多摩川における絶滅危惧植物カワラニガナの現状とその休眠・発芽特性

Status, Dormancy and Germination Traits of an Endangered Plant, *Ixeris tamagawaensis* Kitam. along The Tama River

本田裕紀郎* 倉本 宣**
Yukio HONDA Noboru KURAMOTO

摘要：絶滅危惧植物カワラニガナの生育状況を把握するため、多摩川において DGPS を用いて局所個体群の分布を記録するとともに、その個体数と個体群間の距離を測定した。その結果、一つの個体群を除いて他は極めて脆弱な個体群のみであり、各個体群間の距離は非常に長かった。

また、休眠・発芽特性を明らかにするため、3種類の発芽実験を行った。その結果、変温効果はあるが永続的な埋土種子集団を形成しないこと、一次休眠は誘導されていないこと、低温域において若干の相対的休眠が誘導されること、秋に発芽することが明らかになった。

これらのことから、個体群の復元が必要であり、それには秋の長雨が訪れる前に種子を散布することが有効であると考えられる。

1. はじめに

「生物多様性の保全」が昨今のように、これほど声高に謳われた時代はない。生物多様性の低下は、何らかの生態的な機能変化や生態系の安定性の低下を伴う危険があると考え、「自然の豊かな」生態系については、保全目標を少なくとも現状の生物多様性の維持に置くことが重要である¹⁾。日本の河川は多種多様な生物群集を今なお育んでいるものの²⁾、その中においても現在絶滅が懸念されている種は多い。カワラニガナ *Ixeris tamagawaensis* Kitam. もその一つであり、環境庁のレッドデータブック³⁾において絶滅危惧Ⅱ類に分類されている。

本種はキク科ニガナ属の多年草で、ロゼットを生育型にもつ、高さ 10~20cm の小型の草本である。本州（中部地方以北）、九州に生育し、朝鮮半島、台湾にも見られる⁴⁾。倉本ら⁵⁾によれば、日本の河床に特徴的な丸石河原以外に生育地をもたない純粋な丸石河原固有種はカワラノギク *Aster kantoensis* Kitam. とカワラニガナのみであり、これらは他に生育地をもたないことから、河原における保全に他の丸石河原代表種よりも一層の注意を払わなくてはならないとされている。しかし、絶滅危惧ⅠB類に分類されるカワラノギクにおいては多角的な保全生物学的研究が行われているが、カワラニガナにおけるそのような研究事例は皆無である。

絶滅危惧種の分布は、その生育場所破壊の特性や程度についてのおおまかではあるが明瞭で確実な指標を与えるため、生態系の機能・安定性の問題はともかくとして、保護のプライオリティーの決定において最も重視しなければならない要因である⁶⁾。そのため、本種の分布と残存個体数に関する最初の定量的記録をとることは極めて重要な試みとなる。

また、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⁷⁾。そのため、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。

2. 研究方法

(1) 生育状況調査

カワラニガナの学名にもなっている多摩川において、2000 年秋に中流域を踏査し、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⁸⁾。電波の受信は、PDOP (Position Dilution of Precision) 値が 6.0 以下の時にのみ行った。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 56.9km 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 1×1 m 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、個体性が不明瞭である。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る。

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") に、11 月には周辺に実生が散在していた。そこで親個体を中心

*明治大学大学院農学研究科 **明治大学農学部農学科

に東西南北の方向に1×1 mのコドラートを5 mまで設置し、その方形区内の実生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) 発芽実験

(i) 人工環境下発芽実験

本実験は埋土種子集団の形成の有無を予測するため、また本種のもつ発芽特性を分析するためのものである。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、冠毛を除去した後、風乾させた1～2ヶ月齢の種子を供試した。60 mmのプラスチックシャーレに石英砂を15 g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、葉面積の比較的大いギンギシ *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、適宜蒸留水を灌水した。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、

表－1 設定段階温度と各置床日数

上昇温度系（IT系）										
温度（℃）	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（℃）	36	32	28	24	20	16	12	8	4	25
日数	2	2	2	2	2	3	4	5	8	5

表－2 多摩川におけるカワラニガナの局所個体群

No.	河口からの距離(km)	面積(m ²)	面積の比率	推定個体数	個体数の比率	周辺植生の遷移状況
1	58.6～58.5	685.9	7.07%	3498	14.64%	木本と高茎草本の包囲
2	58.3	80.4	0.83%	249	1.04%	一部木本
3	58.1	0.8	0.01%	68	0.28%	裸地
4	57.7～57.9	8063.5	83.06%	15724	65.79%	木本と高茎草本の包囲
5	57.2	1.4	0.01%	19	0.08%	裸地
6	57.1	112.1	1.15%	643	2.69%	一部木本
7	56.9		GPSによる測位不可			裸地
8	54.9	1.5	0.02%	21	0.09%	高茎草本の包囲
9	54.5	46.4	0.48%	65	0.27%	裸地
10	53.2	15.5	0.16%	6	0.03%	一部木本
11	53.2	1.7	0.02%	41	0.17%	一部木本
12	52.8	0.6	0.01%	15	0.06%	裸地
13	49.2	25.7	0.26%	10	0.04%	裸地
14	49	503.0	5.18%	2817	11.79%	一部高茎草本
15	48.8	69.4	0.72%	222	0.93%	裸地
16	48.4	100.3	1.03%	501	2.10%	一部高茎草本
計	48.4～58.6 (10.1)	9708.2		23900		

DGPSを用いて多摩川のカワラニガナ個体群の面積を測定し、その値と個体数密度の積から各局所個体群の個体数を推定した。また、その個体群の周辺植生の遷移状況を記録した。なお、河口から約56.9 km地点左岸の個体群はGPSを用いた測位が不可能であった。

図－1 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、国土地理院の「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多摩川。円で囲った場所がカワラニガナの局所個体群。表2におけるNo. 8の個体群は小作地区に存在。
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 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。

平均：581.1m、最長：3231.9m

図－4 恒温条件での累積発芽率

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

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°C、15°C、20°C、25°C、30°Cの5条件で、変温条件は5/15°C、10/20°C、15/25°C、20/30°C、25/35°Cの各12時間交代の5条件で行った。そのうち20°C恒温区と15/25°C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。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。

(ii) 野外発芽実験

2000年の7月15・17日に、多摩川の裸地3地点(河口から約58.1km地点左岸、約55.1km地点右岸、約49.1km地点右岸)に1×1m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ナ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0mmである。そして、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。

(iii) 段階温度法発芽実験

本実験は、それぞれの種の種子がもつ休眠特性を分析するため、鷲谷⁹⁾により考案された試験法であり、その種の休眠・発芽温度反応の概要を把握することができる¹⁰⁾。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

図－3 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のコドラートを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。

図－5 変温条件での累積発芽率

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

図－6 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。

温度と各置床日数を表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、驚谷¹⁰⁾にならない、IT系において交代温度処理に移行する前、DT系において最後の25℃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. 結果

(1) 生育状況調査

本調査により、16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㎡）（表2におけるNo.4の個体群）が存在した。また、同58.5km地点右岸に約3,500個体の個体群（面積685㎡）（同No.1）、同49.0km地点右岸に約2,800個体の個体群（面積502㎡）（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。

隣り合う各局所個体群間の平均距離は581.1m（図2）と非常に長かった。最長では3231.9mにもわたった。

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3）。

(2) 発芽実験

(i) 人工環境下発芽実験

実験結果を図4及び図5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。変温条件では、10/20℃区、15/25℃区、15/25℃葉層透過光下区、20/30℃区であり、発芽速度は遅いものの、5/15℃区も最終発芽率は高かった。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。

(ii) 野外発芽実験

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55.1km地点右岸、約49.1km地点右岸において発芽が確認された。（図6）。

図-7 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℃の交代温度。誤差棒は標準誤差。

(iii) 段階温度法発芽実験

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7図8）。IT系では16℃から28℃まで、DT系では16℃から4℃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 $p<0.001$ ）。

4. 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といった状況というのは避けられる。しかし、この個体群の縁は、キササゲ *Catalpa ovata* G.Don、ニセアカシア *Robinia pseudoacacia* L.等の木本や、ススキ *Miscanthus sinensis* Anderss.、オギ *Miscanthus sacchariflorus* Benth.等の高茎草本に囲まれており、孤立して他の個体群と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：176、最大：215）であった為（図9）、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58.5km地点右岸、49.0km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¹¹⁾。著者らの観察によると、1999年には早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57.1km地点右岸、約48.9km地点右岸に存在した）が消失した。

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¹²⁾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¹³⁾¹⁴⁾。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¹¹⁾。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

図-8 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℃恒温。誤差棒は標準誤差。

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¹⁵⁾。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¹⁶⁾。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) 発芽実験

(i) 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¹⁷⁾。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¹⁷⁾。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℃恒温葉層透過光下区と20℃恒温区で、また、15/25℃変温葉層透過光下区と15/25℃変温区で発芽率に差がみられなかったことから、本種にギンギンの葉による庇蔭効果¹⁸⁾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¹⁹⁾がある。本実験で、10℃恒温区と25℃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℃変温区と20/30℃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℃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。

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にはなかった。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。

(ii) 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られるものと考えられる。

(iii) 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。

5. おわりに

本研究により多摩川においてカワラニガナは危機的な状況にあることが定量的に判断された。しかも河口から約56.9km地点左岸の局所個体群が存在する立地は現在工事中であり、2001年には破壊されることが決定している。最大の局所個体群である57.8km地点左岸の上流側は、同じく絶滅危惧種であるカワラバタ *Eusphingonotus japonicus* Saussure も生息する極めて貴重な空間であり、今後は当面の間この河原全体を効率よく保全していかなければならない。また、この個体群の縁の植生を人為的に排除することも必要となる。

小規模な局所個体群においては、そこから種子を採集し、その局所個体群の周囲に播種するなどの個体群復元作業をしていかなければならない。その際、本種は埋土種子集団を形成しないため、生産された種子や人為的に保存した種子にのみ依存することになる。種子の分散過程での種子数に大きな影響を及ぼすのは、食害や病害であるが、それは種子が土壤中に取り込まれた後にも一般的にはかなり大きな死亡要因として作用する²⁰⁾。そのため、播種と発芽期の時間差は短い方が高い発芽率を得られ、本種のもつ発芽時期に合わせて、散布することが有効である。

また、人工環境下発芽実験の予備実験を行ったところ、室温で保存した7ヶ月齢の種子には発芽力が無かったことから、本種の種子は寿命が短いと考えられ、来秋までの生存は困難であることが予想される。

そのため、一次休眠を解除し、さらに二次休眠の誘導を極力避けることが、個体群復元のため有効な種子散布法となる。本種は一次休眠が誘導されておらず、低温域でも若干の相対的な二次休

図-9 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居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

眠を示すだけであるので、本種の個体群を復元するには、秋の長雨が訪れる前に種子を散布することが有効である。

6. 今後の課題

絶滅危惧植物であるカワラニガナの保全生物学的研究は、多摩川における本種の現状を定量的に把握すると同時に始まったばかりである。今後、他の河川においても同様に定量的な現状把握をするとともに、カワラノギクのように本種においても多角的な保全生物学的研究が行われなければならない。

謝辞

本研究は河川環境管理財団による助成研究の一部として、明治大学科学技術研究所重点研究の一部として行ったものである。また、とうきゅう環境浄化財団の研究助成を受けた。多摩川におけるカワラニガナの分布情報に関して、多摩川の自然を守る会の柴田隆行氏に貴重な情報を頂いた。論文の作成にあたり、田中肇氏の協力を得た。GPSの利用に関して、Trimble Japan社の樋口良彦氏から、GISの利用に関して明治大学大学院の園田陽一氏から協力を得た。ここに記し、感謝の意を表す。

引用文献

- 1) 鷺谷いづみ (1996) : 生物多様性と生態系の機能・安定性 : 保全生態学研究 1 (2・3), 101-113
- 2) 佐々木寧 (1996) : 「河川環境と水辺植物—植生の保全と管理—」(奥田重俊・佐々木寧編) : ソフトサイエンス社, 2-5
- 3) 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], 660pp
- 4) Iwatsuki Kunio, Yamazaki Takashi, David E. Boufford, Ohba Hideaki (1995) : Flora of Japan III b : Koudansya, 181pp
- 5) 倉本宣・本田裕紀郎・八木正徳 (2000) : 丸石河原固有植物と多摩川におけるその生育状況 : 明治大学農学部研究報告 123, 27-32
- 6) Beissinger S.R., Steadman E.C., Wohlgenant T., Blate G & Zack S. (1996) : Null models for assessing ecosystem conservation priorities : threatened birds as titers of threatened ecosystems in South America. : Conservation Biology 10, 1343-1352
- 7) 鷺谷いづみ (1996) : 休眠・発芽特性と土壌シードバンク調査・実験法 (連載第1回) : 保全生態学研究 1(1), 89-98
- 8) 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
- 9) 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
- 10) 鷺谷いづみ (1997) : 休眠・発芽特性と土壌シードバンク調査・実験法 (連載第3回) : 保全生態学研究 2(1), 77-86
- 11) 鷺谷いづみ (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
- 12) 倉本宣・鷺谷いづみ・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
- 13) A. J. Richards, Halijah Ibrahim (1978) Estimation of neighbourhood size in two populations of *Primula veris* : A. J. Richards ed. The pollination of Flowers by insect, 165-174
- 14) Nickolas M. Waser, Mary V. Price (1983) : Jomes and Little ed. Handbook of Experimental Pollination Biology : Scientific and Academic Editions, 558pp
- 15) 倉本宣・篠木秀紀・増渕和夫 (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
- 16) Jennersten, O. (1988) : Pollination in *Dianthus deltoids* (Caryophyllaceae): effects of habitat fragmentation on visitation and seed set : Conservation Biology 2, 359-366
- 17) 鷺谷いづみ (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
- 18) 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
- 19) Thompson K., Grime J. P. & Mazon G. (1977) : Seed germination in response to diurnal fluctuations of temperature : Nature 267, 147-149
- 20) 鷺谷いづみ (1998) : 休眠・発芽特性と土壌シードバンク調査・実験法 (連載第6回) : 保全生態学研究 3(1), 79-84

Summary : In order to determine the status of an endangered plant, *Ixeris tamagawaensis*, using differential GPS (DGPS), we surveyed the distribution of local populations and the number of individuals along the Tama River. We identified sixteen local populations. Over 65 percent of the individuals along the Tama River belonged to one population, which was surrounded by *Catalpa ovata*, *Miscanthus sinensis*, and other species. We believe that this population is genetically isolated from other local populations. Except for two medium-sized local populations, which totaled 26 percent of the individuals, the other populations were extremely small. We also examined the germination of seeds of *I. tamagawaensis*. It was suggested that this plant responds to fluctuating temperatures. However, the seeds don't have primary dormancy and there is no persistent seed pool to use to restore the population. The results of field germination tests suggest that the seeds germinate in the autumn. The result of the gradually increasing and decreasing temperature test suggests that low temperatures induce this species to become dormant secondarily. Therefore, the best way to restore the population is to disperse seeds before the start of the long periods of rain in autumn.