

(22) 都市近郊二次林の埋土種子相に関する研究

A Study on Species Composition of Seed Banks in Secondary Sands in a Suburban District

根本淳* 山田宏之** 中尾史郎** 松本勝正*** 中島敦司** 養父志乃夫**

Jun NEMOTO* Hiroyuki YAMADA** Shiro NAKAO**
Katsumasa MATSUMOTO*** Atsushi NAKASHIMA** Shinobu YABU**

ABSTRACT ; In this study, we surveyed the species and the number of seedlings germinated from soils sampled from secondary stands of *Quercus serrata* in the Musashino terrace in the Tokyo Metropolitan area in order to grasp the relationships between the seed banks, actual stand floor vegetation and the land use around the stands. The following results were obtained. 1) The numbers of germinated seedlings were negatively correlated with the area of the stands. 2) The percentage of summer-annual and winter-annual plants, including man-dispersed species, were higher in soils sampled from the sites of smaller stands having a sparse shrub layer. 3) The percentage of plants dispersed by gravitation, which are characteristic in secondary stands of *Quercus serrata*, was higher in the larger stand sites having a dense shrub layer. 4) The results showed that the potential of seed banks is not as great as the reconstruction material for stand floor vegetation. This is because the percentage of common species germinated from sampled soil and those living in actual stand floor vegetation was low. 5) The soil at the smaller stands sites having a sparse shrub layer was tend to contain more weed species than characteristic species of the actual stand floor vegetation. Therefore if the soil taken from that site was used for the reconstruction material of the stand floor vegetation, the weed species would be dominated in the stand floor vegetation.

KEYWORDS ; Species Composition, Seed Banks, Secondary Stand, Suburban District, Stand Floor Vegetation

1. はじめに

近年、都市近郊地域において、踏圧等により林床植生が破壊された二次林分がみられることが報告されている¹⁾²⁾³⁾⁴⁾⁵⁾⁶⁾。

根本ら²⁾³⁾⁴⁾は、東京都武蔵野台地におけるコナラ二次林の保全を目的とした一連の研究を通じ、都市近郊二次林の生物多様性を維持していくためには、林床植生を保全することが重要であることを指摘している。さらに、林床植生の保全に際しては、林床に過度の踏圧が及ばないようにする必要があり、そのためには林分面積と周辺環境(土地利用、人口)の関連を考慮した保全計画を策定することが望ましいことを論じている。

上記の知見は、都市計画や地域環境計画、植生管理計画策定等の局面で考慮されるべき情報であり³⁾、林床植生の破壊を事前に防止するために必要な情報であると位置づけられる。その一方で、既に破壊が進んでいる林床植生の復元技術の確立が求められている⁴⁾。踏圧によって破壊された林床植生の復元事例としては、北海道札幌市の近郊において森林表土の移植による復元手法が実施されているが⁵⁾、近年、表土移植工法の有効性が各方面から指摘されている⁷⁾⁸⁾⁹⁾¹⁰⁾¹¹⁾¹²⁾。

表土の移植による植生復元工法(以下、「表土移植」と記す)は、表土中の埋土種子から発芽する植物個体によって植生の復元を図る工法であり⁷⁾、近年、樹林の創出・復元⁸⁾、ダム湖岸緑化⁷⁾、法面植生の創出・復元⁹⁾、湿地の復元¹⁰⁾、河川植生の復元¹¹⁾、浚渫土を用いた水生植物の復元¹²⁾等の研究が進められている。

しかしながら、表土移植による植生復元に先立ち、表土内の埋土種子相と表土採取地の環境との生態学的

* : (株)地域環境計画

Regional Environment Planning Co Ltd.

** : 和歌山大学システム工学部

Fac. of Systems Engineering, Wakayama Univ.

*** : 和歌山大学地域共同研究センター

Center for Joint Research and Development, Wakayama Univ

学的な関連を詳細に把握した研究はみあたらない。このため、鷲谷¹³⁾が指摘するように、埋土種子相の種組成的汚染¹⁴⁾が進んだ表土によって植生復元を行う結果となり、例えば、帰化植物等の復元目標ではない種が繁茂する問題の発生も懸念される。

上記の問題に対しては、現存植生の「質」が高い場所、すなわち種組成が汚染されていなかったり、種多様性に富む場所から移植した表土によって復元される植生の質もまた高いということが指摘されているが⁷⁾⁸⁾、その真偽が検証されているとは言い難い。また、同一の種であっても遺伝子レベルでの種内変異が存在することが指摘されているため¹⁵⁾、復元場所にもともと生育していた種を含む植生が復元されても、そこに存在していなかった遺伝系統を有する遠隔地産の個体が復元された場合、本来の植生が復元したとはいえないとの指摘もある¹⁶⁾。このような異なる遺伝的系統を有する個体は、在来個体群の正常な世代交代を阻害する可能性があり、かえって移植先の種組成の攪乱につながるということが指摘されている¹⁶⁾。

さらに、植生帯¹⁷⁾や植物区¹⁸⁾等のマクロなレベルでの空間分類の違いに加え、よりミクロな空間分類単位である地形分類レベルにおいても、生育する植物の種が異なる場合もあることから¹⁹⁾²⁰⁾²¹⁾²²⁾²³⁾²⁴⁾、空間分類単位を横断して行う移植に際しては、本来生育していなかった種をもたらし可能性がある点にも十分に注意する必要があると考えられる。

したがって、表土移植によって林床植生の復元を図る場合でも、他の地域からの表土の移植は避けることが望ましい。もしも、同一林分内に林床植生が保全されている箇所が残存している林分であれば、そこから採取した表土を復元に供することにより、移植による生物相攪乱のリスクを最小化させることが可能であると考えられる。このためには、表土が保有する埋土種子相が林床植生の復元を可能にするポテンシャルを有しているか否かを評価することが重要である。とりわけ、都市近郊二次林においては、樹林面積の狭小化や周辺環境の市街化、現存林床植生への雑草植物の侵入等が指摘されており¹⁾²⁾³⁾⁴⁾、埋土種子相の種組成的汚染の可能性が想定されることから、上記のようなポテンシャルの評価に先立ち、埋土種子相と表土採取地点の環境との関連を詳細に把握する必要がある。

本研究は、都市近郊二次林において、市街化によって衰退した林床植生の復元計画策定の基礎資料を得ることを目的に、武蔵野台地のコナラ二次林を対象として、表土中に含まれる埋土種子相と林分特性(面積、林床植生状況、周辺環境等)との関わりを調べた結果を報告するものである。

2. 調査方法

2.1 表土採取林分の特性

表土の採取林分は、林分面積、林分周辺の植生・土地利用、踏圧の状況等の林分特性が異なるクヌギ・コナラ群集²⁵⁾²⁶⁾4林分とした。

林分特性が異なる林分を選定した理由は、林分特性の違いが都市近郊二次林の林床植生に影響を及ぼすことが報告されており²⁾³⁾⁴⁾²⁷⁾、埋土種子相にも影響が及んでいる可能性があると考えられるためである。

表土採取林分の位置は、図-1に示すとおりである。

なお、本研究対象範囲の武蔵野台地においては、コナラ二次林分の約7割は面積が2.5ha未満となっている(根本未発表資料)。後述のように(表-1)、上記4林分は、面積は約0.4~2.1haであることから、これらは武蔵野台地に典型的な規模のコナラ二次林分であると位置づけられる。

表土採取林分の植生状況については、10m四方のコドラート(方形区)を設定し、植物社会学的調査方

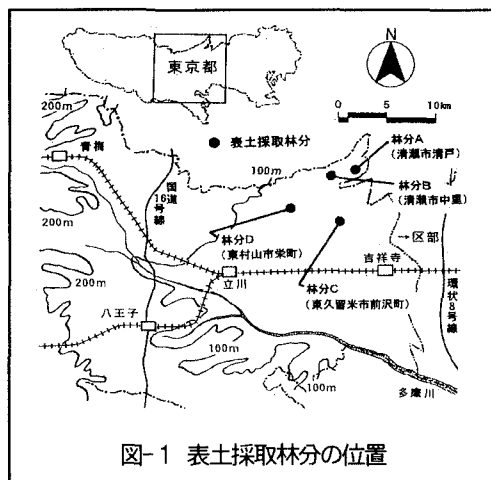


図-1 表土採取林分の位置

法²⁾によって、階層構造の発達状況、階層ごとの生育種とその生育量(被度)と分布状況(群度)を調べた。

植生状況の調査実施期日は、1997年7月20日、8月3日、8月9日、10月4日である。

また、各表土採取地点において、踏圧の指標¹⁾²⁾³⁾として土壌硬度を測定した。土壌硬度は、上記の植生調査を実施したコドラートの四隅と中心点のそれぞれにおいて、山中式土壌硬度計の貫入深(mm)を5回測定し、全測定値の平均値を地点の値とした。

林分周辺の植生・土地利用については、「東京都現存植生図(1997年版)」²⁶⁾から調べた。なお、周辺土地利用については、種子散布距離が長いカケスやネズミ類による貯食散布²⁸⁾に関する知見²⁹⁾にもとづき、林分周囲700mの範囲に着目した。また、上記の4林分中、3林分では、同一林分内に低木層が良好に発達した箇所と、低木層が発達していない箇所が混在していたので、それぞれを別の区として表土を採取した。これは、樹林内の階層構造の発達状況が、鳥類群集の個体数や多様性に影響を及ぼし³⁰⁾、その結果、鳥散布植物²⁸⁾が増加する等、埋土種子相に変化が生じている可能性があると考えたためである。

表土採取林分の面積、植生状況、土壌硬度等を表-1に示し、周辺土地利用状況を図-2に示す。また、表土採取林分それぞれの林分特性は、以下に示すとおりである。

● 林分A

林分Aは、畑地と宅地等がほぼ同様の面積比率(約40%)で混在する地域に位置し(図-2)、面積は約1.9haである。本林分には植被率40%の低木層を形成していた箇所(A-1)と、低木層の発達が良好でない(植被率10%)の箇所(A-2)の2タイプの林床植生型がみられた。前者の土壌硬度は5.7mmである一方、後者の土壌硬度は14.3mmであり(表-1)、後者の方がより踏圧が強いと推測される。

● 林分B

林分Bは、宅地等の面積比率が約50%、畑地の面積比率が約25%で混在する地域に位置し(図-2)、林分面積は、約2.1haである。面積は表土採取林分4林分中、最大であり、周辺の林分も含めたコナラ林の面積の総和も4林分中最大であった。本林分についても、林分A同様、低木層が良好に発達した箇所(B-1)と、低木層がほとんど発達していない箇所(B-2)がみられた。土壌硬度についても林分A同様、低木層の発達が良好な前者では5.9mmと低く、逆に低木層がほとんど発達していない後者では16.7mmと比較的高かった(表-1)。

● 林分C

林分Cは、宅地等の面積比率が約60%、畑地の面積比率が約20%で混在する地域に位置し(図-2)、面積は約1.2haであった。林分A、B同様、低木層が良好に発達した箇所(C-1)の土壌硬度は6.6mmと低い値を示す一方、低木層がほとんど発達していない箇所(C-2)の土壌硬度は24.9mmと高い値を示した(表-1)。

● 林分D

林分Dは、宅地等の面積比率が約80%に及ぶ地域に位置する林分であり(図-2)、面積は、約0.36haと最も小規模な林分であった。本林分では全域で低木層を欠いており、土壌硬度は23.6mmと高い値を示した(表-1)。

表-1 表土採取林分面積及び採取地点の植生状況及び土壌硬度

表土採取地点	林分面積 (m ²)	土壌硬度 (mm)	植被率(%)		出現種数(種)		主要低木層構成種	主要草本層構成種
			低木層	草本層	低木層	草本層		
A-1 清瀬市清戸	19386	5.7	40	30	10	28	ミズキ、シラカシ、エゴノキ、シュロ、コマユミ、ウグイスカグラ	アズマネザサ、シュロ、ウグイスカグラ、イヌタデ、ヨウシュヤマゴボウ、ジャノヒゲ
A-2 清瀬市清戸		14.3	10	60	1	30	エゴノキ	アズマネザサ、ヒメヤブラン、ナガバジャノヒゲ、ケチヂミザサ、ヤマノイモ、シオデ、イヌツグ、スイカズラ
B-1 清瀬市中里	21304	5.9	50	70	14	27	シラカシ、ムクノキ、シュロ、サンショウ、コマユミ、カマツカ、ウグイスカグラ	キツタ、ケチヂミザサ、ヤブラン、アマチャヅル、アケビ
B-2 清瀬市中里		16.7	3	60	3	32	コナラ、サワフタギ、アズマネザサ	ミズヒキ、ケチヂミザサ、ハナタデ、アズマネザサ、ヌスビトハギ
C-1 東久留米市前沢町	12014	6.6	50	20	10	30	ヤマコウバシ、カマツカ、コマユミ、チャノキ、コブシ	オニドコロ、カマツカ、ヤマコウバシ、シオデ、ガマズミ、エゴノキ
C-2 東久留米市前沢町		24.9	2	1	1	23	コナラ、サワフタギ、アズマネザサ	コナラ、アオツツアフリ、ケチヂミザサ、タチツボスミレ、コナスビ、ヨウシュヤマゴボウ、オオバコ、ミツバツチグサ
D-2 東村山市栄町	3566	23.6	0	70	0	42	—	アズマネザサ、ノブドウ、ケチヂミザサ、ノガリヤス、ミズヒキ、ミツバツチグサ、ツユクサ、オオアレチノギク

※土壌硬度計は、山中式土壌硬度計により、貫入深(mm)を計測した。

図-2を参照すると、区分A→区分B→区分C→区分Dの順に、農地面積比率が減少し、逆に宅地等の面積比率が増加している。したがって、上記の順番は市街化の進行程度を示していると考えられる。

また、林分A、B及びCにおいては、低木層の発達が良好な箇所(-1)と、低木層の発達が良好でないか、低木層がみられない箇所(-2)が混在していたが、いずれの林分においても、前者よりも後者的方が土壌硬度が高く、踏圧は高いと推測される。

林分特性表現項目間の相互関係は、表-2に示すとおりであるが、例えば土壌硬度と低木層植被率のように、相互に相関の強い2項目の組み合わせがみられた。以降の議論では、上記のような相関の強い2項目については、一方を消去し、残した項目を消去した項目の代理指標として扱う。

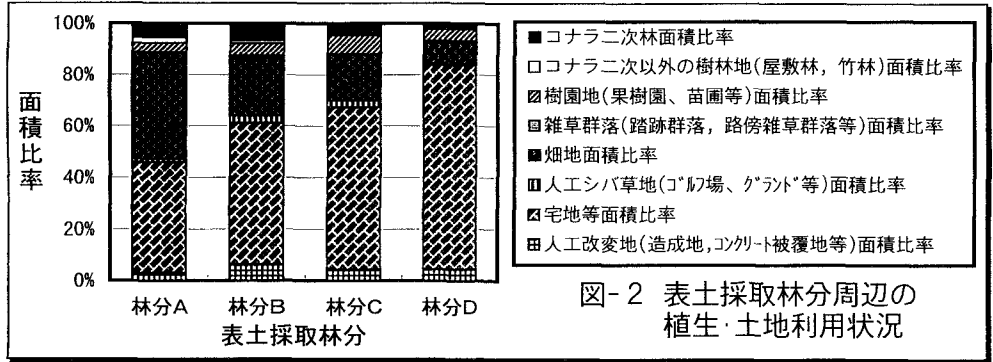


図-2 表土採取林分周辺の
植生・土地利用状況

表-2 林分特性表現項目間の相関分析結果

	コナラ 二次林 面積比 率	コナラ二 次林以外 (屋敷林、 竹林)面 積比率	樹園地 (果樹園、 苗圃等)面 積比率	雑草群落 (踏跡群落、 路傍雑草群落 等)面積 比率	畑地面 積比率	人工シバ 草地(ゴルフ場、 グラウンド 等)面積 比率	宅地等 面積比 率	人工改変 地(造成 地、コン クリート 被覆地等) 面積比率	林分面 積	土壌硬 度	低木層 植被率	草本層 植被率	低木層 種数	草本層 種数
コナラ二次林面積比率	1.000													
コナラ二次林以外の樹林地(屋敷林、竹林)面積比率	0.711	1.000												
樹園地(果樹園、苗圃等)面積比率	-0.142	-0.666	1.000											
雑草群落(踏跡群落、路傍雑草群落等)面積比率	0.044	-0.300	-0.140	1.000										
畑地面積比率	0.667	0.949	-0.453	-0.566	1.000									
人工シバ草地(ゴルフ場、グラウンド等)面積比率	0.767	0.104	0.474	0.208	0.132	1.000								
宅地等面積比率	-0.848	-0.932	0.369	0.381	-0.961	-0.383	1.000							
人工改変地(造成地、コンクリート被覆地等)面積比率	0.270	-0.341	0.224	-0.892	-0.518	0.600	0.270	1.000						
林分面積	0.635	0.776	-0.820	0.357	0.539	0.112	-0.615	0.190	1.000					
土壌硬度	-0.289	-0.484	0.555	-0.124	-0.354	0.073	0.356	0.021	-0.576	1.000				
低木層植被率	0.018	0.166	-0.384	0.213	0.046	-0.172	-0.037	0.052	0.333	-0.922	1.000			
草本層植被率	0.798	0.323	0.339	-0.065	0.393	0.871	-0.580	0.301	0.160	-0.065	-0.105	1.000		
低木層種数	0.190	0.203	-0.370	0.365	0.048	0.022	-0.102	0.249	0.449	-0.697	0.960	-0.013	1.000	
草本層種数	0.186	-0.214	0.793	-0.405	0.023	0.552	-0.092	-0.012	-0.563	0.292	-0.341	0.613	-0.372	1.000

2.2 発芽試験

(1) 表土の採取

前述のA-1、A-2、B-1、B-2、C-1、C-2、D-2の合計7箇所のそれぞれにおいて、10 リットル(10 cm×10 cm×5 cm〈深さ〉×20 サンプル)の表土を採取した。深さを5 cmとしたのは、樹林地では地表から5 cmまでの範囲に、種数としてはほぼ全てが、種子数としては約 80%の埋土種子が含まれているという知見³¹⁾にもとづく。また、20 サンプルを採取したのは、埋土種子の種組成が場所によって均一でなく、1 サンプルでは埋土種子相の正確な判断が困難とされていることによる³²⁾。なお表土は、1997 年3月10日に採取した。

(2) 発芽床の調整と発芽した植物の同定

発芽床は、1997 年3月11日に、浜田³²⁾の方法にしたがい、底部にバーミキュライトを敷いた 60cm(長さ)×20cm(幅)×15cm(深さ)のプランターに表土を均一に広げて行った。表土の厚さは5 cmとした。また、外部から種子が侵入するのを防ぐために、上部を遮光率 22%の白色寒冷紗で覆った。

なお、使用した白色寒冷紗は、遮光率が比較的低く、夏季以降の落葉広葉樹林の相対照度よりも高い³³⁾。しかしながら、都市近郊二次林においては、林分の狭小化が進み、林内相対照度が高い林分が存在する場合を想定し、遮光率が低いものを用いた。

次に、上記のプランターは、東京都世田谷区の4階建てビルの屋上に設置した。実験開始後の管理も、浜田³²⁾の方法にしたがい、1日に一度(夏期は朝夕2回)の灌水を行った。

その後、2～4回/月の頻度で、1997年10月30日までの期間、発芽が確認された植物の同定を行った。なお、同定に際しては、実生の状態で同定できた個体については同定後、除去したが、同定が困難な個体については、別に用意したプランターに移植し、成長させてから同定した。

3. 結果

3.1 発芽種数・発芽個体数

実験の結果、発芽した種の種名、種特性、地点別の個体数を表-3にまとめた。

表-3に示した種子散布型については既存資料²⁸⁾等から調べたが、不明なものについては種子の形状³⁴⁾等から判断した。なお、重力散布と貯食散布の2パターンの散布形式を有するコナラのように、複数の種子散布形式を有する種については、本調査範囲において種子が最も多く散布されると推定される形式を種子散布型とした。また、本調査範囲のように、人の立ち入りが多いと考えられる林内では、立ち入りによって靴に付着する泥とともに種子が散布されることが考えられることから、散布型区分には人為散布²⁸⁾を加えた。

実験の結果、合計1254個体の植物が発芽したが、このうち種名が同定できる生育ステージにまで成長したのは56種878個体であり、残りの376個体はそれ以前に枯死した。

以降では、特に断らない限り、同定された56種878個体を中心に議論を進める。

次に、採取地点ごとの発芽種数及び発芽個体数を図-3に、発芽種数及び発芽個体数と林分特性の関係を表-4に示す。これらを参照すると、発芽種数については、林分間の比較においても、林分A～C内の低木層の発達が良好な箇所箇所(-1)とそうでない箇所(-2)を比較しても、明確な傾向はみられなかった。したがって、本実験の結果から判断する限りでは、林分面積や周辺の植生・土地利用状況、林分内の林床植生状況の違いは、種数には

影響を及ぼさないと推測される(図-3)。次に、個体数については、林分A→林分B→林分C→林分Dの順に増加する傾向がみられ(図-3)、林分面積との間に有意な負の相関がみられた(表-4)。また、草本層種数との間には有意な正の相関がみられた。

以上より、本実験の結果から判断すると、林分の規模が小さく、草本層種数が多いほど、埋土種子の総量は豊富であると推測される。

表-4 地点ごとの発芽種数と発芽個体数と林分特性の相関分析結果

	宅地等 面積比 率	人工改変 地(造成 地、コン クリート 被覆地 等)面積比 率	林分面 積	土壌硬 度	草本層 植被率	草本層 種数	発芽種 数	発芽個 体数
宅地等面積比率	1.000							
人工改変地(造成地、コンクリート被覆地等)面積比率	0.270	1.000						
林分面積	-0.615	0.190	1.000					
土壌硬度	0.356	0.021	-0.576	1.000				
草本層植被率	-0.580	0.301	0.160	-0.065	1.000			
草本層種数	-0.092	-0.012	-0.563	0.292	0.613	1.000		
発芽種数	0.354	0.685	-0.147	-0.216	0.273	0.415	1.000	
発芽個体数	0.363	0.146	-0.843	0.614	0.352	0.797	0.328	1.000

※グレーの網掛けは、有意水準5%で有意であることを示す。

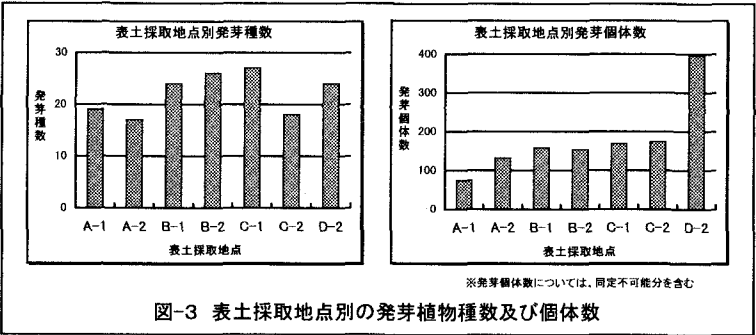


図-3 表土採取地点別の発芽植物種数及び個体数

表-3 表土採取地点別の発芽種の個体数と種特性一覧表

種特性	種 名	表土採取地点							種 特 性	
		A-1	A-2	B-1	B-2	C-1	C-2	D-2	生活形	散布型
クヌギ・コナラ 群集に優勢的 な種	クチナシミザサ			18	6	13		2	多年生	付着
	クチナシグサ	4	4	6	3	1	9	2	越年生	機械式
	ヒカゲスゲ	5	2	9	6	1	1		多年生	重力
	ミツバツチグサ	1	2	1	4	6	2	2	多年生	重力
	ヒメカンスゲ	3	1	4	2	1			多年生	重力
	ヒサカキ			3	1	2		2	常緑低木	鳥
	ムラサキシキブ	1		2		3	1		落葉低木	鳥
	コナラ				5				落葉高木	重力
	タチツボスミレ					1	1	3	多年生	アリ
	ヤマグサ			2				2	落葉低木	鳥
	ナキリスゲ							3	多年生	重力
	オニドコロ				2				多年生	風
	ミズヒキ	1						1	多年生	付着
	ムクノキ		1		1				落葉低木	鳥
	ニガナ							1	多年生	風
	ネムノキ						1		落葉高木	鳥
	ヘクソカズラ					1			多年生	鳥
	ホソバヒカゲスゲ				1				多年生	重力
路傍・畑地雑 草に位置づけ られる種	ツメクサ							223	越年生	人為
	チチコグサモドキ	6	38	40	30	38	46	24	多年生	付着
	ウラボシチチコグサ	2	10	10	13	6	11	5	一年生	付着
	ノミノツリ				1			35	越年生	風
	オニタビラコ	2	6	1	6	3	2	2	越年生	風
	ミミナグサ	3	4			12		1	多年生	機械式
	オオアレチノギク	2	2	2	1	7		2	越年生	風
	ハハコグサ		6	3	1	4			多年生	風
	イヌタデ							13	一年生	アリ
	ツユクサ						10	2	越年生	人為
	ヒメジョオン	1		2	4	1		2	越年生	風
	ハルジオン	3	1	1	1	2			多年生	風
	タケニグサ			4			3		越年生	人為
	カヤツリグサ		1	1	1	1	1	1	一年生	人為
	コナスビ			1	1	2	1		多年生	鳥
	スズメノヤリ	3		1					多年生	アリ
	チチコグサ					1	3		多年生	付着
	ヨウシュヤマゴボウ			1		3			多年生	鳥
	アキメヒンバ						2	1	一年生	人為
	コオニタビラコ	1			1	1			越年生	風
	スズメノカタビラ				1		2		越年生	人為
	ヘラハヒメジョオン				1	1	1		越年生	風
	イヌホオズキ					2			一年生	鳥
	セイタカアワダチソウ		1			1			多年生	風
	アオ	1							多年生	人為
	オランダミミナグサ		1						越年生	付着
	コゴメガヤツリ			1					一年生	人為
	ベニバナボロギク					1			一年生	風
	ヒシバ					1			一年生	人為
上記のいずれ にも該当しな い種	ウド			1	1				多年生	鳥
	オトギリソウ	1						1	多年生	機械式
	ヌルデ					2			落葉高木	鳥
	キウイフルーツ	1							落葉高木	鳥
	アカメガシワ				1				落葉高木	鳥
	オトコエシ						1		多年生	風
	クサギ	1							落葉高木	鳥
同定不可能 だった発芽植 物個体(群)	トラノオシダ							1	多年生	風
	マンリョウ							1	常緑低木	鳥
	フタバムグラ(?)		1							
	キク科sp.		2							
	シソ科sp.1			2						
同定できた発芽種の個体数小計	シソ科sp.2				1					
	ウリ科sp.			1						
	不明(双子葉)	18	48	39	54	44	74	60		
同定できた発芽種の個体数小計	不明(単子葉)	14		1	4	7	2	4		
	同定できた発芽種の種数小計	19	15	22	25	27	18	24		
	同定できた発芽種の個体数小計	42	80	114	95	117	98	332		
発芽した植物の個体数小計(同定不可能種を含む)		74	131	157	154	168	174	396		

※本表中の種特性の「生活形」の区分は、「日本の野生植物」^{19~24)} にもとづく。また、「散布型」の区分は、中西(1994)²⁸⁾、石川³⁴⁾ を参考に推定した。

3.2 発芽植物の種特性

(1) 生活形組成

表土採取地点別の生活形組成と、林分特性の関係を表-5、図-4に整理した。

図-4を参照すると、D-2の個体数比率を除き、種数比率、個体数比率ともに多年生草本が最も高い値を示し、越年性草本、一年生草本がこれに次ぐ結果となった。また、落葉高木、落葉低木、常緑低木種は、種数比率、個体数比率とも低かった。

地点別に比較すると、一年生草本種数比率は、林分A→林分B→林分C→林分Dの順番で増加する傾向がみられ(図-4)、林分面積との間には有意な負の相関がみられた(表-5)。同様に越年性草本個体数比率と林分面積の間にも有意な負の相関がみられた(表-5)。

また、表-5を参照すると、草本層種数と越年性草本個体数比率との間には有意な正の相関がみられ、逆に多年生草本個体数比率との間には有意な負の相関がみられた。したがって、前項で述べたように、草本層種数と発芽個体数の間に有意な正の相関がある点を併せ考えると、草本層の種多様性の増加は、表土中に含まれる埋土種子総数も増加させると推定されるが、それには一年生草本の増加が寄与していると推定される。

次に、土壌硬度との関係をみると、土壌硬度と多年生草本種数比率の間には有意な負の相関がみられた。また、有意ではないが一年生草本種数比率、一年生草本個体数比率及び越年性草本個体数比率と土壌硬度の間には正の相関関係がみられた。したがって、本実験の結果から判断すると、一年生草本の種数比率及び個体数比率と越年性草本個体数比率は、土壌硬度の上昇によって増加する性質があると推定される。

また、上記の関係のほか、落葉高木、落葉低木、常緑低木種についても、林分特性表現項目との間に有意な関係が確認された。しかしながら、これらは種数、個体数ともに絶対値が小さく、本実験結果のみでは、結論の導出は困難である。

表-5 生活形組成と林分特性の相関分析結果

	宅地等 面積比	人工造林 面積比	林分面 積比	土壌硬 度	草本層 種数	草本層 個体数	発芽種 数	発芽個 体数	一年生 草本種 数比率	越年性 草本種 数比率	多年生 草本種 数比率	常緑低 木種数 比率	落葉低 木種数 比率	落葉高 木種数 比率	一年生 草本個 体数比率	越年性 草本個 体数比率	多年生 草本個 体数比率	常緑低 木個体 数比率	落葉低 木個体 数比率	落葉高 木個体 数比率
宅地等面積比率	1.000																			
人工造林面積比率	0.270	1.000																		
林分面積比率	-0.615	0.190	1.000																	
土壌硬度	0.356	0.021	-0.576	1.000																
草本層種数	-0.580	0.301	0.160	-0.065	1.000															
草本層個体数	-0.092	-0.012	-0.563	0.292	0.513	1.000														
発芽種数	0.354	0.685	-0.147	-0.216	0.273	0.415	1.000													
発芽個体数	0.383	0.146	-0.543	0.814	0.392	0.787	0.228	1.000												
一年生草本種数比率	0.899	0.045	-0.780	0.883	-0.187	0.142	-0.069	0.678	1.000											
越年性草本種数比率	-0.242	0.127	0.292	0.477	0.009	-0.030	-0.185	-0.163	-0.272	1.000										
多年生草本種数比率	-0.553	-0.374	0.520	-0.492	0.151	-0.166	-0.063	-0.577	-0.827	-0.426	1.000									
常緑低木種数比率	0.224	0.508	-0.512	0.177	0.584	0.786	0.749	0.889	0.293	-0.245	-0.314	1.000								
落葉低木種数比率	0.223	0.235	-0.083	-0.270	-0.130	-0.304	0.039	0.040	0.231	-0.614	-0.051	0.133	1.000							
落葉高木種数比率	-0.384	-0.182	0.543	-0.078	-0.250	-0.282	-0.228	-0.629	-0.892	-0.789	0.120	-0.579	-0.580	1.000						
一年生草本個体数比率	0.398	0.215	0.071	0.582	-0.423	-0.544	-0.354	-0.137	0.448	0.484	-0.568	-0.415	-0.118	0.150	1.000					
越年性草本個体数比率	0.034	-0.126	-0.768	0.526	0.389	0.861	0.128	0.329	0.402	-0.050	-0.444	0.987	-0.003	-0.398	-0.367	1.000				
多年生草本個体数比率	-0.138	0.012	0.781	-0.695	-0.315	-0.787	-0.108	-0.501	-0.492	-0.111	0.844	-0.658	0.029	0.340	0.151	-0.570	1.000			
常緑低木個体数比率	0.205	0.744	0.165	-0.445	0.393	0.091	0.770	0.150	0.005	-0.514	0.146	0.605	0.484	-0.549	-0.291	-0.109	0.155	1.000		
落葉低木個体数比率	0.123	0.179	0.188	-0.725	-0.160	-0.369	0.245	-0.275	-0.149	-0.738	0.412	0.032	0.680	-0.388	-0.382	-0.308	0.415	0.609	1.000	
落葉高木個体数比率	-0.332	0.136	0.507	-0.148	-0.046	-0.067	0.186	-0.460	-0.789	0.738	0.050	-0.223	-0.506	-0.569	-0.038	-0.286	0.216	-0.229	-0.282	1.000

※黒地に白抜き文字は、落水水準1%で有意であることを、グレーの網掛けは、有意水準5%で有意であることを示す。

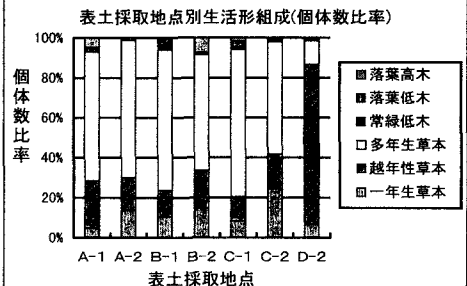
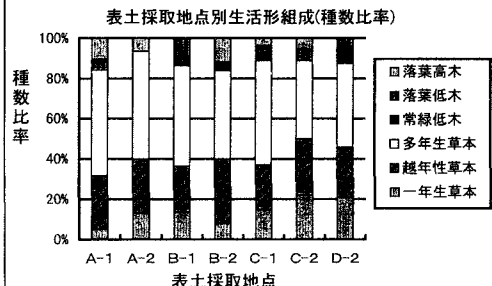


図-4 表土採取地点別の発芽植物の生活形組成

3.3 現存植生との関係

図-6に、表土採取地点別の、現存植生構成種と発芽種の種数、及び両者の共通種数の関係を示した。共通種は、0～9種であるが、これは現存植生構成種の0～21.9%に該当する。林分間の比較においては、低木層の発達が良好でない(-2)の方が、低木層の発達がより良好な(-1)よりも共通種の比率が高くなる傾向が見られた。

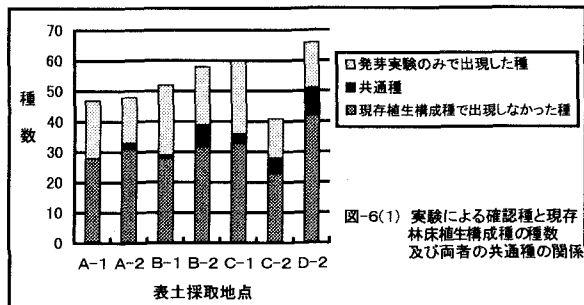


図-6(1) 実験による確認種と現存
林床植生構成種の種数
及び両者の共通種の関係

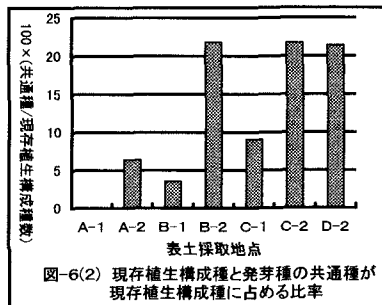


図-6(2) 現存植生構成種と発芽種の共通種が
現存植生構成種に占める比率

4. 考察

本実験の結果、明らかになった事項は以下に再整理するとおりである。

- 1) 林分面積が狭いほど、埋土種子に含まれる一年生草本種数比率は高いと推定される。
- 2) 林分面積が狭いほど、埋土種子の総量も多いと推定されるが、これには、人為散布植物個体数の増加が寄与していると推定される。
- 3) 林分面積と重力散布植物種数比率との間には、有意な正の相関がみられた。
- 4) 土壌硬度値の上昇は、多年生草本種数比率を減少させ、逆に一年生草本の種数比率及び個体数比率と、越年性草本個体数比率を増加させると推定される。
- 5) 土壌硬度値の上昇は、人為散布植物個体数比率を増加させると推定される。
- 6) 低木層の植被率が高い箇所ほど鳥散布型植物の個体数比率及び種数比率が高い。
- 7) 表土中に埋土種子として含まれている植物のうち、現存植生を構成している種数の比率はあまり高くはない(0～21.9%)

上記事項より、都市近郊二次林における埋土種子相と林分特性の関係と、表土移植の工学的利用については、以下のように考察される。

まず、林分面積と周辺の宅地等の面積比率、及び林分面積と土壌硬度の間には負の相関がみれた(表-3)。これは、市街化の進行により、周辺住民の増加と面積の狭小化が相乗的に作用し、林分内への立ち入り密度が増大することを示している²⁾⁽³⁾⁽⁴⁾と推測される。この結果、靴に付着した泥とともに種子が散布されることにより、人為散布植物種子の供給が増加すると推定される。さらに、一年生草本種数の50.0%、個体数の12.1%、越年性草本種数の33.3%、個体数の67.1%は人為散布植物であり、人為散布は、一年生草本及び越年性草本種の主要な種子散布様式となっている。一方、多年生草本で人為散布によって種子が散布されるのは、種数の4.0%、個体数の0.3%に留まる。

また、本地域のクヌギ・コナラ群集を特徴づける多年生植物であるヒメカンスゲ、ヒカゲスゲ、ホソバヒカゲスゲ等¹⁾⁽²⁾⁽³⁾⁽⁴⁾⁽³⁵⁾の重力散布植物は、面積が狭小化し、踏圧が増加して土壌硬度が上昇していると推定される林分においては、種数が減少することが報告されている²⁾⁽³⁾⁽⁴⁾。その結果、表土中に埋土種子として蓄積される重力散布植物種数も減少すると推測される。以上が、上記の1)～5)の理由である。

次に、6)の「低木層の植被率が高い箇所ほど、鳥散布型植物の個体数及び種数比率が高い」という点につ

いては、前述のように、階層構造の発達した樹林ほど、鳥類の個体数が多い³⁰⁾ためと考えられる。

また、7)の「表土中の埋土種子として含まれている植物のうち、現存植生を構成している植物の比率は高くはない」という点については、以下の二点の理由が考えられる。

第一点目は、本実験での設定環境と、実際の林内環境の違いである。本実験では相対照度を78%としたが、この値は、夏季の落葉広葉樹林の照度と比較すると高い値である³³⁾。埋土種子群中には、林内の光環境では休眠が解除されるが、実験条件下では休眠が解除されない種や、これとは逆のパターンの休眠解除特性を備えた種が含まれている可能性がある。しかし、本実験では、光条件の設定を変えた場合の比較を行っていないため、実験条件下のみで休眠が解除される種が多く検出され、林内の光環境でしか休眠が解除されない種を検出できなかった可能性もある。この点については、今後の追跡調査が必要であると考えられる。

第二点目の理由としては、現存林床植生の種組成変化が考えられる。埋土種子群の特徴の一つとして、枯死することなく発芽活性を維持しているという点があげられる。したがって、実験によって発芽した植物が、過去には林内に生育していたものの、市街化に起因する踏圧²⁾⁽³⁾⁽⁴⁾や管理放棄による二次遷移等によって、現存林床植生の種組成が変化し、かつ現存林床植生の構成種が種子生産を行うステージまで生育していない場合、現存林床植生と埋土種子群の種組成の間にはギャップが生じることとなる。

以上が、実験によって発芽した種と林分特性の関わりと、その理由として推定される事項である。この中には、実験条件と実際の林分内の環境条件の違いも含まれるが、全体としては、市街化による林床植生の種組成の変化や、林内への立ち入り等、人為的な影響が大きいと推定される。

興味深い事項として、市街化が埋土種子相に及ぼす影響と、現存林床植生に及ぼす影響の共通性があげられる。本実験の結果、市街化の進行に伴う林分の狭小化や、周辺の宅地面積比率の上昇により、人為散布植物と推定され、一年生草本や越年性草本であるカヤツリグサ、コゴメガヤツリ、メヒシバ、ツメクサ等、路傍・畑地雑草³⁶⁾に位置づけられる種の埋土種子量が増加する一方、重力散布植物と推定される多年生草本で、クヌギ・コナラ群集に特徴的なヒメカンسゲ、ヒカゲスゲ、ホソバヒカゲスゲ等¹⁾⁽²⁾⁽³⁾⁽³⁵⁾の埋土種子量が減少すると推定された。武蔵野台地のクヌギ・コナラ群集の現存林床植生を対象とした既往知見²⁾⁽³⁾によると、林分周囲の市街化が進行し、林分面積が狭小化するほど、林内に生育する路傍・畑地雑草植物の種数や生育量が増加する等、林床植生の種組成が変質することが報告されている。

これらの点を併せて考えると、市街化による雑草植物の侵入により、林床植生の汚染が進んでいる林分においては、埋土種子群においても雑草植物による種組成の汚染が進んでいると推察される。

考察の最後に、本実験の結果からみた、林床植生復元の材料としての埋土種子群のポテンシャルについて考察する。

実験の結果、発芽した種のうち現存植生との共通種の比率は、前述のように現存植生構成種の0~21.9%に留まったが、この値は、湿地に関する越水ら(1997)¹⁰⁾の研究結果と比較すると低い値である。このため、埋土種子群を林床植生復元材料として評価した場合、表土採取地点の現存林床植生をそのまま再現することを目的とした場合には有効ではない可能性も否定できない。地点別に比較した場合、低木層の発達が良好ではない地点(-2)の方が、低木層の発達が良好な地点(-1)よりも、共通種数が多く、再現性はより高いと考えられるが、これまで述べてきたように、低木層の発達が良好でない地点(-2)においては、埋土種子群中の雑草類の種数、個体数比率が高くなることから、本研究対象であるクヌギ・コナラ群集本来の種組成を保全していく上では、むしろ有害である可能性も考えられる。

このように、埋土種子群の活用は、表土採取地点の現存植生を短期間で再現することを目的とした復元には好適ではない可能性もある。しかしながら、数十年単位で発芽可能な埋土種子集団を形成する植物も存在する³¹⁾ことから、過去に生育していた種の復元には有効な可能性もあり、今後、さらなる理論構築と技術開発を進めていく必要がある。

5. おわりに

本研究では、これまで十分に行われてこなかった表土中の埋土種子相と、環境との関わりを調べることを目的に、東京都・武蔵野台地のクヌギ・コナラ群集から採取した表土を撒きだし、発芽した植物と採取地点の林分特性、現存林床植生との関係を調べた。

この結果、市街化や踏圧、現存林床植生と埋土種子群の間には、密接な関わりがあると推定された。

具体的には、林分周囲の市街化によって立ち入りが増加し、土壌硬度が上昇している¹⁾²⁾³⁾⁴⁾と推測される林分ほど、埋土種子群中には人為散布型の一年生草本・越年性草本で路傍・畑地雑草に位置づけられる種が、種数・個体数比率ともに高く、埋土種子群の種組成的汚染が進行していると推定された点があげられる。

このように、埋土種子相と環境との関わりについては、多くの事項を明らかにすることが出来たものの、林床植生復元材料としての埋土種子群のポテンシャルについては、表土採取地点の現存林床植生を再現するうえで、有効性は高くはない可能性が考えられるなど、残された課題も多い。

今後も実験を進めるとともに、フィールドでの検証を通し、市街化によって衰退した都市近郊二次林の林床植生復元の施策を確立していくことが今後の課題である。

謝 辞

本研究の実施に際しては、(株)地域環境計画にプランター設置の便宜を計って頂くとともに、同社スタッフ 諸氏には、灌水等のメンテナンス等の御助力を頂いた。

また、(株)地域環境計画・大村啓氏、ブルース・コンサルティング代表のブルース・リース氏には、abstract の文章作成に際し、アドバイスを頂いた。

上記の方々に厚く御礼申し上げる次第である。

参 考 ・ 引 用 文 献

- 1) 根本淳・養父志乃夫：武蔵野台地におけるコナラ二次林の林床植生と土壌硬度の関係，ランドスケープ研究 Vol.60(5)，pp.531-534.,1997
- 2) 根本淳・養父志乃夫・中島敦司：都市近郊コナラ二次林の林床植生と踏圧，植生管理，林分面積及び周辺環境の関係，環境システム研究 Vol.26，pp.1-11.,1998
- 3) 根本淳・養父志乃夫・中島敦司：都市近郊コナラ二次林の林床植生保全に関する研究 -東京都・武蔵野台地における事例的研究-，環境システム研究 Vol.27，pp.339-345.,1999
- 4) 根本淳：技術開発基金助成調査研究 都市近郊コナラ二次林の林床植生保全及び復元に関する研究(第1報) -林床植生と踏圧、植生管理、林分面積及び周辺環境の関係-，都市緑化技術 No35，pp.30-35.,1999
- 5) 棟方誠・富永哲三：山林表土による植生復元，日本造園学会北海道支部大会研究・事例報告要旨 第1号，pp.18.,1997
- 6) 我が国における保護上重要な植物種および植物群落研究委員会 植物群落分科会：植物群落レッドデータブック，(株)アポック社出版局，1344pp.+付録171pp.,1996
- 7) 梅原徹・永野正弘：「土を撒いて森をつくる！」研究と事業をふりかえって，保全生態学研究 Vol.2，pp.9-26.,1997
- 8) 佐藤治雄・堤光・森本幸裕・瀧川幸伸：森林表土播きだしによる荒廃地緑化に関する基礎研究，ランドスケープ研究 Vol.62(5)，pp.521-524.,1999
- 8) 養父志乃夫・山田宏之・中島敦司・中尾史郎・松本勝正：土嚢袋を用いた表土利用法面緑化工法の評価，ランドスケープ研究 Vol.63(5)，pp.447-450，2000
- 10) 越水麻子・荒木佐智子・鷺谷いづみ・日置佳之・田中隆・長田光世：土壌シードバンクを用いた谷戸植生復元に関する研究，保全生態学研究 vol.2，pp.189-200.,1997
- 11) 谷本茂・中越信和・根平邦人：二次遷移初期相における多自然型河川緑地の植生評価，環境システム研究 Vol.27，pp.315-321.,1999
- 12) 池田佳子・荒木佐智子・村中孝司・鷺谷いづみ：浚渫土を利用した水辺の植生復元の可能性の検討，保全生態学研究 Vol.4，pp.21-31.,1999

- 13) 鷺谷いずみ：「植生発掘！」のすすめ，保全生態学研究 Vol. 2，pp. 2-7.,1997
- 14) 関元聡・濱野周泰・濱谷稔夫：照葉樹林の核心部を守るのに必要な緩衝帯の幅 -千葉県内の照葉樹林を事例として-，森林文化研究 第16巻，pp.113-129.,1995
- 15) 鷺谷いづみ・矢原徹一：保全生態学研究 -遺伝子から景観まで-，文一総合出版，270pp.,1996
- 16) 山本紀久・葉山嘉一・日置佳之・神田修二：平成7年度 日本緑化工学会 公開シンポジウム「生き物共生と緑化工」講演要旨集，40pp.,1996
- 17) 宮脇昭編：日本の植生，学研，535pp.,1977
- 18) 前川文夫：日本の植物区系，玉川大学出版部，178pp.,1977
- 19) 岩槻編：日本の野生植物 シダ，平凡社，311pp.,1992
- 20) 佐竹・大井・北村・亘理・富成：日本の野生植物 草本I 単子葉類，平凡社，303pp.,1982
- 21) 佐竹・大井・北村・亘理・富成：日本の野生植物 草本II 離弁花類，平凡社，318pp.,1982
- 22) 佐竹・大井・北村・亘理・富成：日本の野生植物 草本III 合弁花類，平凡社，259pp.,1981
- 23) 佐竹・原・亘理・富成：日本の野生植物 木本I，平凡社，321pp.,1989
- 24) 佐竹・原・亘理・富成：日本の野生植物 木本II，平凡社，304pp.,1989
- 25) 奥富清・奥田重俊・辻誠治・星野義延：東京都現存植生図(1987年版)，東京都，35pp.,1987
- 26) 福嶋司・星野義延・奥田重俊・辻誠治：東京都現存植生図(1997年版)，東京都，図のみ，1997
- 27) 安永朝海・飯田滋生：特集によせて -「都市近郊林」研究へのアプローチ-，森林科学，No.4 pp.20-21.,1992
- 28) 中西弘樹：種子ひろがる 種子散布の生態学，平凡社，255pp.,1994
- 29) 守山弘：自然を守るとはということか，社団法人 農山漁村文化協会，260pp.,1988
- 30) Taku MAEDA: Preference of birds for undergrowth in a Tokyo suburban deciduous forest, Biosphere Conservation, pp.119-128.,1998
- 31) 中越信和：再度山の森林群落における埋土種子集団の研究，再度山永久植生保存地調査報告書 第2回 pp.69-94, 1981
- 32) 浜田拓・倉本宣：実生出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，Vol.58(1), pp.76-82.,1994
- 33) 沼田真編：植物生態の観察と研究，東海大学出版会，275pp.,1978
- 34) 石川茂雄：原色日本植物種子写真図鑑，石川茂雄図鑑刊行委員会，328pp.,1994
- 35) 奥富清・辻誠治・小平哲夫：南関東の二次林植生 -コナラ林を中心として-，東京農工大学演習林報告 第1号，pp.55-66.,1976
- 36) 沼田真・吉沢直人編：新版 日本原色雑草図鑑，全国農村教育協会，414pp.,1983