

急傾斜地に生育するモミ・ツガ天然生二次林における 埋土種子集団の形成過程

The formation process of buried soil seeds in a natural
Secondary Fir-Hemlock forest in slope topography

市 河 三 英*・岡 久 夫**・荻 野 和 彦***

San'ei ICHIKAWA* , Hisao OKA** and Kazuhiko OGINO***

Summary: The formation process of the soil seed bank in a natural Fir-Hemlock secondary forest of Komenono University Forest was investigated. Soil samples were collected from 6 points on a steep slope of 40° disposed to the south. Buried soil seeds were examined by two methods, i. e. extraction and germination. Seeds were separated from the soil under a microscope. The plant species were recorded and the seed germinations were counted. The soil was spread on germination beds. The species and number of the seedlings which germinated were recorded and counted.

1. Seeds extracted from the soil of 26 ℓ in total were 587 grains, and weighed 3536. 9mg. Identified were 43 species, of which *Mallotus Japonicus* dominated. The number of buried seeds increased from the upper part of the slope toward the lower part.
2. The number of buried seeds were found to be concentrated in the uppermost layer of the soil. The distribution followed an exponential equation. Within the depth of 30cm, inclusive Ao, 92% of the seeds were distributed. At the lower part of the slope the buried seeds were distributed deeper into the soil layer than at the upper part.
3. *Mallotus Japonicus*, *Zanthoxylum alianthoides* were found in every part of the slope, and several species were found to be characteristic of any part of the slope.
4. The number of germinated seedlings was 827 from 26 ℓ of the soil in total, and 69 species were identified, of which *Weigera floribunda* dominated in number.
5. The number of germinations in the upper and middle part of the slope was more than the lower part. The germination ratio, the ratio of germinated seedlings to the number of buried seeds extracted, was high at the upper part and low at the middle and the lower part of the slope.

* 連合農学研究科 生物資源生産学専攻 植物生産学講座

Plant Resource Production, Bioresource Production Science, United Graduate School for Agricultural Sciences, Ehime University

** 造林学研究室 (現愛媛県林政課) Laboratory of Silviculture (Present Forestry Dept., Ehime Pref. Gov.)

*** 造林学研究室 Laboratory of Silviculture

6. The layer at which most seedlings germinated was 20–30cm. The seedlings which germinated in the deepest soil layer 90–100cm were *Weigera floribunda*.
7. The term of germination took longer with soil depth.

It was clear that the formation process of a soil seedbank in the natural Fir-Hemlock secondary forest stand on the slope was affected by slope topography, so that the number of buried soil seeds and depth of seed distribution increased toward the lower part, and ratio of available seeds was high at the upper part of the slope.

要旨 山地斜面に成立するモミ・ツガ天然生二次林において、埋土種子集団の形成過程を解明する目的で、埋土種子の数と樹種組成が土壌の深さ方向にどのように分布するかを調べた。調査地は、愛媛県高縄半島中央部に位置する愛媛大学農学部附属演習林2林班な小班である。1986年5月16日に、斜距離80m、傾斜40°の南向き斜面にそって、斜面上部から下部にかけて6地点で地表面から1mの深さまで試料を採取した。調査は、種子の存在を確認するために土壌中から直接種子をよりわかる選別法と、種子の活性を調べるために土壌ごと発芽床にひろげて発芽した稚苗数を計測する発芽試験法の2つの方法を用いておこなった。主な結果は以下のとおりである。

1. 選別法によって確認された種子は土壌量26ℓあたりで587粒、総粒重3536.9mg、43種類に達した。埋土種子総数は斜面の上部より下部の方が多かった。最も粒数の多かった種はアカメガシワ (*Mallotus japonicus*) であった。
2. 種子数は、斜面のどの位置でも、土壌表面から深くなるにつれて減少した。A0層を含め表層から30cmの深さまでに92%が存在していた。種子の存在する深さは斜面の上部より下部ほど深くまで達している傾向が認められた。最も深い所では70–80cmの層から *Rubus* 属が確認された。
3. 斜面の位置に関係なく上部から下部全域で確認できた種はアカメガシワ、カラスザンショウ (*Zanthoxylum alianthoides*) などがあつた。上部、中部、下部それぞれ特徴的に存在する種があつた。
4. 発芽試験法によって埋土種子集団から発芽した稚苗数は土壌量26ℓあたり827本で69種類であつた。稚苗数が最も多かつたのはヤブウツギ (*Weigera floribunda*) であつた。
5. 発芽数は樹種を考えなければ斜面中部から採取した土壌から多く、上部と下部で少なかつた。選別法で得られたのと同じ樹種の種子数に対する発芽稚苗数の比を発芽数比とすると上部が高く、中部、下部で低い傾向が認められた。
6. 発芽した稚苗の数が最も多かつた土壌層は、20–30cmの層であつた。最も深い採取土壌中から発芽した種はヤブウツギで、90–100cmの層の土壌から発芽した。
7. 発芽までの日数は深いところの種子ほど長くかかつた。

傾斜地に成立するモミ・ツガ天然生二次林の埋土種子集団はその形成過程に斜面地形の影響を強くうけ、種子は斜面の下方ほど数が多く、土壌深くまで分布するが、発芽できる種子の割合は斜面の上部ほど高くなることが判明した。

I はじめに

森林土壌に埋蔵されている種子集団は、その森林が攪乱をうけて林冠が疎開した時いちはやく発芽して植生を回復させる役割をはたす。埋土種子集団がどのように形成され、どのように維持されているか、また稚樹を供給する源としてみた場合、どのような意義をもっているのかを知る

ことは、森林の再生、維持過程を明らかにするうえできわめて重要である。

埋土種子の研究は、いろいろな種類の森林についておこなわれ、植生遷移にとまらぬ埋土種子の遷移が詳しく調べられている(2, 3, 9, 10, 13)。熱帯林の埋土種子の研究をまとめたWHITMORE(1983)は、埋土種子を二次遷移の出発点と位置づけ、特に先駆種の種子散布、埋土種子の分布、休眠、発芽の刺激など種生物学的特徴を整理して埋土種子研究の生態学的な意義を明らかにした(17)。

日本の森林は90%が傾斜地に成立している(1)。斜面の位置や微地形によって植生が変化していることから、森林の成立過程に斜面地形がとよく影響していることは疑えない。四国山地のモミ・ツガ天然生二次林の更新過程のなかで、埋土種子がどのような役割をはたしているのかを明らかにするため、斜面の位置と種子数、種数について調べてきた。池田(7)は選別法と発芽法を用いて林分内の広い範囲にわたって埋土種子の調査をおこない、種子数が尾根付近で少なく、谷部で多くなることを見いだした。宮森(8)は斜面の上部、中部、下部から4月、7月、9月、の3回試料を採取して埋土種子数および種数の季節変動を調べ、4月に最も種数が増えることを示した。二宮(12)はこれらの結果をまとめて、埋土種子の群集構造および発芽能力と斜面の影響との関係を解析した。その結果、斜面下部の方が種子数は多いが、発芽能力を持つ種子の割合は斜面上部の方が高いことが示され、斜面地形が埋土種子集団の性質にも影響を与えていることが明らかになった。岡(14)は、埋土種子が深さ方向にどこまで分布するかを調べるために、斜面の上部、中部、下部で1mの深さまで試料を採取し、選別法と発芽法による調査をおこなった。本報ではこの結果をまとめて斜面上の位置ごとに存在する種子の数、発芽できる種子の数、種組成、深さ方向の分布を整理し、傾斜地に生育するモミ・ツガ天然生林の埋土種子集団がどのように形成されるかについて考察した。

現地調査を実施するにあたって愛媛大学農学部附属演習林の教職員各位には調査の便宜を計っていただいた。一部の埋土種子の同定にあたっては大阪市立大学理学部生物学教室の南木陸彦博士にご協力いただいた。データの解析にあたっては農学部造林学研究室の二宮生夫助教授、辻田昭夫助手にご協力いただいた。ここに記してお礼申し上げる。

II 調査地および調査方法

調査地は愛媛県松山市米野々にある愛媛大学農学部附属演習林2林班な小班内のモミ・ツガ天然生二次林である。1984年に0.89haの永久調査地を設け、地上部植生の種組成および生長量、土壌、稚樹個体群の動態に関する調査をおこなった(4, 11, 16)。調査地の標高は750m~850mで、年平均降水量は1,940mm、年平均気温は12.3℃である。基岩は領家型の角閃石黒雲母花崗岩で、土壌は花崗岩の風化した砂質土壌である。土壌型は主にBd型で比較的深い。調査地付近の植生は、植物社会学的にはヤブツバキクラス域のコガクウツギーモミ群集とブナクラス域のシラキーブナ群集の両者の標徴種が生育している。約40年前まで薪炭林として利用されており、薪炭材の伐採後生育してきたと考えられるオオモミジ、イヌシデなどの山地二次林の要素が加わっている。永久調査地内に出現する樹種は31科48属65種であった(11)。

試料採取は1986年5月16日、17日に永久調査地を含む傾斜40°の南向き斜面の斜面上部、中部、下部で2カ所づつ計6カ所でおこなった(図-1a)。A層は厚さにかかわらず土壌層とは別に採取した。土壌は鉛直方向に、地表面から20cmまでは5cmごとに、20cmから100cmまでは10cmごとに層分けし、それぞれの層ごとに上から4cmを試料として採取した(図-1b)。試料採取には100cm²×4cmの採土円筒を用いた。各層において選別試験用と発芽試験用の試料を採取した。

選別法は、採取した土壌を2mmの篩(ふるい)にかけて、残ったものを肉眼で観察し種子をよりわけた。篩を通ったものはさらに0.25mmの篩にかけ、残ったものを実体顕微鏡で検鏡し種子を選別した。篩を通った0.25mm未満の種子を選別することは現状ではまだできていない。こうして選別した種子は種の同定をして、種ごとに種子数と粒重の計測をおこなった。埋土種子の同定は、主に成木から採取された種子標本と照合することによりおこなった。

発芽試験法は松山市内の愛媛大学農学部構内の網室においておこなった。33×48×10cmの育苗箱に4kgの鹿沼土を入れ、中央を仕切って2個分の発芽床を作った。採取した土壌試料を発芽床へ薄く、均一にひろげ、発芽してくる稚苗数とその種名を74日間毎日記録した。発芽床は寒冷紗で遮光して相対照度42%に保ち、適宜灌水した。土壌試料をいれない鹿沼土だけの対照区を5個設け、ここで発芽した種は、試験中に飛来した種子によるものとして扱った。発芽した稚苗の種の同定は子葉または本葉の形態によっておこなった。発芽試験中の気温および地温を図-2に示す。この期間の日最高気温の平均は27.0℃、日最低気温の平均は18.0℃、平均地温は24.8℃であった。

選別法、発芽試験法ともに、採取試料から得た値は面積1㎡、厚さ1cmの値に換算し、これを各層の種子または稚苗の密度とした。斜面上の各地点におけるA₀層から深さ1mまでの種子数は、各層の密度に層の厚さを乗じた値を積算して求めた。

Ⅲ 結 果

1. 選 別 法

選別法によって採取試料中から抽出した種子は、斜面上の全土壌試料採取地点26点、容積26ℓ、地表面への投影面積合計600cm²から587粒を数えた。総粒重にして3536.9mgで、43種類が識別できた。このうち木本種は30種類で、種まで同定できたものが25種、属まで同定できたものが5種類あった。草本種は7種類で、種まで同定できたものが5種、属まで同定できたものが2種類あった。未同定の種子は6種類であった。アカメガシワ (*Mallotus japonicus*)、カラスザンショ

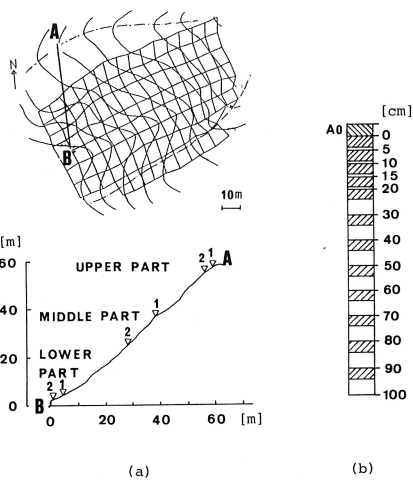


図-1. 試料採取地付近の地形(a)および、採取土壌層
Fig.1. (a): Topographical map and profile of sampling area

(b): Sampling soil layer

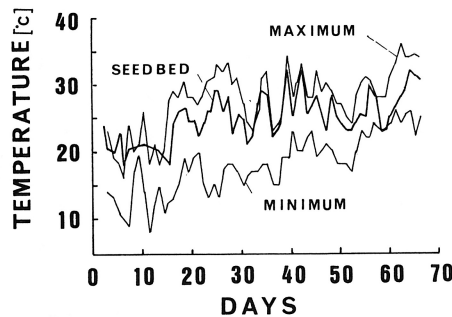


図-2. 発芽試験期間中の気温

Fig.2. Temperature fluctuation over the period of germination test of buried soil seeds

ウ (*Zanthoxylum alianthoides*), タラノキ (*Aralia elata*), *Rubus* spp., など先駆樹種の種子数は圧倒的に多く, 総種子数の70%を占めた。林分を構成する主要な樹種であるモミ (*Abies firma*), アカシデ (*Carpinus laxiflora*), イヌシデ (*C. tschonoskii*), アオハダ (*Ilex macropoda*), ミズキ (*Cornus controversa*), クマノミズキ (*C. brachypoda*) もかなりの種子数になり, これら6種をあわせると13%を占めた。これらの樹種は斜面の上, 中, 下部いずれからも見出された。

表-1. 選別法で得られた埋土種子数

Table.1. Number of seeds selected from the soil

(a) 斜面上部

upper part

種名	A 0	深 さ (cm)											【粒/m ² ・m】 合 計	
		0-5	5-10	10-15	15-20	20-30	30-40	40-50	50-60	60-70	70-80	80-90		90-100
アカメガシワ	0	50	63	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	625
カラスザンショウ	0	188	113	25	0	0	13	0	0	0	0	0	0	1750
タラノキ	0	25	13	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	250
Rubus spp.	0	63	38	0	13	0	13	0	0	0	0	0	0	688
モミ	25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100
アカシデ	0	38	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	188
イヌシデ	13	25	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	238
アオハダ	0	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	500
ミズキ	0	13	0	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	125
クマノミズキ	0	25	0	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	188
イイギリ	0	25	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	188
5 4	0	50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	250
7 0	0	38	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	250
ガマズミ	0	38	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	188
キハダ	0	0	0	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	63
ナムノキ	0	0	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	63
キブシ	0	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	63
オトコエシ	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	50
Vitis sp.	0	0	0	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	63
ヤマザクラ	0	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	63
ヒサカキ	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	50
ヌルデ	0	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	63
Ajuga SP.	0	0	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	63
6 5	25	25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	225
6 6	0	0	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	63
合 計	88	738	300	100	13	0	25	0	0	0	0	0	0	6350

(b) 斜面中部

middle part

種名	A 0	深 さ (cm)											【粒/m ² ・m】 合 計	
		0-5	5-10	10-15	15-20	20-30	30-40	40-50	50-60	60-70	70-80	80-90		90-100
アカメガシワ	13	688	338	263	125	75	38	13	0	0	0	0	0	8363
カラスザンショウ	13	100	25	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	738
タラノキ	25	38	13	0	0	13	0	0	25	0	0	0	0	725
Rubus spp.	25	38	50	100	75	38	13	13	0	0	0	0	0	2038
モミ	13	25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	175
アカシデ	0	38	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	250
イヌシデ	13	25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	175
アオハダ	13	38	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	238
ミズキ	0	38	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	250
クマノミズキ	0	0	0	0	0	13	0	0	0	0	0	0	0	125
イイギリ	0	0	0	0	13	0	0	0	0	0	0	0	0	63
5 4	0	0	0	0	0	13	0	0	0	0	0	0	0	125
7 0	13	75	25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	550
ザンショウ	0	0	0	13	0	0	13	0	0	0	0	0	0	188
カラスウリ	0	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	63
マルミノヤマゴボウ	0	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	63
Carex sp.	0	0	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	63
Actinidia sp.(2)	0	0	0	0	0	13	0	0	0	0	0	0	0	125
ケンボナン	0	38	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	188
タケニグサ	0	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	63
ヒサカキ	0	0	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	63
6 6	0	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	63
サルナン	25	88	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	538
ヌルデ	0	50	50	13	13	0	0	13	0	0	0	0	0	750
Ajuga sp.	0	0	13	0	13	0	0	0	0	0	0	0	0	125
6 5	0	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	63
6 4	0	13	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	125
合 計	150	1350	575	400	238	163	63	38	25	0	0	0	0	16288

(c) 斜面下部
lower part

種名	A0	深さ (cm)											〔粒/m ² ・m〕 合計	
		0-5	5-10	10-15	15-20	20-30	30-40	40-50	50-60	60-70	70-80	80-90		90-100
アカメガシワ	100	475	413	525	263	88	13	25	13	13	0	0	0	10275
カラスザンショウ	25	13	50	0	0	0	13	0	0	0	0	0	0	538
タラノキ	0	13	0	0	13	0	0	0	0	0	0	0	0	125
Rubus spp.	0	88	0	13	63	25	0	13	13	0	13	0	0	1438
モミ	0	25	0	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	188
アカシデ	0	0	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	63
イヌシデ	13	25	13	25	13	0	13	0	0	0	0	0	0	550
アオハダ	0	13	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	125
ミズキ	0	25	0	13	0	13	0	0	0	0	0	0	0	313
クマノミズキ	0	38	25	38	38	13	0	0	25	0	0	0	0	1163
イイギリ	0	0	0	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	63
54	0	25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	125
70	0	13	25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	188
イヌガヤ	0	25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	125
ニワトコ	0	13	0	0	13	0	0	0	0	0	0	0	0	125
アサガラ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	50
ケヤキ	0	13	13	0	13	0	0	0	0	0	0	0	0	250
Acer spp.	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	63
Actinidia sp.(1)	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	63
ビナンカズラ	0	25	38	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	313
69	0	0	0	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	63
ケンボナン	0	38	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	188
ミズナラ	0	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	63
サルナシ	0	0	0	0	13	0	0	0	0	0	0	0	0	63
タケニグサ	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	63
65	0	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	63
合計		888	588	688	425	150	38	38	50	13	13	0	0	16638

a) 斜面の位置別にみた埋土種子数と種数 斜面上の位置別に種子数を比べると、下部と中部が16288 ~16638粒/m²・m、斜面上部が6350粒/m²・mと、斜面上部でやや少ない結果であった(表-1)。種数は斜面上部が25種類、中部が27種類、下部が26種類で、斜面上の位置間で

NUMBER OF SEED [No./m²・cm]

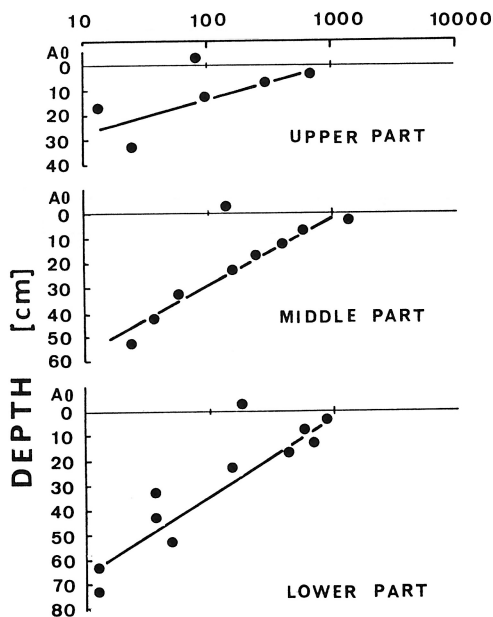


図-3. 土壌の深さと選別法で得た埋土種子数の関係

Fig.3 Relationship between the number of buried soil seeds and depth from soil surface

大きな差はなかった。斜面上部から下部まで、斜面の全域に存在していた種はアカメガシワ以下13種であった。このうち先駆樹種と林分構成種の同定できた9種についてみると、A₀層から抽出できた種子数は斜面上、中、下部でそれぞれ38, 115, 138粒/m²・cmで、総数はそれぞれ4652, 13077, 14778粒/m²・mであった。斜面上部だけで確認した種にはガマズミ (*Viburnum dilatatum*), キハダ (*Phellodendron amurense*), キブシ (*Stachyurus praecox*) など7種、中部だけで確認した種にはサンショウ (*Zanthoxylum piperitum*) など6種類、下部だけで確認した種にはケヤキ (*Zelkova serrata*), ニワトコ (*Sambucus sieboldiana*) など5種類があった。

b) 土壌の深さ別にみた埋土種子数と種数

斜面の位置別にみた深さ方向の分布は、斜面上部で30-40cm、中部で50-60cm、下部で70-80cmの各層までと、埋土種子は斜面の下方ほど地表から深いところにまで存在した。最も深い所から確認された種子は *Rubus* sp. で、斜面下部の70~80cmの層から選別された。埋土種子数

は斜面上部ではA₀層と表層から5cmまでに全体の63.6%が存在し、30cmまでに96.1%が存在した。中部ではそれぞれ45.1%と92.3%，下部ではそれぞれ30.9%と91.0%であった。斜面上のいずれの位置でも種子の密度は地表から深くなるにしたがって低下した（図-3）。種子密度の低下の傾向を指数関数 $y = a \cdot e^{bx}$ で近似させたところ、種子密度の低下率bの値は、斜面上部が-0.08，中部が-0.06，下部が-0.05と，斜面の上部ほど種子密度の低下率は高かった。いいかえれば斜面の上部，中部，下部の順に埋土種子が土壌層の表面付近に集中しているといえる。

30cm以下の深部まで存在していた種にはアカメガシワ，カラスザンショウ，クマノミズキ，タラノキ，ヌルデなどがあつた。これらはいずれも埋土種子数が多い種であつた。A₀層と表層から5cmの浅い土壌層でしか確認されなかつた種には，カエデ属，ケンポナシ (*Hovenia dulcis*)，ミズナラ (*Quercus mongolica*)，イヌガヤ (*Cephalotaxus harringtonia*) などがあつた。これらは比較的種子重量の重い大きな種子であつた。

2. 発芽試験法

発芽試験法によって埋土種子から発芽した総発芽稚苗数は採取土壌量26ℓあたり827本で，69種類が識別できた。このうち種まで同定できたものは木本21種，草本10種，属まで同定できたものは草本種1種類，科まで同定できたものは草本種2種類であつた。未同定のもの35種類であつた。最も多く発芽した種はヤブウツギ (*Weigela floribunda*) で全体の27%を占めた。*Carex* sp.，リュウブ (*Clethra barbinervis*)，タラノキなどが続き，これらの4種で53%を占めた。木本種は先駆性の強いと思われる種が多かつた。

a) 斜面の位置別にみた発芽稚苗の数と種数 斜面上の位置別に発芽数を比べると，斜面上部と下部では7813~12850本/㎡・m，中部は27738本/㎡・mと斜面中部で高い値を示した（表-2）。同定できた種について斜面上の位置別に種数を比べると，斜面上部が16種類，中部が21種類，下部が14種類と，中部で高い値を示した。斜面全域から発芽した種にはヤブウツギ，リュウブなどがあつた。斜面上部だけから発芽した種にはイタドリ (*Polygonum cuspidatum*)，ナガバモミジイチゴ (*Rubus palmatus*) など，中部だけから発芽した種にはタケニグサ (*Macleaya cordata*)，ヌルデ (*Rhus javanica*)，イイギリ (*Idesia polycarpa*) など，下部だけから発芽した種にはコツクバネウツギ (*Abelia serrata*)，コアカソ (*Boehmeria spicata*)，ミズキなど

表-2. 発芽法で得られた発芽苗数

Table 2. Number of seedling germinated from the soil seed bank

(a) 斜面上部

upper part

種名	A ₀	深さ (cm)										合計			
		0-5	5-10	10-15	15-20	20-30	30-40	40-50	50-60	60-70	70-80		80-90	90-100	
ヤブウツギ	0	13	38	63	75	50	0	13	0	0	0	0	0	0	1563
リュウブ	0	113	13	13	38	13	0	0	0	0	0	0	0	0	1000
サルスナシ	0	0	0	0	0	13	0	0	0	0	0	0	0	0	125
タラノキ	0	25	38	13	0	13	0	0	13	0	0	0	0	0	625
カラスザンショウ	0	0	0	25	25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	250
エビゴライチゴ	0	0	13	0	0	13	13	0	0	0	0	0	0	0	313
ケブシ	0	0	25	0	13	13	0	0	0	0	0	0	0	0	313
キバナアキギリ	0	0	0	13	0	25	13	0	0	0	0	0	0	0	438
ダンドボロギク	13	0	0	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	113
ヤブムラサキ	0	13	38	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	250
フヂリンドウ	0	0	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	63
クマイチゴ	0	0	13	0	0	13	13	0	0	0	0	0	0	0	313
メヒンバ	0	0	0	75	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	375
ナガバモミジイチゴ	0	0	0	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	63
イタドリ	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	50
シハイスマレ	0	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	63
未同定種	38	100	38	50	38	50	13	0	0	0	0	0	0	0	1900
合計	63	275	225	275	188	200	50	13	13	0	0	0	0	0	7813

(b) 斜面中部
middle part

種名	A 0	深 さ (cm)										〔粒 / m ² · cm〕				〔粒 / m ² · m〕 合 計
		0-5	5-10	10-15	15-20	20-30	30-40	40-50	50-60	60-70	70-80	80-90	90-100			
ヤブウツギ	0	38	63	100	113	100	38	75	88	0	0	0	0	4563		
リュウブ	38	50	50	25	0	13	0	0	0	0	0	0	900			
タラノキ	0	25	63	50	38	38	13	13	0	0	0	0	1500			
カラスザンショウ	13	0	0	0	13	0	0	0	0	0	0	0	113			
エビガライチゴ	0	0	13	0	25	0	0	0	0	0	0	0	188			
キブシ	0	0	13	13	0	0	0	0	0	0	0	0	125			
キバナアキギリ	0	0	13	0	0	13	0	0	0	0	0	0	188			
ダンドボロギク	25	0	0	0	13	0	0	0	0	0	0	0	163			
ヤブムラサキ	0	0	0	0	0	0	0	0	13	0	0	0	125			
アザリンドウ	0	13	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	125			
フサザクラ	0	0	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	63			
タケニグサ	0	0	38	25	0	0	25	13	0	0	0	0	688			
ヌルデ	0	0	50	0	13	13	0	13	13	0	0	0	688			
イイギリ	0	0	0	0	0	0	0	13	13	0	0	0	250			
ヤマグル	0	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	63			
フニイチゴ	0	0	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	63			
アワブキ	0	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	63			
ツルウメモドキ	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	50			
Carex	0	75	63	200	175	263	175	13	25	0	0	0	7313			
アカメガシワ	0	0	0	13	0	0	0	0	0	0	0	0	63			
ツニクサ	0	0	0	0	0	0	13	0	0	0	0	0	125			
未同定種	50	175	338	275	88	338	75	100	63	0	0	0	10325			
合 計	138	400	738	700	475	775	338	238	213	0	0	0	27738			

(c) 斜面下部
lower part

種名	A 0	深 さ (cm)										〔粒 / m ² · cm〕				〔粒 / m ² · m〕 合 計
		0-5	5-10	10-15	15-20	20-30	30-40	40-50	50-60	60-70	70-80	80-90	90-100			
ヤブウツギ	0	50	38	50	63	63	100	13	100	150	138	25	13	7000		
リュウブ	0	0	0	0	0	0	0	0	13	0	0	13	0	250		
Carex	13	0	0	0	13	0	0	50	25	13	0	0	0	988		
サルナシ	0	0	0	0	0	0	0	0	13	0	0	0	0	125		
アカメガシワ	0	0	0	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	63		
ツニクサ	0	0	0	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	63		
クマイチゴ	0	0	0	0	13	0	0	0	0	0	0	0	0	63		
コツクバネウツギ	0	0	13	13	13	13	0	0	0	0	0	0	0	313		
コアカソ	0	0	13	0	0	25	0	0	0	0	0	0	0	313		
ミズキ	0	0	0	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	63		
Labiatae sp.(1)	0	0	13	100	13	0	0	0	0	0	0	0	0	625		
アキチヨウジ	0	0	13	0	13	0	0	0	0	0	0	0	0	125		
Labiatae sp.(2)	13	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	113		
ヤマムグラ	0	0	0	0	13	0	0	0	0	0	0	0	0	63		
未同定種	0	0	13	25	50	50	0	38	50	38	13	13	25	2688		
合 計	25	63	100	225	188	150	100	100	200	200	150	50	38	12850		

があった。発芽稚苗の数、種数ともに斜面中部が上部、下部よりも多かった。表-2中に○で示したミズキ、カラスザンショウなどは、選別法では斜面の全域から確認されているにもかかわらず斜面上の一部の土壌からしか発芽しなかった。

b) 土壌の深さ別にみた発芽稚苗の数と種数 発芽法で発芽した種子は深さ方向に、斜面上部、中部で50~60cmの層まで、下部で90~100cmの層まで分布していた。発芽した種子数は斜面上部ではA₀層と表層から5cmまでに全体の20.8%が存在し、30cmまでに96.1%が存在した。斜面中部ではそれぞれ9.2%と71.6%、下部ではそれぞれ3.2%と34.8%であった。発芽数の最も多かった土壌層は斜面上部、中部が20-30cmの層、下部が50-70cmの層であった。

種別にみると、ヤブウツギ、リュウブ、Carex sp. は表層から40cm以下の深層まで分布していた。最も多く発芽がみられた土壌層は種によって少しずつ異なり、ヤブウツギは15-20cm、リュウブは0-5cm、Carex sp. は20-30cmであった。最も深い採取土壌から発芽した種はヤブウツギで90~100cmの土壌層から発芽した。未同定種2種も同じ深さの土壌層から発芽した。5cm以下の土壌から発芽するが、A₀層および表層から5cmの層からは発芽しなかった種にはヌルデ、タケニグサ、キブシなどがあった。このうち表-2中に+で示したミズキ、カラスザンショウ、エビガライチゴ (*Rubus phoenicolasius*)などは選別法によってA₀層と表層から5cmまでの層か

らも種子を確認できた。これと逆にA₀層と5cmまでの層だけで発芽した種はアワブキ (*Meliosma myriantha*), ツルウメモドキ (*Celastrus orbiculatus*), イタドリなど12種類があった。これらはシソ科の一種以外は斜面中部から斜面上部のものであった。

c) 平均発芽日数 一日あたりの埋土種子の発芽数の変化を図-4に示した。試験開始後7日目から発芽が始まり, 17日目に1日あたりの発芽数が最大となった。その後発芽数は減少するが少数の個体の発芽は続き72日目まで観察された。累積発芽数を示す曲線は30日頃にほぼ飽和に達した。発芽までにかかった平均発芽日数は20.3日であった。

土壌の深さ別に発芽までに要した日数を調べたのが図-5である。ヤブウツギは発芽稚苗数

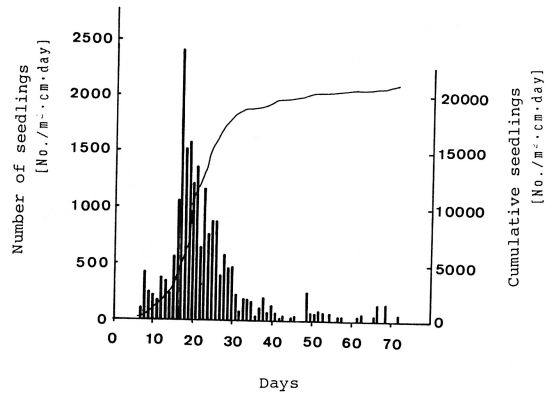


図-4. 発芽稚苗数の変化

Fig.4. Daily and cumulative number of seedlings

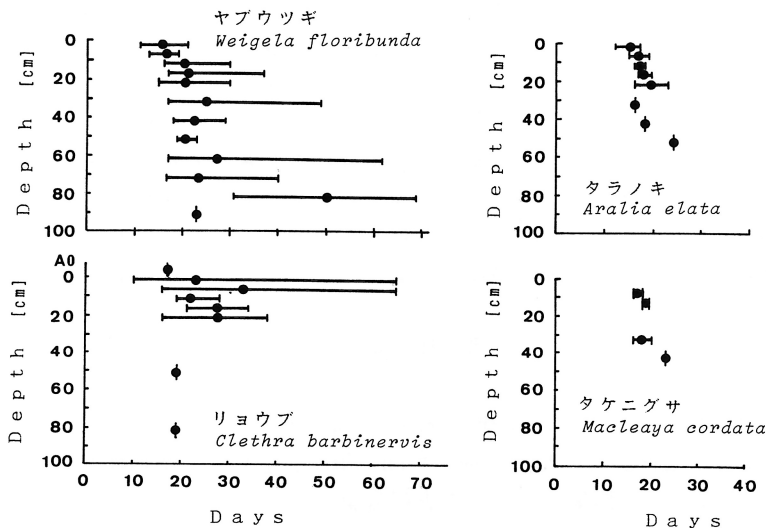


図-5. 土壌の深さ別にみた平均発芽日数

Fig.5. The mean germination period in days of the seeds of each layer

の最も多いものであったが, 層別にみた平均発芽日数は0-5cmの層が15.5日, 5-10cmの層が16.5日, 10-15cm, 15-20cmの層がそれぞれ20.7日, 21.0日と, 深い土壌層にあった埋土種子ほど発芽までにかかる日数は長かった。他の樹種についても同様の傾向を示した。

考 察

今回調査をおこなった急傾斜地に生育するモミ・ツガ天然生二次林では, 地表面から70-80cmの土壌層からキイチゴ属の種子が確認され, さらに90-100cmで採取された土壌中からヤブウツギが発芽した。これまで埋土種子の研究の多くは地表から30cmまでの土壌だけでおこなわれてい

る。他の森林で埋土種子の深さ方向の分布を調べた例は少なく、兵庫県再度山のアカマツ林で15 cmまで(10)、広島県宮島のアカマツ林で20cmまで(9)の分布を確認した記録がある。今回の調査結果はこれらと比べて極端に深いところまで埋土種子が分布することを示した。埋土種子集団の形成の過程を、斜面上の各位置で土壌の深さごとに調べた埋土種子の数と種組成から考察する。

埋土種子は斜面の中部から下部にかけて数が多く、斜面の下部ほど地中深くまで分布していた。傾斜の下方へ向けて土壌の移動が生じていると考えられる(5)。土壌とともに種子が下方へ運ばれることによって、斜面の下部には深くまで多数の種子が埋蔵されることになると考えられる。発芽法の結果、種子の平均発芽日数は地表から深いところのものほど長かった。休眠が深いほど古い種子であると考え、深いところの種子ほど古いことになる。先駆性の強い樹種4種、林分構成種5種について斜面の上、中、下部で、選別法で確認できた種子数に対し発芽法で数えた稚苗数の比を求めた結果、それぞれ0.34, 0.15, 0.013であった。このことは斜面上部では発芽可能な種子の割合が高く、中部、下部ほど発芽しえない種子の割合が多くなることを意味し、埋土種子集団の形成過程に斜面地形が強く関与していることを裏付けるものであるといえる。

埋土種子集団形成に関して、本論文では種子の散布様式についてはほとんど触れなかった。しかし、選別法または発芽法のいずれかによって斜面の全域から確認された種には、アカメガシワ、カラスザンショウ、ヤブウツギ、リョウブのように先駆性のつよいと思われる種と、モミ、アカシデのような林分の優占種が含まれた。前者は小型の種子を多数生産することによって斜面の全域に種子を散布させる。後者は単木の種子生産量はこれらより少ないが、成木が林分内に多数分布するために斜面の全域にわたって種子が散布されると考えられる。また、斜面上の一部からしか得られなかったものは、ニワトコ、ガマズミのように成木の分布が谷または尾根に集中しており、種子生産量もあまり多くないと考えられるものであった。このように埋土種子集団の形成にかかわる母樹の分布や種子の散布様式との関係については今後検討すべき余地がある。

引用文献

- (1) 中央林業相談所編：日本林業の現状1資源 p 4, 地球出版 1969
- (2) 林一六・沼田真：遷移からみた埋土種子集団の解析, I Vマツ過熟林とスダジイ極相林(予報) 自然教育園の生物群集に関する調査報告第1集 p 62-71, 1966
- (3) 林一六・沼田真：遷移からみた埋土種子集団の解析, Vマツ過熟林およびスダジイ極相林について-自然教育園の生物群集に関する調査報告第2集 1~7, 1968
- (4) 市河三英・荻野和彦：米野々演習林モミ・ツガ天然生二次林における当年生稚樹の消長 愛媛大学農学部演習林報告 24 85-96, 1986
- (5) 市河三英・二宮生夫・荻野和彦：山地斜面のとりあつかいについて 日林関西支講 37 103-106, 1986
- (6) 市河三英・荻野和彦：米野々演習林モミ・ツガ天然生林における稚樹個体群の消長 98回日林論 337-338, 1987
- (7) 池田隆文：米野々演習林モミ・ツガ天然生林における埋土種子の生態 愛媛大学卒業論文 1984
- (8) 宮森武夫：米野々演習林モミ・ツガ天然生林における埋土種子の発芽過程 愛媛大学卒業論文 1985

- (9) 中越信和・鈴木兵二：宮島の森林群落における埋土種子集団の研究 ヒコピア 8 180～192, 1977
- (10) 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 再度山永久保存地の調査報告書 2 69-94, 1981
- (11) 二宮生夫・富田英司・辻田昭夫・荻野和彦：モミ・ツガ天然生林の種組成の多様性と林分構造 愛媛大学農学部演習林報告 23 59-76, 1985
- (12) 二宮生夫・荻野和彦：米野々演習林モミ・ツガ天然生林における埋土種子集団その群集構造, 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, 1986
- (13) 沼田真：植物生態学論考 p 664 東海大学出版会 東京 1987
- (14) 岡久夫：米野々演習林モミ・ツガ天然生林における埋土種子集団と斜面地形 愛媛大学卒業論文 1986
- (15) 鈴木英治：ツガ天然林の更新 I I. 約260年前および50年前におこった2回の更新過程 日生誌 30 333-346, 1980
- (16) 辻田昭夫・小椋昇明・荻野和彦：モミ・ツガ天然生林の急斜面における土壌物質の移動について 98回日林論 181-182, 1987
- (17) WHITMORE, T. C. : Secondary succession from seed in Tropical Rain Forest. For. Abs. 44 : 769-779, 1983

(1987年8月31日受理)