

## 2-4-7 森林の施業管理

### (1) これまでの対策

#### 1) 森林衰退対策

ヨーロッパでは森林の状態を評価する年次調査要項として、失葉・変色度合を0~4まで5段階に区分した基準を用いている。これは、1983年にドイツで始まり、現在ヨーロッパの多くの国々で実行されている。ルーマニア国でも、これに基づいて衰退現象の判断、衰退木の伐採、虫害防除を行っている。

また、これと並行して、林分内の被害木の発生率を調査しており、林分の衰退度をその発生割合から4段階に区分している。

これまでに行われてきた対策としては、主に、被害木の伐採及び伐採地に対する植栽が中心である。被害木の伐採及び伐採地に対する植栽は、被害木の割合が65%以上となった林分において行われてきた。しかし、気象の乾燥化及び土壌の乾燥化等の理由により、植栽木の成長は芳しくない。

植栽方法としては、RNPとしても様々な方法を試みてきた。特にチウルチウ森林管理局ギンパチ森林管理署レツカにおいては、ICASとの共同研究により、下記に示す方法を試みている。

- ① 林分内の被害木伐採跡地への直接播種。
- ② 被害林分を皆伐後、深耕。植え穴への播種。
- ③ 被害林分の皆伐後、トラクターで伐根を除去し、深耕。直線的に播種。
- ④ 被害林分の皆伐後、トラクターで伐根を除去し、深耕。苗木を植栽。
- ⑤ 被害林分の皆伐後、トラクターで伐根を除去し、深耕。1年間農地として使用後、苗木を植栽。

上記した中では、④及び⑤の方法を用いた植栽地において、植栽木の成長が良好であった。これは、深耕することにより、土壌中の孔隙量が増加し、透水性が良くなった結果である。しかし、この方法は非常にコストのかかる方法でもあり、新たな方法が検討されている。なお、④の方法を用いた植栽地における土壌状態については、2-6-1において後述する。

#### 2) 病虫害対策

RNPでは毎年9~10月に食葉性害虫の発生状況、衰退度、卵塊密度、天敵昆虫の寄生・捕食率、鳥類等の捕食率を全国的に調査している。各森林管理署の森林技術者が調査したデータは、地域の森林管理署で集計され、翌年の防除計画書を作成してRNPに提出する。RNPに集計された全国のデータを基に、森林管理署の技術者、RNPの森林保護担当者、ICASの研究担当者から構成される専門委員会議で検討される。この委員会において全国の衰退状況が分析され、衰退度とマイマイガ *Lymantria dispar* の卵塊密度から翌年の防除予定地域が区分される。防除予定地域は上述した基準において、食葉性害虫による樹木の失葉率が50%以上予測される森林を対象にする。なお、

食害の現状と具体的な病虫害対策は、「(3)昆虫類による食害と病虫害対策」に示すとおりである。

## (2) 森林衰退のモニタリング

ルーマニア国における森林モニタリング調査は1990年から継続して行われている。森林における環境要因の継続的な観察は、Patrascoiu氏らの方法論を採用して1983年から試行されていたが、そのシステムは1990年に全国的に適用されるようになった。またこの年、国際的な森林モニタリングプロジェクト(ICP Forest)に加盟し、その結果、永久調査地のネットワークが国の全森林域に配分された。

森林衰退度のモニタリングは、動物や昆虫による被害・病害・落葉・葉の脱色などの要因について調査が行われているが、これらの中、落葉に関する樹木の変化が最も代表的な調査要因と考えられている。グレード「0」は0~10%、グレード「1」は11~25%、グレード「2」は26~60%、グレード「3」は61~99%の落葉率を示し、グレード「4」は枯死木である。

1990~1998年の期間の永久調査地のデータは、全樹種の0レベルの健全度についてみると、年度毎の変動が大きく、1990年に52%あったものが1994年には47.7%にまで減少しており、これが1998年には66.9%に高まっていた。落葉率の調査を樹種毎に見ると、針葉樹では*Abies alba*が最も影響を受けていて、1991年には9%であった衰退度が1994年には22.3%に高まり、1998年には10.7%にまで低下した。広葉樹で最も影響を受けた樹種は*Quercus pedunculiflora*と*Q. frainetto*であった。2~4レベルの高い落葉率を示す度合いをこの両樹種で見ると、*Q. pedunculiflora*は1990年の24%から1994年の42.6%に高まり、1998年には31.2%にまで低下した。*Q. frainetto*は1990年には19%であり、1994年には45.5%にまで高まり、1998年には28.7%低下した。

森林衰退は標高とも関係しており、平原や丘陵地では、落葉率で2~4レベルの森林が山岳地帯に比べて多い。

1997・1998年のモニタリング調査は、7月15日~9月15日の間に行われた。1997年の調査の実際には森林管理局のスタッフが42人、各森林管理署のエンジニア400人が参加し、そのデータはICASのモニタリングチームによって解析がすすめられた。

1998年の落葉率に関するモニタリング調査の結果をApp.D-12に示した。このうち、復旧対策に係る落葉率グレード2~4の範囲にある*Quercus* spp.は、*Q. pedunculiflora*と*Q. pubescens*は31.2%、*Q. frainetto*は28.7%、*Q. robur*は22.4%、*Q. cerris*は17.8%、*Q. petraea*は16.8%であった。また、*Robinia pseudoacacia*は20.4%であった。

出典：1) Forest monitoring system in Romania, ICAS, Ovidiu Badea, 1996. 2) Technical assistance for operation of forest monitoring system on level 1, Dr.Eng. Romica Tomescu, Eng.Ovidiu Badea, 1997. 3) The dynamics of forest health condition between 1990 and 1998, Ovidiu Badea, ICAS Bucharesti.

### (3) 昆虫類による食害と病虫害対策

#### 1) 主要害虫及び天敵昆虫

今回の調査で、広葉樹の立木から 14 科 20 種の害虫（食葉性害虫、穿孔性害虫及び種子害虫）を採取した (Table 2-4-25)。

Table 2-4-25 ルーマニア南部平原の広葉樹(立木)の主要害虫

Scientific names (Family&Species)		Food trees	Japanese names
<b>Defoliators</b>			
Lymantriidae	<i>Lymantria dispar</i> (Linnaeus)* <i>Euproctis chryorrhoea</i> Linnaeus	<i>Quercus</i> , <i>Ulmus</i> , <i>Populus</i> , <i>Salix</i> , etc. <i>Quercus</i> , <i>Crataegus</i> , <i>Prunus</i> , etc.	マイマイガ モンシロクガの一種
Notodontidae	<i>Thaumetopoea processionea</i> L.	<i>Quercus</i> , etc.	シャチホクガの一種
Geometridae	<i>Operophtera brumata</i> (Linnaeus) <i>Erannis defoliaria</i> (Clerck)	<i>Quercus</i> , <i>Betula</i> , <i>Crataegus</i> , <i>Prunus</i> <i>Quercus</i> , <i>Betula</i> , <i>Crataegus</i> , <i>Prunus</i>	ナミスズコナシヤク オオチヤハネフコエダシヤク
Tortricidae	<i>Tortrix viridana</i> Linnaeus*	<i>Quercus</i>	ウスミハマキの一種
Lasiocampidae	<i>Malacosoma neustria</i> Motschulsky*	<i>Quercus</i> , <i>Populus</i> , <i>Prunus</i> , etc.	オビカバ
Arctiidae	<i>Hyphantria cunea</i> Drury*	<i>Platanus</i> , <i>Prunus</i> , <i>Morus</i> , etc.	アマガシロヒトリ
Meloidae	<i>Lytta vesicatoria</i> Linnaeus*	<i>Fraxinus</i>	マハシヨウの一種
Curculionidae	<i>Stereonichus fraxini</i> DeGeer*	<i>Fraxinus</i>	アカマゾウムシの一種
Chrysomelidae	<i>Melasma populi</i> Linnaeus*	<i>Populus</i> , <i>Salix</i>	ドロキハムシ
Thenthredinidae	<i>Stauronematus compressicornis</i> (Fab.)	<i>Populus</i>	
<b>Wood bores</b>			
Cerambycidae	<i>Cerambyx cerdo</i> Linnaeus* <i>Saperda populnea</i> (Linnaeus)* <i>Prionus coriarius</i> (Linnaeus) <i>Morimus funereus</i> (Linnaeus)	<i>Quercus</i> , etc. <i>Populus</i> , <i>Salix</i> <i>Quercus</i> , etc. <i>Quercus</i> , <i>Populus</i>	カネリムシの一種 トシガミキリ
Curculionidae	<i>Cryptorhynchus lapathi</i> Linnaeus*	<i>Populus</i> , <i>Salix</i>	ヤキギリゾウムシ
Cossidae	<i>Cossus cossus</i> Linnaeus*	<i>Quercus</i> , <i>Ulmus</i> , <i>Fraxinus</i> , <i>Populus</i>	ボウガの一種
<b>Seed insect</b>			
Curculionidae	<i>Balaninus glandium</i> Marsham*	<i>Quercus</i> , etc.	クヌギシゾウムシの一種

\*確認種、種名はルーマニア国に準じた。

Table 2-4-25 に記載した害虫のうち、*Otiorynchus multipunctatus* (Fabricius)、*Stauronema compressicornis* Fabricius は、ルーマニア国では新記録の可能性が有る。クライオヴァ森林管理署管内のセクイの *Q. robur* と *Fraxinus* spp. の採種園の樹冠上から多数の成虫を採取した *Otiorynchus multipunctatus* (Fabricius) は、ルーマニア国では本属に 4 種が知られているが、この中には本種は含まれていない。これらの幼虫は苗畑や造林木の根を食害する。また、*Populus* spp. の森林において *Stauronema compressicornis* Fabricius を採取した。本種の幼虫は *Populus* spp. の葉を食害し、その周りに泡状の柵を作る特異な習性があるが、被害は少ない。以上の 2 種については、今後新たな防除計画を策定するための基礎資料としての生態調査が必要である。

#### ① 食葉性害虫

森林内に生息するマイマイガの幼虫密度を脱糞量から推定するため、50%の失葉が予測される *Q. frainetto* の林分の林床にシード・トラップ(直径 80cm、0.5m<sup>2</sup>)25 個/ha を均等に設置した。調査は 1998 年 6 月 3 日から摂食がほぼ終了した 7 月 3 日まで継続し、2 日間隔で回収した。各トラップの出糞数と容量、乾燥重量、糞サイズを求め、幼虫の齢構成を判断した。

ルーマニア産マイマイガは日本産に比べて小型で、幼虫時代は 5~6 齢を経過する。室内飼育による 2 齢幼虫から前蛹までの期間は約 3 週間で、1 頭当りの摂食量は

*Q. robur* の葉を雄は 130~161cm<sup>2</sup>、平均 150±11.1cm<sup>2</sup>、雌は 423~579cm<sup>2</sup>、平均 491±80.1cm<sup>2</sup> 摂食した。雌雄(♂6、♀3)の平均摂食量は 264cm<sup>2</sup> で、1 頭当りの摂食量は *Q. frainetto* または *Q. cerris* の葉を 7~8 枚摂食し、生葉の重量で 8~9g (乾燥重量は約 1/2) に相当する。幼虫期間の脱糞量は 633~844 粒、平均 728±83.7 粒である。蛹重量は雄が平均 0.43g、雌は 1.39g で、野外集団飼育(ICAS nursery、♂0.36g、♀0.86g)及び被害林から採集した個体(Schitu forest、♂0.34g、♀1.21g)とほぼ同じであった(調査データは App.D-14-17、App.D-18-20 に示した)。

### ② 穿孔性害虫

幼虫の体長が 80mm に達する大型のカミキリムシ *Cerambyx cerdo* の被害が酷く、*Q. robur* の萌芽更新林で調査した立木被害率は 40%を示した(Table2-4-26)。本種の被害は 80 年生以上の老齢木の樹幹下方に多く、特に林縁や衰退木の伐採跡地周辺など陽光の当る場所に多い。天然林や鬱閉林、樹齢の若い林分は被害が少ない。森林施業で過度な間伐が行われるとカミキリムシの個体数の増加を招く原因となる。一般に *Quercus* spp.の萌芽更新は、乾燥や病虫害に弱く、また古い伐根から腐朽病が侵入するため、材質劣化が甚だしい。被害対策は行っていない。

衰退木には穿孔虫のカミキリムシ *Cerambyx cerdo*、キバチ *Sirex* sp.、キクイムシ *Xyleborus* sp.、ナガタマムシ *Agrilus* sp.等の食害が酷いため、良質材としての利用価値が低く、大部分が燃料用の薪として販売される。

Table2-4-26 ナラ類森林における樹幹内のカミキリムシの食害と腐朽病害

Forest district	No. of trees examined	Tree age	DBH (cm)	Cerambycids+ Disease*	Damage rate(%)
Verbicioara (Dolj County) ( <i>Quercus cerris</i> )	116 (stand tree)	80	35	46 unknown	39.7
Piatra (Dolj county) ( <i>Quercus frainetto</i> )	100 (felling tree)	70	29	8 34	34.0

\**Cerambyx cerdo*+heart rot disease

### ③ 種子昆虫

近年、ルーマニア国南部では *Quercus* spp.のうち特に *Q. frainetto* の結実が減少し、実生苗木の育成に支障をきたしている。その一因として虫害による早期落下、落下後の虫害や小動物による消失等の影響も考えられる。

*Quercus* spp.の種子の害虫はクヌギシギソウムシ *Balaninus glandium* と数種の蛾類 (*Lepidoptera*)幼虫が主要種となっている。

1998 年 7 月に *Q. robur* の採種林で採集した未成熟種子を解剖した結果、*B. glandium* の若齢幼虫の食害が 9.3%、種子の腐れ、虫えい昆虫の寄生で肥大した奇形種子を含め被害率は 39.5%である。1997 年 10 月にクライオヴァ森林管理署管内コショヴェニの *Q. cerris* 林分の落下した堅果を調査した結果、*B. glandium* と *Lepidoptera* 幼虫の食害率が 80%であった。ルーマニア国では本種の詳しい生活環は解明されていない。一世代に 2~3 年を要し、成虫と幼虫が土中で越冬する。成虫は 5 月頃から出現して *Quercus* spp.の新葉を摂食し、6~7 月に種子のヘタの部分から産卵管を挿入して 2~3 粒産卵す

る。

幼虫は種子内で成長し、落下後も果肉を摂食する。成虫の発生期間が長く5~9月まで活動し、発生之最盛期も不明確のため防除適期が難しい。*Q.frainetto* 種子の豊作・凶作は自然条件に左右され、虫害と結実との関連性は少ない。

*Quercus* spp.の梢端枯れの付加的要因となっている害虫は、発生密度や食害部位から判断して食葉性害虫である *Lymantria dispar*、*Tortrix viridana* の両種である。*T.viridana* の幼虫は4~5月に梢端部の新芽だけを食害する。*Q.robur* と *Q.frainetto* の混交林では *Q.frainetto* を好み、さらに6月に再生した新葉は *L.dispar* 幼虫に食害される。2~3年連続して食害を受けると梢端部が枯死することがあり、衰退原因として重視される。

天敵昆虫としては、6科10種の寄生昆虫及び捕食昆虫を採取した(Table2-4-27)。

Table2-4-27 ルーマニア国で採取したマイマイガの天敵昆虫

Scientific names (Family and Species)		Host stage	Place of collection
<b>Parasitic insect</b>			
Tachinidae	<i>Exorista larvarum</i> (Linnaeus)	Larvae&Pupa	Secui, Podari, Schitu
	<i>Senometopia separata</i> (Rondani)	Larvae&Pupa	Secui, Podari, Schitu
	<i>Compsilura concinnata</i> (Meigen)	Larvae&Pupa	Secui, Podari, Schitu
	<i>Eumea linearicornis</i> (Zetterstedt)	Larvae	Schitu
	<i>Cotesia (Apanteles) sp.</i>	Larvae	Schitu, Morteanca
Braconidae	<i>Ooencyrtus kuvanae</i> (Howard)	Egg	Bechet
Encyrtidae	<i>Anastatus japonicus</i> Ashmead	Egg	Bechet
<b>Predacious insect</b>			
Dermestidae	<i>Dermestes</i> sp.	Egg	Bechet
Carabidae	<i>Calosoma sycophanta</i> Linnaeus	Larvae&Pupa	Secui, Schitu, etc.
Forficulidae	<i>Forficula auricularia</i> Linnaeus	Larvae&Pupa	Secui, Schitu, etc.

これらの天敵昆虫のうち、マイマイガの卵、幼虫、蛹の天敵昆虫が多様で寄生率も高い(Table2-4-28)。3~5 齢幼虫を蛹まで飼育した結果、無防除のセクイ、ポダリ、スキットウ森林から採集した幼虫の寄生率は 34.7~77.3%に達した。特にヤドリバエ類 (*Tachinidae* spp.)4 種の寄生率が高く、幼虫と蛹の内部寄生者である。寄主1頭から寄生蠅1頭が脱出する単寄生で、土中に潜って蛹化する。4種とも日本にも分布するが、日本産の *Exorista japonica* は多寄生で2~7頭の寄生蠅が羽化する。

さらに、餌密度に依存して繁殖する捕食昆虫のカタビロオサムシ *Calosoma sycophanta*、ハサミムシ *Forficula auricularia* が増加している。それらは、樹冠上や地上を徘徊してマイマイガ幼虫を暴食する肉食性昆虫である。その他、卵寄生蜂と捕食昆虫を採集した(Table2-4-27)。これらの天敵昆虫はマイマイガの密度制御に重要な役割を果たしている。

Table2-4-28 個体飼育によるマイマイガ幼虫の天敵昆虫寄生率 (in 1998)

Place of collection (Food tree)	Date of collection	Number of larva	Natural enemies		Parasitism rate(%)	Control situation
			Tachinidae*	Braconidae**		
Secui (Doij County) ( <i>Populus euroamericana</i> )	29-May	75	58	0	77.3	no control
Podari (Doij County) ( <i>Quercus frainetto</i> )	1-Jun	80	44	0	55.0	no control
Schitu (Doij County) ( <i>Quercus frainetto</i> )	2-Jun	75	22	4	34.7	no control
Morteanca (Dambovita County) ( <i>Quercus frainetto</i> )	9-Jun	85	5	5	11.8	Bt.control

\*Tachinidae: four species, \*\*Braconidae: *Apanteles* sp.

## 2) ルーマニア国における防除体制

ルーマニア国では、毎年各地で昆虫による被害が繰り返され、1997～1998年の被害発生面積は61～70万haに達し、広葉樹林面積の62%を占めた。特に樹種の多様性が小さい南部平原の *Quercus* spp. 単純林では、食葉性害虫類が恒常的に発生している。

これらの害虫は生物農業によって一時的に制御されているが、無防除の隣接林からの移入、気象条件など環境の変化によって数ヶ月または数年間の潜伏期間を経て再発生を繰り返している。

防除は1957年以来、化学農業(DDT剤)を主体に1975年頃まで使用されてきたが、薬剤に対する害虫の抵抗性、環境汚染の問題もあり、1991年に天然物殺虫剤(pyrethrin剤等)が広範囲に使用された。その後1992年から生態系に影響が少ない生物農業のBT剤(*Bacillus thuringiensis*)、昆虫成長阻害剤(Dimilin、Dipel等)等を用いた生物的防除が主力となった。薬剤散布は軽飛行機による空中散布が主体で、殺虫効果は97%以上、有効期間は3～5年持続する。

現在、さらに効果的な生物農業(NPV、virusesの一種)を開発中で、適用方法について野外試験を行っていた。また、日本で製剤・商品化された昆虫成長阻害剤(Mimic)を散布した結果、殺虫効果が高く、速効性が高いため今後広範囲に使用する予定である。苗畑の病虫害対策は速効性の高い化学農業を用い、計画的な管理の基に制御されているため経済的な被害は少ない。

RNPが管理する全国の41森林管理局(1998年当時)の1998年春季の発生予測面積は698,857haに達する。このうち、最終的な防除決定面積は160,438haで、発生面積の23%に過ぎない。防除対象害虫は、*Quercus* spp.では *Lymantria dispar*、*Tortrix viridana* がほぼ100%を占め、その他 *Fraxinus* spp.の *Stereonichus fraxini*、*Lytta vesicatoria*、*Populus* spp.では *Lymantria dispar* 等が対象害虫になっている(Table2-4-29)。

Table 2-4-29 ルーマニア国有林における食葉性害虫の防除面積

Local	Year	Damaged area(ha)	Area of scheduled control(ha)	Area of decided control(ha)	Controlled pests(ha)*						
					L.d	T.v	L.d+T.v	T.v+Ge.	Ge.	St.	etc.
Whole country	97	613,415	77,465	73,122	21,254	8,400	31,933	10,682	303	550	0
	98	698,858	162,476	160,438	58,164	11,048	86,311	4,361	0	435	119
Craiova	97	39,023	16,934	14,643	7,134	464	7,045	0	0	0	0
	98	49,629	22,997	21,814	11,663	1,934	8,217	0	0	0	0
Slatina	97	26,595	7,190	6,768	921	5,847	0	0	0	0	0
	98	27,745	9,200	8,480	1,413	4,952	2,115	0	0	0	0

\*L.d: *Lymantria dispar*, T.v: *Tortrix viridana*, Ge: *Geometridae*, St.: *Stereonichus fraxini*, etc.

Source: Former Craiova Forest Branch Office

旧クライオヴァ森林管理局の場合、1998年の発生予測面積が49,629haのうち、防除決定面積は21,814ha、さらに実行面積は19,824haで、発生面積の40%に生物農薬を空中散布した。その費用は薬剤費、薬剤保管、飛行機料を含め約19億Lei(22万US\$)で散布は民間に委託し、単価は11US\$/ha、220ha/hrである(Table2-4-30)。

Table2-4-30 旧クライオバ森林管理局における食葉性害虫の防除面積と費用

Damaged area (ha)	Controlled area (ha)	Expenditure of aerial spraying by aircraft (Lei, US\$)*				Expenditure /ha
		Expenditure of pesticides**	Storage fee of pesticides, etc.	Expenditure of flying	Sum	
49,629	19,842	1,497,643,500	113,263,500	243,318,400	1,854,225,400	93,449
		172,143	13,019	27,968	213,129	11

\*Rate: US\$ 1\$=8,700Lei, \*\*Pesticide: *Bacillus thuringiensis*, *Dimilin*, etc.

Source: Former Craiova Forest Branch Office

以上のような被害状況及び防除実施状況から、食葉性害虫に対しては従来の防除法を継続することによって、本計画で新たに防除対策を行う必要が無いと認められる。

出典：W.Ciesla et al. (1994): Decline and disback of trees and forests -A global over-view-, FAO, Forestry paper 120.

#### (4) 天然林と人工林の更新と保育に関する現行の施業基準

##### 1) 天然林

##### ① *Quercus robur* 等の混交林

更新：群状択伐により行われる。伐採は、更新伐、受光伐、終伐を20年間隔で行う。現存する天然林の更新状況は *Fraxinus excelsior*, *Tilia platyphyllos* の更新樹の発生は多いが、*Quercus robur* の更新は結実の豊凶の差が大きいので、伐採年によりよく更新しているところと、あまり更新の良くないところが見られる。

下刈：*Q.robur* 及び *Q.petraea* を最優先に保護することとし、これらの成長に影響のあるものが下刈の対象となる。*F.excelsior* 及び *T.platyphyllos* は *Q.robur* 及び *Q.petraea* に支障がない場合に群で保全する。その他の樹種については、保残すべき樹木の成長に支障がない範囲において、林地保護及び低木層形成のために残される。

除伐：おおむね樹齢13年～17年に行われる。まず萌芽から育った不健全木及び主要木の不良木が優先的に伐採される。次いで、*Q.robur* 及び *Q.petraea* の成長に影響を

与えるものを伐採する。除伐は、2~3年間隔で実施する。

間伐：樹齢20年~30年で実施する。伐採の強度は原則として、立木密度0.8を限度として行う。間伐間隔は、最初は4~5年、その後7~8年である。

## ② *Q.frainetto* 及び *Q.cerris* を主体とする *Quercus* spp. の林分

更新：実生及び萌芽による更新である。更新のための伐採は、混交林と同じ伐採方法が採られている。実生による更新は、*Q.cerris* に多く *Q.frainetto* ではあまり見られない。*Q.frainetto* は根萌芽による更新が多く見られるのが特徴的である。

下刈：実生木の保全が優先され、次いで根萌芽が優先して保残される。樹種別の優先度は、*Q.petraea*、*Q.robur*、*Q.frainetto*、*Q.cerris* の順である。下刈間隔は、2~3年である。

除伐：樹齢15~18年で始める。除伐の対象木は、形質不良木、枯損木等で、幹からの萌芽は密度調整を行う。除伐間隔は、4~7年である。

間伐：*Q.cerris* 林は樹齢20年~25年、*Q.frainetto* 林では樹齢25年~30年で始める。選木は、優良木の成長に影響する病害虫の被害木、形質不良木を対象とし、*Q.cerris* と *Q.frainetto* の混交林では、*Q.frainetto* の優良木が優先される。間伐の強度は、下層植生のない林分では立木密度0.85、下層植生のある場合はやや強くする。間伐間隔は最初は5~8年、その後は8~12年と長くしていき、原則として樹齢60~70年で終了する。

## 2) 人工林

### ① *Quercus* spp. (*Q.frainetto*, *Q.cerris*, *Q.robur*)

*Q.frainetto* 及び *Q.cerris* 林の主伐跡地及び衰退森林の復旧のために造林される。*Q.robur* は *Populus* spp. の伐採跡に植栽される。

地拵え：大型林業機械（ブルドーザ等）による伐根の排除、全面耕耘地拵え。

植栽：植栽間隔は1.5m×1.0mで、約6,700本/ha、*Quercus* spp. を2列に補助樹種1列を混植する（*Quercus* spp. 67%、補助樹種37%）。また、*Fraxinus excelsior* を混交する場合もある。

補植：植栽後2年間、9m<sup>2</sup>以上が枯れた場合及びサンプリング調査の結果基準に満たない場合に行う。

下刈：地がき下刈を年3回、おおむね6年間。地がき下刈と合わせて、草の刈り払いを年1~2回、植栽後1~2年間行う。

除伐：1~2回（1回目は目的外樹種を対象に7年目以降、2回目は目的樹種も含めて12年目以降）

間伐：30年生頃から開始し、選木基準等は *Quercus* spp. 天然林に準ずる。

### ② *Robinia pseudoacacia*

地拵え：大型林業機械（ブルドーザ等）による伐根の排除、全面耕耘地拵え。

植栽：植栽間隔は 2m×1.5m で、5,000 本/ha、*Gleditsia triacanthos* を 20% 程度混植する事もある。

補植：植栽後 2 年間、9m<sup>2</sup> 以上が枯れた場合及びサンプリング調査の結果基準に満たない場合に行う。

下刈：初年度のみ必要に応じて実施

除伐：萌芽更新の場合のみ、萌芽枝の選定を 2~3 年目に行う。

間伐：4 年目以降 2~3 回行う。

### ③ *Populus euroamericana*

*Populus* spp. 林の主伐跡地に造林される。

地拵え：大型林業機械（ブルドーザ等）による伐根の排除、全面耕耘地拵え。

植栽：植栽間隔は 4m×4m で、625 本/ha

補植：植栽後 2 年間、9m<sup>2</sup> 以上が枯れた場合及びサンプリング調査の結果基準に満たない場合に行う。

下刈：地がき下刈、年 2 回を 2 年間、その後、年 1 回、1~2 年間

除伐：なし

間伐：なし

## (5) 苗畑の現状

苗畑は各県に 1 個所の中央苗畑があり、ここから県内一円に苗木を供給している。そのほかに郡毎に小規模の苗畑がある。オルト県及びドルジュ県の中央苗畑の規模は次のとおりである(Table2-4-31)。

Table2-4-31 オルト県及びドルジュ県における中央苗畑

County	Nursery name	Facility and Scion Garden	Nursing Area	Plantation of <i>Salix</i> spp.	Total
Olt	Bobcesti	19ha	26ha	10ha	55ha
Dolj	Zaval	16ha	42ha	-	58ha

苗木の生産量は、毎年の需給計画に基づいて生産されている。育苗樹種は、広葉樹が主体である。*Populus* spp. 及び *Salix* spp. は挿し木でクローン苗が生産されており、各苗畑に採穂園が整備されている。実生苗は、*Quercus cerris*、*Q. robur*、*Q. frainetto* 等の *Quercus* spp.、*Robinia pseudoacacia* が多く生産されている。

各苗畑とも事業規模での量産体制は確立されている。種子の取扱い、施肥管理、除草剤の使用の育苗管理技術は高い技術水準にある。

## (6) 採種林及び採種園の状況

### 1) 採種林の状況

*Q. frainetto* の採種林の指定状況は App. B-6 のとおりである。

種子採種が可能な採種林の面積は、オルト県には 35 箇所 314ha、ドルジュ県には 5 箇所 31ha である。しかし、そのほとんどが 100 年生以上の森林であるため、種子の採種量も少なく、ドルジュ県では十数年間採種されていない。

本計画において造林に必要な種子の生産を行うために、新たな採種林を指定する必要が認められた。そこで、採種林に指定されていない森林の中から、種子の生産が可能な森林を選択し、調査を行った。

ヴルトウレシイティ森林管理署 UP III 43B 小班及び UP V 32C 小班の 2 箇所で、標準地調査により樹種別に胸高直径、樹高、樹冠の大きさ及び位置を測定し、同時に母樹としての能力を判定した。その結果、採種林としての資質が十分にあることが明らかとなった。

調査結果は、Table 2-4-32 及び Fig.2-4-11 のとおりである。

現地調査及び聞き取り調査の結果、新たに採種林に指定可能な森林は、App.E-6 のとおりである。

Table 2-4-32 採種林の標準地調査結果

Forest Range	UP	ua.	Stand Age	<i>Q.frainetto</i>			<i>Q.cerris</i>			Total		
				+tree	-tree	Total	+tree	-tree	Total	+tree	-tree	Total
Vulturesti	III	43B	113	130	190	320	60	150	210	190	320	530
	V	32C	102	170	100	270	-	-	-	170	100	270

## 2) 採種園の現状

ペリショール森林管理署 UP II 57A 小班にある *Q.frainetto* の採種園は、1982～1985 年の間に、ルーマニアの全国から 50 クローンを収集して、面積 10.8 ha に 1893 本の接ぎ木法による母樹を植栽して作られた。50 クローンの主体は、オルト県及びドルジュ県からのものである。14 年から 17 年生となった現在、本数はかなり減少して 805 本が生立するのみとなっている。採種園の概況は、Table 2-4-33 のとおりである。

Table 2-4-33 *Q.frainetto* の採種園の概況

No.	面積	設立年度	本数(本)			樹高(m)
			設立当初	(1999.5.15)	/ha	
1	1.6	1982	326	115	72	7~10
2	2.0	1983	408	200	100	7~10
3	3.5	1984	564	295	84	7~10
4	2.2	1985	360	150	68	7~10
5	1.5	1985	235	45	30	7~10
計	10.8		1,893	805	75	

採種園のある場所は、他の *Q.frainetto* の個体からの受粉を避けるために、周辺に *Q.frainetto* のない箇所に造成したことから、必ずしも *Q.frainetto* の生育に適した立地条件とはなっていない。たとえば、土壌は砂質土で、隣接地には 1920 年代から *Robinia pseudoacacia* が植えられ、現在では天然更新により 2~3 世代目となり、依然として

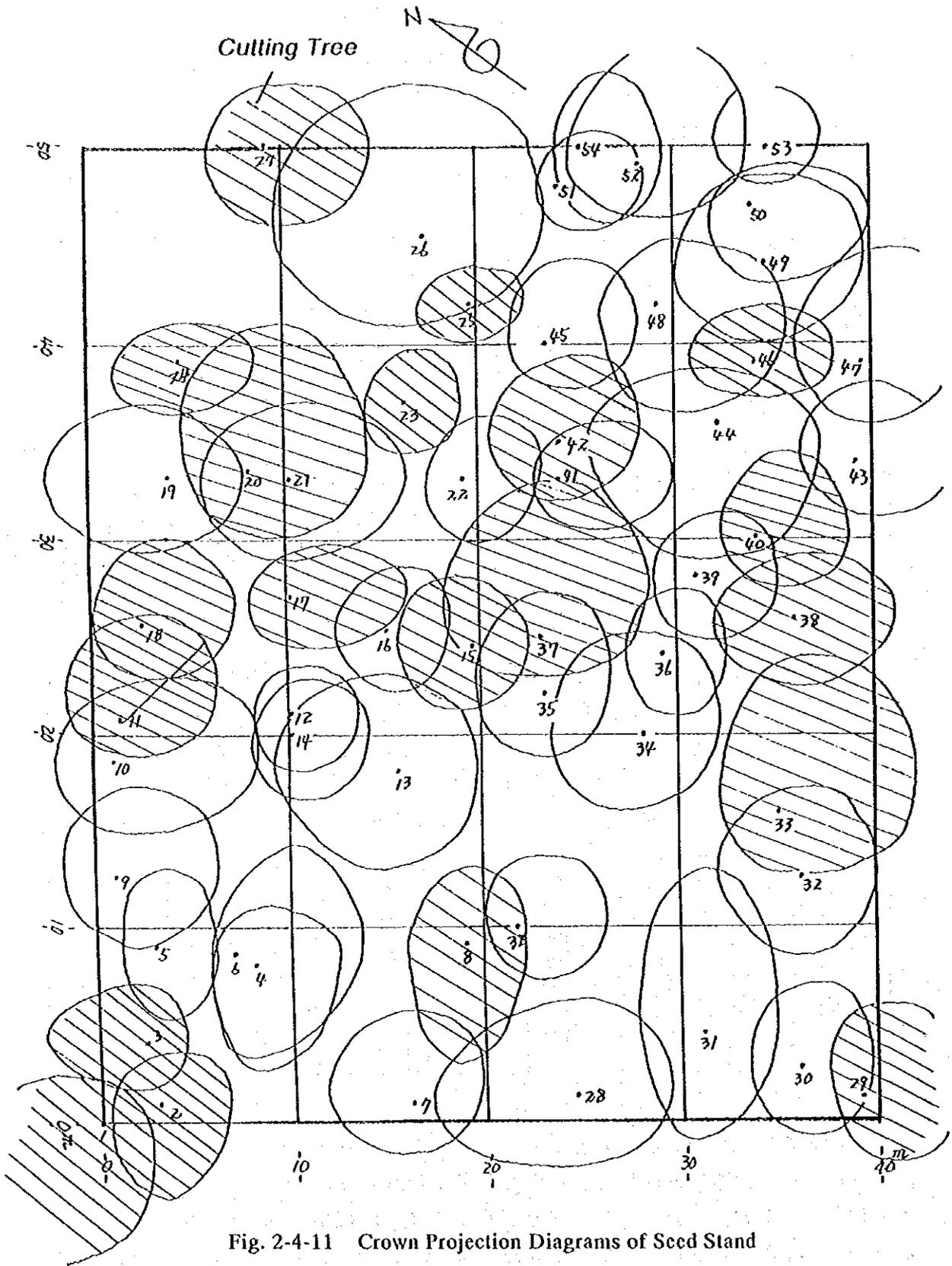


Fig. 2-4-11 Crown Projection Diagrams of Seed Stand  
 (1) Seaca Optasani, UP V, ua. 32C



良い成長を示している。

近年の採種園の状況は、*Balaninus* 等の種子昆虫による被害のため、種子を生産するまでには至っていない。害虫防除は、防除コストが高くつくため行われていない。しかし、最近ではかなりの樹木に開花結実がみられるので、適切な害虫の防除を行えば種子生産が可能であるとみられる。

採種園の現状から、今後、施肥の実施、虫害の防除等の適切な管理を行なっていけば、ある程度の種子生産を行うことができるものと予想される。

#### (7) 木材の生産と販売状況

調査対象地域の国有林における木材生産は、近年まで主に製材工場を有する国営企業の造材部門が行っていた。その後、生産量の減少に伴い、数年前から国有林の管理経営組織である森林管理局が直営で行う傾向が強くなってきている。木材生産量の推移は Table 2-4-34 に示すとおりである。

Table 2-4-34 木材生産量の推移 (1,000m<sup>3</sup>)

年	1980	1985	1990	1993	1996	1997	1998
針葉樹 オルト県	-	-	0.1	0.1	-	-	0.1
ドルジュ県	-	0.1	0.2	0.7	0.4	2.8	1.2
<i>Fagus</i> spp. オルト県	-	-	-	-	0.1	-	-
ドルジュ県	-	-	-	0.3	0.5	1.3	-
<i>Quercus</i> spp. オルト県	65.6	66.0	70.0	58.7	79.6	65.0	48.2
ドルジュ県	80.2	70.0	65.6	76.6	86.1	81.7	57.2
硬質広葉樹 オルト県	24.3	35.9	7.7	23.9	35.3	26.3	16.8
ドルジュ県	89.3	100.9	34.2	59.6	96.1	72.5	86.0
軟質広葉樹 オルト県	77.5	88.1	48.8	48.9	28.7	20.6	28.8
ドルジュ県	78.5	104.2	86.0	75.4	64.7	52.5	10.0
合計 オルト県	167.4	190.0	124.8	131.6	143.7	111.9	93.9
ドルジュ県	248.0	275.2	186.0	212.6	247.8	210.8	154.4

注：硬質広葉樹： *Fraxinus* spp., *Acer* spp.等

出典：RNP

軟質広葉樹： *Robinia pseudoacacia*, *Populus* spp.等

木材生産量は 1990 年代に入ると、1980 年代に比べて漸減している。1990 年代の減少は全国的にも 1985 年に比べ約 40% 低下しており、これに比べるとオルト県及びドルジュ県の減少は約 15% 程度で軽い傾向を示している。*Quercus* spp. については衰退現象による品質の低下はあるが生産量は減少していない。その他の広葉樹が急減している。

木材販売額は Table 2-4-35 にドル換算値で示すように、総平均の販売価格は非常に低いものとなっている。

Table 2-4-35 木材販売額の推移

年	1985	1990	1993	1996	1997	1998
木材販売額 オルト県 (1,000US\$) ドルジュ県	835	1,141	675	1,461	1,168	1,480
単純平均単価 オルト県 (US\$/m <sup>3</sup> ) ドルジュ県	4.4	9.1	5.1	10.2	10.4	15.8
	5.9	5.7	5.1	7.4	9.0	14.8

出典:RNP

面接聞き取り調査の結果においても、1998年における素材の現地販売価格はTable 2-4-36に示すように、国際価格と比較すると総体的に非常に低く現れている。

Table 2-4-36 素材の現地販売価格 (US\$/m<sup>3</sup>)

樹種	林産工業向け		薪材向け	
		平均		平均
<i>Quercus</i> spp.	17.2~57.5	23.0	12.6~23.0	16.1
<i>Robinia</i> spp.	18.4~25.3	19.5	11.5~20.7	14.9
<i>Populus</i> spp.	14.9~23.0	18.4	9.2~18.4	12.6
<i>Fraxinus</i> spp.		18.4		12.6

また、薪材は林産工業向け用材と比べて大きな差がないことから、利用者である地方住民にとっては非常に高いという印象を持たれている。

RNPの1998年における販売実例から林産工業向けの1m<sup>3</sup>当たり平均価格をおおよそ推定すると、*Quercus* spp.材が32US\$、*Robinia pseudoacacia*材は19US\$、*Populus* spp.材は18US\$と若干高め傾向が見られ、また立木販売価格では*Quercus* spp.材が18US\$、*R.pseudoacacia*材は16US\$、*Populus* spp.材は14US\$と推定される。

生産材のこれら用途の仕分けは、林産工業の需要に大きく影響されており、林産加工品の国際的な需要の不振により、調査対象の両県における現状は、林産工業に30%、薪材に70%が販売されている。なおバルブ向けには林産工業向け並みの価格で販売されている。

木材の利用としては、最近*Quercus* spp.材の需要が減少してきていることが注目される。クライオヴァ市の歴史のある製材工場における*Quercus* spp.丸太の製材量は、1985年と現在を比べた場合約20%に落ちている。理由は、*Quercus* spp.の主な需要先であった家具工業において、国際的な品質向上の競争に遅れ販売が不振となったことによる。したがって、従来の工場は低価格の家具である*Fagus* spp.や*Populus* spp.を多用し始めている。しかし1989年以前には*Quercus* spp.材を大量に使用した合板や各種パネルの木材総合工場があり、製品はヨーロッパ各国と旧ソ連に輸出されていたことから*Quercus* spp.材資源の有効利用の復活が期待される。なお新たに最新の外国製加工機械を導入した新しい製材・家具工場がクライオヴァ市に1997年に建設された。*Populus* spp.は成長が早く資源の入手が安定し、通直材が採れ、また加工が容易であることから各地の家具工場が最近利用するようになってきている。*R.pseudoacacia*は柵を

含む地元の簡易な建築材や坑木、牛車の荷台、樽などへの従来からの利用のほか、フローリング材にも多用されてきている。

#### (8) 地域経済への影響

森林衰退現象は、森林内容と木材の質的低下に影響し、プラス面では薪材の供給増加、マイナス面では、優良材の減少、気象状況の悪化と干ばつによる生物生態バランスの崩れ、植物更新条件の悪化、*R.pseudoacacia* の開花が少なくなり蜂蜜生産の低下、林内の雑草、小果実、飼料などの減産傾向と質の低下、狩猟への悪影響、さらには農地への風、飛砂、土壌浸食の被害や農作物の減産などへの影響が懸念されている。強風による森林と農地への被害は、雹を伴った嵐によるものが特にアペレ・ヴィにおいて1996年に起こった。また衰退現象に伴った風害については、森林団地の西側において生じている。しかし森林の衰退現象による農地への被害、その他林内副産物や蜂蜜生産などへの影響は実際の数値としては現れていなかった。

木材の生産としては素材の品質低下現象が見られるが、*Quercus* spp.材に対する需要の減少は林産工業界の国際競争に起因するものである。

*Quercus* spp.を主体とした木材生産の総体量は1990年代の中で見ると減少していないが、木材輸送業界からは、それ1980年代以前に比べれば輸送量が40%減少したと報告された。素材の品質低下現象によって林産工業での利用が減少し、薪材に向けられる量が多くなっている傾向が見られる。

しかし薪材の需給については、薪材価格の高いことやブタンガスが出回ってきたことなどが今後の需要動向に影響してくると考えられる。現時点では以前に比べて一軒当たりの薪消費量は20~40%程度増えてきているとの調査結果が出たが、これは1980年代に薪の供給が制限されていたことが理由である。

両県における林産工業は最近活動している工場が少なくなり、かつオルト県では小規模である。また国有林から生産される大部分の林産工業向け木材は他の県と首都圏の企業が購入して輸送していく現状である。したがって両県の国有林材は地域経済の中ではさほどの影響を与えていない。

林業労働の面では、従来から地元農民が主として日雇い形態ではあるが、国有林に林業労働全般について従事してきている。森林衰退現象によって、林分改良事業も含め、やや作業量が増えてきた地区は見うけられる。しかし1980年代の伐採・造林の事業量に比較すると両県ともに減少してきており、地元農民はさらに多くの就労機会が増えることを期待している。

国有林による地域振興への貢献面では、これまで林道開設や維持・改良、伐採跡地や荒廃地、河畔などへの造林、さらには学校、病院、修道院などへの建築資材の提供などの活動が評価されている。今後も道路建設、維持・改良、荒廃地等への造林、森林管理・保護、防風効果を必要とする農地への造林、私有林の造林への支援、観光需要を増す活動などについて期待されている。

森林レクリエーションの現状としては、車社会の進展に伴い中部地域の主要国道に

近い国有林ではピクニックの利用者が増えてきているが、商業的活動は始まっていないことから経済への影響は特には現れていない。

## (9) 林道と治山施設の整備状況

### 1) 林道の整備状況

調査対象地域内の林道密度は、3.4m/ha（オルト県）、1.1m/ha（ドルジュ県）と少ない値であるが、幅の広い林班界並びに公道及び農業用道路等を利用することにより、殆ど全ての森林がアクセス可能である。調査対象地における林道の整備状況はTable2-4-37のとおりである。

Table2-4-37 調査対象地域内の林道整備状況

県	森林管理署	森林面積 (ha)	現況林 道延長 (km)	現況公 道延長 (km)	現況林 道密度 (m/ha)	現況公 道密度 (m/ha)	アクセ ス度 <sup>*)</sup>
Olt	Bals	12,110	59.4		4.9		n.a
	Caracal (Corabia)	4,934	13.0	38.8	2.6	7.9	100.0
	Slatina (Draganesti-Olt)	9,825	27.4		2.8		n.a
	(Draganesti-Olt)	4,629	21.5	41.6	4.6	9.0	93.0
	Vulturesti	7,265	27.0	258.1	3.7	35.5	100.0
Sub Total		42,998	148.3	476.9	3.4	11.1	
Dolj	Amaradia	10,722	13.9	229.8	1.3	21.4	n.a
	Calafat (Poiana Mare)	6,942	1.1	149.5		21.5	100.0
	(Poiana Mare)	6,929	17.7		2.6		n.a
	Craiova	11,667	19.5	235.9	1.7	20.2	100.0
	Filiasi	9,163	21.1	373.0	2.3	40.7	100.0
	Perisor	9,461	3.0	236.5	0.3	25.0	100.0
	Sadova (Apele Vii)	6,356	3.0	318.7	0.5	50.1	100.0
	(Apele Vii)	3,849		338.0		87.8	100.0
Segarcea	7,718		260.2		33.7	89.0	
Sub Total		72,807	79.3	2,141.6	1.1	29.4	
Total		115,805	227.6	2,618.5	2.0	22.6	

\*1: アクセス度はルーマニア国の基準による。n.a: not assessed

しかしながら、区間によっては、急勾配であっても舗装または敷砂利等の路面処理がなされておらず、表面流による洗掘が見られる箇所が多い。また、Luvisols 土壌等の上に開設された林道では、降雨の多い時期などには滞水し、通行困難な箇所が多く見られた。一般的に幅員の外側には盗伐防止を兼ねた素堀側溝が掘られているが、排水施設が不十分な区間、または、管理が不十分な区間もあり、排水施設の破損、排水施設周辺の路盤の洗掘等もみられる。よって、本計画においては、新規林道開設よりも、既存林道改良に重点を置くものとする。

なお、両県において路盤工に用いられる砂利は、オルト川（オルト県）及びジリルト川（ゴルジュ県）のダム周辺の採石場において採取されている。現状の1m<sup>3</sup>当たり価格は、運搬距離にもよるが、21,000(2.41US\$)～89,000Lei(10.22US\$)である。

## 2) 治山施設の整備状況

### ① 荒廃状況

調査対象地域であるオルト県及びドルジュ県の主要河川オルト川、ジウ川の渓岸や河岸段丘の急崖地には渓岸崩壊地が点在する。この他、北部地域の丘陵草地には山腹崩壊地が散見される。これら崩壊の原因は、水食、風食、建設資材としての土砂の採取等である。

オルト県は、県の最北部ヴルツレスティ森林管理署管内のヴィトマナ地区、ブルヌス地区を流下するスコルプロアイア、デジャスカ、クングレアマーレ川の流域に荒廃地が存在する。それらの下流域には、人家等の保全施設を保有するものが確認された。

ドルジュ県の代表的荒廃地はアマラディア森林管理署管内、アマラディア川の支流プロスカ川の右岸に位置するヴルテジュである。当地は石油噴出事故の影響により森林を含め植生が壊滅し、完全に裸地化したところである。現在も国有林を除いて裸出地となっており、大きなガリが発達進行中である。

### ② 治山事業の状況

オルト県では、前記したスコルプロアイア、デジャスカ、クングレアマーレ川で溪間工を主体とした治山事業が実施されている。これらは、オルト川への土砂流出防備を目的に実施されたもので、1989年の革命以前に施工されたものが大半である。主な工種は、ダム工、流路工で、1979～1999年までにダム26基、流路工69.9kmが設けられている。ダム上流堆砂地は、既に林地化、畑地化されているなど施設はその機能を十分果たしている。調査対象地における治山事業の実施状況を Table2-4-38 に示す。

これに対しドルジュ県においては、小河川の数ヶ所で溪間工が築設されている。しかし、これは農業省が実施主体である。旧クライオヴァ森林管理局が治山事業として実施しているのは前記した石油噴出跡地の山腹工事のみである。当地は1991年から着手され、計画面積は23.5ha、この内14.8haが既成地になっており、2004年までに全て終了させる予定である。実施されている工種は、基礎工としての粗朶枠土留工、緑化工としての階段工、粗朶編柵工及び *Robinia pseudoacacia* の植栽である。

Table2-4-38 調査対象地内の治山事業の実施状況

県	森林管理署	山腹工	溪間工	備考
Olt	Vulturesti	-	治山ダム 26 基	
			流路工 69.9 km	
Dolj	Amaradia	14.8 ha	-	

なお、これらの地域は、被害森林にはなっておらず森林復旧計画の対象地外である。また、空中写真判読により選定した本計画対象地内の箇所(山腹崩壊地、溪流崩壊地等)について、現地調査及び聞き取り調査を行った結果、施設の必要性は認められなかった。よって、本計画対象地への治山施設の計画は必要ない。

## 2-5 挿し木繁殖試験

*Q.frainetto* は、優良な母樹林が少ないことや種子の豊作年の間隔が 8~10 年と長期にわたることから現在では *Q.frainetto* の苗木生産がほとんどできない状況にある。このため挿し木による苗木の生産の可能性を検討するために挿し木試験を行った。

なお、対照試験のため *Q.robur* を用いた試験も実施した。*Q.robur* は、これまでにルーマニア国側で挿し木繁殖試験が行われてきた樹種である。ルーマニア国の試験結果では、挿し木の活着率が高い樹種である。

### 2-5-1 1998 年の挿し木繁殖試験の結果

1998 年に実施した試験の結果は、Table2-5-1 及び 2-5-2 のとおりである。

本計画にもっとも必要である *Q.frainetto* の活着率は、ミストハウスにおける試験でも最高の試験区で 54.5%、最低では 0.6%、平均で S2 処理区で 21.4%、オキシベロン処理区で 19.3%、水処理区では 9.8% であり、*Q.robur* と比べると半分にも満たない活着率である。

以下、結果の概要を述べる。

#### (1) ミストハウス試験区

- 1) 樹種毎の活着率は、各処理方法とも *Q.robur* が最も高く *Q.frainetto* が最も低い。
- 2) 処理方法ごとの活着率は、各樹種とも S2 が最も高く水が最も低い。
- 3) *Q.robur* の場合は、処理方法間の差はあまりない。*Q.frainetto* 及び *Q.petraea* の場合は、S2 とオキシベロンとではあまり差はみられないが、S2 と水では大きな差違がみられる (約 2:1)。
- 4) 1997 年に *Q.robur* で S2 を使用して行った試験の結果では平均活着率が 85.0% であったが、1998 年の試験では 54.3% であった。この違い (1997 年に比べて約 63%) は昨年の試験がかなり遅く行われたため、挿し木の適期をはずれたことが原因であると思われる。適期に試験を行えば、*Q.frainetto* の活着率もさらに上げる可能性はある。

#### (2) 野外試験区-A (寒冷紗、土壌ヒーティング、散水)

- 1) 最も高い活着率を示した試験プロットは、*Q.robur* 及び *Q.petraea* で 17.2% であった。
- 2) 樹種毎の活着率は、オキシベロン及び水処理区で *Q.robur*、*Q.petraea*、*Q.frainetto* の順に高く、S2 処理区では *Q.petraea*、*Q.robur*、*Q.frainetto* の順となっている。  
*Q.frainetto* の活着率は *Q.robur*、*Q.petraea* に比べるとかなり低い値となっている。
- 3) ミストハウスにおける結果と比べると、各樹種とも相当低くなっている。
- 4) 適期に試験を行えばさらに活着率を上げることは可能と思われる。

Table 2-5-1 挿し木繁殖試験結果(ミストハウス試験区)

Treatment	Plot No.	<i>Quercus robur</i>		<i>Quercus frainetto</i>		<i>Q. petraea</i>	
		Number of rooting trees	%	Number of rooting trees	%	Number of rooting trees	%
Oxyberon	1	80	50.0	25	15.6	57	35.6
	4	62	38.8	28	17.5	51	31.9
	7	78	48.8	32	20.0	41	25.6
	10	58	36.3	40	25.0	44	27.5
	13	97	60.6	29	18.1	21	13.1
mean			46.9		19.2		26.7
S2	3	133	83.1	87	54.5	48	30.0
	6	36	22.5	16	10.0	44	27.5
	9	79	49.4	18	11.3	62	38.8
	12	88	55.0	31	19.4	37	23.1
	14	91	56.9	19	11.9	66	41.3
mean			53.4		21.4		32.1
H <sub>2</sub> O	2	108	67.5	21	13.1	72	45.0
	5	61	38.1	1	0.6	8	5.0
	8	21	13.1	4	2.5	17	10.6
	11	71	44.4	37	23.1	5	3.1
mean			40.8		9.8		15.9

Note: The number of cuttings in each experiment plot is 160.

Table 2-5-2 挿し木繁殖試験結果(野外試験区)

Treatment	Plot No.	<i>Q. robur</i>		<i>Q. frainetto</i>		<i>Q. petraea</i>	
		Number of rooting trees	%	Number of rooting trees	%	Number of rooting trees	%
Oxyberon	1	6	9.4	1	1.6	7	10.9
	4	10	15.6	0	0.0	11	17.2
	7	10	15.6	4	6.3	8	12.5
	10	9	14.1	0	0.0	8	12.5
	13	7	10.9	1	1.6	1	1.6
mean			13.1		1.9		10.9
S2	3	7	10.9	1	1.6	7	10.9
	6	2	3.1	0	0.0	11	17.2
	9	11	17.2	0	0.0	9	14.1
	12	3	4.7	0	0.0	5	7.8
	14	1	1.6	0	0.0	8	12.5
mean			7.5		0.3		12.5
H <sub>2</sub> O	2	5	7.8	0	0.0	6	9.4
	5	7	10.9	2	3.1	4	6.3
	8	8	12.5	0	0.0	2	3.1
	11	10	15.6	1	1.6	4	6.3
mean			11.7		1.2		6.3

Note: The number of cuttings in each experiment plot is 64.

### (3) 野外試験区-B (寒冷紗、ビニールシートによる挿し床の被覆)

オキシベロン処理を行った *Q. petraea* が 1 本活着したのみである。この方法は、乾燥かつ高温なルーマニアの気候条件下では適していない。

以上の調査結果から次にあげる理由をもとに、次年度の継続試験の必要性が認められた。

- ・ルーマニア国における 1998 年の季節の推移が早く、接ぎ木試験の適期がずれた。
- ・挿し木の試験結果が、事業規模で行うには低い値であった。このため、採種園、

採種林の造成を取り入れることとした。

## 2-5-2 1999年の挿し木等繁殖試験の結果

### (1) 挿し木試験

#### 1) 実験方法

##### ①樹種 (*Q. frainetto* 及び *Q. robur*)

*Q. frainetto* : 幼齢木からの挿し穂は、ガエシュティ中央苗畑 (トゥルゴヴィシテ森林管理局) (2年生:プロット No.3、4、11、12、19、20) 及びボピチェシュティ中央苗畑 (ルムニク・ヴルチェア森林管理局) (3年生:プロット No.27、28、35、36)

壮齢木からの挿し穂は、30年生の天然林 (トゥルゴヴィシテ森林管理局フルベシイティ森林管理署 UP I ヴァレア・カセロール) (株萌芽及び根萌芽林)

*Q. robur* : 幼齢木からの挿し穂は、ガエシュティ中央苗畑 (トゥルゴヴィシテ森林管理局) (2年生)

壮齢木からの挿し穂は、*Q. frainetto* と同じ森林

の5種類を使用した。

##### ②処理方法

S2 及びオキシベロンの2通りの処理をした。

今回のオキシベロン処理は、硝酸銀の1,000倍溶液に12時間浸した後に、オキシベロン粉末を切り口に塗布した。

##### ③条件

ミストハウス

野外(寒冷紗、土壌ヒーティング、散水)

##### ④繰り返し

①と②の組み合わせを5回繰り返した。

#### 2) 実験結果

1999年に実施した試験の結果は、Table 2-5-3 及び 2-5-4 のとおりである。挿し木の時期については、おおむね適期に行うことが出来た。

以下概要を述べる。

##### ①ミストハウス試験区

i) 樹種毎の活着率は、各処理方法とも *Q. robur* が *Q. frainetto* よりも高い。

ii) 処理方法毎の活着率は、オキシベロン処理では、*Q. robur* Young > *Q. robur* Old > *Q. frainetto* Young > *Q. frainetto* Old である。S2 処理では、*Q. robur* Young > *Q. frainetto* Young > *Q. robur* Old > *Q. frainetto* Old の順である。

iii) *Q. robur* 及び *Q. frainetto* の Old では処理方法による差が大きい、Young は処理方法による差がほとんどないと言える。

Table 2-5-3 1999年の挿し木繁殖試験結果(ミストハウス試験区)

Treatment	<i>Q.robur</i> Young			<i>Q.robur</i> Old			<i>Q.frainetto</i> Young			<i>Q.frainetto</i> Old		
	Plot No.	No. of rooting trees	%	Plot No.	No. of rooting trees	%	Plot No.	No. of rooting trees	%	Plot No.	No. of rooting trees	%
Oxyveron	1	76	70.4	5	33	30.6	3	20	18.5	7	6	5.6
	9	90	83.3	13	54	50.0	11	49	45.4	15	2	1.9
	17	87	80.6	21	48	44.4	19	19	17.6	23	1	0.9
	25	90	83.3	29	35	32.4	27	17	15.7	31	4	3.7
	33	98	90.7	37	35	32.4	35	17	15.7	39	1	0.9
Mean			81.7			38.0			22.6			2.6
S2	2	95	88.0	6	18	16.7	4	40	37.0	8	4	3.7
	10	87	80.6	14	21	19.4	12	20	18.5	16	7	6.5
	18	89	82.4	22	32	29.6	20	11	10.2	24	6	5.6
	26	92	85.2	30	24	22.2	28	18	16.7	32	0	0.0
	34	92	85.2	38	18	16.7	36	27	25.0	40	5	4.6
Mean			84.3			20.9			21.5			4.1

Note: The number of cuttings in each experiment is 108.

Table 2-5-4 1999年の挿し木繁殖結果(野外試験区)

Treatment	<i>Q.robur</i> Young			<i>Q.robur</i> Old			<i>Q.frainetto</i> Young			<i>Q.frainetto</i> Old		
	Plot No.	No. of rooting trees	%	Plot No.	No. of rooting trees	%	Plot No.	No. of rooting trees	%	Plot No.	No. of rooting trees	%
Oxyveron	1	20	47.6	5	5	11.9	3	4	9.5	7	0	0.0
	9	15	35.7	13	6	14.3	11	2	4.8	15	0	0.0
	17	21	50.0	21	4	9.5	19	5	11.9	23	1	2.4
	25	13	31.0	29	7	16.7	27	1	2.4	31	0	0.0
	33	9	21.4	37	2	4.8	35	-	-	39	-	-
Mean			37.1			11.4			7.2			0.6
S2	2	12	28.6	6	4	9.5	4	2	4.8	8	2	4.8
	10	12	28.6	14	4	9.5	12	5	11.9	16	0	0.0
	18	17	40.5	22	6	14.3	20	2	4.8	24	0	0.0
	26	9	21.4	30	2	4.8	28	2	4.8	32	0	0.0
	34	11	26.2	38	2	4.8	36	2	4.8	40	0	0.0
Mean			29.1			8.6			6.2			1.0

Note: The number of cuttings in each plot is 42.

- iv) *Q.frainetto* Young の産地別の結果は、オキシベロン処理ではガエシュティ中央苗畑産の平均が 27.2%、ポビチエシュティ中央苗畑産の平均が 15.7%と大きな差がある。S2 処理では 21.9%と 20.8%で産地間の差はわずかである。しかし、それぞれの処理方法における最高値は、いずれもガエシュティ中央苗畑のものが示している。
- v) 1998 年の実験結果と比べると、*Q.robur* Young の活着率はオキシベロン、S2 とも大きな差がみられるが (174%、158%)、*Q.frainetto* Young では差がみられない。

## ②野外試験区

- i) 樹種毎の活着率の傾向は、ミストハウス試験区とほぼ同じである。
- ii) ミストハウス試験区と比べると、各樹種とも相当低い値である。
- iii) 最も活着率が高いのは *Q.robur* Young のオキシベロン処理で 37.1% であるが、*Q.frainetto* Old は各処理とも 1% 以下と極めて低い活着率である。
- iv) *Q.frainetto* Old 以外はオキシベロン処理の方が S2 処理よりも活着率がよい。

## 3) 結果の考察

- i) *Q.robur* の活着率は、1997 年に行った実験結果 (85.0%) と比べてほとんど差がないので、挿し木の時期はほぼ適切であったと考えている。
- ii) *Q.frainetto* Young の活着率は、1998 年、1999 年とも 20% 程度と変わらなかったが、試験プロット単位でみると、1998 年の S2 処理の No.3 プロット (54.5%) や 1999 年のオキシベロン処理の No.11 プロット (45.4%) のように活着率が高いものもあるので、さらに実験をすることにより 50% 程度の活着率を確保できると考えられる。
- iii) 実験結果の①の iv) が示すように、実験地から離れた所 (運搬時間が 3 時間ほど必要である。) から挿し穂を採種することは、活着率を低下させる要因となっている。活着率を高めるためには、できる限り挿し木と同一場所で採取し、挿し穂の採取後の処理を短時間で行うことが重要である。
- iv) 活着率を上げるためには、今後の実験で *Q.frainetto* の挿し木適期の検討、プロット毎の作業経過の分析 (活着率が高かったプロットと低かったプロットの穂木を採取してからの処理時間、穂木を採取した日の天候、穂木を採取した時刻等の比較) 等を行っていくことが必要である。

## (2) 接ぎ木実験

### 1) 実験方法

#### ①台木

以下の 3 樹種を使用した。

*Q.frainetto* : 1997 年の秋にトゥルゴヴィシテ森林管理局フルベシイティ森林管理署 UPI の森林から天然更新した稚樹を掘取って苗畑に移植した。

*Q.cerris* : ガエシュティ中央苗畑の苗木

*Q.pedunculiflora* : スロボジア森林管理署の苗畑から苗木を移植した。

#### ②接ぎ穂

フルベシイティ森林管理署 UPI ヴァレア・カセロルの森林 (30 年生) の中の結実している木から採取した。3 月 6 日～10 日の間に採種し、砂に入れて濡れた綿布をかぶせ、低温庫に入れて貯蔵し、3 週間後に接ぎ木を行った。

### 2) 実験結果

調査時点 (1999 年 6 月 4 日) で、活着していると見られるものは *Q.pedunculiflora*

に接いだもの 1 本だけであった。

### 3) 結果の考察

結果が悪かった原因としては、次のようなことが考えられる。

実行者が接ぎ木方法について十分熟練していないことが最大の原因であると考えられる。また、*Q.frainetto* の台木が大部分枯れてしまったことも、接ぎ木の結果が悪かった大きな原因である。今後、接ぎ木についての技術者の養成が課題であるが、ル国では過去に接ぎ木による採種園造成の実績（接ぎ木の活着率については、高い成果を上げている。）があることから、接ぎ木によるクローンの集積等については、接ぎ木の技術者を養成することにより十分可能である。

## 2-6 森林衰退状況

### 2-6-1 森林衰退原因

上述した調査結果から考えられる衰退原因は以下のとおりである。

- ① 2-2-1 で分析した 1980 年代から最近までの少雨と夏季の高温などによる気象条件の変化
- ② *Lymantria dispar* などの虫害
- ③ 萌芽更新のくりかえしによる樹体の衰退
- ④ 乾燥による土壌の堅密化
- ⑤ 放牧の繰り返しによる土壌の堅密化

なお、萌芽更新の繰り返しによる樹体の衰退についても調査したが、古い株からの更新株が健全に生育している林分も見受けられ、萌芽更新と衰退との因果関係は判然としない。また、*Lymantria dispar* などの食葉虫についての被害については、調査対象地の森林は樹種構成が単純であり、乾燥した気象条件が継続している状況から、虫害の発生しやすい環境にはある。しかしながら、害虫の発生予測と防除対策が RNP によって体系的に行われてきたことを勘案すると、森林衰退の直接的な原因にはなっていないと判断される。したがって、森林衰退に対する主原因としては、上記原因のうち、乾燥による水分不足及び放牧による土壌の堅密化と判断した。

#### (1) 森林の生育と水環境特性

ルーマニア南部平原地域における森林衰退の最大原因は異常少雨によると考えられている。その結果、約 10% の森林に顕著な衰退現象が発現した。

この地域の年平均降水量は 650mm 程度であるが、1982 年から 1994 年までの 13 年間に、その平年値を 100mm 程度以上も下回る少雨年が、11 年も発生している。とくに 1992 年には 290mm、1983 年に 410mm、1993 年に 400mm の異常少雨が発生して、森林衰退が顕在化した。

ここで、干ばつ状況を具体的に認識する意味合いから、この13年間の水収支を検討する。問題を単純化するために、蒸発散量、基本流出量を仮定して検討を進める。通常、流出量は、降水量から蒸発散量を差し引いた剰余として算出されるが、剰余が出ないような少雨地帯であっても、必ず多少の年流出が存在するので、これを基本流出量として優先的に決定することにした。

河川・地下水への年自由流出量

$$= \text{年降水量} - \text{年蒸発散量} - \text{基本流出量}$$

年降水量 : 6,800mm/13年間

河川、地下水への基本流出高を

$$0.25 (\text{年降水量} - 250) \text{ mm} : 888\text{mm}/13 \text{年間}$$

森林・植生地からの年蒸発散量を

$$550\text{mm} (650 \sim 450\text{mm}) \text{ 程度} : 7,150\text{mm}/13 \text{年間}$$

蒸散量：少雨年にも、極端な年輪幅の減少が見られなかったため、一定値に近い、消費がなされていたものと想定した。

13年間の水収支を概算してみると、大略：-1,235mm

結果として、13年間で、約1,250mm(2年分の平年降水量)が不足したものと算定される。他方、これに対する、土壌の保水量を概算する。重力的に流出しない土壌の細孔隙率を20%とした場合、貯留容量は、1m層当たりで200mmとなるので、全不足量に対しては、6.5m厚(1,300mm)の土層での保水が必要となる。同様に細孔隙率が25%の場合には5m厚(1,250mm)、逆に、15%と小さい場合には、8.5m(1,275mm)厚の土層が必要と算定される。

約10%の森林に衰退現象が見られるが、このような渇水状態にもかかわらず、約90%近くの森林が、ほぼ健全な状態で生育を維持し、現在に至っていることが見いだされる。このことは、13年間で、1,250mmの不足を補う水が、土地基盤内のどこかに用意されており、多くの樹木はこの水を利用して、生育を続けたものと考えられる。

通常、林木の根系が分布する土層厚は、それほど厚くなく、最大でも2~3m程度であり、林木はその範囲内の保水量を利用して生育しているものと考えられている。

したがって、この地域で、多くの森林が生育し続けていることは、基盤内に水不足量をはるかに上回る保水量が準備されていたことが想定される。

pF2.7(または3.0)以上の毛細管張力で維持されている水は、重力的には移動せず、植物の根の吸収と蒸発とによってのみ消失するものと考えられている。細孔隙内の保水はこれに該当する。

細孔隙毛細管は、これが連続する場合には、少なくとも5m(または10m)以上の、水の上下移動を可能にしている。しかしながら、通常の土壌層内では、多くの個所に、大孔隙が介在しているため、細孔隙毛細管は連続性を断たれており、10mもの水移動は、困難ではないかと考えられている。これに対して、この地域の台地を構成する堆

積土層（シルト質）は極めて堅密であり、しかも 20m 以上もの厚さを保有しているのが特色である（Fig.2-6-1 参照）。すなわち、中・高位段丘の堆積層内では、細孔隙毛細管が 10m 以上も連続しており、層内の貯留水は 10m 以上の間で、相互に補給し合っていることが期待される。

このような地質的な堆積層内での細孔隙貯留水を、林木が利用していることを考えると、長年月にわたった湯水にもかかわらず、多くの森林が生き延びたことが、説明される。

常識的にみて、湿潤温帯に生育する林木の根系は、土壤の硬度指数 23mm で、生育が困難になりはじめ、硬度指数 27mm 以上の堅密な土層内へは根系の伸長が困難になるものと考えられている。このような見地から、当初、堅密で、粗孔隙を欠くような基盤層の存在は、林木の生育にとって、大きなマイナス要因と考えられていた。しかしながら、土層内での根系分布を調査して見ると、硬度指数 26~31mm の堅密層内にも、*Quercus frainetto* や *Q.cerris* の主根分布（深さ、半径とも 2m 以上）と、細根分布とが見いだされ、活発な根系活動がなされていることが想定された。堅密土層は、細孔隙貯留の安定場であると考え、これらの樹種（品種）にとっては、むしろ、プラス要因と評価される。

## (2) 全般的な森林の生育と環境

全般的な森林の生育と環境との対応を把握する目的で、各種の林分について計 166 箇所のプロット調査を実施した。調査項目はつぎのとおりである。

所在地、地形（土地）条件、樹種（品種）

林齢(y)、樹高(H)、胸高直径(D)、立木密度(N)、相対幹距(Sr)

$$Sr=100(10,000/N)^{0.5}/H$$

単木材積(v)、林分材積(V)、林冠被覆率(Cc)

枯死木本数、材積、衰退木本数、材積、両者の合計から d-N、d-V

衰退率（材積） この数値をもとに、被害前後の林冠被覆率推定

灌木被覆率、草本被覆率、下草被覆率、落葉被覆率、土壤侵食面積率

Fig.2-6-2 に、調査林分（*Quercus* spp.）の林齢と樹高との関係を、土地条件で識別したグラフを示す。併せて、*Q.robur* の I 等地、*Q.frainetto* の I、III、V 等地の樹高成長曲線を記載している。

調査中の観察事象を念頭に置きながら、グラフ上のパターンを検討すると、大略次の結論が得られる。

*Quercus robur* は、一般的な湿潤帯樹種としての性格を持ち、その I、II 等地は、いわゆる湿潤環境に分布している。すなわち小孔隙、中孔隙等の粗大孔隙に富む土層の存在と、それに対応しうる水環境（地下水位が近い低位段丘等）が、これに該当する。

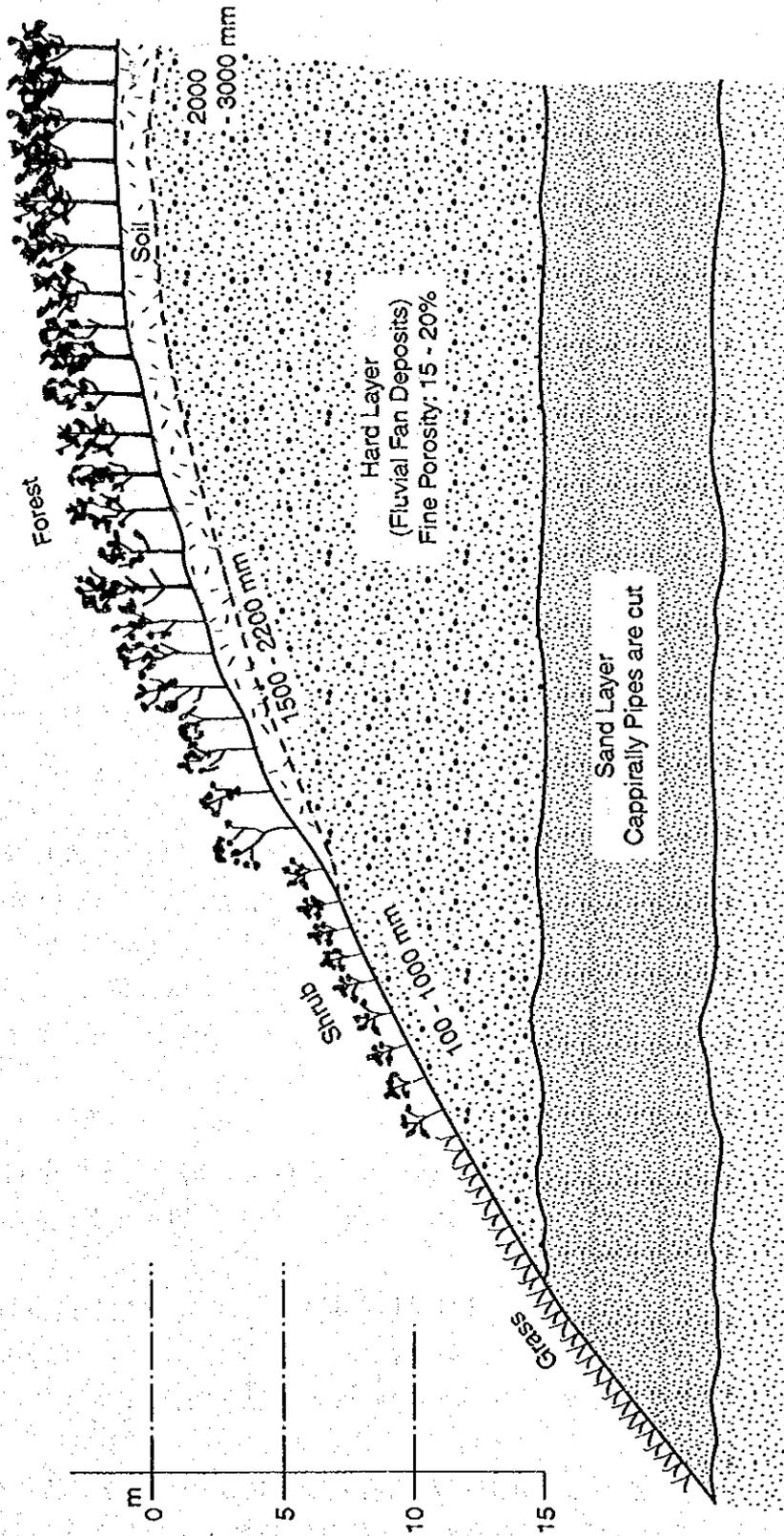


Fig. 2-6-1 Hydrological Properties of Geological Deposits in Southern Plateau

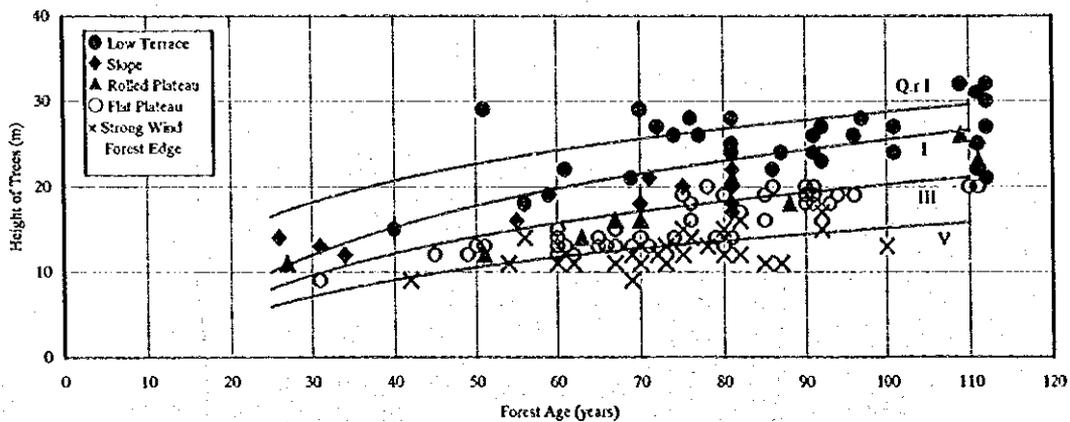


Fig.2-6-2 Relation between Forest Age and Height of Trees, Topography. Measured Points are Marked with Topography.

*Quercus frainetto* の I、II 等地も、谷沿いの低位段丘、谷型斜面等の湿潤地ないしは、準湿潤地に分布する。同じ環境下にありながらも、湿潤地では、*Q. robur* の生育が、*Q. frainetto*、*Q. cerris* に勝っている。

*Quercus frainetto* の III、IV、V 等地はいずれも、中～高位段丘（高原）上の林分であった。この環境下では、*Q. robur* の生育は見られなかった。前述したように、この土地条件下で生育を維持するためには、林木は堅密層内に根系を伸ばすことが必要である。*Q. robur* は、このような性質に乏しいために、適応できなかったものと解釈された。台地面上には平坦個所が多く、ほとんどが地位 IV に該当している。この中にあって、傾斜を持つ個所、小起伏を有する個所、林縁部で放牧等の踏圧を受けず膨軟な A 層を保有する個所等、排水、通気条件が良好な個所には、地位 III が出現している。逆に、林縁にあって風衝を受けやすい個所、林縁部で放牧等の踏圧によって A 層が堅密化した個所（排水、通気性不良：WS 方位に多い）では地位 V が分布している。とくに、地形的にも排水が不良な微凹個所では、無立木地が見いだされる。

### (3) 衰退林分と環境概況

林齢と樹高との関係図において、測点を衰退度合いで識別したものを Fig.2-6-3 に示す。このグラフを前記の Fig.2-6-2 と対比しながら、検討を加えると、大略次の傾向が読み取れる。

*Quercus* spp. の場合、衰退度合い（林分材積に対して衰退木材積が占める割合%）が 20% 以上の、被害が顕著な林分は、そのほとんどが、地位 V に、一部が地位 IV に出現している。また被害度合いが 6～19% の中の被害地は、地位 IV を主体にして出現している。

傾斜を有して、排水、通気条件が良好な個所では被害が少ないが、特殊な例として、受食、踏圧等によって浸透条件が不良となった申狭の台地では、通気、排水性の好条件にもかかわらず、堆積層内の貯留水不足に起因する衰退が発生している。低位段丘や谷型斜面での被災は稀である。

突発的な森林の乾燥被害は、普段は、水に恵まれて、良好な生育をしている林木が、突然、水不足に襲われて、衰退または枯死している場合が多い。いわゆる、水分格差の大きさが、衰退を招いていることになる。この地域にも、これに類する衰退森林が見いだされたが、それよりも、普段から、不健全状態（低地位）にあった林木が、少雨によって追い打ちを掛けられ、決定的な衰退に至った場合が多いと判断された。

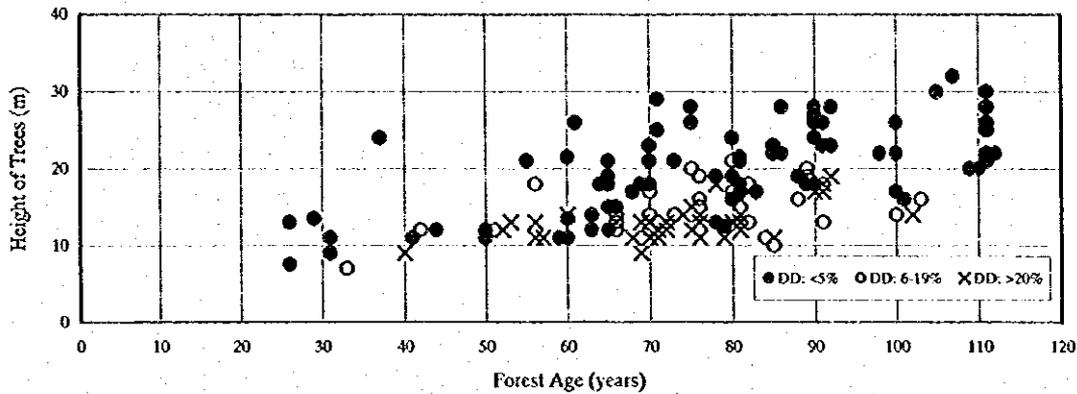


Fig.2-6-3 Relation between Forest Age and Height of Trees, Forest Decline. Measured Points are Marked with Degree of Damaged Volume.

Fig.2-6-4 は樹高と相対幹距との関係図の測点を衰退度合いで識別したグラフである。また、Fig.2-6-5 は相対幹距と衰退度合い（林分材積に対して衰退木材積が占める割合%）との関係を示したものである。同一樹高の林分で相対幹距が大きいことは、林木間の距離が大きく、疎開していることを意味している。とくに相対幹距が30%以上の場合は、たとえ地位が高くても、林冠が疎開している場合が多い。いわゆる、過疎の林分である。なお、収穫表と照合してみると、相対幹距26%以上は、標準以上に疎な林分と評価される。

ここで、被災度合いの小さい高地位の低位段丘や、20m以上の高樹高を控除した上で、この見地から、グラフ上のパターンを検討してみると、次のような傾向が読みとられる。

◇明瞭な関係ではないが、相対幹距が大きいほど、衰退度合いが高まっている傾向が伺われる、

◇採種林のような人為的な疎開林を控除すると、傾向はもう少し明瞭となる。今回の調査データの中には、恣意的に人為的な疎開林を含めたが、無作為の調査では、相対幹距が大きくなるほど、すなわち疎開した林分ほど、また低地位の林分ほど、被災しやすい傾向にあると想定される。

Fig.2-6-6 は、被災前の林冠被覆率（推定値）と、被災後の林冠被覆率との関係を求め、その測点を被災の有無によって識別したグラフである。

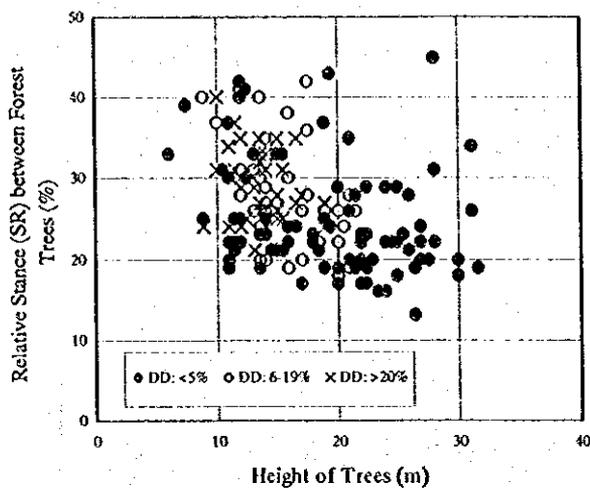


Fig.2-6-4 Degree of damage on the relation between height of trees and relative stance (SR)

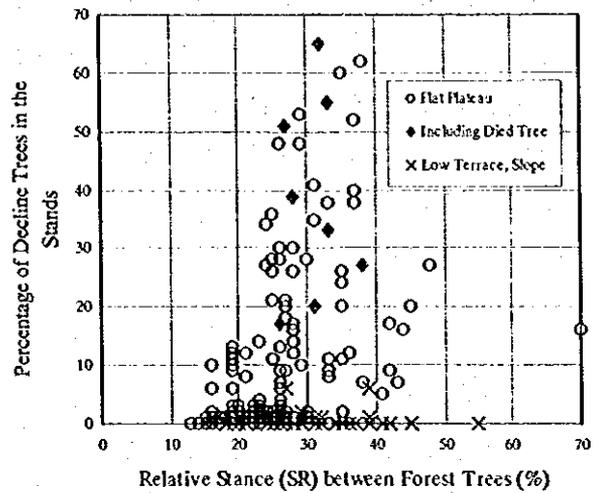


Fig.2-6-5 Relation between relative stance (SR) and degree of decline (DD) on the forest stands

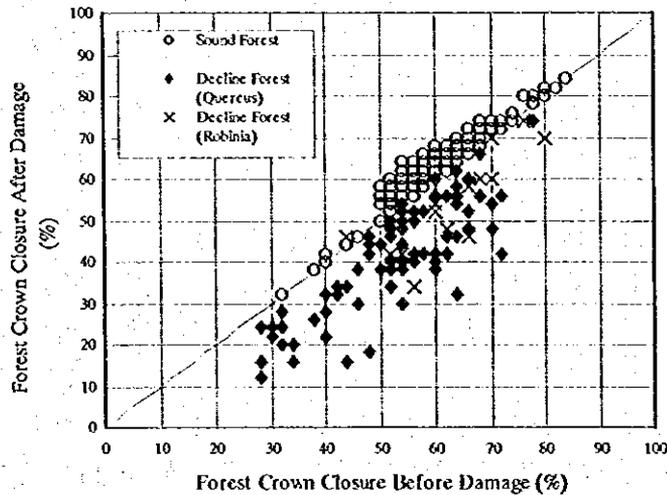


Fig.2-6-6 Relation of crown closure between after and before damage

結果として、林冠被覆率が70%以上のうっ閉林では、被災がほとんどなく、被災前の林冠被覆率が50~70%の林分で、被災、無被災が混在している。被災前の林冠被覆率が50%以下の林分で衰退が多発しているといえる。

樹高が20m未満で、相対幹距26%以上の林分が57プロット、林冠被覆面積率50%以下の林分が45プロットと数多く調査され、しかもその中の大部分が衰退森林である。無作為抽出調査ではないので、強い根拠とはなり得ないが、直接的な被災の前に、既に多数の疎開林が存在し、しかもその疎開林が重ねて、衰退したことが多いことを示唆している。何らかの原因で、慢性的な衰退傾向を示す森林が出現し、その不健康性が災いして、今回、大規模な衰退をもたらしたことが想定される。衰退森林が10%程度と、やや局所的な発生を示すことから、その原因を追及して見ると、後述のように、局所的に土壌表層の異常な堅密さが見いだされた。

#### (4) 衰退林分の形態的な特性 — 林冠被覆率と衰退 —

以上の衰退森林に関する特性を、Fig.2-6-7 に示すように模式的に整理する。

*Quercus* spp.の衰退は、中・高位段丘で発生しているため、土地条件を段丘面上に限定して記載する。

##### ◇Fig.2-6-7(1) 無被害林

土壌層（A層：20cm）が膨軟であり、微小起伏、傾斜があつて、排水・浸透・通気性が良好な林分では、樹冠の衰退は少なく、健全な林冠閉鎖が維持されている。林冠被覆率が70(65)%以上の林分が多い。

##### ◇Fig.2-6-7(2) 健全木と枯死木が混在する衰退森林は実在しない

枯死木が存在するような環境内に生育する林木は、程度の差はあつても、衰退現象を呈している。林木間の競争を伴う衰退は、健全木と衰退木との間に歴然とした差異があり、健全木と衰退木とが合い隣接して存在することが珍しくない。しかし、この地域の衰退は、環境的に広がりを持つため、樹冠規模がゼロとなった枯死木の隣には、樹冠規模が30%に縮小した衰退木、あるいは60%に縮小した衰退木等があつて、一様でない。結論として衰退度合いを枯死率で表現することはできない。

なお、今回の調査では、衰退林分74プロット中で、枯死が顕著な林分は7プロットに過ぎず、多くの場合、樹冠規模の縮小現象として、衰退が発現している。

##### ◇Fig.2-6-7(3) 衰退木の判定は、枝の枯死に伴う、樹冠縮小によって行われる。

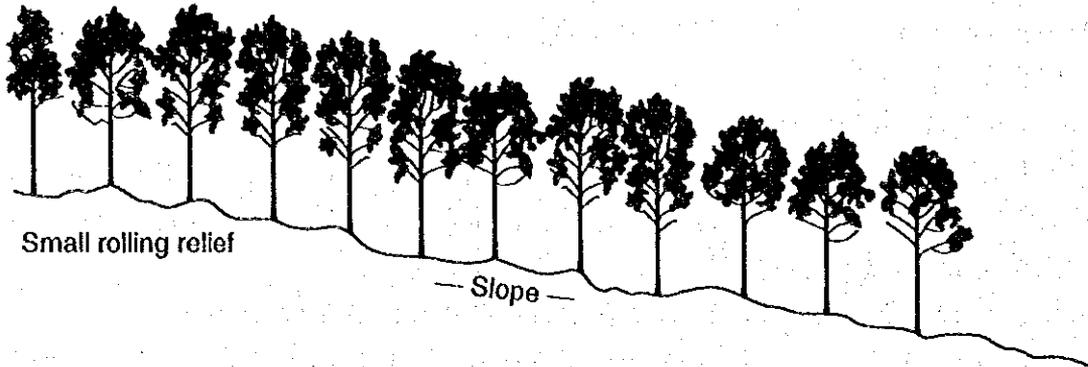
本調査は、1992年、1993年の衰退現象に直面していないので、当時の被災の後遺症として残された形状を足掛かりとして利用することしかできない。幸い、当時衰退の激しかった林木では、落葉現象だけではなく、若枝の枯死の発生を伴っており、枝枯れの多少の程度が、単木の衰退度指標として重視されようである。当時の症状としては落葉現象が顕著であったが、落葉が激しかった樹木ほど、枝枯れも激しかったものと考えられている。結果として、むしろ枝枯れの方が、後遺症を伴う衰退現象として重視されている。枯れ枝からは、その後の着葉が期待されないため、この症状は、樹冠の縮小現象として判断される。逆にみれば、現在の樹冠直径を計量することによって、衰退度の判定が可能になるものと想定される。

衰退林分内には、大小さまざまな樹冠縮小を行った林木が混在する。したがって、林分衰退度の総合判断は、林冠被覆率によって行われることになる。

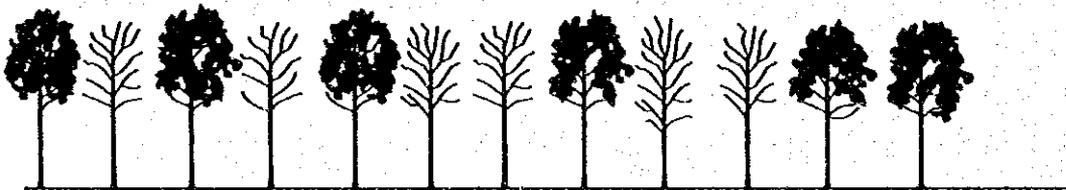
ただ、今回の調査によって、樹冠の成長停止は、このような劇甚環境によるだけではなく、普段の現象としても発現していることが、明らかとなった。したがって、林冠被覆率による衰退度判定は、1992年、1993年の被災だけではなく、これまでの慢性的な衰退をも含むものと考えられる。

なお、ルーマニア国で調整されている既存の収穫表から、林齢別の林冠被覆率を推定してみると、*Q.frainetto*、*Q.cerris*のV等地の場合、正常林でも、林冠被覆率が50%程度で経営され、粗密度が低い状態にあることが見いだされた。地位V等の林分の多

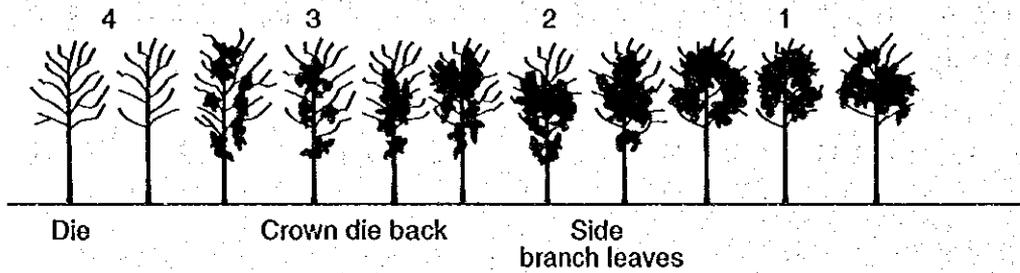
(1) Sound Forest on Plateau



(2) Die, Sound mix : not exist



(3) Crown die back



(4) Actual Decline

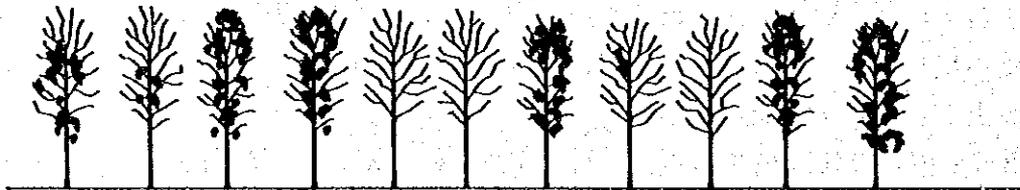


Fig. 2-6-7 Pattern of Forest Decline

くは、慢性的な衰退環境であるとも、評価されそうである。

◇Fig.2-6-7(4) 林分の衰退度は林冠被覆率によって判定される。

本計画において計画した各種対策を講ずることにより、被害森林において新規に造林した樹木及び保残区での立木、並びに、回避森林での立木に対する、今後起こりうる衰退を軽減又は回避することができる。ある林齢の林分が復旧対策・回避対策を行うことにより、または、行わないことにより、林分材積がどう推移するかを、模式図で示す(Fig.2-6-8)。この図では、正常林の正常な成長を林冠被覆率 80%、枯死木または枯死林を林冠被覆率 0%で示している。仮に、被害森林の林冠被覆率を 50%とすると、各種対策を講ずることにより、林冠被覆率 80%の林分と同様な成長が見込まれることになり、この格差分の成長増加が見込まれることを表している。

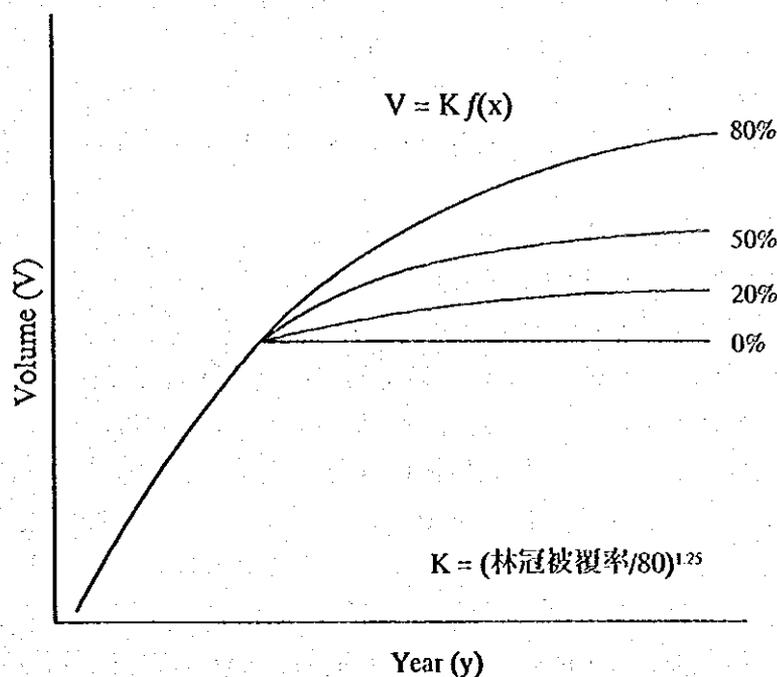


Fig.2-6-8 林冠被覆率の違いによる林分材積成長量の推移

#### (5) 衰退林分の土壌的特性

##### 1) 土壌表層における A 層、B 層の構成

正常の森林土壌では、通常、膨軟で、多孔隙の A 層、B 層があって、透水、浸透、排水、通気の高機能を発揮している。しかしながら、衰退が顕著な林分においては、このような、膨軟な A 層、B 層が欠如していることが見いだされた。具体的な原因把握はできなかったが、おそらくは、林縁部での林内放牧等に伴う踏圧によって表層が堅密化され、さらには土壌侵食によって流出したためと想定される。実際に一部の

地域では、放牧の繰り返しにより踏み固められ、土壌の堅密化の進んだ箇所が見られた。

Fig.2-6-9 (1) に正常な表層土壌を、(2) に林縁部での踏圧を受けて堅密化した土壌層をかかげ(模式図)、それぞれ、深さ別の硬度指数と孔隙率を示している。両者を対比して明らかなことは、

- ◇ 堅密化された土壌表層では、浸透、排水、通気を司る大孔隙率が著しく低下している。
- ◇ 踏圧を受けた土壌の場合、蹄耕などによって、表層(A層上部)はある程度の膨軟さを残しているが、10cm以下の深さの土壌層位(A層下部~B層)は著しく堅密化する。Fig.2-6-9(2)の場合には、A層に対して堅密なAB層が不透水層となり、停滞水(層内)を形成する。通気性は失われて、根系は生理障害を引き起こす。
- ◇ このような、停滞水状態が頻発すると、林木は枯死には至らなくても、衰退気味となり、いわゆる、不健康状態となる。
- ◇ 成長状態から推定すると、この結果、樹冠の拡張が阻害され、とくに直径成長が低下する。樹高成長も低下(Fig.2-6-1参照)するが、直径成長よりも顕著ではない。

## 2) 土壌表層における細根分布

堅密層内での吸収活動、具体的な衰退兆候を類推する目的で、表層における細根分布を調査した。結果を Fig.2-6-10 に示すように模式化した。

### ◇ Fig.2-6-10(1) 堅密層が浅く分布し、局所的(タコ壺状)埋没凹所がある場合

浸透した水は、堅密層上に停滞する傾向を見せる。一部の水は、埋没凹所に集まるが、ここでも停滞する。根系は、膨軟層内には分布せず、主として、停滞水の恐れがない堅密層内に分布する。堅密層内は細根にとっては、決して良好な環境ではないのであるが、停滞水の存在箇所よりも安定環境となっている模様である。

### ◇ Fig.2-6-10(2) 堅密層がやや深く位置し、付近に連続した埋没溝がある場合

膨軟層がやや厚いため、高頻度の停滞水の分布は膨軟層底部に限られる。そのため、膨軟層の中・上部には細根が分布する。付近に埋没溝がある場合は、これが排水の役割を果たし、膨軟層の底部と溝内堆積層にも細根が分布する。溝ではなく、局所的な凹所の場合には、排水機能に乏しく、細根分布は減少する。

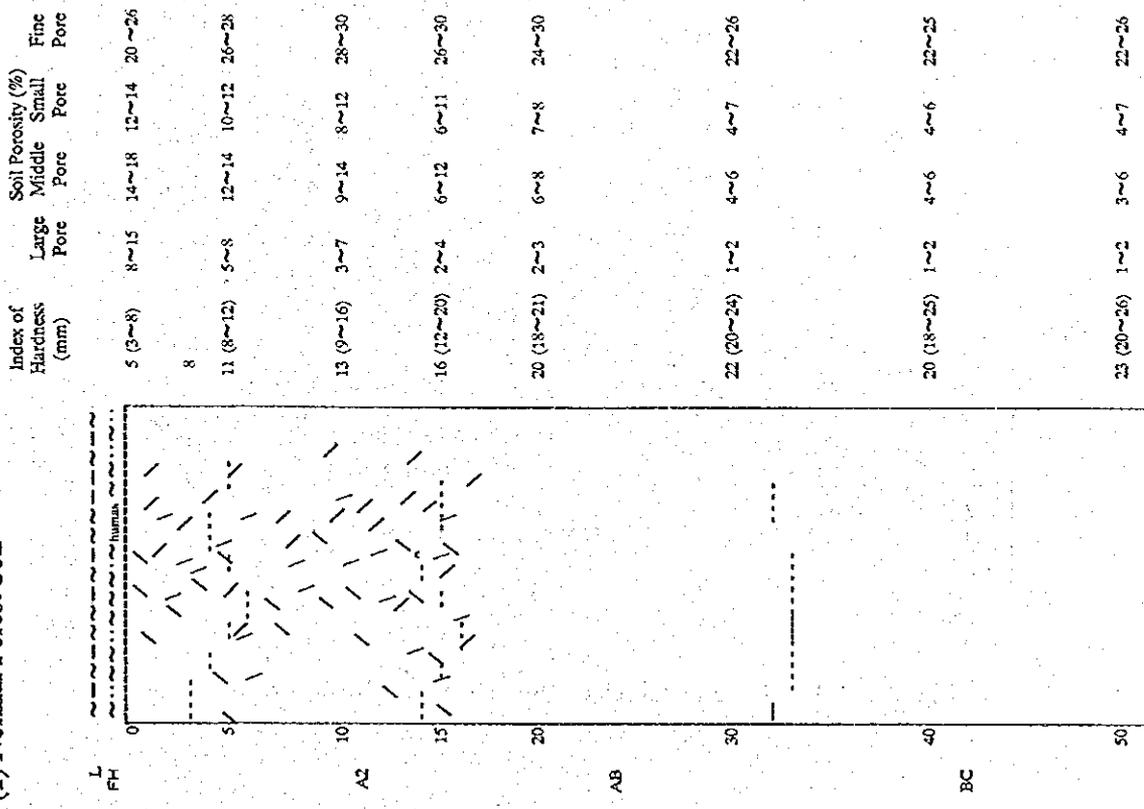
### ◇ Fig.2-6-10(3) 膨軟層が適度に厚く、傾斜している場合

2~3度の緩傾斜であっても排水機能が働き、停滞水の障害は軽減されている。膨軟層が厚い場合には、浸透条件も良好で、水資源の流出は少ない。細根の分布は、膨軟層、堅密層内の双方に見られる。

### ◇ 少雨地帯での排水の必要性

少雨地帯での浸透水は貴重であり、その水を排水することは、矛盾機構と受け取られる。しかしながら、堅密化された表層土壌内での停滞水の悪影響は大きく、水の恵みよりも、障害の方を顕在化させている。自然の正常な土壌は、大小の孔隙組織の存

(1) Normal Forest Soil



(2) Stamped (Pressed) Forest Soil

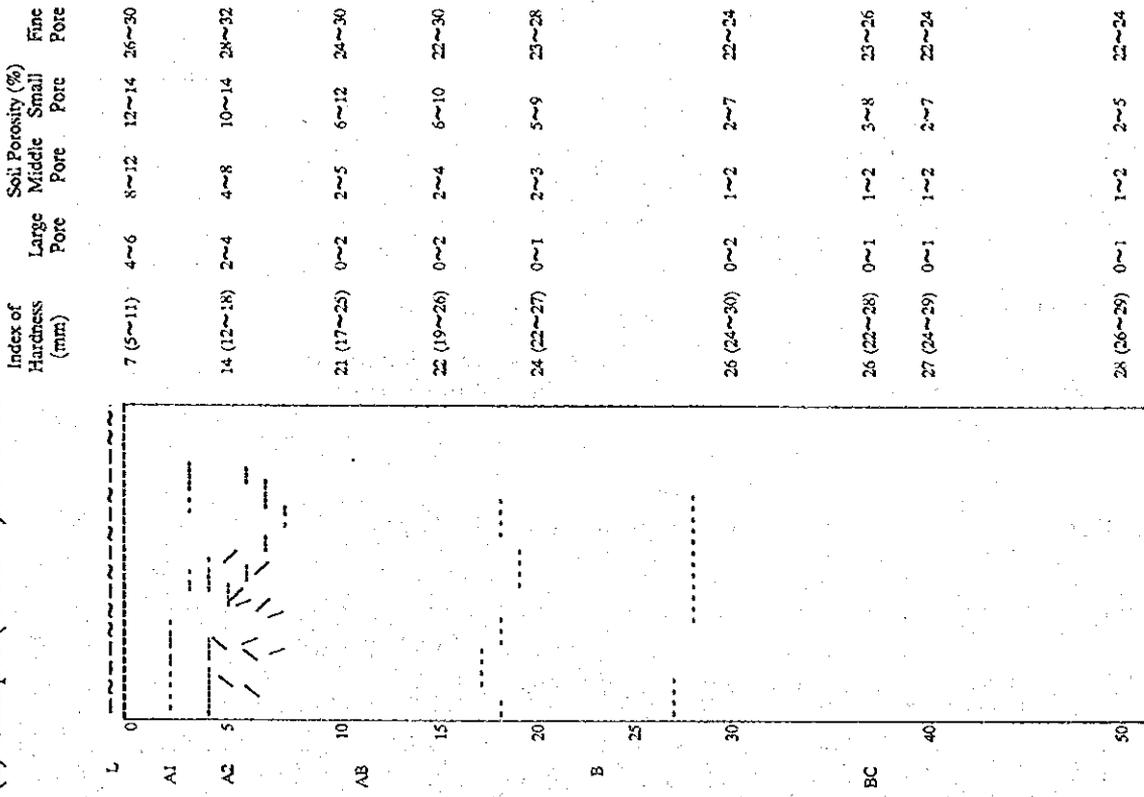


Fig. 2-6-9 Porosity of soils



在によって、水と空気との共存を行ってきたのであるが、堅密化された土壌では、大孔隙が失われたために、空気との共存が許されなくなっている。とくにB層の堅密化は水の垂直浸透を妨げ、停滞水の発生をもたらしている。自然による土壌の物理性の改善は容易でないので、人為的な土壌改良策が必要である。

参考文献：竹下敬司、高木潤二(1977) 暖帯林地の水保全環境に関する土壌および地形的研究、福岡県林業試験場時報 26

#### (6) 土壌要因との関連

1998年夏季の土壌断面調査の結果から、土壌と森林衰退の関係要因を次に示す。

- ①衰退森林の土壌ユニット (FAO/UNESCO 方式分類による) は、台地や中位段丘の LVx (Chromic Luvisols) が主で、次いで LVa (Albic Luvisols)、CHk (Calcic Chernozems)、PHl (Luvic Phaeozems)、CMv (Vertic Cambisols)、PDj (Stagnic Podzoluvisols) などがある。Luvisols の中でも LVh (Haplic Luvisols) や LVj (Stagnic Luvisols) では衰退が少なく、また、山麓 (高原) 部斜面の CMe (Eutric Cambisols) や低位段丘、河岸段丘 (河岸低地) などの FLc (Calcic Fluvisols)、GLm (Mollic Gleysols)、CMv (Vertic Cambisols) などでは、水分状態が良く、衰退が少ない。
- ②ドナウ川岸低地、ジウ川岸低地の砂丘地の AR (Arenosols) では、衰退が見られる箇所もあるが、地下水位の高低と樹種の問題である。衰退森林には Luvisols や Chernozems が多いことから明らかのように、粘土含量の多い土壌が主になっている。
- ③衰退森林の土壌硬度 (土壌断面調査での山中式土壌硬度計による土壌硬度測定、及び長谷川式土壌貫入計による土壌貫入抵抗測定) が大きいこと (Luvisols のように粘土含量が多く、水分変化を受け易い土壌では、乾燥により堅密化が促進され、土壌硬度が大きくなる)。土壌硬度データを App.B-5(1) に示す。
- ④土壌の緻密化による粗孔隙の減少から、土壌透水性及び保水性が不良になっている。

土壌調査の結果から、森林復旧には土壌の物理性改良が必要なことが示唆される。そのなかでも、土壌の堅密層を破壊して粗孔隙を増加させることで、土壌の透水性及び保水性を高めることが、対応策として考えられる。

そこで、オルト県及びドルジュ県の平原部と同様な土壌条件 LVx (Chromic Luvisols) で、*Q. frainetto* の衰退の激しかったチウルチウ森林管理局ギンパチ森林管理署管内のレツカ森林での造林試験地における土層改良施工地を比較対照のために調査した。

1992年に下層(80cm)までの土層改良 (1. スカルフィケーターによる溝掘り→2. 反転耕起→3. ディスクハローによる大土塊砕土、整地) をして植林した場所での、土壌貫入抵抗測定などによる土壌調査の結果から、無改良の森林と比較して、土壌硬度 (緻密度) の低下、粗孔隙量の増加、土壌水分の増加 (保水性の増加、有効水分量の増加)

が認められた。土壌硬度（土壌貫入抵抗）測定データを App.B-5(2)、B-5(3)に示す。

この土層改良による地ごしらえは、施工費用がかかり過ぎるので、リッパ、キャリープラウ、ディスクプラウによる筋きり等、経費節減の可能な土層改良方法の検討が必要である。

#### (7) 林木衰退と環境との関係の総括

衰退森林が多く見られる中位・高位の洪積台地における、森林衰退と環境との関係をフローチャート(Fig. 2-6-11)に総括する。さらに、その結果をもとに、本計画の基本事項として土壌改良の方向性を示す。

##### ①水分の過不足条件

洪積台地を構成する堆積層は堅く緻密であるが、その中には、細孔隙組織( $pF > 2.7$ )の連続的構成が見いだされる。細孔隙中に水が保持され、かつ堆積層が厚い場合、基盤中に大量の水が保持されていることになり、渇水時には土壌表層部への水分補給を行っていたと考えられる。そのため、調査対象地域では、著しい渇水気候状態にあったが、水分の絶対量の不足は顕在化せず、大部分の林木は衰退することなく、生育を維持し続けた。

##### ②根系

細孔隙中の水は、強い毛細管張力で保持されている。この水の利用のためには、強い吸収力を持つ根系が必要である。弱い吸収力の根系を持つ林木では、衰退が発生している。

##### ③土壌

日常、乾燥環境に育つ大多数の林木は、強い水分吸収力を持つため、渇水条件下でも、よく細孔隙中の水を利用し、生育を持続している。これに対し、少数例ではあるが、水分に恵まれた環境下で育ってきた林木の根系は、強い水分吸収力を欠くため、衰退している。

このような環境とは別に、踏圧等によって、土壌表層(A1層)直下のA2層～B層が堅密化した箇所で、多くの衰退が発生していた。この理由は、表層直下層の不透水化により、表層内に停滞水が生じ、根系の衰弱がもたらされたためである。水分吸収力不足のため、林木の衰弱が発生している。

##### ④総括

健全な林木が生育する土壌は、Fig. 2-6-12(1)に示すように、多孔隙のA層(深さ15～20cm)と、その下部に位置する堅密ながらも数%の大孔隙を保持したB層(深さ15～45cm)から構成されている。このような土壌は、通水性、通気性、透水性を併せ持つ。衰退森林が多くみられる低孔隙率の堅密土壌層のままでは、再造林を行っても、森林衰退を再発する危険性が高いので、土壌の物理性を改良することが必要である。

具体的には、表層の耕耘と同時に、暗渠状の溝(Fig. 2-6-12(2))、割裂(Fig. 2-6-12(3))を作設することにより、B層の浸透能を改良する。

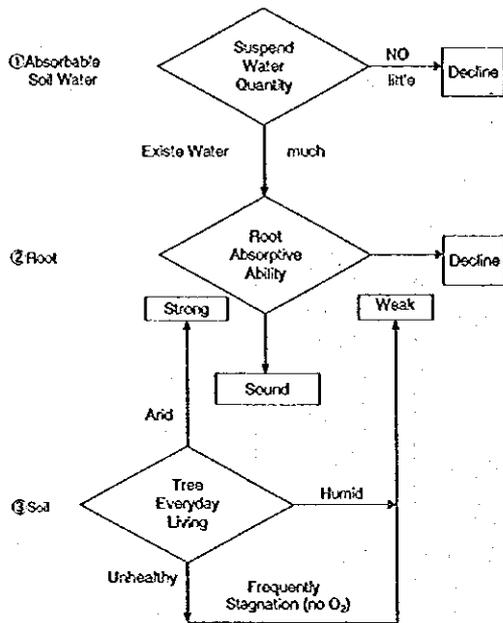


Fig. 2-6-11 Mechanism of Forest Decline

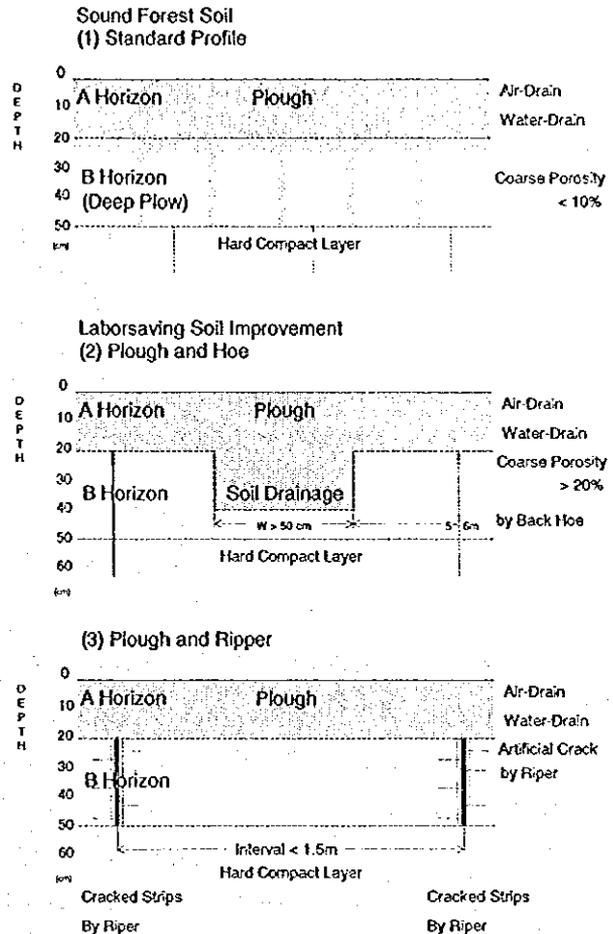


Fig. 2-6-12 Soil Improvement

## 2-6-2 衰退森林面積

### (1) 空中写真の判読

空中写真の判読は、衰退した森林の位置と面積並びに衰退の程度と原因を明らかにすることを目的とする。また、衰退した森林を健全化する施業方法を特定する情報を得ることを目的とする。なお、本調査で使用した空中写真は、調査団が再委託により撮影したものをを使用した。空中写真の撮影時期は、1998年7月である。

空中写真上で判読される事項は、林況調査の現地調査結果と近赤外線カラー写真上の情報との関係により決定される。

近赤外カラー空中写真情報と現地調査結果の対応は、次のとおりである。

項目	現地調査項目	空中写真から判読した因子
位置・面積	地形図からの確認	写真上で位置特定
樹種	実測	樹冠形、色調により決定
樹高	実測	写真上で測定
樹冠疎密度	樹冠投影図を作成し算出	疎密度測定板により測定
衰退程度	実測	樹冠疎密度、衰退木の木数割合、地形、位置、樹種により決定 (RNPの森林調査簿を参考)。色調。
衰退原因	現地確認	RNPの森林調査簿を参照。色調。

2-4-3(2)、2-6-1(4)で述べたように、林分の衰退程度と樹冠疎密度の間には、密接な関係があることが明らかになった。このことを整理すると次の通りとなる。

	林冠被覆率 (地上調査)	樹冠疎密度 (空中写真)	樹冠直径
衰退度強	低 29%	36%	小 5.0m
衰退度中	中 41%	51%	中 4.0m
衰退度弱	高 48%	60%	大 3.5m

林冠被覆率の下段の数値は、現地調査結果による。

樹冠直径は、Quercus spp.林分の40年生から60年生の平均値を示した。

以上の結果と本調査の他分野の調査結果から、乾燥を主原因として衰退した森林の空中写真判読基準は、Table2-6-1 のとおりとした。樹冠疎密度と樹高を判読基準とした理由は、次のとおりである。

- ・現地調査の結果から樹冠疎密度の低い林分では、衰退度が高かったこと。
- ・林齢が40年生から80年生の林分に衰退森林が多かったことから、林齢を反映させる因子であり、空中写真から判読が可能である因子は樹高であること。

各基準の読み幅の設定は、次の基準のとおりとした。

・樹冠疎密度

本調査における空中写真判読による樹冠疎密度の測定には、樹冠疎密度板を使用した。樹冠疎密度板の最小判読値は、5%である。本調査において使用した、空中写真の縮尺が、1/12,500であったことから、10%の刻みとした。

・樹高

空中写真による樹高の測定は、視差測定棒を用いて行う。計算上、1mの単位で樹高を測定できるが、本調査で用いた空中写真の縮尺が1/12,500であったことから、5mの刻みとした。

Table2-6-1 空中写真判読基準

Classification by crown density class	I	less than 39%
	II	40-49%
	III	50-59%
	IV	more than 60%
Classification by tree height class	A	less than 4m
	B	5-9m
	C	10-14m
	D	15m-19m
	E	more than 20m

(2) 本計画の森林面積

本計画が対象とする森林は、空中写真判読による樹高と樹冠疎密度区分及び地形図

からの地形解析、関係分野の調査結果を総合し区分した。

被害森林は、次の条件を全て満たす林分とした。

- ・ *Quercus* spp.、*Fraxinus excelsior*、その他広葉樹の主として林齢 10 年生～100 年生以下の林分
- ・ *Robinia pseudoacacia*、*Populus* spp.の主として林齢 10 年生～25 年生以下の林分
- ・ 衰退度 2 以上の立木本数の占める割合が 20%以上の林分
- ・ 樹冠疎密度が 60%未満の林分。ただし、樹冠疎密度は、健全林の疎密度を 100%とした場合の比值で表すものとする。なお、健全林の疎密度は、幾何学的な林冠被覆率としては 80%に相当する(林冠被覆率=0.8×樹冠疎密度)。
- ・ 0.1ha 以上衰退した林分

被害森林は、主として樹冠疎密度から林分の被害度を弱、中、強の 3 区分とした。

回避森林は、次の条件を全て満たす林分とした。

- ・ 被害森林に隣接し、中位段丘、高位段丘に分布する林分
- ・ *Quercus* spp.の林分で、主として林齢 35 年生から 65 年生の林分
- ・ 林分の土壌が、Chromic Luvisols (LVx)、Vertic Luvisols (LVv)、Albic Luvisols (LVa)、Stagni-Vertic Luvisols (LVv-j)、Haplic Luvisols (LVh)、Vertic-Chromic Luvisols (LVx-v)、Cambisols (CM)、Chernozems (CH)、Phaeozems (PH)の林分
- ・ 衰退度 2 未満の林木を含む林分、かつ 0.1ha 以上の林分
- ・ 傾斜が 3 度以下の林分

この結果をまとめると、次のとおりとなる。

被害森林	被害度 高 (Strong)	衰退木の本数割合が60%以上
	被害度 中 (Moderate)	衰退木の本数割合が40～59%
	被害度 低 (Weak)	衰退木の本数割合が20～39%
回避森林	微少な衰退	中位段丘及び高位段丘に位置する林分のうち、 <i>Quercus</i> spp.の林分

### 1) 被害森林

本調査では、被害が復旧される森林を被害森林とした。

復旧対象となる面積の内訳は、森林管理署別、地域区分別に Table2-6-2 と Table2-6-3 に示した。被害森林の合計面積は 9,204ha である。これは調査対象地国有林の 7.9%に当たる。県別の被害森林の割合は、オルト県 6.7%、ドルジュ県 8.7%である。

ドナウ川、オルト川、ジウ川沿いの氾濫原及び低位段丘では、被害度は低い。これらの河川の支流部であり、平時に流水のある河川の氾濫原及び低位段丘においても同様のことがいえる。

一方、地下水位の低い中位段丘、高位段丘の平原部に位置する林分では、被害森林が多い。ただし、平原部に位置する林分であっても、林内微地形により被害度に

差がある。水分環境に恵まれる沢筋の林分は、平坦分の林分と比較して被害度が低い。

地域と地形、衰退森林の分布の関係については、次に示したとおりである。

分布位置	被害度	主な樹種
北部地域の山麓丘陵地肩部及び頂部	低	Q.f,Q.c,Q.p
北部地域の山麓丘陵地斜面部	中	R.p
北部地域の山麓丘陵地斜面部	低	Q.f,Q.c,Q.p
北部地域の山麓丘陵地脚部	低	Q.f,Q.c,Q.r,F.e
中部地域から北部地域の間位置する平原林	低	Q.f,Q.c,Q.p
中部地域の中位段丘、高位段丘に位置する平原林	高	Q.f,Q.c,Q.p
中部地域の中位段丘、高位段丘に位置し、緩斜面部に位置する平原林	低	Q.f,Q.c,Q.p
低位から中位段丘の平原林の内、土壌が砂質の平原林	高	R.p
低位段丘に位置する平原林	中	Q.f,Q.c,F.e

Table2-6-2 森林管理署別被害度別の被害森林面積 (ha)/(%)

County	Forest Range Office	Forest Area	Damage Area			Total
			Strong	Moderate	Weak	
Olt	Bals	12,110.0	193.5	366.6	1,116.0	1,676.1
			1.6	3.0	9.2	13.8
	Caracal	4,934.0	125.4	65.6	28.6	219.6
			2.5	1.3	0.6	4.5
	(Corabia)	4,235.0		5.7	2.5	8.2
				0.1	0.1	0.2
	Slatina	9,825.0	74.5	335.8	327.4	737.7
			0.8	3.4	3.3	7.5
	(Draganesti-Olt)	4,629.0	41.8	102.9	52.2	196.9
			0.9	2.2	1.1	4.3
Vulturessti	7,265.0	5.8	19.9	1.6	27.3	
		0.1	0.3	0.0	0.4	
Sub Total		42,998.0	441.0	896.5	1,528.3	2,865.8
			1.0	2.1	3.6	6.7
Dolj	Amaradia	10,722.0	44.5	355.5	63.0	463.0
			0.4	3.3	0.6	4.3
	Calafat	6,942.0	101.8	18.7		120.5
			1.5	0.3		1.7
	(Poiana Mare)	6,929.0	3.7			3.7
			0.1			0.1
	Craiova	11,667.0	519.9	598.7	202.1	1,320.7
			4.5	5.1	1.7	11.3
	Filiasi	9,163.0	49.0	177.3	231.1	457.4
			0.5	1.9	2.5	5.0
Perisor	9,461.0	427.1	1,016.1	1,529.7	2,972.9	
		4.5	10.7	16.2	31.4	
Sadova	6,356.0	12.8	9.9	17.9	40.6	
		0.2	0.2	0.3	0.6	
(Apele Vii)	3,849.0	184.9	117.2	223.8	525.9	
		4.8	3.0	5.8	13.7	
Segarcea	7,718.0	117.4	184.8	131.3	433.5	
		1.5	2.4	1.7	5.6	
Sub Total		72,807.0	1,461.1	2,478.2	2,398.9	6,338.2
			2.0	3.4	3.3	8.7
Total		115,805.0	1,902.1	3,374.7	3,927.2	9,204.0
			1.6	2.9	3.4	7.9

Table2-6-3 地域区分別森林管理署別被害度別の被害森林面積 (ha)/(%)

	Forest Range Office	Forest Area	Damage Area			Total
			Strong	Moderate	Weak	
North Part	Vulturessti	7,265.0	5.8	19.9	1.6	27.3
			0.1	0.3	0.0	0.4
	Amaradia	10,722.0	44.5	355.5	63.0	463.0
			0.4	3.3	0.6	4.3
	Filiasi	9,163.0	49.0	177.3	231.1	457.4
			0.5	1.9	2.5	5.0
Sub Total		27,150.0	99.3	552.7	295.7	947.7
			0.4	2.0	1.1	3.5
Middle Part	Bals	12,110.0	193.5	366.6	1,116.0	1,676.1
			1.6	3.0	9.2	13.8
	Slatina	9,825.0	74.5	335.8	327.4	737.7
			0.8	3.4	3.3	7.5
	(Draganesti-Olt)	4,629.0	41.8	102.9	52.2	196.9
			0.9	2.2	1.1	4.3
	Craiova	11,667.0	519.9	598.7	202.1	1,320.7
			4.5	5.1	1.7	11.3
	Perisor	9,461.0	427.1	1,016.1	1,529.7	2,972.9
			4.5	10.7	16.2	31.4
Sub Total		47,692.0	1,256.8	2,420.1	3,227.4	6,904.3
			2.6	5.1	6.8	14.5
South Part	Caracal	4,934.0	125.4	65.6	28.6	219.6
			2.5	1.3	0.6	4.5
	(Corabia)	4,235.0		5.7	2.5	8.2
				0.1	0.1	0.2
	Calafat	6,942.0	101.8	18.7		120.5
			1.5	0.3		1.7
	(Poiana Mare)	6,929.0	3.7			3.7
			0.1			0.1
	Sadova	6,356.0	12.8	9.9	17.9	40.6
			0.2	0.2	0.3	0.6
	(Apele VII)	3,849.0	184.9	117.2	223.8	525.9
			4.8	3.0	5.8	13.7
	Segarcea	7,718.0	117.4	184.8	131.3	433.5
			1.5	2.4	1.7	5.6
Sub Total		40,963.0	546.0	401.9	404.1	1,352.0
			1.3	1.0	1.0	3.3
Total		115,805.0	1,902.1	3,374.7	3,927.2	9,204.0
			1.6	2.9	3.4	7.9

## 2) 回避森林

本調査では、森林衰退を回避する森林を回避森林とした。

回避森林の面積の内訳は、森林管理署別、地域区別に Table2-6-4 と Table2-6-5 に示した。回避森林の面積は 4,265.6ha である。

Table2-6-4 森林管理署別の回避森林面積

County	Forest Range Office	Forest area	Area	Rate
Olt	Bals	12,110.0ha	837.3ha	6.9%
	Caracal	4,934.0ha	292.6ha	5.9%
	(Corabia)	4,235.0ha	2.6ha	0.1%
	Slatina	9,825.0ha	438.9ha	4.5%
	(Draganesti-Olt)	4,629.0ha	177.0ha	3.8%
	Vultresti	7,265.0ha	25.5ha	0.4%
<b>Sub Total</b>		<b>42,998.0ha</b>	<b>1,773.9ha</b>	<b>4.1%</b>
Dolj	Amaradia	10,722.0ha	354.2ha	3.3%
	Calafat	6,942.0ha	0.0ha	0.0%
	(Poiana Mare)	6,929.0ha	0.0ha	0.0%
	Craiova	11,667.0ha	705.4ha	6.0%
	Filiasi	9,163.0ha	145.9ha	1.6%
	Perisor	9,461.0ha	1,060.6ha	11.2%
	Sadova	6,356.0ha	0.0ha	0.0%
	(Apele Vii)	3,849.0ha	2.6ha	0.1%
	Segarcea	7,718.0ha	223.0ha	2.9%
<b>Sub total</b>		<b>72,807.0ha</b>	<b>2,491.7ha</b>	<b>3.4%</b>
<b>Total</b>		<b>115,805.0ha</b>	<b>4,265.6ha</b>	<b>3.7%</b>

Table2-6-5 地域区別の回避森林面積

	Forest Range Office	Forest area	Area	Rate
North Part	Vultresti	7,265.0ha	25.5ha	0.4%
	Amaradia	10,722.0ha	354.2ha	3.3%
	Filiasi	9,163.0ha	145.9ha	1.6%
<b>Sub total</b>		<b>27,150.0ha</b>	<b>525.6ha</b>	<b>1.9%</b>
Middle Part	Bals	12,110.0ha	837.3ha	6.9%
	Slatina	9,825.0ha	438.9ha	4.5%
	(Draganesti-Olt)	4,629.0ha	177.0ha	3.8%
	Craiova	11,667.0ha	705.4ha	6.0%
	Perisor	9,461.0ha	1,060.6ha	11.2%
<b>Sub total</b>		<b>47,692.0ha</b>	<b>3,219.2ha</b>	<b>6.7%</b>
South Part	Caracal	4,934.0ha	292.6ha	5.9%
	(Corabia)	4,235.0ha	2.6ha	0.1%
	Calafat	6,942.0ha	0.0ha	0.0%
	(Poiana Mare)	6,929.0ha	0.0ha	0.0%
	Sadova	6,356.0ha	0.0ha	0.0%
	(Apele Vii)	3,849.0ha	2.6ha	0.1%
		Segarcea	7,718.0ha	223.0ha
<b>Sub total</b>		<b>40,963.0ha</b>	<b>520.8ha</b>	<b>1.3%</b>
<b>Total</b>		<b>115,805.0ha</b>	<b>4,265.6ha</b>	<b>3.7%</b>

## (3) 空中写真判読の精度

写真の解像力は、写真上に描かれた1mmの長さの中に引かれた一様な幅の平行線が何本まで見分けられるかにより示される。この値は写真の鮮明度を表すものである。本調査の空中写真撮影で用いたネガティブフィルムの解像力は、63本/mm (KODAK CIR 2443 / Test object contrast 1000:1)である。一般にポジティブフィルムの解像力は、ネガティブフィルムの20%減となる。

本調査では、縮尺1/12,500の空中写真を衰退森林の判読に用いた。この縮尺の場合、5mの林冠は、写真上では0.4mmの大きさとなる。ステレオスコープの双眼鏡を用いた場合は、3倍の画像が得られる。

1/12,500の縮尺の場合、単木の梢端枯を判読することは不可能であるが、林分を単

位として樹冠疎密度を判読することは可能である。本調査における被害森林及び回避森林の区分は、主として空中写真の樹冠疎密度から区分した。地上調査と空中写真判読における樹冠疎密度の判読値の相関係数は、 $R=0.9397$ である(Fig.2-6-13)。この結果から、本調査における樹冠疎密度の判読精度は、妥当なものである。

なお、空中写真から樹冠疎密度を判読するときの、誤判読は次のことから発生しやすい。

- ・ 高齢・高樹高林分の樹冠疎密度の誤判読  
実態よりも疎に見える場合が多い。
- ・ 相対幹距が大きい林分の誤判読  
実態よりも疎に見える場合が多い。
- ・ 梢端枯により樹冠を縮小した林分の誤判読  
実態よりも疎に見える場合が多い。
- ・ 下層木、灌木が多く密生する林分の誤判読  
実態よりも密に見える場合が多い。
- ・ 下層、灌木が少ない林分の誤判読  
実態よりも疎に見える場合が多い。

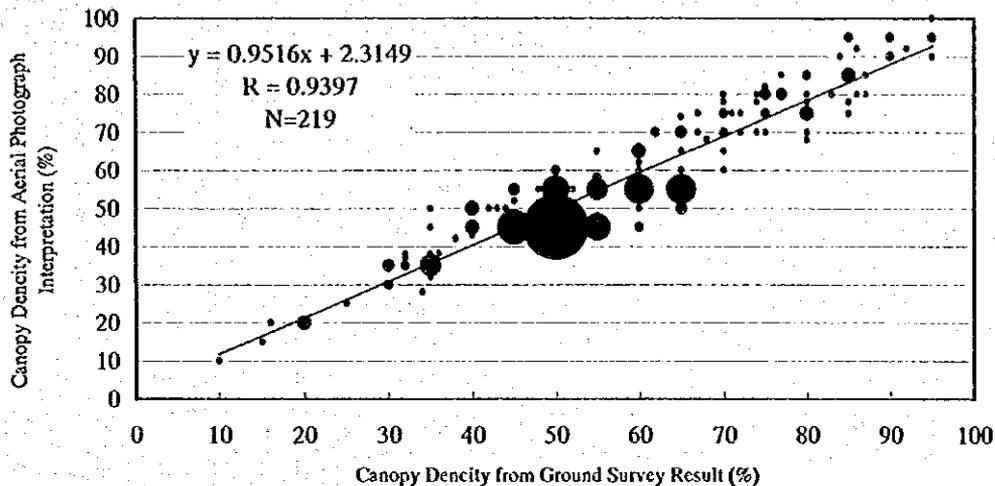


Fig.2-6-13 Aerial Photograph Interpretation Result  
Remarks: Dot size indicates the number of data.

## 2-7 初期環境調査

オルト県及びドルジュ県の初期環境調査は、環境に対する悪影響の有無をスクリーニングによって確認した (Table2-7-1)。

スクリーニングは、調査によって総合的に作成される本計画を、社会環境と自然環境の両面からおこなった。本調査は、衰退森林の回復を図るための造林対策がその中

心課題になっていることから、基本的には問題となるような環境への影響が考えられなかった。しかし、復旧技術の遂行において、環境へのマイナス要因になることがあれば、チェックする必要が生じてくる。虫害防除対策として用いる農薬が、環境へマイナスの影響を及ぼさないかどうか危惧された。しかし、虫害防除は、微生物殺虫剤による生物的防除法を採用することにより、環境汚染は緩和され、生物多様性の保全が図られる。

衰退した森林の復旧計画が推進されると、環境に適応した樹種による衰退森林の回復が図られる。また、林帯の防風機能が発揮される結果、農耕地の表土飛散はなくなり、農作物の収量は増加すると期待される。さらに、森林の水源かん養機能や景観保全機能も高揚していく。

このようにして、衰退した森林の復旧計画が実現すると、資源材としての森林の効用に加えて、環境財としての価値と効用が一層高められると評価される。

Table2-7-1 スクリーニング項目

環境大項目(視点)	環境小項目 (起こりうる環境影響の例)	評価結果	備考(根拠)
I 社会 環境	1. 社会生活 関連住民の住民生活、経済活動、交通、コミュニティー、制度・慣習など既存の社会生活に影響を及ぼさないか	無	本計画の推進により生産資源としての効用に加えて環境資源的効用の充実に図られ、社会生活はよくなる。林地面積の拡大については十分に検討する必要がある。
	2. 保健・衛生 関連住民の保健状況に影響を及ぼさないか、あるいは森林関連の疾病にどのような影響を及ぼすか	無	虫害は生物的防除により行われ、農薬の環境への影響が緩和される。
	3. 史跡・文化・景観等 歴史的、考古学的、景観的、学術的などの特有な価値を有する地域あるいは特別な社会的価値のある地域かどうか	無	本計画の推進によって、さらに自然景観は保全される。
II 自然 環境	4. 貴重な生物、生態系地域 貴重な生物・生態系を有する地域かどうか	無	環境に適応する樹種によって衰退森林の回復が図られ、森林生態系は改善される。
	5. 土壌・土地 土地の荒廃、土壌侵食、土壌汚染等を招かないか	無	本計画の推進により、防風機能や土壌侵食防止機能が高まる。
	6. 水文・大気など 河川、湖沼の表流水、地下水あるいは大気に影響を及ぼさないか	無	本計画の推進により、土壌浸透能が高まり、水源かん養機能が高まる。
	7. 資源、機能の持続性 森林の資源量及び公益的機能の持続性が破壊されないか	無	本計画の推進により、生産資源に加え、環境資源に由来する森林の諸機能が高まる。
総合評価		不要	

## 第3章 費用

### 3-1 労賃、資材の需給及び価格

本計画を作成するに当たって、必要な事業経費算定の基礎データとして、労務と資材の現状及び各種作業経費の状況について調査を行った。

なお、賃金と価格は第二年度現地調査時の数値であり、為替レートは1998年度第二半期の平均値である。

#### (1) 労務量及び賃金

RNPは従来から地元農民層の労働力で事業を行ってきている。常勤の形は年間にわたって作業のある木工や、ヤナギ枝を使った工芸品の製作などであり、森林の現場における作業には、日雇い労務で行ってきている。従って、農作業の繁忙期には林業労務が不足することはあるが、林業作業の時期を調整することによって、大きな支障とはなっていない。農民の意向としては、現状以上の就労機会を望んでいる。

RNPにおける事業経費積算上の日給労賃は次のとおりである。なお、最近事業量は減少してきているが、民間の林業企業による伐採・搬出事業も行われてきている。この場合も雇用形態の主体は日雇い形式が主体を占めている。

普通の作業： 36,490Lei (4.21US\$)

困難な作業： 39,544Lei (4.56US\$)

より困難な作業： 41,504Lei (4.79US\$)

なお、面接聞き取り調査の結果においても、15,000Leiから50,000Leiの間であり、主体は30,000Lei台であった。作業内容としては、伐採から造林・保育までの通常の林業労働が主体であり、短期間ではあるが林内の小果実や葉草の採集なども含まれる。林内では手工具のほかチェーンソーやトラクタも使用するが、いずれもこの賃金の中で行われる。苗畑の作業には女性も多く労働するが、男女間の賃金差はない。

#### (2) 燃料

林業用機械類に使用する燃料はガソリン、軽油であり道路沿いのスタンドで容易に調達できる。現状の1リットル当たり価格はガソリンが4,400Lei (0.51US\$)、軽油が3,400Lei (0.39US\$)、潤滑油が40,000Lei (4.61US\$)である。

暖房用の燃料としては、一般的に薪が使用されており、平均価格は1m<sup>3</sup>当たり150,000Lei (17.30US\$)である。なお都市生活者の間から、近年ブタンガスのボンベが使用されるようになりつつあり、その価格は16kgの中身で33,000Lei (3.81US\$)である。

#### (3) 機械

従来からチェーンソーが、森林作業に一般的に使用されてきている。1996年にはスウェーデン製のチェーンソーを販売する店がクライオヴァに開店し、供給態勢は整っている。

る。その一般的な価格は 62cc エンジンのタイプで 5,272,000Lei (608US\$)である。今後はブッシュ・カッター（刈払い機）の使用も考えられ、その一般的な価格は 31cc エンジンのタイプで 4,300,000Lei (496US\$)である。その他、地上における薬剤散布用の動力ミスト機（散粉機）は 3,540,000Lei (408US\$)、動力噴霧機は 4,750,000Lei (548US\$)である。

大型機械については、RNP は民間の企業からオペレータ付きで借上げている。機種としては集材用トラクタ、抜根・地均し用ブルドーザ、耕耘用トラクタ等である。このための経費は ha 当たりの単価で支払われ、抜根からその整理、地均し、地掻き、耕耘、碎土までで約 7,350,000Lei (848US\$)から 8,000,000Lei (923US\$)程度である。

大型機械の製造企業はクライオヴァにあり、集材と植穴掘りに使用できるフロントアーム付きトラクタが 220,000,000Lei (25,375US\$)、これに装着するログクラブが 2,600,000Lei (300US\$)、植穴掘りドリルが 12,000,000Lei (1,384US\$)で販売している。集材と地ごしらえ・耕耘に使用できる 195 馬力の 4 輪駆動トラクタは 430,000,000Lei (49,596US\$)で、これに装着するリッパやサブソイラーは注文に応じて製作し、その価格は約 1,000US\$程度である。

外国製の大型機械については、ブカレストに輸入代理店があり、各種の機械の輸入が可能である。例として、ドイツ製のブレードとリッパ付きのブルドーザ（12t タイプ）が 129,100US\$、バケットとログクラブ付きのパワーショベルが 116,800US\$である。なお今後現場導入が期待できる移動式のチップパー機は 28,100US\$である。

大型機械の減価償却年数については、公定の基準は存在しないが、企業独自に 10 から 15 年の間で決めている。

#### (4) 林業用具

林業用の手工具はクライオヴァでは国産品が、またブカレストにおいては外国製のものも調達できる。国産品の例を挙げれば次のとおりである。

スコップ	34,000Lei(4US\$)	手鋸	22,000Lei(3US\$)	一輪車	476,000Lei(55US\$)
クワ	28,000Lei(3US\$)	オノ	27,000Lei(3US\$)	シヨウロ 10 l	97,000Lei(11US\$)
カマ	70,000Lei(8US\$)			セメント 50kg	73,000Lei( 8US\$)

なお外国製のスコップの例は、200,000Lei (23US\$)であり品質が良い。

#### (5) 価格の変動

物価全体のインフレ現象と、通貨である Lei の対 US\$レートの下降傾向が著しい。

Table 3-1-1 消費者物価変動(対前年度比%)

年	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
対前年度比(%)	41.9	165.5	210.4	256.1	136.8	32.3	38.8	154.8	59.0

Source: Country Report, E.I.U

Table 3-1-2 名目賃金/月の推移

年	1996				1997				1998			
	第1	第2	第3	第4	第1	第2	第3	第4	第1	第2	第3	第4
千Lei	256	296	339	396	453	580	654	853	906	960	1,000	1,241
対US\$	2,937	3,028	3,261	4,035	6,996	7,032	7,613	8,023	8,490	8,670	9,238	10,951
US\$換算	87	98	104	98	65	83	86	106	107	111	108	113

Source: Country Report, E.I.U

Table 3-1-3 為替レート

年	1980	1985	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
Lei対US\$	18	17	22	76	308	760	1,655	2,033	3,085	7,168	8,876
Lei対DM					186	460	1,020	1,419	2,050	4,131	5,036

Source: Country Report, E.I.U

### 3-2 森林復旧の施業における作業経費

被害林分における森林施業はこれまでも人工更新と天然更新促進作業とによって行われてきた。本計画においては *Quercus spp.* 林分の場合、人工更新を主体とした施業を計画し介在する天然更新樹は共に保育していくこととする。*R.pseudoacacia* 林分の場合、被害度が強の林分は人工更新を主体とした施業を計画し、被害度中の林分では萌芽更新主体とした施業を行うこととする。*Populus spp.* の被害林分の場合は、乾燥した土壤に *Populus spp.* が適さなかった箇所であり、*Quercus robur* と他の樹種の混植による人工更新施業を計画する。

これらの更新方法を前提とする伐採から更新・保育、間伐までの作業体系と、その ha 当たりの費用について、最近の各作業実績を参考にしてつぎのように整理する。

#### (1) 収穫調査

収穫調査のチームは通常4名で構成される。技術者が選木、樹高測定、野帳への記録等を行ない、3名の作業員が選定された樹木すべてについて直径の測定、刻印打ち等を行う。工期は一人一日当たり約200本である。

#### (2) 伐採・造材・集材作業

森林内における木材の伐採・造材・集材作業は、ほとんどの現場が平坦か緩い傾斜地であることから、チェーンソーと集材用トラクタ及び積み込み用のログローダのセットで行われている。1セットの作業班は7人の作業員と監督主任で構成されており、機械類の老朽化と、パルプ用材や薪材の集積・棚積みにより多くの労力を必要とし、林内作業の現状の生産性は *Quercus spp.* の林分の場合で約4m<sup>3</sup>であり、平坦な地形での作業としては国際的に比較した場合低いものとなっている。広葉樹の生産であり、薪やパルプ用の枝・幹を多く処理しなければならない。パルプ用材の生産については、地方にチップ工場が存在せず、トラックにより直接約600km遠方にあるパルプ工場に運搬している。今後移動式のチップ機を現場に導入することにより効率の向上が期待

される。さらに丸太の玉切り・採材作業では、長さや品等などを用途に合わせて工夫していくことが望まれている。

両県の被害森林における収穫調査と伐採から林縁への素材積み込みまでの木材生産作業の標準的な1 ha当たりの経費についてはTable3-2-1のように整理することができる。

Table 3-2-1 収穫調査、木材生産作業の標準経費

樹種	標準収穫調査経費		標準木材生産経費		備考
	Lei/ha	(US\$)	Lei/ha	(US\$)	
<i>Quercus spp.</i>	93,440	(11)	798,000	(90)	520本 57 m <sup>3</sup> (丸太生産 32m <sup>3</sup> )
<i>Robinia pseudoacacia</i>	116,800	(13)	1,023,000	(115)	650本 66 m <sup>3</sup> (丸太生産 36m <sup>3</sup> )
<i>Populus spp.</i>	25,500	(3)	1,198,000	(135)	137本 96 m <sup>3</sup> (丸太生産 57m <sup>3</sup> )

なお、収穫調査と木材生産事業の標準的な概要については被害森林の状況を勘案し、つぎのように設定した。

〔*Quercus spp.*〕 収穫対象木：520本、材積：57m<sup>3</sup>、

丸太生産：32m<sup>3</sup>、チップ・薪用短材生産：14m<sup>3</sup>、薪・パルプ用枝条：11m<sup>3</sup>

〔*R.pseudoacacia*〕 収穫対象木：650本、材積：66m<sup>3</sup>、

丸太生産：36m<sup>3</sup>、チップ・薪用短材生産：17m<sup>3</sup>、薪・パルプ用枝条：13m<sup>3</sup>

〔*Populus spp.*〕 収穫対象木：137本、材積：96m<sup>3</sup>、

丸太生産：57m<sup>3</sup>、チップ・薪用短材生産：20m<sup>3</sup>、薪・パルプ用枝条：19m<sup>3</sup>

### (3) 造林作業

伐採跡地における人工更新施業は地拵え作業から始める。被害森林であった林地においては土壌構造を改良することと、植栽後の保育作業を容易にすることなどを考慮して、RNPはこれまでも大型機械による抜根と耕耘を行ってきた。具体的には、ブルドーザを用いて抜根、抜根寄せ整理、地均し、深い筋切りを行い、その後トラクタを用いて耕耘と砕土を行う。アタッチメントとしては抜根から地均しまでを排土板、深い筋切りはリッパ、耕耘にはキャリープラウまたはディスクプラウを、砕土にはディスクハローを用いている。今後はさらに効果的なドリル式抜根装置、レーキ、サブソイラーなどを用いることも考えられる。これらの作業には多くの機械類を要することから、RNPは民間の機械持ち業者に請負形態で行わせている。経費はha当たり全面の一貫作業で約900US\$であり、造林・保育経費全体の中で約30%を占めている。

植栽作業は、広葉樹の苗木が不定型で直根性であることなどから自動植付け機械は使われず、スコップを用いた人力作業で行っている。ha当たりの植栽本数が多いことから多くの労務を要している。補植は1ないし2年後に植栽木枯損状況に応じて行ない、*Quercus spp.*の場合は植栽時本数の約20%、*R.pseudoacacia*の場合は約40%と多くの本数を必要としている。

植栽木を確実に成長させるために、地掻き除草を植栽した年から雑草に覆われないように徹底して実行するように努めている。*Quercus spp.*の場合は特に最初の成長が緩慢なことから6年間行っている。この経費は造林・保育経費全体の中で約40%を占めている。今後は植栽の列間にハンドトラクタ形式のカルチベータを導入し、植栽木の周りはハウガマを用いた人力作業で行うことが計画できる。地形が平坦状であり、地拵え時に耕耘・砕土を行っておくことが前提となる。

下刈りは天然更新木の周囲の雑草を取除くためにカマを用いて人力作業で行う。*Quercus spp.*の場合で植栽年から3年間必要である。

除伐は、植栽木の周りに侵入してきた灌木類をナタや手鋸を用いて人力により伐倒する作業が*Quercus spp.*の場合で植栽年から7年目、10年目頃必要となること、及びさらに15年目、20年目頃には植栽木の中で形質不良木など良い成長が期待できない木を間引く意味で行う除伐を行っている。この後者の作業は種内除伐という。種内除伐は、約5m<sup>3</sup>程の作業量である。除伐木は細いものでありほとんど利用されないが、径4cm以上の木があれば農地の支え木や薪として利用されることがある。

間伐は、*Quercus spp.*の場合で植栽年から30年目以降、80年目頃までに約5回程計画できる。作業としては、間伐木の毎木調査から伐採・造材・集材まで被害木の伐採とほぼ同様の形態である。第一回目の間伐から、樹高7m直径6cm以上の木を選ぶことができる。さらに後年の間伐では直径16cm以上の木で形質が良いものは林産工業用材として販売が可能となる。間伐の体系についてはApp.E-8に示す。

*Quercus spp.*、*R.pseudoacacia*、*Populus spp.*を主とする現在林分における、以上の作業内容による経費についてはTable 3-2-2のように整理することができる。

Table 3-2-2 造林作業の標準経費 1000Lci/ha (US\$/ha)

作業	現在林分					
	<i>Quercus spp.</i>		<i>R.pseudoacacia</i>		<i>Populus spp.</i>	
地拵え・耕耘	7,350	(845)	7,350	(845)	7,350	(845)
植付け	4,977	(572)	3,765	(433)	1,935	(222)
保育（補植、地掻き除草、除伐等）	13,953	(1,604)	5,546	(637)	5,774	(664)
間伐	1,774	(204)	1,032	(119)	488	(56)

#### 標準作業内容

##### 〔*Quercus spp.*林分〕

地拵え：抜根、抜根整理、地均し、深筋切り、耕耘、砕土を大型機械で請負実行

植付け：植栽本数 6,666 本、人力作業

苗木代込み (*Quercus spp.*: 4,444 本、補助樹種: 2,222 本)

苗木運搬と苗木仮植を含む

保 育：植栽補正、補植 20%、地掻き除草 6 年間 16 回、下刈り 3 年間 3 回、

灌木除伐 2 回（7、10 年目）、種内除伐 2 回（15、20 年目）

間伐： 5回、（ 35、 45、 55、 65、 75年目）  
 間伐率 21%、 13%、 11%、 9%、 8%、  
 間伐材積 19m<sup>3</sup>、 15m<sup>3</sup>、 16m<sup>3</sup>、 18m<sup>3</sup>、 18m<sup>3</sup>、

〔*R.pseudoacacia* 林分〕

地拵え：抜根、抜根整理、地均し、深筋切り、耕耘、砕土を大型機械で請負実行

植付け：植栽本数：5,000本、人力作業

苗木代込み（*R.pseudoacacia*: 5,000本）

苗木輸送と苗木仮植を含む

保育：植栽補正、補植40%、地掻き除草2年間5回、  
 灌木と種内の除伐2回（4、8年目）

間伐： 3回、（ 10、 15、 20年目）

間伐率 21%、 14%、 10%、

間伐材積 13m<sup>3</sup>、 13m<sup>3</sup>、 14m<sup>3</sup>、

〔*Populus spp.*林分〕

地拵え：抜根、抜根整理、地均し、深筋切り、耕耘、砕土を大型機械で請負実行

植付け：植栽本数 625本、人力作業

苗木代込み（*Populus spp.*: 625本）

苗木運搬と苗木仮植を含む

保育：植栽補正、補植21%、地掻き除草3年間7回、下刈り1回（4年目）  
 側芽除去2回（1、2年目）、枝打ち1回（7年目）

間伐： 1回（8年目）、間伐率48%、間伐材積26m<sup>3</sup>

なお、*Populus spp.*を伐採し、*Quercus spp.*を植栽する場合は、*Quercus spp.*における植栽と同様の作業内容である。

*R.pseudoacacia* 林分の萌芽更新による造林作業の標準経費について、実績を勘案して整理すると Table 3-2-3 のようになる。

Table 3-2-3 萌芽更新による造林作業の標準経費 1000Lei/ha (US\$/ha)

作業	現在林分	
	<i>R.pseudoacacia</i>	
根切り萌芽更新	244	(28)
保育（下刈り、剪定、除伐等）	1,461	(168)
間伐	1,100	(126)

標準作業内容

【*R.pseudoacacia* 林分】：

根切り萌芽促進：サブソイラー装着のトラクタで根株間の根切りを実行、  
地表整理の補助者 1 名

保 育：萌芽木の剪定：1,500 本、

下刈り：1 年間 1 回、種内除伐 2 回（2、4 年目）

間 伐： 3 回、（ 10、 15、 20 年目）

間 伐 率 19%、 16%、 13%、

間伐材積 18m<sup>3</sup>、 22m<sup>3</sup>、 23m<sup>3</sup>、

なお、植栽に用いる苗木の標準価格について、1996 年から 1999 年までのオルト県及びドルジュ県の RNP の苗畑における実態から整理すると Table 3-2-4 のようになる。

Table 3-2-4 苗木の標準価格 US\$/1000本

樹種	単価	樹種	単価
<i>Quercus frainetto</i>	20.5	<i>Acer tataricum</i>	12.0
<i>Quercus frainetto</i> 挿し木苗	304.0	<i>Acer campestre</i>	17.0
<i>Quercus cerris</i>	15.3	<i>Tilia platyphyllos</i>	19.1
<i>Quercus petraea</i>	16.6	<i>Pyrus pyraster</i>	20.0
<i>Quercus pedunculiflora</i>	17.0	<i>Prunus cerasifera</i>	16.9
<i>Quercus robur</i>	17.0	<i>Crataegus monogyna</i>	18.8
<i>Robinia pseudoacacia</i>	13.5	<i>Gladitschia triacanthos</i>	17.0
<i>Fraxinus excelsior</i>	12.9	<i>Elaeagnus angustifolia</i>	17.8
<i>Fraxinus ornus</i>	11.8	<i>Populus euroamericana</i>	100.8
<i>Fraxinus pennsylvanica</i>	11.8	<i>Populus alba</i>	235.5
<i>Cornus sanguinea</i>	12.8		