

# 崖線上の落葉樹林における埋土種子の発芽特性

Germination characteristics of soil seed bank in deciduous forest along terrace scarp

栗原彰子 武内和彦 北川淑子

(東京大学大学院農学生命科学研究科)

## I はじめに

現在の都市環境において自然に近い状態の樹林は少なく、かつ細分化された樹林が点在する状態となっているので、その存在は貴重なものとなっている<sup>[1]</sup>。しかし都市における孤立林においては、島嶼生物地理学理論の立場から生育する種数や孤立林相互間の移入率の減少<sup>[2]</sup>、気温の上昇・大気汚染物質の増大という悪化した都市環境による植生の変化<sup>[1]</sup>、都市でも生息可能な鳥類による都市特有ともいえる鳥被食散布型の植物の増加<sup>[3]</sup><sup>[4]</sup>、といった問題が報告されており、都市化がもたらす影響により、樹林の質が大きく変化する可能性は高い。そのような状況の中、生物多様性の確保、とりわけ種の多様性の確保という観点から、都市環境においては、面積は小さくとも野生の動植物が生息する自然環境が残されていること自体が、貴重な資源として評価されるべきである<sup>[5]</sup>と考えられており、自然林を前述のような都市的要因による変化から保全していく必要がある。

保全生態学の立場から生物多様性の保全・回復を考える際、埋土種子の利用が考えられる<sup>[6]</sup>。樹林の埋土種子を調査すると、アカメガシワ、カラスザンショウといった、先駆的な植物の種子が多数含まれていること<sup>[7]</sup>や、本来樹林中には存在していない耕作地の草本が含まれていること<sup>[8]</sup>などが報告されている。しかし、土壤中に永続的な埋土種子の貯蔵庫を形成するような性質を持っている植物については、もし生育場所の土壤が保

全されていけば、地上植生から絶滅した種であっても、埋土種子による植生回復の可能性が高くなると考えられている<sup>[9]</sup>。

本研究では、都市における自然林を対象に、その土壤中に含まれる埋土種子集団とその発芽の季節特性を調べることで、埋土種子の発芽による植生回復の可能性を検討した。

## II 調査対象地

本研究は東京都板橋区高島平にある、都立赤塚公園内の斜面林でおこなった。この斜面林は武蔵野台地の東の端に位置する段丘崖で<sup>[5]</sup>、自然植生であるシラカシ群集ケヤキ亜群集として識別される林分が分布している<sup>[10]</sup>。対象地周辺は、江戸時代の終わりまで幕府の直轄領であり、鷹狩場として利用されていた。1870年に民間に払い下げられた後、低地は崖線からの湧水や白子川、新河岸川などの水を引き巡らした水田地帯となった。しかし戦後、水の枯渇、生産量の減少という事態が生じ、1964年に約100万坪が日本住宅公団へ売却され、水田地帯は高島平団地へと姿を変えた。その際崖線部分を含む一部が都立赤塚公園として整備され、段丘崖の斜面林はそのまま残された。現在でも、都区内にあって、段丘崖の自然が比較的良好な状態で保たれている地域であり、雑木林の林床や湿地性の土地に見られる、都内では稀少になった植物が多く出現していることが確かめられている<sup>[5]</sup>。林床には、典型的な春植物であるニリンソウの大群落が見られ、「ニリンソウを保存する

会」の人たちによって、シロダモなどの常緑樹を伐採する管理がおこなわれている。

1998年6月に、調査対象地に設置した方形区内の毎木調査と実生調査をおこなった(図1・図2)。それによると、高木層にはムクノキ、ケヤキ、ミズキが優占しているが、亜高木層以下実生まではシロダモ、アオキ、シュロが広がっている。都市内で見られる鳥被食散布型植物の増加現象<sup>[3][4]</sup>は、本調査地でも起きていていると考えられた。

### III 実験の方法

埋土種子は、調査対象地内の土壌をプランタに移し、積極的に発芽させて実生を確認する方法で調べた。また、土壌中の種子と樹林内に散布される種子との比較を試みるため、樹林内にシードトラップを設置した。

埋土種子は、その時間的継続性の違いに応じて、種子散布後特定の季節にのみ存在する季節的埋土種子(seasonal seed bank)と、1年以上の期間連続して存在する永続的埋土種子(persistent seed bank)とに分けられる<sup>[9]</sup>。今回は埋土種子発芽の季節特性を明らかにするため、季節的・永続的両方の埋土種子集団を対象とする3月から10月までの本実験と、永続的な埋土種子集団だけを対象とする8月から10月までの予備実験の、2つの実験をおこない比較を試みた。

本実験は1998年3月14日に、斜面の中部から下部にかけて縦20m×横2mの方形区を設置し、その方形区に沿って63地点で土壌を採取した。予備実験は1997年7月31日に、斜面を上部・中部・下部の3つにわけて、それぞれで10地点、あわせて30地点で土壌を採取した。両実験とも1地点につき縦20cm×横20cm×深さ4cm程度の土壌を採取した。実験は東京大学農学部内の圃場でおこなった。採取した土壌は、底にパーミキュライトをひいたプランタに、深さが均一になるように広げた。プランタの上部には、外部からの種子の侵入を防ぐため、22%遮光の白色寒冷紗をかけた。また積極的に発芽させるため、適宜水道水による灌水をおこなった。発芽を確認した実生は、種名

が同定できたものは抜き取り、同定できなかったものは別のプランタに移植して、常に明るい環境が保たれるようにした。

シードトラップは、地表から高さ1m程度の高さのところに、1.5m四方の寒冷紗を張るような形で設置した。設置場所は、方形区内に1つ、方形区外に2つ、計3つとした。調査は、98年10月から99年2月までおこなった。

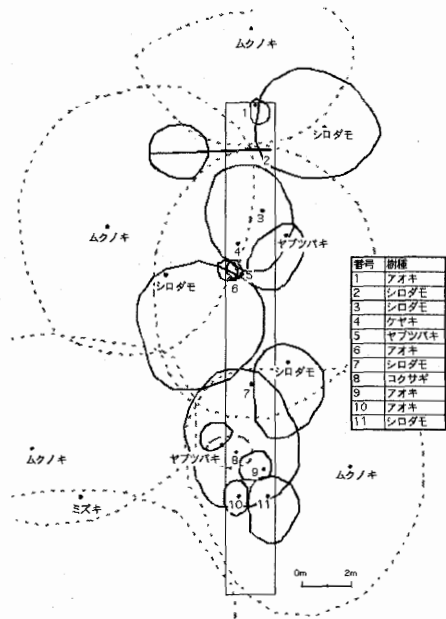


図1 毎木調査の結果

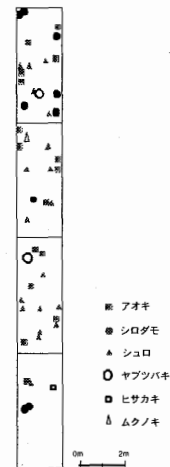


図2 実生調査の結果

## IV 結果と考察

本実験では 1999 個体、予備実験では 264 個体の実生が確認された。そのうち、種名の同定が困難だったものや同定前に枯死したものを除外し、本実験では木本 24 種 495 個体、草本 61 種 1339 個体、予備実験では木本 9 種 48 個体、草本 24 種 186 個体を考察の対象とする(表 1)。

シードトラップの調査では、2831 個の種子散布が確認された。そのうち種名の同定ができていないものなどを除外し、2781 個を考察の対象とする(表 2)。

### (1)個々の調査の結果

本実験で多く発芽した種は、ドクダミ(409 個体)、カタバミ(212 個体)、ヒサカキ(158 個体)、ハルジオン(112 個体)であり、以下ハシカグサ、ウラジロチチコグサ、アカメガシワ、ハハコグサ、オオアレチノギク、ミズキ、ムクノキと続く。このうち、ハルジオン、オオアレチノギク、ウラジロチチコグサといったキク科の帰化植物、またカタバミなどは、斜面林内ではなく公園の歩道などに分布しており、主に風散布で分布を拡大していると考え

られた。耕地性雑草の種子の寿命に関しては、Brenchley(1918)<sup>[11]</sup>が 60 年以上としており、またコナラ林における埋土種子集団を調査した浜田・倉本(1994)<sup>[8]</sup>において、本来コナラ林では生息しない耕地性雑草の埋土種子が発芽していることより、これらの耕地性雑草は、埋土種子としての分布も拡大していることが示唆された。ムクノキ、ミズキはこの樹林の優占種である。表 2 によると、総散布種子数 2781 個のうち、ムクノキが 472 個、ケヤキが 2165 個、エノキが 14 個、ミズキが 2 個と、優占樹種 4 種だけで 95%も占めていることが確認された。これらの落葉樹は、暗い林床下では成長困難であるため、樹林内に見られる実生は少ないが、今回の調査結果より、明るい環境を整えれば樹林内でも発芽・成長可能であることが示唆された。なお散布種子の調査では多数の散布が見られ、埋土種子の調査では発芽が見られなかったケヤキであるが、その結実周期特性は 2~3 年目に豊作があり、かつ貯蔵・発芽促進を的確におこなった場合でも発芽率は 20%以下であること<sup>[12]</sup>から、98 年が豊作年であったため種子散布は大量に見られ、逆に 97 年は不作年であったため埋土種子の発芽が見られなかったと推測できた。

予備実験では、クズ(47 個体)、アカメガシワ(25 個体)、ドクダミ(23 個体)などが発芽した。クズが

表 1 本実験・予備実験で発芽した種

	A. 本実験のみ発芽した種	B. 両実験で発芽した種	C. 予備実験のみ発芽した種
I. 落葉樹林 林床・林縁 (32種)	イヌザクラ・ミズキ・エノキ・ニワトコ・サンショウ・タラシ ムラサキキア・コバシ・ツタ・シロダモ・イヌツグ コリンソウ・ミズヒキ・キランソウ・タケノコ・サビゴクサ トコクサ・マオ・ヤマホトトギス・クサマオ	ムクノキ・スズナギ・アカメガシワ・クサキ ヤマクワ・ヒサカキ・クサイチゴ ヒヨドリシヨウコ・クズ・ハシカグサ ジャノヒゲ	ムカゴイラクサ・タチツボ・スミレ
II. 畑地・路傍 (38種)	タンポポ・sp・イヌタデ・ツクサ・オオアレチノギク セイタカアワダチソウ・アオスゲ・エノコログサ チトメグサ・ハネバ・ナホロギク・チチコグサ シロツメクサ・オヒシバ・メヒシバ・アキメヒシバ ヒメジョオン・ミチタネツクバ・オオクサキビ オランダミミナグサ・カヤツリグサ・カタバミ・ススキ オオニワホコリ	イヌホウズキ・ヨウシュヤマゴボウ オニタビラコ・ハビイチゴ・ハハコグサ ハルジオン・コナスビ・キツネアザミ ノゲシ・チチコグサ・モトキ ウラジロチチコグサ・イヌビユ ウシハコバシ・シロダ	イヌガラシ・クワカサ
III. 水田 ・放棄水田 (17種)	サナエタデ・イヌタデ・ツクサ・ヨシ・チトメグサ スズメノテツボウ・ウテンツキ・カワラスゲ ムラサキキア・ゴケ・ガマ・sp・ミノアスマ・アゼナ カヤツリグサ・チョウジタデ・ハイヌメリ	ハビイチゴ・ドクダミ	
IV. 逸出 (8種)	ムラサキツクサ・コムラサキキア・ハゼ・クスノキ キウイ	トウネス・ミモチ・クリ	ミミト

注：イヌタデ・ツクサ・チトメグサ・カヤツリグサ・ハビイチゴの 5 種は、生育地 II と III どちらにも含まれる<sup>[13]</sup> [14]

表2 樹林内散布種子

	10月	11月	12月	1月	2月	合計
ケヤキ	329	1605	228	2	1	2165
ムクノキ	69	153	249		1	472
ヨウシュヤマゴボウ	6					6
アカメガシワ	6					6
エノキ	4	2	7		1	14
ミズキ	1				1	2
サシユウ	1					1
クス	5		17	3		25
ヒサキ	2	5	48		2	57
クスノキ	1	3	5			9
クサギ		2				2
ムササギシブ		1	16	2		19
シロダモ		1	2			3
合計	424	1772	572	7	6	2781

突出して多かったのは、土壌を採取したすぐ近くにクズの個体が生えていたためと考えられた。実験開始が8月と遅かったため、木本ではヌルデ、アカメガシワ、クサギといったいわゆる先駆性の高い樹種が中心であり、草本も先駆性の高いヒヨドリジョウゴやヨウシュヤマゴボウ、またロゼット葉で冬を越すハハコグサ、ノゲシ、ウラジロチチコグサなどが中心であった。

(2)立地ごとの特性

今回の考察では、シダ・コケ類を対象外としたが、水田等の水中や湿地に生えるシダ植物ミズワラビの発芽が見られた。またこの樹林は落葉樹林であるため、春先明るい落葉樹林環境を好む植物が多数見られることが推測された。そこで、本実験・予備実験で出現した全種を、主にどの環境に生育しているのか、文献<sup>[13][14]</sup>などにもとづき、Ⅰ.落葉樹林林床・林縁、Ⅱ.畑地・路傍、Ⅲ.水田・放棄水田、Ⅳ.逸出の4つに分類した(表1)。この結果、この斜面林の埋土種子には、Ⅲ.水田・放棄水田に生育する種、つまり湿った立地を好む種が多く含まれていることが明らかになった。この斜面林には今でも湧水があるが、かつては斜面のすぐ下まで水田が広がっており、当時は含水量の多い土壌であったと考えられる。今回発芽が確認されたこれらの種の中には、開発前に生息していた植物体起源の種子で、埋土種子として30年以上もの長い間、土壌中で待機していたものもあることが推測された。また、Ⅰ.落葉樹林林床・林縁に生育する種も多く存在したが、このことは、今は亜

高木層以下実生まで常緑樹が目立ってきているものの、もとはムクノキ、ケヤキを主体とする落葉樹林であったことを裏付けるものと考えられた。Ⅳ.逸出は、近くの民家もしくは公園内に植栽されている、主に鳥被食散布型の植物であり、鳥によって種子が運ばれてきたと考えられた。

図3は、表1を発芽種数で整理したものだが、これによると、Ⅲ.水田・放棄水田に生育する種は、本実験のみの発芽が特に多いことがわかる。このことは、これらの種が春に集中して発芽したことを示唆する。そこで、前述の4つの生育環境タイプごとに、本実験における発芽個体数の時間変動を調べた(図4)。その結果、Ⅰ.落葉樹林林床・林縁に生育する種は、3月から5月にかけて発芽し、Ⅱ.畑地・路傍に生育する種は、実験終了まで連続的に発芽し、Ⅲ.水田・放棄水田に生育する種は5月から6月にかけて発芽するという特徴がそれぞれ見られた。Ⅰ.落葉樹林林床・林縁に生育する種は、春先に光がさし込む落葉樹林の特徴を利用して、発芽・成長する特性を保持していると考えられた。Ⅱ.畑地・路傍に生育する種は、年間を通して発芽可能な特性を備えることで、その生育地を拡大していると考えられた。Ⅲ.水田・放棄水田に

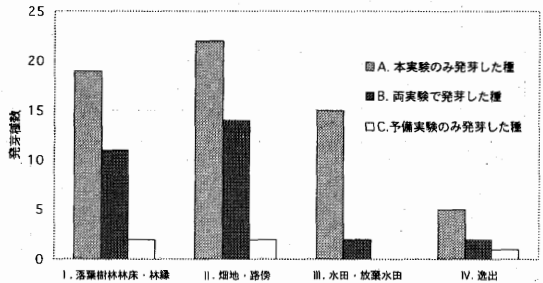


図3 生育地別発芽種数

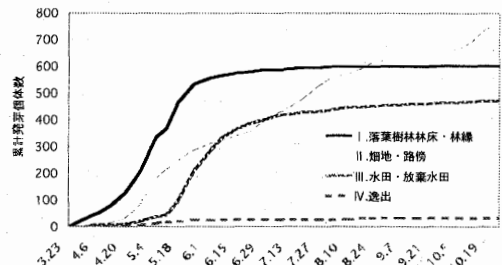


図4 生育地別累計発芽個体数

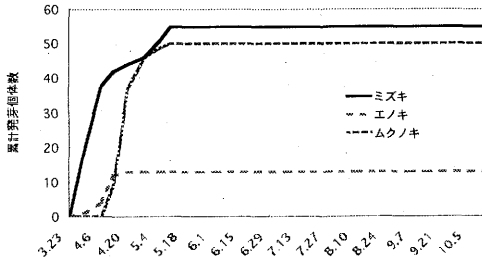


図5 発芽が4・5月に集中するタイプ

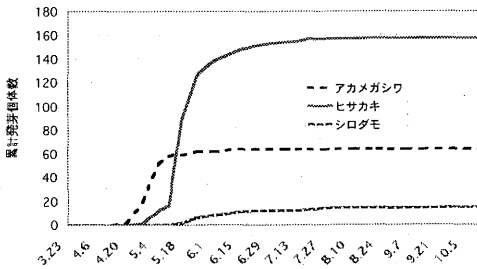


図6 発芽が6月以降も続くタイプ

生育する種は湿った環境を好むが、これらの発芽が5月から始まったのは、水田に水が入られる時期と一致しており、水田耕作のサイクルにあわせた発芽特性を保持していると考えられた。

### (3)木本の発芽特性

木本の埋土種子の発芽特性を明らかにするため、本実験で発芽した木本の発芽個体数の時間変動を調べた。その結果、発芽が4・5月に集中するタイプ(図5)と、6月以降も続くタイプ(図6)の2つに区別できた。発芽が4・5月に集中するタイプは、春という季節を選択して発芽する傾向をとる考えられた。高木層の優占種であるムクノキ、ミズキ、エノキなどがこのタイプであった。これらの種は、前述の4つの生育地タイプでは、I.落葉樹林林床・林縁に属し、春先に光がさし込む落葉樹林の特徴を利用した発芽特性を保持していると考えられた。6月以降も発芽が続くタイプは、発芽のための季節を選択することなく、条件が整えば発芽可能な特性を保持していると考えられた。攪乱依存種といわれるアカメガシワや、常緑樹であるシロダモ、ヒサカキなどがこのタイプであっ

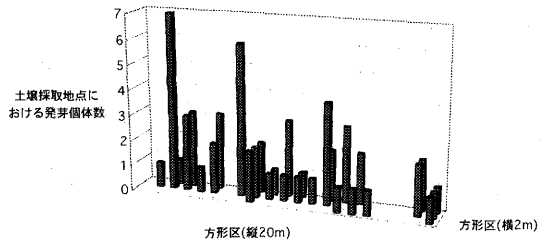


図7 アカメガシワの埋土種子の分布

た。一般に攪乱依存的な発芽特性を持つアカメガシワのような種は、長期の埋蔵に耐えられる種子を樹林内に広く分布させ、樹冠が開けると一斉に発芽することが知られており<sup>[15]</sup>、モミ・ツガ天然性二次林に、アカメガシワとカラスザンショウの埋土種子が多数含まれていたこと<sup>[7]</sup>や、森林表土の撒きだし実験において、ネムノキ、ヌルデ、アカメガシワなどが森林タイプを問わず広く分布していること<sup>[16]</sup>などが報告されている。本研究でも、アカメガシワ、ヌルデ、クサギなどが、本実験、予備実験ともに発芽し、また本実験で64個体発芽したアカメガシワは、土壌採取地点ごとに少なく広く分布していることが確認でき(図7)、攪乱依存種の特徴が本研究でも明らかになったと考えられた。ヒサカキ、シロダモは、どちらも鳥被食散布型の常緑樹である。このうちシロダモは、樹林内に実生としても存在しており(図2)、実生の状態で環境条件が整うまで待機していると考えられた。ヒサカキは、方形区内での個体は確認できなかったものの、種子の散布は大量におこなわれていることが確認でき(表2)、また本実験で158個体の発芽が確認できた。ヒサカキはシラカシ群集ケヤキ亜群集の標徴種であり、さらに常緑樹林化が進行すれば、発芽の可能性が高くなることが示唆された。

## V まとめ

本研究は、都市における自然林を対象に、その土壌中に含まれる埋土種子を調べた。その結果、

調査対象地の自然植生であるシラカシ群集ケヤキ亜群集の構成種、および、この土地の歴史を反映する水田環境を生育地とする種が、埋土種子として多数存在していることが明らかになった。また、これらの種子は、林床の相対照度が高くなる春に集中して発芽する特性を保持していることも明らかになった。この結果、春に発芽する特性を利用することで、埋土種子の発芽により、ケヤキ、ムクノキなどが優占する調査対象地本来の植生を回復させることは可能である、との結論が得られた。なお自然林を保全するには、「はじめに」で述べたような都市環境におけるマイナス要因を取り除く必要がある。今後は、照度の確保や選択的伐採といった維持・管理手法もあわせて研究し、埋土種子の利用による自然林保全の具体的な試みを追求していく必要がある。

最後に、本研究を進めるにあたり、都立赤塚公園管理事務所の川田所長には、調査を進める上でいろいろと便宜を図っていただきました。また、「ニリンソウを保存する会」の香取孝作氏には、調査対象地周辺に関して参考となる貴重なご意見をいただきました。ここに、厚く御礼申し上げます。

#### [参考文献]

- [1] 明田川晋・萩原信介・高橋啓二(1985): 自然教育園における樹木および森林群落の最近18年間の変化. 自然教育園報告, 16, 1-38.
- [2] 山本進一(1985): 孤立林のダイナミクス. 生物科学, 39, 121-127.
- [3] 山岡景行・守山弘・重松孟(1975): 都市における緑の創造 第1報 都市化の植物社会に及ぼす影響. 東洋大

学教養課程篇(自然科学), 18, 11-30.

- [4] 唐沢孝一(1978): 都市における果実食鳥の植生と種子散布に関する研究. 鳥, 27, 2-20.
- [5] 東京都北部公園緑地事務所(1996): 赤塚公園等崖線植物調査委託(その2). 社団法人日本造園学会, 東京, 102pp.
- [6] 鷺谷いづみ(1997): 「植生発掘!」のすすめ. 保全生態学研究, 2, 2-7.
- [7] 二宮生夫・荻野和彦(1986): 米野々演習林モミ・ツガ天然生二次林における埋土種子集団一その群集構造、発芽過程と斜面地形との関係. 愛媛大学農学部演習林報告, 24, 29-41.
- [8] 浜田拓・倉本宣(1994): 実生発現法によるコナラ林の埋土種子集団の研究及びその植生管理への応用. ランドスケープ研究, 58(1), 76-82.
- [9] 鷺谷いづみ・矢原徹一(1996): 保全生態学入門 遺伝子から景観まで. 文一総合出版, 東京, 270pp.
- [10] 東京都(1987): 東京都植生調査報告書. 東京都環境保全局自然保護部, 東京, 282pp.
- [11] Brenchley, W. E. (1918): Buried weed seeds. Journal of Agricultural Science 9, 1-31.
- [12] 竹内虎太郎(1975): 緑化用樹木の実生繁殖法. 創文, 東京, 271pp.
- [13] 笠原安夫(1951a): 本邦雑草の種類及び地理的分布の研究 第3報 畑地雑草の地理的分布と発生度. 農学研究, 39(3), 11-26.
- [14] 笠原安夫(1951b): 本邦雑草の種類及び地理的分布に関する研究 第4報 水田雑草の地理的分布と発生度. 農学研究, 39(4), 23-34.
- [15] 鷺谷いづみ(1989): 種子発芽の生態学—方法論と展望の模索. 種生物学研究, 13, 1-17.
- [16] 梅原徹・永野正弘(1997): 「土を撒いて森をつくる!」研究と事業をふりかえて. 保全生態学研究, 2, 9-26.

This paper investigates the process of vegetation regeneration from soil seed bank. Soil samples were collected from the semi-natural deciduous forest along terrace scarp in Akatsuka Park located in northeastern Tokyo. From the analysis based on Surveying Seedling Emergence, the existence of large amount of buried seeds peculiar to deciduous forest and moist environments was verified. These seeds are those of the native species of this forest and tend to germinate in springtime. The results indicate that taking advantage of these germination characteristics, the soil seed bank could be effective for vegetation regeneration in this forest.