-3-1. 沿川空間の定義と考察の方法

多摩川と秋川合流地区は河口からの距離ゾーンでは、50K に相当し、自然的土地利用が各年次において優勢である。この地区は JR 中央線拝島駅から南へ1キロに位置し、この地区の上流部と下流部も含めて長い間、のどかな田園風景が広がっていた。しかし、高度成長期に伴う郊外化の中で急速に宅地化が進み、特に陸橋の建設によって宅地は多摩川を越えることになった。その結果、農地と河原が一体化していた河川景観は堤防の整備に伴って分断され、いまはどこにも見られるような都市河川の風景となっている。

そうした変化の過程を捉えるために、図 4-10 に青線で囲んだ地区、即ち、河川両岸から概ね 500m 以内の主要道路を境とし、上流では 49.4 K(陸橋より上流側)、下流では 47.8K(昭和用水堰より下流側)を境界とした沿川空間を作成した。

ここでは、同空間に対して土地利用データと航空写真を用いて都市化に伴う沿川の河川景観の変化を捉え、河川植物の生育環境への影響を考察する。

##### 4-3-2. 沿川空間の土地利用の変化

沿川空間の境界線を前記5時期の細密数値情報にマスクし、同地区の土地利用マップを図 4-11 のように作成した。



これらの土地利用マップを集計し、その結果を図4-12に示す。ここでは図4-13では16区分の細密数値情報を6区分にまとめ直した。まとめ方については前出表4-1を参照されたい。

グラフからわかるように、対象地域では山林・農地が年々減り、都市的・人工的な土地利用は増加する一方である。特に1979年から1984までの期間に人工的土地利用の増加が最も激しかったことが伺える。

図4-11が示しているように細密数値では堤外地をすべて河川として扱っているため、土地利用データでは沿川の人口増加が堤外地にどのような影響を与えたかを読み取ることが出来ない。また、1974年の時点で、同地域はすでに全体の20%前後、河川を除く地区では40%の土地が宅地化されている。そこで、それ以前の堤内地・堤外地の景観を知るために、以下では歴史的航空写真を用いることにする。

#### 4-3-3. 航空写真から見る沿川空間の景観変化

同地域について1947年から1999年まで国土交通省国土地理院及び京浜工事事務所が撮影した航空写真を入手し、その中から1947、1956、1968、1979、1989、1997年の計6年のものを考察の資料として利用した。



図4-10 沿川空間の設定



(a) 1974



(b) 1979



(c) 1984



(d) 1989



(e) 1994



土地利用図の凡例

図4-11 沿川空間の土地利用変遷(1974~1994)



考察の方法としてはすべての航空写真について、49.2Kと48.8Kを基準断面とした。断面上の左岸、右岸距離標を結び、調査地区外周道路まで延長した距離を基線とした(図4-13)。都市化の具合をみるために、基線上にある建物、田畑、橋といった地形的特徴を図4-14のように方眼用紙にプロットした。そして、これらの人工的土地利用物の基線全長に対する割合を計算した。ここで、人工的土地利用とは住宅、橋、グラウンドといった建築物を意味する。その結果、1968年からは急速に都市化が進み、人工物が占める割合は97年に75%に達したことが判明した。ここに、各々の年代で特に顕著な事象を紹介する。

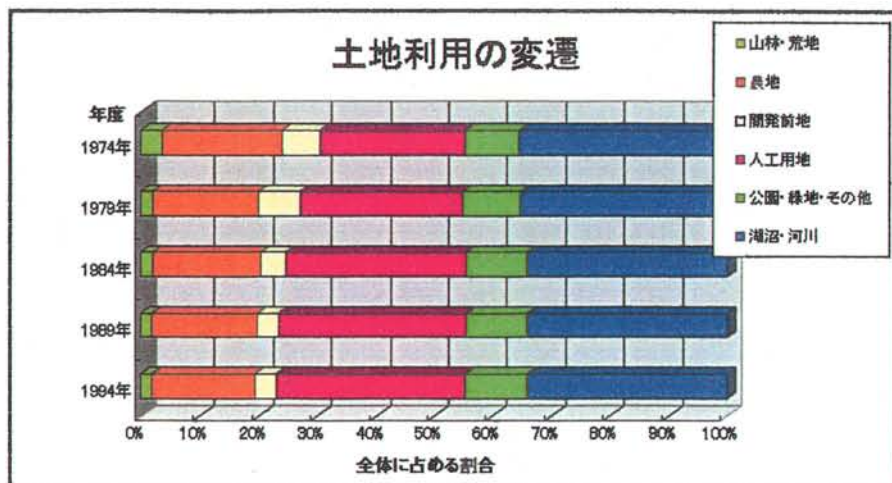


図4-12 沿川空間の土地利用構成の変化

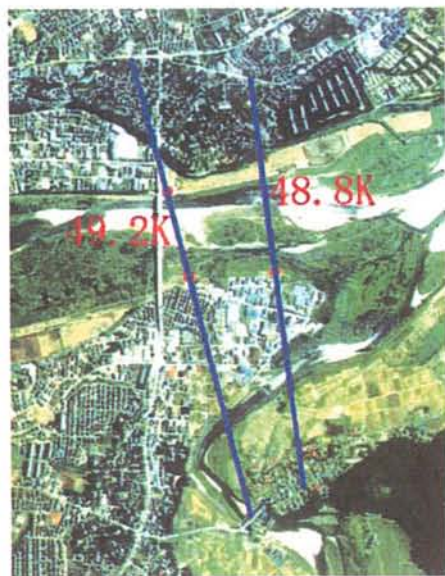


図4-13 基準断面位置

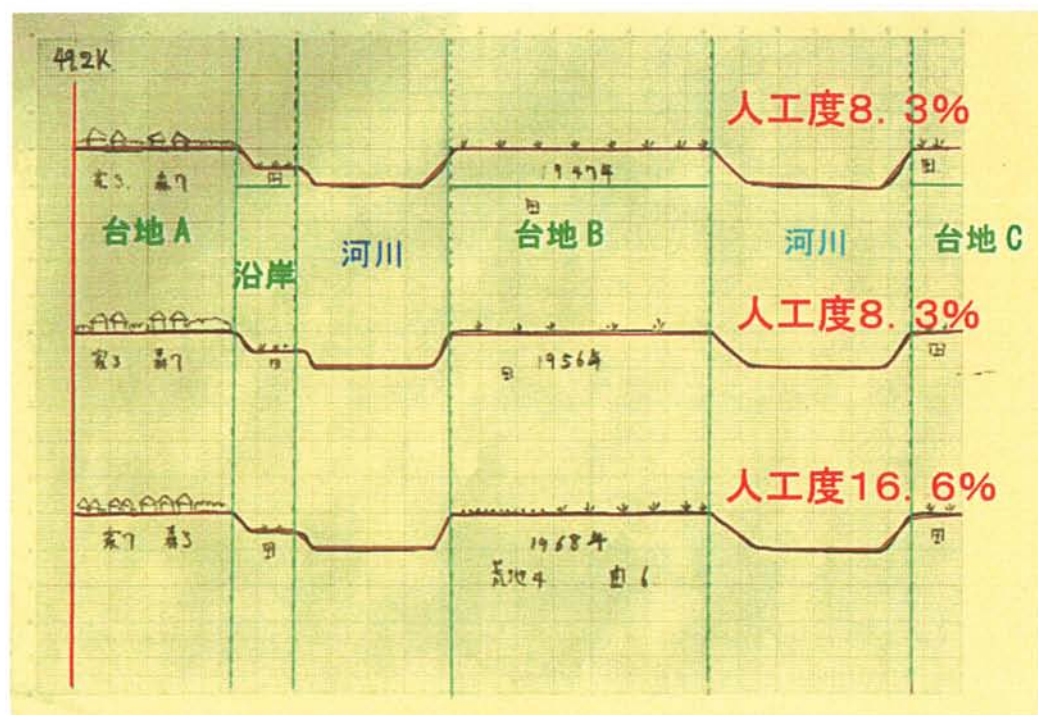


図 4 - 14 (a) 49.2km地点における断面図から見る沿川空間における景観の変化 (1947、1956、1968年)

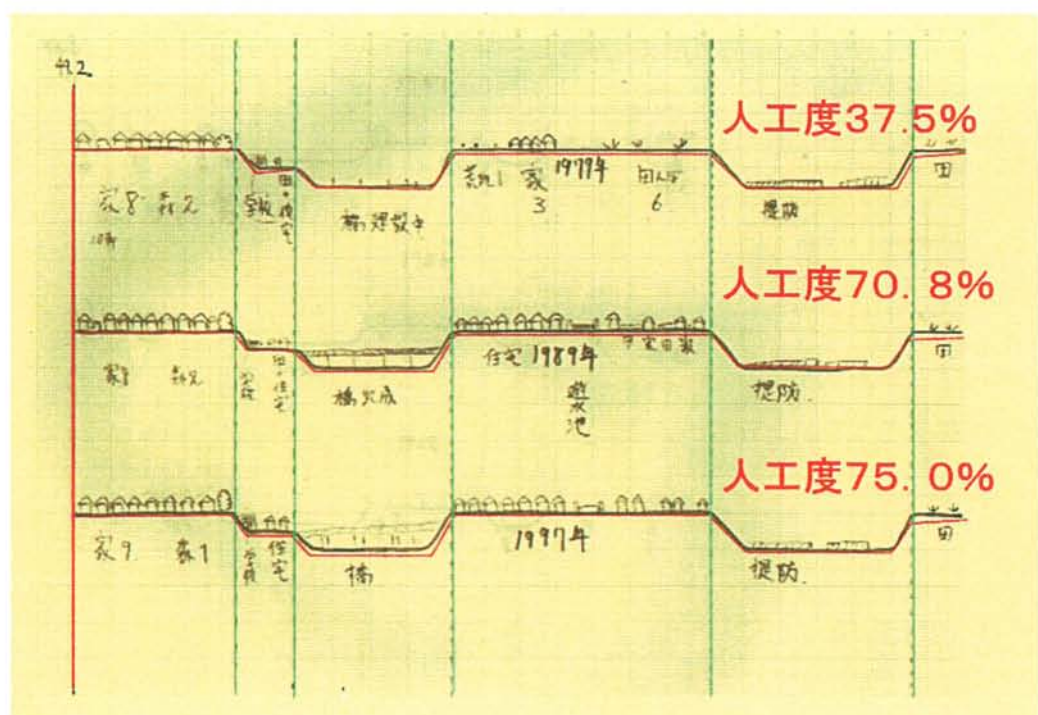


図 4 - 14 (b) 49.2km地点における断面図から見る沿川空間における景観の変化 (1979、1989、1997年)

## 1956年～1968年

図4-15に示すように上の台地Aから都市化が進む。台地Aには大きな団地が立ち並び住宅内にあった森は消え、道沿いに住宅が立ち並ぶようになる。河川には堰ができ、堤防ができ、川岸の土地には森ができ始めた。

## 1968年～1979年

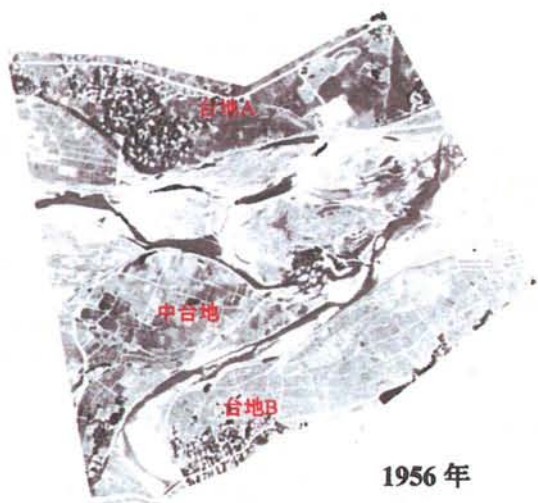
図4-16に示すように台地Aは急速に都市化が進み住宅で埋め尽くされる。また橋のための道路が建設され、中台地Bとの連絡のための橋が建設され始める。中台地Bにはまばらに住宅ができ、以前は、すべて田んぼだった土地が荒地に変わり住宅地へと変化しつつある。川岸の土地はまばらに住宅があり、学校ができたが、まだ農地の傾向が強いといえる。

## 1979年～1989年

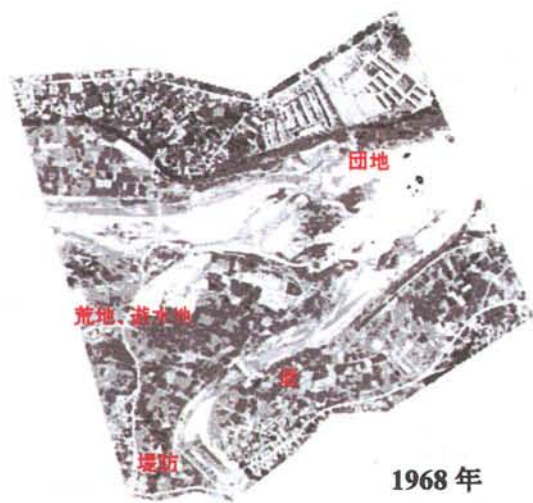
上の台地Aと中台地Bに橋が架かり、交通量が増え中台地は急速に住宅化された。川岸の土地も理路整然と住宅が立ち並ぶようになり、堤外地はグラウンドやテニスコート野球場といった多目的なスペースとして活用されるようになる。即ち、沿川地区の都市活動は堤内地に留まらず、河川敷へ侵入するようになった。一方、堤外地の安定した植生域では高い木や雑木で生い茂っている。

以上の考察からわかるように、急速な都市化は河川の景観を一変させた。農地だった土地は荒地になり、やがて住宅地へと変わる。住宅地を守るために高い堤防が築かれ、堤内地と堤外地を分断させる。もともと一望できる河原の自然景観がこのように住宅風景と河原風景へ歴然と分断化される。河原風景が都市化されると人間が河川敷へめったに足を踏み入れなくなり、河川敷には雑木が生い茂る。堤外地とは言え、その一部はグラウンドやテニスコート等に利用され、河川ダイナミックスから除外されてしまう。結果として、河原の植物が生育する土地が限定されることとなる。





1956年

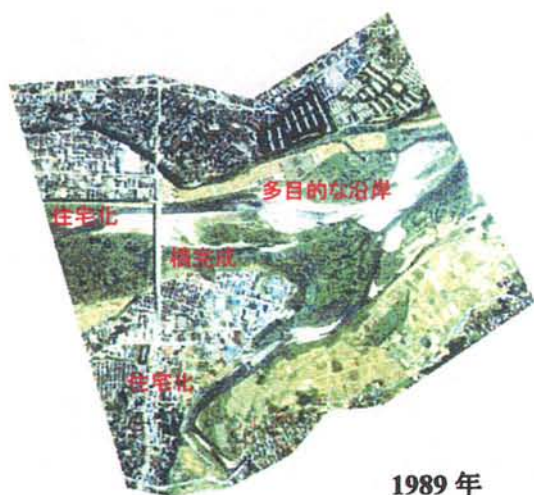


1968年

図4-15 1956年～1968年までの変化



1979年



1989年

図4-16 1968年以降の変化



(a) 1947



(b) 1997

図4-17 対象地区に関する他の年次の航空写真

#### 4-4. 河川敷の植生景観の変化とカワラニガナの生育環境

これまで流域の土地利用の変化によって河川の水流量がコントロールされ、河川ダイナミクスが失われつつあることを流域土地利用データから明らかにした。また、河川沿川地域においては人口の増加とともに河川景観が変わるだけでなく、一部の堤外地も人工的利用に転用され、自然的な河川敷が固定化されていることが確認された。このように狭められた自然的河川敷の中で、河川環境の変化が植物、特にカワラニガナのような先駆植物の生育地にどんな影響を与えているかを調べた。

本研究では現存植生地図及び航空写真を用いて検証することにした。解析に使用した地理情報は表 4-3 に示す。

表 4-3 河川空間における植生の変化の考察に用いた地理情報

種類	データ時期	精度	作成者	発行
植生図	1977	1/5000	曾根 伸典	とうきゅう環境浄化財団
	1984	1/5000		
	1994	1/5000		
航空写真	1947/11/14	1/11000	株式会社パスコ	国土交通省京浜工事事務所
	1956/03/09	1/20000		
	1968/05/09	1/20000		
	1979/12/09	1/10000		
	1989/10/18	1/10000		
	1990/08/16	1/10000		
	1992/03/07	1/15000	National GSI	日本地図センター
	1995/10/30	1/4000		
	1997/11/01	1/10000		
	1999/02/13	1/4000		
流量	1954/01/01～1999/12/31		東京都水道局	東京都水道局

##### 4-4-1. 航空写真からみる河川敷の植生景観の遷移

1947年から1999年までほぼ10年ごとの航空写真を用いて対象区間の河川の形状と植生の変化を判読し、洪水の影響を考察した。航空写真における植生の変化を理解するためにまず1970年代以降の多摩川羽村堰での年ピーク流量と1955以降の年平均流量を図4-18に示す。代表年の航空写真は図4-19に示す。

1947年の航空写真を見ると、秋川合流地点の形状が現在とは異なり、裸地が多く、植物生育が少ないことが分かる。これは同年に起きたキャスリン台風が通過し、洪水によって植生が攪乱され、土砂が堆積したためであると思われる。

1956年は中洲が畑地として利用されており、植生もあまり見られない。1955年に昭和用水堰が秋川合流地点直下にコンクリート化されるまではこのような景観が続いた。

1968年の航空写真を見ると、堰の手前に水がたまり、河道形状は現在とかなり近くなっている。植生も堰の前で見られるようになり、その濃い緑色からは植生の安定化が進んでいることが類推される。1956年に農地として利用されていた中洲は裸地に戻っている。その後の河道形状の変化はあまり見られず、河川敷環境が安定化へ向かったことがわかる。1979年には植生範囲がかなり増し、河原率が減少していることがはっきりとわかる。

1989年には裸地がほとんど見えないほど河原率が減少し、植生の遷移が進み、植生の高木化が進んでいる

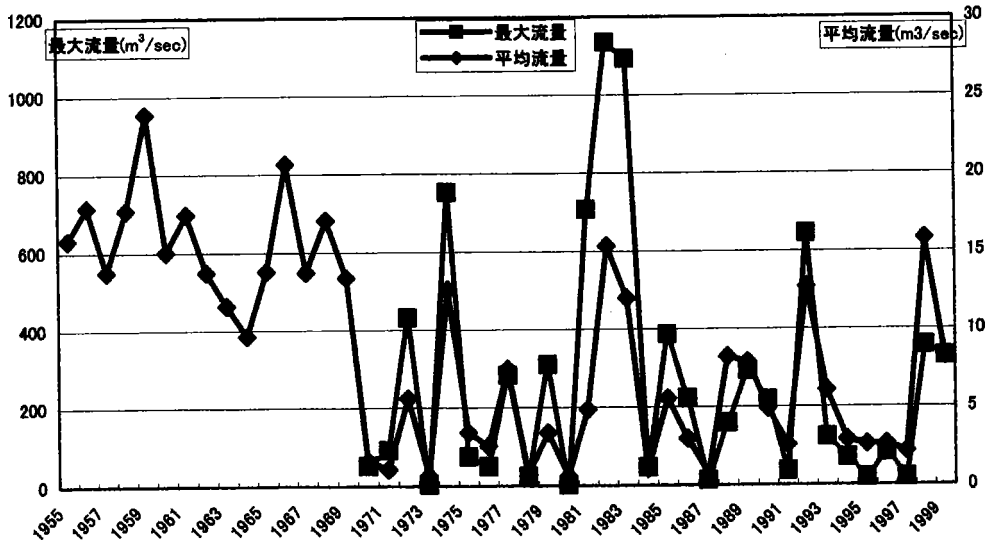


図 4-18 多摩川羽村堰放流流量 (1955-1999)

ことが分かる。

しかし、1999年の河原率は1997年に比べて増大しており、それによって植生も減少していることがわかる。これは1998年の最大流量が大きかったためであり、1947年のキャスリン台風後と同じく、洪水によって植生が攪乱され河川敷の土砂が堆積したためであると考えられる。

#### 4-4-2. GISによるデジタル植生図の作成

植生構成の変化を定量的に考察するために植生図をデジタル化し、GISを用いて比較した。植生図は曾根伸典が作成した1977年、1984年、1994年の植生図を用いた。これによって、各年植生構成を図4-20に示すように視覚的に確認でき、植生群落ごとの面積やその割合などを集計することができた。

図4-20(b)が示すように1984年の植生地図では裸地が最も多かった。これは図4-18に示したように1982年、1983年の2年連続で非常に大きな洪水が起き、石河原が大面積的に造成されたからである。その直後の年に調査した植生図において、そのように見えるのは当然のことである。

1984年前後の植生構成及び3時期の間の推移を見るために、デジタル植生マップに対して植生群落ごとの面積を集計して、図4-21に示す河川時期植生景観遷移グラフを作成した。但し、植生図においては、カワラニガナが単独植生として取り上げられていないため、ここではカワラニガナと生育条件の近いマルバヤハズソーカワラノギク群集生育地を取り上げて考察を進めることにした。

このグラフから、カワラノギクの生育地面積の変化が分かる。ここで、1984年にカワラノギク生育地が0.04%だったのは、1982年と1983年に大洪水が起き、河原の裸地化が進んだためであり、河川の生態システムとしては自然なことである。

しかし、注目すべき点は1994年のカワラノギク生育地がわずかに0.8%であることである。植生全体の被覆率





(a) 1947/11/04



(b) 1956/03/09



(c) 1968/05/09



(d) 1989/10/18



(e) 1992/03/07



(f) 1999/09/09

図 4 - 19 時系列航空写真からみる河川空間における植生の変化



は1977年に57.6%、1984年に39.8%、1994年に74.4%を示し、特に1980年代中頃以降から急増している。しかし、カワラノギクの生育地は1977年の1.5%から1984年には0.04%に減少し、1994年になっても0.8%で1977年より増加していない。

この原因は植生の遷移が進み、急速な高木化が起きたことにあると思われる。高木の被覆率は1977年に2.9%、1984年に2.3%となって、その後1994年には6.3%と急増していることが分かる。植生の高木化は河川の動的システムが機能しなくなり、カワラノギクの生育可能な不安定域が減少し、代わって高木が繁殖できる安定域が増加したためと思われる。

#### 4-5. 全体考察

以上の調査・分析によって、以下の事実が明らかとなった。

1970年代以来、多摩川流域では都市的土地利用は年々上流へ拡大し続けてきた(図4-6)。1970年代では都市的土地利用が優勢とする地域は河口から32キロの位置にあったが、1990年代には同44キロまで進んだ。また、同距離圏内でも図4-7が示すように都市的土地利用が年々増大し、自然的土地利用が減少する一方である。

このような都市化の波は河川沿川、特に比較的上流域に大きな変化をもたらした。たとえば、多摩川・秋川は河口から48キロ地点に位置するが、中央線拜島駅に近いこと、陸橋により兩岸の往来が可能になったことで兩岸の自然景観を一変させた。こうした変化は堤内地の宅地化を拡大させただけでなく、河川景観上最も重要な堤外地の土地利用にも影響を与えた。それらは河川の流路の固定、河原率の減少の直接的影響による沿川空間内の土地利用図及び断面図によって読み取ることができた。

流域や沿川空間の都市的土地利用の増加は流域の水環境に変化をもたらすのは当然である。しかし、多摩川流域は東京都と神奈川県にまたがり、生活及び産業用水の関係が複雑なため、今回は土地利用から取水量の変化を定量的に示すことが出来なかった。但し、多摩川の平均流量はかなり低いレベルに抑えられていることは確かである。

沿川空間の人工利用の増加や放流量の減少は長期的に洪水による河川ダイナミクスを失うことに繋がる。それがもたらす河川敷の植物の安定化は時系列航空写真及び3時期の植生図の数値化によって示された。

カワラニガナの保全と復元を考えると、現在の多摩川の流量の人為的管理は必ずしも良いものとはいえない。しかし、ダムや堰が建設されなければ、流域に住む人々やその他の多摩川の水を生活用水や産業用水として使用している人々の生活は成り立たなくなる。また、ダムや堰で流量を人為的に管理しなくては流域住民への洪水の被害が起きる可能性が現在よりも高くなる。これらのことを考慮した上で、人為的に河川敷を攪乱する作業が今後必要になってくると考えられる。また、憩いの場である水辺環境も同時に保全する方法を考えるという視点を持つ必要がある。



## 第5章 多摩川のカワラニガナの保全・復元に向けて

### 5-1. 多摩川のカワラニガナの地域個体群の現状

#### 5-1-1. 生態学的な絶滅の危機

多摩川のカワラニガナの現状については、過去に包括的な調査は行われたことがなかったが、本研究により、多摩川のカワラニガナの地域個体群の分布とその数、地域個体群を形成する各局所個体群の大きさ(個体数)とその面積が明らかになった。

多摩川のカワラニガナの地域個体群全体の推定現存個体数は、約 23,900 個体(2000年夏現在)であった。この多摩川のカワラニガナの現存個体数は、2000年に発行の環境庁のレッドデータブックに記載されているカワラニガナの全国推定現存個体数(約1万個体)と比較すると全国の総個体数を上回っていることになる。しかし、調査方法が異なり、レッドデータブックによる現存個体数は、本来の値より過小評価になっており、また、本調査に用いた個体数の推定値は過大評価になっている可能性がある。すなわち、レッドデータブックでは、開花個体数のみを計数しているが、本調査ではすべての個体を現存個体数として計数している。カワラニガナの開花時期は4月から8月と長く、限定された期間内での開花個体の調査は、低い現存個体数を示すことになる。したがって、多年草植物で開花の時期が限定されていないカワラニガナでは、開花個体数のみを計数による現存個体数の算定は過小評価となるであろう。また、本調査では、地上部の見かけ上の個体群を個体数と見なしているが、カワラニガナは地下で連結しており、個体を明瞭に識別することが困難である。本調査では、地下で連結した同一個体にかわりなく、地上部の見かけ上の個体群を個体数と見なしているため、本来の個体数より過大評価となっている。したがって両者で得られた値には大きな差があると考えられ、両者の個体数を比較することは意味がないであろう。しかし、これらの事情を考慮に入れても、多摩川は全国で有数のカワラニガナの生育地であると言えよう。

しかしながら、学名に多摩川を冠するカワラニガナは、多摩川においても保全生物学的観点からは、生態学的な絶滅に近い状態にあると考えられる。それは以下の理由による。

第一に、多摩川に生育するカワラニガナの局所個体群の数、各局所個体群を構成する個体数が少ないことが挙げられる。カワラニガナが生育可能な多摩川流域(14.0kmから61.8km)を踏査した結果、1999年秋から2000年夏の期間内に18個体群が見出されたにすぎなかった。2000年の夏季の詳細な調査では16の個体群に減少していた。2000年夏季の調査では、一万個体以上からなる大きな個体群は1個体群(約15,000個体)のみで、数千個体からなる中程度の大きさの個体群が2個体群(各々約3,500, 2,800個体)であり、カワラニガナの主要な生育地は多摩川全域で3地点に限定されているといえる。それ以外の13の局所個体群はわずかに数百から数千個体からなる極めて小さな個体群である。

第二に、局所個体群間の遺伝的な交流が困難な状況になっていると考えられる。すなわち、数千個体以上からなる3個体群はいずれもその周囲を木本と高径草本に囲まれて、孤立している。また、局所個体群間の距離は平均で、約581mであり、お互いに隔たっている。野外での種子散布実験の結果、カワラニガナの親個体からの実生の距離は95%が1m以内であった。この結果から、カワラニガナの風による種子の散布距離は極めて短く、異なる局所個体群の実生が同じ生育地に生育し、花粉のやり取りを通じて遺伝的な交流をもつ機会は極めて乏しいといえよう。また、局所個体群間の距離が隔たっているこ

とから、訪花昆虫による受粉の機会にも乏しいであろう。

第三に、多摩川のカワラニガナは、増水などの河川の攪乱が起こっても新たな個体群を成立させるには困難な状況に置かれていると推測される。カワラニガナは、本来は洪水や増水などの攪乱によって生じる冠水と新たな裸地（丸石河原）に適応し、これらの条件が生存にとって不利となる競争者に打ち勝つための生存戦略として選び取ってきた植物といえる。しかし、1999年には生存が確認されていた2つの個体群は同年夏の大増水で失われるとともに、2000年には新たな局所個体群は確認されなかった。したがって、現在の多摩川のカワラニガナの地域個体群の大きさや分布状況、次章以下にのべるカワラニガナの生育適地の減少やカワラニガナにとって好ましくない環境状況が新たな個体群が成立する機会を減少させていると考えられる。

これらの理由により、多摩川のカワラニガナの個体群はお互いに孤立して、遺伝的な交流の機会が乏しく、今後新たな個体群や個体数の急激な増加は望めない。また、個体数の少なから同じ生物群集に属する他の生物種へ与える影響が極めて少ない。したがって多摩川のカワラニガナは生態学的な機能をほとんど失い、生態学的な絶滅の状況に近いと言えよう。このような状況になった種は地域的に絶滅する可能性が高いことが知られている。

多摩川では過去にカワラニガナに関する定量的なデータがないため絶滅確率を推定することはできない。しかし、以下に考察するカワラニガナの生物学的特長と多摩川流域、沿川空間、河川敷の植生景観の遷移から考えると、減少傾向にあり、今後もその傾向が強まると予測される。

### 5-1-2. 絶滅の渦

多摩川のカワラニガナの個体群は3個体群を除いてすべて極めて個体数が少ない。これらの小さい個体群は、一般に大きな個体群と比べて絶滅のリスクが大きくなる。小さな個体群では主に遺伝的変異の減少、同系交配、遺伝的浮動などの遺伝的な問題、人口学的な変動、環境変動の3つの要因により、さらにその集団が小さくなる傾向があり、その結果、「絶滅の渦」(Gilpin and Soule, 1986)に引き込まれ、絶滅を招きやすい。カワラニガナを含めた絶滅危惧植物を絶滅の渦から守るためには、各種の生物学的特性と個体群の安定性に影響を与える要件を明らかにするとともに、個体群を絶滅に追いやる原因を明らかにする必要がある(プリマック、小堀<sup>3)</sup>。

このような観点から、次の5-2節では本研究により得られたカワラニガナの生物学的特性、個体群の安定性に与える要件、多摩川の河川環境の時空間的な変動の中で、特にカワラニガナの減少と今後のカワラニガナの存続に重要な影響を与えられる特性、要件、環境変化について整理し直し、その結果を踏まえて、5-3節では多摩川のカワラニガナを絶滅の渦から守るための具体的な保全、管理、復元策について提案する。

## 5-2. カワラニガナが絶滅危惧種となった原因の分析

### 5-2-1. 生物学的特性および個体群の安定性に基づく要因

#### 1) 限定された生育地ニッチェ

多摩川のカワラニガナは極めて限定された生育地ニッチェにのみ生育が可能なことが明らかになった。すなわち、水際からの距離は50から100 m、および水面からの比高は、150~250 cm間に特異

的に出現した。また、もっとも高い個体数は、砂泥の被度0~20%、植被率0~30%、リターの被度0~25%において見られた。これらの結果は、カワラニガナは多摩川の中流域の丸石川原に固有な植物であり、多摩川の河川敷の極めて限定された生育環境でのみ生育可能であり、したがって、狭い生育地ニッチェを要求する植物であることを示している。このような限定された環境条件にしか生育できない生物は、個体群が減少すると絶滅しやすい特性をもっている。

## 2) カワラニガナの種子発芽特性

変温効果と緑陰感受性による発芽阻害は種子の無駄な発芽を抑えるため、カワラニガナのように新たに形成された裸地などの空き空間(ギャップ)に最初に定着する先駆植物にとっては、種の生存に有利な特性であると言える。しかし、カワラニガナの種子は変温効果と緑陰感受性による発芽阻害のメカニズムをもっていなかった。また、低温湿潤条件下での発芽促進と休眠解除はみとめられなかった。このことから、カワラニガナは、温度と水分条件が満たされるとどのような場所でも発芽し、土壤中に永続的な埋土種子集団を形成しないと考えられる。このことは、河川の増水による攪乱が生じた場合には、地上の個体群が死滅すれば絶滅にむすびつく危険性が高いと考えられる。

## 3) 種子の長期保存の困難さ

人工環境下での発芽実験の結果、室温で3ヶ月保存した種子の平均発芽率は39%で、7ヶ月保存した種子は発芽しなかった。したがって、本種の種子の寿命は短く、長期の保存が困難である。

## 4) 個体群の分断化と孤立化

多摩川のカワラニガナの局所個体群はお互いに孤立化しており、有効な送粉距離と風による種子散布距離を越えていると考えられる。

## 5) 局所個体群の数の少なさと小個体数

多摩川のカワラニガナ地域個体群を構成する局所個体群は2000年には16となり、13の局所個体群の個体数はきわめて小さいため、環境の変化などにより消滅する可能性が高い。

## 5-2-2. 河川景観の時空間変化および環境条件に基づく要因

日本の河川の景観構造を変化させているもっとも大きな要因は都市化に伴う土地利用の変化である。

人口増加、交通網の発達(道路、鉄道や架橋の建設など)、宅地開発などに伴い、河川の土地利用は変化してきた。多摩川の流域内の人口は1995年現在、350万人に達しており(市川、1997)、1920年から1990年の70年間で人口は平均して10倍以上になり、中流域では15~25倍に急増し、とりわけ1955年~1975年の高度経済成長期には激増した(三井、1994)。

本研究では、地理情報システムによる景観地図の作成とその景観ダイナミックスの分析により、多摩川では調査対象地域と調査対象期間のいずれにおいても、流域、沿川空間、河川敷の3つの河川空間レベルにおいて土地利用の著しい変化が生じたことを明らかにした。

高度経済成長が峠を越した1974年~1994年においても、多摩川流域では自然的土地利用面積は12%から9%に減少したのに対し、都市的利用面積は25%から29%に増加している。また、この期間に都市的土地利用が優占する地域は河口32kmから44kmへと12km上流へ移動した。作成した土地利用図から、自然的土地利用の細分化と断片化が進行し、流域レベルでも景観の変化が生じていることが明らかになった。

カワラニガナの4つの地域個体群が生育している調査対象区(47.8 km~49.4 km)における沿川空間の土地利用においても1974年~1994年の20年間で著しい変化が生じて、堤内地だけでなく河川景観上重要な堤外地の景観が一変した。すなわち、かつての農地は荒地を経て住宅地となり、住宅地を守るための高い堤防は堤内地と堤外地を分断することにより連続していた河川風景は失われた。その結果、堤外地の河川敷は人が踏み込まなくなり、樹木が生い茂り、また、一部はグラウンドやテニスコートなどに利用され、河川本来のダイナミクスは急速に失われた。航空写真による規準断面上の人工的土地利用物(宅地、橋、グラウンドなど)の占める割合の解析結果から、1947、1956年では人工的土地利用物の占める割合が全体の8.3%にすぎなかったが、1968年にはその倍の16.8%、1979年にはその4倍の37.5%、1989年にはその9倍の71%、1997年には75%にも達していることが明らかになった。その結果、上記の20年間に河川流路の固定化、河原率の減少が景観変化に影響を与えていることが読み取れた。

河川敷の植生変化の遷移からも沿川空間レベルと同じ調査対象区域で、1979年から河原の裸地の面積が減少し樹木化が進行していることが示された。1989年にはカワラニガナの潜在生育適地である裸地が検出できないほどに減少し、植生の高木化はさらに進行していることが航空写真の解析から明らかになった。カワラニガナとほぼ同じ生育地ニッチェをもつと考えられるカワラノギクについて、既存の植生図を利用して、GISによるデジタル植生図を作成し、定量解析をおこなった。その結果、マルバヤハズソウ-カワラノギク群集の生育地の占有割合は1977年、1984年、1994年は全植生の各々1.5%、0.04%、0.8%を示した。1984年は前年および前々年の大洪水の影響により減少したが、その後1994年においても1977年レベルには回復しなかった。カワラニガナの潜在的な生育適地もカワラノギクの生育地と同じ経時的変遷をたどったと推測される。また、高木の被覆率は上記の3時期において2.9%、2.3%、6.3%と推移し、1990年代に入って高木化が加速していることが分かった。このような高木化は、河川の動的システムを安定化に向かわせ、カワラニガナの生育に必要な不安定域の減少に拍車をかけていると考えられる。

以上の3つのレベルで見られた多摩川の景観の時空間的变化は、多摩川流域の人口増加、都市化に伴う多様な開発行為や人間活動に起因している。その中で、カワラニガナの存続に影響を与える環境要因として以下の項目をあげることができる。

- 1) 流域、沿川空間、河川敷の3つの河川空間レベルにおける中流域の自然的土地利用の減少に伴うカワラニガナ生育適地の総面積の減少
- 2) 流域管理による河川のダイナミクスの減少に伴う河川敷の安定化
- 3) ダムや堰の建設による増水と洪水頻度の減少による丸石河原の形成頻度の減少と丸石の細粒化
- 4) 都市の水需要の増大による河川流量の減少に伴う裸地の形成頻度の減少と上流からの砂利の供給量の減少
- 5) 河川敷の安定化に伴う高茎草本や木本の進入によるカワラニガナの生育適地面積の減少と生育地の存続期間の短縮
- 6) 河川の富栄養化による外来植物や競争種のカワラニガナの生育地への進入

### 5-3. 多摩川のカワラニガナの保全・管理・復元策の開発

多摩川のカワラニガナの地域個体群は5-1節でのべたように生態学的な絶滅に近い状況に置かれてい

る。カワラニガナの生物学的特長、多摩川の地域個体群の安定性、河川環境の変化に起因する絶滅促進要因を排除することが必要である。絶滅危惧種を保全するには局所個体群が自ら成立できる環境を整えることが必要である。しかし、多摩川のカワラニガナの局所個体群はすでに孤立しており、遺伝的な交流を通じて局所個体群同士が相互につながりをもつには、復元による個体群の創設が必要となる。以下に短期的な多摩川のカワラニガナの保全・管理・復元の具体策と、長期的な視野にたった保全・管理・復元策について考察する。

### 5-3-1. 短期的な保全・管理・復元策

カワラニガナは絶滅しやすい種がもつ特徴群を備えている(Terborgh, 1974; Pimm et al., 1988)。すなわち、1) 河川中流域の丸石河原という限定された地域に生育する、2) 分散能力が低い、3) 特異なニッチェを必要とする、4) 埋土種子を形成しないなどである。このような特徴をもった絶滅危惧種を短期的に保全するためには、残された個体群を注意深く保全・管理するとともに、生息地の管理が必要となる。また、カワラニガナは土壌シードバンク(埋土種子)を作らないことから、多摩川では潜在的な自然の回復力に頼って個体群を復元させることは難しい。したがって、生育適地と個体群の復元作業が必要である。

- 1) 最大の局所個体群(57.8 km地点左岸の上流側)を最優先に保全する。この個体群は周囲を木本と高茎草本に囲まれているため、これらカワラニガナとの競合種で丸石河原の固有種でないものを排除する。
- 2) 最上流域にある地域個体群を最優先に保全する。カワラニガナの風による種子散布範囲は極めて狭い範囲に限定されているため、水流による種子散布が新たな個体群を成立できる条件を整える。
- 3) 生育地の管理をおこなう。リターを人為的に除去し、リターの被度を0~25%に抑える。先駆植物としての特性をもつ帰化植物や在来種などカワラニガナの競争者となる植物は人為的に排除し、植被率を0~30%に抑える。
- 4) 新たな生育適地を創設する。GISの情報も活用して、潜在的な生育適地を見出し、また、旧流路などにカワラニガナの生育ニッチェにあった生育地を復元する。
- 5) 既存の個体群の個体数を人為的な方法により拡大する。多摩川の13の個体群は個体数が数個体から数百個体と極めて小さく、やがては消滅する危険性が高い。遺伝子攪乱が生じないように、同一個体群または近傍の個体群の種子を人手により散布して、既存の個体群の個体数を拡大させる。
- 6) 新たな個体群を復元する。カワラニガナは埋土種子を形成せず、種子は長期保存できない。したがって、個体群の復元のための種子散布にあたっては、なるべく播種と発芽時期を短くした種子散布計画をたてることが望ましい。種前処理として低温湿潤処理は行わずに、春の時期(5月ごろ)に種子をまく方法で個体数を増やすのが望ましく、少なくとも秋の長雨の前までに播種を終了するのが望ましい。また、種子の遺伝的多様性を維持するためのガイドラインに沿った種子の採取が必要である(Center for Conservation, 1991)。なお、個体群の導入にあたっては基本的なガイドライン(Falk and Millar, 1996)を守る 것이重要である。個体群の復元にあたっては、1) 長期間かけて多くの個体を自然にもどす、2) 新たな個体群の設置が、当初の目的に達したかどうかを知るためのモニタリングをおこなう、3) 計画の進行状況の把握、4) 計画の評価をおこなうことが求められる。



7) 種子以外の生育段階での個体群の復元策の開発 一般に、希少植物や絶滅危惧植物の個体群は種子を散布しても確立されない場合が多く、たとえ新たな個体群が成立しても、その確率は極めて低いことが知られている (Primack, 1995、Primack, 1996、Pavlik, et al, 1993)。したがって、種子以外の安定的な生育段階の個体を用いた復元手法の開発が必要である。

### 5-3-2. 長期的な保全・管理・復元策

カワラニガナは河川敷特に丸石河原に固有な植物で、河川の増水や氾濫による攪乱によって新たに形成された裸地に生育することを生存戦略として生き延びてきた植物である。したがって、新たな裸地が形成されうる環境が必要である。

本研究で用いた地理情報システムによる景観地図の作成とその景観ダイナミックスの分析は、土地開発や交通網の整備などの行為によって生ずる景観の変化を事前に予測するとともに、河川の景観単位、沿川空間、流域レベルでの保全策を策定するにあたり、今後益々重要な手法となると考えられる。土地利用の進展にともなって時間的にも変化してく河川景観が、その機能を正常に維持できるような流域景観管理計画やシステムの構築に当たっては、これらの手法が生かされるとともに、カワラニガナの長期的な保全・管理・復元の視点から以下の要件を満たすことが望まれる。

- 1) 丸石河原の回復をはかり、丸石河原全体の面積を拡大する。
- 2) カワラニガナの各生育地の面積を拡大する。
- 3) 治水、利水とのバランスを考慮に入れた河川流量の増加により従来の河川のダイナミクス、河川の自然の攪乱をある程度取り戻す。
- 4) 上流から河原石の供給が行なわれうる河川構造物の設計をおこなう。
- 5) 堤外地におけるテニスコートやグラウンドなどの土地利用には制限を加え、中流域のカワラニガナの潜在的生育適地にあたる河川敷は、その生態学的機能を取り戻す。

## 引用文献

- Beissinger, S. R., E. C. Steadman, T. Wohlgenant, G. Blate & S. Zack. 1996. Null models for assessing ecosystem conservation priorities : threatened birds as titers of threatened ecosystems in South America. : Conservation Biology10, 1343-1352
- Bradshaw, A. D. 1990. The reclamation of derelict land and the ecology of ecosystems. In W. R. Jordan III, M. E. Gilpin and J. D. Aber(eds.), Restoration Ecology : A Synthetic Approach to Ecological Research, Cambridge University Press, Cambridge.
- Bradshaw, A. D. & M. J. Chadwick. 1980. The Restoration of Land. Blackwell Publishing, Oxford.
- Center for Conservation, 1991. Genetic sampling guidelines for conservation collections of endangered plants. In D.A. Falks and K.E. Holsinger (eds.) Genetics and Conservation of Rare Plants, pp.224-238. Oxford University Press, New York
- Falk, D. A. & C. I. Millar. (eds.), 1996. Guidelines for Developing a Rare Plant Reintroduction Plan 453, pp. 453 – 490. In D. A. Falk & C. I. Millar (eds.), Restoring Diversity – Strategies for Reintroduction of Endangered Plants, Island Press
- Gilpin, M. E. & M. E. Soule. 1986. Minimum viable populations: Processes of species extinction. In M. E. Soule (ed.), Conservation Biology: The Science of Scarcity and Diversity, pp. 19-34. Sinauer Associates, Sunderland, MA.
- 市川新 1997. 多摩川 : そのエコバランス, ソフトサイエンス社
- Jennersten, O. 1988. Pollination in *Dianthus deltoids* (Caryophyllaceae): effects of habitat fragmentation on visitation and seed set : Conservation Biology2, 359-366
- 環境庁編. 1991. 「日本の絶滅のおそれのある野生生物」
- 環境庁編. 2000. 改訂・日本の絶滅のおそれのある野生生物[植物 I ]
- 環境庁編. 2000. 平成 11 年度環境白書
- 建設省京浜工事事務所. 1985. 多摩川誌
- 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 : 緑地学研究 No.15, 東京大学大学院緑地学研究室
- 倉本宣, 鷲谷いづみ, 井上健. 1995. 多摩川におけるカワラノギクの個体群の分断化とその保全における種子散布の役割, ランドスケープ研究 58(5):113-116.
- 倉本宣, 篠木秀紀, 増淵和夫. 1999. 多摩川における丸石河原の変遷に関する研究, 明治大学農学部研究報告 118:17-27.
- 倉本宣, 辻永和容, 斉藤陽子. 2000. 多摩川におけるカワラサイコとヒロハノカワラサイコの分布と発芽の特性について : 日本緑化工学会誌 25(4), 385-390
- Kusler, J. A. & M. E. Kentula (eds.). 1990. Wetland Creation and Restoration : The Status of the Science. Island Press, Washington, D. C.
- 三井嘉都夫 1994 多摩川における河川敷利用の変遷について とうきゅう環境浄化財団報告書

- 森章, 樋口良彦, 武田博清. 2000. 森林内における DGPS の測位精度と有用性—樹幹と樹冠による測位精度への影響—, 森林応用研究 9(2):13-17.
- 日本自然保護協会. 1989. 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の現状」
- Pavlik, B.M., et al (1993) Recovery of endangered plant . 1. Creating a new population of *Amsinckia grandiflora*. *Conservation Biology*, 7:510-526.
- Pimm, S. L., H..l. Jones and J. Diamond, 1998. On the risk of extinction. *American Naturalist*. 132:757-785.
- Primack R.B. 1995 Dispersal, establishment and population structure. In Olwell, C. Miller and D. Falk (eds.) *Ecological Restorations and Endangered Species* Island Press, Washington. D.C.
- Primack, R. B. 1996. Lessons from Ecological Theory: Dispersal, Establishment, and Population Structure, pp. 209 – 234. D. A. Falk & C. I. Millar (eds.), *Restoring Diversity – Strategies for Reintroduction of Endangered Plants*, Island Press
- プリマック, R. B., 小堀洋美. 1997. <sup>1)</sup> 復元生態学. 「保全生物学のすすめ」 pp. 298-305 文一総合出版
- プリマック, R. B., 小堀洋美. 1997. <sup>2)</sup> 小さな個体群が直面する問題. 「保全生物学のすすめ」 pp. 164 – 177. 文一総合出版
- プリマック, R. B., 小堀洋美. 1997. <sup>3)</sup> 個体群と種のレベル. 「保全生物学のすすめ」 pp. 164 – 177. 文一総合出版
- Terborgh, J. 1974. Preservation of natural diversity: the problem of extinction prone species! *BioScience* 24:715-722.
- Thompson K., J. P. Grime & G. Mazon. 1977. Seed germination in response to diurnal fluctuations of temperature : *Nature* 267, 147-149
- Waser, N. M., M. V. Price. 1983. Jones and Little ed. *Handbook of Experimental Pollination Biology : Scientific and Academic Editions*, 558pp
- Washitani, I. 1987. A convenient screening test system and a model for thermal germination responses of wild plant seeds : behavior of model and real seeds in the system. : *Plant Cell and Environment* 10, 587-598
- 鷲谷いづみ 1987. 種子が発芽する環境条件 生育にふさわしい場所と時を選ぶメカニズム: 採集と飼育 49(9), 382-384
- 鷲谷いづみ 1997. 休眠・発芽特性と土壤シードバンク調査・実験法 (連載第 3 回) : *保全生態学研究* 2(1), 77-86
- 鷲谷いづみ 1998. 生物多様性の保全に寄与する保全生態学的復元とは, *保全生態学研究* 3(1): 1-7.
- 鷲谷いづみ 1998. 休眠・発芽特性と土壤シードバンク調査・実験法 (連載第 6 回) : *保全生態学研究* 3(1), 79-84

## 謝辞

本研究は、主として財団法人とうきゅう環境浄化財団の1998年～2000年度も研究助成金によった。ここに当財団に対して深く感謝の意を表する。

---

「たまがわ多摩川ぜつめつ きく しよくぶつの絶滅危惧植物かいふく めざの回復を目指した  
ふくげんせいいたい がくてきしゆほう復元生態学的手法の開発」

(研究助成・学術研究VOL. 30—No.224)

著者 小堀洋美

発行日 2002年3月31日

発行 財団法人とうきゅう環境浄化財団

〒150-0002

渋谷区渋谷1-16-14 (渋谷地下鉄ビル内)

TEL (03)3400-9142

FAX (03)3400-9141

---