

多摩川河川敷におけるタコノアシの 現況、生育特性、保全対策について

2003年

瀬戸口 浩 彰

京都大学総合人間学部自然環境学科助教授

目 次

I. 緒 論	1
II. 材料と方法	5
III. 結 果	14
IV. 考 察	27
V. 謝 辞	36
VI. 引用文献	37
VII. 適 要	40

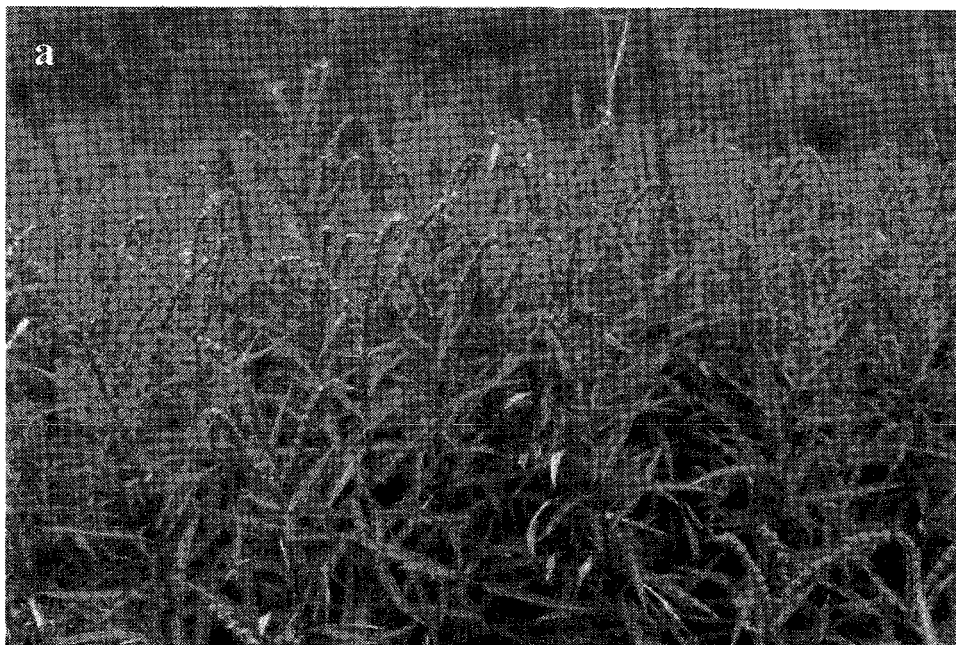
研究組織

- 研究代表者 瀬戸口浩彰 京都大学総合人間学部自然環境学科助教授
- 共同研究者 岡崎 恵視 東京学芸大学教育学部理科教育専攻教授
- 共同協力者 佐川 勝史 東京学芸大学教育学部理科教育専攻学部学生
磯田 倫子 同
石渕 豊 同
梅津 幸恵 京都大学総合人間学部自然環境学科実験捕手
十河 暁子 京都大学大学院理学研究科植物学教室
- 研究期間 平成13年4月1日より平成14年12月27日

I. 緒論

多摩川に代表されるような都市河川は、その流域に多くの人口が集中するために治水対策としての河川管理が厳重に行われてきた。また河川流域は地域住民にとって貴重な生活空間であり、レクリエーションや自然に触れ合う場としての利用頻度が高いことも特徴的である。このような管理・利用形態に相反して、元来自生していた多くの植物が個体数を減らして絶滅の恐れに瀕していることは近年良く認識されるようになった(例えばカワラノギク *Aster kantoensis* に関する一連の研究: Kuramoto *et al.* 1992, 倉本 1995, 倉本他 1997, 1998)。タコノアシもこのような植物の一つである。

タコノアシ (*Penthorum chinense*, タコノアシ科) (図1) は日本と中国に分布する多年生植物で、種子や地下茎を成長させて繁殖し、水辺の氾濫原や湿地、水田の周りの湿地帯または休耕田に生育する(大井次三郎・北川政夫 1983, Kimura *et al.* 1999)。しかし護岸工事によって広い川原や氾濫原が失われて自生地を直接に奪われるとともに、河川水の流路の固定や河川流量の変化・土砂流送の変化などによって中小規模の増水では川原の植生が攪乱を受けることは少なくなり、河原本来の植生環境が失われている(例えば皆川・島谷 2000)。多摩川ではそのために高水敷の樹木(ニセアカシアなど)の侵入と定着が問題になっている。このような環境下ではタコノアシのように周期的な河川の氾濫を前提に生育してきた植物は生育が困難になることが想定される。また、河川の管理は土壌の富栄養化や氾濫の縮小をもたらし、オニウシノケグサやセイタカアワダチソウのような帰化植物が氾濫原に侵入して繁殖し、タコノアシのような在来種にとって致命的な環境の変化となっている(Kuramoto *et al.* 1992)。タコノアシの個体数が全国的に極端に減少していることも、これらの諸原因によるものと想定される。タコノアシの減少は全国的に顕著に認識されており、環境庁(現在は環境省)によるレッドデータブックでは絶滅危惧Ⅱ類に指定されるまでに至った(環境庁 2000)。こうした現状は多摩川に於いても同様であり、その自生地は僅かにしか残っていない。このような状況の中で、タコノアシを保護しようという活動もみられる。多摩川下流の個体群も(図2)、市民団体の手によって保護されている個体群の一つである。このような植物を効果的に保護していくためには、その生育や繁殖についての特性を正確に把握



タコノアシ群落の様子（多摩川下流域で撮影）



秋に紅葉し、果実を成熟させた個体（プランターに植えた個体）

図 1. タコノアシ (*Penthorum chinense*, タコノアシ科)

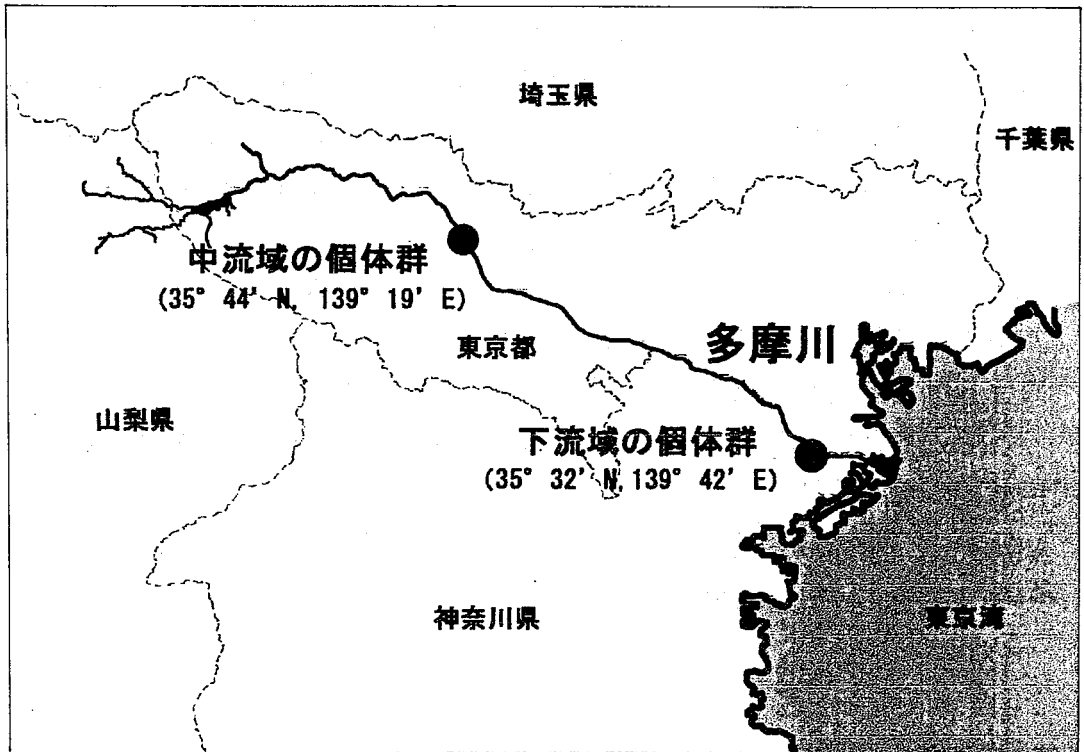


図2. 本研究における調査地域

することが重要である。

本研究では、この多摩川におけるタコノアシが将来にもわたって維持されるために必要な基礎的情報を得ることを目的とした。平成13年度と14年度の2年間にわたって個体群の変遷を観察して、集団の位置や構成個体サイズの変化を追うとともに他の植物種との競合についても観察を継続した。また、個体群の形成と維持に最も重要な要因として繁殖特性が挙げられる。これについては種子繁殖と根茎によるクローン繁殖の2点から観察を継続した。種子繁殖についてはタコノアシの個体サイズと種子形成数の関連を解析するとともに、種子の発芽特性を調査した。タコノアシのような安定した個体群を形成しにくい植物を保護していくに当っては、種子の発芽特性を知ることが重要である。シードバンク形成能や休眠の有無を明らかにするとともに、種子の発芽能力を損なわない保存方法や種子を播種する時期や場所を決める手がかりを模索した。永続的な土壌シードバンク形成は、安定した個体群を形成し難い植物が突然の

環境の変化などに対応する手段として重要であると考えられており (Grime 1979 , Grime *et al.* 1981)、生育環境の激変から個体群を保護し、個体群の成長を促進する可能性がある (Cohen 1966, Menges 1991)。従って、植物のこの種子性質についての知見は絶滅の脅威にさらされた植物種を管理するために不可欠なものとなる (Pavlik *et al.* 1993)。

また、根茎の伸長に伴うクローン繁殖の観察には平成13年度に種子発芽した個体を2年間育成して根茎の成長を追跡した。タコノアシは群落を形成して生育する植物であり、根茎が伸長して地上部を短期間に形成することが想定される。この場合には多くの個体数が存在するように見えても、実際の遺伝子型は少数である可能性がある。

以上の項目を詳細に調べた結果に基づいて、多摩川河川敷におけるタコノアシの保全対策について貢献することを試みた。

II. 材料と方法

1. 多摩川におけるタコノアシの個体群の2年間の変動調査

調査区域は、多摩川の中流域から下流域とした(図2)。その中でも中流域(東京, 35° 44'N, 139° 19'E)の個体群と下流域(東京, 35° 32'N, 139° 42'E)の個体群を中心に調査した。中流域は右岸約51km, 福生市の永田橋の上流側に位置する。下流域は六郷土手の京浜急行電鉄の架橋下に群落があり、右岸約5.5kmに位置する。ここは自然保護団体によって保護されている個体群である。

2001年8月15日に中流域、同月16日に下流域の個体群をコドラート法によって植物体高が30cm以上の植物体地上部の位置を調査した。中流域の個体群は2001年9月10日の台風による洪水で全ての個体が消失した。2002年8月17日、22日に下流域の個体群をコドラート法によって、上記2001年11月19日とほぼ同じ調査を行った。

2. 個体サイズと種子形成能

上記1の調査時に個体サイズ(植物体高)と根本直径をそれぞれ定規とノギスで計測した。また、果実や花の有無を併せて個体毎に記録した。2001年11月19日に下流域の個体群で花序のある個体を対象に、それぞれの草丈、茎の太さ、果実数を調査した。

3. 形成種子数

一つの果実に含まれる種子の数を調べたが、これは2002年10月2日に採取した果実の中から任意に11個を抽出し、計測した。

4. 種子形態

採取した種子は、光学顕微鏡、双眼実体顕微鏡およびビデオルーペ(VMS-70, スカラ株式会社)、走査型電子顕微鏡で観察した。顕微鏡写真の撮影には一眼レフカメラ(F501, NIKON)および自動露出顕微鏡撮影装置(PM-10AK, OLYMPUS)を、双眼実体顕微鏡写真の撮影には一眼レフカメラ(C-35AD-2, OLYMPUS)および自動露出顕微鏡撮影装置(PM-CBSP, OLYMPUS)を使用した。走査型電子顕微鏡用の試料作成は、成熟種子をFAAで固定したのちにアルコール・酢酸イソ

アミルで脱水し、臨界点乾燥と金パラジウム蒸着を施した後に観察を JSM-5800LV (JEOLDATUM, Japan) で観察した。

5. タコノアシの種子発芽特性

(1) 種子の採取と貯蔵方法

全ての実験で使用した種子は、市民団体の手によって保護され、多摩川の氾濫原で最も多くの個体が残っている下流域 (図 2) の個体群で、2001 年 11 月 19 日に採取し、室温 (約 25°C) 暗所で保存した。また保存状態の違いによる発芽率を調べる実験には、上記の種子のほかに 2002 年 10 月 2 日に同所で採取したものと、2001 年に奈良県木津川流域で採取したものを乾燥冷蔵状態 (約 4°C) または室温 (約 25°C) 暗所で保存して使用した。別の場所の種子を使用することによって、観察される発芽特性が地域的な特性によるものか、タコノアシの種としての特性であるかを確認した。

(2) 発芽実験

発芽実験は、寒天またはろ紙を敷いたシャーレに種子を播種し、吸水させた後に光や温度を調整して行った。吸水時はシャーレをアルミニウム箔で二重に包んで光を遮断した。また発芽は幼根の出現で判断した。

以下 i ~ iii の実験では、全て以下の前処理を行った。

まず 1% 寒天液をシャーレ (直径 9cm, テルモ株式会社) に厚さ約 5mm になるように流し込み、冷え固まった後、タコノアシの種子を 50 粒ずつ並べてから蓋を乗せ、パラフィルムで閉じた。一定時間吸水させた後、それぞれの光条件、温度下にシャーレを置いた。

i) 白色光の発芽率に及ぼす影響

約 5 ヶ月間、室温 (約 25°C) 暗所で保存した種子を使って実験を行った。吸水は 48 時間とした。温度は恒温期 (LP-300-S, 日本医化器械製作所) で 16°C 一定に調整した。白色光は白色蛍光灯で照度約 2klux になるようにシャーレを設置した。照度は光量子計 (LI-1000 マルチ・チャンネル・データロガー, 盟和商事株式会社) で測定した。暗条件はシャーレをアルミニウム箔で二重に包んだ状態とした。これらの条件で 14 日後の発芽率を調べた。

ii) 光照射と1日の温度変化の発芽率に及ぼす影響

約9ヶ月間、室温(約25℃)暗所で保存した種子を使って実験を行った。48時間の吸水後に、① 明期(30℃)12時間—暗期(15℃)12時間、② 明期(30℃)12時間—暗期(30℃)12時間、③ 暗期(30℃)12時間—暗期(15℃)12時間という条件下に置いた。明期には白色蛍光灯を約2k luxで照射した。これらの条件で7日後の発芽率を計測した。

iii) 種子の保存期間・保存状態の発芽率に及ぼす影響

2001年と2002年に多摩川下流で採取し、それぞれ暗所で12ヶ月間、1ヶ月間室温(約25℃)で保存した種子と、2001年に奈良県の木津川で採取され乾燥冷蔵(約2℃)または室温(約25℃)で暗所に約12ヶ月間保存した種子を使って実験した。72時間の吸水後、明期12時間は30℃、暗期12時間は最低気温9.5℃~14.4℃とした。この実験では1日の最低平均温度は12.3℃であった。明期には白色蛍光灯を約2k luxで照射した。発芽率は21日目まで毎日計測した。

iv) 赤色光・近赤外光の発芽率に及ぼす影響

この実験で利用した光源は、20W赤色蛍光ランプ(東芝, 光周性制御用 FL20S・Re-66)と20W近赤外蛍光ランプ(東芝, 光周性制御用 L20S・Fr-74)である。これらは660nmをピークとする赤色光域と、740nmをピークとする近赤外光域の光を主に発生させる優れた特性をもつ(東芝照明事業部技術資料1976)(図3)。しかし、近赤外蛍光ランプは740nmの光以外に450nm付近の青色光域の光をわずかに発するため、蛍光管を赤いセロファンで一重に包んで青色光を遮断した。赤いセロファンは、青色光を遮断し近赤外光をほぼすべて透過する(鳥澤1998)(図4)。

これらの蛍光ランプを赤色蛍光ランプで1本、近赤外蛍光ランプで2本、実験装置(図5)に取り付け、光源として使用した。光量子数は赤色光が約30.0 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{sec}$ 、近赤外光が約2.0 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{sec}$ であった。

① 赤色光を一度、一定時間照射し、その後暗条件にした場合の反応

約12ヶ月間、室温(約25℃)で保存した種子で実験した。種子を湿らせ

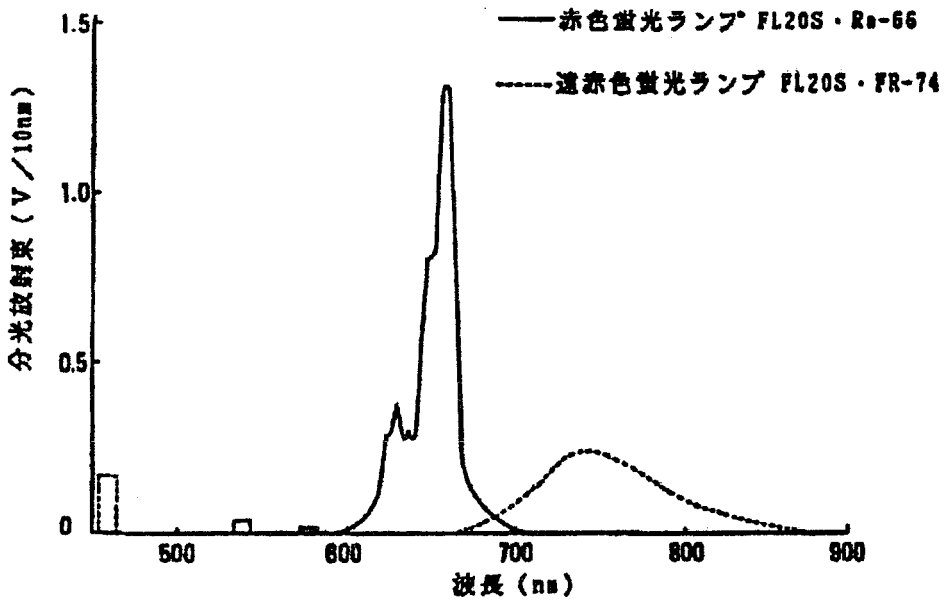


図 3. 光周性制御用蛍光ランプの分光放射束分布
 (東芝照明事業部技術資料, 1976, から引用)

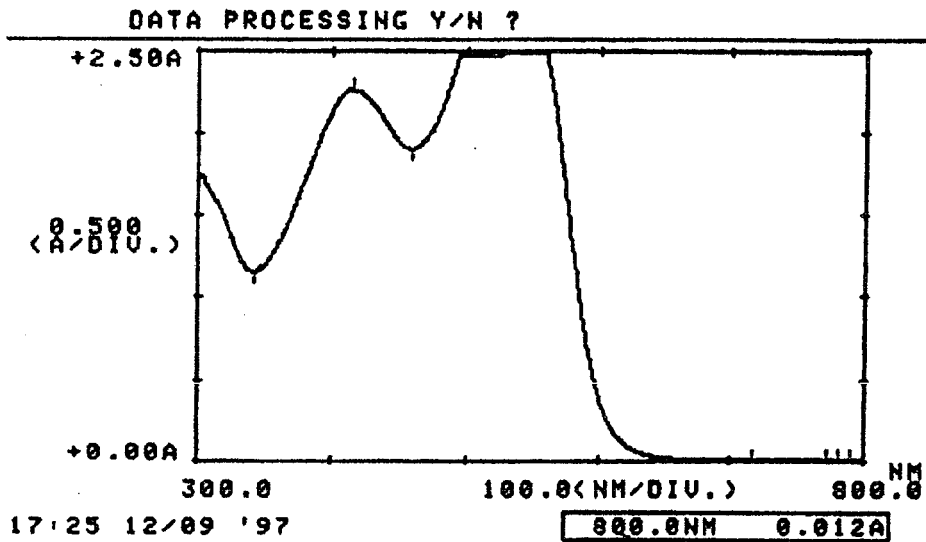
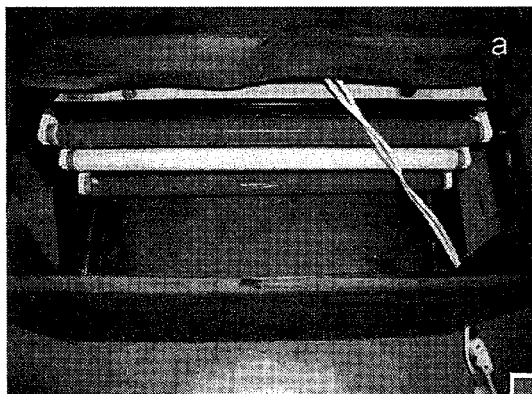
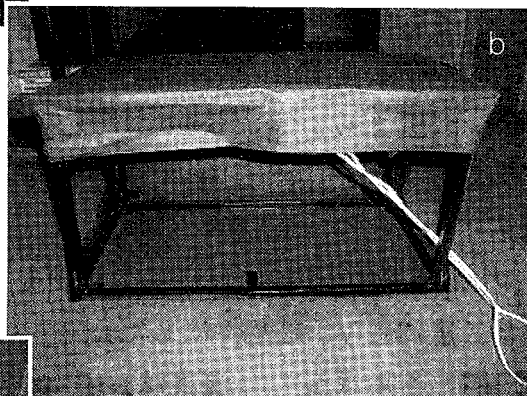


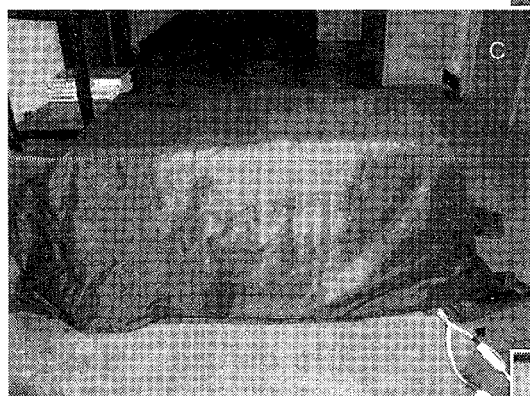
図 4. 赤いセロファンの各波長における吸光度
 (鳥澤, 1998, より引用)



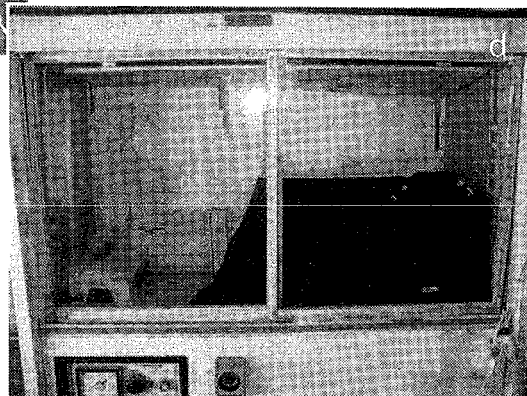
実験装置の内部



実験装置の外観



暗幕をかけて光を遮断した
実験装置



恒温器に設置した実験装置

図 5. 赤色光・近赤外光照射実験装置

たろ紙の入ったシャーレに 50 粒程度ずつ入れて蓋をかぶせてパラフィルムで閉じ、48 時間種子に吸水させた。その後赤色光を 30 分、60 分、120 分、24 時間照射してからアルミニウム箔で二重に包んだ。これらとは別に光を照射しないシャーレ（暗所対照）も用意した。温度は、12 時間は 30℃、12 時間は最低気温が 10.2℃～14.8℃とした。この実験では 1 日の最低平均温度は 12.8℃であった。発芽率は光照射開始から 14 日後に計測した。

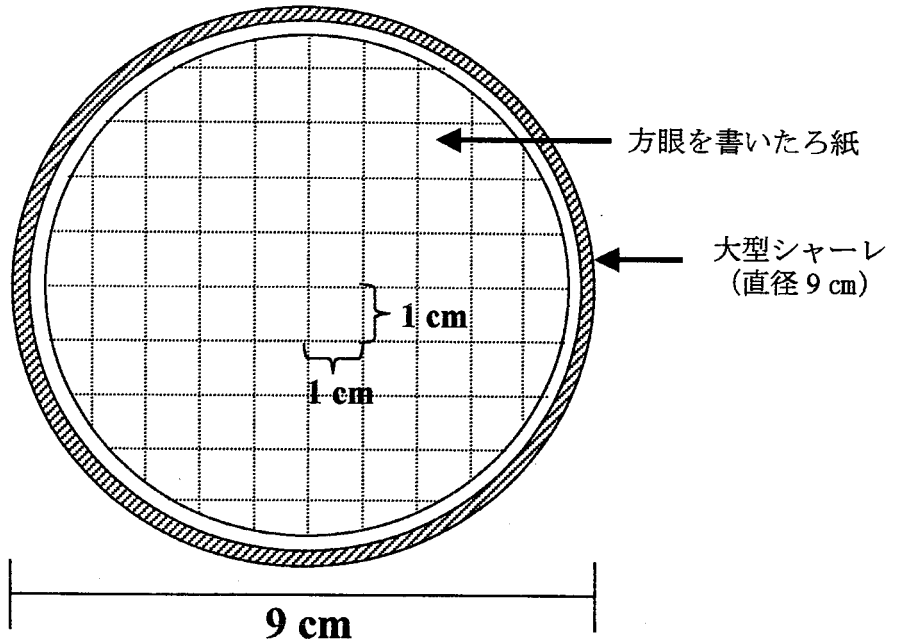
② 一定時間の赤色光を毎日繰り返し照射した場合の反応

約 13 ヶ月、室温（約 25℃）保存した種子で実験した。0.5% 寒天液をシャーレに厚さ約 5 mm 流し込み、冷え固まった後さらに蒸留水を厚さ約 5 mm になるように流し込んだ。そこに種子を約 100 粒播いて蓋をかぶせ、パラフィルムで閉じた。吸水は 72 時間とした。それぞれのシャーレに光を 10、30、60、120 分間、毎日午前 10 時頃から照射し、他の時間はアルミニウム箔でシャーレを二重に包み、暗条件にした。これらとは別に光を照射しないシャーレ（暗所対照）も用意した。温度は、12 時間は 30℃、12 時間は最低気温が 10.2℃～18.6℃とした。この実験では 1 日の最低平均温度は 14.7℃であった。発芽率は、光照射開始から 7 日後に計測した。

③ 赤色光と近赤外光に対する反応

約 14 ヶ月、室温（約 25℃）保存した種子で実験した。この実験では種子を播種するために、大型シャーレ（直径 9cm）と小型シャーレ（直径 6cm、高さ 1cm）、鉛筆で 1cm 方眼を書いたろ紙を用いた。大型シャーレの中には蒸留水を厚さが約 5 mm になるように入れ、その中に蒸留水を入れた小型シャーレを入れた。ろ紙は端を約 1cm 折り、小型シャーレの上に乗せた（図 6）。水を吸ったろ紙の上に種子を 100 粒程度播き、大型シャーレに蓋をした。ろ紙の上で 72 時間種子に吸水させた。シャーレ 4 個に赤色光を 30 分間照射し、そのうち 1 つをアルミニウム箔で二重に包み、残りに引き続き近赤外光を 30 分間照射した。この操作を繰り返し、照射ごとにシャーレを 1 個ずつアルミニウム箔で包んだ。これらとは別に近赤外光のみを照射し続けたもの、光照射しないもの（暗所対照）を用意した。すなわち、赤色光照射、近赤外光照射をそれぞれ R、Fr で示すと、R、R-Fr、R-Fr-R、R-Fr-R-Fr、Fr、暗所対照の

a 上から見た図



b 横から見た図

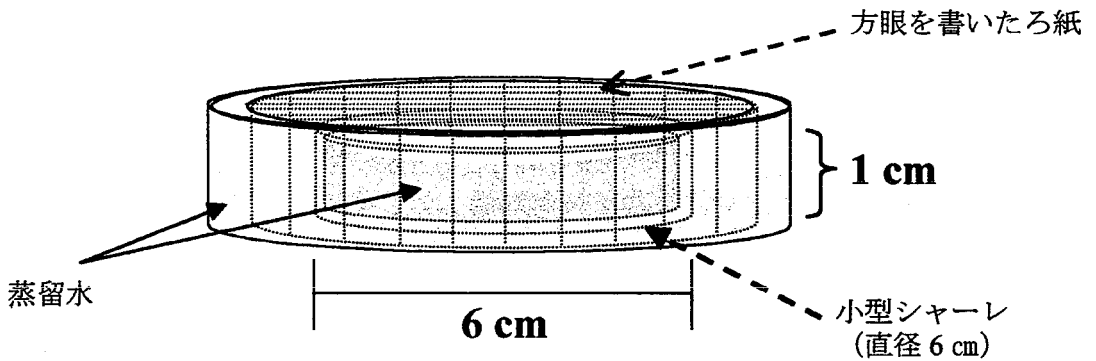


図 6. 赤色光と近赤外光に対する反応で種子を播いたシャーレの模式図

この図には大型シャーレの蓋は描いていない。

6パターンを実験した。これらの光照射は、大型シャーレの蓋を取って行った。光照射後、シャーレはアルミニウム箔で包んだ。この操作を毎日午前10時頃から行った。温度は、12時間は30℃、12時間は最低気温が9.5℃～14.4℃とした。この実験では1日の最低平均温度は12.3℃であった。発芽率は光照射開始から14日後に求めた。その時、ろ紙の方眼を利用して、種子数を数えた。

v) 1日の温度変化の発芽率に及ぼす影響

上記iv③の様にして準備したシャーレのろ紙上に種子を100粒程度播き、蓋をしてパラフィルムで閉じた。暗所で96時間の吸水後、それぞれの温度変化に設定した恒温器中に置いた。温度変化は種子を採取した東京都の四季それぞれの温度に近くなるように、明期(20℃) - 暗期(10℃) (春)、明期(30℃) - 暗期(20℃) (夏)、明期(20℃) - 暗期(15℃) (秋)、明期(10℃) - 暗期(5℃) (冬)とした。明期(高温期)と暗期(低温期)は12時間ずつとし、高温期に白色蛍光灯(約2k lux)を照射した。また、これらとは別に15℃の定温条件(明期12時間—暗期12時間)も用意した。1, 2, 5, 6, 7, 8, 9, 12, 15, 22日後に発芽した種子数を数えた。その際、発芽した種子はその都度取り除いた。

6. 花形態

送粉様式は種子形成に直接に関わる重要な要因である。とりわけ昆虫を誘引する蜜腺の有無は昆虫相との関わりが大きい。そこで蜜腺の構造について花の表面を実体顕微鏡と走査型電子顕微鏡で観察した。走査型電子顕微鏡の試料は、花をFAAで固定したのちにアルコール・酢酸イソアミルで脱水し、臨界点乾燥と金パラジウム蒸着を施した後に観察をJSM-5800LV (JEOL DATUM, Japan)で観察した。

7. 地下茎の伸長様式の観察

2001年3月に福生市の永田橋の上流側に位置する中流域の集団(右岸51km)において立ち枯れている個体の果実から種子を採取して圃場に播種した。発芽個体を植木鉢に植えて、植木鉢の下3分の1が水に浸かる条件下で直射日

光が当たる環境下で2年間栽培した。栽培中は根茎が植木鉢の縁に接触しないように、植物体地下部には十分な容積を確保した。地上部が枯れた後に根茎を晒して観察した。

III. 結果

1. 多摩川におけるタコノアシの生育状況と種子生産数の調査

中流域の個体群は、2001年8月15日には川に隣接したおよそ5m×32mの砂利の土壤に、草丈30cm以上の個体が110個生息していたが、2001年9月10日の台風による洪水で全ての個体が消失した。

下流域の個体群は2001年から2002年にかけて、総個体数は394から460に増加し、果実を形成した個体数は2001年で190、2002年で219であった。また、生息範囲も2001年のおよそ5m×6mから2002年にはおよそ5m×12mにまで広がった(図7)。1年間で個体数は17%の増加、生息範囲は実に約2倍にも広がったことになる。生息範囲が拡大し、個体数も増加していることから、この地域ではタコノアシが繁殖していることが伺えた。

2002年、多摩川下流のコドラート内にはタコノアシの他にセイタカアワダチソウ (*Solidago altissima*, キク科) やオギ (*Miscanthus sacchariflorus*, イネ科)、アシ (*Phragmites communis*, イネ科)、ツユクサ (*Commelina communis*, ツユクサ科)、オナモミ (*Xanthium sctrumarium*, キク科)、シマスズメノヒエ (*Paspalum dilatatum*, イネ科) の群落も見られた(図8)。オギやツユクサの群落内にはタコノアシが生息していたが、帰生植物のセイタカアワダチソウの群落にはタコノアシは全く生息していなかった。このことから、タコノアシはオギやツユクサとはある程度の共存関係を持つことができるが、セイタカアワダチソウとは共存できないように見える。

2. 個体サイズと種子形成能

個体の草丈と茎の太さには、ゆるやかな正の相関がみられた(図9)。果実は草丈が40cmより小さい個体には見られず、草丈が高くなるにつれて形成される割合が高まり、90cmを超える個体ではほとんどが果実を付けていた(図10)。果実数も草丈と正の相関がみられた(図11)。1個体の平均果実数は50.8個であった。

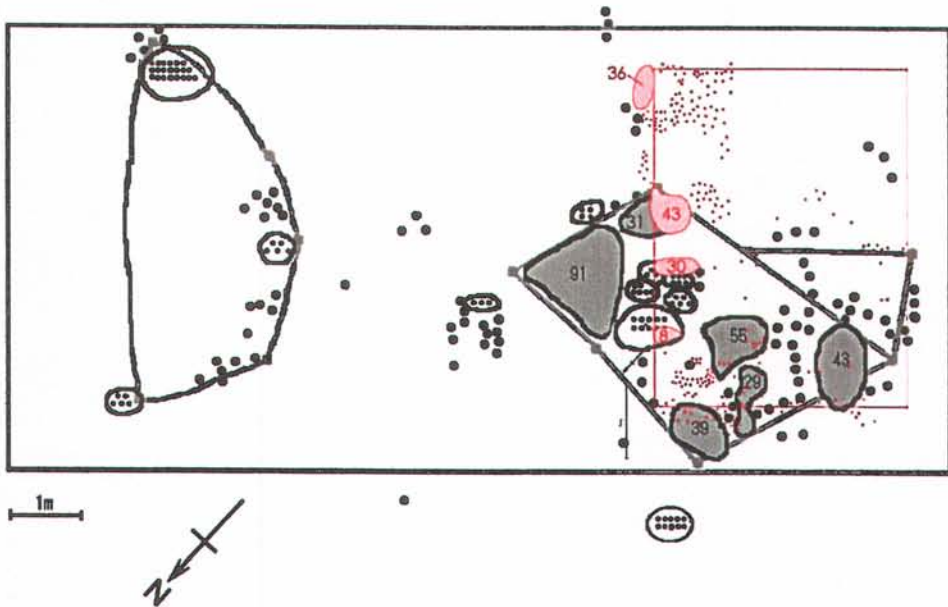


図 7. 生息状況の変遷

2001年の調査結果（赤）と2002年の調査結果（黒）を示す。
 図中の点は個体の生息場所を示す。
 薄い色の囲みは個体密集地で、数字はその個体数を示す。

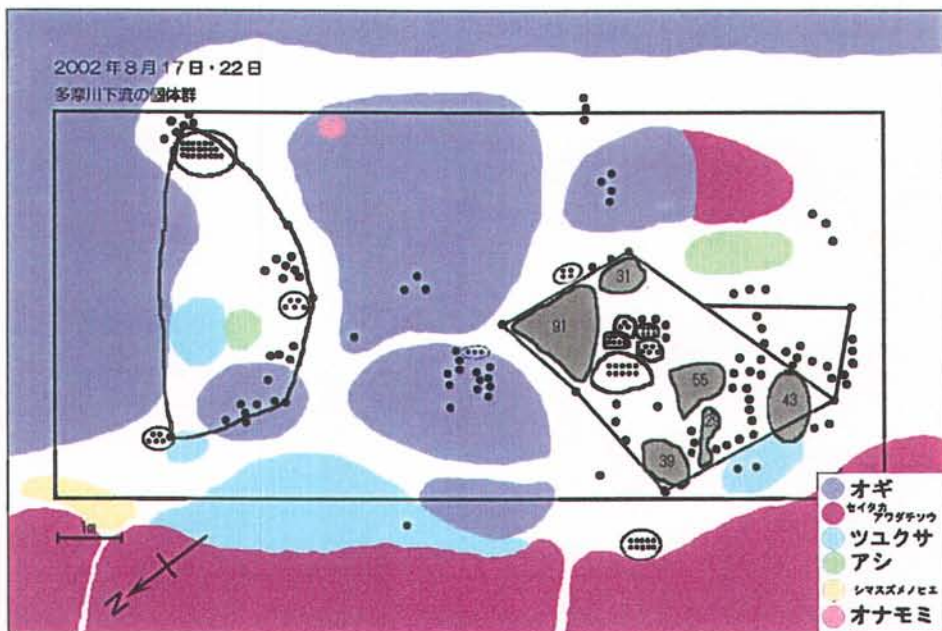


図 8. タコノアシと他の植物との関係

2002年8月17日、22日に多摩川下流で調査した。
 点はタコノアシの個体の生息場所を示す。
 灰色の囲みはタコノアシの密集地を示し、数字はその個体数を示す。

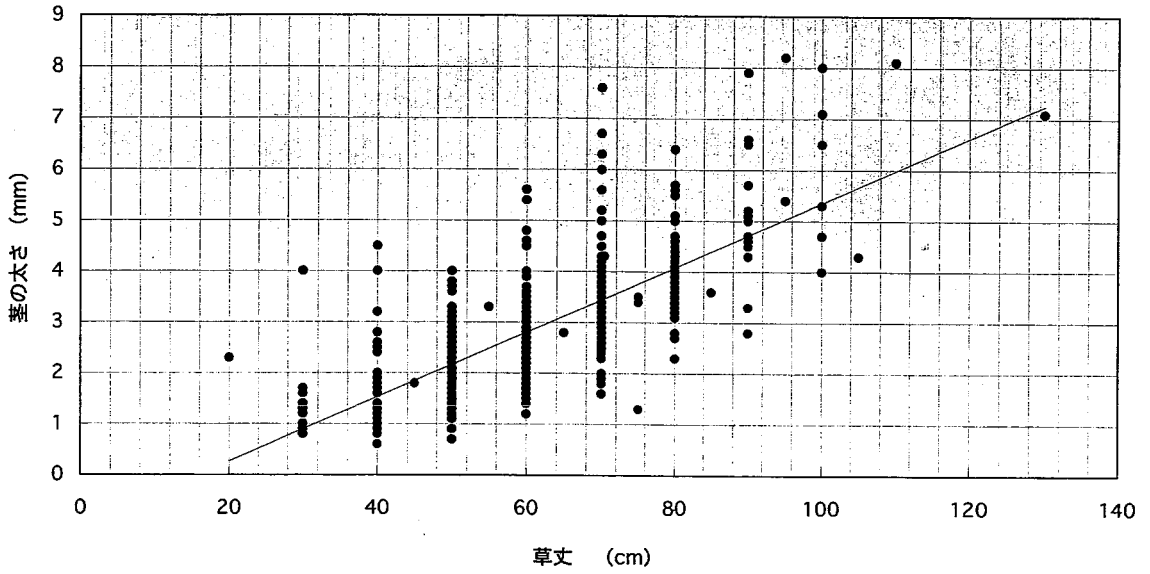


図9. 草丈と茎の太さの関係

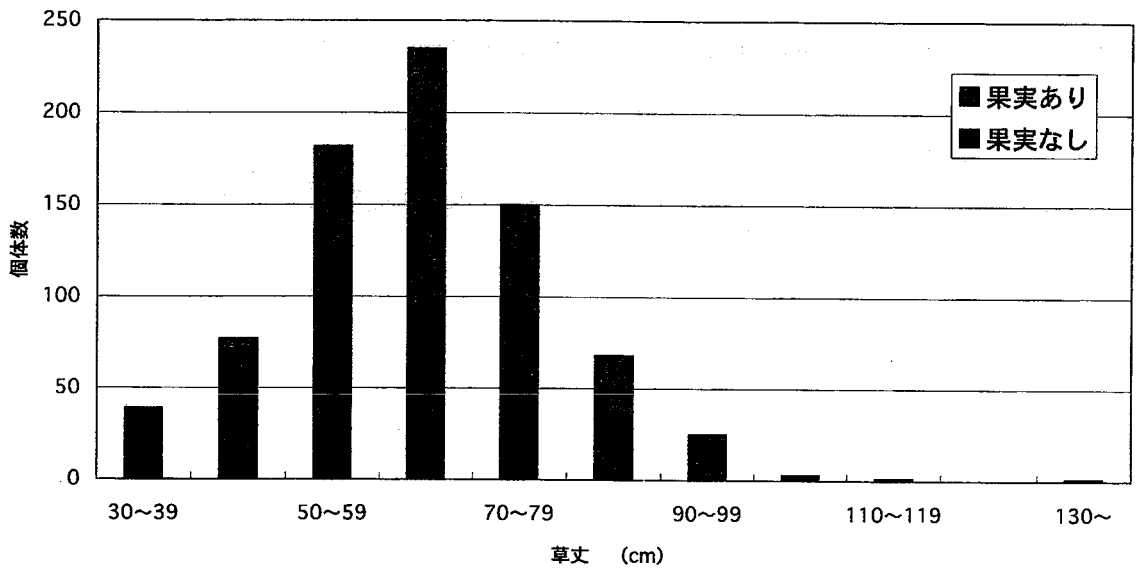


図10. 草丈と果実形成との関係

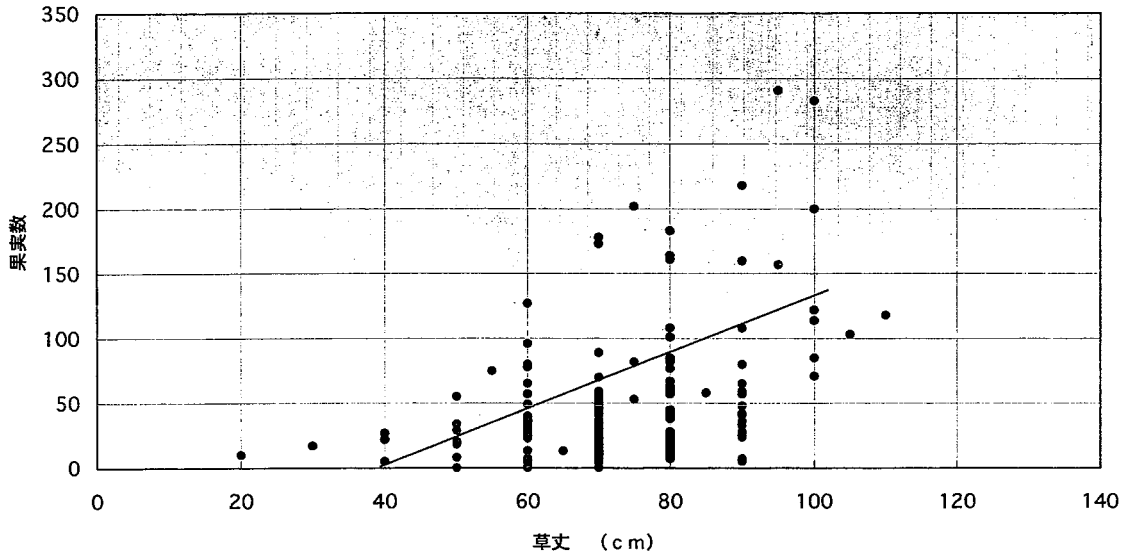


図11. 草丈と果実数の関係

3. 形成種子数

タコノアシの種子は、子房直径で3.3~4.4mmの大きさの果実に、200~500個が入っており、11個の果実で平均326.1個の種子が含まれていた。

4. 種子形態

種子は長さ約0.5mm、幅約0.2mmの大きさで非常に微細なものであった。表面は多くの突起で覆われていた(図12)。

5. タコノアシの種子発芽特性

i) 白色光の発芽率に及ぼす影響

白色光に対する反応では、白色光を連続照射したシャーレでは27%が発芽したのに対し、連続暗期のシャーレではまったく発芽しなかった(図13)。このことから、タコノアシの種子は光発芽種子であることが明らかになった。

ii) 光照射と1日の温度変化の発芽率に及ぼす影響

光を照射しない条件下、温度を一定にした条件下では全く発芽しなかった。

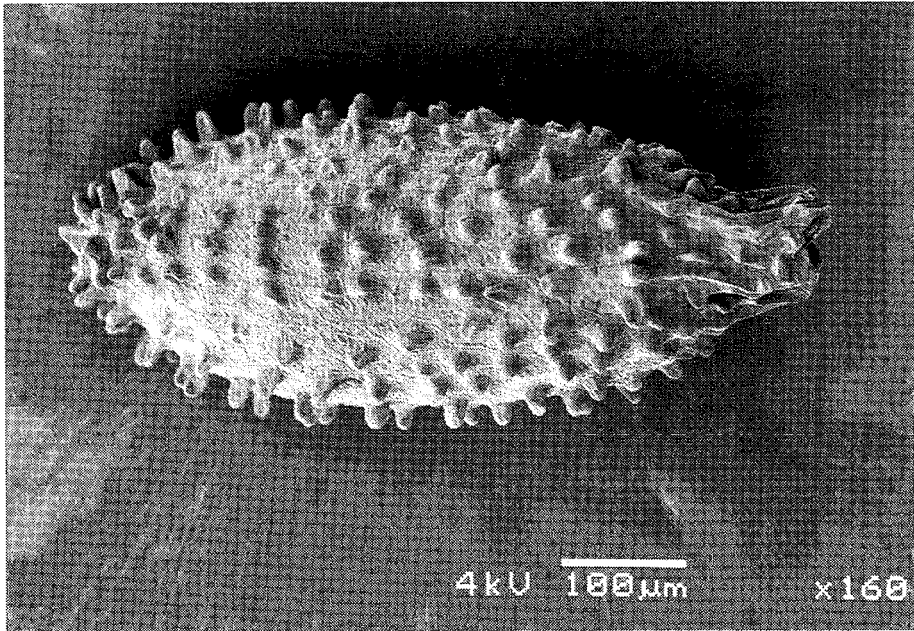


図 12. タコノアシの種子の SEM 像

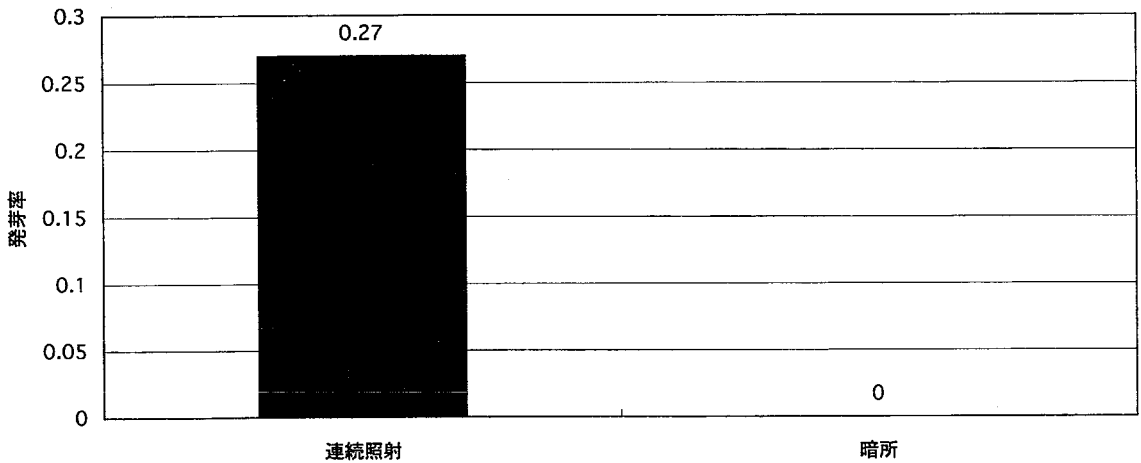


図13. 白色光の発芽率に及ぼす影響

約5ヶ月間室温(約25℃)暗所で保存した種子で実験した。吸水は48時間、温度は16℃で実験した。明期には白色蛍光灯(約2k lux)を連続照射した。発芽率は光照射開始から14日後に計測した。

1日の光条件と温度変化を明条件（30℃）12時間 - 暗条件（15℃）12時間に設定したものは94%が発芽した（図14）。タコノアシの種子発芽には光と1日の温度変化が重要な要因であることが明らかになった。

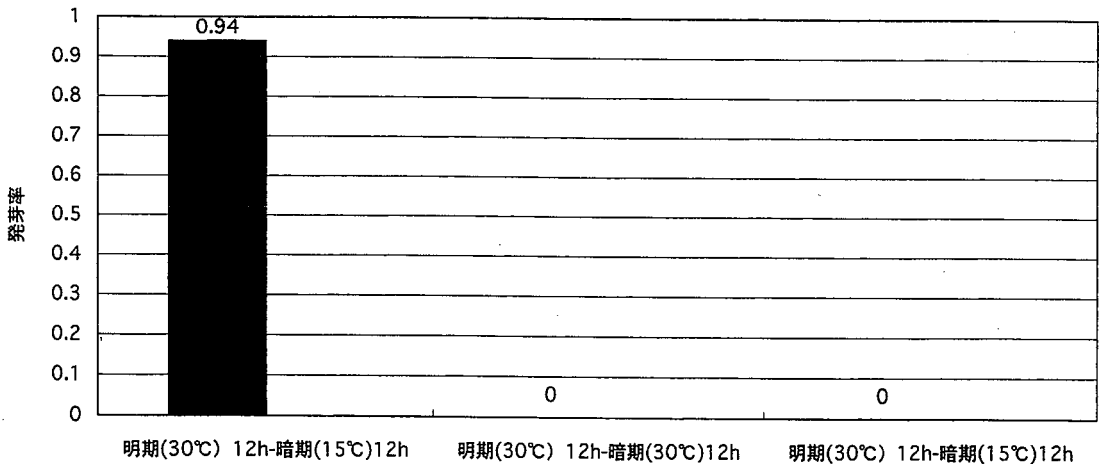


図14. 光照射と1日の温度変化の発芽率に及ぼす影響

約9ヶ月間室温(25℃)暗所で保存した種子で実験を行った。吸水は48時間とした。明期は高温期として、白色蛍光灯（約2k lux）を毎日12時間照射した。発芽率は7日後に計測した。

iii) 種子の保存期間・保存状態の発芽率に及ぼす影響

室温（約25℃）暗所で2ヶ月間保存した種子及び冷蔵（約2℃）暗所で13ヶ月間保存した種子は、3～5日目に一斉に発芽し始め、5日目には80%以上が発芽した。室温（約25℃）暗所で13ヶ月間保存した種子は、5日目には20%程度しか発芽しなかったが、日が経つにつれて徐々に発芽していき、13日目以降はすべてのシャーレで80%以上が発芽した（図15）。室温暗所で保存すると発芽が多少遅れるが、冷蔵暗所で保存すれば発芽が遅れることはなく、ほとんどの種子が一斉に発芽することが明らかになった。

iv) 赤色光・近赤外光の発芽率に及ぼす影響

タコノアシの種子は、赤色光を一度だけ照射した場合には、24時間照射しても発芽率は3.8%にとどまった（図16）。赤色光を毎日繰り返し照射するこ

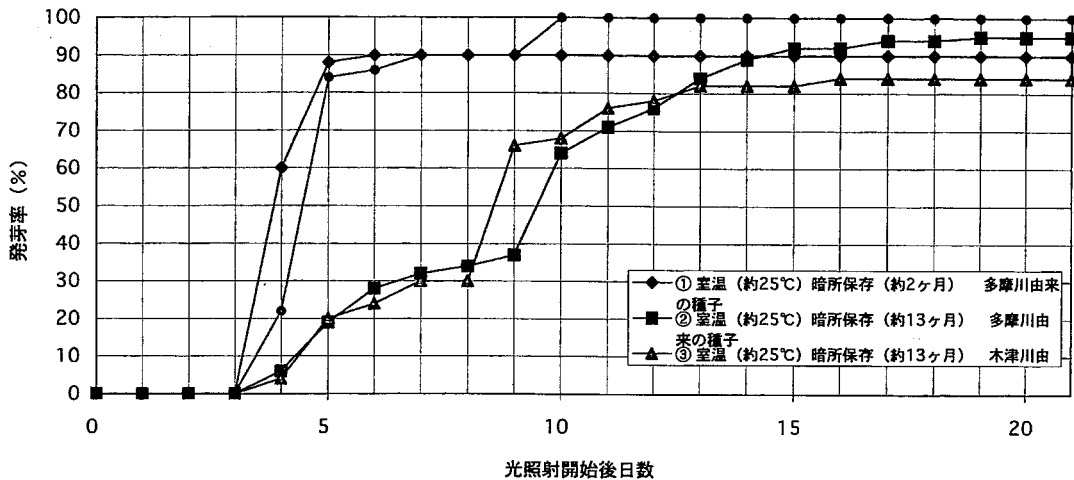


図15. 種子の保存期間・保存状態の発芽率に及ぼす影響

約12ヶ月間室温（約25℃）暗所で保存した種子で実験した。72時間吸水させた後に実験を開始した。温度は、明期12時間は30℃、暗期12時間は最低気温が9.5℃～14.4℃とした。この実験では1日の最低平均温度は12.3℃であった。明期には白色蛍光灯（約2k lux）で光を照射した。

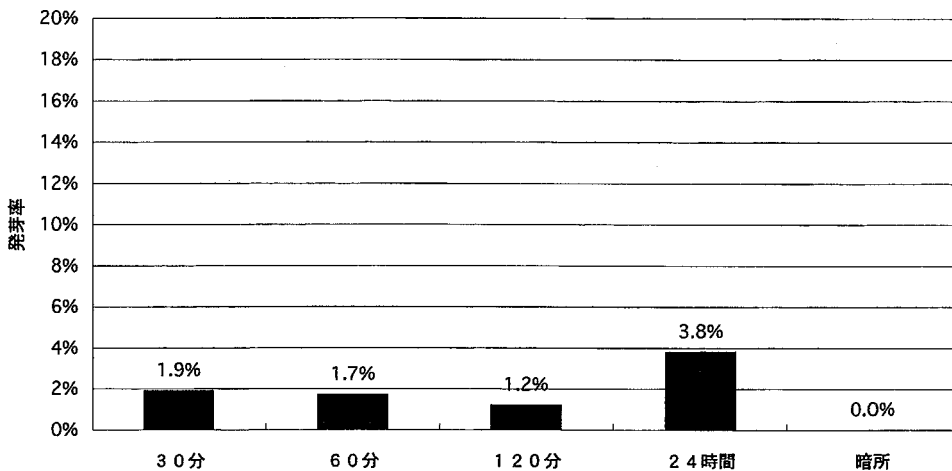


図16. 赤色光を一度だけ一定時間照射し、その後暗条件にした場合の反応

約13ヶ月室温(25℃)暗所で保存した種子で実験を行った。吸水は96時間とした。光は赤色光（約30 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{sec}$ ）を吸水後に照射し、その後はアルミニウム箔で二重に包んだ。温度は、12時間は30℃、12時間は最低気温が10.2℃～14.8℃とした。この実験では1日の平均最低温度は12.8℃であった。発芽率は光照射開始から7日後に計測した。

とで発芽率は高くなり、毎日10分間照射でも18%発芽した。赤色光の照射時間が長くなるほど発芽率が上昇したが、60分間以上の照射では発芽率の上昇は見られず、毎日60分間照射で43%、120分間で45%だった(図17)。一方、近赤外光を照射すると発芽が抑制された。最後に近赤外光を照射する条件(それぞれの光の照射時間は30分)ではどれも全く発芽しなかった。R - Fr - Rで、最後に赤色光を照射したものは17%が発芽したものの、毎日赤色光を30分間照射したものでは発芽率が5%と低く、今後さらなる検討の余地が残されている(図18)。

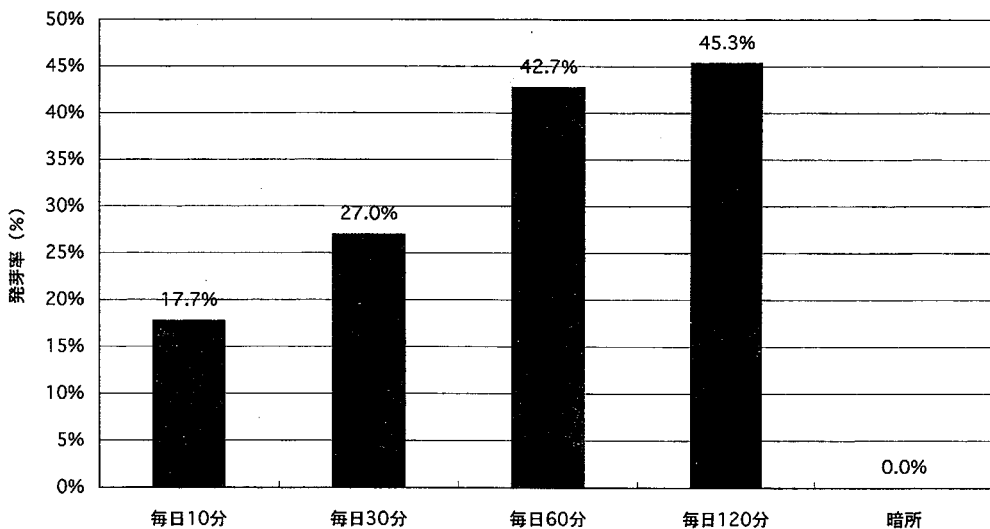


図17. 一定時間の赤色光を毎日繰り返し照射した場合の反応

約14ヶ月室温(25℃)暗所で保存した種子で実験を行った。吸水は72時間とした。光は吸水後に赤色光(約 $30\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{sec}$)を毎日午前10時頃に上記の時間照射し、他の時間はアルミホイルで二重に包んだ。温度は、12時間は30℃、12時間は最低気温が10.2℃~18.6℃とした。この実験では1日の最低平均温度は14.7℃であった。発芽率は、光照射開始から7日後に計測した。

v) 1日の温度変化の発芽率に及ぼす影響

春(20℃ - 10℃)の気温で最も高い発芽率を示し、実験開始後22日目には92%が発芽した。冬(10℃ - 5℃)の気温で発芽率は著しく低下し、22日経っても13%の種子しか発芽しなかった。夏(30℃ - 20℃)や秋(20℃ -

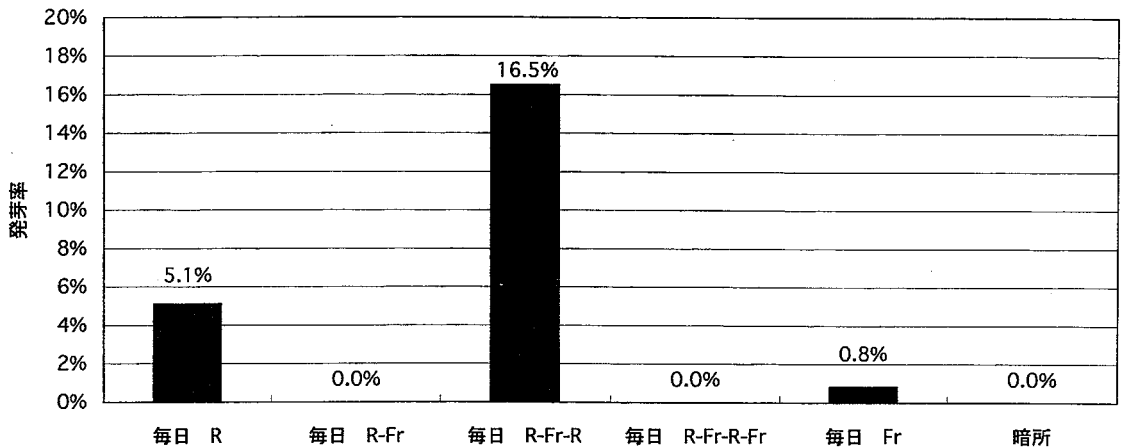


図18. 赤色光と近赤外光に対する反応

約14ヶ月室温(約25℃)暗所で保存した種子で実験を行った。吸水は72時間とした。光は吸水後に赤色光(約 $30\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{sec}$)と近赤外光(約 $2\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{sec}$)を毎日午前10時頃に上記の通り30分間ずつ照射し、他の時間はアルミニウム箔で二重に包んだ。温度は、12時間は30℃、12時間は最低気温が9.5℃~14.4℃とした。この実験では1日の最低平均温度は12.3℃であった。発芽率は光照射開始から14日後に計測した。

15℃)の気温では低めの発芽率を示し、22日後の発芽率はそれぞれ70%、53%だった(図19)。タコノアシの種子は、種子のままの状態越冬し、春になると発芽することが推定できる。同時に、夏や秋にも春と比較するとやや発芽が遅れはするものの、発芽することは可能であることがわかった。

6. 花形態

多摩川の自生地においてタコノアシは8月中旬から9月上旬にかけて開花した。花序は3本以上の花序枝から構成される総状花序で、花序枝の下から上方に向けて順次開花することが観察された。一部の図鑑では集散花序であることが報告されているが、開花の方向が下から上であることから間違いであると思われる。基本構成数には変異があるものの、「萼5枚、雄蕊10本、心皮5枚」から構成される花が最も多かった。花弁は退化していた。開花時期には花糸と子房が白色であるので、花全体としては白色に見える。

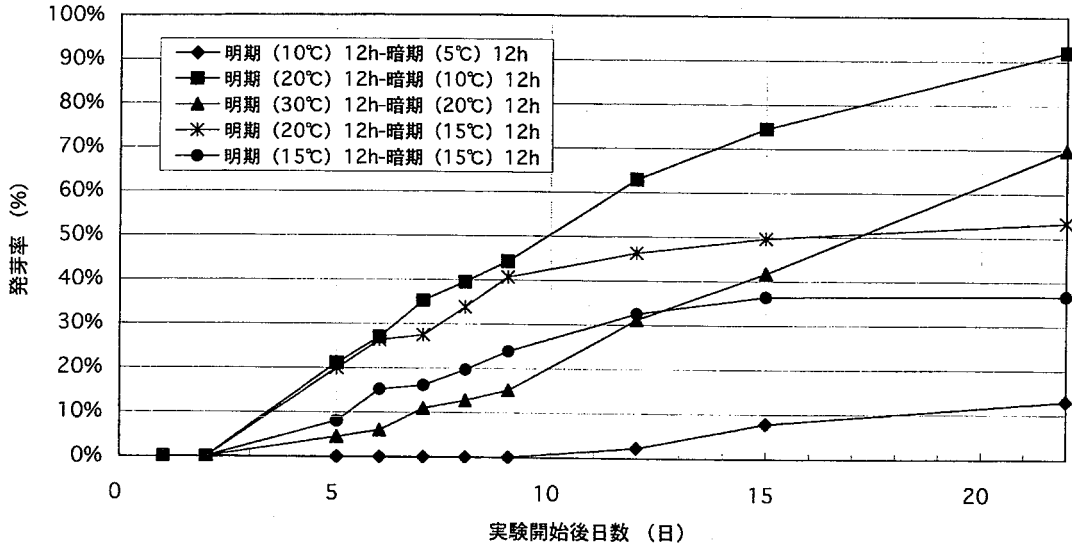


図19. 1日の温度変化の発芽率に及ぼす影響

約13ヶ月室温（約25℃）暗所で保存した種子で実験した。吸水は96時間とした。光は高温期に白色蛍光灯（約2k lux）を照射した。温度は恒温器で調整した。

走査型電子顕微鏡で花盤を拡大して観察した結果を図20に示す。花盤や雄蕊基部には蜜腺様の構造はないことが確認された。

7. 地下茎の伸長様式の観察

自然状態発芽によって生育した実生個体は1年目の時点で5個体を維持することが出来た。これら5個体は植物体高で4.2~6.1cm、根本直径で1.1mm~1.3mm、茎葉枚数が17枚~21枚にまで成長して地上部が枯死した（表1）。根茎は1本だけのものので分岐せず匍匐根茎を発達させなかった。

2年目の各個体は4個体が残った。植物体高で50~88cm、根本直径で3.4~6.8mm、茎葉枚数が60~94枚にまで成長した。これらは育生上のミスから1個体を残して枯死させてしまった。残った1個体は161個の花を開花させた。この残った1個体は地下部に4本の匍匐根茎を伸長した（図21-a,b）。

シュートA（図21-b）は全長12.6cmで（水平方向匍匐長は9.5cm、垂直方向は3.1cm）地上部に茎葉15枚を付けた大型シュートを1本、地上部が未展開であるが次の時期に確実に展開する形態を備えた大型シュートが2本、小

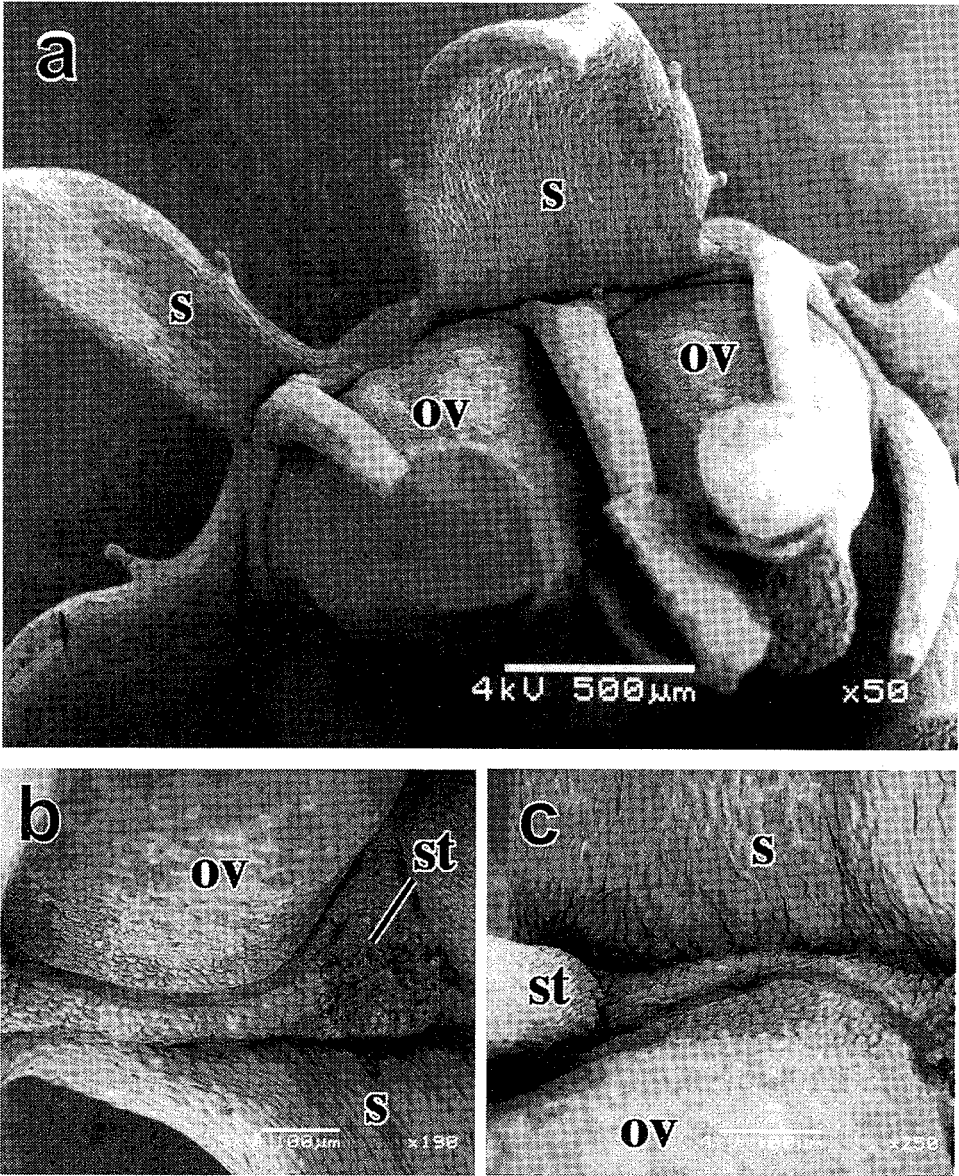


図 20. タコノアシの花の SEM 像 .

a. 柱頭側から見た花の一部分 . b., c. 花盤の部分の拡大 .

略号 : ov, 子房 ; s, 萼片 ; st, 雄蕊 (図 b では取り除いた跡)

型シュートが 10 本形成されていた。なお、図 21-b は実際のシュートを垂直方向から方眼紙の上に投影したものであり、水平方向のシュート長だけが記録されている。

表1. 実生個体5個体の2年間の成長.

個体番号	1年目				2年目			
	植物体高 (cm)	根本直径 (mm)	茎葉枚数 (枚)	開花数	植物体高 (cm)	根本直径 (mm)	茎葉枚数 (枚)	開花数
1	6.1	1.2	21	0	88	6.8	94	161
2	5.6	1.3	18	0	67	4.6	71	**
3	5	1.1	19	0	62	4.5	68	**
4	4.2	1.2	17	0	50	3.4	60	**
5	4.2	1.2	18	0	*	*	*	*

*枯死 (2年次に出芽せず)

**開花前に枯死 (水涸れによる立ち枯れ)

シュート B は全長 10.2cm で (水平方向匍匐長は 8.4cm, 垂直方向は 1.8cm) 地上部に茎葉 14 枚を付けた大型シュートを 1 本、地上部が未展開の大型シュートが 1 本、小型シュートが 6 本形成されていた。

シュート C は全長 9.8cm で (水平方向匍匐長は 7.9cm, 垂直方向は 1.9cm) 地上部に茎葉 12 枚を付けた大型シュートを 1 本、地上部が未展開の大型シュートが 4 本、小型シュートが 19 本形成されていた。

シュート D は全長 4.3cm で (水平方向匍匐長のみで 4.3cm, 垂直方向には伸長せず) 地上部に茎葉を付けた大型シュートは無し、地上部が未展開の大型シュートが 1 本、小型シュートは未発達であった。

シュート E は全長が 6.2cm で (水平方向匍匐長のみで 6.2cm, 垂直方向には伸長せず) 地上部に茎葉を付けた大型シュートは無し、地上部が未展開の大型シュートが 1 本、小型シュートは未発達であった。

つまりこの残ったタコノアシの個体は、地上部で 161 個の花を開花させる一方で、地上部に出てきた茎葉を持つシュートを 3 本、地中で明瞭に発達したシュートを 12 本、地中形成された小型のシュートを 31 本、合計 46 本のシュートを形成して 3 年目に備えていたことになる。

IV. 考 察

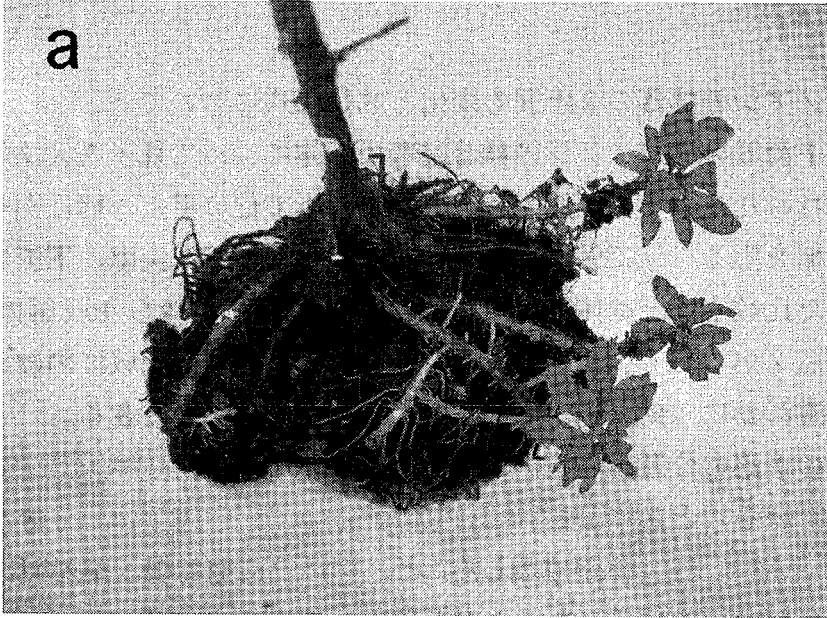
1. タコノアシの群落の2年間の変化と成長様式について

多摩川下流域のタコノアシの群落は市民団体によって種子を人為的に広い範囲に播種されたり、この地域の管理組織によって他の草と一緒に刈り取られないように柵を張ることで保護されている。この地域では実際、下流域の個体群は2年間で比較すると個体数も17%増加し（394個体から460個体に増加）、生息範囲も2倍に拡大している（図7）。従って多摩川下流域における市民団体による保護活動には効果が出ている、と評価することができる。

2年間の群落の位置を見ると、2001年と2002年に個体が分布していた場所が異なっていることが注目される（図7）。これは2001年度に計測の対象外であった30cm未満の個体が成長したこと、ならびに匍匐根茎が周囲に伸びて新しい植物体地上部を形成したことが要因として考えられる。図21に示したように、タコノアシは実生発芽後2年目で親個体周囲約10cm四方に40本を超えるシュートを形成する能力を持つことが明らかになった。開花した親個体は枯死するので、こうした匍匐根茎によるクローン増殖様式は植物体地上部の移動につながるものと解釈できる。この考察の是非については現在、個体間のDNA多型を検出するISSR法でクローン判別を進めて検証しているところである。

2. 他の競合植物との関係

下流域ではタコノアシの群落と共に、オギやセイタカアワダチソウの群落も見られた。タコノアシはオギとある程度共存が可能であるが、セイタカアワダチソウとは共存していないことが注目される。これには複数の可能性が想定される。一つはセイタカアワダチソウに特有の、根茎から他の植物の侵入を阻害する物質を分泌する作用＝他感作用（allelopathy）である。この影響でタコノアシが共存できない可能性が考えられる。もう一つの可能性は土壌の水分条件であり、タコノアシやオギが生育するような低水敷は冠水する頻度が高くてセイタカアワダチソウの生育に適していないことである。下流域の群落では、ちょうどタコノアシとオギが分布しているマイクロハビタットが冠水しやすく、結果としてセイタカアワダチソウが侵入できていないと考えられる。

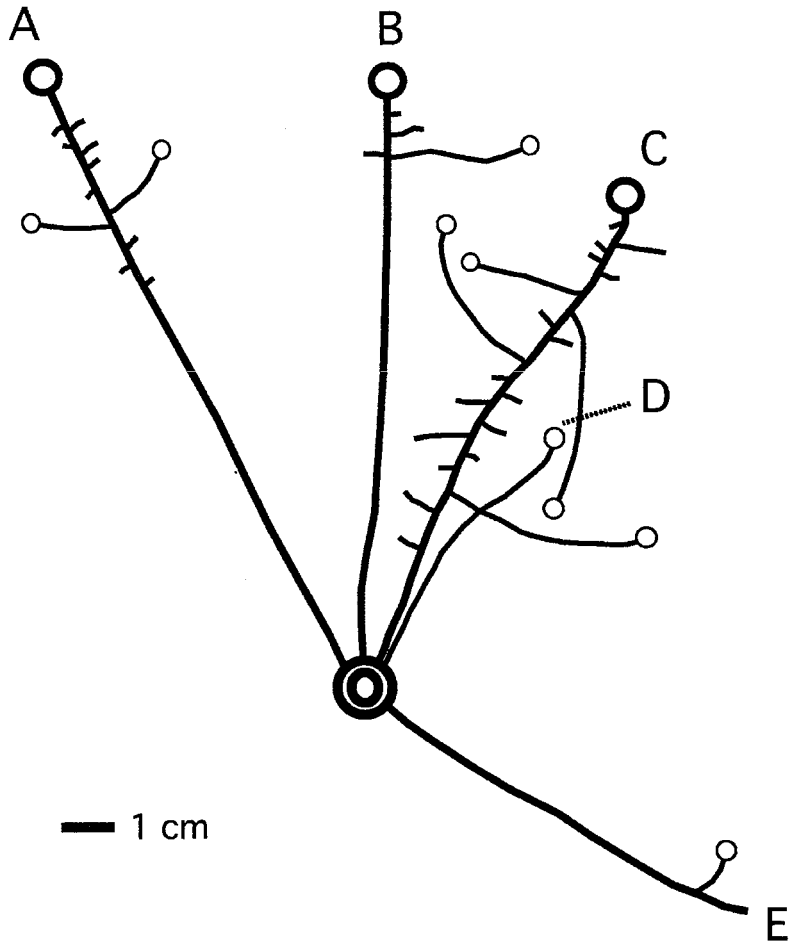


根茎全体の様子



地下部に留まっている大型のシュート

図21. 実生発芽2年目の個体が形成した匍匐根茎







-  2001年に発芽し、2002年に開花した親個体
-  2002年3月以降に伸長した匍匐根茎
-  2002年10月の時点で茎葉を付けていたシュート
-  2002年10月の時点で地下部にあった大型のシュート

図21-c. 種子発芽から2年を経過した開花個体が形成した匍匐根茎の構造.

いずれにしても、タコノアシを圃場で育成する際には、冠水しない通常の土壌環境下でも十分に良く育つ。それにも関わらずタコノアシとセイタカアワダチソウが混在していない事実は、タコノアシが群落の中に実生などで侵入したとしても生存できないことを示唆している。今後はこうした競合植物との相互関係を追跡調査することが必要である。

3. タコノアシの繁殖特性

3.1. 地上部のサイズと開花・結実との関係について

タコノアシの地上部のサイズ（草丈・茎の太さ）と形成果実数には正の相関がみられた（図 9, 11）。また草丈と果実数にも正の相関が見られた（図 11）。開花・結実を行う個体は、植物体高で 40cm 台を境にして現れ始め、このサイズ未満の個体は果実を形成しない（図 10）。半数以上の個体が開花・結実するのは植物体高が 60cm 台以上である。これまでの播種実験によると、タコノアシは種子から発芽して 1 年目は結実せず、2 年目以降の地下茎を発達させ、地上部の茎も太くなってから開花するようである（われわれの予備実験による）。タコノアシは多年草で、地下茎の状態を冬を越え、春になると地下茎から芽をだして再び成長する（参考資料 1 の③）。このとき地下茎は前年に成長しているため、新しい地上部は前年よりも急速に大型になり、稔性を持つと考えられる。年を重ねるごとに地下茎が発達を重ねていくなれば、地上茎もより大型になり、多くの果実を形成すると考えられる。図 11 における植物体サイズが大型の地上部（例えばほぼ全ての個体が開花・結実する植物体高が 90cm 以上の個体）はそのような要因で出現するのではないかと考えられる。この検証のためには、今後数年間の継続観察が必要である。

3.2. 種子による有性生殖と根茎によるクローン増殖

前述のようにタコノアシの果実は、平均で 326.1 個の種子を形成していた。平均的な一個体当たりの果実形成数は 50.8 個であるので、平均的な開花・結実個体は 16,565 個にも及ぶ種子を形成していることになる。これを 2002 年度の多摩川下流域の群落（219 個体が開花・結実）に換算すると、種子生産は約 3,627,900 個/年であると概算した。これら全ての種子が発芽能力を持つかは不明であるが、最適な条件下における発芽率は 90% を超えるので（図 15, 19）、

相当数の次世代を残せる可能性を持っていることが明らかになった。

一方で、1個体当たりの地下根茎も分枝して多数のシュートを無性的に形成する。実生発芽後2年目で、親個体周囲約10cm四方に次期に確実に展開する大型シュートが15本、小型のシュートを含めると40本を超えるシュートを形成する能力を持つことが明らかになった(図22)。開花した親個体は枯死するので、こうした匍匐根茎によるクローン増殖様式は植物体地上部の移動につながるものと解釈できる。2003年の3月時に於いて親個体は完全に枯死しており、かつ図22-bにおけるA-Eの5本の匍匐根茎は相互に分離していた。各匍匐根茎の親個体側数cmほどが枯れて腐っており、おそらく時間とともに各匍匐根茎が以前に繋がっていた形跡は消失するものと思われる。

以上のことからタコノアシの繁殖能力は2年目に獲得され、種子形成と地下根茎の匍匐分枝の両方で進められること、平均的な個体では形成種子は16,565個、匍匐根茎の分枝による形成シュート数は15(-40)本であることが明らかになった。種子によるジェネット数の増加と、匍匐根茎の分枝によるラメット数の増加のどちらが、タコノアシの群落の維持と増加に貢献しているのかについて評価することが今後の課題として重要である。

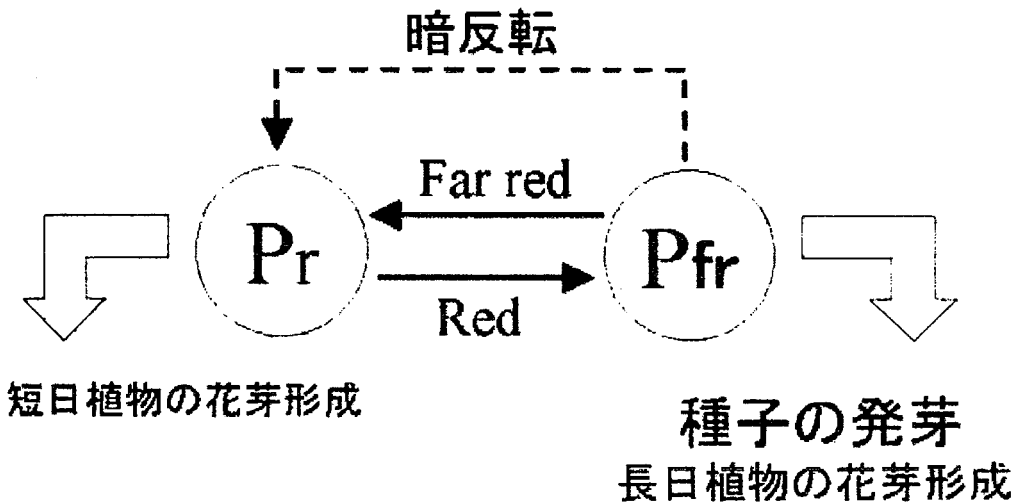


図22. ファイトクロームによる植物の形質発現の制御機構

タコノアシの繁殖能力の評価は比較対照を何に設定するかにより異なる結果を招くが、例えば同じ生活様式をとるカワラノギクなどのパターンが参考になるものと思われる。しかしタコノアシの繁殖能力は決して低いものではない。それにも関わらず絶滅危惧植物に指定されるほど個体数・群落数が全国的に低い理由は、むしろ外的な要因、すなわち他の植物との競合や、人間の影響を含めた河原の環境の変化を考慮するべきであろう。

タコノアシは多くの河原の植物と同様に、周期的な河川の氾濫と植生の破壊＝裸地の形成を前提にした植物であると考えられる。多数形成される種子はその多くが埋土種子として土中に蓄えられ、洪水により裸地が形成されるといち早く発芽して群落を形成するものと思われる。ただし有性生殖、無性生殖による増殖は両方ともに2年目以降であり、その間に後発で生育してくる植物との競合の中で次第に遷移して消滅していくのであろう。後述の種子発芽が光発芽特性を持つことも、こうした河川氾濫と埋土種子の利用を前提とした繁殖様式に合致していると考えられる。

4. 種子散布様式について

タコノアシでは外種皮外層 (exotesta) の細胞1個につき1個の乳頭突起を出しており、種子表面は多くの乳頭突起で覆われていることを走査型電子顕微鏡で確認することが出来た (図 12)。このような突起物は種子が河川水に落ちた場合に表面張力を増大させて水に浮かぶことを可能にすると思われる。実際にタコノアシは種子を川に浮かせたり沈めたりして広げることが知られている (Ikeda and Itoh 2001)。種子をより広範囲に散布させるためには水に浮いた方が有利であり、この目的に於いて種子表面の突起構造が役立っていることが示唆される。

5. 種子発芽の特性について

タコノアシの種子発芽における実験室内での休眠／生殖生理学の研究は現時点で、種子に光感受性があり (EPSG 1989, 加藤辰己・太田英利 1993)、水につけて冷却するという処理を8ヶ月行った後に光を当てると、15℃の一定温度で最も高い発芽率を示すことが知られている (Ikeda and Itoh 2001)。本研究でもタコノアシの種子は光がないと発芽しないことが示され (図 13, 14)、

先行研究を裏付ける結果となった。

河川の氾濫原に生育する植物の種子が発芽する際に光を要求するのは望ましいことである(図 13, 14)。この特性は土壌シードバンクを形成するために重要な特性であると考えられるからである(Fenner 1980, Grime *et al.* 1981, Washitani 1985, Pons 1992)。光の届かない土壌中に種子を蓄えておくことができれば、予期せぬ氾濫で流されてしまったとしても土壌シードバンクを形成して再生することが期待できる。また定温条件だと発芽率が低下する(図 14, 19)ので、気温の変化が小さい土壌中での発芽は更に抑制しているのだと考えられる。タコノアシが小さな種子を大量に生産するのも、土壌シードバンクを形成する助けとなっているのだろう。より多くの種子を土壌に蓄えておくことは、偶発的な河川の氾濫によってできた氾濫原に速やかに生育地を確保するという生活史戦略につながる。一般に、二次遷移の先駆種の種子ほど土中の埋蔵量が多いことが知られている(八杉ら 2000)。これらのことから、タコノアシの種子は土壌シードバンクを形成する能力を有すると見なして良いであろう。

室温(約 25℃)で 13ヶ月間保存した種子は発芽が遅れたのに対し、乾燥冷蔵状態(約 2℃)で 13ヶ月間保存した種子はすぐに多くの種子が発芽し、発芽率も高かった。室温で保存することで発芽率が低下する原因には種子休眠などが考えられ、今後研究していく必要がある。乾燥冷蔵状態で保存した種子は、保存中に低温処理されており、高い温度に置かれればすぐに一斉に発芽することができるのかもしれない。河川の氾濫に伴う裸地形成で、発芽条件が整えば直ぐに一斉に発芽するというのは戦略上重要であると思われる。

河川の氾濫に伴う裸地で埋土種子の発芽を促す引き金になるのは光であり、これにはファイトクロームが関与している。しかし、タコノアシの種子は発芽に光を要求する種子であることが確認されたにもかかわらず、赤色光を一度一定時間照射した場合には発芽しなかった(図 16)。これは、フィトクロームが暗反転によって速やかに Pr に変化してしまったためだとも考えられる。

フィトクロームは、Pr 型と Pfr 型の二型がある(図 22)。植物が合成するフィトクロームは Pr で、Pr は日光の赤色光を吸収して Pfr に変化する。Pfr は近赤外光を吸収するか、暗所で暗反転することで Pr に変化する。種子発芽がフィトクロームに支配されている種子は Pfr が蓄積することによって発芽する。また、Pfr が蓄積すると、スミレやサクラなどの長日植物が花芽を形成する。Pr が蓄

積すると、アサガオやキク、コスモスなどの短日植物は花芽を形成する。

赤色光を一度一定時間当てても発芽しなかったのは、その後7日間の暗条件で速やかに暗反転が進み、PfrがPrに変化したためであろう。これは毎日短時間、赤色光を当てる実験で発芽が認められたことから裏付けられる(図17)。短時間でも毎日赤色光を照射することで、暗期でPrに偏ったフィトクロムがPfrに変化し、それを繰り返すことで発芽に至ったと考えられる。赤色光と近赤外光を交互に照射すると、最後に近赤外光を照射すれば発芽が抑制された(図18)。一度赤色光を照射したにもかかわらず、最後に近赤外光を照射すれば全く発芽しなかったことを考えると、タコノアシの種子は近赤外光に強い感受性を持っているのかもしれない。タコノアシの種子は長さ0.5mm、幅0.2mmととても小さいため、暗反転も速やかに進むのかもしれない。しかし本研究では近赤外光を照射せずに赤色光だけを照射したものでも5.1%しか発芽しておらず、フィトクロムと関連があるとは断言し難い。今後、さらに検討していく必要がある。

タコノアシの種子は春の温度で最も高い発芽率を示した(図19)。冬の低い気温で低温処理された種子は、春先、速やかに発芽して生息地を確保するのだろう。夏や秋も春に比べれば低い割合だが発芽する。これは夏や秋に台風の洪水で河岸が拓けたときに、いち早く発芽し生息地を確保する戦略なのだろう。しかし、冬にはほとんど発芽しない。成長したタコノアシは冬の間、地上部が枯死し地下茎で越冬している(参考資料1-③)。本研究の発芽実験で発芽した種子も冬の気温に置かれると、たちまち赤くなって枯死してしまった。つまり、冬の間は発芽しても成長できないため、発芽を抑制しているのだと考えられる。

多摩川流域のタコノアシは、中流域の個体群の激減が懸念されるが、下流域の個体群は成育場所を確保する内容の保護活動で増加傾向にあることがわかった。またタコノアシの種子は永続的な土壌シードバンクを形成できる可能性が高いこともわかった。これらのデータは、将来、タコノアシの保護のために種子を播種するとなった場合に、適した場所を選定する際大いに役立つことだろう。すなわち本研究は、タコノアシを保護するために人為的に播種するならば、種子は採取後乾燥冷蔵状態で保存し、春、日光のよく当たる上流域の川岸や湿地帯を確保して播種することが望ましいことを示している。

しかし発芽後、どのような条件が成長や結実に効果的なのか、またタコノアシはどのような生活史を持っているのかまでは解っていない。また今回の報告に加えることが出来なかったが、タコノアシの集団の構成に於いて種子と根茎のクローン増殖のどちらが貢献しているかの評価をDNA分子を用いた研究で行うこともこの研究で進めている。このようなことについても今後更に研究を進め、タコノアシの保護活動を一層効果的に進めるための条件を追究していきたいと考えている。

V. 謝 辞

本研究をまとめるにあたり、研究を支えてくださいました 財団法人 とうきゅう環境浄化財団 に厚く御礼申し上げます。事務局の皆様には様々なお手間を取らせてしまったこととお詫び申し上げるとともに、2年間に渡ってご支援下さったことを深謝申し上げます。

研究を開始するにあたりましては、「多摩川の自然を守る会」会長の柴田 隆行様に多摩川水系におけるタコノアシの分布についてご教示頂きました。また、同会の古屋のり子様には永年に渡って保護を進めてこられた多摩川下流における個体群を研究することに快諾下さり、種子の採取などにも寛大なご理解を頂きました。

植物の同定については大川ち津る先生にご指導とご助言を頂きました。温度変化に対する種子の反応は千葉県立衛生短期大学一般教育生物学研究室 橋本 健一教授並びに飯島和子助手にご協力頂きました。また、種子の顕微鏡写真を撮影するにあたっては同大学歯科衛生学科 松井恭平教授にご協力頂きました。

皆様に心よりお礼申し上げます。

今後は本研究をさらに深化させるとともに、「研究論文のための研究」ではなく、この結果を基にしてタコノアシの保全に本当に繋がるように実践的な活動に繋げて参ります。

VI. 引用文献

- Chohen (1966) Optimizing reproduction in a randomly varying environment. *Journal Theoret Biol.* 12: 119-129.
- EPSG (Endangered Plant Survey Group) (1989) The red data book of Japanese vascular plants. Nature Conservation Society of Japan, Tokyo.
- Fenner, M. (1980) The induction of a light-requirement in *Bidens pilosa* seeds by leaf canopy shade. *New Phytol.* 84: 103-106.
- Grime, J. P. (1979) Plant strategies and vegetation processes. John Wiley, Chichester.
- Grime, J. P. , Mason, G. , Curtis, A. V. , Rodman, J. , Band, S. R. , Mowforth, M. A. G. , Neal, A. M. and Shaw, S. (1981) A comparative study of germination characteristics in a local flora. *Jour. Ecol.* 69: 1017-1059.
- Ikeda, H. and Itoh, K. (2001) Germination and water dispersal of seeds from a threatened plant species *Penthorum chinense*. *Ecol. Res.* 16: 99-106.
- Izumi, W. , Akio, T. , Noboru, K. and Ken, I. (1997) *Aster kantoensis* Kitam. , An endangered flood plain endemic plant in Jpapan: Its ability to form persistent soil seed banks. *Biological Conservation* 82: 67-72.
- 加藤辰己・太田英利 (1993) 日本の絶滅危惧生物. 保育社.

環境庁 自然保護局野生生物課 (2000) 改訂・日本の絶滅のおそれのある野生生物. 植物 I (維管束植物). 自然環境研究センター.

Kimura, Y. , Suzuki, M. , Ohno, K. and Takaku, K. (1999) The life history of *Penthorum chinense* Pursh and its growth traits in experimentally different water conditions. Bull. Water Plant Soc. Japan 66: 15-18.

Kuramoto, N. , Takenaka, A. , Washitani, I. and Inoue, K. (1992) A conservation biology of *Aster kantoensis* growing along the Tama River. Jour. Jap. Inst. Land. Architec. 55: 199-204.

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 15: 1-120.

倉本宣, 加賀屋美津子, 可知直毅, 井上健 (1997) 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. ランドスケープ研究 60:557-560.

倉本宣, 加賀屋美津子, 井上健 (1998) カワラノギクの個体群構造の大きさが訪花昆虫の訪花頻度に及ぼす影響とカワラノギクの保護手法. 環境システム研究 26:55-60.

Menges, E. S. (1991) The application of minimum viable population theory to plants.. D. A. Falk and K. E. Holsinger "Genetics and conservation of rare plants" pp.45-61. Oxford University Press, New York.

皆川朋子, 島谷幸宏 (2000) 扇状地河川の自然環境保全・復元目標としての指標の提案と多摩川永田地区への適用. 土木技術資料 42: 22-27.

大井次三郎・北川政夫 (1983) 新日本植物誌. 至文堂.

Pavlik, B. M. , Nickrent, D. L. and Howald, A. M. (1993) The recovery of an endangered plant. I. Creating a new population of *Amsinckia grandiflora*. *Conserv. Biol* 7: 510-526.

Pons, T. L. (1992) Seed responses to light. M. Fenner (ed.) "Seeds: the Ecology of Regeneration in Plant Communities" pp. 259-284. CAB. International, Wallingford.

鳥澤英子 (1998) タンポポの種子発芽に及ぼす赤色光・近赤外光の可逆的な効果—植物が光を信号として捉える現象の教材化の試み. 東京学芸大学理科教育学教室卒業論文.

東芝照明事業部技術資料 (1976) 光周性制御用蛍光ランプの分光放射束分布.

Washitani, I. (1985) Field fate of *Amaranthus patulus* seeds subjected to leaf-canopy inhibition of germination. *Oecologia Berl.* 66: 338-342.

八杉隆一・小関治男・古谷雅樹・日高敏隆 編 (2000) 埋土種子. 『岩波生物学辞典第4版』 p. 1344. 岩波書店.

VII. 摘要

本研究では多摩川におけるタコノアシの生育状況及び繁殖特性と種子発芽特性を調査し、以下の結論を得た。

多摩川水系では 2002 年の時点で右岸 5.5 km 付近の集団だけで繁殖を確認できた。この個体群は 2001 年から 2002 年にかけて、総個体数は 394 から 460 に増加し、果実を形成した個体数は 2001 年で 190、2002 年で 219 であった。また、生息範囲も約 2 倍に広がった。

タコノアシはアシやオギの群落に生息していることはあるが、帰化植物のセイタカアワダチソウの群落とは共存していなかった。

タコノアシの繁殖能力は 2 年目に獲得され、種子形成と地下根茎の匍匐分枝の両方で進められる。1 果実は平均 326 個の種子を形成した。平均的な個体では形成果実数は 50.8 個、形成種子は 16,565 個、匍匐根茎の分枝による形成シュート数は 15 (-40) 本であることが明らかになった。2002 年度の多摩川下流域の群落 (219 個体が開花・結実) に換算すると、種子生産は約 3,627,900 個/年であると概算した。種子によるジェネット数の増加と、匍匐根茎の分枝によるラメット数の増加の両面からタコノアシの群落の維持と増加がなされていると考えられ、現在も研究中である。

植物体の地上部のサイズ (草丈、茎の太さ) と結実数には密接な関係があった。草丈が 40cm から結実する個体が現れ、100cm を越える個体は必ず結実していた。

種子は発芽に光を要する光発芽種子であり、シードバンクを形成する能力があると考えられる。赤色光を信号としてとらえて発芽し、近赤外光で発芽が抑制される傾向がある。この種子の発芽とフィトクロムとの関連を現在検討中である。定温条件 (15°C、30°C) では発芽率が低くなる。冬の気温 (昼 10°C、夜 5°C、各 12 時間。以下同様) では発芽率が著しく低く、夏の気温 (昼 30°C、夜 20°C) や秋の気温 (昼 20°C、夜 15°C) では発芽率は低めだが、春の気温 (昼 20°C、夜 10°C) では高い。

採取してまもなくの種子は発芽率が高い。約 10 ヶ月間、室温 (約 25°C) で保存した種子は発芽が遅れるが発芽率は高く、冷蔵 (約 2°C) 乾燥状態で保存した種子では発芽が遅れることはなく発芽率も高い。

種子の発芽特性を考慮すると、シードバンクを形成する能力があり、タコノアシを保護するために種子を人為的に播種するならば、種子は採取後、乾燥冷蔵状態で保存し、春、日光がよく当たる水辺または湿地帯を確保して播種することが望ましいことになる。播種後はセイタカアワダチソウなどの競合植物の侵入が無いことが個体維持に重要である。

<参考資料>



① 8月のタコノアシ
茎がオレンジ色で葉に細かい鋸
歯があるのが特徴である。



② 11月のタコノアシ
秋には鮮やかに紅葉する。



③ 3月のタコノアシ
前年成長してきた地上部は立ち枯れ、
地下茎から芽が出始めている。



参考資料1. タコノアシの四季の変化



① 花は8月下旬から咲き始めた。



② 花弁はほとんど退化しているが、まれに1~2枚白い花弁が見られた。



③ 穂のものと花から開花・結実していった。



④ 9月上旬に穂が伸び始めた。



⑤ 10月上旬に紅葉し始めた。



⑥ 紅葉と同時に果実も赤く変色した。



⑦ 11月下旬には果実が成熟し、裂開し始めた。



⑧ 12月中旬、地上部はほとんど立ち枯れ、ほとんどの果実が裂開した。

参考資料2. 花芽の成長の様子



① 花の咲き始めの頃は穂はまだ短い。



② タコノアシは穂状花序を示す。



③ 未成熟の果実をつけた花穂。



④ 成熟した果実をつけた花穂。

参考資料3. 花穂の伸長の様子

た ま が わ か せんしき げんきょう
「多摩川河川敷におけるタコノアシの現況、
せいいくとくせい ほぜんたいさく
生育特性、保全対策について」

(研究助成・学術研究VOL. 32-No.233)

著 者 せ と ぐ ち ひ ろ あ き
瀬戸口 浩 彰
発行日 2004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
