

2-6 自然環境調査

モデルエリアの自然環境の基本的な特性を把握するため、自然環境保護に関する情報を収集するとともに自然環境に関する基礎的項目の調査を行った。

2-6-1 自然環境保護の現状

(1) 法律、制度等

チリ国においては1800年代の後半からすでに法令の制定等により野生動植物の保護についての取組みが行われ、その後も種々の施策が展開されている。

現行の自然保護に関連する主な法令等について概観すれば、次のとおりである。

a. Decreto Supremo No. 4363 (1931年、国土・移住省)

水土保持に関連させた森林の取扱いや国有地内での国立公園および保存林の設置について定めている。

b. Ley No. 15020 (1962年、農業省)

エロージョンの見られる地域における保全対策や、観光上の自然景観と利用地域における樹木の伐採の禁止について定めている。

c. Decreto Supremo No. 531 (1967年、外務省)

厳正自然保護地区および天然記念物について定めている。

d. Decreto Ley No. 701 (1979年、農業省)

CONAFによる森林所有者の森林施業の事前承認制を定めている。

e. Decreto Supremo No. 141 (1987年、農業省)

Araucaria を天然記念物として指定している。

(2) 野生動植物の保護制度

① 野生動植物の保護

野生動植物の保護は、農業省の2つの機関すなわち森林公社 (CONAF)、天然資源保護局 (DIPROREN)、および経済省の漁業局で行っている。

CONAFは、野生動植物保護制度として国有地を国立公園、保存林、天然記念林の3つに区分、指定している。モデルエリア周辺におけるこれらの位置、面積は巻末の図-9および表-23のとおりである。北モデルエリアにおいてはMalleco 保存林がモデルエリア面積の約4分の1を占め、南モデルエリアにおいてはVillarrica保存林 (旧Hualalafquén保存林) がモデルエリアの一部を占めている。調査対象地域内にはこのほか2つの国立公園と3つの保存林がある。

DIPRORENは、CONAFおよび漁業局が管轄する以外の地域における野生動植物の採取、狩猟、商取引の規制を行っている。現在狩猟法の改正作業が行われており、禁猟種、狩猟許可種の指定、狩猟量の設定等について検討中である。漁業局は、漁業資源に関する保護を行っている。

② レッドリストによる貴重種の指定

CONAFは、近年、「チリの脅威にさらされている高木および低木植生」と、「チリの陸上脊椎動物の保護状況」に関する両シンポジウムを開催し、その結果を次の2つの報告書にまとめている。

a. Red List of Chilean Terrestrial Vertebrates, CONAF, 1988.

b. Red List of Chilean Terrestrial Flora, CONAF, 1989.

両報告書の中で、世界保護戦略(WCS: WORLD CONSERVATION STRATEGY)の危急度の評価基準に基づき、保護されるべき貴重な野生動植物の種のリストを作成している。これらのうち、第8州および第9州に関しては巻末の表-24~26のとおりである。

なお、CONAFのレッドリストに掲げられた種の保護対策や罰則等が定められておらず、行政的な効力に欠けている。

しかし、前項で述べたとおり農業省によって狩猟法の改正案が準備されており、その中で保護すべき動物の狩猟等に関する規制を検討中である。この法律改正によって実効ある行政措置がなされるものと期待される。

(3) 環境保護活動

調査対象地域における環境保護活動は主に次の3つである。

① Bío Bío 川流域管理研究プロジェクト(GESTION DE LOS RECURSOS HIDRICOS DE LA CUENCA DEL RIO BIO BIO Y DEL AREA MARINA COSTERA ADYACENTE)

Bío Bío 川の環境保全を目的としてConcepción大学がヨーロッパおよびラテンアメリカ諸大学と合同で、環境科学研究・教育センターを1984年に設立し、1990年から標記の研究プロジェクトを実施している。

研究項目は、a)河口周辺の海洋汚染、b)河川環境、c)流域の社会・経済、d)流域の野生動植物の4つである。

② 第9州環境委員会 (COMISION REGIONAL DEL MEDIO AMBIENTE : 以下COREMAとする)

環境委員会には、国レベルのCONAMA (COMISION NACIONAL DEL MEDIO AMBIENTE)、州レベルのCOREMA、区レベルのCOCOMA (COMISION COMUNAL DEL

MEDIO AMBIENTE) がある。COREMAは、第9州のCONAFを中心に、国土省、NGO、諸大学、自然保護団体で構成される。現在、COREMAは国レベルのCONAMAでまとめた環境問題を検討しながら、第9州における環境上の問題点を整理している。

その個別問題には、天然林の破壊、森林野生動物の減少、単一樹種植栽による景観資源の喪失などが含まれている。

③ Pudú種の維持プログラム

第8州のConcepción大学、CONAF、大規模森林所有者であるFORVESA社の合同プロジェクトによって、Pudú種の維持プログラムが実施されている。

Pudú (*Pudu pudu*) は前述のレッドリストのなかで危急種に指定されている。

研究は、第1段階：飼育舎内での人工繁殖、第2段階：繁殖されたPudúの野生馴化、第3段階：国立公園への野生化、の3段階で構成され、現在、北モデルエリア内のFORVESA社の森林で第2段階の研究が実施されている。

2-6-2 自然環境の基本的特性

(1) 地 形

調査対象地域は、アンデス山脈西沿いのアンデス前衛山脈に広がり、地形は斜面の多い山岳地である。

北モデルエリアは、境界西方に流れる Renaico川の標高約 400m付近から、その源流分水嶺の標高 1,500m級のCordillera de Pemehue 山脈に広がる流域である。流域の中央部には、南北に走るSierra Velluda山脈に連なる1,200~1,900m級の岩山が数箇所点在している。これらは、Renaico川本流と、その支流 Amargos川の分水嶺となっている。

南モデルエリアは、境界の北西側を流れる Allipén川の標高約 400m付近から、その上流の Curacalco川、Cherquén川、Llaima川を囲む標高 1,200~ 1,500m級のNevados de Sollipulli 山脈に広がる流域である。

両モデルエリアとも、支流沿いは急斜面が多いが、本流沿いは緩傾斜地や平坦地から成っている。また、両エリアとも、中央部の山地は一般に台地地形となっている。

(2) 地 質

両モデルエリアとも、地質は火山性物質から成っている。それを地質時代的に分けると、北モデルエリアは中新世の火山性物質が分布し、南モデルエリアは鮮新世と更新世の火山性物質が分布している。

(3) 土 壤

「2-3-7 土壤調査」において述べたとおりである。

(4) 水 象

北モデルエリアの水系は図2.6.1 に示すとおりで、チリ国最大の河川 Bío Bío川の支流である Renaico川の源流部にあたる。モデルエリアの西端中央付近で Renaico川本流とその支流となる Amargos川が分岐し、その上流域を2分している。

南モデルエリア内の河川は、図2.6.2 に示すとおりで、すべて Allipén川に注ぐ支流から成り、その下流側から、Curacalco川、Cherquén川および Llaima-Pichapinga川の3つに分岐している。

(5) 水 質

北モデルエリアでは、住民は約 125世帯と少なく、生活排水による河川の汚濁は全く認められなかった。晴天が続く状況下においては全流域を通して水深1 m以上の川底を透視できるほど透明度が高かった。

南モデルエリアでは、住民は約 230世帯で、北モデルエリアの2倍近くあるが、生活排水による河川の汚濁は全く認められなかった。ただ、晴天が続く状況下においては水深1 m以上の川底を肉眼で透視した場合、北モデルエリアほど透明ではなかった。

次に、降雨時の土砂流出による河川の汚濁状況を、図2.6.1 と図2.6.2 に示す環境調査地点の住民から、降雨後の河川の汚濁日数を聴取したところ、北モデルエリア内の Renaico 川下流は1～2日で濁らなくなるとの回答を得た。南モデルエリアの3支流の下流域では2～3日で濁らなくなるとの回答が得られ、北モデルエリアの河川より濁りが1日ぐらい長く続くようであった。

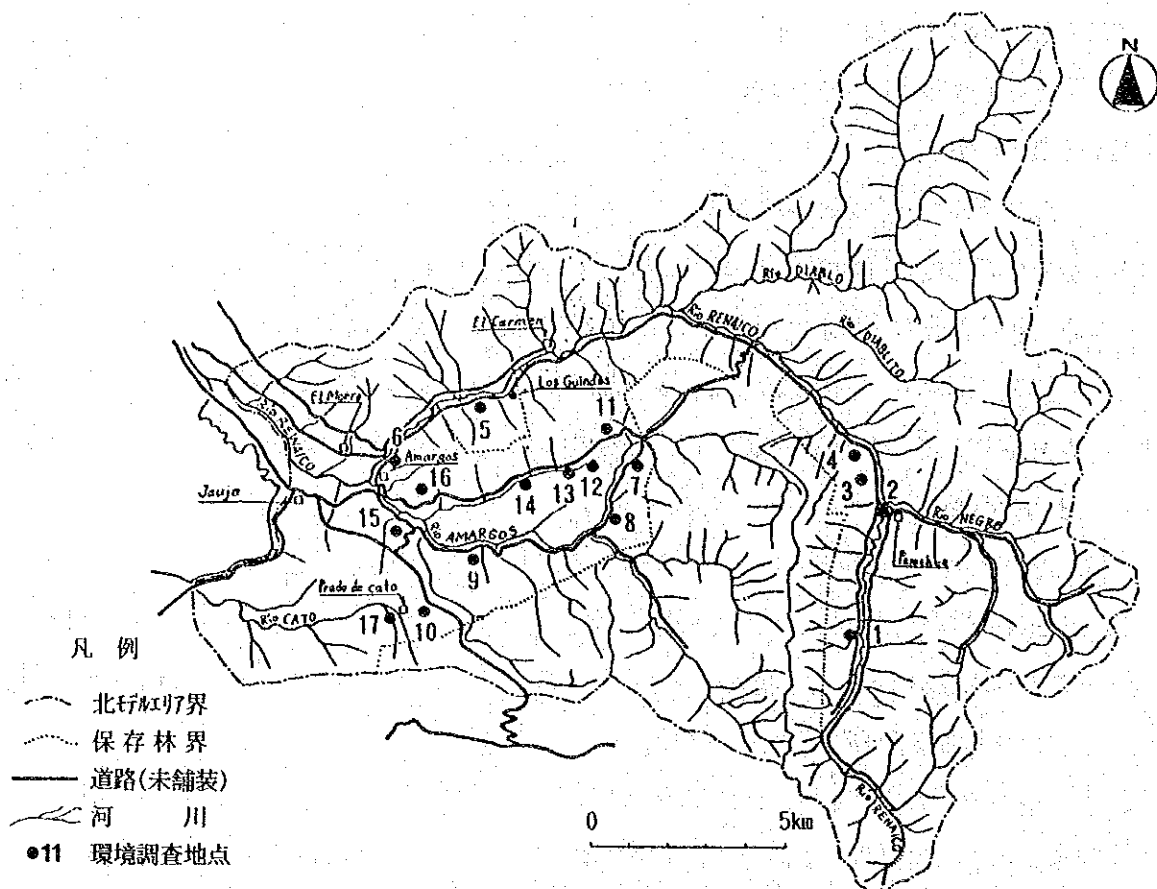


図2.6.1 北モデルエリアの水系と環境調査地点

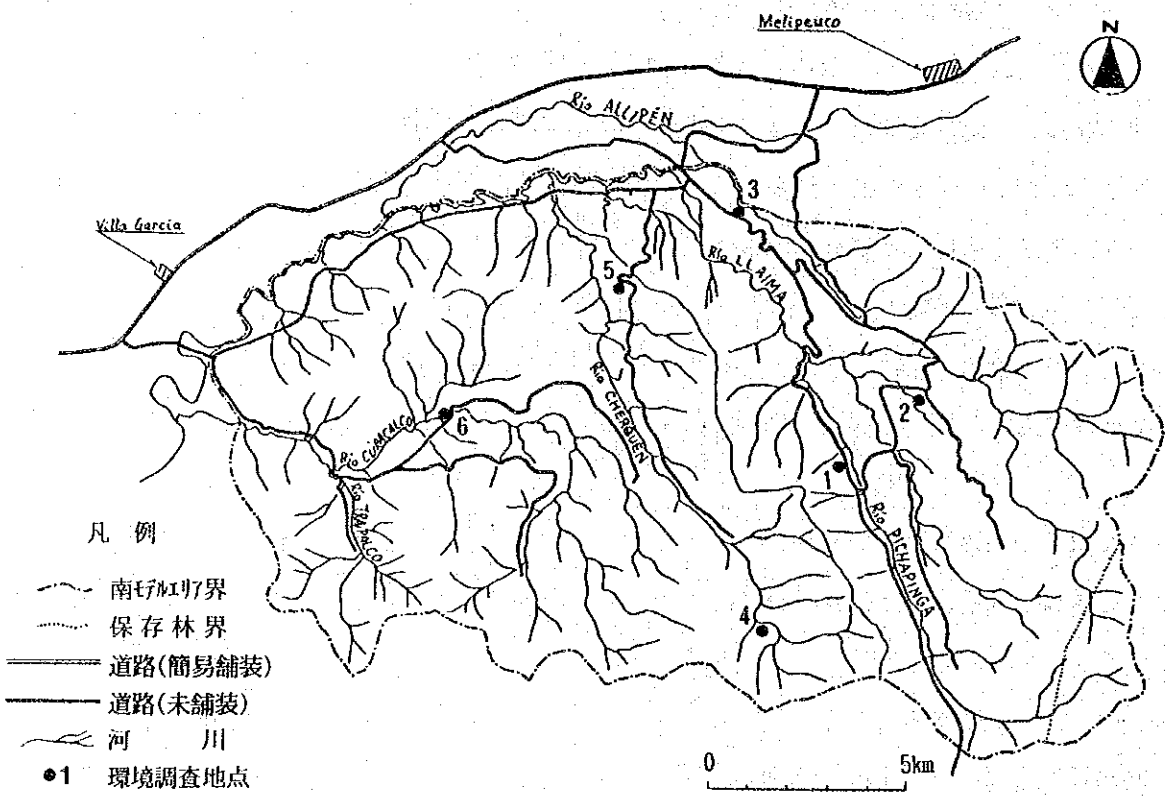


図2.6.2 南モデルエリアの水系と環境調査地点

(6) 気 象

① チリ国の気候

チリ国は気候的には、通常、次の4地区に分けられている。

- a. 砂漠地区：南緯30度付近までの北部地域で、年降水量が2mmの地点もある亜熱帯の乾燥地である。
- b. 地中海性気候地区：首都サンチャゴ市を中心とする南緯30～38度付近までの地域で、温暖な地とされる。
- c. 森林地区：南緯38～53度付近までの地域で、偏西風によって降雨の多い寒冷地である。海岸および山岳地帯は多雨である。
- d. 草原地区：南端のマゼラン海峡付近の小区域であるが、アンデス山脈の陰になって雨量の少ない寒冷地である。

以上の気候区のうち、両モデルエリアは南緯38～39度付近に位置し、森林地区に該当する。

② モデルエリアの気象

両モデルエリア周辺の気象観測所7カ所（巻末の表-27）の観測データから、両モデルエリアの気象条件をまとめると、次のとおりである。

a. 気 温

両モデルエリアの周辺3箇所の月別気温は表2.6.1のとおりである。植物の成長は10℃前後から期待できるといわれている。このことから、平均気温10℃以上の月を見ると10～11月から3～4月である。

北モデルエリアのJauja と南モデルエリア付近のCunco の平均気温を比較すれば、Jaujaの方が0.3℃高い。

b. 降水量

両モデルエリアの周辺6箇所の月別降水量は表2.6.2のとおりで、観測箇所間で大きく異なり年間約1,600～4,000mmとなっている。植物の生長季節である10～3月の降水量は月間38～366mmとなっている。冬季の6～8月の降水量は月間193～680mmであり、標高1,000m以上の高冷地では積雪期間となっている。

モデルエリア別に見ると、北モデルエリア内のLos Guindsでは、月間88～731mm、年間約4,000mmの降水量がある。特に冬季の6～8月の降水量は月間532～656mmで、多雪地となっている。

表2.6.1 モデルエリア周辺の月別気温

月別平均気温 (°C)

観測所	月 標高	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年
Jauja	480m	17.0	17.0	15.2	11.9	9.0	7.7	7.5	8.4	9.7	11.4	14.0	15.4	12.0
Longuimay	900m	13.6	11.8	11.0	7.0	4.7	1.9	1.0	2.5	4.8	7.2	10.0	11.6	7.3
Cunco	360m	17.5	16.7	14.6	11.5	9.1	7.8	7.8	8.2	9.7	11.6	13.6	13.0	11.7

出典：DIRECCION METEOROLOGICA DE CHILE

表2.6.2 モデルエリア周辺の月別降水量 (mm)

観測所	月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年
Los Guindos		87.7	99.3	150.5	223.9	730.6	642.8	655.6	531.7	365.8	189.6	195.2	108.5	4,006
Laguna Mallico		72.4	86.6	71.2	244.1	363.6	677.9	422.4	679.9	292.6	193.5	223.9	153.1	3,481
Curacautín		73.9	43.1	77.3	112.7	299.1	291.2	217.3	193.3	140.4	136.7	83.3	55.6	1,724
Lonquimay		41.6	63.6	37.8	98.9	201.5	248.4	213.7	221.9	108.9	108.7	103.7	150.6	1,599
Hueñivales		70.7	166.0	171.6	251.1	623.9	416.0	429.9	301.3	201.8	216.4	366.4	182.4	3,398
Cunco		48.0	67.4	91.5	128.4	310.9	345.8	296.3	259.4	178.1	166.3	96.9	70.7	2,060

出典：DIRECCION METEOROLOGICA DE CHILE

南モデルエリア最寄りの Cuncoでは、月間48~346mm、年間2,060mmの降水量がある。南エリアは北エリアより降水量が少ないように推定される。土壌調査の結果でも、南エリアの方に乾燥性土壌が多く出現している。

c. 風向・風速

上記の Lonquimay観測所の記録では、有風時の風向はW方向が最も多く、EおよびSE方向が最も少ない。最大風速は年間を通じて11~15m/sである。

(7) 植 物

前述のレッドリストをもとに、CONAF第9州支所が再評価を行った結果によれば、モデルエリアにおける保護されるべき貴重種は表2.6.3 のとおりであり、合計10種である。

そのうち、北モデルエリアには10種すべてが現存するが、南モデルエリアに現存するのは7種である。

なお、Araucaria、Tepa、Rauli の樹木は両モデルエリア内に広く分布している。

表2.6.3 モデルエリアに出現する保護すべき野生植物リスト

学名	一般名	評価クラス	現存状況	
			北エリア	南エリア
<i>Pitavia punctata</i> (1)	Pitao	P	存	否
<i>Austrocedrus chilensis</i>	Ciprés de la Cordillera	V	存	存
<i>Araucaria araucana</i>	Araucaria	V	存	存
<i>Corynabutilon ochseni</i>	Huella chica	R	存	否
<i>Eucryphia glutinosa</i>	Guindo santo	R	存	否
<i>Prumnopytis andina</i>	Lleuque	R	存	存
<i>Persea lingue</i>	Lingue	V(3)	存	存(2)
<i>Laurelia philippiana</i>	Tepa	V(3)	存	存(2)
<i>Nothofagus alpina</i>	Raulí	V(3)	存	存
<i>Cryptocarya alba</i>	Peumo	R(3)	存	存(2)

注：(1) 人工増殖のための育苗が行われている種

(2) CONAF第9州支所の評価では“否”であるが、本調査の結果、存在が確認されたので“存”とした。

(3) 国レベルの評価ではFとなっている。

評価クラス：P=En Peligro 絶滅危惧種

V=Vulnerable 危急種

R=Rara 希少種

A=Amenaza indeterminada 危急度不明

I=Inadecuadamente conocida 情報不足

F=Fuera de Peligro 絶滅の恐れのない種

X=No definido 未決定種

出典：CONAF第9州支所の評価をもとに注(2)の部分を修正した。

(8) 動物

前述のレッドリストをもとに、CONAF第9州支所が再評価を行った結果によれば、モデルエリアにおける保護されるべき貴重種は表2.6.4のとおり、哺乳類11種、鳥類13種、爬虫類3種、両生類7種である。

両モデルエリア間に若干の種に関して現存状況が異っている。

上記の動物のうち、その生態がかなり調査されている9種について、生息地や行動習性を表2.6.5にまとめた。

なお、北モデルエリアにおいてCondorの生息地がCONAFによって明かにされているほかは特定の生息地についての情報は得られなかった。

表2.6.4 モデルエリアに現存する保護すべき野生動物リスト

学名	一般名	評価クラス	現存状況	
			北功	南功
哺乳類 MAMIFEROS <i>Geoxus valdivianus</i> <i>Lagidium viscacia</i> <i>Myocastor coypus</i> <i>Canis culpaeus</i> <i>Canis griseus</i> <i>Galictis cuja</i> <i>Aconaemys fuscus</i> <i>Conepatus chinga</i> <i>Felis concolor</i> <i>Felis guigna</i> <i>Pudu pudu</i>	Ratón topo valdiviano Vizcacha de montaña Coipo Zorro culpeo Zorro chilla Quique Tunduco grande Chingue León (Puma) Güiña Pudú	R P F I V R F V V V	存 否 存 存 存 存 存 存 存 存 存	否 存 存 存 存 存 否 存 存 存 存
鳥類 AVES <i>Theristicus caudatus</i> <i>Vultur gryphus</i> <i>Accipiter bicolor</i> <i>Buteo ventralis</i> <i>Buteo albigula</i> <i>Falco peregrinus anatum</i> <i>Gallinago gallinago</i> <i>Larus serranus</i> <i>Columba araucana</i> <i>Enicognathus leptorhynchus</i> <i>Strix rufipes</i> <i>Asio flammeus</i> <i>Campephilus magellanicus</i>	Bandurria Condor Pequito Aguilucho de cola rojiza Aguilucho chico Halcón peregrino Becacina (Porotera) Gaviota andina Torcaza Loro (Choroy) Concón Nuco Carpintero negro	F R R R R P V R V I I I V	存 存 存 存 存 存 存 存 存 存 存 存 存 存	存 存 存 存 存 存 存 存 存 存 存 存 存 存
爬虫類 REPTILIS <i>Philodryas chamissonis</i> <i>Tachymenis chilensis</i> <i>Liolaemus chiliensis</i>	Culebra de cola larga Culebra de cola corta Lagarto verde	X X X	存 存 存	存 存 存
両生類 ANFIBIOS <i>Bufo chilensis</i> <i>Bufo rubropunctatus</i> <i>Bufo variegatus</i> <i>Batrachyla taeniata</i> <i>Rhinoderma darwini</i> <i>Bufo papillosus</i> <i>Pleurodema thaul(1)</i>	Sapo de rulo Sapo Sapo Sapo Ranita de darwin Sapo escorial Sapito de cuatro ojos	I V I X V V I	存 存 存 存 存 存 存	存 存 存 存 存 存 存

注：(1) レッドリストにないもの。

評価クラス：P=En Peligro 絶滅危惧種

V=Vulnerable 危急種

R=Rara 希少種

A=Amenaza indeterminada 危急度不明

I=Inadecuadamente conocida 情報不足

F=Fuera de Peligro 絶滅の恐れのない種

X=No definido 未決定種

出典：CONAF第9州支所

表2.6.5 両モデルエリアに生息する保護すべき野生動物の習性

学名	現地語名	生息地	行動	好食物	出産期
MAMIFEROS <i>Myocastor coypus</i>	哺乳類 Coipo	湖沼、河川等の湿地帯	穴倉に住み、たそがれ時に行動	草食性、か本科植物	10~3月
<i>Galictis cuja</i>	Quique	灌木地、草地、森林、山岳地、砂漠	夜行性、最高4mまでの穴を掘る	肉食性、ネズミ類、ノウサギ、ヘビ、カエル、鳥類	?
<i>Acommys fuscus</i>	Tunduco	Araucaria 林	夜行性、穴倉生活	Araucaria の実、根等	?
<i>Conopatus chiriga</i>	Chingue	灌木地、草地、森林、山岳地、高岳平坦地	深さ2~3mの穴に住み、夜行性	昆虫、無脊椎動物、両生類、小さなネズミ類	10~11月
<i>Felis concolor</i>	León, Puma	山岳地、灌木地、湿潤な天然林、マツ人工林、一般に森林地帯を好む	昼夜行動、生活圏は数100haに及ぶ、単独行動	肉食性、シカ類を好む、イノシシ、Pudu、ノウサギ、ネズミ類	11~12月 4~5月
<i>Felis gringa</i>	Cuiña	湿潤地域の森林、灌木地、山岳地、草地、集落の周辺	夜行性、単独行動	生きた獲物（鳥類、家畜、ネズミ類）	?
<i>Pudu pudu</i>	Pudu	標高0~1,700mの森林、山岳地、林床の日影地、湿地を好む	定着動物で、群をなさない	木の芽、実、シダ	10~11月
AVES <i>Campephilus magellanicus</i>	鳥類 Carpintero negro	標高0~1,700mに分布、 <i>Nothofagus</i> spp.の生育地と一致する	2~5羽で集団生活、 <i>Nothofagus</i> spp.の高さ10~12mの樹幹に孔をあけ巣を作る	<i>Nothofagus</i> spp. の森林に住む 甲虫類	?
ANFIBIOS <i>Rhinoderma darwini</i>	両生類 Ranita de darwin	湿地帯、深い森林の日影	水生植物の周りで集団生活	体の軟らかい昆虫、バッタやイナゴの幼虫、水性昆虫、アブラムシ	産卵8~9月

出典：テムコカトリック大学提供資料 (1771~1911)
CONAF 第9州支所提供文献 (1978)

(9) 景 観

調査対象地域の中央部には、万年雪を頂くLlaima火山、その他高峰連山および湖水を有する面積4万6千haのCONGUILLIO国立公園があり、観光客も夏季3ヵ月で1万人を数えている。

このようなモデルエリアの近隣地における壮大な景観に比べた場合、モデルエリア内には景観上特記すべきものはない。

第3章 森林管理計画

3-1 森林管理計画策定の基本方針等

(1) 森林管理計画の必要性

a. 森林育成の長期性

林木の生育には長期間を要するので、長期的視点に立ち目標とする森林の維持・造成を図る必要がある。

b. 森林の多面的機能

森林は林産物の供給のみでなく、国民生活と密接に結びついた多面的機能を有するものである。このことを踏まえ、森林・林業に対する社会・経済的要請に対応した政策を実行するうえでの実践的規範が必要である。

c. 森林管理の効率化

森林の管理には各種施業の進行管理を体系的に行う計画が必要である。また、国民経済への寄与の観点から長期にわたる木材の安定的供給が重要であり、森林生産力をもとに伐採可能量を算出し、個々の森林所有者の森林施業を的確に調整、指導する必要がある。

(2) 本森林管理計画の性格

- ・ 現行の諸法規、諸施策等との整合性、森林の現況に留意し、長期的観点から作成するものであるが、森林内容、社会・経済的条件の著しい変化に対応して適宜見直されるべきものである。
- ・ モデルエリア内の森林管理を主目的とするが、同時に、第Ⅷ州および第Ⅸ州内の他の地域において適切な管理計画を樹立する際のモデルとして役立つことをもその目的としている。

(3) 基本方針

健全な森林の造成を図り、森林の総合的な機能を発揮させることを指向し、基本方針を次のとおりとする。

a. 森林資源の保続

森林資源は再生可能な資源ではあるが、更新後、資源として利用に供されるまでのいわゆる収穫期までには長期間を要する。木材の量的、質的な安定的供給および森林の諸機能の発揮の面から森林資源の永続的な維持が求められる。

このことから、森林の或る一定の広がりをもつ単位ごとに森林資源を維持するこ

とおよび年々の収穫量を一定に維持する。

b. 森林施業方法の標準化

土地利用区分上の森林について、立地条件等により森林の類型区分を行い、それぞれの森林類型ごとに施業基準を定め、施業方法の標準化を図る。

c. 林道網の整備

林内の主要路網の整備により、適時適切な森林管理、木材生産コストの低減、森林資源利用率の向上、地域社会の生活環境の向上を図る。

d. 土地利用の高度化および適正化

土地利用区分上の森林内の無立木地や灌木林に造林を行い、生産林として機能させる。

土地保全の観点から傾斜度の大きい草地に造林を行い、森林へ転換させる。さらに、森林、非森林を問わず傾斜度の大きい土地での放牧を禁止する。

e. 在来種森林維持への配慮

在来種森林の減少に対する危惧の世論を踏まえ、在来種による森林の維持、造成に配慮する。

f. 環境保全への配慮

両モデルエリアは共に主要河川の源流部に位置していることから、水源かん養機能の維持、水質保全に留意する。また、貴重な動植物にも配慮した森林施業を行う必要がある。さらに、森林施業によって山間部集落の生活環境に対し悪影響が生じないよう留意する。

g. 地域振興への寄与

森林施業による就労の場の提供、道路網の整備による生活環境の改善等を通じて地域経済の振興に役立つよう留意する。

3-2 土地利用計画

前述の基本方針を踏まえ、土地利用に関する基本的な考え方を次のとおりとする。

1) 森林については原則として他目的への転用をしない。

2) 森林を積極的な施業を行う生産地域と林地保全、水質保全その他森林保護に配慮する保護地域とに区分する。

保護地域をAraucaria 林（林相区分AP）、河川沿い森林、更新困難地等の保護林と、標高 1,400m以上のAP以外の森林および標高 1,400m以下で傾斜区分 4 および

5の在来種森林の生産林Ⅱとに区分する。(傾斜区分については2-3-8 地形解析の項を参照)

生産地域については生産林Ⅰとして他と区別する。

3) 保護地域の森林への放牧を原則として禁止する。

4) 非森林の傾斜区分4および5の草地については、適正な樹種による造林のうえ森林化し、将来生産林Ⅱとする。

その他の非森林については現状の土地利用とする。

上記の考え方で土地利用計画を整理すれば表3.2.1のとおりである。

なお、モデルエリアの土地利用計画の概要を示した土地利用計画図(縮尺1/50,000)を巻末に添付した。

表 3.2.1 土地利用計画

標高	傾斜区分	森		林		非森林		放牧の可否
		A, H, J, F	D, Vb	G	C, P, L			
1,400m以上	1-5	保護地域 保護林 (保護 I) ; AP - 禁伐 - 在来種 (Le, Co, Ar) エンリッチメント 生産林 II (択伐 I, II) ; AP以外 群状択伐 (0.3ha以下) 又は単木択伐 但し Ar は禁伐	保護地域 生産林 II (択伐 I, II) ; 群状択伐 (0.3ha以下) 又は単木択伐	保護地域 保護林 (保護 II) ; Vb (Nirre林) 禁伐 生産林 II (択伐 I, II) ; D 在来種 (Le, Co, Ar) 植栽⇒群状択伐または単木択伐	—	—	—	×
1,000-1,400m	4,5	保護地域 生産林 I (皆伐 II-2) ; 区画皆伐 (必要により保護上木保残又は母樹保残、国有林 5ha以下、私有林 10ha以下)	保護地域 生産林 II (皆伐 I, II) ; 群状択伐 (0.3ha以下) 又は単木択伐	保護地域 生産林 II (択伐 I, II) ; 在来種 (Le, Ar, Co, Ci) 植栽⇒群状択伐または単木択伐	同	左	—	×
1,000m以下	1-3	保護地域 生産林 I (皆伐 II-2) ; 区画皆伐 (必要により保護上木保残又は母樹保残、国有林 5ha以下、私有林 10ha以下)	保護地域 生産林 II (皆伐 I, II) ; 天然林 - 群状択伐 (0.3ha以下) 又は単木択伐	保護地域 生産林 I (皆伐 II-2) ; 在来種 (Le, Ar, Co, Ci) 植栽⇒区画皆伐 (必要により保護上木保残又は母樹保残、国有林 5ha以下、私有林 10ha以下)	同	左	現状の土地利用 草地改良	○
1,000m以下	4,5	保護地域 生産林 I (皆伐 I, II) ; 天然林 - 群状択伐 (0.3ha以下) 又は単木択伐	保護地域 生産林 II (択伐 I, II) ; 天然林 - 群状択伐 (0.3ha以下) 又は単木択伐	保護地域 生産林 II (択伐 I, II) ; 在来種 (La, Li, Ro, Ra, Co) 植栽 ⇒ 群状択伐又は単木択伐 外来種植栽⇒在来種軽換 (0.3ha以下)	同	左	現状の土地利用	×
1,000m以下	1-3	保護地域 生産林 I (皆伐 I-1) ; 天然林 - 区画皆伐 (必要により保護上木保残又は母樹保残、20ha以下) 人工林 - 区画皆伐 (20ha以下)	保護地域 生産林 I (皆伐 II-1, 皆伐 I-1) ; 天然林 - 区画皆伐 (必要により保護上木保残又は母樹保残、20ha以下) 人工林 - 区画皆伐 (20ha以下)	保護地域 生産林 I (皆伐 I-2) ; 外来種植栽 (傾斜区分 4 の D のみ) ⇒ 区画皆伐 (10ha以下)	同	左	現状の土地利用 草地改良	○
河岸沿い片側各 25m, 動物保護地		保護地域 保護林 (保護 I) ; 禁伐	保護地域 保護林 (保護 I) ; 禁伐					
岩石、更新困難地		保護地域 保護林 (保護 II) ; 現状維持。更新困難地については部分的に植生回復	保護地域 保護林 (保護 II) ; 現状維持。更新困難地については部分的に植生回復					

() 内は植栽またはエンリッチメントの可能性がある候補樹種

Ar ; Araucaria, Ci ; Ciprés de la Cordillera, Co ; Coigue, La ; Laurel, Le ; Lenga, Li ; Lingue, Ra ; Raulf, Ro ; Roble

3-3 森林施業計画

3-3-1 森林の類型化

(1) 意義

森林の施業は、自然条件、社会・経済情勢、関係法令等を踏まえ、その森林に適った方法で行われなければならない。このためには、或るまとまりのある個々の森林ごとに施業方法を検討し、同一または類似の取り扱いができる森林をいくつかの単位に類型化して取り扱うと便利である。

この際、類型化の程度は施業技術の程度、森林に対する社会・経済的要請、施業管理能力等によって異なる。

(2) 類型化に際しての観点

森林を類型化をするにあつて、モデルエリアの森林の現況等について概観すれば次のとおりである。

① 森林所有区分、規模等

森林は私有林と国有林に大別される。私有林は、企業等の大規模所有と入植者等の小規模所有とに大別される。大規模所有者は森林を投資の対象として、また小規模所有者は一般的に森林を生計の補完的なものとして位置づけている。また、国有林はCONAFにより保存林(Reserva nacional)として管理されているものであり、大部分は北モデルエリアに存在し、南モデルエリアには極めて少ない。その目的は、水資源の維持、野生動植物の保護、天然資源の合理的利用技術の開発・応用、自然環境に関する教育・研究である。

② 自然条件

- ・標高は、両モデルエリアとも約400mから約1,900mの間にある。しかし、森林施業上特別な配慮を必要とする標高1,400m以上の地域は面積割合で北モデルエリアでは約14%、南モデルエリアでは約8%を占めている。
- ・地形は緩斜地から急斜地にわたり、変化に富んでいる。急斜地の一部には岩石が露出しており、特に南モデルエリアに多い。
- ・両モデルエリアとも主要河川の源流部に位置していることから水資源の維持および水質保全上重要な地域である。
- ・両モデルエリアとも土壌は火山灰質である。土壌条件の面では一部の岩石露出地で表土の浅い箇所を除き、森林施業上特に制限を設ける必要はない。
- ・両モデルエリアとも生息する動物の種類が多い。また、コンドルの営巣地が北モ

デルエリアに含まれている。

- ・両モデルエリアとも天然記念物である Araucariaが標高 1,000m以上の稜線部に多く生立している。

③ 森林の種類および法令

両モデルエリアとも Araucaria林、Roble-Rauli-Coigue林、常緑樹林からなる天然林およびラジアタマツやユーカリを主とする人工林に大別される。Roble-Rauli-Coigue林は、比較的若齢で立木密度の高い再生林と、形質不良木の多い過熟林に分けられる。

法令では、在来種の森林施業に関し、森林区分や林地の傾斜度に応じた伐採方法等が定められている。

モデルエリアに関係するものについて整理すれば表3.3.1 に示すとおりである。なお、Araucaria については天然記念物に指定されており、禁伐となっている。

表3.3.1 法令上採用できる伐採方法

森林の条件		伐採方法					備考
		皆伐	母樹保残皆伐	隠木保残	択伐*2	禁伐	
森林区分	Araucaria 林	—	(○)	(○)	(○)	○	*1 伐区面積20ha以内、伐区間に幅100mの樹林帯保残
	Roble-Rauli-Coigue林	○	○	○	○		
	常緑樹林	—	—	○	○		
傾斜	30%未満	○	○	○	○		*2 単木択伐又は群状択伐(0.3haを限度)、伐区周囲に幅50mの樹林帯保残 択伐率35%以内(胸高断面積合計)
	30%以上45%未満	○*1	○*1	○	○		
	45%以上60%未満			○	○		
	60%以上				○		
河川沿いの森林 (河岸から片側各25m以内の森林)						○	

出典：Decreto Ley 701 sobre Fomento Forestal

注：()はAraucariaを除く林木を対象

④ 社会・経済的条件

- ・両モデルエリアを含む第8、9州地域は一般用材、パルプ用材の供給源としてのウエイトがチリ国の中では高い。
- ・両モデルエリアとも、山間地域住民の収入に占める森林・林業関係への就労や林産物の販売による割合が高い。
- ・レクリエーション機能の面では、広大かつ秀でた景観を有するモデルエリア周辺地域に比較すると両モデルエリアとも相対的に特筆すべきものはない。
- ・両モデルエリアとも、土地利用の面では森林を草地化した後の粗放な利用形態のものが多し。また、家畜飼料の確保のため、天然林への無秩序な放牧が行われている。

⑤ 林業技術

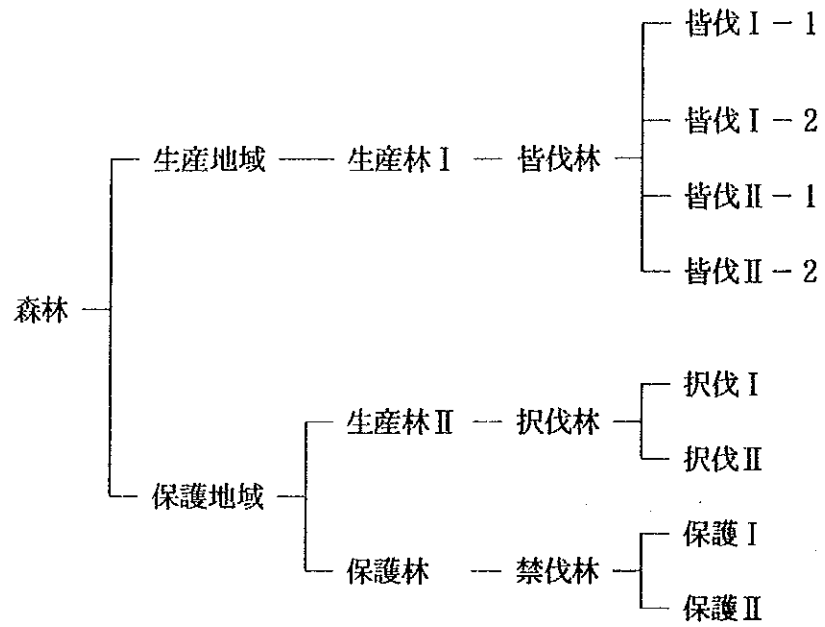
外来種人工林の施業体系はほぼ確立されている。しかし、在来種の人工林や天然林の施業に関しては一般的に実践的経験は浅く、技術的蓄積は少ない。天然林施業に関する試験・調査は一部実施されているが、施業体系として確立されるためには更に項目を増やして継続実施することが必要である。

上記の現況等を踏まえ、次の観点に立ち、主として林種、伐採方法によって類型区分を行う。

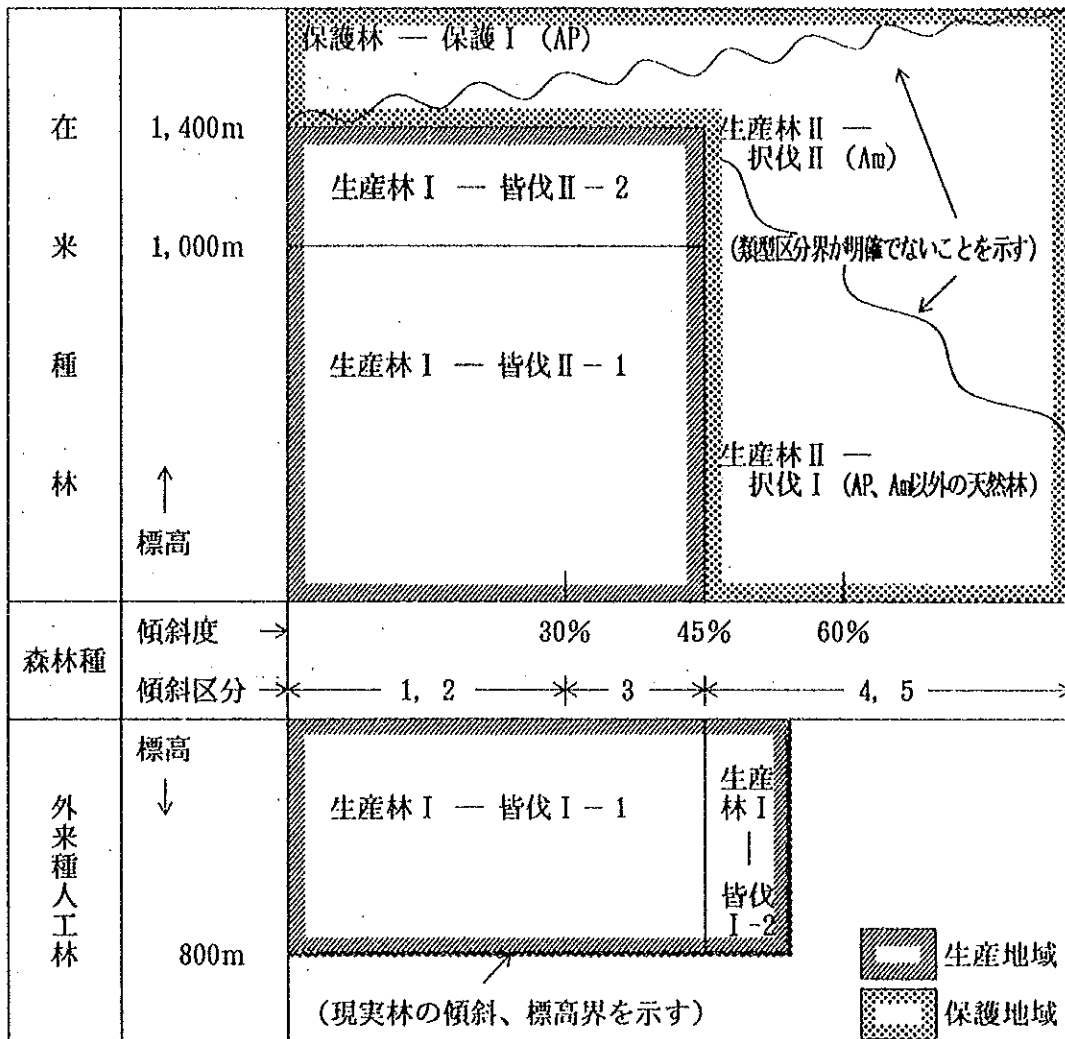
- ・森林の機能は、基本的には所有区分の違いによって異なるものではない。したがって、森林の取り扱いについては原則的に所有区分によって差異を設けない。ただし、国有林については民間に対する施業指標林的性格を期待する。
- ・傾斜度により森林の取り扱いを異にしている法令等との整合性を図る。
- ・在来種天然林伐採跡地については、外来樹種の導入は傾斜区分3（2-3-8地形解析の項でいう区分、以下同じ）以下の林地に限定するほか、傾斜区分3の林地においては可能な限り在来種主体の更新を図り、また、傾斜区分2以下の林地においては、林分単位による外来種と在来種との混交配置を行う。
- ・林地保全面、更新技術面から標高階により皆伐面積の制限の割合を変える。
- ・Araucaria 林（AP）については禁伐とする。また、貴重な動物の生息地については、必要に応じて保護林として扱い、禁伐とする。
- ・Araucaria 林（AP）を含めた標高 1,400m以上の林地で、樹冠疎密度25%以下の箇所には可能な限りLenga、Araucaria 等によるエンリッチメントを行う。

(3) 類型区分

上記の観点から森林を次の類型に区分する。



上記の類型区分について、傾斜と標高との関係を見ると次のとおりである。



- (注) 1. 保護 I は AP のほかに、河岸から片側各 25m 以内の森林および動物保護地が含まれる。(傾斜や標高を特定し難く表示が煩雑になるため表示していない)
2. 保護 II は、岩石地、更新困難地、Nirre 生立地である。(傾斜や標高を特定し難く、表示が煩雑になるため表示していない)
3. 標高 1,000m ~ 1,400m の森林は土地保全および更新技術の面から皆伐面積の上限を 1,000m 以下のそれよりも厳しくする。
4. 外来種人工林は標高、傾斜度ともその上限は現実林の実態による。
5. 択伐 II (Am) はこのほかに、標高 1,000m 以上の傾斜度 45% 以下の箇所にも存在する。(表示が煩雑になるため表示していない。)

図3.3.1 傾斜と標高から見た森林類型区分

3-3-2 施業方法

3-3-2-1 計画期間

森林管理計画は極めて長期的な観点から策定されるものであるが、一般の社会・経済情勢とかい離したものであってはならない。したがって、森林管理計画はこれら情勢の変化や森林内容の推移により一定の期間ごとに改められるのが一般的である。本計画はモデル計画であるので、計画期間については特に定めてはいないが、10年以内には見直しされるべきである。

3-3-2-2 伐期齢

伐期齢は、林分が実際に伐採利用される伐採齢決定の標準となるものであり、基本的には森林施業の目的とする生産材の用途、平均成長量、経済的収益性、種子結実年齢等の観点から定められるものである。本計画では利用径級に達する林齢を考慮して定めることとし、原則的には次のとおりとする。ただし、実際の伐採齢は立地条件により異なる。また、伐期齢は今後の関係資料の蓄積や木材の利用動向に応じて変更されることがありうる。

(1) 在来種

- ・ *Nothofagus*属を主とする天然林の林齢と直径成長との関係を示す資料は乏しい。一般用材としての利用丸太径（末口）は最小35cmである。このことから立木からの第一番目の丸太（長さ4m）にこの直径を期待することとして、現地調査の結果から林齢と直径の関係を検討した。その結果、*Nothofagus*属では60～80年位でこの径級に達すると推定されたため、在来種の伐期齢を70年とした。

なお、在来種によるパルプ用資材の供給については、一般用材生産過程における間伐材や主伐時の末木枝条等で対応することとした。

- ・ 択伐林の回帰年は、エンリッチメントによる植栽木の成長を考慮して20年とした。ただし、小規模森林所有者の森林の場合、必要に応じて5年とすることができる。

(2) 外来種（ラジアタマツ、ユーカリ）

ラジアタマツは主として一般用材の生産を目的としており、現行の一般的な伐採齢は20～25年である。また、ユーカリは主としてパルプ材生産を目的としており、現行の一般的な伐採齢は12～15年である。これらのことから、伐期齢はラジアタマツを25年、ユーカリを15年とした。

3-3-2-3 施業基準

森林の類型区分ごとの施業基準を次のとおりとする。

(1) 皆伐Ⅰ-1

a. 対象森林

傾斜度45%未満の外来種人工林

b. 伐採

- ・区画皆伐による。
- ・同一年の連続する伐採面積（伐区面積）の上限を20haとする。
- ・隣接する伐区間の伐採年の間隔は2年以上とし、林分間の齡級混交を図る。

c. 更新

- ・原則として、ラジアタマツおよびユーカリの人工植栽による。ただし、ラジアタマツの前生稚樹がある場合やユーカリのぼう芽更新が期待できる場合はそれらを活用する。
- ・同一林分内でRauli 等在来樹種との混交植栽を図る。

(2) 皆伐Ⅰ-2

a. 対象森林

傾斜度45%以上の外来種人工林

b. 伐採

- ・区画皆伐による。
- ・伐区面積の上限を10haとする。
- ・隣接する伐区間の伐採年の間隔は5年以上とし、林分間の齡級混交を図る。

c. 更新

皆伐Ⅰ-1に準ずる。

d. その他

放牧を禁止する。

(3) 皆伐Ⅱ-1

a. 対象森林

標高1,000m以下、傾斜度45%未満の林相区分APとAmを除く在来種林

b. 伐採

- ・区画皆伐を原則とするが、天然更新の計画箇所では樹冠疎密度を30%程度に保つ伐採をし、適当な母樹を保残する。また、Rauli の植栽地においては、植栽

木の保護を目的としてha当たり30本程度（胸高直径30～50cm）の立木を残す。
さらに、有用樹種の中小径木については可能な限り保残する。

- ・伐区面積の上限を20haとする。
- ・隣接する伐区間の伐採年の間隔は2年以上とし、林分間の齡級混交を図る。

c. 更新

- ・原則としてRauli、Roble、Coigueを主体とする在来種による人工植栽または天然更新による。天然更新は母樹からの下種更新によるほか、Rauli、Robleについては伐根からのぼう芽更新を積極的に採用する。
- ・傾斜度30%未満の箇所では人工更新による場合、一部外来種との混交も可能とする。

(4) 皆伐Ⅱ-2

a. 対象森林

標高1,000m～1,400m、傾斜度45%未満の林相区分APとAmを除く在来種林

b. 伐採

- ・区画皆伐を原則とするが、天然更新を計画する箇所では樹冠疎密度を30%程度に保つ伐採をし、適当な母樹を保残する。
また、有用樹種の中小径木は可能な限り保残する。
- ・伐区面積の上限を国有保存林の場合5ha以内、私有林の場合10ha以内とする。
（国有保存林の目的の一つである国土保全機能に留意し、私有林よりも制限を大きくした）
- ・隣接する伐区間の伐採年の間隔は5年以上とし、林分間の齡級混交を図る。

c. 更新

皆伐Ⅱ-1に準ずる。

(5) 択伐Ⅰ

a. 対象森林

標高1,400m以上または傾斜度45%以上の林分で、林相区分APとAmを除く在来種天然林

b. 伐採

単木択伐または伐採面積0.3haを上限とする群状択伐とする。択伐率は材積比で次式によって得られる値の範囲内とする。

$$R = \frac{1.0P^{\ell} - 1}{1.0P^{\ell}} \times 100$$

R ; 択伐率 (%)
 P ; 当該林分の成長率 (%)
 ℓ ; 回帰年

c. 更 新

- ・原則として天然下種更新によるが、Roble、Rauliについてはぼう芽更新を積極的に採用する。
- ・更新不良箇所および天然更新を適当としない箇所については在来種によるエンリッチメントを行う。

d. その他

放牧を禁止する。

(6) 択伐Ⅱ

a. 対象森林

林相区分Amの天然林

b. 伐 採

AraucariaとAraucariaから半径 100m以内に生立する立木以外を対象として択伐を行う。伐採方法は択伐Ⅰに準ずる。

c. 更 新

択伐Ⅰに準ずる。

d. その他

放牧を禁止する。

(7) 保護Ⅰ

a. 対象森林

林相区分AP、河岸から片側各25m以内の森林および動物保護地

b. 伐 採

禁伐

c. その他

APにおいては放牧を禁止する。

(8) 保護Ⅱ

a. 対象森林

岩石地、更新困難地（表土欠如の部分が多く、所々岩石が露出している林地）および標高1,400m以上に生立するNirre林

b. 更新

更新困難地において、放置しておくことによって土壌侵食が進行すると考えられる箇所に対し治山的造林方法によって可能な限り植生の回復を図る。

c. その他

放牧を禁止する。

以上の内容を取りまとめたのが、表3.3.2である。

表3.3.2 類型区分ごとの施業基準

地域区分	施業方法		対象森林	伐採方法	更新方法				伐期齢 (回帰年)	備考
	類型区分				人工更新	天然更新		エンリッチメント		
					皆伐植栽	下種更新	萌芽更新			
生産地域	皆伐林	皆伐 I-1	傾斜度45%未満の外来種人工林	区画皆伐	○	△	△	-	ラジアマツ25年 ユーカリ 15年	- 1 伐区面積； 20ha以内 隣接伐区間の伐採 年間隔；2年以上
		皆伐 I-2	傾斜度45%以上の外来種人工林	区画皆伐	○	△	△	-	同上	- 1 伐区面積； 10ha以内 隣接伐区間の伐採 年間隔；5年以上 放牧禁止
		皆伐 II-1	傾斜度45%未満、標高1,000m以下のAPとAmを除く在来種林	* 区画皆伐	○	○	○	△	70年	- 1 伐区面積； 20ha以内 隣接伐区間の伐採 年間隔；2年以上
		皆伐 II-2	傾斜度45%未満、標高1,000～1,400mのAPとAmを除く在来種林	* 区画皆伐	○	○	○	△	70年	- 1 伐区面積 国有保存林； 5ha以内 私有林； 10ha以内 隣接伐区間の伐採 年間隔；5年以上
保護地域	択伐林	択伐 I	傾斜度45%以上または標高1,400m以上のAPとAmを除く在来種林	択伐	-	○	○	△	70年 (20年、必要に応じ5年)	- 単木択伐又は群状 択伐(0.3haを上限) 択伐率(材積)； 当該林分の成長率 により定める。 放牧禁止
		択伐 II	Am	択伐	-	○	○	△	同上 (同上)	- Araucaria 以外の 樹種について単木 択伐又は群状択伐 (0.3haを上限) 択伐率(材積)； 当該林分の成長率 により定める。 放牧禁止
	保護林	保護 I	AP、その他	禁伐	-	-	-	△	-	- その他； 河川沿い森林及び 動物保護地 AP；放牧禁止
		保護 II	岩石地、更新困難地、Nirre林	-	-	-	-	-	-	- 更新困難地； 部分的に治山的 方法で植生回復 放牧禁止

注1) ○印は主たる方法を、△印は従たる方法を表す

注2) *印について天然下種更新を計画する場合、樹冠疎密度をほぼ30%に保つ伐採とする。

3-3-2-4 伐 採

(1) 許容伐採量

a. 目 的

主伐に関し許容伐採量を算出し、主伐量を調整する場合の上限とする。(間伐に関しては積極的な実施を期待し、総量の上限を設けない。)

b. 意 義

基本方針で述べたとおり、森林資源の保続は森林管理の根幹をなすものである。したがって、森林所有者の森林施業計画を審査するにあたっては、個々の森林の伐採量の調整のみならず、一定地域単位ごとの伐採量との調整が必要不可欠となる。このためには一定の地域単位に伐採量の上限を定める必要があり、この上限量が許容伐採量である。

本計画においては、現在森林施業計画の審査に当たって、このような意味での伐採量の調整が行われていないため、この許容伐採量の考え方を採用することとした。

c. 算出式

許容伐採量の算出方法として種々の方式があるが、モデルエリアの森林の種類とその規模、これら森林に関する情報量を考え、比較的簡単な次の式を用いた。

なお、禁伐の扱いを受ける森林は計算の対象から除いた。

$$E = \frac{I_P}{2} + \frac{V_P}{T}$$

E : 主伐の年許容伐採量 (m³)

I_P : 現在生長量 (m³)

V_P : 現在蓄積 (m³)

T : 平均伐期齢

d. 算出の単位

モデルエリアごとに伐採量が調整されることを前提として、モデルエリア単位とした。また、本来的には類型区分単位に算出すべきであるが、類型区分ごとの森林資源に関する情報が不足するため、各類型区分をまとめた。

e. 算出結果

・北モデルエリア 148,000 m³

・南モデルエリア 74,000 m³

算出方法は巻末の表-28~29に示すとおりである。

(2) 伐採方法

① 主伐

a. 皆伐林

森林の健全性の確保、自然環境の保全等に配慮して実施する。実施方法は表3.3.3 に示すところによる。

表3.3.3 皆伐林の伐採方法

地域区分		生産地域			
項目	類型区分	皆伐Ⅰ-1	皆伐Ⅰ-2	皆伐Ⅱ-1	皆伐Ⅱ-2
	伐採方法		区画皆伐		
伐区 の 扱 い	伐区面積 の上限	20ha	10ha	20ha	国有保存林 5ha 私有林 10ha
	伐区の分散*1	隣接伐区との 伐採年間隔 2年以上	隣接伐区との 伐採年間隔 5年以上	隣接伐区との 伐採年間隔 2年以上	隣接伐区との 伐採年間隔 5年以上
	伐区 の 分離*1	傾斜度30%以上の 場合；伐区間 に幅100mの樹林 帯設置 1伐区5haを超 える場合；5ha 毎に幅30mの伐 区内樹林帯設置	伐区間に幅100m の樹林帯設置 1伐区5haを超 える場合；5ha 毎に幅30mの伐 区内樹林帯設置	皆伐Ⅰ-1に準 ずる	皆伐Ⅱ-1に準 ずる
	樹林帯の扱い	新生林分の間伐 時または主伐時 に伐採	同左	更新後20年以降 または新生林分 の主伐時に伐採	同左
*2 有用天然木の保残		1) 保残対象木 後継稚幼樹及び形質良好な中小経木*3で、今後の成長により利用 価値が増大すると期待できるもの。 2) 保残の方法 群状保残を原則とするが、風害のおそれのないものは単木保残で もよい。 3) 保残木の取り扱い 新生林分の間伐時または主伐時において間伐または主伐を行う。			
母樹保残				1) 天然更新予定地において、有 用樹の母樹をha当り最低10本 を平均的に配置して保残する。 2) 母樹として、形質良好で胸高 直径40cm以上の健全木を選定 する。 3) 母樹は更新完了時点以降伐採 できる。	

表3.3.3 (つづき)

地域区分		生産地域			
類型区分		皆伐I-1	皆伐I-2	皆伐II-1	皆伐II-2
項目					
更新地上木の保残	Raulí 植栽地の保護上木			1) ha当たり30本程度の上木をほぼ均等に保残する。 2) 保残木は胸高直径30~50cm程度で、形質を問わない。 3) 植栽木の樹高が下層植生高を超えた時点以降、適宜伐採できる。	
	天然更新促進の上木			1) 樹冠疎密度を30%程度に保つように上木を残す。(残存母樹や有用天然木を含めることができる) 2) 残存木は形質を問わない。 3) 天然更新が完了した時点以降、適宜伐採できる。	

*1 伐区の分離、分散

伐区分離とは、伐区内に生立する樹木を一定の幅で残し、それによって伐区を分離することである。伐区分散とは、同一年における伐区またはその翌年以降における伐区を相互に隣接させずに分散させることである。それぞれの得失は次のとおりであるが、本計画においては健全な森林の造成の観点から、伐区分離を基本とし、さらに伐区の大きさにより必要に応じ伐区分離を行うこととした。

伐区分離、分散の得失

	伐区分離	伐区分散
長所	1) 連続する大伐区にならない。 2) 分離帯は森林保護の働きをする。 3) 伐区の集中化が可能であるので、伐採、造林等の施業効率が高い。 4) 林道開設効率が高い。	1) 森林の疎開部分が集中せず、林間で齢級が分散するので森林の健全性の維持上有利である。 2) 自然景観の変化が小さい。 3) 所有者の異なる森林が分散している場合、所有者の森林施業実施の希望に応え易い。
短所	1) 森林の疎開部分が集中化する。 2) 一定の広がりの中では林齢の近似した森林集団となる。 3) 自然景観の変化が大きい。	1) 事業地が分散するため、伐採、造林等の施業効率が低くなる。 2) 林道開設効率が低くなる。

*2 現在、一般用材、パルプ材として利用されている樹種

*3 中径木：胸高直径10~35cm未満

小径木：胸高直径5~10cm未満

b. 択伐林

択伐は立木度、林木の形質および径級の状態、後継樹の状況等の森林の現況把握に基いて残存林分の健全性と生産力の増大が図られるように実施する。

実施方法は表3.3.4 に示すところによる。

表3.3.4 択伐林の伐採方法

地域区分		保 護 地 域		
類型区分		択 伐 I	択 伐 II	備 考
項 目				
伐 採 方 法		群状択伐 後継樹が少なく、天然更新補助作業を必要とする林分 *1	同 左 ただし、Araucaria とAraucaria から半 径100m以内の立木に ついては禁伐	*1 主として大径木によ って構成されている 林分
		単木択伐 後継樹が多く天然更 新補助作業を必要と しない林分 *2	同 左 ただし、Araucaria とAraucaria から半 径100m以内の立木に ついては禁伐	*2 大径木のほか小中径 木によって構成され ている林分
伐 区 の 扱 い	1 伐区面積の 上限	群状択伐 ; 0.3ha、単木択伐 ; なし		*3 伐採群・残存群の基 準
	伐区の設定	群状択伐の場合、既存疎開面を核としてそ の中に点在する立木及び周辺の立木を伐採 群・残存群の基準 (*3) で整理し、伐区を 設定する。 疎開面を持たない林分では同基準の伐採群 の単位で伐区を設定する。		伐採群 ; 次に該当するものを伐 採群とし、1)~3)の順 に優先して伐採する。 1) 被害木、過熟木を主 とする樹群 2) 伐期に達した大径木 を主とする樹群 3) 有用でない樹種及び 形質不良なものを主 とする樹群
	伐区林縁の扱い	伐区林縁に幅50mの樹林帯設置		
	樹林帯の扱い	更新後20年間は保残		
選 木 基 準	群 状 択 伐	伐採群・残存群の基準による。 伐採率~材積比は当該林分の成長率により 定める*4。		残存群 ; 有用樹種中小径木で将 来の材積成長が期待で きるものを群状で残す。
	単 木 択 伐	次に該当するものを1)~4)の順に優先して 選木する。伐採率は当該林分の成長率により 定める*4。 1) 被害木、過熟木 2) 現存稚幼樹の育成を妨げる形質不良な 中径木及び下層木 3) 上層木のうち形質不良木 4) 伐期に達した大径木		*4 3-3-2-3(5)b の要領 により算出する。

② 間伐

木材の生産目的により、間伐実施の有無、実施の方法が異なるのが一般的である。本計画では現地の実状等をふまえ、当面の考え方として次によることとする。

a. 人工林

a) ユーカリ

生産目的がパルプ材主体であるので、間伐を実施しない。

b) ラジアタマツ

- ・ 植栽後8年前後で第1回目の間伐を行なう（残存木；1,200～1,400本/ha）
 - ・ 植栽後15年前後で第2回目の間伐を行なう（残存木：600～800本/ha）
- ただし、パルプ材生産の場合には、第2回以降の間伐は行なわない。

c) 在来種

現時点においては、人工林の成長推移を明らかにできるデータが体系的に整理されていないため、本計画では暫定的に次により行う。

- ・ 植栽木の樹冠がうっ閉した段階（8～15年と推定される）で、枝打ちと同時に第1回目の間伐を行なう。
- ・ 第2回目以降の間伐は、その後7～8年程度の間隔で行なうこととする。実施の方法としては、形質良好で伐採時点まで主林木として残す候補木を選定し、その周囲の林木を対象として間伐を行う。
- ・ 間伐の程度はいずれも材積比30%程度を限度とする。

b. 皆伐Ⅱ-1、皆伐Ⅱ-2の在来種再生林

再生林は自然の推移に委ねる場合、枯死するものが多く発生する。このため、資源の有効利用、良材生産および森林の健全性の観点から、間伐を実施する必要がある。

しかし、再生林の林分成長に関するデータの蓄積が十分でなく、体系的に整理されたものはない。従って、本計画では暫定的に以下により行う。

間伐の方法としては、林分がうっ閉した段階で、形質良好で、伐採時点まで主林木として残す候補木を選定し、その周囲の林木を対象として間伐を行う。第1回目の間伐は材積比30%程度を限度として形質不良木および小径木を優先して実施する。第2回目からは7～8年程度の間隔で、1回につき材積比30%程度を限度として実施する。

3-3-2-5 更新

(1) 人工更新(新植)

実施方法は表3.3.5 に示すところによる。なお、在来種の人工更新に関しては、技術的に確立されていない面もあるが、現在実施されている方法等を勘案して定めた。

表3.3.5 人工更新

地域区分	生産地域				備考
項目	皆伐Ⅰ-1	皆伐Ⅰ-2	皆伐Ⅱ-1	皆伐Ⅱ-2	
更新期間	伐採終了時点から3年以内				
樹種	ラジアタマツ、ユーカリを主とする。 森林の健全性維持の観点から列状植栽によるRauli等有用在来種との混交を図る。 (混交比; 外来種4:在来種1) ※		Rauli, Roble及びCoigueを主とする。 投資資金の早期回収の観点から傾斜度30%未満の土地に、列状植栽によるラジアタマツ、ユーカリとの混交を行う。 (混交比; 在来種4:外来種1)		混交比は植栽列数の比率とする。 ※ 林分間樹種混交にも配慮
植栽本数(基準)	ラジアタマツ 2,000本/ha ユーカリ 1,600本/ha		在来種 1,800本/ha		天然生稚幼樹の発生状況、保残有用天然木の配置状況により変動しうる。
地 拵 え	1) 林床植生を全面的に刈り払い、末木枝条と共に1mに筋寄せし、幅3mの植栽筋を作る。 2) 伐採時に残した有用樹の稚幼樹については刈り払いしない。		1) 植栽木保護の観点から、林床植生を幅4mの刈り払い区と幅2mの非刈り払い区に分け、非刈り払い区に末木枝条を寄せる。 2) 伐採時に残した有用樹の稚幼樹については刈り払いしない。		
植栽間隔(基準)	<p>ラジアタマツ 2.0×2.5m ユーカリ 2.0×3.0m</p> <p>在来種 2.0×1.8m</p> <p>地拵えおよび植栽モデル</p>				●; 植栽木 禁牧期間 ・ラジアタマツ 植栽から4年 ・ユーカリ 植栽から4年 ・在来種 植栽から6年

表3.3.5 (つづき)

地域区分		生産地域				備考
類型区分		皆伐Ⅰ-1	皆伐Ⅰ-2	皆伐Ⅱ-1	皆伐Ⅱ-2	
項目						
補植		植栽の翌年度、植栽本数の20%以上が枯損した場合実施する。(当初本数の80%まで回復させる)				枯損原因の把握
保	下刈り	林床植生と植栽木との競合状況等現地の実態から判断し、必要に応じて実施する。 下刈り作業終了の目安としては、植栽木の樹高が林床植生高の1.5倍程度になるまでとする。 有用稚幼樹については刈り払わないように留意する。				
	除伐	下刈り終了後数年経過すると再び植栽木と林床植生とが競合する状態になる。この時期の林分の整理作業が除伐である。 作業の内容は植栽木の成長に支障となっている天然木の除去、植栽木の中の被害木及び形質不良木の除去である。				
育	枝打ち	枝打ちは、優良材の生産、林内の光環境の調節及び病虫害等からの保護を目的とする。 実行方法は樹種特性や森林の経営目的によって異なる。				
		ラジアタマツ； 一般用材生産の場合に実施する。 1回目；林分がうっ閉し下枝が枯れ始める頃(8年生前後)地上高3~4m位まで実施する。 2回目；1回目から4~5年経過後伐期時までの主林木候補を対象に地上高6~8m位まで実施する。 ユーカリ； 実施しない。	在来種； 自然落枝部分からの腐れを防止するとともに、良質材の生産を目的として、伐期時までの主林木候補を対象として実施する。 1回目；樹高10~12mの時点で地上高4m位まで実施する。 2回目；特別に無節長大材の生産を目的とする場合に限り樹高15~18mの時点で地上高8m位まで実施する。			

(2) 天然更新

天然更新については技術的に確立されていない面が多いが、天然更新に関する実験として、チリ大学とCONAFによって最近約10年にわたり実施されたものがある。

(Regeneración Natural y Artificial en el Bosque de Coigüe-Raulí-Mañío, Santiago 1991年11月)

天然更新作業の効果的実施を検討するため、この資料と現地調査結果により、天然下種更新の発芽と成長促進のための人為的補助作業に関して次のとおり整理した。

- ・上層木の疎開、林床植生の刈り払い、地表搔き起こし等の人為的補助作業は天然下

種更新における発芽促進に良い結果をもたらす。しかし、強度の補助作業は経年とともに林床植生の繁茂をもたらし、更新条件を低下させる。

- ・発芽後の稚樹の生存率は主として林床植生との競合のため年々低下し、発芽後5年目位から急速に低下する。
- ・人為的補助作業の程度と生存率の関係については、現時点で明らかになっていないが、中庸度の林冠疎開と林床植生の刈り払いが比較的良好な結果をもたらしている。

本計画では、皆伐による天然更新を計画する場合は、モデルエリアの林床植生のなかでColigüe が多くを占めることから、樹冠疎密度を30%程度に保つ伐採および林床植生の刈り払い、地搔きを実行することとする。

類型区分ごとの実施方法を表3.3.6 に示した。

表3.3.6 天然更新

地域区分		生産地域		保護地域		備考
項目	類型区分	皆伐Ⅱ-1	皆伐Ⅱ-2	択伐-I	択伐-II	
	天然更新対象地の選定条件		1) 有用樹母樹となりうるもの(胸高直径40cm以上)がha当たり10本以上あること。 2) 林床植生の中でColigüeの密度が低いこと。 (Coligüeの林床占有率が50%以下) 3) 有用樹種の中小径木や稚幼樹が多く見られること。(必ずしも必要条件とならない)		左の2)および3)に同じ。	
樹種		Rauli, Roble, Coigüe, Lengaのほか、現状において優占する有用樹種。				
更新期間		伐採終了時点から3年以内を目標。(種子の結実周期によって多少の弾力性をもつ)				
更新補助作業	地処理	刈り払い				禁牧期間 更新開始年から10年
	地処理	地搔き				
		結実の周期、開花状況を把握して結実の直前に伐採を行い、伐採1年前に刈り払いを行うのが望ましい。				
		Coligüeの比較的多い箇所では林床植生の刈り払いを実施するとともに、地表の搔き起こしを実施する。実施の時期は林床植生特にColigüeの再生力を考慮し、刈り払いの直後に行う。				

表3.3.6 (つづき)

地域区分		生産地域		保護地域		備考
類型区分		皆伐Ⅱ-1	皆伐Ⅱ-2	択伐Ⅰ	択伐Ⅱ	
項目						
更新補助作業	刈り出し	有用稚幼樹が多く生立する箇所において、稚幼樹と競合関係にある林床植生の刈り払いを行う。				
	ぼう芽整理	伐根から発生したぼう芽枝間の競合を緩和する目的で行う。 1) 1株につき3~4本のぼう芽枝を残し、それ以外は切除する。残すぼう芽枝の選定に当たっては地際部からのものを優先し、次いで樹幹部、切り口部からのものとする。 2) 整理の時期は伐採後3年目頃とするが、遅れすぎないように注意する必要がある。				
更新完了の目安		伐採終了時点から3年経過後の有用樹の稚幼樹本数が3,000本/ha以上となることを期待する。 稚幼樹本数の算出方法は注による。				
保育	下刈り	更新3年目以降、天然下種更新またはぼう芽によって発生した稚幼樹と林床植生との競合が著しく、ha当たり3,000本(更新期待本数)の確保が難しいと判断される場合に行う。				
	除伐枝打	実施しない。				

注) 稚幼樹本数の算出方法

天然更新による発生稚樹は成木となるまでに高い減耗率を示すが、その程度は更新後の取り扱いにより変動すると考えられる。

本計画においては、チリ共和国における天然更新に関する実験結果等から推定して暫定的に、次の式により算定した値をその時点での稚幼樹本数とする。ただし、樹高0.1m未満の稚樹は更新見込みの安全率を考慮して除外し、ぼう芽枝については、1株当たり2本を限度として数える。

$$N = n_1(1 - k_1) + n_2(1 - k_2) + n_3(1 - k_3)$$

N 調査時点での稚幼樹本数

n_1 樹高0.1m以上~1.3m未満の稚樹本数

n_2 樹高1.3m以上で、胸高直径5cm未満の幼樹本数

n_3 胸高直径5cm以上~10cm未満の小径木本数

k_1 n_1 の減耗率 0.70

k_2 n_2 " 0.40

k_3 n_3 " 0.20

なお、これは本計画作成にあたっての暫定的手段であり、今後実証的調査による資料の蓄積に従って改定されうるものである。

(3) エンリッチメント

エンリッチメントは確実な更新を期するため、皆伐林および択伐林の天然更新実行地で期待する更新が見込めない箇所並びに択伐林で天然更新を適当としない箇所において実施する。

また、標高 1,400m以上の Araucaria林（林相区分AP）の樹冠疎密度が25%未満の箇所において、林分内容の充実のためにエンリッチメントを実施する。その方法は人工播種および人工植栽が一般的である。本計画では植栽作業に限定した。実施方法は表3.3.7 に示すところによる。

表3.3.7 エンリッチメント

項目	地域区分 類型区分	生産地域		保護地域		
		皆伐Ⅱ-1	皆伐Ⅱ-2	択伐-I	択伐-II	保護I
実施箇所		天然更新実施3年後における稚幼樹の本数が期待本数(3,000本/ha)に満たない箇所 稚幼樹の配置が著しく不均衡な箇所		天然更新対象地以外の箇所 天然更新実施3年後における稚幼樹の本数が期待本数(3,000本/ha)に満たない箇所		標高1,400m以上の Araucaria林（林相区分AP）で樹冠疎密度25%未満の箇所
植栽方法	樹種	人工更新に用いる在来種の有用樹種				Araucaria Lenga Coigue
	植栽本数	現存の稚幼樹の本数、配置状況、大きさ等を考慮し、期待本数(3,000本/ha)を目標に植栽する。				
	植栽方法	下刈り時の切損を防止するため、なるべく大苗を用い、列状または群状に植栽する。				

3-3-3 育苗

(1) 生産樹種

3-3-2-5において人工更新樹種として選定した外来種のラジアタマツ、ユーカリおよび在来種のRaulí, Roble, CoigueおよびAraucariaを主とする。

(2) 所要苗木本数

許容伐採量から算出された所要苗木本数は、北モデルエリア 330万本、南モデルエリア 281万本である。

算出の方法は巻末の表-30~31に示すとおりである。

(3) 苗木生産

2-4-3で述べたように、モデルエリアへの苗木の供給圏と考えられる地域には多くの苗畑がある。

本計画に係る苗木の生産、供給については、これらの既設苗畑の活用または拡充により行う。

(4) 種子の確保

*Nothofagus*属の種子の結実周期に変動があるため、これらの種子の安定的確保のために、CONAFの種子センター等の種子貯蔵施設へ採取した種子の貯蔵を委託する必要がある。

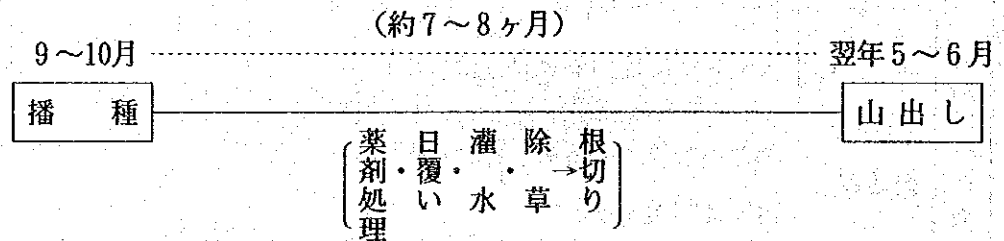
また、ラジアタマツやユーカリの種子については、外国からの購入および現存人工林からの採取が比較的容易であり、特に問題はない。

(5) 育苗体系

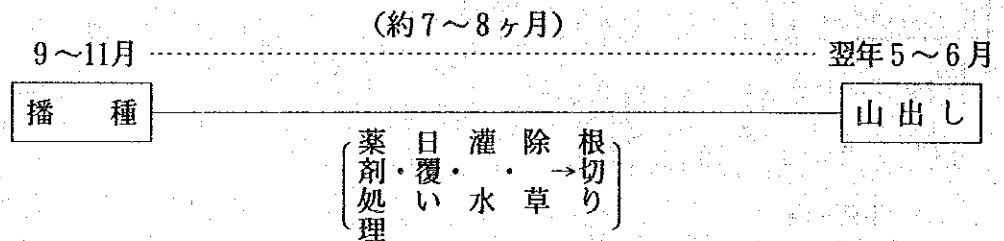
a. 外来種

作業工程について概略示せば次のとおりである。

a) ラジアタマツ（裸苗）

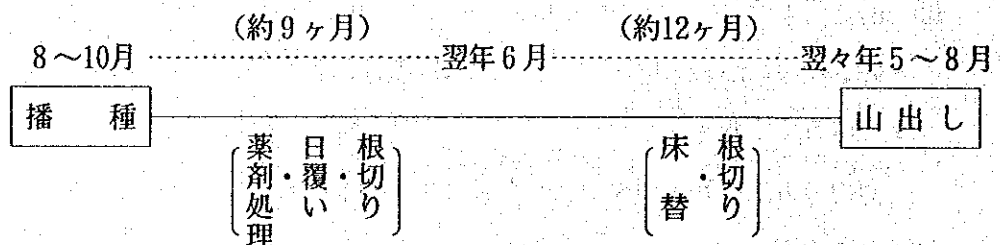


b) ユーカリ（裸苗）



b. 在来種

Roble の作業工程について概略示せば次のとおりである。



・Rauli, Coigüe の育苗方法は略々 Robleに類似している。Rauliは耐陰性であるため日覆いが特に必要である。

・*Nothofagus*属の育苗に関しては、技術的蓄積が少ないため、今後関係機関、民間

企業間の情報交換を行い、育苗体系の確立を図る必要がある。

(6) その他

森林造成は、優良な遺伝子を有する種子や苗木によって行うことが重要であることから、優良遺伝子の保存のため、次のことを推進する必要がある。

- ・天然更新の母樹としては優良な形質を有するものを残す。
- ・種子は優良な形質を有する母樹から採取する。
- ・優良遺伝子を有すると考えられる林分を母樹林として指定するとともに、その種子から育てた苗木によって採種園を造成する。
- ・使用する種子については産地等種子の来歴を明かにする。
- ・遺伝子の保存や林木の遺伝的形質を改良するための遺伝および育種に関する研究を積極的に推進する。

3-3-4 林道

(1) 林道の概念

・林道は、本来、木材の搬出を主目的として森林の内外に開設され、一般の道路へと接続する施設であった。しかし、社会・経済情勢の進展に応じその目的が多様化してきている。すなわち、搬出の迅速化、搬出コストの低減化、労働力移動の容易性、森林管理情報的的確・迅速な収集等いわゆる“距離の短縮化”としての役割および地域住民の生活文化向上のためのチャンネルとしての役割を求められるようになった。

また、広大な面積に及ぶ森林の施業を適時適切に実施し、森林の機能を向上させる体制を整える上での不可欠な手段、すなわち森林経営上の生産基盤としての性格をも有している。

一方、林道の形態も搬出手段、交通手段の変化とともに、当初の牛馬道のような簡易なものから最近では自動車時代を反映して公道との連続性が求められ、その構造も高度なものとなってきている。

- ・林道に対してこのような多目的な機能を十分に発揮させるには、当然に適切な維持管理が求められる。
- ・近年、チリ国においては経済活動の活発化につれて林業活動も活発化してきており、林道に求められる多様な機能はチリ国にも既に求められつつある段階にあると言える。

(2) 現況

① 道路の一般的状況

モデルエリア内には木材の搬出用の自動車道が開設されている。これらの道路の大部分は構造の面において劣り、一部は道路としての機能を果たし得ないものもある。これらの道路の中には山間地の住民が生活道として利用しているものもかなりある。道路の維持管理の状況は一般的に敷砂利の不足、排水施設の不備もあり、極めて低位であり、木材の搬出時に応急的に修理する程度となっている。

② 既設道路網

モデルエリア内の既設道路網は別図「森林管理計画図（縮尺：1/20,000）」に示すとおりである。

(3) 林道網計画

林道網の計画に当たっては、木材の搬出コストの最小化という観点からのみでなく、上述のような林道の有する多様な機能が期待されている状況をも考え幹線林道として望ましい路線について検討した。路線設定に際しては、原則的に縦断勾配を8%以下に維持した。

幹線林道の位置は「森林管理計画図」に示すとおりである。

(4) 林道の構造等

a. 林道の構造

自動車の安全な運行のため、林道の構造等を次のとおりとする。

項目	構造等	備考
道路幅員	4.0m	地形の状況その他の理由で止むを得ない場合は、安全施設を設置して（ ）内の数値を適用できる。
有効幅員	3.0m	
路肩	0.5m	
設計速度	30km/時	
曲線半径	30m(20m)以上	
縦断勾配	8% (12%) 以下	砂利道の場合 素掘り 100~150m毎に道路を横断して、谷側に排水できる箇所に設置 間隔 500m以内
路面	砂利敷	
横断勾配	5%以下	
排水施設	側溝 横断渠	捨て土箇所についても同じ
待避所	車道幅員 5 m以上 有効長 20m以上	
法面	土質に応じた適正な勾配・緑化	

b. 土工定規図

林道の土工定規図の1例を次に示す。

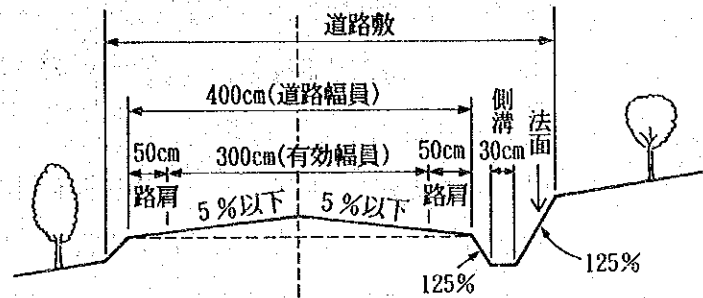


図3.3.2 土工定規図

(5) 維持管理

自動車の安全な運行を確保しながら林道の機能を全うさせるためには、日常の維持管理を適切に行うことが必要である。維持管理上の留意点は次のとおりである。

- ・融雪後または強い降雨の後には、路面上または側溝内の崩落土の除去、側溝や横断渠の補修を行う。
- ・林道使用中、凹部が生じた時には、できるだけ速かに補修し必要に応じて砂利を補給する。

3-3-5 林地保全

(1) 荒廃地の復旧

モデルエリアにおいては森林によって被覆されている地域では、一部の林地において小規模な崩壊および河岸侵食が見られるほかは現在のところ特別な対策を必要とする土壌侵食は見られなかった。また、草地・裸地においては表面侵食が見られた。これらの荒廃地の復旧のため以下の対策を講ずる。

① 山腹荒廃地の復旧

a. 草地・裸地の表面侵食

急傾斜地にある生産力の低い天然草地・裸地において、放牧による牛の歩行が原因で発生する小規模崩落や、リル、ガリー、表土流出等の表面侵食が見られた。

これらの表面侵食は主に南モデルエリアに広く分布している。南モデルエリアの

Curacalco川支流 El Salto川上流域、Cherquén川支流Lloica川上流域や北モデルエリアのAmargos 川支流Comillio川分岐点等でこれらの表面侵食が著しい。

El Salto川上流域での事例では、1 haの調査区の中かで、小規模崩落地は6箇所、その面積は8 m²~20 m²、ガリーは10箇所、その深さは0.6m~1.3mであり、これら荒廢地の規模（面積割合）は約20%であった。

上述の表面侵食の大部分は現在も進行しているため、次の対策を講ずる。

a) 埋め戻し工

ショベル、鍬を使ってリル、小規模ガリー、小規模崩落部分の底面に伐採木等から得られる枝条を敷いて、土によって埋め戻しを行う。これら枝条は浸透水の速度を抑えるフィルターの役割を果たすとともに、後に腐植、分解して土壤改良にも役立つ。

埋め戻された箇所には表土の安定を図るため表面をさらに枝条で覆うか、成長の早い牧草等の播種により植生の回復を促す。

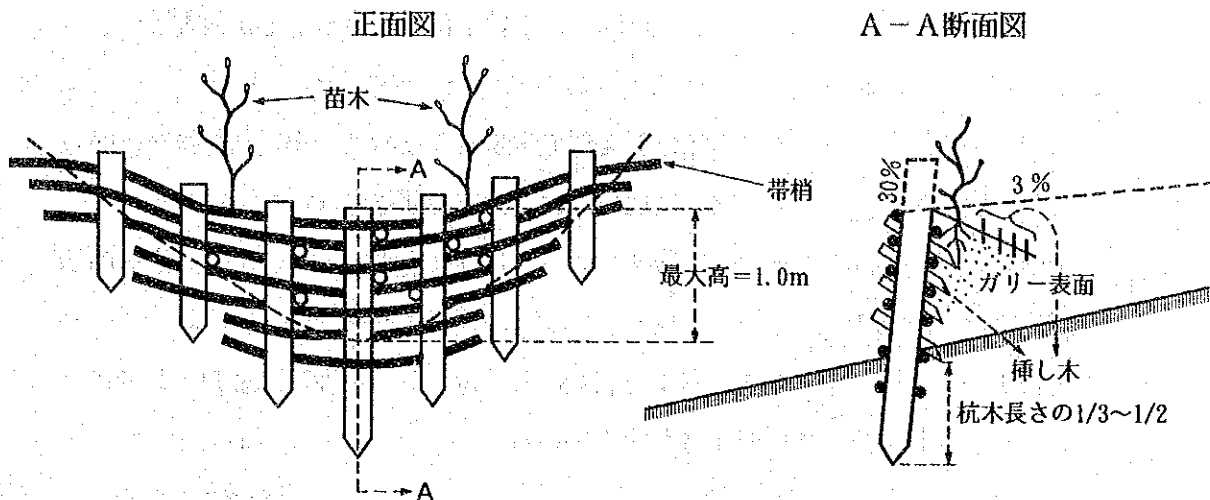
なお、埋め戻し箇所については植生が回復するまで放牧を禁止し、また火災の予防に努める。

b) 治山施設

チェックダムは、ガリーの勾配を緩和し、ガリー内を流下する雨水の速度を緩和するため、侵食を抑制する効果があるので、現在、ガリー侵食が著しく進行している箇所にはチェックダム（谷止工）を用いる。チェックダムの材料は様々であるが、モデルエリアではラジアタマツ、再生林の間伐材等の木質材料が豊富に供給できることから、本計画では丸太を用い、耐用年数3~8年のチェックダムを計画した。（図3.3.3）

また、チェックダム背面の表土の堆積地には植栽（挿し木を含む）または播種を行い、植生回復を促す。

この場合の樹種としては、Mayú等脊悪地において生育できるものを選定する。また、表土が安定した段階では樹葉が家畜の飼料となりうる *Robinia*属(*Robinia pseudoacacia* f. *Bessoniana* または *Robinia pseudoacacia* f. *umbraculifera*)が適当である。



ダム高さ	地上から 最大高 1.0m
杭 木	上部直径 8.0cm~12.0cm 長さ 1.0m~1.5m
杭木間隔および埋設	30.0cm~40.0cm間隔 丸太長の 1/3~1/2 を埋設
帯 梢	編柵用帯梢には曲げ易い枝や Coligüeを用いる。 帯梢の両端を30.0cm埋設する。

図3.3.3 チェックダム

c) その他

草地の侵食がそれ程進行していない場合、または新規に牧草地を造成する場合には、侵食防止のために下記の対策を講ずる。

- ・急傾斜地（傾斜45%以上）においては、新規牧草地の造成を行わない。
- ・急傾斜地（傾斜45%以上）にある草地については植栽により森林を回復させる。
- ・過度の放牧を避けるため、牧草地の牧養力に見合った放牧を行うとともに、放牧地に牧区を設け、放牧のローテーションを図る等の放牧管理を行う。
- ・草地表土の安定化および家畜飼料の確保のため牧草の改良種の使用と施肥により安定的な植生をつくる。

b. 林地の小規模崩壊

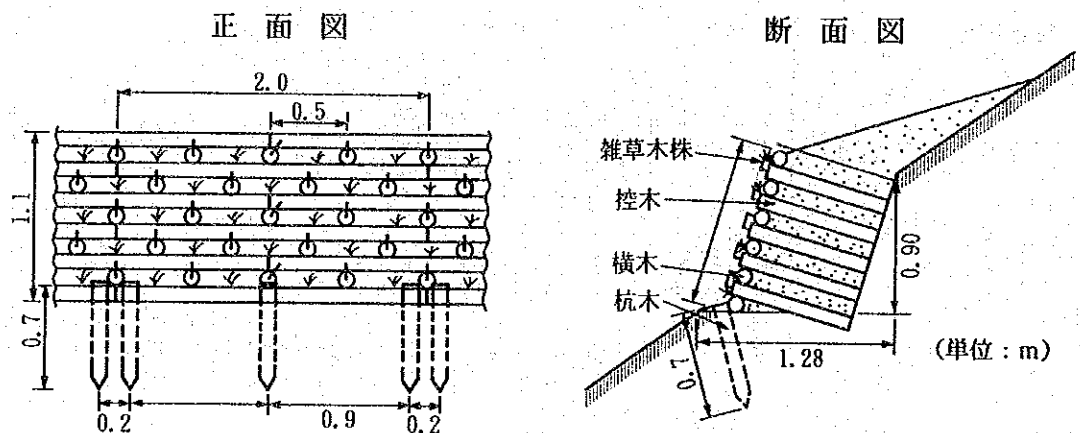
両モデルエリアにおいて、地形および地質的原因で自然に発生した崩壊地には先駆樹種による植生の侵入が見られ、現在は安定している。

将来、自然発生的に崩壊が起こった場合、土留工は崩壊地の安定化の方法の一つである。

土留工の設置により、土留工間の斜面が安定するとともに、安定した斜面にCoigie等の先駆植生が侵入して、徐々に植生による被覆が期待できる。

土留工の実施は、崩壊拡大の危険性があり、付近に人家、道路、公営施設等の保全対象がある場合や、土砂流出の危険性が大きい崩壊跡地を対象に行う。

土留工の1例として丸太積土留工を図3.3.4に示した。土留工の材料としては、ラジアタマツ林や再生林の間伐材丸太を用いる。



杭 木	長さ 0.7m 径 8 cm以上
横 木	長さ 2.0m 径 10cm以上
控 木	長さ 0.8m 径 10cm以上
かすがい	働長 10cm

図3.3.4 丸太積土留工

② 河岸侵食

河岸侵食が両モデルエリアのいくつかの河川で見られたが、現時点では侵食の規模が小さいため、それほど重要な問題ではない。しかし、将来的に林道、牧草地、施設等に被害をあたえる可能性があるため、これらの河岸侵食の防止のため下記の対策を講ずる。

- a. 河岸に現存する植生をそのまま保残する。
- b. 河岸沿いに植生がない場合は、植生帯を造成する。この場合の条件は次のとおり

である。

- a) 植生帯に用いる樹種としては、成長の早い砂防用樹種のなかで、根が密生し浅根性のものを用いる。北モデルエリアの Renaico川沿いに見られる *Acacia dealbata* が候補樹種の1つである。
- b) 造成する植生帯の幅は片側各25mとする。
- c. 河川沿いに牧草地がある場合は、上記の砂防用樹種のほかに *Robinia pseudoacacia f. umbraculifera* や *R. pseudoacacia f. Bessoniana* 等の飼料木を植栽する。

(2) 林道の保全

① 路面侵食

両モデルエリアの道路においてリル、ガリー等の路面侵食が見られた。これらは、地曳き集材、牛車の通行が直接の原因であるが、路体の維持管理が十分に行われていないことや、排水施設が不十分なことにもよるものと考えられる。

これらの路面侵食の拡大を防止するために、当面、下記の対策を講じる。

- ・地曳き集材や牛車の通行後の路面の補修をできるだけ早く行う。
- ・水溜りができるおそれがある箇所では丸太を使った横断排水溝を設置する。

なお、本計画では新設林道の構造として、これら路面侵食を防止する構造物を計画している。

② 路体崩壊

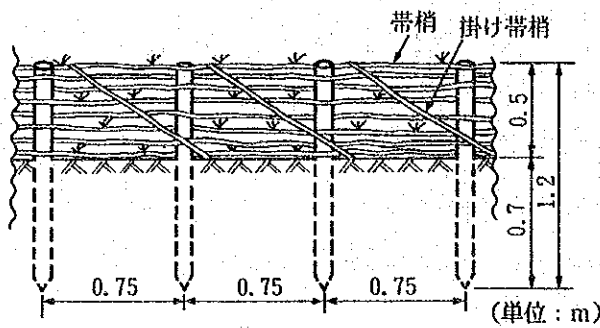
北モデルエリアの Renaico川右岸に新設された林道において、盛土の崩壊により斜面が不安定となり土砂流出等の危険性がある箇所が見られた。

これらの崩壊跡地の安定化の方法として、図3.3.4 に示す丸太積土留工を施工する。

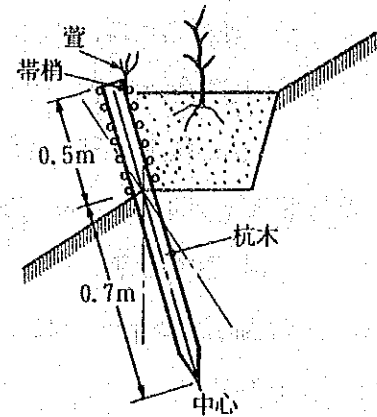
また、これらの崩壊の防止のため、林道作設の際、盛土面、切土面への植生被覆や図3.3.5 に示す編柵工による法面の安定化を図る。編柵工の材料としては、現地で調達可能な間伐材、雑木枝条、Coligüe等を用いる。

また、林道作設の際は盛土部の崩壊の原因となる雨水の排水対策が必要である。

正面図



側面図



帯 梢	雑木枝条 長 3.5m元口径 3 cm以上
杭 木	雑木 長 1.2m末口径 8 cm以上

図3.3.5 編 柵 工

(3) 更新困難地の復旧

モデルエリアの急傾斜地にある岩石地、山火事跡地、伐採跡地の一部に植生回復が見られない更新困難地がある。これらの更新困難地では、斜面が長期間にわたって植生のない状態となっているため、斜面がかなり不安定になっており、表層土壌や石礫の流出等様々な侵食が進行している。なお、侵食が長期間にわたり続いたため土壌養分の流亡による地力の低下も十分考えられる。南モデルエリアのPichapinga川左岸や、Allipén川に面した山岳地にこれらの典型的な例が見られる。

これらの更新困難地の植生の復旧のためには、不安定な斜面の安定化を図らなければならない。その手段として次の方法が考えられる。

① 土留工および階段工

土壌が薄いところや斜面が不安定な箇所では先ず図3.3.4 に示す土留工を行う。次いで土留工施工後、この施設間で土壌が比較的厚く堆積した箇所や斜面が安定した箇所に階段工を行う(図3.3.6 ~3.3.8)。なお、土壌が厚く斜面が比較的安定している箇所では、土留工を行わず直接階段工を行うことができる。

階段工のテラスには図3.3.9 ~3.3.10に示したように、連続型と不連型がある。現地の土壌条件、傾斜度、降水量等を考慮して、テラスの長さ、テラス間の距離を決定する。斜面方向に隣接したテラス間の垂直距離は一般的に緩傾斜地では 2.0m、急傾

斜地では6.0m程度である。

テラスが長すぎるとテラスの中に雨水が集まりテラスが崩壊する可能性があるので、連続するテラスを作設する場合は長さを100m以下にするのが望ましい。長いテラスを作設する場合は、雨水がテラスの外にあふれるのを防ぐために、テラスの中に10mから15mの間隔で、横断溝を作設する必要がある。この場合、横断溝の高さをテラス

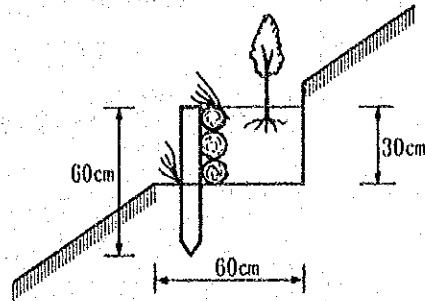


図3.3.6 丸太筋階段工断面図

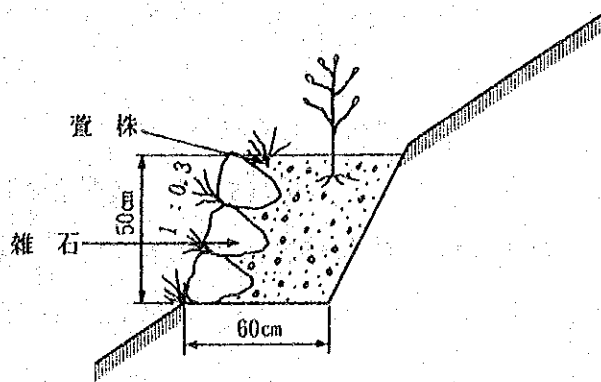


図3.3.7 石筋階段工断面図

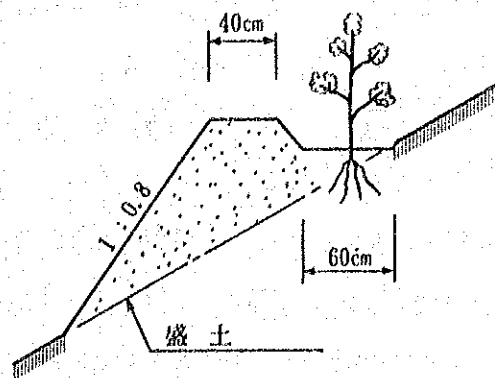


図3.3.8 土塁階段工断面図

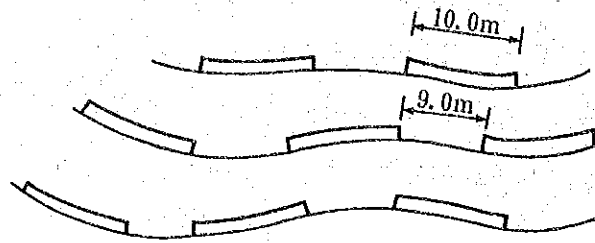
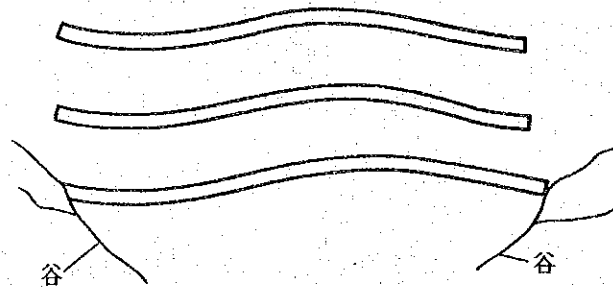


図3.3.9 不連続型テラス



※ただし、テラス長は最大100mとする

図3.3.10 連続型テラス

の盛土の高さよりも低くしなければならない。

不連続テラスの長さは10mとし、隣接するテラス間の距離は9mとする。

なお、階段工施工後は降雨後随時テラスの点検を行い、破損箇所については補修等の維持管理が不可欠となる。

② 植栽

階段工施工後は、できるだけ同じ年内にテラス上に植栽を行う。

植栽に当たっては、マメ科等の土壌改良に役立ち、成長の速い樹種を選定する。

なお、植栽地の土壌条件が悪く、植栽木の初期成長が十分期待できない場合は、付近の肥沃な森林土壌や肥料、堆肥等の施用を考える。

土壌条件、植栽木の種類、植栽後の管理等にもよるが、植生の回復にはおよそ15年から20年位はかかると考えられる。

なお、荒廃地復旧を行うに当たっては階段工、植栽等の復旧作業をまず比較的条件の良い箇所から小規模で着手し、技術的経験を積上げた上で、より大規模で条件の悪い箇所の復旧作業にとりかかることが望ましい。

3-3-6 森林保護

森林利用の進行とともに新生林分が増大することから、これら林分の健全な維持造成に一層の配慮をして森林の保護を図ることとし、被害の種類ごとに次の対策を講じる。

a. 森林火災

森林火災の原因は、林内通行者によるものが約40%を占め、農牧林業のための火入れ作業による失火がそれに次いでいる。

森林火災の予防と被害の最小化を図るために、次の対策を講じることとする。

- ・枝打ちによる枝条等燃えやすい物を道路沿いまたは歩道沿いの林床から火災危険期までに取り除く。
- ・日常の巡回活動、消火作業の迅速化ならびに延焼の防止に資する林道の適正な開設と維持管理を行う。
- ・現在実施されている学校等を通じた印刷物等による啓蒙活動を継続する。
- ・森林火災の警戒体制、消火体制について、公的組織と民間組織との連携を一層強化する。
- ・CONAF の地方の出先機関に対し、巡回、消火活動のための機動力手段の充実を図る。

b. 病虫害

チリ国では外来樹種による人工林が増大しつつあるが、現時点では大きな病虫害は未だ発生していない。しかし、専門家によると、ラジアタマツやユーカリを加害する害虫や菌類には十分に警戒する必要があるという。また、*Nothofagus*属に対し加害する菌類や害虫もかなり存在すると言われており、今後、在来種の新生林分が増大することを考えれば、外来種同様警戒を要する。

このため、施業基準の項で述べたように一斉造林を避け、伐区分離・分散により可能な限り樹種や林齢の混交を図ることが必要である。

また、日常の森林巡回による被害の早期発見、被害木の除去、害虫の駆除等被害の拡大防止に努める必要がある。

c. 獣害

人工更新による Rauli 幼齢木の頂部を食害する兎の被害が認められるほか、ラジアタマツの樹皮部を食害する兎の被害や *Nothofagus* 属の樹皮部を食害する鼠の被害があるとされている。現時点では大規模な被害の発生はみられないが、被害の拡大を未然に防止するために、伐区分離・分散により単一樹種の一斉造林を避ける。また、必

要により狩猟や罠による兎の駆除、薬剤による鼠の駆除を行う。

d. 家畜による害

山間地域住民による家畜の天然林への無秩序な放牧のため、稚幼樹の食害、踏みつけにより天然更新が阻害されている。

しかし、山間地域住民の生活の向上をはかるため、家畜の飼育と森林造成事業を両立させることが必要である。

このことから、後出の混牧林の項で述べるように、放牧と森林施業の適切な時間的組み合わせに十分留意する。

e. 気象害

標高の高い林地におけるラジアタマツ植栽地の霜害、まれではあるが風害があげられている。前者については、樹種特性に応じた適地選定で対処する。後者については、一定面積以上の伐区の場合の伐区の周囲や伐区内への樹林帯の設置、伐区の分離・分散、適切な択伐および間伐の実施で対応する。

3-4 混牧林

3-4-1 混牧林の意義と一般的性格

(1) 混牧林の意義

一般に混牧林は、森林に家畜を放牧し林床の下草を採食させて林木の成長を促すとともに家畜の飼料を確保する土地利用法である。林業における育林管理の省力化と畜産における家畜の低コスト飼養が可能となるため、土地の高度利用の面からその意義は大きい。

モデルエリアの住民は土地条件等の制約から十分な牧草地面積を造成することができず、保続的林業が行えるほどの森林面積も有していない。一方、その生計は小規模な林産物の生産販売と家畜の飼養販売により大半が維持されている。彼らの所有する牧草地の大部分は生産力の低い天然草地であり、家畜の飼養は自己所有の森林のほか、他人所有の森林への放牧に依存する割合が極めて高い。

彼らは今後ともこのような放牧パターンを継続しつつ、林産物の生産と家畜の飼養を望んでいる。

(2) 混牧林の一般的性格

① 混牧林の生産機能

混牧林では林木～下草～家畜が共存し、これらが相互に影響しあっている。

- ・標準的な育林作業において、林木の生育と下草の成長量は一般に相反関係にある。すなわち、幼齢期には下草が多く、家畜の牧養力も大きいですが、林齢が進むにつれて牧養力は減少する。
- ・下草と家畜の牧養力は一般に比例関係にある。すなわち、下草の成長量が多い程牧養力は増大する。
- ・林木の生育と家畜の関係は、利点と欠点の両面がある。すなわち、林内に家畜を放牧すると林木の生育を阻害する下草等が採食され、林木の成長が促進される。また、家畜の糞尿による林木への肥培効果が期待できる。一方、家畜は林木に対して食害、踏みつけ、体のこすりつけを行うため、枯死、樹形の変形の原因となる。さらに家畜の放牧は、土壌の堅密化や牛道の発生による土壌侵食の原因ともなる。これらの被害は幼齢期ほど、また家畜の放牧密度が高いほど大きい。したがって、林地の状況に応じて被害を最小限にとどめるような育林法や放牧管理が必要となる。

② 混牧林の一般的な適地条件

a. 地 形

一般に土地の傾斜は放牧に起因する土壌侵食の程度に影響するといわれている。傾斜と土壌侵食の関係を表3.4.1 に示した。

表3.4.1 傾 斜 と 土 壌 侵 食

侵食の危険性	傾 斜		備 考
	人 工 草 地	天 然 草 地	
心 配 な し	0～23%	0～32%	36%を越すと牛道が形成され土壌侵食の原因となる。
若 干 注 意	23～32%	32～42%	
相 当 注 意	32～42%	42～58%	
危 険	42%～	58%～	

傾斜度と裸地化の関係を示したのが図3.4.1である。

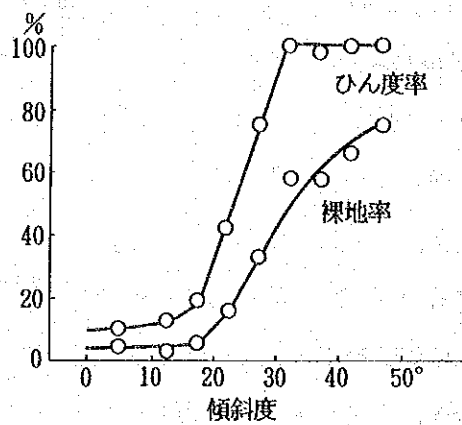


図3.4.1 傾斜と裸地化の関係 (日本の農業試験場 1962)

b. 積雪量

晩秋から初冬にかけての放牧は、冬期間における飼養コストの低減のために有効である。この場合、通常積雪深30cmまでは放牧可能とされている。(モデルエリアにおいては冬期間、積雪量の少ない場所へ集合させることが考えられる)

c. 水

家畜の飲料水の水源が放牧地内またはその付近に存在する必要がある。(モデルエリアにおいては問題ないと考えられる)

d. 土壌条件

土壌は下草の生産力、土壌侵食の可能性に関係する。(本モデルエリアの土壌は、林地では普通程度の地力を有しているが、既設牧草地は脊悪化している。)

e. 下層植生

下層植生は、家畜飼養上の基本的条件である。(本計画では、飼料としての家畜の嗜好性、生産力等に関する資料が十分でないため、牧養力の算定の基礎として日本の北部地方の数値を参考にした)

③ 牧養力

- ・牧養力は放牧地の家畜飼養力を示す指標である。すなわち、下層植生の維持と家畜の飼養が両立する状態で放牧した場合に、単位面積当たり延べ何頭放牧できるかを示すものである。通常、ha当たりの延頭数(頭・日)で次式から推定する。

$$\text{牧養力 (頭・日/ha)} = \frac{\text{可食量 (kg/ha)} \times \text{放牧利用率 (\%)}}{\text{基準採食量 (kg/頭・日)}}$$

- ・本計画においては、可食量、放牧利用率および基準採食量について既存資料、現地の状況等から表3.4.2および表3.4.3のとおり見込んでいる。

表3.4.2 可食量および放牧利用率

土地の種類		可食量 (kg/ha)	放牧 利用率 (%)	備 考
主 放 牧 地	人工牧草地 (大部分耕耘、一部施肥、灌水)	*1 15,000	70	*1 低地で施肥管理の場合、30~40 t
	人工林 (林内野草)	*2 7,500	50	*2 林分のうっ閉が増加すれば低下する
	天然林 (林内野草)	*2 4,000	50	主放牧地 積極的施業により当該年において放牧地として供される土地
副放牧地	広葉樹人工林または天然林(林内野草)	800~1,500	50	副放牧地 主放牧地以外の土地

表3.4.3 基準採食量 (kg/日)

家畜の種類	基準採食量 (生重量)	備 考
牛	40	生重量×0.25=乾重量
馬	40	
羊、山羊	6	

- ・一般に混牧林において牧養力が限界となる時の林分の相対照度は40%位と言われている。

④ 放牧と森林被害

(2)の①で述べたように、放牧による森林への加害の種類は食害、踏みつけ、体のこすりつけである。被害の程度は家畜の種類、樹種により異なるが、牛による一般的な被害は次のとおりである。

- ・食害は若葉とともに若枝を食いちぎる。牛の体高は大体 1.3mであることから、この被害は樹高 2 m程度まで続く。
- ・踏みつけによる被害は、樹高が30~40cmでは踏みつけられても回復力があり、実害は軽微である。しかし、樹高が60~90cm位になると樹木に傷害を残す。

・体のこすりつけは、放牧地における吸血虫の有無、家畜体内の寄生虫の有無等の条件で異なるが、樹高2～3mで被害が大きいとされている。主な被害箇所は水飲み場付近、牧道の両側付近である。

(3) 放牧と森林施業の時間的組み合わせ

森林造成上の放牧の利点を考慮しながら、家畜による森林への被害を最小限に抑えるため、放牧と森林施業の時間的組み合わせの基準を表3.4.4～表3.4.6のとおり作成した。また、これら林間放牧利用のイメージを図3.4.2および図3.4.3に示した。

表3.4.4 放牧と森林施業の時間的組合せ－人工林（ラジアタマツ）

林 齢	1 ～ 4	5 ～ 8	9 ～ 15	16～22	23～25	備 考
施 業	植栽	間伐	間伐	—	主伐	※ 最高時の生産量を 1とした比率
放牧形態	禁牧	普通放牧	普通放牧	普通放牧	強度放牧	
野草生産力※	—	1.0	0.5	0.3	0.2	
利用期間(年)	—	4	7	7	3	
図3.4.2における phase No.	1	2、3、4			5	

注：普通放牧とは林床植生が維持される程度の放牧である。

表3.4.5 放牧と森林施業の時間的組合せ—人工林（有用広葉樹）

林 齢	1 ~ 6	7 ~ 15	16 ~ 25	26 ~ 30	31 ~ 67	68 ~ 70	備 考
施 業	植栽	間伐	間伐	—	—	主伐	※ 最高時 の生産 量を1 とした 比率
放牧形態	禁牧	普通放牧	普通放牧	普通放牧	(副放牧)	強度放牧	
野草生産力※	—	1.0	0.5	0.3	—	0.2	
利用期間(年)	—	9	10	5	—	3	
図3.4.2における phase No.	1	2、3、4			(4)	5	

注：普通放牧とは林床植生が維持される程度の放牧である。

表3.4.6 放牧と森林施業の時間的組合せ—天然林（皆伐天然更新）

林 齢	1 ~ 10	11 ~ 20	21 ~ 30	31 ~ 35	36 ~ 65	66 ~ 70	備 考
施 業	天然更新	—	—	—	—	主伐	※ 最高時 の生産 量を1 とした 比率
放牧形態	禁牧	普通放牧	普通放牧	普通放牧	(副放牧)	強度放牧	
野草生産力※	—	1.0	0.5	0.3	—	0.2	
利用期間(年)	—	10	10	5	—	5	
図3.4.3における phase No.	1	2、3			4	5	

注：普通放牧とは林床植生が維持される程度の放牧である。



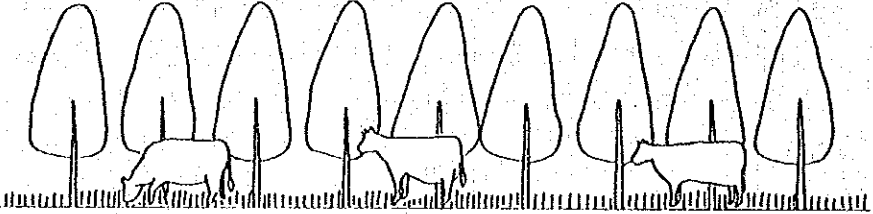
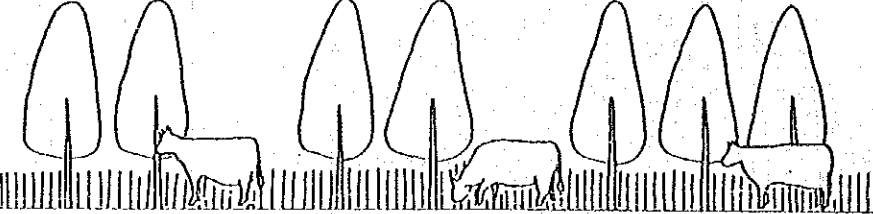
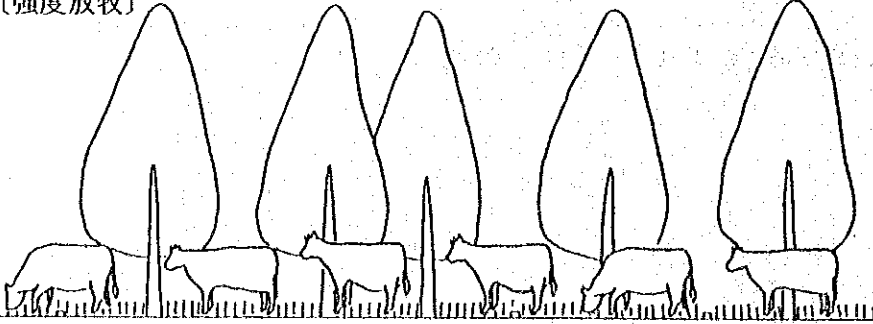
phase	イ メ ー ジ	利用の考え方
1	<p>[禁 牧]</p> 	<ul style="list-style-type: none"> ○主伐及び植栽の実施。 ○植栽後、植栽木が放牧牛による「食害」「踏みつけ」等の被害を受けない程度まで生育する期間（目安として、植栽木の高さが放牧牛の体高を超えるまで）を禁牧とし、放牧牛の食草となる林床植生の回復を待つ。
2	<p>[普通放牧]</p> 	<ul style="list-style-type: none"> ○間伐期に達するまでの期間は、林床植生が維持される程度の強度で、放牧する。
3	<p>[普通放牧]</p> 	<ul style="list-style-type: none"> ○間伐期に達するにしたがい、樹冠がうっ閉し、林床植生が減退する。
4	<p>[普通放牧]</p> 	<ul style="list-style-type: none"> ○間伐の実施。 ○間伐は主伐期に達するまでの間に、数度繰り返される。
5	<p>[強度放牧]</p> 	<ul style="list-style-type: none"> ○主伐の数ヶ年前から強度の放牧を行い、下刈り作業の省力化、主伐・植栽作業の効率向上、植栽木の生育の助長を図る。 ○phase 1に戻る。

図3.4.2 林間放牧利用イメージ図（皆伐人工更新の場合）

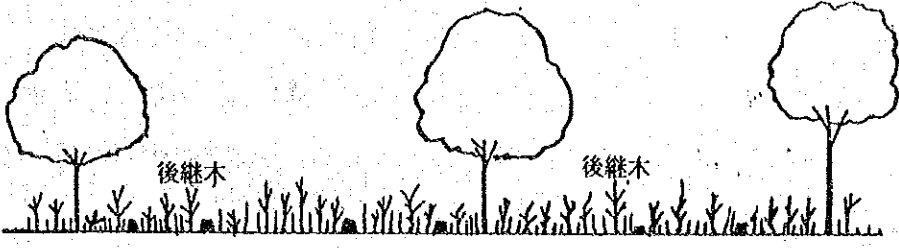
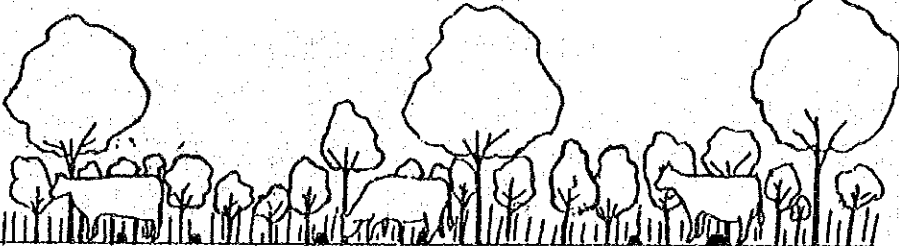
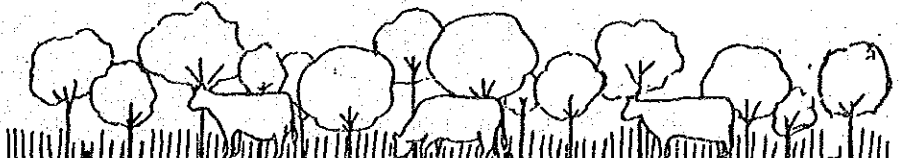

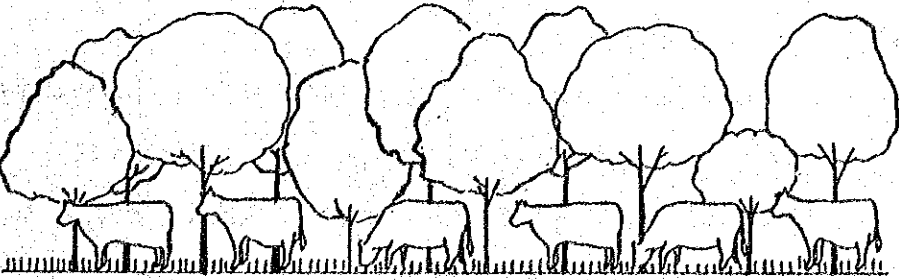
phase	イ メ ー ジ	利用の考え方
1	<p data-bbox="220 275 359 309">〔禁 牧〕</p> 	<ul style="list-style-type: none"> ○主伐及び更新の実施（母樹保残） ○後継木が放牧牛による「食害」「踏みつけ」等の被害を受けない程度まで生育する期間（目安として、植栽木の高さが放牧牛の体高を超えるまで）を禁牧とし、放牧牛の食草となる林床植生の回復を待つ。
2	<p data-bbox="220 745 359 779">〔普通放牧〕</p> 	<ul style="list-style-type: none"> ○後継木がある程度生育した後（目安として、植栽木の高さが放牧牛の体高を超えるまで生育した後）、放牧を開始する。放牧強度は、林床植生が維持される程度の強度とする。 ○この phase中に母樹を伐採。
3	<p data-bbox="220 1149 359 1182">〔普通放牧〕</p> 	<ul style="list-style-type: none"> ○林床植生が維持される程度の強度で放牧する。
4	<p data-bbox="220 1395 327 1429">〔副放牧〕</p> 	<ul style="list-style-type: none"> ○林齢が高くなるにつれて、樹冠がうっ閉し、林床植生が減退する。
5	<p data-bbox="220 1709 359 1742">〔強度放牧〕</p> 	<ul style="list-style-type: none"> ○主伐の数ヶ年前から強度の放牧を行い、主伐作業の効率向上、稚樹発生のための更新補助作業の省力化を図る。 ○Phase 1に戻る。

図3.4.3 林間放牧利用イメージ図（皆伐天然更新の場合）

3-4-2 混牧林モデル

(1) モデルとして検討する理由

モデルエリアの小規模森林所有者が現在利用している牧草地は、自然に任せた天然草
地が大部分であり、その生産力も低いため、森林内への通年的な放牧に大きく依存して
いる。森林のほとんどは天然林であるが、その牧養力は決して高いものではない。

したがって、現行の森林内への放牧は、牧養力から見れば過放牧であり、森林更新の
面からも、後継樹への加害等好ましくない影響を与えている。一方、生産力の低い牧草
地における過放牧による土壌侵食が起きている。

このため、牧草地や森林への放牧圧の軽減とこれらの牧養力の向上により、森林の造
成と家畜の飼養との調和が図れるよう、現地の実態に応じた対応策が必要となる。

本計画では、経営基盤である土地所有界を明らかにする公的な資料が得られないこと
から、モデル世帯を想定し、混牧林の利用計画について検討した。

(2) 混牧林モデルと牧養力の試算

① モデルの設定

a. モデル世帯の所有面積

モデル世帯の所有面積には、両モデルエリアでアンケート調査を行った土地所有
規模 100ha以下の世帯の平均的な所有面積である約60haを用いた。その内訳は表3.
4.7 のとおりである。

表3.4.7 モデル世帯の所有面積

土地の種類	面積 (ha)
農地	0.6
天然草地	16.0
人工林	3.0
天然林	35.0
その他	5.0
計	59.6

b. 混牧林経営対象地と土地利用計画

上記モデル世帯の所有面積約60haのうち牧草地および森林の54haを混牧林経営の
対象地とし、混牧林経営の重要な因子である傾斜度に従って対象地を区分した。

(区分に当たっては、南モデルエリア2林班の傾斜区分の構成比を参考にした。)

これを平面図に想定したものが図3.4.4である。

なお、傾斜区分ごとの土地利用計画を表3.4.8 に示す。

表3.4.8 混牧林モデルの土地利用計画

傾斜区分 (%)	1 (0~23)	2 (23~30)	3 (30~45)	4 (45~60)	5 (60~)	計
土地利用計画	牧草地 ラジアタマツ人工林	ラジアタマツ人工林	有用広葉樹人工林、天然林(皆伐)	天然林(択伐)	天然林(択伐)	
	採草地または放牧地	放牧地	放牧地	禁牧地	禁牧地	
面積 (ha)	19.2	9.4	7.1	10.6	7.7	54.0
面積比 (%)	35.6	17.4	13.2	19.6	14.2	100.0

② 牧草、野草の生産量の試算

a. 試算の前提

- ・森林の施業方法は3-3-2で述べた施業方法に準拠した。
- ・傾斜区分4および5の森林は禁牧扱いとする。沢沿いの保護林は傾斜区分4とした。
- ・3-4-1の(3)で述べた森林施業と放牧の時間的組み合わせに従った。
- ・天然草地を改良して人工草地化を図り生産力を向上させる。

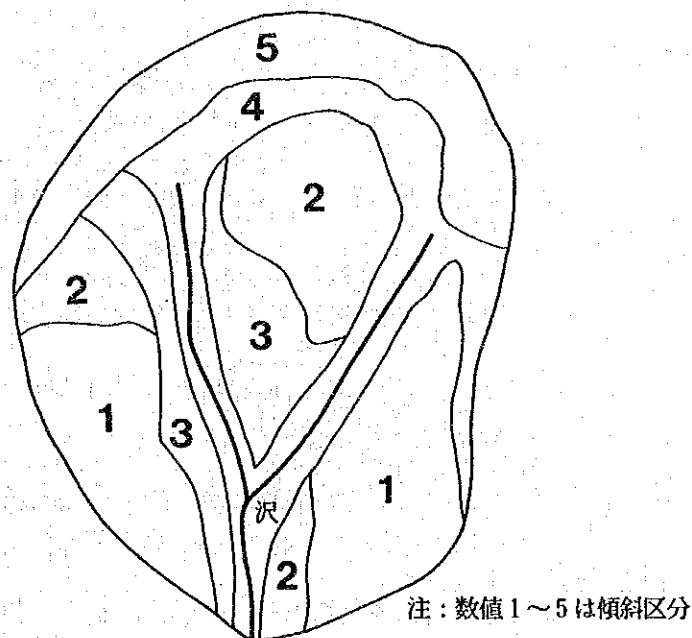


図3.4.4 混牧林モデル平面図

b. 試算結果

既存の文献、学識経験者からの聞き取り、現地調査の結果等により 牧草、野草の生産量の試算を行った。

試算の結果は表3.4.9 のとおりである。

表3.4.9 牧草、野草の生産量

傾斜 区分	土地 利用 計 画				牧草、野草の生産量 (生重量) ※			
	土地利用	面積	樹 種	伐 期 (回帰年)	ha当たり 生産量	利用率	放 牧 年 数	総生産量
1	人工草地	16.0 ^{ha}		年	15,000 ^{kg}	70 [%]	年	168,000 ^{kg}
1,2	人工林	12.6	ラジアタマツ	25	7,500	50	21	19,270
3	人工林	3.6	有用広葉樹	70	7,500	50	27	4,520
3	天然林 (皆伐)	3.5	有用広葉樹	70	4,000	50	30	2,350
4	天然林 (択伐)	10.6	有用広葉樹	70 (20)	} (禁牧林)			
5	天然林 (択伐)	7.7	有用広葉樹	70 (20)				
合 計		54.0						194,140

※ 主放牧地と副放牧地の合計値である

上記の試算方法は次のとおりである。

人工草地； $16\text{ha} \times 15,000\text{kg} (\text{ha当り生産量}) \times 0.7 (\text{牧草利用率}) = 168,000\text{kg}$

人工林(ラジアタマツ)； $12.6\text{ha} / 25\text{年} (\text{伐期}) \times 21\text{年} (\text{利用年数}) \times 7,500\text{kg} (\text{ha当り生産量}) \times (4\text{年} \times 1.0 + 7\text{年} \times 0.5 + 7\text{年} \times 0.3 + 3\text{年} \times 0.2) / 21\text{年} (\text{年平均野草生産力}) \times 0.5 (\text{牧草利用率}) = 19,270\text{kg}$

人工林(有脈類)；㊸主放牧地

$3.6\text{ha} / 70\text{年} \times 27 (\text{利用年数}) \times 7,500\text{kg} \times (9 \times 1.0 + 10 \times 0.5 + 5 \times 0.3 + 3 \times 0.2) / 27 \times 0.5 = 3,100\text{kg}$

㊹副放牧地

$3.6\text{ha} / 70\text{年} \times 37 (\text{土地利用年数}) \times 1,500\text{kg} \times 0.5 = 1,420\text{kg}$
計 4,520kg

天然林(皆伐)；㊸主放牧地

$3.5\text{ha} / 70\text{年} \times 30 (\text{利用年数}) \times 4,000\text{kg} (10 \times 1.0 + 10 \times 0.5 + 5 \times 0.3 + 5 \times 0.2) / 30 \times 0.5 = 1,750\text{kg}$

㊹副放牧地

$3.5\text{ha} / 70\text{年} \times 30 (\text{利用年数}) \times 800\text{kg} \times 0.5 = 600\text{kg}$
計 2,350kg

③ 牧養力

②の結果から牧養力について試算を行った。

- ・家畜飼料の1日当たり消費量および年間消費量は表3.4.10のとおり見込んだ。

表3.4.10 飼料の消費量

家畜の種類	1日当たり (kg)	年間 (kg)
牛	40	14,600
馬	40	14,600
羊、山羊	6	2,190

- ・牧草、野草の生産量から、牛の場合、モデル世帯では約13頭・年の飼料確保ができることになる。
- ・なお、モデルエリアの平均的な家畜の飼育数は牛8頭、馬1頭、羊、山羊9頭であり、これらの飼育に必要な飼料は年間約151,100kgとなる。したがって、年間約43,000kgの飼料余剰が生じると推定された。

以上の試算は、あくまで前述の前提に基づくモデルである。今後、後述の混牧林に関する現地における実験等により得られるデータに基づき、上記の要領で土地利用計画に即した牧養力を把握し、混牧林の適正な管理に資することが期待される。

3-4-3 混牧林管理一般

- ・森林経営と家畜飼養を両立させるためには、所有地の牧養力を把握し、過放牧にならぬように注意する必要がある。過放牧の結果、牧草地の土壌侵食の発生、地力低下による牧草生産量の低下、森林の適正な更新の障害となって現れる。
- ・所有地の制限上、止むを得ず牧養力以上の家畜の飼養を望む場合、放牧適地でありながら放牧地として利用されていない他人所有の森林を契約により活用することが考えられる。
- ・混牧林管理に当たっては、放牧と森林施業との時間的組み合わせが重要である。このためには、放牧強度をコントロールするための牧柵の設置が不可欠である。牧柵資材はできるだけ現地で調達可能なものを用いる。
- ・混牧林においては、ある程度の森林の被害は免れないものであるが、植栽に当たっては水飲み場や休憩箇所となりそうなところについては植栽を控えることが必要である。
- ・人工草地では沢水を利用した簡易な灌水施設により、牧草の生産力を向上させる必要が

ある。導入する牧草については、当該地方の気象条件に適合した品種を選択することが必要である。また、牧草地にマメ科植物等の肥料木を植栽することにより牧草の生産量を増加させることが可能である。この場合、候補樹種として、*Robinia pseudoacacia f. umbraculifera rhed.*, *Robinia pseudoacacia f. Bessoniana Voss.* 等がある。肥料木植栽に際しては、樹冠疎密度を30%程度に保つことが必要である。

3-4-4 混牧林の適地選定

混牧林の適地条件の項で述べたように、土地の傾斜度と家畜放牧による土壌侵食との関係は深い。

そこで、両モデルエリアの地形解析結果から、傾斜区分の4および5について、土地保全上の観点から放牧不適地として森林管理計画図上に表した。

その結果、放牧不適地面積はモデルエリアの草地および森林面積に対し北モデルエリアでは約46%、南モデルエリアでは約38%に相当する。

3-5 実験林

3-5-1 実験林設定の趣旨

(1) 天然林施業に関する実験林

チリ国においては天然林施業に関する技術的な基礎資料、情報が未だ十分に蓄積されていない。このため実験林を設定し、これらの資料、情報の収集、分析を行い、天然林の施業体系の確立に資する。

(2) 混牧林に関する実験林

チリ国において混牧林施業に関する基礎資料特に森林内の牧草生産力および更新期の森林における家畜放牧による被害に関する資料の蓄積が未だ不十分である。このため実験林を設定し、これらの資料、情報の収集、分析を行い、適正な混牧林施業の推進に資する。

なお、これら実験林の設定箇所の選定に当たっては、実験項目に対する適地性、実験事業の管理の利便性のほか、実験事業の安定性の確保に留意する必要がある。

民有地に実験林を設定する場合は、適正な土地使用契約により、実験事業の円滑な推進を図る必要がある。

3-5-2 実験林の内容

3-5-2-1 天然林施業に関する実験林

(1) Coligüe (*Chusquea*, *Coleu*) に関する実験林

① 目的

森林の更新上大きな支障となっている Coligüe の能率的な処理方法を開発する。

② 実験林の規模

Coligüe の旺盛な繁茂地に約 1 ha の規模で設定する。

③ 実験項目

a. Coligüe の生態

稈の生立密度および直径、生重量（稈、葉、根系）、株の分布状況、被覆率等の生態的調査を行う。

b. Coligüe の処理方法

a) 刈り払い

刈り払いの適期を検討するために、刈り払い時期の異なる試験区を設定し Coligüe の再生状況について調査する。

b) 化学的処理

Coligüe 処理に関する林業用薬剤の有効性を検討するために、林業薬剤による処理実験を行う。

c. Coligüe の更新状況

Coligüe の開花、結実周期、種子の性質、発芽から更新完了までの生育状況を調査する。

(2) 在来種再生林の間伐実験林

① 目的

主伐時において、総幹材積および一定直径階以上の立木の幹材積が最大となるような間伐方法を確立する。

② 実験林の規模

各実験目的別に約 1 ha の実験区を数回繰り返す規模とする。

③ 実験項目

a. 総幹材積の最大化

主伐時の立木本数ができるだけ多く残るように枯損木、形質不良木のみを対象に間伐を実施する。間伐の繰り返し期間を 5～10 年とし、林分の成長の推移を調

査する。

b. 一定直径階以上の立木幹材積の最大化

主伐時における立木本数を疎、中、密の3段階に分けて、主伐木候補として選定した林木の生育に支障となる林木および形質不良木、枯損木を対象として間伐を実施する。間伐の繰り返し期間を5～10年とし、林分の成長の推移を調査する。

(3) 在来種の天然更新実験林

① 目的

在来種の過熟林の効率的な更新方法を確立する。

② 実験林の規模

在来種の過熟林を対象に10ha程度の規模とする。

③ 実験項目

a. 更新稚幼樹の保育

目的樹種の更新稚幼樹の成長を促すために Coligüe等の林床植生の除去、目的外樹種の除伐を行い、更新稚幼樹の成長の推移を調査する。

b. 林床処理と更新稚樹の発生、消長

刈り払い、地かき等の林床の人為的処理と天然下種による稚樹の発生、消長との関係を調査する。

c. 種子の直播きによる稚樹の発生、消長

林床処理と種子の直播による稚樹の発生、消長との関係を調査する。

d. エンリッチメント

林床処理（刈り払い、地かき等）の方法別に苗木の植え込みを行い、その成長の推移を調査する。

3-5-2-2 混牧林に関する実験林

① 目的

立木のうっ閉度と牧草生産力との関係および更新期における稚幼樹の家畜による被害状況を調査し、家畜飼育と森林育成との調和のとれた混牧林システムを確立する。

② 実験林の規模

実験項目別に100㎡の実験区を数回繰返す規模とする。

③ 実験項目

a. 牧草生産力

現在放牧が行われている森林において、立木のうっ閉度（例えば疎、中、密）、刈り払い回数、施肥等の因子を組合せた実験区を設定し、牧草生産力と各因子との関係を調査する。なお、実験区の周囲には牧柵を設置する。

b. 家畜による更新稚幼樹の被害

天然更新の良好な更新期の林地に禁牧期間の異なる（1～5年）実験区を設定し、放牧密度と稚幼樹の被害状況（部位および程度）を調査する。

なお、実験区の周囲には牧柵を設置する。

3-6 森林管理計画図等の作成

(1) 森林管理計画図

森林管理計画の概要把握に資するため、森林の類型区分、非森林の草地、その他の利用形態および林内放牧の可否の概要並びに既設および新設計画の幹線林道の路線位置を、モデルエリア別に縮尺1/20,000の地形図に表示し、別図「森林管理計画図」を作成した。

(2) 森林施業計画簿

森林調査簿、土地利用計画図、林相図を用い、森林施業基準等に基づく具体的な森林施業計画作成のための森林施業計画簿のモデルを図3.6.1～3.6.2に示すとおり作成した。

モデルとして用いた林班は北モデルエリアの41林班および南モデルエリアの2林班である。

なお、この結果を表した施業計画図のモデルは図3.6.3、図3.6.4に示すとおりである。

州	9	県	Malleco	市町村	Collipulli	事業区		北モデルエリア	No. 1								
						事業区	北モデルエリア										
林班	小班	支番	土地利用・植生	森林区分	地形		面積 (ha)	林況	作業方法		備考						
					傾斜区分	方位			標高 (m)	最高		最低	伐採方法	更新方法	更新方法	更新方法	
41	1		J	生産林 I	2	N	460	480	皆伐 II-1	2,080	18.7	0.9	皆伐	人工更新	ユーカリ主体	在来樹種との列状混交植栽、将来皆伐 I-1	
	2		G		1	N	460	520									
	3		F	生産林 I	4	NW	520	540	皆伐 I-2	0.64	420	16.0	3.8	皆伐	人工更新	ユーカリ	
	4		F	生産林 I	4	NW	500	540	皆伐 I-2	1.28	470	25.4	5.4	皆伐	人工更新	ラジアタマツ	
	5		F	生産林 I	4	NW	600	640	皆伐 I-2	1.44	460	24.8	5.4	皆伐	人工更新	ラジアタマツ	
	6	1	F	生産林 I	4	NW	500	580	皆伐 I-2	(2.95) 31.20	(657) 6,951	(57.1) 604.7	8.7	皆伐	人工更新	ラジアタマツ主体	在来樹種との列状混交植栽
		2	F	生産林 I	3	NW	580	680	皆伐 I-1	(0.80) 36.64	(179) 8,163	(15.5) 710.2	8.7	皆伐	人工更新	ラジアタマツ主体	在来樹種との列状混交植栽
	7		H	生産林 I	3	NW	560	780	皆伐 II-1	(2.05) 13.45	(293) 1,925	(10.3) 68.0	3.5	皆伐	天然更新	在来樹種	
	8		F	生産林 I	4	NW	760	860	皆伐 I-2	4.47	1,182	102.8	8.7	皆伐	人工更新	ラジアタマツ主体	在来樹種との列状混交植栽
	9		D	生産林 I	3	NW	1200	1220		0.96					人工更新	在来種	将来皆伐 II-2
	10	1	H	生産林 I	2	NW	560	600	皆伐 II-1	5.52	1,119	55.7	5.0	皆伐	人工更新	ユーカリ主体	在来樹種との列状混交植栽、将来皆伐 I-1
		2	H	生産林 II	5	NW	480	1220	択伐 I	(1.85) 114.39	(375) 23,187	(18.7) 1,154.6	5.0	択伐	天然更新	在来樹種	
	11	1	H	生産林 I	3	NW	600	700	皆伐 II-1	6.72	1,362	65.0	4.8	皆伐	人工更新	在来樹種	
		2	H	生産林 I	3	NW	560	730	皆伐 II-1	13.36	2,708	129.4	4.8	皆伐	人工更新	在来樹種主体	ラジアタマツとの列状混交植栽
		3	H	生産林 I	3	N	620	780	皆伐 II-1	21.84	4,427	211.5	4.8	皆伐	人工更新	在来樹種主体	ラジアタマツとの列状混交植栽

(注) 1. 森林区分は将来林分を想定して記入。
2. 傾斜区分は現況により記入。
3. 面積欄、林況欄の()書きは保護林 I (河川沿い森林またはその見込み地) に該当する部分で、外書き。

図 3.6.1 森林施業計画簿 (北モデルエリア 41林班)

林班	小班	支番	土着利用地	森林区分	地形			類型区分	面積 (ha)		林況				作業方法			備考		
					傾斜区分	方位	標高 (m)		森林	非森林	更新年	林相区分	総面積 (㎡)	感蓋 (㎡)	感蓋率 (%)	伐採方法	更新方法		更新樹種	
							最高													最低
41	11	4	H	生産林 II	5	N	480	1060	(7.00)		(1,419)	(58.1)	4.8	択伐	天然更新	在来樹種				
	12	F	F	生産林 I	2	NW	460	520	(0.25)		(56)	(4.9)	8.7	皆伐	人工更新	ユーカリ				
	13	P	P		1	NW	460	480		3.36										
	14	L	L		1	NW	460	460		0.64										
	15	F	F	生産林 I	2	NW	460	500	(1.05)					皆伐	人工更新	ラジタマツ主体	在来樹種との列状混交植栽			
	16	P	P		1	NW	460	460		1.44										
	17	F	F	生産林 I	2	NW	460	460	(2.45)		(903)	(48.8)	5.4	皆伐	人工更新	ユーカリ主体	在来樹種との列状混交植栽			
	18	P	P		1	NW	460	500		5.43										
	19	G	G		2	NW	580	620		7.51										
	20	G	G		3	NW	600	640		3.20										
	21	F	F	生産林 I	4	W	580	640	(0.15)		(41)	(3.6)	8.7	皆伐	人工更新	ラジタマツ				
	22	H	H	生産林 II	5	NW	760	1060	12.70		1,397	64.5	4.6	択伐	天然更新	在来樹種				
	23	1	H	生産林 I	3	N	560	700	(0.65)		(86)	(3.3)	3.8	皆伐	人工更新	在来樹種主体	ラジアタマツとの列状混交植栽			
	2	H	H	生産林 II	5	NW	470	800	(2.90)		(382)	(14.7)	3.8	択伐	天然更新	在来樹種				
計									(22.10)	61.69										
									431.23											

(注) 1. 森林区分は採集林分を想定して記入。
 2. 傾斜区分は剪刈により記入。
 3. 面積欄、林況欄の()番きは保護林 I (河川沿い森林またはその見込み地) に該当する部分で、外番き。

図 3.6.1 森林施業計画簿 (北モデルエリア 41林班) (つづき)

林班	小班	支番	土着用植生	森林区分	地		形		類型区分	面積 (ha)		林況			作業方法		備考			
					傾斜区分	方位	標高 (m)	最低		最高	森林	非森林	更新年	総材積 (m ³)	盛産量 (m ³)	盛産率 (%)		伐採方法	更新方法	更新樹種
2	1	P		1	NW	480	500			0.48										
	2	C		1	NW	460	480			2.72										
	3	P		1	NW	460	460			0.80										
	4	P		1	NW	480	480			1.36										
	5	G		1	N	480	520			3.12										
	6	C		1	N	500	520			1.28										
	7	C		1	N	480	540			3.52										
	8	1	G	2	NW	650	780			19.68										
	8	2	G	4	N	480	780			(0.50) 9.56					人工更新	在来樹種	草地→森林化 将来生産林II (択伐I)			
	8	3	G	2	N	460	600			24.32										
	9	H	生産林I	2	W	480	580	皆伐II-1		(0.20) 6.20		(22) 682	(1.0) 31.5	4.6	人工更新	ラリラマツ 主体	在来種との列状混交植栽、将来皆伐I-1			
	10	G		1	W	580	840			55.84										
	11	F	生産林I	5	SW	520	760	皆伐I-2		(3.50) 7.62		(155) 781	(59.2) 298.4	38.9	人工更新	ラリラマツ 主体	在来種との列状混交植栽			
	12	C		1	NW	600	620			0.96										
	13	P		1	NW	620	620			0.32										

(注) 1. 森林区分は将来林分を想定して記入。
2. 盛産率は傾斜区分により記入。
3. 面積欄、林況欄の() 書きは保護林I (河川沿い森林またはその見込み地) に該当する部分で、外書き。

図 3.6.2 森林施業計画簿 (南モデルエリア 2 林班)

林班	小班	支番	立木期	植生	森林区分	地形		類型区分	面積 (ha)		林相区分	更新年	林況			作業方法		備考	
						方位	傾斜区分		森林	非森林			総材積 (m ³)	産量 (m ³)	産率 (%)	伐採方法	更新方法		更新
2	14		G			1	NW	600	620		1.76								
	15		C			1	W	560	600		1.44								
	16		P			2	NW	580	620		2.56								
	17		C			1	NW	620	700		8.00								
	18		P			1	NW	700	700		0.48								
	19		C			1	W	660	700		4.48								
	20		P			1	W	700	700		0.48								
	21		Vb			3	W	660	820	7.20							人工更新	在来樹種主体	人工林化、在来生産林 I (皆伐 II-I)
	22		H		生産林 I	1	W	780	840	2.72				454	21.7	4.8	皆伐	人工更新	在来樹種主体
	23		H		生産林 I	1	W	840	880	3.68				445	18.7	4.2	皆伐	天然更新	在来樹種主体
	24		F		生産林 I	3	W	680	780	7.84				779	297.6	38.2	皆伐	人工更新	在来樹種主体
	25		H		生産林 II	5	NW	680	720	(1.60)				(216)	(1.9)	0.9	択伐	天然更新	在来樹種主体
	26		F		生産林 I	2	N	680	760	(3.30)				(294)	(52.0)	17.7	皆伐	人工更新	在来樹種主体
	27		C			1	NE	740	760		11.84								
	28		H		生産林 I	2	NW	740	760	(2.50)				(52)	(2.0)	3.2	皆伐	人工更新	在来樹種主体

(注) 1. 森林区分は、森林区分を決定して記入。
 2. 傾斜区分は、傾斜区分を決定して記入。
 3. 面積、材積、産量は、保産林 I (河川沿い森林またはその見込み地) に該当する部分で、外書き。

図 3.6.2 森林施業計画簿 (南モデルエリア 2 林班) (つづき)

林班	小班	土地利用・植生	森林区分	地		形	型区分	面積 (ha)		更新年	林相区分	林況				作業方法		備考	
				傾斜区分	方位			森林	非森林			総材積 (m³)	成木量 (m³)	成木率 (%)	伐採方法	更新方法	更新樹種		
																			標高 (m)
2	29	G		1	SW	740	920		135.04										
	30	D	生産林 I	3	SW	840	1000	88.32							人工更新	在来樹種		人工林化、将来生産林 I (皆伐 II-1)	
	30	D	生産林 II	4	SW	1000	1150	11.68							人工更新	在来樹種		人工林化、将来生産林 II (択伐 I)	
	30	D	生産林 I	3	SW	1000	1400	91.16							人工更新	在来樹種		人工林化、将来生産林 I (皆伐 II-2)	
	30	D	生産林 II	4	SW	1000	1500	(2.00) 101.68							人工更新	在来樹種 主体		人工林化、将来生産林 II (択伐 I)	
	30	D	生産林 I	3	SW	860	1040	13.16							人工更新	在来樹種		人工林化、将来生産林 I (皆伐 II-1)	
	31	F	生産林 I	1	SW	760	820	3.36			F	347	61.4	17.6	皆伐	皆伐			
	32	Vb	生産林 I	1	W	760	760	(0.70) 1.86							人工更新	皆伐		人工林化、将来生産林 I (皆伐 I-1)	
	33	P		1	NE	760	760		0.80										
	34	P		1	SW	760	760		2.56										
	35	H	生産林 I	1	W	760	800	(1.50) 5.22			H r R	(77) 269	(7.7) 26.9	10.0	皆伐	皆伐		将来皆伐 I-1	
	36	C		2	SW	760	820		7.20										
	37	F	生産林 I	3	SW	780	940	(2.00) 17.68			F	(234) 2,069	(41.4) 366.2	17.6	皆伐	皆伐		在来種との列状混交植栽	
	38	F	生産林 I	2	SW	860	900	(0.60) 1.96			F	(22) 72	(8.4) 27.5	38.2	皆伐	皆伐			
	39	H	生産林 II	4	SW	900	1220	(1.80) 9.72			H c	(35) 188	(-) 1.7	0.9	択伐	天然更新			

(注) 1. 森林区分は将来林分を想定して記入。
2. 森林区分は傾斜に依り記入。
3. 面積欄、林況欄の()書きは保護林 I (河川沿い森林またはその見込み地)に該当する部分で、外書き。

図 3.6.2 森林施業計画簿 (南モデルエリア 2 林班) (つつぎ)