

平成4年度 森林総合研究所

研究成果発表会講演要旨集

日時 : 平成4年10月7日(水) 13:30~17:00

会場 : 三会堂ビル9階 「石垣記念ホール」

農林水産省 林野庁

森林総合研究所

目 次

開会挨拶 所 長 勝田 証

1. 1991-19号台風の森林被害実態と今後の問題点
木材利用部 木材特性科長 太田 貞明 1
2. 森林伐採に伴う土壌の初期変化
森林環境部 立地環境科 立地評価研究室長 小林 繁男 7
3. マングローブ林の更新機構
東北支所 育林部 更新技術研究室長 中村 松三 15
4. アカゲラによる材線虫病の防除対策
東北支所 保護部 鳥獣研究室 中村 充博 21
5. 樹木レクチンの代謝と情報発現機構
生物機能開発部 生物工学科 生理機能研究室長 田崎 清 27

閉会挨拶 次 長 安永 朝海

1 課題 講演25分 質疑5分

1991-19号台風の森林被害実態と今後の問題点

木材利用部 木材特性科長 太田 貞明

はじめに

平成3年9月に九州、東北、北陸に來襲した台風19号により、大きな森林被害に見舞われた。特に九州の大分、熊本、福岡、秋田各県のスギ、ヒノキ林業に対する被害はまさに林業壊滅とまでいわれるほど、今世紀最大規模となった。その中でも、九州での勢力は強く広い範囲で暴風となり、熊本県阿蘇山で最大風速 60.9m/s 、日田市で 44.4m/s 等を観測し、北九州地域の気象観測官署で記録を更新した。全国の林野関係にかかわる被害は、総額2,000億円、30都道県、6万haに及ぶ。最近問題になりつつある立木樹幹内被害（潜在被害）等を加えると被害は甚大である。特に17号、19号台風が連続して來襲した九州北部地域は、民有林に林木被害が集中している。台風19号が吹き荒れた、わずか2時間あまりに、熊本県小国町から日田玖珠地域、福岡県浮羽、朝倉等で、約2万haが被害を受け、1,600万本から2,000万本の幹折れや風倒木がでた。美林として有名な日田スギの被害は特に甚大で、被害面積は日田市郡部で8,595ha、木材量にして約300万 m^3 に達する。これは市郡における年間生産量（20万 m^3 ）の15年分であり、2階建て木造住宅に換算すると、実に15万戸分に相当する量であった。

今回の報告は、台風19号による森林被害に関し、科学技術庁科学技術振興調整費、緊急研究（平成3年度）によって実施された研究成果の一部である。

被害の形態と立地要因の解析

被害形態を樹種別に単木的と林分とに区分すると、単木被害としては倒伏型（根返り、湾曲）と折損型（幹折れ、割裂、梢折れ）、成長が遅い品種は倒伏型、成長が早く深根性の品種は折損型が多い。マツは折損型、ヒノキは土壌の深さにより異なる。広葉樹は被害の傾向が把握しにくい、針葉樹に比較すると被害が軽いようである。間接的被害の種類としては、塩風害、脱水被害、剥皮、モメ、根の切断等、発生から時間が経過するにつれて顕在化する被害がある。さらに、地形的特徴は南西斜面、南斜面に被害が集中しており、約60%を占める。林分構造と被害形態との関連は壮齡林分に囲まれた樹高の低い弱齡林では被害が軽微であった。これは周囲林の防風効果のためと考えられる。

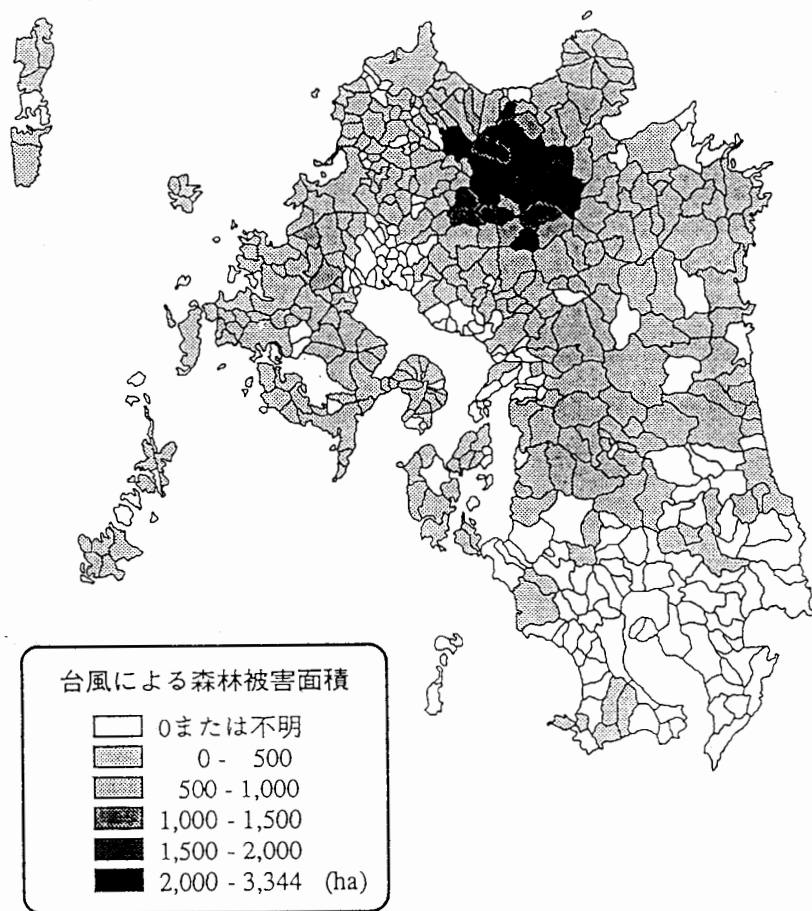


図1 森林被害面積の概要

現地調査への衛星画像の適用

空中写真による被害林分と無被害林分の標本点を設定し、被害前後に各画像上に示されるバンドの輝度値を散布図として両者の差異を求めた。その結果、被害地では可視光、赤（バンド2）が無被害値に比べて大きくなる傾向が認められたが、他のバンドについては明らかな傾向は認められなかった。皆伐などによる森林の消滅では、可視光の反射の増加や近赤外光（バンド3, 4）が減少する傾向が認められるが、これとは異なった結果が得られた。そこで比演算法を用いて局所的な被害図の作成を試みた。太陽高度による影響や大気補正を行う必要があり、単バンド間の比演算、主成分分析、残差画像法等につき比較検討した。また、衛星画像は緯度、経度座標系に変換して解析したが、その際にMESSR画像と地形情報とで解像度が異なるので、両者の画像化手法について検討した。

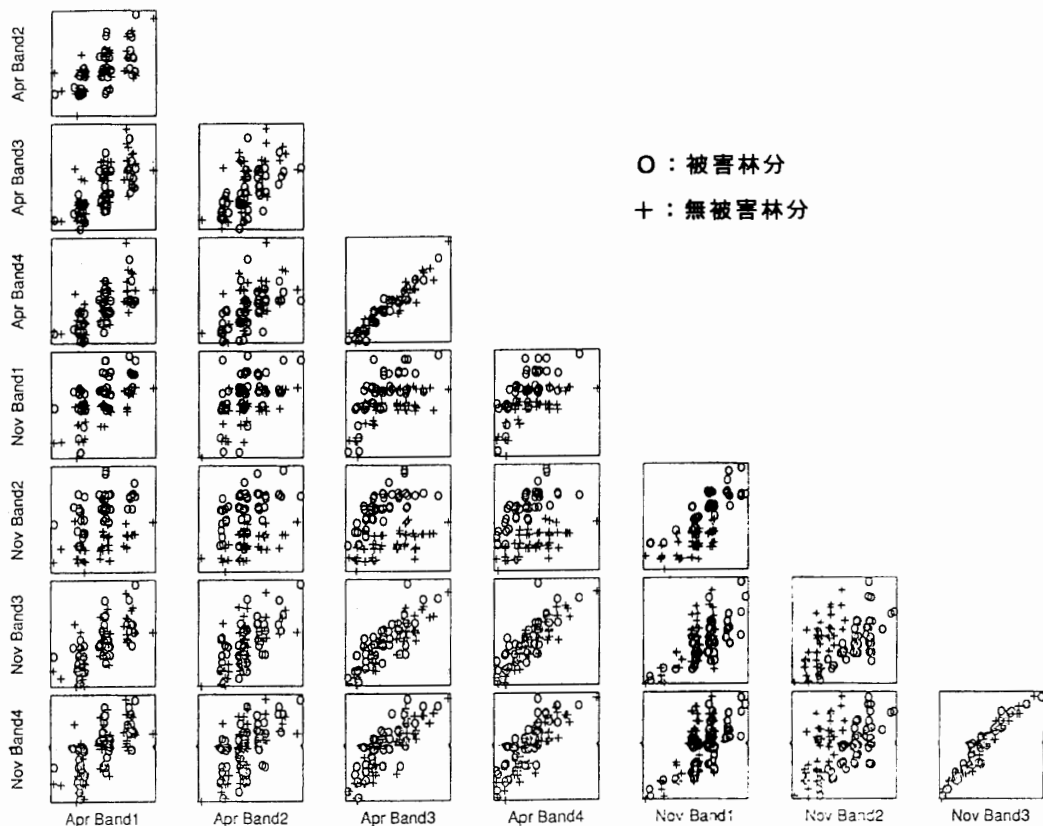


図2 被害林分・無被害林分の画素値散布図

材の被害発生形態の把握と材質への影響評価

スギの被害形態は品種によって大きく異なり、早生で枯れ枝が落ちやすいウラセバルは折損木が圧倒的に多いのに対し、ヤブクグリは倒伏や幹曲がりが多い。樹幹内部に生じている欠点は、モメと目回りに大別することができる。モメの発生はヒノキ倒伏木樹幹には出現する確率が高いが、ヤブクグリではその発生がほとんど認められない。また、ウラセバルは樹幹内部に認められる被害が最も顕著であり、モメの数、大きさ、深さともに大きい。最も被害が顕著であるウラセバルの樹幹内に発生したモメの分布は、風下側の樹幹断面の半分以上に及ぶこともある。幹の直径が10cm以下になるとモメの発生は少なくなる。また、外観からは無傷のように見える残存立木の樹幹内にも多数のモメ等の欠点が多数認められ、しかも樹種や品種により被害に特徴がある。今後の肥大成長に伴う材への影響が懸念される。

表 ヒノキとスギの強度試験結果

ヒノキ (No. 1, 2) 曲げ試験結果

	もめ発生側			正常側		
	ヤング率 (tf/m ²)	曲げ強さ (kgf/m ²)	比曲げ強さ (kgf/m ²)	ヤング率 (tf/m ²)	曲げ強さ (kgf/m ²)	比曲げ強さ (kgf/m ²)
平均値	75	522	1338	115	567	1453
最小値	13	149	393	78	488	1332
最大値	130	649	1681	143	631	1567
標準偏差	30.5	139.5	347.5	16.4	41.4	66.9
変動係数(%)	40.7	26.7	26.0	14.2	7.3	4.6

スギ (No. 3, 4) 圧縮試験結果

	もめ発生側			正常側		
	ヤング率 (tf/m ²)	圧縮強さ (kgf/m ²)	比圧縮強さ (kgf/m ²)	ヤング率 (tf/m ²)	圧縮強さ (kgf/m ²)	比圧縮強さ (kgf/m ²)
平均値	62	214	618	99	243	686
最小値	19	156	419	45	210	584
最大値	112	254	690	140	281	769
標準偏差	18.1	18.4	39.6	23.5	18.0	45.0
変動係数(%)	29.0	8.6	6.4	23.9	7.4	6.6

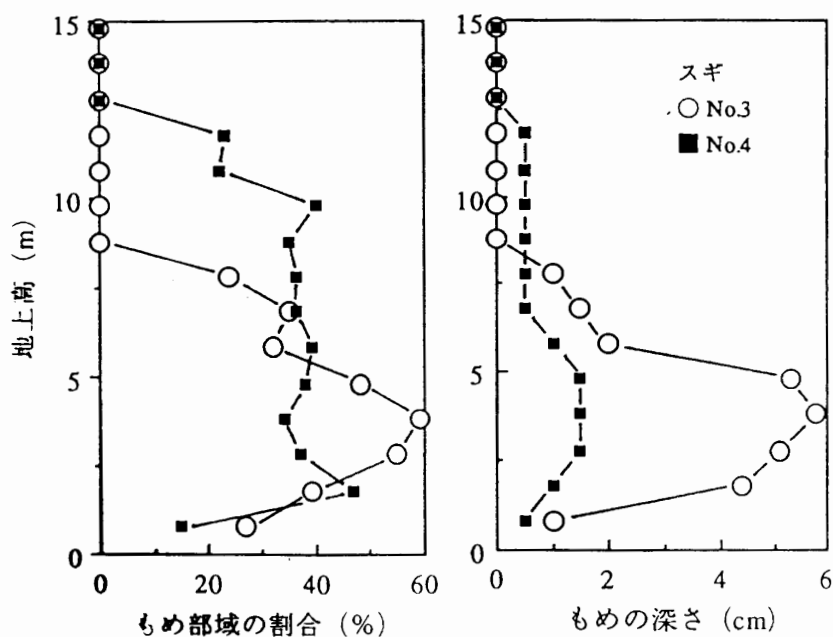


図3 スギ樹幹の本部最外周囲長に占めるもめ発生部域の割合と木部最外周部からのもめの深さ

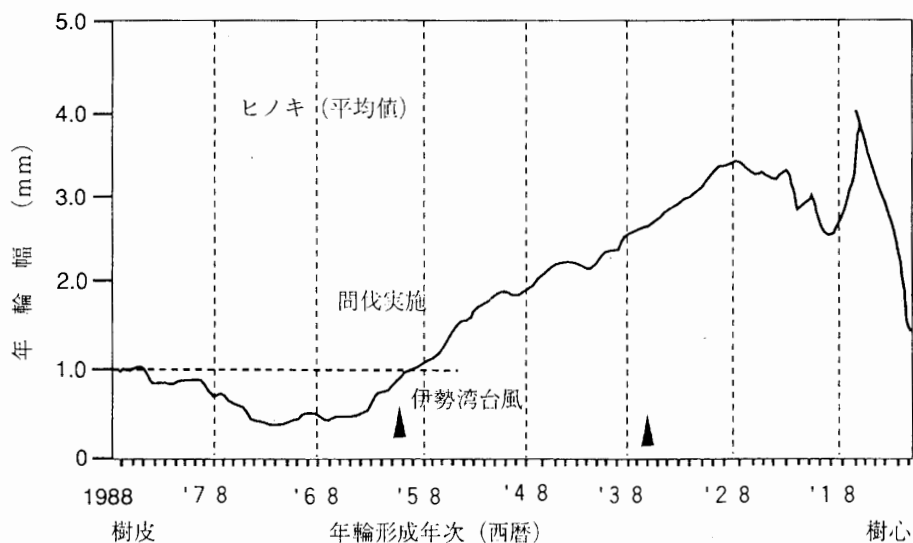


図4 過去の台風にもちこたえたヒノキ生立木の肥大成長
その後の成長は低下し、回復にはかなりの時間がかかる

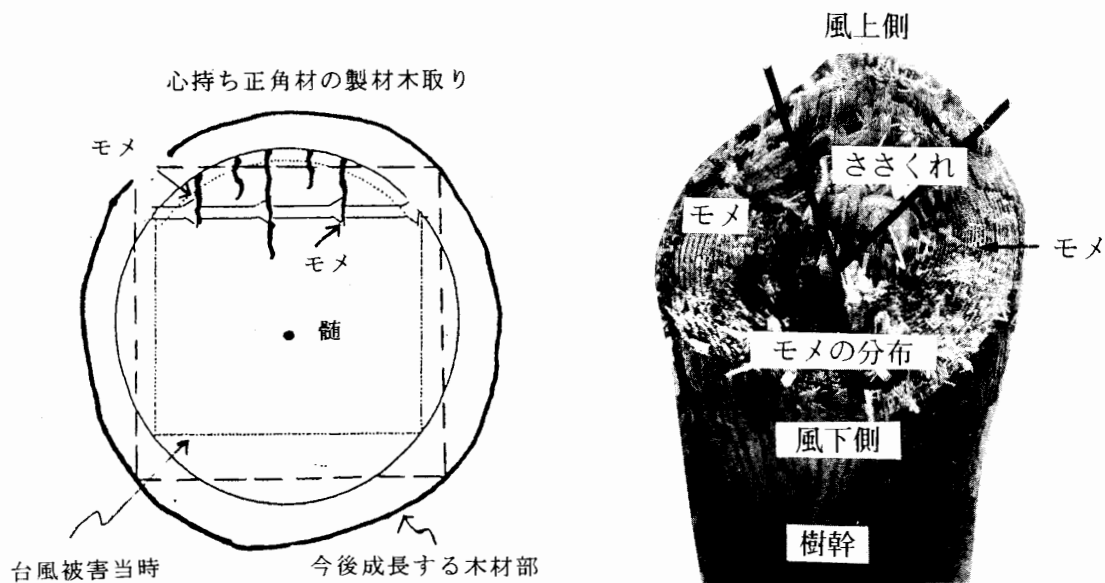


図5 今後成長にともなってモメ等の
欠点は材内に包み込まれる

モメが集中するとそこから幹が折れる
写真 樹幹横断面の大半に発生したモメ
の分布と折損面のようなす

今後の問題点

今回調査してきた台風による森林被害、材被害の形態から、特定のスギの品種や残存立木樹幹内に発生している被害等について解析を進め、問題点を明らかにしていく必要があります、今後の対応策が求められよう。

また、林地内に放置されている風倒木、折損木の経時的な材質劣化のほか、残存木に将来生じるであろう各種欠点（瘤、アテ、成長の偏り、変色等）による材質低下についてもどう対処するか、林業家に対する適切な指導指針を作成することも大きな問題である。

さらに、森林被害による二次災害の発生の危険も懸念される。

いずれにせよ、台風常襲地帯である九州地区については、今回の被害を糧として、台風被害にかかわる諸問題を解決していくため真剣に取り組んでいく必要がある。

森林伐採に伴う土壌の初期変化

森林環境部 立地環境科 立地評価研究室長 小林繁男

はじめに

地球規模の土壌の劣化や温暖化が深刻な問題となってきたおり、これらは人為のインパクトや森林の消失によるとされている。一方、森林の持つ諸機能は土壌劣化や温暖化対策に有効と考えられ、森林の取り扱いが重要な課題となる。また、地力の維持は持続的林業を行う上で必須であるが、森林の伐採による土壌の変化のメカニズムは十分に明らかにされたとはいえない。そこで森林施業の繰り返しなど累積的な人為インパクトが土壌生態系に与える影響を解明し、森林土壌の劣化の実態や温暖化への影響を評価する。そのために森林伐採に伴う土壌の変化の初期過程（伐採前後）を明らかにする。

森林土壌への人為の影響

森林伐採に伴う土壌の変化は森林型、気候、土壌、地形、母材等により、また、森林施業方法により異なる。さらに森林土壌は非常に変化に富んでいて、その変化を明らかにするためには多点の調査が必要である。そこで、①伐採搬出方法や樹種の異なる林分に試験地を設定し、微地形を測量する。②伐採前後に土壌断面調査を行い、表層土壌の硬度を測定し、400cc採土円筒による物理性分析と土壌試料から化学性分析を行う。③微地形の区分に対応した土壌の変化を主成分分析により解析する。人為の影響はその状況により非常に変化に富んでいるため土壌が受けるインパクトは多様である。このため、森林伐採による土壌や立地環境の変動予測は多くの研究事例を集約し、実態を明らかにしなければならない。

調査地と森林施業の概要

栃木県高原山、栃木県神子内担当区、オレゴン州アンドリュース実験林、ブルネイのラビ丘陵の4か所の試験地を設けた（図1）。タイ・トンパーブンとパプアニューギニア・マダンでは伐採前の調査を行っている。それぞれの試験地での立地環境は異なっていた（表1）。また、それぞれにおける施業方法等は異なる方法で実施された（表2）。

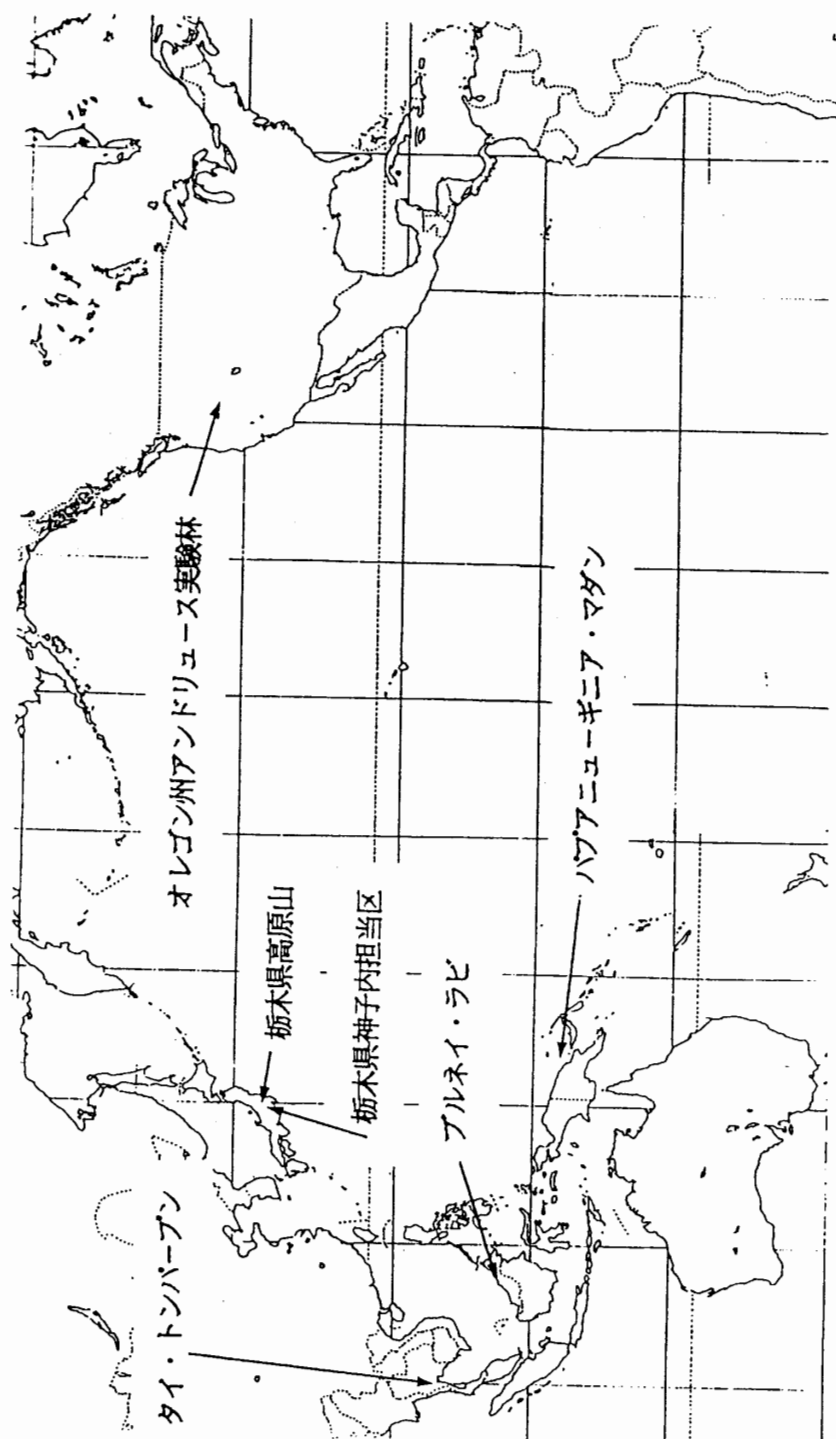


図1 調査位置図。栃木県高原山と神子内担当区では伐採後継続して調査が行われている。
タイ・トンバーブンとハプアニューギニア・マダンでは伐採前の調査を行っている。

表1 調査地概況

	気候帯	標 高	土 壤	母 材	植 生
栃木県 高原山	温帯	470m -550m	褐色森林土	火山灰	ヒノキ・スギ人工林 (樹高:12.5m 胸高直径:0.15m)
栃木県 神子内担当区	温帯	1280m -1340m	褐色森林土	石英斑岩 火山灰	ミズナラ・ダケカンバ 二次林(80年生) (樹高:16.5m 胸高直径:0.27m)
オレゴン州 アンドリュース 実験林	冷温帯	683m -733m	Cryumbrept	氷河堆積物	ダグラスファー天然林 (樹高:56m 胸高直径:1.2m)
ブルネイ ラビ	湿潤熱帯	90m -142m	Red-yellow podzol	砂岩・泥岩	混交フタバガキ科天然林 (樹高:50m 胸高直径:0.5m)

表2 伐採搬出方法・調査時期

	伐採方法	搬出方法	地拵え	伐採時期	調査時期
栃木県 高原山	皆伐	架線集材 タイラー法 全幹	巻落し	1979.4 (54pits)	1978.10 1979.10
栃木県 神子内担当区	漸伐	架線集材 タイラー法 全木	無地拵え	1991.7 (62pits)	1990.9 1991.10
オレゴン州 アンドリュース 実験林	皆伐	架線集材 ハイリード法 ブルドーザ集材 全幹	火入れ	1985.6 (54pits)	1985.5 1985.8
ブルネイ ラビ	択伐	ブルドーザ集材 全幹	無地拵え	1987.11 (100pits)	1987.6,7 1988.6,7

皆伐後の変化

栃木県高原山では伐採後に土壌中の全炭素・全窒素が減少し、C/N比も低下し、無機態窒素は増加した。皆伐後急速に土壌有機物の分解が促された。土壌有機物の分解はpHや置換酸度にも影響を及ぼしともに減少を示した。地表攪乱と土壌表層の裸地化、土壌有機物の急速な分解の複合作用として、土壌の物理性は変化した。粗孔隙は減少し、細孔隙は増加し、容積重の増加がもたらされた。透水性の変化は顕著に現れ、極端な減少を示した(表3)。

表3. 高原山におけるヒノキ・スギ林の伐採前後の土壌諸特性の変化

土壌特性	伐採前（6か月）		伐採後（6か月）		
（土壌断面）					
L層	1. 6	± 0. 8*	0		cm
F層	1. 4	± 1. 1	1. 9	± 2. 0	cm
H層	0. 7	± 0. 8	0. 2	± 0. 5	cm
A ₀ 層	3. 7	± 1. 9	2. 1	± 2. 1	cm
A ₁₁ 層	5. 4	± 3. 3	3. 0	± 4. 4	cm
A ₁₂ 層	5. 2	± 2. 2	2. 9	± 3. 9	cm
全A層	11. 2	± 3. 8	10. 3	± 5. 4	cm
礫量	14. 7	± 15. 7	9. 8	± 15. 0	g/400cc
根量	2. 0	± 1. 3	2. 3	± 1. 4	g/400cc
（化学性）					
pH	4. 76	± 0. 35	4. 65	± 0. 33	
置換酸度（Y ₁ ）	19. 9	± 10. 7	16. 8	± 9. 0	
C／N	20. 6	± 2. 0	19. 2	± 2. 4	
全炭素	15. 41	± 3. 31	12. 38	± 2. 96	%
全窒素	0. 75	± 0. 14	0. 65	± 0. 14	%
無機態窒素	2. 03	± 0. 86	3. 04	± 2. 52	mg/100g
塩基置換容量	47. 2	± 5. 7	48. 3	± 6. 5	me/100g
置換性－Ca	6. 42	± 5. 47	3. 41	± 2. 66	me/100g
置換性－Mg	1. 46	± 1. 02	1. 10	± 0. 69	me/100g
置換性－K	1. 07	± 0. 32	0. 83	± 0. 38	me/100g
NH ₄ －N	0. 94	± 0. 57	1. 60	± 1. 87	mg/100g
NO ₃ －N	1. 10	± 0. 86	1. 44	± 1. 64	mg/100g
（物理性）					
透水性	446	± 196	252	± 129	cc/min.
容積重	37. 9	± 7. 5	44. 0	± 8. 1	g/100cc
採取時水分量	42. 4	± 3. 9	47. 6	± 4. 7	%
最大容水量	63. 2	± 3. 6	67. 6	± 3. 8	%
最小容気量	19. 9	± 4. 6	12. 6	± 3. 9	%
粗孔隙	47. 7	± 4. 0	40. 5	± 4. 8	%
細孔隙	35. 4	± 3. 3	39. 8	± 4. 0	%
全孔隙	83. 0	± 2. 7	80. 1	± 3. 0	%

オレゴン州アンドリュース実験林では土壌の変化に与えた主なものはトラクター運行や運材による圧密、枝葉の集積、表層の除去、削剥などであり、また、雨滴侵食や撥水性の発現などであった。土壌最表層は攪乱のため硬度は低くなり、圧密のため5 cmより深い所では硬くなった。圧密と表層攪乱は土壌の物理性に变化をもたらし、容積重の増加、粗孔隙の減少、細孔隙の増加を促し透水性は顕著に減少した。この森林では表層土に菌糸が普遍的に分布し、表層が乾燥することで撥水性が発現し、最小容気量を増加させ、最大容水量と透水性を減少させた(表4)。

表4. アンドリュース実験林におけるダグラスファー林の伐採前後の土壌諸特性の変化

土壤特性	伐採前		伐採後		
(土壤断面)					
A ₀ 層	4. 6	± 4. 2*	8. 1	± 9. 0	cm
A層	4. 6	± 2. 0	2. 5	± 2. 4	cm
B層	31. 2	± 10. 2	27. 9	± 8. 7	cm
表層硬度	0. 9	± 0. 4	0. 5	± 0. 3	kg/cm2
B層硬度	1. 3	± 0. 7	1. 7	± 1. 9	kg/cm2
礫量	68. 7	± 28. 1	71. 2	± 28. 0	g/400cc
根量	3. 2	± 2. 6	3. 0	± 2. 2	g/400cc
(化学性)					
pH	5. 14	± 0. 40	5. 21	± 0. 33	
C/N	33	± 5	36	± 12	
全炭素	7. 77	± 7. 32	9. 23	± 3. 54	%
全窒素	0. 23	± 0. 05	0. 25	± 0. 06	%
塩基置換容量	51. 3	± 10. 7	54. 7	± 12. 3	me/100g
置換性-Ca	7. 28	± 7. 32	8. 20	± 7. 69	me/100g
置換性-Mg	1. 05	± 1. 20	1. 36	± 1. 43	me/100g
置換性-K	0. 68	± 0. 21	0. 75	± 0. 24	me/100g
置換性-Na	0. 11	± 0. 14	0. 17	± 0. 20	me/100g
(物理性)					
透水性	254	± 187	53	± 79	%
容積重	52. 4	± 8. 4	59. 1	± 11. 4	%
採取時水分量	27. 2	± 4. 8	21. 1	± 7. 5	%
最大容水量	44. 6	± 5. 8	40. 6	± 12. 5	%
最小容気量	27. 9	± 6. 6	30. 1	± 13. 8	%
粗孔隙	48. 5	± 4. 9	45. 3	± 6. 3	%
細孔隙	24. 0	± 3. 4	25. 4	± 4. 7	%
全孔隙	72. 5	± 2. 8	70. 5	± 3. 1	%

*: (平均値) ± (標準偏差)

漸伐後の変化

神子内担当区では70%の漸伐のため尾根は保残帯となり、多くの立木が残された。従って、土壌の変化は保残地点と伐採地点とで大きな差があり、平均的な土壌断面の変化はそれほど明らかではなかった(表5)。ただし、表層土壌硬度が顕著に高くなった。これは、粗孔隙が減少し、細孔隙が増加するとともに、全孔隙の減少に伴う容積重の増加によると推定された。この変化に従い透水性が極端に減少した。この試験地の林床にはササが密生している場所があり、林床植生の相違が表層土壌の変化にも影響を与えている。

表5. 神子内担当区におけるミズナラ・ダケカンバ二次林の伐採前後の土壌断面と物理性の変化

土壤特性	伐採前		伐採後		
(土壤断面)					
A ₀ 層	3. 4	± 2. 2*	3. 5	± 3. 0	cm
A層	25. 9	± 7. 9	27. 2	± 8. 3	cm
表層硬度	5. 6	± 3. 6	9. 5	± 3. 5	mm
礫量	15. 3	± 24. 7	17. 9	± 32. 5	g/400cc
根量	3. 8	± 1. 9	2. 9	± 1. 5	g/400cc
(物理性)					
透水性	3 9 6	± 2 3 3**	1 9 7	± 1 1 5	cc/min
容積重	0. 3 2	± 0. 0 7	0. 3 7	± 0. 0 9	g/cc
採取時水分量	44. 1	± 7. 2	51. 0	± 5. 9	%
最大含水量	62. 5	± 6. 4	68. 9	± 5. 4	%
最小容気量	20. 6	± 6. 9	12. 4	± 5. 7	%
粗孔隙	45. 4	± 7. 0	39. 0	± 7. 0	%
細孔隙	37. 6	± 6. 2	42. 4	± 5. 3	%
全孔隙	83. 1	± 3. 1	81. 3	± 4. 6	%

* : (平均値) ± (標準偏差)

** : 飽和透水係数(cm/s.) = { (透水性) × 60 / 100 } × (4 / 6) }

択伐後の変化

ブルネイのラビでは土壌の変化の特徴は択伐という施業により変化に幅がある点である。集材によりブルドーザが走った場所と重い丸太を引きずった場所の土壌の変化が著しかった。結果として土壌硬度は増加し、透水性が低下した(表6)。これは容積重の増加とともに粗孔隙が減少し、細孔隙が増加したことに起因していた。同時に有機物の分解が促進されたり、流亡したりすることから全炭素・全窒素が低下した。このような平均的な土壌の変化が熱帯雨林の伐採に認められたが、最も苛酷な変化はブルドーザによる集材に起因した集材路に認められた。

地球の温暖化と森林伐採

地球温暖化にかかわる森林伐採に伴う土壌表層からの炭素の放出・流亡は混交フタバガキ科林で19.16Ct/haで最も多く、ついでヒノキ林で9.31Ct/ha、最も少ないのがダグラファール林で5.09Ct/haであった(表4)。これに伴い窒素も無機化・流亡した。

持続的な森林施業

以上のように森林伐採に伴う土壌の悪化が明らかとなった。特に、表層土壌の粗孔隙の減少・容積重の増加に伴う透水性の悪化が顕著であり、これは表層侵食や森林土壌の保水性の低下に関係してくる。炭素・窒素の放出・流亡も明らかで伐採に伴い林地から温室効果ガスの放出が加速されると推定される。しかし、再造林を行

い、森林が生育する過程で土壌の回復が行われ、炭素が蓄積されることも解明されつつある。持続的な林業を行うために、今後は森林が生育するに伴い悪化した土壌の回復過程を明らかにするとともに、カーボンシンクとしての森林生態系における炭素の蓄積過程を解明する必要がある。

表6. ラビにおける混交フタバガキ林の伐採前後の土壌諸特性の変化

土壤特性	伐採前		伐採後			
(土壤断面)						
A ₀ 層	4. 8	± 2. 1*	4. 5	± 4. 5	cm	
A層	9. 8	± 3. 9	6. 3	± 5. 0	cm	
表層硬度	14. 0	± 2. 4	15. 3	± 4. 3	kg/cm ²	
(化学性)						
C/N	17. 9	± 2. 6	15. 7	± 4. 0		
全炭素	3. 9	± 1. 4	2. 8	± 1. 7	%	
全窒素	0. 21	± 0. 05	0. 16	± 0. 08	%	
(物理性)						
透水性	6. 1	± 7. 5	4. 6	± 7. 5	%	
容積重	106. 8	± 15. 3	122. 8	± 29. 0	%	
採取時水分量	22. 5	± 4. 6	27. 1	± 7. 0	%	
最大容水量	34. 3	± 6. 0	40. 9	± 6. 8	%	
最小容水量	22. 7	± 8. 0	11. 1	± 8. 2	%	
粗孔隙	35. 5	± 4. 9	24. 7	± 9. 0	%	
細孔隙	21. 4	± 2. 6	27. 2	± 5. 2	%	
全孔隙	56. 9	± 5. 0	51. 9	± 9. 1	%	

* : (平均値) ± (標準偏差)

表7. 森林施業に伴う土壌炭素・窒素の変化

調査地	栃木県高原山	オレゴン州 アンドリュース実験林	ブルネイ・ラビ 混交フタバガキ科林
	ヒノキ・スギ林	ダグラスファー林	
A ₀ 層 前	3.7 ± 1.9	4.6 ± 4.2	4.8 ± 2.1* ¹ cm
後	2.1 ± 2.1	8.1 ± 9.0	4.5 ± 4.5 cm
変化	(- 1.6)	(+ 3.5)	(- 0.3) cm
A層 前	11.2 ± 3.8	4.6 ± 2.0	9.8 ± 3.9 cm
後	10.3 ± 5.4	2.5 ± 2.4	6.3 ± 5.0 cm
変化	(- 0.9)	(- 2.1)	(- 3.5) cm
容積重 前	0.379 ± 0.075	0.524 ± 0.084	1.068 ± 0.153 g/cc
後	0.440 ± 0.081	0.591 ± 0.114	1.228 ± 0.290 g/cc
変化	(+ 0.061)	(+ 0.067)	(+ 0.160) g/cc
炭素 前	15.41 ± 3.31	7.77 ± 7.32	3.9 ± 1.4* ¹ %
後	12.38 ± 2.96	9.23 ± 3.54	2.8 ± 1.7 %
変化	(- 3.03)	(+ 1.46)	(- 1.1) %
炭素量* ² 前	65.41	18.73	40.82 Ct/ha
後	56.11	13.64	21.66 Ct/ha
変化	(- 9.31)	(- 5.09)	(- 19.16) Ct/ha
窒素 前	0.75 ± 0.14	0.23 ± 0.05	0.21 ± 0.05 %
後	0.65 ± 0.14	0.25 ± 0.06	0.16 ± 0.08 %
変化	(- 0.10)	(+ 0.02)	(- 0.05) %
窒素量 前	3.18	0.55	2.20 Nt/ha
後	2.95	0.37	1.24 Nt/ha
変化	(- 0.24)	(- 0.19)	(- 0.96) Nt/ha

* 1 : (平均値) ± (標準偏差), * 2 : 表層土 (A層)

マングローブ林の更新機構

東北支所 育林部 更新技術研究室長 中村松三

背景と目的

近年、タイ王国のマングローブ林は諸経済活動、例えば木炭生産のための過伐、塩田、エビ養殖、スズ採掘、農地造成など新たな土地利用の結果として、その質の低下、量の減少をきたしている。海岸線、河口部に分布するマングローブ林は沿岸地域の林業や水産業の振興の基盤であり、海岸線の土地保全、環境保全の防波堤である。この研究の目的はマングローブ林生態、特にタイ王国のマングローブで主要な樹種である *Rhizophora apiculata*, *Rhizophora mucronata* の更新機構を明らかにし、劣悪化したマングローブ林の修復、再生のための基礎情報を提供することにある。

更新機構に関する一連の調査はタイ南部マレー半島西岸アングマン海に面する、トラン県のトラン川河口部に分布するマングローブ天然林で行った。なお、この調査研究はJICA、タイ造林研究訓練計画（第2フェーズ）のもと、王室森林局カンタン森林生態研究ステーションにおいて実行された。

種子散布の季節変化と散布量

R. apiculata 林、*R. mucronata* 林に2m×10mのシードトラップをそれぞれ2か所設置し、1週間毎にトラップ内に散布された胎生種子を回収した（図1、2）。散布種子は1989年3月からの1年間で *R. apiculata* 林及び *R. mucronata* 林でそれぞれ80,000個/ha、23,000個/haであった。*R. apiculata* の健全種子の散布は1月に始まり、5月頃ピークに達し、6月中にほぼ終了した。*R. mucronata* では12月～6月、ピークは3月～4月にあった。この調査から種子散布の季節変化が明らかにされるとともに、*R. apiculata* 林においてはさらに種子散布に年変動があることが確認された。

散布種子の健全性

シードトラップにおいて回収された散布種子の観察から、種子の健全性が明らかになった（図3）。*R. apiculata* の健全種子は全散布種子の33%、26,400個/haであった。全散布種子の40%が穿孔性昆虫に食害されており、その昆虫はキクイムシの一種 *Poecilips fallax* であることが明らかになった。*R. mucronata* では全散布種子の50%、11,500個/haが健全種子、23%が *P. fallax* に穿孔食害された種子であった。なお、この穿孔性昆虫 *P. fallax* は散布前の種子に加害するのみならず、散布後の種子あるいは林床の稚樹にも加害することが確認された。

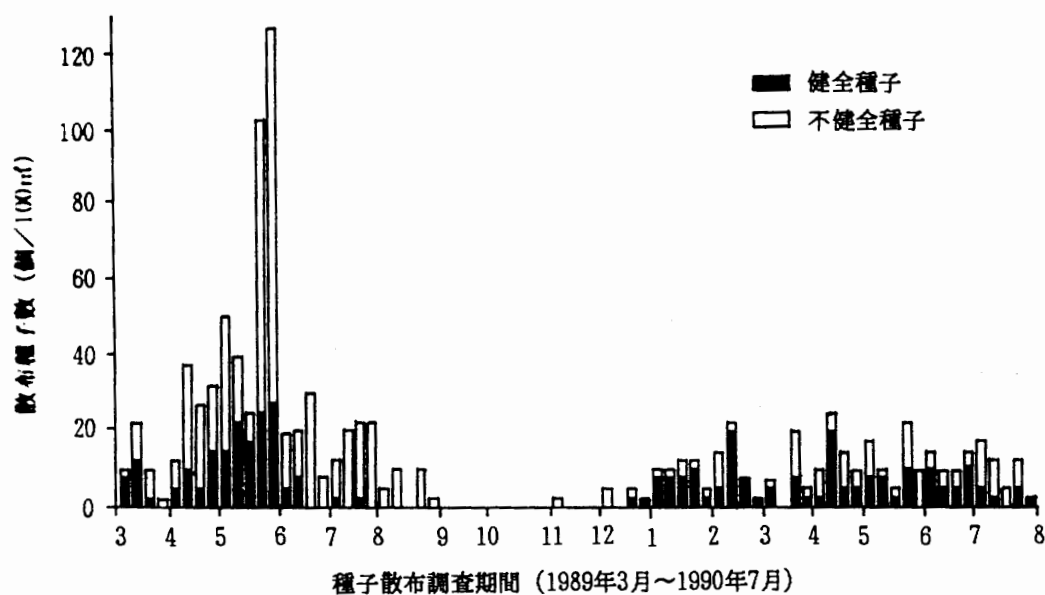


図1 *R. apiculata* 天然林における種子散布の季節変化

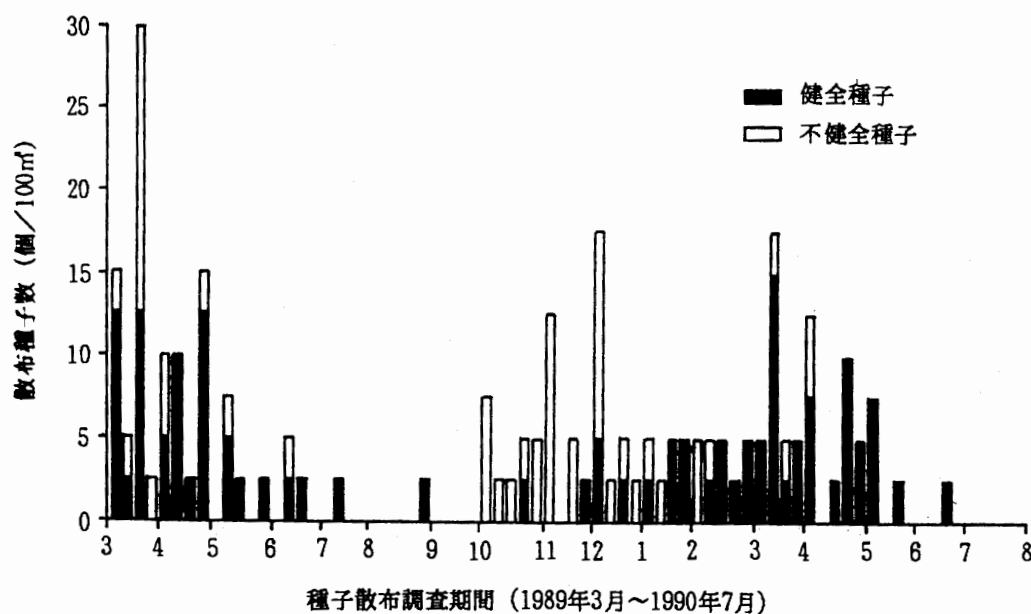


図2 *R. mucronata* 天然林における種子散布の季節変化

種子散布1年後の稚樹生存状況

種子散布から1年経過後の稚樹生存に至るまでの*R. apiculata*, *R. mucronata* のフローを明らかにした(図4)。*R. apiculata* 健全種子, *R. mucronata* 健全種子のそれぞれ24%, 33%が散布直後泥土へ直接突き刺さった。突き刺さって泥土へ種子が固定された場合, そのほとんど(*R. apiculata* で96%, *R. mucronata* で90%)が発根, 発芽し定着に成功する。一方, 散布直後泥土へ突き刺さらない種子は潮の干満により漂流を繰り返すが, 定着に成功する種子は両種とも漂流した種子の13%程度であることが推定された。定着に成功し稚樹となった個体は種々の要因によりさらに枯死していくが, 天然林の林床に定着し稚樹となった場合, 種子散布から1年経過した時点での稚樹の生存率は*R. apiculata* で定着に成功した稚樹の約9%, 生存本数として800本/ha, *R. mucronata* では約54%, 2,400本/haと推定された。これらの値は両樹種それぞれ全散布種子の1%, 10%, あるいは健全種子の3%, 21%に当たる。

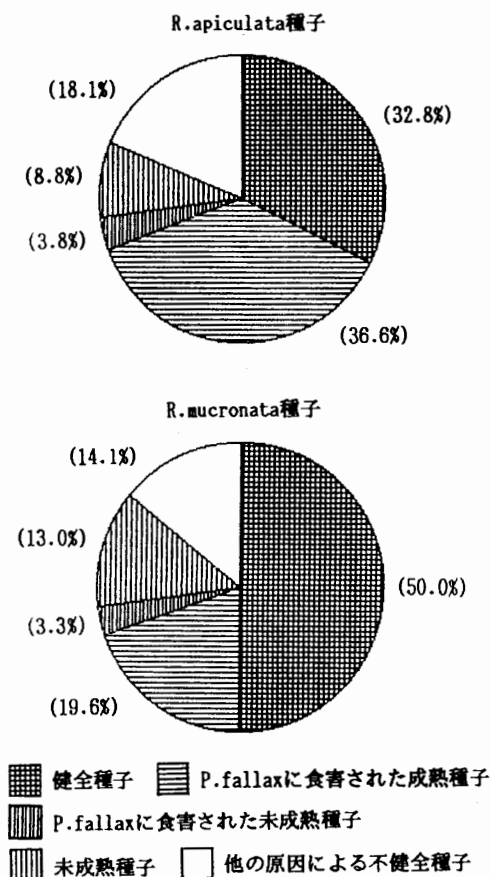


図3 散布種子の内訳

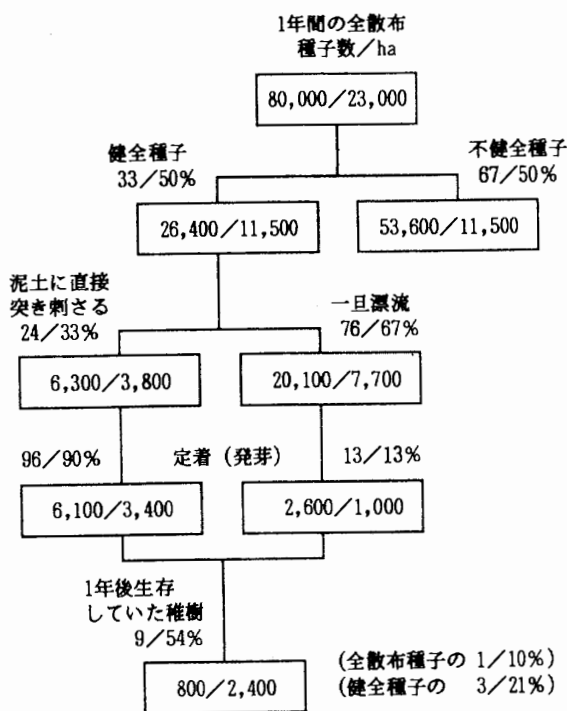


図4 種子散布～1年後の稚樹生存に至るまでの*R. apiculata*/*R. mucronata* のフロー

稚樹の生存と光要因の関係

天然林に人工的なギャップを造成し、異なる光環境の場所14か所において、健全な *R. apiculata* 種子、*R. mucronata* 種子をそれぞれ植え付け、稚樹の生存率と光環境の関係を明らかにした。相対照度10%以下の場所では、*R. apiculata* 稚樹の生存率は著しく低く20%以下であること、*R. mucronata* 稚樹では生存率40%~70%であることが明らかになった。相対照度がおよそ20%以上の場所では両樹種とも生存率が高く、*R. apiculata* 稚樹で少なくとも75%以上、*R. mucronata* 稚樹で90%前後の値を示した。

干満により自由に潮が出入りする苗畑の底陰格子を利用し、前述の稚樹の生存率と相対照度の関係を検証した（図5、*R. apiculata* のみを図に示す）。異なる光環境下に植え付けられた両樹種は植え付け後30日~40日でそのほとんどが発芽し成長を開始した。*R. apiculata* はいずれの相対照度区でも生存率90%以上を維持し、低照度区での生存率の低下が認められず、天然林で認められた現象と異なる結果になった。なお、高い生存率は植え付け後90日以降においても続いたことを確認している。また、*R. mucronata* についても *R. apiculata* で得られた結果と同様であった。

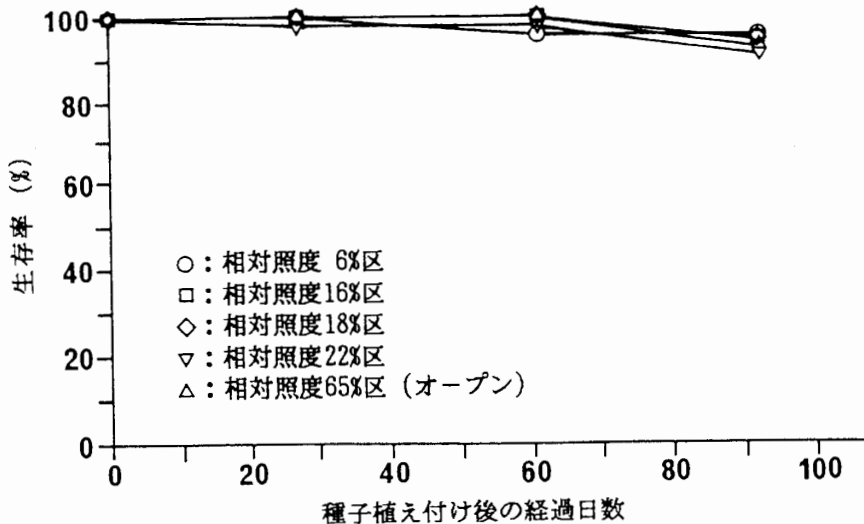


図5 異なる光環境下に植え付けられた健全な *R. apiculata* の生存率

稚樹の生存と生物要因の関係

稚樹の生存率と穿孔性昆虫 *P. fallax* との関係を、光要因を絡めて検討した（図6、*R. apiculata* のみを図に示す）。苗畑の庇陰格子を利用し、*P. fallax* に穿孔食害されている種子を異なる光環境下に植え付けた。なお、試験には *P. fallax* による加害率がほぼ同レベルの種子を供試した。種子は発芽後成長を開始するが、相対照度9%区、21%区の稚樹はその後次第に枯死し始め、植え付け後100日経過時点でそれらの生存率は30%前後となった。一方、相対照度30%区、55%区の稚樹は若干枯死個体が出現するものの生存率80%以上を維持していた。この試験結果は天然林において認められた稚樹の生存率と相対照度の関係にも矛盾しないものである。なお、*R. mucronata* については *R. apiculata* の場合と異なり、いずれの相対照度区でも85%以上の生存率を維持していた。しかし、*P. fallax* による加害率がさらに高くなると *R. apiculata* の場合と同様な傾向を示すことが確認されている。

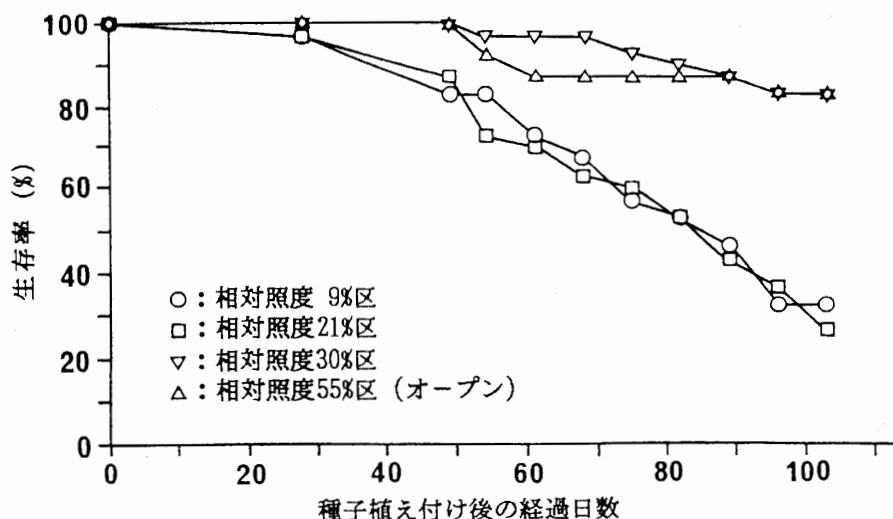


図6 異なる光環境下における植え付けられた *P. fallax* に食害された *R. apiculata* の生存率

まとめ

R. apiculata 天然林、*R. mucronata* 天然林は多くの種子を散布するが、林床の相対照度が10%以下の光環境下では、散布種子が発根、発芽し定着に成功したとしても、光不足から個体を維持するのみで十分な物質生産ができない。このような状況下で *P. fallax* による食害を受けるとそれが致命傷となり短期間の内に稚樹は枯死してしまう。天然林の林床に豊かなシードリングバンクを形成できないこととなる。なんらかの攪乱が天然林に対して起こり、林床の相対照度が30%以上になると、稚樹は十分な光環境のもと新たな枝葉を盛んに展開し物質生産を行うため、仮に *P. fallax* の食害を受けてもその羽化脱出まで持ちこたえ枯死に至らない。

調査結果を総合すると以上のような更新機構が推察された。

アカゲラによる材線虫病の防除対策

東北支所 保護部 鳥獣研究室 中村充博

はじめに

マツ材線虫病の防除策として、この病気の原因となるマツノザイセンチュウを、被害木から健全木へ運び被害を拡大させるマツノマダラカミキリを退治する方法が有効であると考えられている。これまで、マツノマダラカミキリの防除法としては、薬剤散布により成虫が健全木に飛来するのを防いだり、被害木に潜んでいる幼虫などを駆除するための、伐倒焼却やくん蒸処理等が主流で³⁾、簡便、安全で決定的に有効な手法は残念ながら開発に至っていない。こうした経過を背景に、林野庁は本年度から新たなマツ枯れ防除対策を打ち出した。旧来の手法に樹種転換、防除帯の設置が加わり、さらに天敵等を併用した微害状態の維持が推進されることになった。

ここでは、キツツキ類が材内に潜むマツノマダラカミキリ幼虫を捕食する¹⁾ことを利用した防除法の確立のために、キツツキ類による捕食実態と誘致・増殖に関する方策について報告する。

捕食実態

キツツキ類によるマツノマダラカミキリ幼虫の捕食実態について枯れ上がり枝の調査及び人為寄生木を用いた実験を行った。

その結果、枯れ上がり枝でのキツツキ類の捕食率は、60～80%と高い値を示した(表1)。また、人為的にマツノマダラカミキリを寄生させた木を用いた実験では、マツノマダラカミキリ材内幼虫に対しては、ほぼ100%の捕食率を示し²⁾、樹皮下幼虫に対しても63.2%と高い捕食率を示した⁶⁾。そしてキツツキ類のなかでもアカゲラが多く生息するほど捕食率が高いことが分かった。

アカゲラの誘致・増殖法

アカゲラは通常、アカマツ林にも生息している(クロマツ林にはごく少ない)が、巣穴やねぐらを掘ることのできる広葉樹が混入している壮齢林に多く生息する傾向がある(表2)。このためマツ材線虫病の防除に役立てるためには、マツ単純林の内外へアカゲラが定着する条件を整えることが必要になる。誘致のためには林内に広葉樹を導入したり、周辺に広葉樹林を育成することが基本的に有効であると考えられるが時間がかかる。そこで、当面の経過措置として営巣用の巣丸太とねぐら用の巣箱による誘致増殖手法の実験を行った。

入口式巣丸太(図1)を用いた実験では、アカゲラによる利用が確認され、カン

表1 キツツキ類による枯れ上がり枝のカミキリ捕食率

場所	材内幼虫数	捕食数	捕食率 (%)
種市町	23	14	60.9
金華山	21	17	85.0
岩代町	10	8	80.0
計	54	39	72.2

表2 東北地方におけるアカゲラの繁殖期の生息密度

林 相	密度 (羽/15ha)
岩手アカマツ壮齢人工林 (広葉樹混入)	11.01
岩手カラマツ壮齢人工林 (高齢級)	5.79
岩手ブナ壮齢天然林	5.62
秋田ブナ壮齢天然林	5.06
岩手ブナ壮齢天然林	4.99
岩手カラマツ壮齢人工林	2.41
岩手カラマツ若齢人工林	2.38
岩手アカマツ壮齢人工林	1.88
岩手アカマツ壮齢人工林	1.62
岩手カラマツ若齢人工林	1.19

表3 アカゲラの人工営巣用巣丸太の利用状況

巣 材	架設個数	巣穴完成	堀りかけ	つつき跡
カンパ類	18	7	5	1
カスミザクラ	20	1		1
トウヒ	6		1	
スギ	6			
カラマツ	6			
コナラ	2			
合 計	58	8	6	2

表4 ねぐら用底無型巣箱と従来のねぐら用巣箱の比較

	底無型巣箱	従来の巣箱	
材質	マツ、ヒノキ材	ウレタン	スギ材
制作	簡単	技術必要	簡単
保温性	悪い(?) 調査中	よい	よい
天敵からの逃避	天敵の侵入場所以外の逃げ場所がある	逃げ場所がない	逃げ場所がない
他の鳥との競合	他の鳥の繁殖には使えない	他の鳥が繁殖できる	他の鳥が繁殖できる
利用調査	簡単(夜間に下から覗けばよい)	困難	困難

バ類を用いた巣丸太がよく利用された（表3）⁵⁾。そのほかに、中空式の巣丸太で、すでに中国で利用されている形のものもある（図2）⁴⁾。この中空式では、どのような樹種であってもよいと考えられている。

次にねぐら用として、ウレタン製巣箱やスギ板式巣箱を架設した結果、利用が確認された²⁾。また、新しく開発したねぐら用底無型巣箱（図3）は、キツツキ類が穴内部の側壁にしがみついて寝るという習性を利用したものであり、従来型の巣箱から底の部分を取り払っているのが特徴になっている。このため、他の鳥と競合しない（他の鳥が繁殖用やねぐら用としては利用できない）、天敵からの逃避が容易である（逃げ場所が上部の入口と底の穴の2か所ある）というような利点がある（表4）。この巣箱の架設実験では、架設3週間後で架設地域で生息していると思われる4羽すべての利用が確認された。

以上のように、非繁殖期においてはねぐら用巣箱等の架設によりアカゲラの定着を図り、繁殖期には巣丸太等の架設によりアカゲラの増殖を図るという方法がほぼ確立された。

アカゲラの誘致・増殖による効果

アカゲラの誘致によりマツノマダラカミキリの密度制御に効果があるかについての検討及び調査を行った。

アカゲラの捕食能力については、マツノマダラカミキリ材内幼虫を材内幼虫期間（約7か月）に約14000頭捕食することが可能であるという試算がある⁷⁾。秋田県二古の海岸クロマツ林の調査では巣丸太架設により誘致した後、マツノマダラカミキリの脱出率が低下している（図4）。マツ材線虫病の微害地においては、アカゲラの誘致によりマツノマダラカミキリの密度制御が期待できる。

まとめ

マツ材線虫病の微害地ではアカゲラによるマツノマダラカミキリの密度制御が期待できる。従って、マツ材線虫病の総合的防除対策の一環としてアカゲラを含むキツツキ類の誘致・保護が重要である。そのためには、アカゲラにとって好適な生活環境である太い広葉樹のある林や混交天然林などを維持、造成することが基本的に重要である。当面の処置としては、巣丸太やねぐら用巣箱の架設によって保護・誘致するのが有効であり、その手法をほぼ確立した。

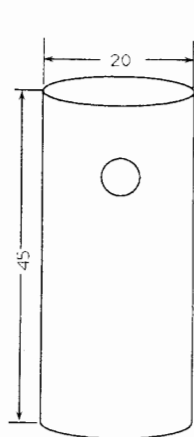


図1 入口式巣丸太

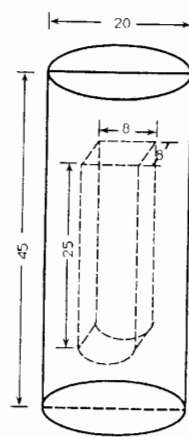
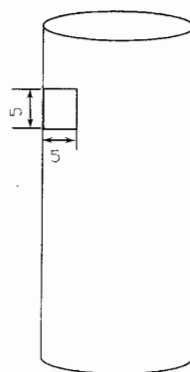


図2 中空式巣丸太

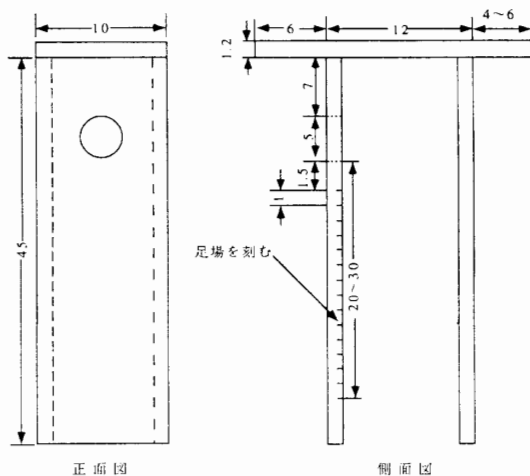
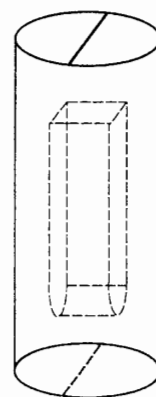


図3 ねぐら用底無型巣箱

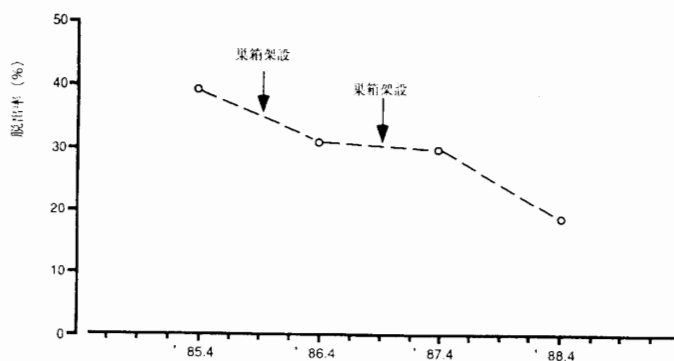
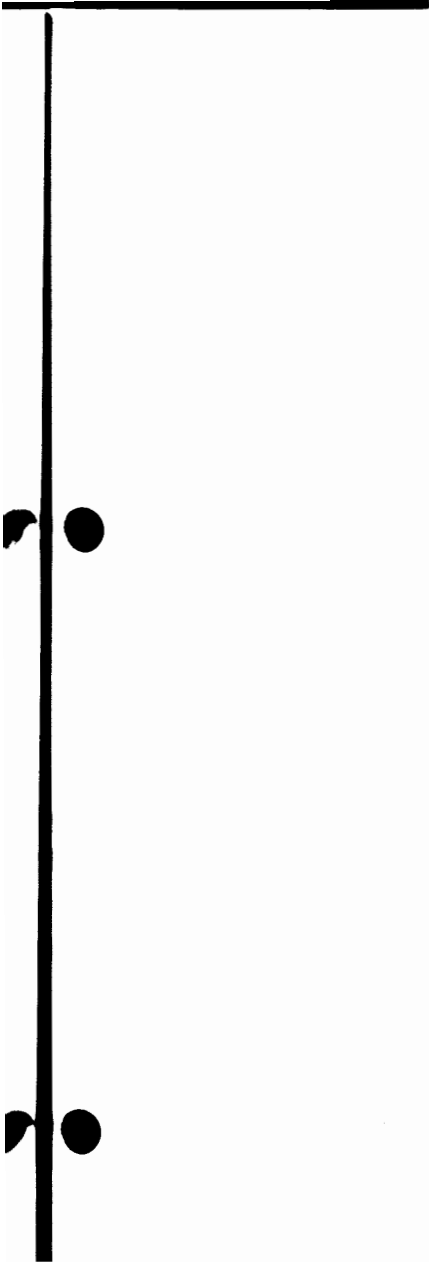


図4 秋田二古でのアカゲラの巣箱設置によるマツノマダラカミキリの脱出率の年次変化
(秋田県林業技術センター藤岡浩氏の協力による)

引用文献

- 1) 五十嵐正敏: キツツキ類によるマツノマダラカミキリ越冬幼虫の捕食, 日林論91, 363-364, 1980
- 2) 鈴木祥悟他: 鳥類による合成樹脂製巣箱の利用例, 日林東北支誌38, 218-219, 1986
- 3) 全国森林病虫獣害防除協会: 森林病虫獣害防除技術, 1982
- 4) 張仲信: 営巣用偽木によって二種のキツツキ類を誘致する研究に関する短報, 動物学雑誌 (2) : 30-33, 1981
- 5) 中村充博他: アカゲラによる人工巣と自然巣の利用状況, 日林東北支誌42, 193-194, 1990
- 6) 中村充博他: アカゲラによるマツノマダラカミキリ樹皮下幼虫の捕食について, 日林東北支誌 43, 159-160, 1991
- 7) 由井正敏: 森に棲む野鳥の生態学 創文
- 8) 由井正敏他: キツツキ類の生息密度とマツノマダラカミキリの捕食率, 日林論96, 525-526, 1985



樹木レクチンの代謝と情報発現機構

生物機能開発部 生物工学科 生理機能研究室長 田崎 清

はじめに

レクチン研究の歴史は古く、およそ一世紀以上前の、Stillmark によるヒマ種子からの赤血球凝集物質の発見に端を発する。その後、他の植物特にマメ科植物の種子から動物の赤血球を凝集する蛋白質が多く検出され、それらの性質が調べられてきた。その結果、これらの蛋白質は赤血球の表面に存在する糖鎖を認識し、これと結合することによって凝集を引き起こすことが明らかになった。このように糖鎖に対する認識、結合能力を備えた蛋白質は一般にレクチンと呼ばれることになり、従来は専ら試薬として医学、薬学及び生物学の分野で広く使われてきた。その後、レクチンは植物以外に動物や微生物にも広く分布することが分かり、生体内における役割について関心が向けられるようになってきた。例えば、昆虫では体液中にレクチンが存在し、高等動物における免疫グロブリンの機能と同じように生体防御に関係していることが示唆されている。しかし、植物レクチンの場合は研究の歴史が古く種々な仮説がとなえられてきたにもかかわらず生体内で果たす役割について明確な答が得られていない。

なぜ樹木レクチンか？

植物レクチンは従来マメ科植物や穀類の種子に由来するものが研究されてきたが、最近になって種子以外の組織や器官からレクチンが検出され、その特性が明らかにされてきつつある。樹木の樹皮にもレクチンが大量に蓄積することがいくつかの樹種で報告され、これらのレクチンには糖鎖に対する特異性が従来にない新しい型のものもある。さらに、樹皮レクチンは季節的に変化を示し、大量に蓄積する冬期と極端に小量になる夏期とがあるため貯蔵蛋白質ではないかとの見方もある。しかし、それではなぜ樹皮の貯蔵蛋白質がレクチンとしての活性を備えているのか、もっと他の機能を果たしているのでは？このように、植物の種子だけでなく他の組織や器官で種々のレクチンが検出されてくるに従い、生体内で果たすレクチンの機能に対する関心が高まってきており、樹木レクチンについても同じ状況にある。そこで、演者らは樹木レクチンの役割を明らかにすることが樹木の成長・分化を制御し、利用するうえで重要な基礎知識を与えると考え以下の研究を進めた。

研究結果

ニセアカシアの樹皮にもレクチンが大量に含まれていることは知られていたが、その詳しい性質については不明の点が多かった。そこで、まずこのレクチンを単離・精製し、その特性について調べることから研究をスタートさせた。精製したレクチンは29 kDのポリペプチドが4つ集合してレクチン蛋白質を構成していることが推定された(図1)。このレクチンに対する抗体を作成しニセアカシア及びエンジュの各組織・器官からの抽出液との反応を調べた。エンジュには種子及び樹皮にレクチンのあることが知られていたが、これらのレクチンがニセアカシアの樹皮レクチンに類似したものであることが抗体との反応で明らかになった。しかし、ニセアカシアの種子及び葉の抽出液では抗体と反応する蛋白質が検出できなかった(図2)。精製したレクチンのアミノ末端からのアミノ酸配列を決定し、他のレクチンと比較してみた(図3)。図に示されるようにニセアカシア樹皮レクチンはエンジュのレクチンとは非常に類似しており、さらに他のマメ科種子由来のレクチンとも相同性が高かったが、マメ科以外のレクチンとはほとんど相同性が認められなかった。次に、ニセアカシア樹皮から抽出したmRNAをもとにレクチンのmRNAと相補的なDNA(cDNA)を選び出し、その塩基配列を決定した。なお、このように樹皮由来のレクチンのcDNAを取り、塩基配列を決めたのは初めてのことである。決定された塩基配列もやはり他のマメ科レクチンのものと相同性が高かった。さらに、このcDNAを利用してレクチンのmRNAの樹皮における季節的変動を調べると、8月の中旬から翌年の3月中旬まで検出することができた。この変化はレクチン蛋白質の季節的変動に対応していた。すなわち、レクチン遺伝子からレクチン蛋白質の合成までの発現過程で遺伝情報の転写が制御を受けているステップの一つであることが示唆された。このように、樹皮で特異的に発現し、季節的にも変動するレクチンがいったいどのような役割をはたしているのか興味はつきないが、この分野の研究は最近始まったばかりである。今後の研究の発展が待たれる。

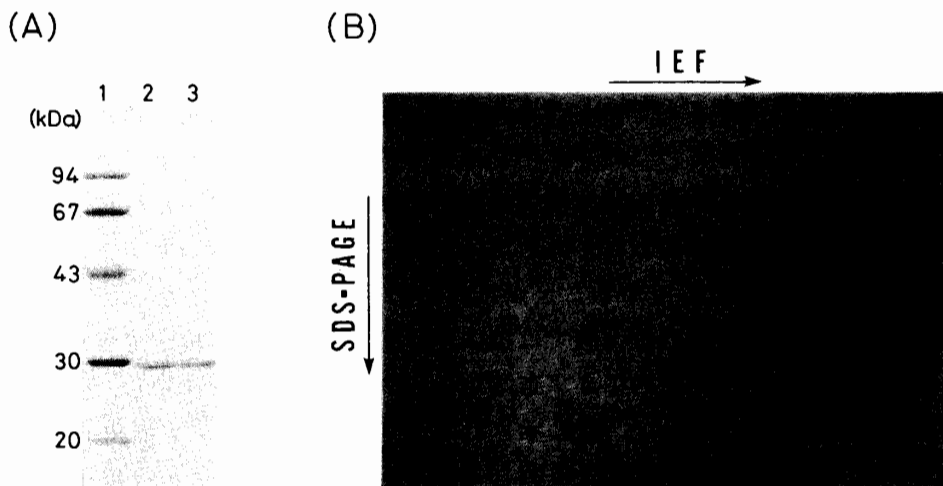


図1 ニセアカシア 樹皮レクチンの電気泳動。
A, 一次元電気泳動; B, 二次元電気泳動

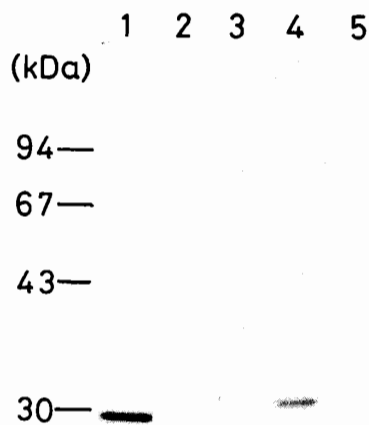


図2 ニセアカシア樹皮レクチン抗体による蛋白質の検出
1, ニセアカシア樹皮
2, ニセアカシア種子
3, ニセアカシア葉
4, エンジュ種子
5, エンジュ樹皮

	1	5	10	15	20															
<i>Robinia</i> bark	Thr	Gly	Ser	Phe	Ser	Phe	Pro	Lys	Phe	Lys	His	Ser	Gln	Pro	Trp	Leu	Ile	Phe		
<i>Sophora</i> bark	Ala	Glu	Val	Leu	Ser	Phe	Ser	Phe	Pro	Lys	Phe	Ala	Ser	Asn	Gln	Lys	Asp	Leu	Ile	Leu
<i>Sophora</i> seed	Ala	Glu	Ile	Leu	Ser	Phe	Ser	Phe	Pro	Lys	Phe	Ala	Ser	Asn	Gln	Glu	Asp	Leu	Leu	Leu
Soybean seed	Ala	Glu	Thr	Val	Ser	Phe	Ser	Trp	Asn	Lys	Phe	Val	Pro	Lys	Gln	Pro	Asn	Met	Ile	Leu
Pea seed	Thr	Glu	Thr	Thr	Ser	Phe	Leu	Ile	Thr	Lys	Phe	Ser	Pro	Asp	Gln	Gln	Asn	Leu	Ile	Phe
Lentil seed	Thr	Glu	Thr	Thr	Ser	Phe	Ser	Ile	Thr	Lys	Phe	Ser	Pro	Asp	Gln	Gln	Asn	Leu	Ile	Phe

図3 マメ科植物レクチンのアミノ酸配列の比較