NO. 30

パプアニューギニア国クロムウェル林業開発基礎二次調査報告書

昭和59年12月

国際協力事業団
林業水産開発協力部

林開投
[redacted]
84-44

パプアニューギニア国クロムウェル林業開発基礎二次調査報告書
昭和59年12月

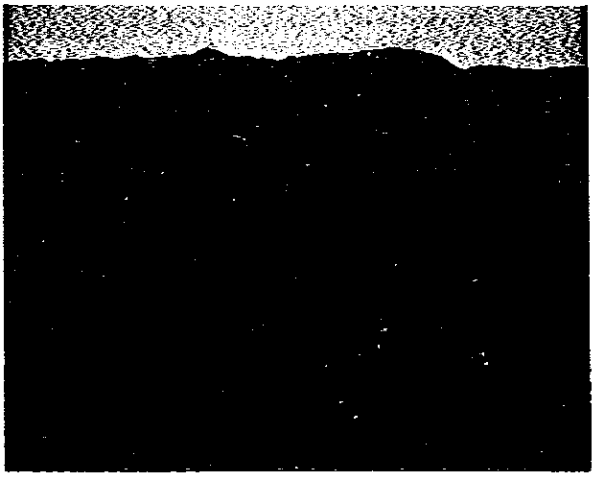
JICA LIBRARY
1029186[2]

パプアニューギニア国クロムウェル
林業開発基礎二次調査報告書

昭和59年12月

国際協力事業団
林業水産開発協力部

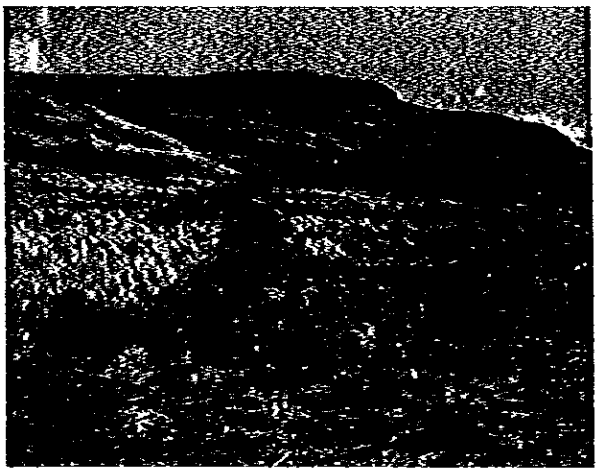
国際協力事業団	
受入月日 '85. 3. 11	206
	88
登録No. 11110	FDF



林区内林相（標高1,800～2,000m）

標本木直径調査（Dacrydium）

Moss Forest



Access Road 予定地（標高300～400m）

Camp 用宿舎（Zakubep）

港湾予定地（Blucher Point）

はしがき

パプア・ニューギニア国においては，国土のうち3分の1に相当する1,500万ヘクタールが伐採可能林区であり，その森林資源は貴重な外貨獲得のための資源として重要な地位を占めている。この有用天然資源を有効に活用するため，同国は木材の主要輸出先である我が国からの主として民間企業を通した技術的・資金的協力を期待している。また，我が国の木材輸入先の多角化，資源の安定的確保を図る観点から同国における森林開発に強い関心を示している。

このような背景のもとで，当事業団は昭和59年3月にモロベ州クロムウェル地区の森林開発の可能性を検討するため基礎一次調査を実施した。さらに本調査では，基礎一次調査の結果を踏まえ，同地区森林開発事業の企業化の可能性を技術的及び経済的観点から詳細に検討した。

本報告書は，この調査結果をとりまとめたものであり，同地区において我が国民間企業が森林開発を検討されるにあたって有効に活用されることを願うものである。

最後に本調査の遂行にあたり，絶大な支援と協力をいただいたパプア・ニューギニア国政府，モロベ州政府及び我が国関係機関の各位に対し心から感謝の意を表するものである。

昭和59年12月

国際協力事業団
林業水産開発協力部長
渡辺　桂

目　　次

Ⅰ　まえがき …… 1

1.　調査の目的 …… 1

2.　調査団の構成 …… 3

3.　調査の日程 …… 3

Ⅱ　調査結果 …… 7

1.　調査結果の要約 …… 7

2.　調査地の現況 …… 14

2－1　自然条件 …… 14

(1)　位　　置 …… 14

(2)　気　　候 …… 17

(3)　地　　形 …… 18

(4)　土　　壌 …… 21

(5)　地　　質 …… 27

(6)　下層植生 …… 27

2－2　社会経済条件 …… 29

(1)　人　　口 …… 29

(2)　集　　落 …… 30

(3)　クロムウエル周辺の労働力 …… 33

(4)　土地所有および開発に関する意識 …… 34

3.　森林資源 …… 35

3－1　現地調査 …… 35

(1)　調査地点の設定と調査方法 …… 35

(2)　調査班の編成 …… 35

3－2　森林局蓄積調査資料の評価 …… 38

3－3　森林局蓄積調査の分析 …… 39

3－4　林相と資源 …… 46

3－5　材質特性 …… 52

3－6　伐採可能量の推定 …… 54

4.　森林開発の基本構想 …… 56

4－1　開発事業計画 …… 56

(1)　概　　況 …… 56

(2) 実行体制，組織 …… 56
(3) 事業施設計画 …… 58
(4) 原木，製材品の生産計画 …… 61
(5) 伐木集運材計画とコスト …… 61
(6) 販売計画，マーケティング …… 66
4－2 関連インフラ施設整備計画 …… 68
4－3 機材施設の維持管理 …… 69
4－4 伐採跡地利用計画 …… 70
(1) 人工造林 …… 70
(2) 農　業 …… 71
5. 林道港湾施設建設計画 …… 72
5－1 道路計画 …… 72
(1) 地　勢 …… 72
(2) 路線選定 …… 72
(3) 路線位置及び延長 …… 73
(4) 道路の構造，規格 …… 73
(5) 仕　様 …… 78
(6) 採石事業 …… 80
(7) 用地接収 …… 81
(8) 労働者の雇用 …… 81
(9) 道路の維持管理 …… 82
(10) 施工計画（工期） …… 82
(11) 工事積算 …… 84
5－2 港湾計画 …… 84
(1) 港湾位置 …… 84
(2) 構　造 …… 87
(3) 仕　様 …… 87
(4) 施工計画 …… 88
(5) 工　費 …… 89
5－3 水力発電 …… 90
6. 生産及び販売原価と収支関係諸表 …… 92
6－1 生産及び販売原価 …… 92
6－2 収支関係諸表 …… 92
7. 財務，経済分析 …… 106

7－1　評価基準及び価格評価 …… 106
7－2　財務分析 …… 106
7－3　経済分析 …… 109
Ⅷ　結　　論 …… 111

付　　表（道路，港湾工事金額算定書）…… 113

I. まえがき

1. 調査の目的

豊島林業株式会社では，かねてからパプアニューギニア国モロベ州クロムウエル地区の森林開発事業を計画し，数次にわたる現地調査を実施し企業化の可能性を検討してきた。その結果，事業対象林分が標高1,900 m以上におよぶ高地に存し，かつ，本対象地に至る道路は全くなく，森林開発に先立って必要となる各種インフラの整備に多額の先行投資を要すること，森林資源の蓄積，有用樹種と量が十分把握できないこと等から，結論を下すに至らず，同社としては本件事業の可能性調査を国際協力事業団に要請してきた。

この要請を受けて，関係省庁等との協議の上で，昭和59年3月20日から31日までの12日間，とりあえず「クロムウエル林業開発基礎一次調査団」を派遣し，既存の調査資料等の整理分析，対象地区の現地踏査を行い，本開発事業に関する大略の企業化可能性について検討が行われた。

基礎一次調査の結論としては，対象地区の森林資源は豊富で，針葉樹の蓄積も同国の他地域に比べて非常に多い。また，この森林の開発によって，内陸部と海岸を結ぶ道路ができることになれば，この地域の住民に対する社会的，経済的効果も大きいと見られた。

しかしながら一方において，この地区の森林開発が企業的に成立するか否かについて，最終的結論を見出すためには，次のような事項について，さらに詳細な調査検討を進める必要があると判断された。

(1) 森林資源に関すること

① 開発対象となり得る面積及び蓄積

② 有用樹種とその材積

(2) 道路作設に関すること

① 海岸より林区に至る到達林道の合理的な路線及び工法の検討

② 採石地点及び採石方法の検討

③ 施工期に関する検討

④ 到達林道及び林区内林道，作業道の作設コストの検討

(3) 伐出に関すること

① 林区内の地形，地床条件及び林況に適合した作業仕組みの検討

② 林区内での作業道作設コスト，地床条件，集材コストなど総合的見地から勘案した路網密度，集材距離及び収穫可能範囲の検討

③ 生産コストの算定

(4) 港湾施設に関すること

① 港湾予定地の検討

第1次調査では，Blucher Point 付近が候補地として上げられているが，この地点を含めたより詳細な調査。

② 立地条件に即した木材の船積み方法，港湾施設の整備及びこれに要する経費の積算。

(5) 生産材の加工に関すること

生産材積及び加工度等に適合する工場規模の検討，必要機器，付帯施設等工場運営施設の検討及び所要経費の積算

(6) 貯木場施設に関すること

貯木場の位置，面積及び諸施設等の検討

(7) その他事業実行に必要な諸施設に関すること

製材工場，事務所，各種宿舎等に必要な動力源の確保，各種車両，機械施設の維持管理に必要なワークショップの規模及び必要機器の検討

(8) 各種インフラの整備に関すること

学校，教会，通信施設，水道等の整備と所要経費の検討

(9) 伐採跡地の利用に関すること

森林開発に伴う環境保持の問題を含め，伐採跡地の利用及び対策

(10) 森林開発に関わる現地住民の意識に関すること

Cromwell 地区の森林開発に関わりをもつ周辺地域住民の実況と，これらの住民の開発に対する認識の実態の把握

(11) 財務，経済分析

以上述べた森林開発に伴う諸経費の積算に加えて，生産された丸太及び加工製品の原価，付加価値を算定して，財務，経済分析を行い，開発事業が企業として成立するか否か検討

かくて今回の第二次調査の目的は，上記各項について所要の調査を行い，結果の分析によって開発プロジェクトの可能性について具体的に結論を導き出すことである。

2. 調査団の構成

団　長	手　東　平三郎	林政総合調査研究所理事長
協力企画	小　椋　好　弘	林野庁林政部林産課課長補佐
業務調整	相　葉　　学	国際協力事業団林業水産開発協力部林業投融資課
伐採搬出	頭　山　　得	海外林業コンサルタンツ協会常任技術者
事業計画	鳥　居　主　計	同　上
森林調査	河　井　義　行	同　上　嘱　託
林道,港湾	山　本　幸二郎	同　上　嘱　託
財務,経済分析	小　池　浩一郎	同　上　嘱　託

3. 調査日程

別紙のとおり

調査日程

日順	月日	曜日	行程	内容 調査活動	内容 宿泊地	内容 調査活動	内容 宿泊地
1	9/17	月	東京 —CX501— 香港	（手束，小柳，相葉，頭山）		（鳥居，河井，山本，小池）	
2	9/18	火	—PX 032— ポートモレスビー	日本大使館，森林局と打合せ	ポートモレスビー	（移動） ポートモレスビー → ラエ	ラエ
3	9/19	水	ポートモレスビー —PX100— ラエ	（手束，小柳，相模，頭山，小池） モロベ州政府と打合せ，調査計画，方針打合せ	ラエ	（鳥居，河井，山本） ヘリコプターによる現地概況及び林区キャンプ予定地調査，調査計画，及び方針打合せ	ラエ
4	9/20	木	ラエ —自動車— プロロ	（全員） プロロ Forest Research Center視察，資料収集	プロロ		
5	9/21	金	プロロ —自動車— ラエ	（全員） プロロ P.N.G Forest Products 工場及び伐採現場視察	ラエ		
6	9/22	土	ラエ —PX258— マダン	（全員） JANT PTY社造林地，伐採地視察	マダン		
7	9/23	日	マダン —PX129— ラエ	JANT社にて聞きとり調査，調査方針打合せ	ラエ		
8	9/24	月	ラエ —チャーター航空機— シアルム —車— カノミ	（全員） シアルム付近の港湾建設可能性調査 （手束，小柳，頭山，鳥居） プルッチャーポイントの港湾予定地の調査	カノミ	（山本，相葉，河井，小池） 水力発電のための水源地調査	カノミ
9	9/25	火	自動車及び徒歩	（手束，河井，小池） 水源地調査	カノミ	（頭山，山本，鳥居） プルッチャーポイントの林道取付口付近から標高400 mまでの道路予定地調査	カノミ
10	9/26	水	カノミ —ヘリコプター— グラップ —第1キャンプ—	（手束，小池，相葉）（小柳，頭山，山本） グラップにおいて住民意識調査，グラップから林区までの林道予定地調査	グラップ	（鳥居，河井） 第1キャンプ付近の土壌及び周辺調査	第1キャンプ
11	9/27	木	グラップ —徒歩— ガー	（手束，相模，小池）（小柳，頭山，山本） ガーにおいて住民意識調査，グラップかなガー間の林道予定地調査	ガー	（鳥居，河井） 森林資源及び林地内調査	第1キャンプ
12	9/28	金	ガー —ヘリ及び徒歩— カノミ	（手束，頭山，小池） ヘリコプターでカノミに移動，港湾水深調査，予定地測量 （小柳，相葉，山本） ガーからプルッチャーポイントに至る林道調査	カノミ	（鳥居，河井） 森林資源及び林地内調査	第1キャンプ
13	9/29	土		カノミ付近の住民意識調査	カノミ	（鳥居，河井） 採集，標本の整理	第1キャンプ
14	9/30	日		（山本）（頭山） 海岸，コーラル段丘の林道路線予定地調査，調査計画の再検討，現在までの調査結果の検討と見通しについて打合せ （手束，小柳，頭山，山本，相葉，小池）	カノミ	（鳥居，河井） 採集，標本の整理，待期	第1キャンプ

日順	月日	曜日	行程	内容 調査活動	宿泊地	調査活動	宿泊地	調査活動	宿泊地
15	10/1	月		（手束，小柳，相葉，小池） カノミ $\xrightarrow{\text{定期便}}$ ラエ，州政府訪問 （小池）	ラエ	（頭山，山本） プルッチャーポイント港湾予定地調査及び測量 （頭山，河井）		（鳥居，河井） 第1キャンプ $\xrightarrow{\text{ヘリ}}$ カノミ移動 （鳥居，山本）	カノミ
16	10/2	火		モロベ州政府リサーチオフィスで資料収集 （手束，小柳，相葉） ラエ→ポートモレスビー（移動） （手束，小柳，相葉）	ラエ ポートモレスビー	カノミ $\xrightarrow{\text{ヘリ}}$ 第2キャンプ（ザクベック），林内概況調査	第2キャンプ（ザクベック）	カノミ $\xrightarrow{\text{ヘリコプター}}$ ゲラップ 林道予定地調査	ゲラップ
17	10/3	水		森林局，大使館訪問 （手束，小柳）モレスビー→香港 小池 資料収集（ラエ），相葉（モレスビー） （相葉）	香港	（頭山）（河井） 林況及び地況調査，資源調査	第2キャンプ	（鳥居，山本） ギャラップ $\xrightarrow{\text{徒歩}}$ ガー 林道調査（モデル設計）	ガー
18	10/4	木		ポートモレスビー→ラエ（移動） （手束，小柳）香港→東京（移動） （相葉，小池）	ラエ	（頭山） 標高2,200m付近の林況，地形調査 （河井）森林資源調査 （頭山）（河井）	第2キャンプ	（鳥居，山本） 林道調査（モデル設計）	ガー
19	10/5	金		ラエ $\xrightarrow{\text{定期便}}$ シウエア 住民意識調査 （相葉，小池）	シウエア	林況，地形調査，森林資源調査 （頭山，河井）	第2キャンプ	（鳥居，山本） 林道調査 （鳥居，山本）	ガー
20	10/6	土		シウエア→インダーゲン（移動） ヘリコプター 住民意識調査 （相葉，小池）	インダーゲン	第2キャンプ（ザグベック） $\xrightarrow{\text{ヘリコプター}}$ カノミ（移動） （鳥井，山本）	カノミ	ガー $\xrightarrow{\text{徒歩}}$ カノミ 林道調査 （河井）（頭山，鳥居，河井，山本）	カノミ
21	10/7	日		待期	インダーゲン	プルッチャーポイント港湾水深調査準備 （鳥居，河井，山本）		標本整理，調査打合せ （頭山）	
22	10/8	月		（相葉，小池） インダーゲン $\xrightarrow{\text{ヘリコプター}}$ カミノ（移動） シアルムSub District Officeで資料集収 （相葉，小池）	カノミ	カノミ $\xrightarrow{\text{ヘリコプター}}$ 第3キャンプ 林内調査，林道調査	第3キャンプ	連絡，調整	カノミ
23	10/9	火		カノミ→シアルム $\xrightarrow{\text{定期便}}$ ラエ（移動） （相葉，小池）	ラエ	資源調査，林内調査，林道調査 （鳥居，河井，山本）	第3キャンプ	（頭山，鳥居，河井，山本）	
24	10/10	水		ラエ $\xrightarrow{\text{ヘリコプター}}$ Tumipong住民意識調査 （相葉，小池）		第3キャンプ $\xrightarrow{\text{ヘリコプター}}$ カノミ（移動） （頭山，鳥居，河井，山本）	カノミ	プルッチャーポイント港湾の水深調査 （頭山，鳥居，山本）	カノミ
25	10/11	木		Tumipong $\xrightarrow{\text{ヘリコプター}}$ カノミ移動		カノミ $\xrightarrow{\text{ヘリ}}$ 林地 $\xrightarrow{\text{ヘリ}}$ カノミ ヘリによる林地及び林道予定地調査	カノミ	カノミ $\xrightarrow{\text{ヘリ}}$ エンザン $\xrightarrow{\text{車}}$ カノミ フインシハーヘン，ピンズウ間林道視察	カノミ
26	10/12	金	カノミ $\xrightarrow{\text{車}}$ シアルム $\xrightarrow{\text{チャーター便}}$ ラエ	全員移動	ラエ				
27	10/13	土		資料収集，調査団内打合せ	ラエ				
28	10/14	日		資料収集，整理	ラエ				

日順	月日	曜日	行程	内容		
				調査活動	宿泊地	
29	10/15	月	クエー → ポートモレスビー	（畑山，河井，相澤） 州政府訪問報告 Botanical Garden視察	ポートモレスビー	
30	10/16	火		（畑山，河井，相澤） 森林局訪問，JICA打合せ	ポートモレスビー	資料収集（National Mapping Bureau, Geological Survery Dept） National Weather Service, etc.
31	10/17	水	ポートモレスビー $\xrightarrow{PX033}$ 香港	大使館へ報告，移動	香港	
32	10/18	木	香港 $\xrightarrow{CX-50A}$ 東京	移動	香港	

Ⅱ. 調 査 結 果

1. 調査結果の要約

（林区の概況）

クロムウエル林業開発の特色は，標高1,900 mから3,200 mに及ぶ高地性熱帯降雨林を森林資源として開発するという点にある。この立地条件の特色が，開発の基本的な諸因子に多大な影響を与えている。

Cromwell 林区はMorobe 州Huon半島のほぼ中央部に位置し，同半島北東部のBlucher Pointの海岸から僅か直距離10 kmで標高1,900 mのこの林区入口に達する。林区内の気候は高地によくみられる現象として変化が激しく不安定である。気象データは無いので詳細は判然としないが，近傍の集落における気象資料から雨量は年間3,000 mm程度と推定される。Huon半島一帯は6月から9月頃までが乾期，12月から3月頃までが雨期，4，5及び10，11月がmixed season，つまり中間期といわれているが，林区内の季節変化は，それほど規則的ではないようである。今回の調査で，林区外は乾いており，斜面の集落では天水槽が枯渇していたが，早朝は好天でも日が上るにつれて雲霧が発生して雨になった。要するに乾期と雨期の確然とした変化が少なく，程度の差はあっても年間を通じて降雨があり，そのため湿度が高いものと見られる。いわゆるMoss Forestはこのような条件下で形成されているのであろう。

このように林区内の湿度が年間を通じて高いことは，雨期における第一次調査と比べ乾期における今回の調査で確認されたことであるが，これは当林区の開発可能性に大きく関わる要因となる。

林区内の土壌は，火山灰堆積物による粘性に富んだ褐色土壌が多く分布している。

（資　源）

森林資源調査は1975年P.N.G森林局が行った調査方法と同一方法で，同局が調査した箇所の近傍を含めて行った。今回の調査結果と森林局の資料を分析比較したところ，両者の間に大きな差異はないと認められた。

林相区分は森林局の蓄積量資料の分析と地形図及び現地調査の補足を加えて行った。

林区をおおむね林相及び地形によって9ブロックに区分し資源表を作成した。調査対象木は胸高径50 cm以上としたが，調査結果ではha当たり立木蓄積の最も多いブロックは林区東側のⅠ地区で160 m³/ha，最も少ないブロックはGrasslandが多く散在する西側のⅧ地区で45 m³/haとなっている。

樹種については Ⅰ地区は Podocarpus 優勢の地帯である。中央高地周辺のⅤ，Ⅵ地区は針葉樹が多くha当たり蓄積も多い。また，Ⅰ，Ⅱ地区は特に樹種が多いことが特長的である。

次に森林資源の利用可能面積は 36,400 ha，推定利用材積は径級 50 cm以上で 2,065 千㎥，針葉樹率は 36 %で資源量としては開発対象として十分な材積である。

利用面積は，林区内のGrasslandやGrassland 周辺の稚幼樹林地帯は除外し，トラクタによる集材作業を前提として可能な範囲を推定した。幹線林道は地形，気候等の条件から，おおむね稜線あるいは稜線に近い山腹沿いに開設され，この林道を基幹として多くの作業道が魚骨状に作設されることになる。この場合，沢及び沢沿いの低地や急峻地は作業道の作設も困難になり，トラクタの集材功程も低下して著しくコスト高になることが予想されるので，これらの事情を勘案してトラクタの集材可能範囲とし，そのような観点から利用可能範囲を線引した。

なお，当林区から産出する樹種の中，一部は既に我が国でも使用され評価を得ているものもあるが，多くは未利用樹種であり，今後どのような用途に適合するか不明であり，本プロジェクト実行に伴い，これら未利用樹種の利用開発に努める必要がある。

（道路及び港湾施設等）

港湾より林区入口に至る到達林道は，第一次調査ではその延長は 26.2 kmとなっていた。この場合，平均勾配は 7 %を超え，大型運材トラックなどの走行の安全性に不安が残るので，さらに詳細に調査した。今回の調査ではヘアピンカーブや工法上特に問題になりそうな地点を極力避けた結果，路線延長は 33 kmとなり，平均勾配も 5.7 %程度に緩和された。一方工費についてはモデル設計などによる精査により土工の配分を定めた結果，m当たり単価は第一次調査案の 178 Kina（ 48,000円）より可成り低減し約 108 Kina（29,700円)となった。なお，第一次調査において想定した第3工区の軟弱地盤に対する特殊工法はあえてとらなくとも，施工時期や路盤工の工夫によってしのげると判断されたので，この点でも工費見積りが低下した。

到達林道の工期は 3 年とし工費総額は約 356 万 9 千Kina（ 9 億 6 千 3 百 60 万円）となる。なお，港湾の位置の関係からKaiva川河口付近に小規模な橋梁を架設する必要があり，工費にはこの経費 11,115 Kina（ 300 万円）が含まれている。

以上の到達林道の他に第 4 工区の林区内林道 53 km，林区の西端より Indagen に達する林区外林道の 8 km及び林区内より林区の東南の Siwea に至る 8 km計 69 kmを開設する。この林道の平均作設単価は約 64.9 Kina（ 17,500 円）である。この結果林道の総延長は 102 kmとなり，これに要する経費は約 799 万 3 千Kina（ 21 億 5 千 8 百 15 万円）となる。つまりCromwell 地域の開発に直接必要となる林区内林道は Siwea に通ずる連絡林道を含めても，林道総延長の約 60 %に当たる 61 km，経費では約 48 %の 384 万 5800 Kina（ 10 億 3 千 8 百万円）で，他の 52 %は林区外の到達林道や Indagen に通ずる連絡道路のために費やされる。しかも到達林道が完成するまでの 4 カ年間（準備期間 1 年を含む）は伐採に着手できず，初期投資のみに多額の経費を必要とすることとなる。

なお，路盤材は林区入口と林区中央付近の 2 カ所に硬質の Limestone が岩塊状に露出しており，これを爆砕しクラッシャー等により粉砕使用することとしている。所要量は作業道を含め

て年間約10万7千㎥を必要とするが，おおむねこの2カ所で確保できるものと判断される。

（港湾その他）

港湾についてはSialum付近のサンゴ礁に囲まれた入江とBlucher Pointの Kaiva川河口付近の2カ所について検討したが，前者は6～7千トン級の大型船舶の入港は困難と判断されたのでKaiva川河口付近を中心に調査を行った。

港湾予定地付近の水深，地形，地質，気象及び後背地の情況等を調査した結果Kaiva川河口南東500 m付近を港湾の施設建設地に選定した。

大型船舶を接岸させて船積みするには，莫大な工事費を要することから，バージとタグボートによる沖積みによることとし，岩壁の構造は鋼矢板式とすることとした。

施工時期は出材開始期との関係から第4年次後半からとし，工費は約25万Kina（6千7百53万円）を積算した。なお，荷役設備としては，バージ，タグボート及び係留浮標など53万4千Kina（1億4千4百18万円）を要する。

港湾付近に建設される製材工場，修理工場，事務所その他事業施設に供給する電源としてKanomi の南1.5 kmの国道より300 m西方の湧水を利用する水力発電所の建設を検討した。調査の結果水量も豊富で立地条件も適当と考えられたが，750 kWの発電所の建設費に約87万Kina（2億3千5百万円）を要し，資本の負担が一層増大するので断念せざるを得ず，火力発電によることとした。火力発電によれば，250 kWの発電機2基，50 kW 1基計550 kWの規模として建設費は配線工事費を含めて，16万5千Kina（4千4百45万円）と水力発電設備の1/5以下で済む。

（伐出作業）

伐出作業は事業の許可承認後の第5年次より開始される。素材生産量は第5年次には2万5千㎥，第6年次8万5千㎥と逐次増加し，第7年以降は年間目標の10万㎥に達する。

集材作業はトラクタによることとしているが，林区内は粘性に富んだ膨軟な土質であるのみならず湿度が常時高い等のことから，トラクタ集材路の泥濘化が危惧されるので，集材距離をできるだけ短縮する必要がある。この点について種々検討の結果平均集材距離を200 m以下にすることが妥当であると判断したが，そのため作業道の路網密度はha当たり20 mを必要とする。したがって，年間10万㎥を生産するためには連年40 kmの作業道を作設することとなり，その経費は177万8千Kina（約4億8千万円）に達し，素材生産コストを高める最も大きな要因となった。

（製材工場）

木材加工についてはP.N.G政府の指針によれば，原木伐採量の30％を下らない量の加工が義務づけられている。したがって原木の生産目標を年間10万㎥とすれば，この中3万㎥以上の加工を要する，しかしながら，一般に製材事業の利益率は低く，加うるに道路開設をはじめ多くのインフラの整備に多額の経費を要する等のことから，可能ならば年間15,000㎥程度の加工に止

めたい。

このような事情から本プロジェクトでは，製材工場の規模を年間 15,000 ㎥に見合う施設及び人員構成により計画してある。

製材歩止まりは 43 %を見込み，丸太の挽立て量は第5年次 3,000 ㎥とし以後逐次増産し，第8年次以降は目標の 15,000 ㎥を達成することとしている。

製材工場に要する経費は，建物及び機械設備等 63 万Kina（約1億7千万円）を掲上している。

（その他施設）

上述した各種施設の他整備すべきインフラとして学校，教会，診療所，給水施設，飛行場及び運動場等がある。また，事業施設としては事務所，修理工場，車庫，倉庫，貯木場，油タンク，通信設備，製品置場，従業員宿舎及び来客宿泊所等がある。これら施設の設置場所は主として Blucher Point 付近とし，事業の進捗に伴って逐次整備することとしている。

（労 働 力）

林区内には集落及び人家は全く存在しないが，本プロジェクトに関するセンサスディビジョンは5地区で，その人口は 1980 年の国勢調査によれば 29,683 人となっている。また，この5地区には 117 の集落があり，主に農耕に従事している。

労働力については，第二次，第三次産業の成長率が低いため農村部より都市に流入した労働力は雇用機会が十分でなく，農村部に還流してきていることが認められる。このため集落内に技能労働の経験者がおり，その割合は男子労働年令人口の 10 ～ 20 %と推定される。職種は各種重機のオペレータ，自動車運転手，大工，電気工，機械修理工，水道工，塗装工など幅広い職種にわたっている。しかし，これら労働者の技能水準は熟練工のレベルに達している者は少なく，一定期間これらの作業を経験したことがあるという程度のものが多いようである。

Huon 半島地域には，いくつかの技術学校（ Vocation School ）があり，修了者は雇用不足に困っているようであるから，即座に熟練工としては雇用できないが，一定の教育，訓練を与えることにより技能者として雇用が期待できると思われる。

（伐採跡地の利用等）

林区内の伐採跡地の土地利用については，土壌条件としては，造林及び農耕に適していると考えられるが，当林区はおおむね標高 1,900 m以上の高地にあり，気温は比較的低くて湿度が高く，天候も不安定である。また，林区内における造林や農作物の栽培実績もないことから，今後このような気候条件に適合する植栽樹種や栽培農作物の研究を進める要がある。これらの事情を勘案して当林区の更新は主として天然更新によることとし，小径木及び稚幼樹の保残に努めるとともに，一部試験研究的見地に立って造林を行うことが適当と考える。また林地の耕地化についても同様に慎重に進める必要がある。

（林業開発に関する住民の意識）

Cromwell 周辺の住民は，この地域の開発によって道路が開設されることに大きな期待をかけており，かつ現金収入のある雇用機会の拡大を強く望んでいる。また，この林区に近接している集落の一部の住民には伐採地を耕地として利用できるとして歓迎している向きもある。ところで開発道路については，IndergenからWasuに通ずる道路及びPindiuからPinschhafenに至る道路の開発が目下進められつつあり，それがもし数年後に完成するならば，Indergenから林区を越えて東海岸に至る道路の産業開発や地域交通に占める価値は，それ程大きくないように観察される。したがって，西部の集落を含めて住民が一様に道路の開設を願望するのは，多分に情緒的に賛同する向きがあるようにも思われる。しかしながら，山村地域社会の道路開設への渇望に合理的経済効果のみの視点が対応し難いことは，どこの国でも共通な現象であるからそれは当然であろう。

以上調査結果を要約して説明したが，今回の調査の最終目的である企業化の見通しに関して記述する。

（生産原価）

最初に素材，製材別に一般的に行われている原価算出の手法によって生産原価がどのようになるか算出すると次のようになる。

前提条件として年間素材生産量は10万㎥とし，この中1万5千㎥を製材原料とし現地で加工する。歩止り43％として製材製品は年間6,450㎥となる。

素材生産は伐倒から貯木に至る伐出部門と素材生産に伴う作業道作設及び維持修繕に関かる部門に分け，作業工程別の直接原価を算出する。経費は直接生産に従事する作業者の人件費，燃料費，部品費等の運転経費と，伐出に使用される車両，機械類の償却費とに区分する。作業道は伐採に伴い連年同じ距離が作設されるので，償却資産扱いとはせず運転経費として扱うこととした。

製材原価は上述の素材を加工して製品にするから，製材工場の運転費と償却費に区分して，その加工原価を算出する。なお，発電関連経費は80％が製材工場で消費されるものとして上記経費に含め他はインフラ施設として扱った。

生産された素材及び製材は，生産地点での市場がなく，また消費地に通ずる道路もないので，輸出，国内販売を問わず船積みを必要とする。そのための港湾の施設及び船積費が必要になるが，これも運転経費と償却費に分け，年間の総額を素材と製材の扱い数量案分とする。

林道等各種インフラ及び事業施設費の中製材工場などを除く事務所，宿舎等事業全般に関わる施設の整備に要する経費及び維持管理費は，素材及び製材生産に要する年間経費により，分担諸経費として案分負担することとする。

以上の結果算出された素材の生産原価は，1㎥当たり　52.30 Kina（14,120円）で，製材の単価は196.67 Kina（53,101円）となった。（1 Kina＝270円として換算）（表6－1参照）

素材の生産単価の内訳は，伐出は21.17 Kina（5,714円），作業道18.28 Kina（4,935円），

港湾船積 2.18 Kina（588円），分担諸経費 10.67 Kina（2,882円）となる。伐出単価は伐木，集材，運材及び貯木までの単価の合計であり，部門別に見ると作業道の単価が最も大きな比率を占めており，全体の35％となっている。次いでインフラ及び一般管理費の分担経費で単価の22％弱となっている。

このように作業道に多額の経費を要する事情は，伐出の項で触れたが，林区内の土壌及び特異な気候条件によるもので，企業化の成否を分かつ重要な問題点となった。

上記の単価に販売費を加えると販売原価が算出される。販売費は輸出税，Royalty 及び仲仕扱料等からなる。輸出税は F.O.B 価格の10％，Royalty その他を 4 Kina と見込む。F.O.B 価格は日本の国内価格から逆算して広葉樹素材の㎥当たり価格を 55 Kina，針葉樹素材 75 Kina が適当と考えられる。したがって 1 ㎥当たり販売経費は広葉樹素材で 9.5 Kina，針葉樹では 11.5 Kina となる。また製材については輸出税は免除されるので販売経費は歩止りの関係から Royalty 7.67 Kina その他 0.7 Kina の計 8.37 Kina となる。以上を加算すると販売原価は L 素材では㎥当たり 61.80 Kina（16,685円），N 素材では 63.80 Kina（17,225円），製材原価では 212.04 Kina（57,251円）となる。また，製材の F O B 価格は L.165 Kina/㎥，N.225 Kina/㎥と見込まれる。

前述の販売原価と販売価格から L 素材では㎥当たり 6.80 Kina（1,836円）の赤字となる。N 素材については現行では輸出は認められていないが，仮に認められたとすれば 11.2 Kina（3,024円）の黒字となる。製材で L は㎥当たり 47.04 Kina（12,701円）の赤字，N では 12.96 Kina（3,499円）の利益となる。

上記の方法により算出された原価は，原価の構成を検討するには都合が良いが，次のような問題点がある。すなわち，①原価に借入金利が含まれていない。②伐出単価の中運材単価は運材距離の長大化に伴って上記の算出単価では不足となる。③林道及び港湾施設の償却費を30年として算出しているが，稍長期に過ぎて事業的に見て適合しないなどである。このような欠点を補うために，幹線林道が完成する第16年次までの支出累計額と収入累計額を対比することによって損益を検討すると次のとおりとなる。

（第16年次までの累計収支）

前提条件として，金利は年次毎に現金収支が赤字になった額に対し年利9％で借入れるものとする。また，素材及び製材の販売価格は前項に計上した価格による。

まず，L 素材と N 製材の全量を輸出し，N 素材の製材残を国内販売した場合では，累計支出額 1億281万2千 Kina に対し収入は 6千855万 Kina となり，3千426万2千 Kina の赤字となる。（表6－3参照）

次に販売価格が上記価格の30％上昇した場合について積算して見たが，なお累計赤字は 471万7千 Kina となり採算がとれない。

さらに N 素材の輸出を認められた場合も想定して試算してみたが，赤字額は減少はするが利益

を見るに至らない。しかしながら，金利を年利5％の低利で借入れられるものとし，材価が30％上昇した場合には，N素材が輸出できない場合は41万1千Kinaの赤字となるが，N素材が輸出できる場合は101万5千Kina（2億7405万円）の利益に転ずる。

以上は一般的に用いられる財務分析の手法によらないで収支を試算した結果であるが，これを財務分析の手法により算出すれば次のとおりである。

（財務，経済分析）

財務分析においては，予め金利を見込まず天候その他事業に伴う危険負担として，林道開設，製材事業，伐採搬出経費の10％を予備費として見込んでいる。

財務分析の結果によれば，販売単価を前述のL素材55 Kina，N素材60.5 Kina，L製材165 Kina，N製材225 Kinaとして算出した場合は正の収益率は導き得なかった。そこで前項で試算した場合と同様に価格変動によって材価が30％上昇した場合について計算するとL丸太とN製材を輸出し，N丸太を国内需用向けとした場合は正の収益率は得られず，N丸太も全量輸出した場合は内部収益率（FIRR）は4.6％となる。この収益の中から金利を支出することになるので，金利が極めて低利でない限り企業の遂行は甚だ厳しいと言わざるを得ない。

次に本プロジェクトの遂行により周辺住民の福祉水準の変化を含めた総合的な経済分析の結果は，L丸太とN製材を輸出する場合で，材価が30％上昇した場合はEIRRは7.6％，またL，N丸太ともに輸出可能で材価30％上昇の場合は10.8％となる。

以上企業として成立するか否かに関して，財務，経済分析の結果を要約説明した。もとより，期間を限られた調査精度には限界があるが，結論として言えることは，冒頭にも述べたとおり，開発地域の立地条件から初期投資に多額の経費を要し，かつ道路の開設と同時併行して伐出が行えないこと，さらに事業開始後も作業道の作設に多額の経費を要することなどから，現在の木材価格水準のもとでの企業の遂行は困難であるということである。

しかしながら，木材価格は極めて流動的で，現在価格の30％程度の上昇も将来に起こらないとは限らない。また，協力国側での低利融資制度をより大幅に活用することを考慮すれば，本プロジェクトの将来に亘っての有望性が否定されるものとは言えないであろう。

2　調査地の現況

2－1　自然条件

(1) 位　　置

Cromwell 林区はNew Guinea本島北東部のMorobe州にあり，Huon 半島のほぼ中央に位置する。境界線の北限と西限は急崖地形で，南限はMongi 川，東限は，Mongi 川沿いのGemahengより北に向うSiweaまでの人道（Walking Track）と更に北に向う人道及びそれに連らなる内外の林相界で形成されている（図－1）。主な河川は南限を形成するMongi 川及び，北限の急崖地形に切れ込むように流れているDallman川である。

同州の州都Laeから林区中央の高地まで，直線距離にして75kmで，周辺の主な村落には南にPindiu，東南にSiwea，東北にSialum，西にIudagenがある。林区中央部でおよそ南緯6°15′東経147°30にあり東西約40km，南北約25kmの広がりをもつ。

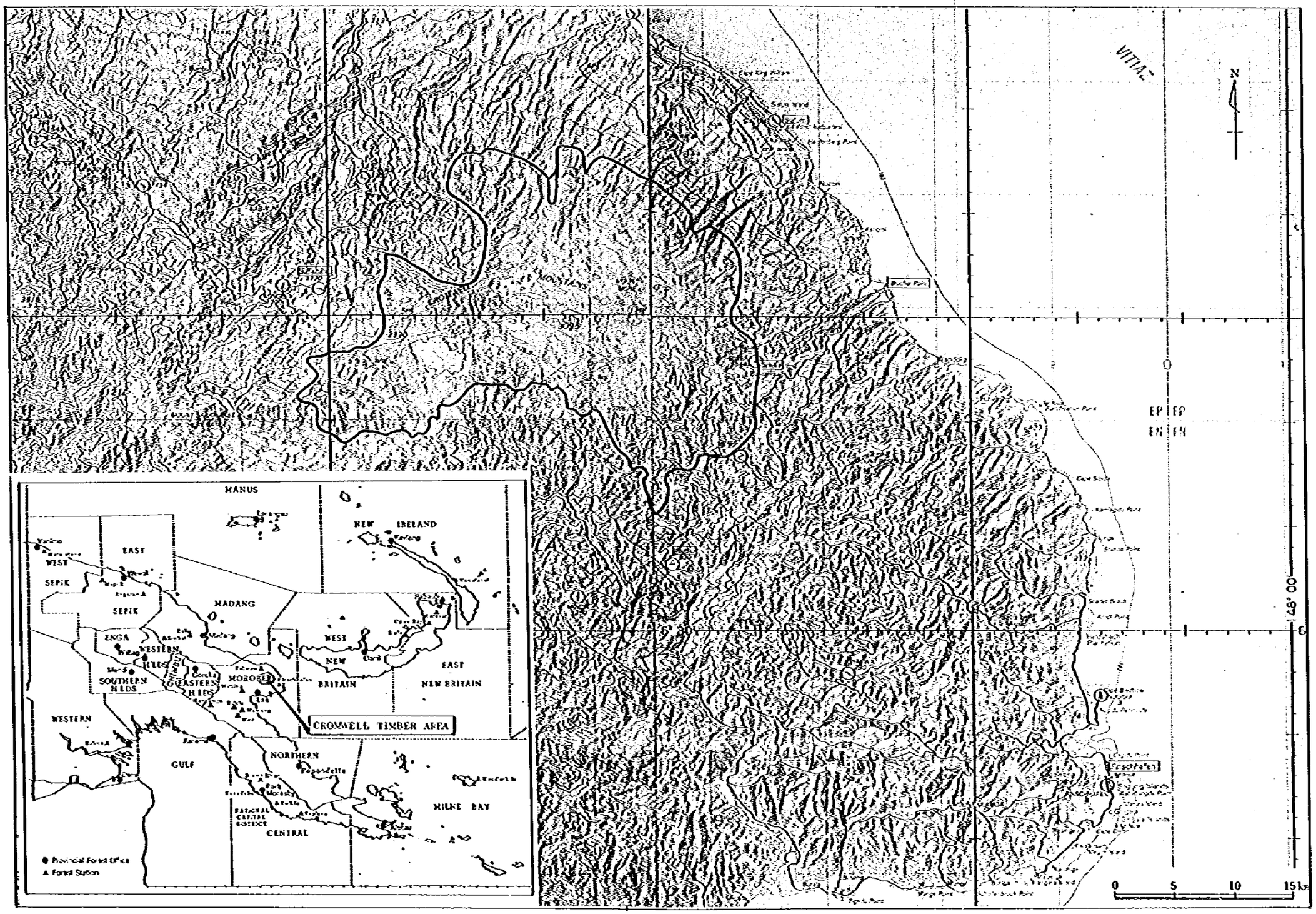


図2－1　Cromwell 林区位置図

(2) 気　候

Huon 半島全般では6月から9月にかけて南東の貿易風が，また，12 月から3月までは北西の季節風が吹き，4・5月と10・11月の季節の変り目は無風状態になると言われている。しかしながら今回の調査は，丁度この変り目にあったが気候は不安定な状態が多かった。

また気候は地形による影響も大きく，雨期の期間が地域によって異なる。Lae では4月から9月までが雨期になっており，Cromwell 地域と逆になっている。標高による変化としては，海岸地帯では気温が高く湿潤であるが，標高1,000m以上になると，いくらか涼しくなり昼間でも過ごしやすくなる。更に高地の森林地帯では，年間を通じて湿気が高く昼は蒸し暑く夜はむしろ寒冷で，樹皮にはコケが深く付着している。

Cromwell 林区内には民家がなく気象データもないので，周辺村落のデータ及び今回の調査で経験したことを述べる。

山岳地の月別の平均最高気温は20～29 ℃，最低気温は10～18℃との記録がある。今回の調査期間では，標高2,800 mのキャンプ地で，最高気温 25 ℃，最低気温は6.5℃と記録され，昼夜の温度変化が激しかった。

年間雨量は周辺村落の Pindiu における過去の8年間の記録では平均2,700㎜であり，林内の雨量は3,000㎜を超えるものと考えられる。今回の調査は乾期に行ったため，林内の水流はほとんどなくそれの見られた所は，Mongi 川上流及びほんの一部の地域だけであった。乾期とは言っても雨量はいくらかあり，霧雨が降る。9月末から季節の変り目に入ったのか，気候が非常に不安定で早朝天気が良くても昼には雨が降るという日が多かった。Grassland での湿度の状態は早朝は乾燥しているが，日の出とともに水蒸気が生じ，湿度が上り霧が発生する。午前中の温度上昇に伴い，湿度は下がるが，昼過ぎには再度霧が発生して，霧雨が降る事が多かった。

林区外の Siwea における 1981 年9月から 1982 年3月までの晴日，雨日の集計記録がある（図1－2）。これによると2～5月に雨の日が多く，9～10月にも年にもよるが雨の日が多い。つまり乾期・雨期の区別よりも季節の変り目の方が雨の日が多くなっている。今回の調査期間も9～10月で乾期ではあるが末期にあたり不安定な気候で雨の日が比較的多かった。林区内と Siwea では標高の違いや雨量の差，はあるが，年間の晴日，雨日の周期はほぼ同様と推測される。

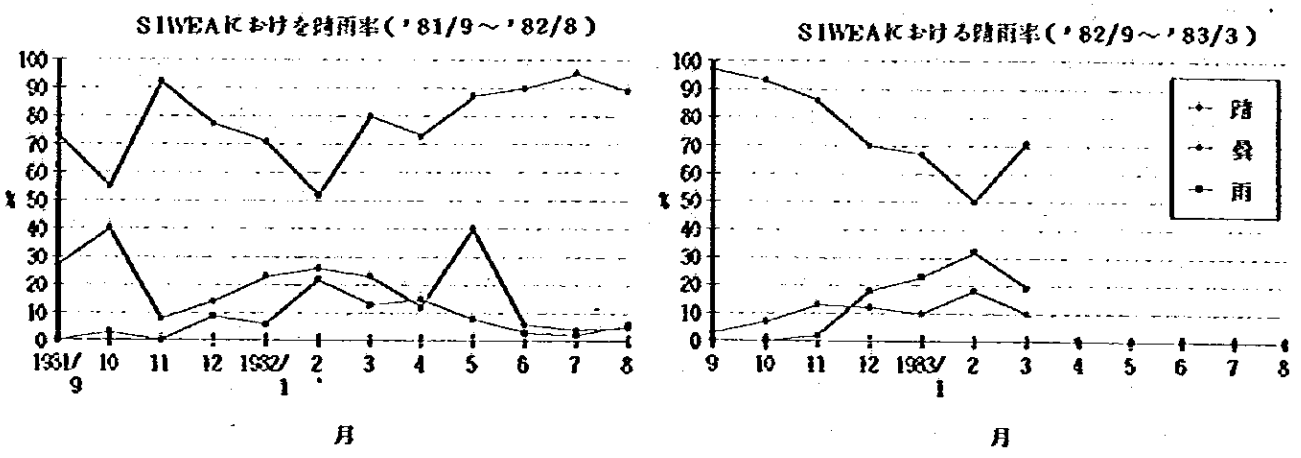


図２－２　SIWEAにおける晴雨率

(3) 地　形

Cromwell 林区全体が隆起サンゴ礁で出来ているため，石灰岩の浸食による地形的特徴が多い。南限をなすMongi川は深く切れ込み，上空から水の流れは見にくい。各地にSinkhole があり，これは石灰岩地形がドリーネ状に浸食されたものである。

Mongi 川本流の源流はGrasslandでこれに流れこむ河川は少く，ほとんどの流下水は地下水湧出によるものと考えられる。またMongi 川には林区南端近くで分岐する支流があり，その上流は急斜地を北から南へ流れる水系を形成し，深い渓谷になっている。その他の河川には北から東の地域にDallman川，Saparo川，Kaiva川などがあるが，ほとんどの水流は林区内では乾期には水がなくなる。また林区内に散在している小水流は，Grassland又は林内のSinkholeに流れ込んでおり水系を形成していない。

山地は全体的に独立していて連続性が少い。林区中央部にはMt. Wiyung WiyungやMt.Mone を始めとした標高2,800～3,000mの中央高地があり，西端に3,000m以上のものがあるが，山系は形成されていない。山系としてみられるものは，標高2,200m以下で，林区東縁沿いを南北に走っているものがある（図２－３）。

中央高地周辺から西に向ってGrasslandが多くみられ，Kumpata は最大のもので面積が1,500 HAにもおよぶ。またGrasslandには特に多い。

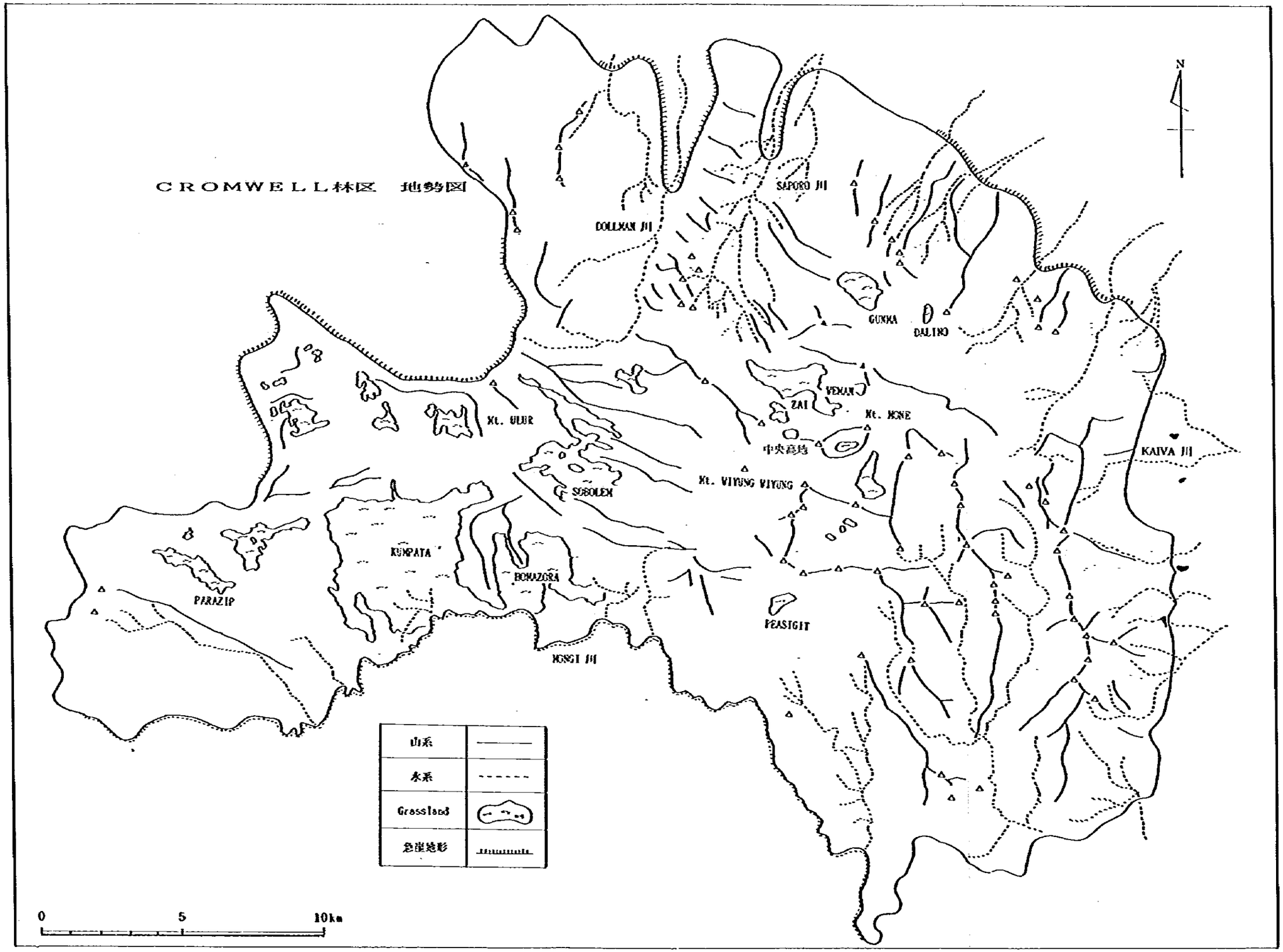


図2－3　Cromwell 林区地勢図

(4) 土　　壌

Huou半島一帯は隆起サンゴ礁からなり石灰岩の上に火山灰が堆積し，それが風化して土壌が生成したものと思われる。Cromwell 林区はSiwea周辺の地域を除き，ほとんどの地域は褐色土壌に覆われている。

今回の土壌調査は森林の蓄積調査に付帯して森林内3カ所，Grassland上2カ所について行った（表2－1／1～5）。調査は主として集運材に及ぼす影響と跡地の利用方法の検討のためである。

調査の結果は次のとおりである。

1）林内土壌

① Ao層は比較的発達しているが乾期にも少し湿気を含んでいる。

② A層は標高の高い程薄い。

③ A+B層の厚さは深く，70～80cm の範囲に石礫はみられなかった。

④ 酸素イオン濃度はほぼ中性である。

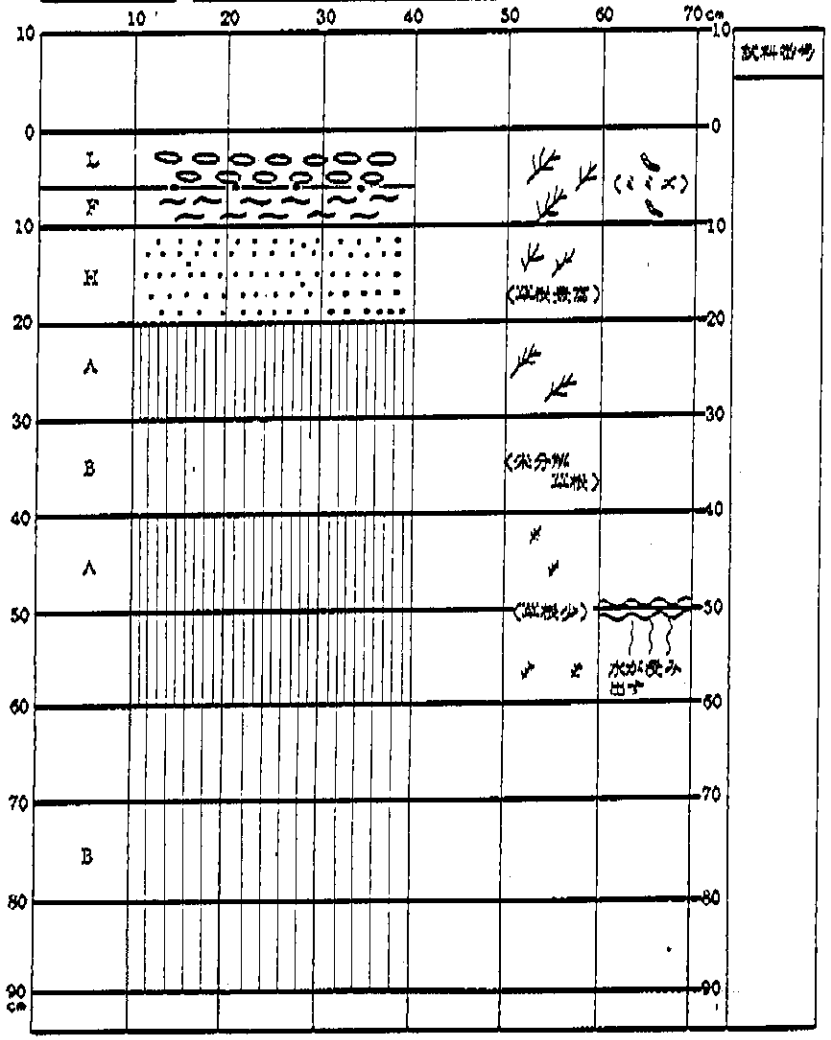
⑤ 土性は粘土質が感じられるが，堅密度は極端に軟く，水分が含まれやすい。このような土壌は膨軟なため，乾期・雨期とも車輌の走行によって混ねい化しやすい。

2）Grassland

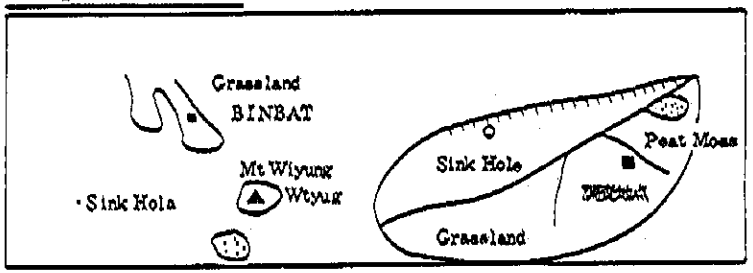
① 土層断面にはA層・B層が繰り返えされ多層をなしている。これは乾期に火入され再度地表に草類が生育し，新しい土層が出来たものと思われる。

② 標高の高い地域のGrasslandは特に腐植の発達が不完全で，そのうえ地下水位が高く，乾期でも地表全体が膨軟になっている。このようなところは林道の作設は非常に困難であると思われる。

No.	昭和54年 9月 26日	天候 乾期末期
土壌型		
	傾斜 方向	標高 2,850 堆積様式 火山灰＋草木類
	母材および地質 石灰岩	地形 Grassland



No. 1



記載

1. 標高の高いGrasslandで草木類の分解が未発達と水分が豊富のため地表がよくバウンドする。
2. 地表植生はヘゴ科のDicksonia，シダ類のGleichenia，草木類のJuncus，Agrostis，Ophiciros が生育している。
3. 地下50cmより水が浸みだす（約10cm/30分）

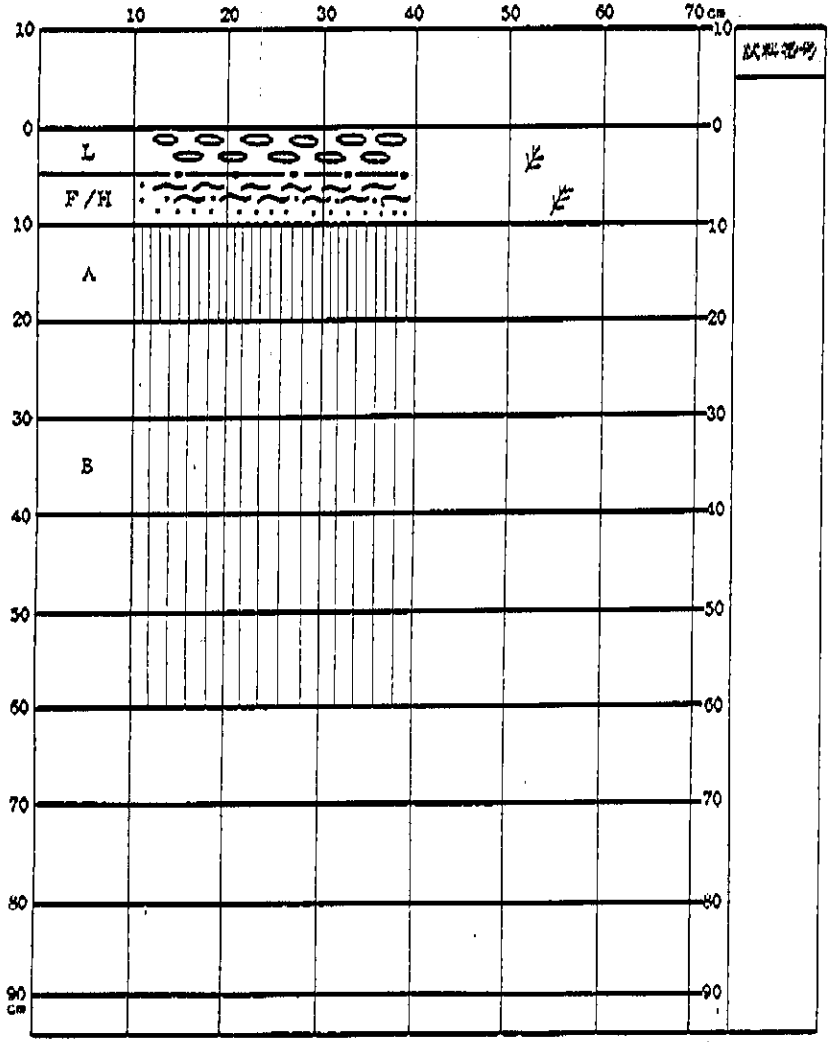
Ao
1. 草木類の根が多く発達している。
2. 未熟であるが，ミミズが発見された。

4. 林縁近くの湿地では，Peat Mossが生育

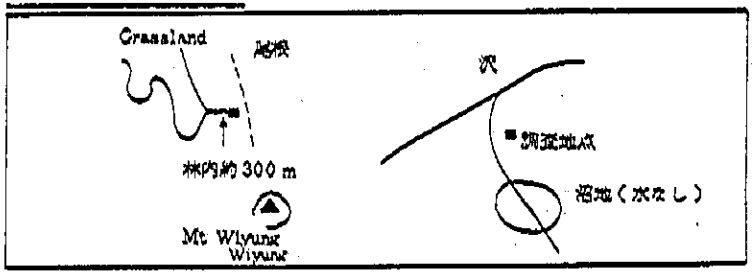
層位別	層位厚さcm	推多状態	色	腐植	石礫	土性	構造	堅密度	孔隙	水湿状態	溶脱・集積	菌根及菌絲	根 草本	根 木本	其他
L	6	漸	黒										中・多		ミミズ
F	4	漸	黒					軟		多湿			中・多		
H	10	判	黒褐										中・多		
A	10	明	黒褐	富									中・多		浸水
B	10	明	黄褐	含		埴質壌									
A′	20	明	黒褐	富											
B′	30	明	黄褐	富											

表2－1/1 土壌調査

No.	昭和54年9月27日　天候乾期気温
土壌型	
	傾斜　方向　標高2,900　堆積様式　火山灰
	母材および地質　石灰岩　地形　沢の近く



No. 2



記　載

1. 標高の高い森林帯で針葉樹Dacrydiumが多く，HA当の蓄積量も多い。
（150 m³/HA以上）
2. 乾期であるが樹皮には，コケが付着
3. 乾期のためか湿度は高くないが土壌硬度が極端に軟かい。

Ao { 層位は薄いが分解が進んでいる。

4. 湿潤地の指標となるシダ類や草本類のAlpiniaが生育

層位別	層位厚さ cm	推多状態	色	腐植	石礫	土性	構造	堅密度	孔隙	水湿状態	pH	硬度 kg/cm²	根 草本	根 木本	其他
L	5	判	黒褐					軟		潤	7			多	
F/H	5	明	黒褐									0.7			
A	10	漸	赤褐	富		埴質壌									
B			黄褐	含							6.8	4.5			

表2－1/2　土　壌　調　査

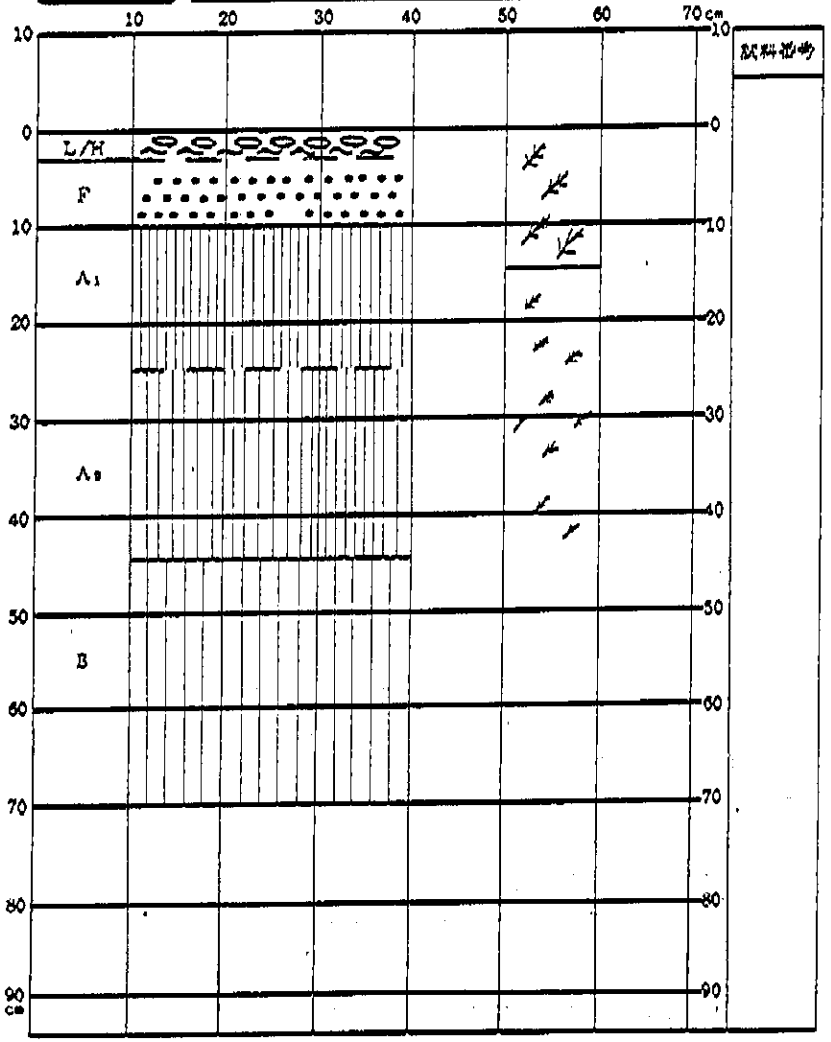
No.

土壌型

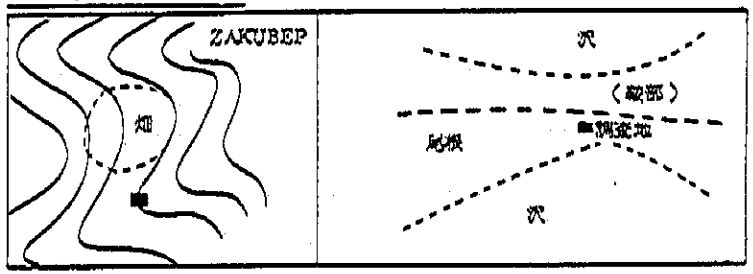
昭和 54 年 10 月 3 日　天候乾燥気温

傾斜　方向　標高 1,900 植被様式　火山灰

母材および地質 石灰岩　地形 峠



No. 3



記　載

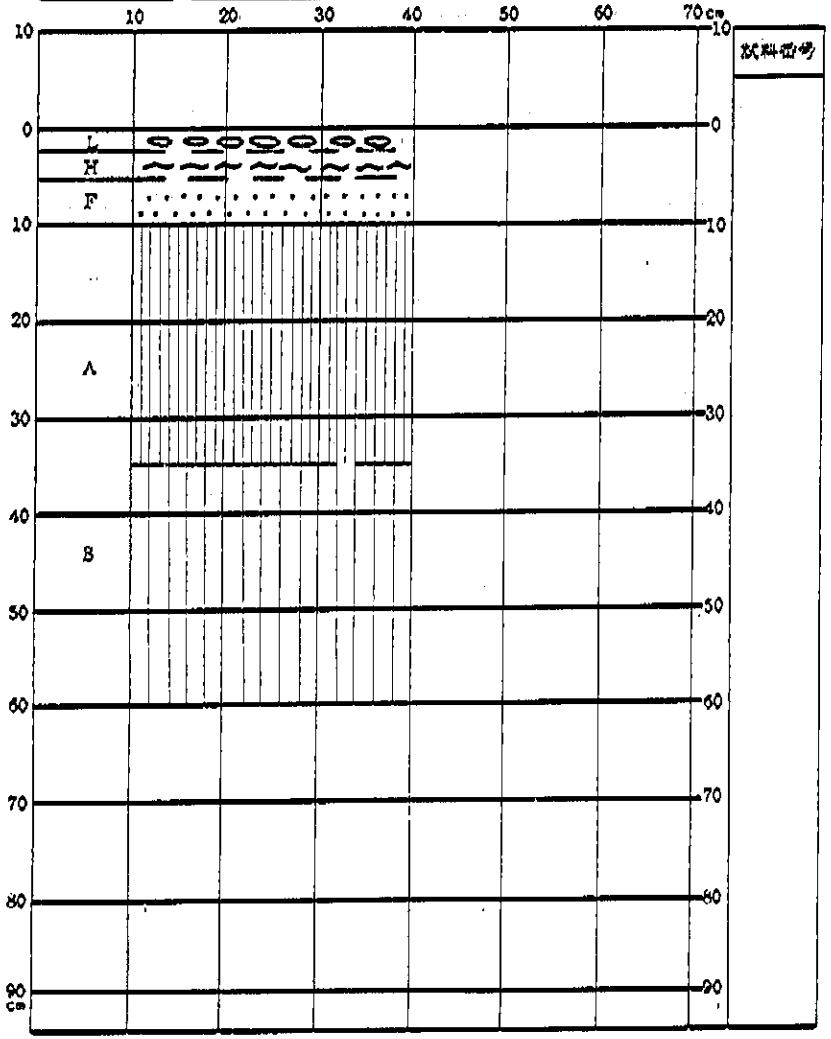
1. 林区境界線に近く，畑畑から300mぐらい上った尾の背地形
2. Sakubepから森林に入ってJankoaと尾根へ向う別れ道
3. 比較的乾燥していて樹皮にコケはない。
4. 乾燥のためか乾燥している割に土壌は軟らかい

A0 { 分解がよく進んでいて，A0層が薄く，A層もA1，A2と2層に分化

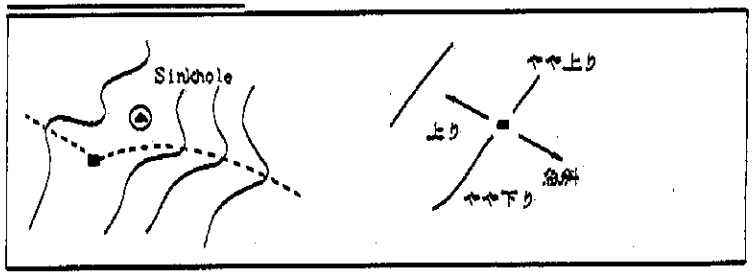
層位別	層位厚さ cm	推移状態	色	腐植	石礫	土性	構造	堅密度	孔隙	水湿状態	pH	硬度 kg/cm²	根 草本	根 木本	其他
L/H	3	漸	黒褐							乾				多	
F	7	明	黒褐								6.2	1.8			
A1	15	判	褐	すこぶる富		埴壌		軟							
A2	20	明	赤褐	富		埴壌				湿	6.6	2.8		少	
B			赤褐	富											

表2－1／3　土壌調査

No.	昭和 54 年 10 月 5 日　天候乾期気温
土壌型	
	傾斜 5° 方向 東　標高 2,000 堆積様式　火山灰
	母材および地質　石灰炭　地　形　峰



No. 4



記　載

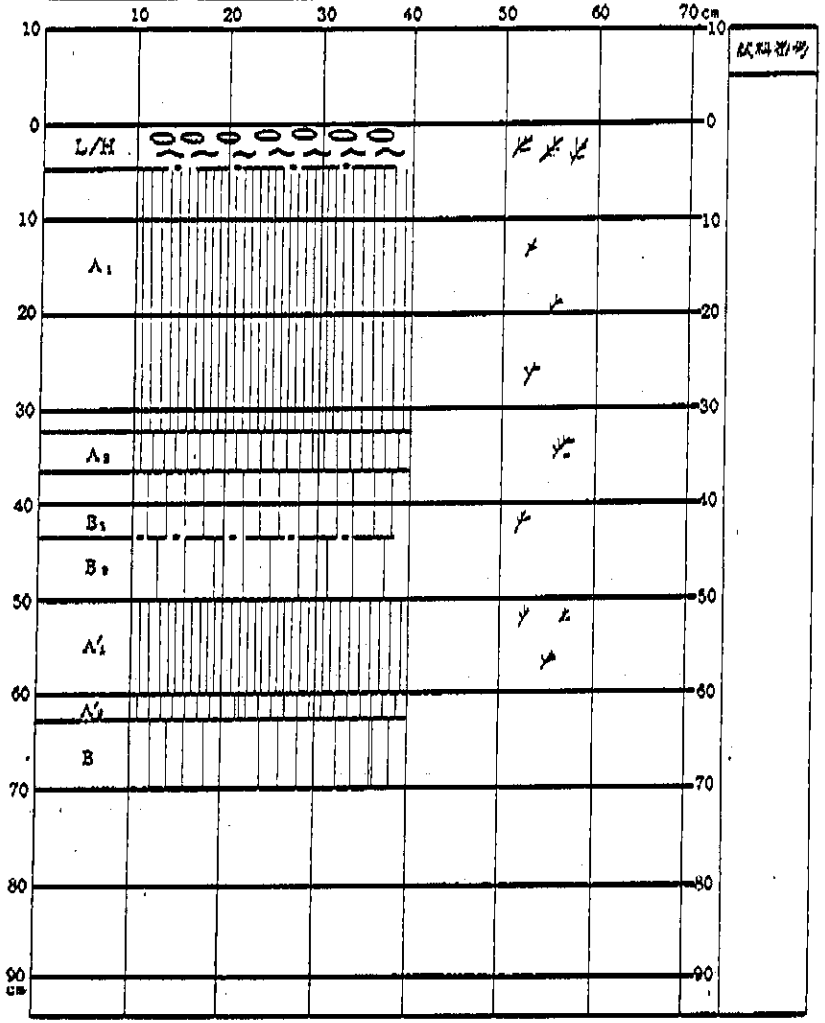
1. 尾根沿いて，近くに Sinkhole があり，風倒木が多い。
2. シダ類が多い。
3. 各層に腐植による色の変化が明らか。
4. 土壌硬度が極端に低い。

Ao

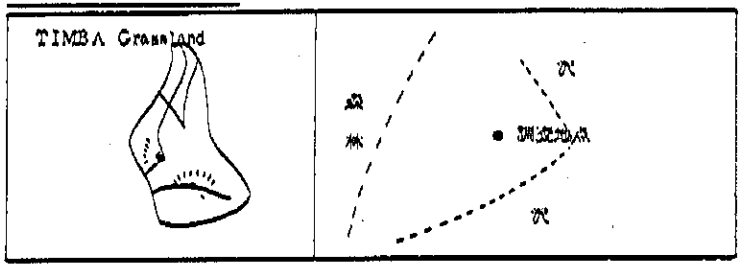
層位別	層位厚さ cm	推多状態	色	腐植	石礫	土性	構造	堅密度	孔隙	水湿状態	pH	硬度 kg/cm²	根 草本	根 木本	其他
L	2	漸													
H	3	漸	黒褐							潤				多	
F	5	明									5.2	1.2			
A	15	明	赤褐	富		壌質壌		軟				2			
B				含							6.8				

表 2－1／4　土　壌　調　査

No.	昭和 54 年 10 月 8 日　　天候　気温
土壌型	
	傾斜　方向　　標高 2,500 堆積様式
	母材および地質　　地　形　Grassland



No. 5



記　載

1. 乾期のGrasslandで比較的乾燥している。
2. 沢には水流がなくたまり水がある。
3. 地表植生はヘゴ，シダ類，Juncus Ophicirosが多い。
4. Ao層は薄く，A₂層に鉄の溶脱により，黄白色の層がある。

Ao

層位別	層位厚さ cm	推多状態	色	腐植	石礫	土性	構造	堅密度	孔隙	水湿状態	pH	硬度 kg/cm²	根 草本	根 木本	其他
L/H	5	判	黒								5.0		多		
A₁	28	明	黒								6.4	4.3	少		
A₂	4	明	黄白							潤	6.9	7.0	少		
B₁	7	判	暗褐								6.4	9.0	少		
B₂	6	判	赤褐									18.0			
A'₁ A'₂	10 3	明	黒 黄色									2.5	少		
B			赤褐												

表2－1/5　土壌調査

(5) 地　質

Cromwell 林区内及びその周辺は新生代第三期に生成された地質である。図2－4がその地質図で4つの地質に分かれる。

① Gowop Limestone

林区内の大半を占め，中新世後期から鮮新世の石灰岩で，溶解されにくく山岳地でよく露出している。

② Kabwun Limestone

中央高地より北部に分布し，中新世中期から鮮新世の石灰岩で，Gowop Limestone の一種で，Gowop に較べ，有孔虫が多く含まれ，多孔性で，やや溶解されやすい。

③ Song River Calcarenite

Siwea から Morogo，Kobau にかけて林区周辺に分布する。中新世から鮮新世の砂岩の一種で深い渓谷を形成する。

④ Pinbiu Sandstone

Song River Calcarenite の分布する地域の南に一部分布する。中新世初期から中期の砂岩で，多孔性のであり起伏の多い地形を形成する。

(6) 下層植生

下層植生には高木の稚樹，灌木，竹類，ツル類，草本類，シダ類，コケなどがある。

標高により多少の違いがあるが高木の稚樹でよくみられるものに，Dacrydium，Syzigium，Cryptocarya，Ficus，Lithocarpus があり，灌木には Sauraulia などの多くの種類がある。竹類の Bambusa は湿地で日当りよい地域に生育している。ツル類ではタコノキ科の Freycinetia，バラ科の Rubus，Scindapsus（ARACEAE）などがある。また沢の中ではタコノキ科の Pandanus もある。草本類ではイラクサ科（URTICACEAE）の Elatostema，リンドウ科（GENTIANACEAE）の Gentiana，湿気の高い所ではショウガ科（ZINGIBERACEAE）の Alpinia および Riedelio などが見られた。シダ類ではヘゴ科（CYATHEACEAE）の Cyathea や Dennstaedtia および Marattia（MARATTIACEAE）などが沢の近くで特に多く生育している。コケ類では尾根近くにスギゴケの一種（Daewsonia）がある。

また Grassland の植物にはヘゴ科（CYATHEACEAE）の Dicksonia，小灌木の Styphelia（EPACRIDACEAE），ツバキ科の Eurya，草本類の Juncus（JUNCACEAE），Agrostis（GRAMINEAE），シダ類の Gleichenia（GLEICHENIACEAE）などが混って生育している。

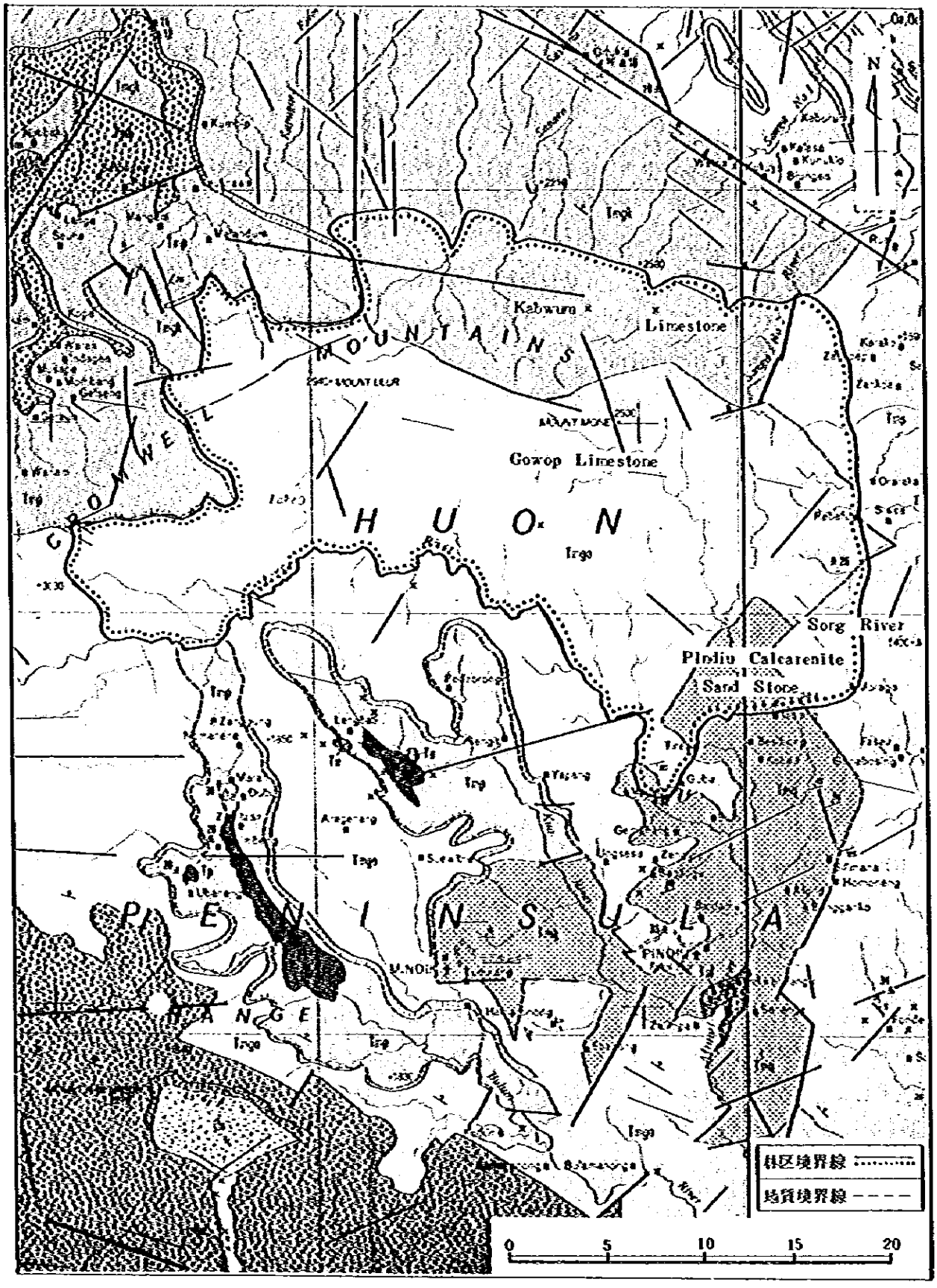


図２－４　Cronwell 林区地質図

2－2　社会経済条件

(1) 人　　口

本プロジェクトに関係する地域は，クロムウエル山地をとりまく，コンパ，クア，モンギ，カラサ，デデュアの5つのセンサス・ディストリクトである。主要集落が結成しているクロムウエル・ホールディング・カンパニー（CHC）ではこの5地域を関係地区としている。州政府には，セレベット及びブルム地域が含まれるとする見解があるが未だ調整がなされていないので，本報告においては5地域として取扱う。

この5地域の人口は1980年のセンサスによれば29,682人である（表2－2）。男性の割合が低いが，これは，現在社会経済政策上の問題になっている「アブセンティー」によるものである。男子労働力の一部が村を出て職を外に求めるが必ずしも定着せず，長期間帰ってこない状態で推移するために起こっている現象である。

今回の調査においては，37の集落において聞きとりを行ったが，村の代表者による各集落の人口推定は，センサスの数字より，20％から30％多めであった。センサスはCurrent Activityによる統計であるため，短期，中期の不在者がカウントされないが，聞きとりに対して在籍者数でこたえるため，このような違いが生ずると思われる。

表2－2　クロムウエル周辺の人口

地　区	男	女	計
コンパ	3,374	4,187	7,561
クア	2,369	3,194	5,563
モンギ	2,545	3,139	5,684
カラサ	3,211	3,501	6,712
デデュア	1,911	2,251	4,162
計	13,410 (45.2％)	16,272 (54.8％)	29,682
（参考） セレベット	2,905	3,432	6,337
ブルム	1,939	2,254	4,193

また，上のことから，人口の移動は比較的頻繁であることがうかがえ，自給農業社会から商品経済社会への過渡期における共通現象として観察される。

なお，この地域は，4つのワントークで構成されている。ワントークとは，異なった言語をもつ部族間の共通語であるが，それを共有する部族グループをワントークと呼ぶ。

パプア・ニューギニアの言語は4つのグループに分類できる。第一は日常生活で用いられている現地語（Tok ples）であり，パプア・ニューギニアには750以上あると言われている。第二は，Tok plesを異にするいくつかの部族間の共通語（lingua francás）である。これには，Tok ples

のなかで共通語になったものもあるがヤビム，カチなどのミッションにより形成されたものもある。ワントークはこのグループの言語である。第三は英語と現地語を合成して形成されたピジン語であり，第四が英語である。これらの言語は現在階層構造をなしているが（図２－５），Tok plesとlingua francasの役割は低下してきている。とりわけて，英語が小学校教育にとり上げられてからは，この傾向は著しい。

ただ，これらの４種の言語の併存状況は，表現力やコミュニケーションの不自由さを残したまま当分は継続するものと思われる。

プロジェクト対象地のフォン半島は，ルーテル系ミッションの活動が盛んであったためか，ワントークにも乱れがあるように観察される。したがってプロジェクト実施における各種作業の実行などにあたっても，通訳等の確保に留意する必要があろう。

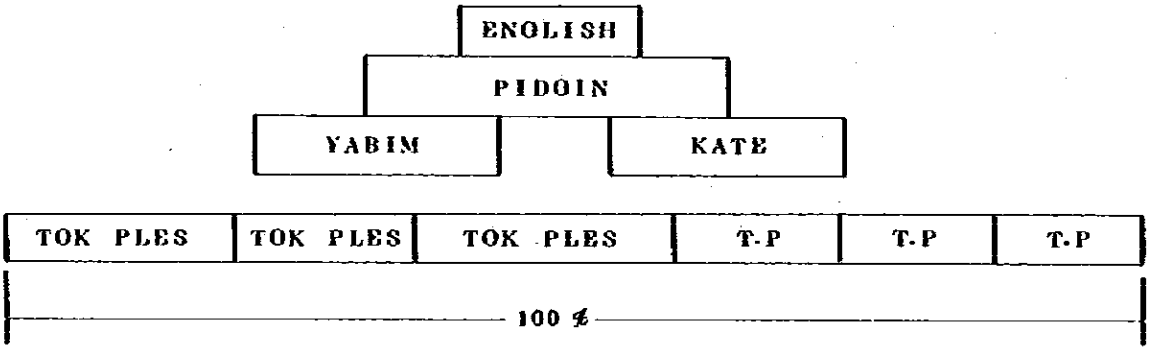


図２－５　パプア・ニューギニアの言語構造

(2) 集　　落

この地域の集落は，農耕形態が大きく２つのグループに分けられる。１つは海岸に沿った集落であり，ココナッツ園と自給用の焼畑をもち，雇用労働などにも依存している。他方は５００～2,000 mの高地に位置する集落で，コーヒーや野菜などの作付けを行い，殆んどが自家労働である。パプア・ニューギニアでは後者が一般的であるが，この地域もその例にもれない。

集落は，本来移動耕作が主要な生産活動であったため，コーヒーなどの定着農耕が導入されてきた現在でも，小集落はそっくり移動することが珍しくない。したがって当地方では，小集落名は属地的ではなくむしろ属人的なもののようである。行政当局では，国勢調査のためにセンサスユニットを設定しているが，これによると，クロムウエル周辺５センサスディストリクト内に集落は 127 存在することになる。なおセンサスユニットには，在来の集落以外にコミュニティスクール（略式の小学校）やミッション，行政事務所の位置するステーションなども加えられている。

1) 集落間及び集落 ― 都市間の交通

本プロジェクトは，クロムウエル山地の豊富な森林資源を利用するとともに，地域の交通運輸条件の向上に役立てようとするものであるため，まず，フォン半島の交通運輸条件の現状に

ついて見て行くことにする(図2－6)。パプアニューギニアの北側の地形は急峻で岩石地帯が多く道路の建設が困難なため，今世紀に至るまで道路は歩道(foot trail)のみであった。その後オーストラリア信託統治の時期には，Lacから金鉱山のあるブロロ，コーヒーの主産地である中央高地などへ，相当の道路が建設されたが，フォン半島では，未だ道路整備の水準が低い。現在Cromwell 周辺地域で利用可能な幹線道路は(図2－6)，PinschhafenからSialumへの国道(記号①)及びフィンシハーヘン—ピンドウー間②とリウ—カブウム(—インダーゲン)間③のモロベ州政府の開発プロジェクトによる2本の道路の合計3本である。このうち①の，フィンシハーヘン・シアルム間の道路は，将来ニューギニア第二の都市ラエからパプア・ニューギニア北側海岸の主要都市マダンへ通ずる国道の一部をなすもので，一車線，バラスト舗装の全天候道路であるが，普通乗用車の走行には適さない。

フォン半島は，内陸部に集落が多く，沿岸は海上輸送が一応確保されていることから，道路の開設の優先度は，海岸部から内陸部の拠点集落への道路開設に置かれている。前述の2本がその最初の現れである。

ここで各センサス・ディストリクト(CD)毎に交通条件をあげていくと，まず，コンパCDは，北方セレベットCDの中心カブウムへのプロジェクト道路(図2－6)②が1985年中には開通する予定であり，コンパCDの中心インダーゲンへの連絡道路も1～2年のうちには完成する予定である。クアCDには現在のところ主要な道路及び建設計画はない。モンギCDの中心集落ピンドウーへは，フォン半島最大の都市フィンシハーヘンよりの道路が3～4年先には開通する予定となっている。カラサ，デデュアの両CDは，前述の海岸部の国道があるだけである。カラサCDでは海岸部から内陸部への道路もミッショナリーなどの関係で，若干整備されているが，デデュアCDは，中心集落シーウエアに達する道路は一本もなく，エアーストリップによるコミューター輸送のみが交通手段となっている。

海上輸送はラエよりマダン，ウエワクへの定期航路があるが，港湾整備がおくれているため，大型船が使えず小型舟艇に依存し，運賃が高い。貨物輸送においても，飛行機の運賃の1/1.5～1/3.5程度となっている。

この地域の現時点での最も便利な輸送手段は，コミューター機による，定期空路である。これは地上施設としては地面を整地し砕石を入れた300～400mの簡易滑走路(Air Strip)を建設するだけで足りるものであり，信託統治時代に，道路整備以前のとりあえずの交通網整備として，各地にAir Stripが導入されたのが始まりである。使用機材は，BNアイランダー(日本でも離島空路に使用されている)及びそれと同程度のものであり，十数人乗りの客貨兼用機である。クロムウエル地区周辺でも，インダーゲン，ピンドウー，シーウエア，シアルムにはエアーストリップがあり，3社の飛行機が早朝それぞれ一便ずつ発着する。気候的に，昼前には霧の出ることが多いため，定期便は午前6時にラエを出発し，各目的地で折り返して，10時頃には飛行を終えるようにしている。

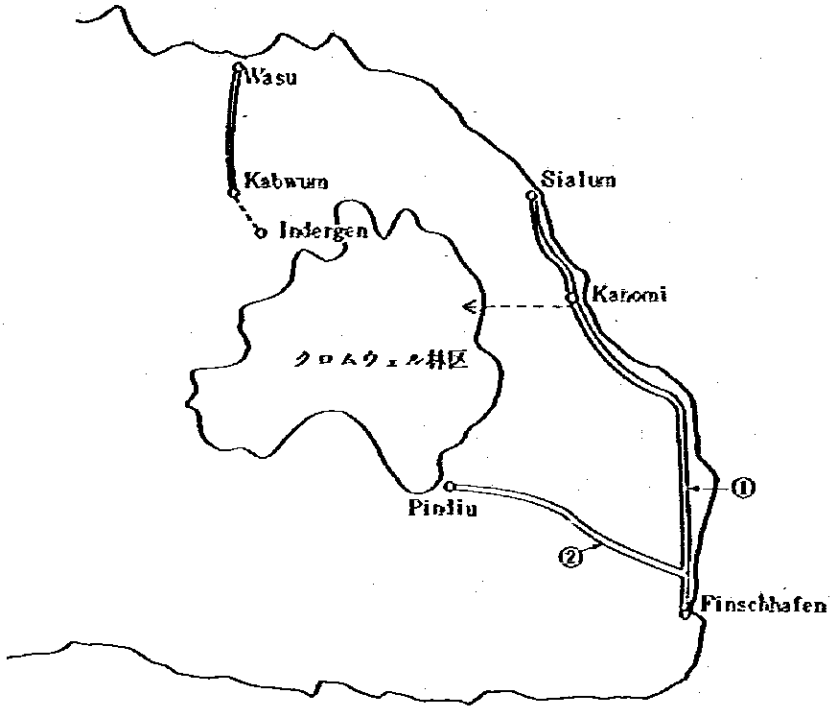


図2－6　クロムウエル周辺の道路

2) 集落の生活，生産活動

クロムウエル地区周辺のうちで，一部の海岸沿いを除く多くの集落は，尾根すじが張り出した先端の台地上に位置している。住居群が一番高いところにあり，焼畑やコーヒー畑，牛，豚などの放牧場がその周辺の尾根を下がったところにある。したがって，一般に水利が悪い。どくまれに沢の上流から等高線沿いにパイプで引水している集落を除けば，通常は天水をタンクにためたもので用を足している。しかし乾期にはこれがたまらないので沢から往復1時間以上もかけて桶で運びあげるしかない。にもかかわらずこのような集落立地が一般であることは，無風状態における日常起居の快適度の方が選択されている結果であると見られる。

生産活動では，ヤムイモ，タロイモ，サツマイモ，バナナなどの栽培，豚，鶏などの自給用の作付けが主要なものである。商品作物としては，高地集落ではコーヒー，海岸沿いの低地ではココナッツが生産されており，また高地，低地の両方に亘って肉牛が生産されているが，全般的に，市場性や輸送条件の問題があって，あまり活発とは言えない。

コーヒーは，パプア・ニューギニアにおける重要な商品作物である。中央高地では道路の建設とともに，早い時期から増産され，現在ではゴロカコーヒーとして世界的なブランドになっている。クロムウエル周辺地域は，中央高地と同様に冷涼な気候であり，栽培に適しているが，輸送条件が悪く，現在のところ生産量は多くない。クロムウエル周辺地域におけるコーヒーの主要な輸送手段は，飛行機である。このためエアーストリップの整備が早かったインダーゲン周辺でコーヒーの生産体制が最も整っている。これに次いでピンドウー，シーウエア周辺がエアーストリッ

プがあるために，ある程度活発に行われている。カラサCD（林道の予定地）ではコーヒーの生産される高地と，積み出しのためのエアーストリップ，港湾のあるシアルムを結ぶ道路がないために，人力のかつぎ出しに頼らざるを得ず，生産停滞の原因となっている。ココナッツは海岸集落で栽培されているが，フォン半島は，マダン，ラバウル周辺など，パプア・ニューギニアの他の地域ほど活発ではない。一部にはミッション系などのプランテーションもあるが，規模が小さく，農民の小経営が主体である。更新が遅れて老齢樹が多いため単位収量が低いだけでなく，樹高が高くなり，収穫作業の労働生産性も落ちるといった問題があり，ハイブリッドの新品種の導入も未だ積極的には進められていない。

肉牛は1970年代に行政当局によって奨励されたもので，多くの集落において，農民の協同経営として行われている。輸送はシアルムなどの船積み施設に集めて，専用のバージでラエまで輸送するが，年に数回しか運行されず，輸送手段の貧弱さと，出荷量の停滞が悪循環におちいっているようである。このため，飼育頭数に比較しての出荷量は少なく，現場消費向けは値段が低い。肉牛プロジェクトは，本来ラエ等の都市の需要を目的にした産業振興プロジェクトであったが，地元住民の栄養改善という役割を結果としてもたらしていると言えるかも知れない。

(3) クロムウエル周辺の労働力

パプア・ニューギニアにおいては，都市部の第二次，第三次産業の成長率が低いため，農村部より都市に流入した労働力は，定着的な雇用機会が少なく，農村部に還流してきている者も少なくない。このため，集落内に技能労働の経験者は比較的多く，その割合は，聞き取りによれば男子労働年齢人口の10～20％程度に達している。その職種は，各種大型特殊車両のオペレーター，自動車運転手，大工，電気工，機械修理工，水道工，塗装工など幅広い職種にわたっている。

これらの労働者を技能水準についてたしかめてみると，上記の名称からイメージされる熟練工（Skilled labor）のレベルに達している者は少なく，一定の期間それらの作業を雇用労働として経験したことがあるという者（Trained labor）が多いようである。彼らは技能者という点からはあまり期待できないが，雇用経験があるという点は，作業実行上，ポジティブに評価できるであろう。

また，事業量は多くないとは言え，州政府によって，道路などの公共事業が実施されており，現地に請負業者も存在している。さらにフォン半島一帯にはいくつかのミッション系の技術学校（Vocation School）があり，修了者は雇用機会がないことに困っているようであるから，即座に熟練工としては雇用できないが，一定の技術教育，訓練を与えることにより，プロジェクトのための労働力として期待できると考えられる。

最後に，地元集落内の農業生産とプロジェクトの労働需要の競合があるか否かという問題がある。一般的には労働力過剰といえる社会においても，農繁期には農業と新規導入プロジェクトの間に労働力のうばい合いの起こることがあるが，この地域では，一般に農作業が女性によって行われることが多く，男性の遊休度の比較的高いことが認められた。したがって，労働力供給源に

悩むという予想は先ずないと結論できるであろう。

(4) 土地所有及び開発に関する意識

パプア・ニューギニアにおける土地帰属に関する沿革については，諸種の経緯があるようであるが，この地域の現状としては，集落が総有的な権利意識をもってこれを所有しているものと解して差支えないであろう。したがって住民の土地利用は利用権の形で行われる。焼畑の場合も開墾農地の場合も同様である。コーヒーなどの定着的耕作の場合と，いも類などの移動耕作とは異なる占有形態になると思われるが，集落とのとり決め関係がどうなるのかは不詳である。

森林の立木は土地と一体的に集落の総有的所有に属する。集落の土地の境界については，クロムウエル林区外においては，柵のあるところも見受けられ，比較的明らかなようであるが，林区内には何もなくて，狩猟権の範囲のようなことが主張されているようである。男子の狩猟は現在も頻繁に行われ時には児童も参加する。生業的なものかスポーツ的なものか判然としないが，過去の利用形態と言うことはできない。

しかしながら，狩猟の慣行を基礎とする集落の総有権の範囲はきわめてあいまいで，このため，聞きとりにおいて各ワントークの主張を足し合わせると，クロムウエル林区の2倍の面積となってしまう結果になる。クロムウエル・ホールディング・カンパニーにおいてもこの点はあまり整理されていないようであるが，プロジェクト実行にあたっては ロイヤリティーの配分を確定するため，あらかじめこの問題をクリアーしておく必要があると思われる。

開発に対する住民の期待は，第一に交通条件がよくなること，第二にはロイヤリティー収入，第三に雇用機会である。まず交通条件＝道路建設から見ると，本プロジェクトの受益者は主としてカラサCDの南部山地，及びデデュアCDの内陸部の住民である。コンパ，クア，モンギの3CDの住民は，この道路によっては経済的な利益を受けない。もちろん，経済外の住民間の交流といったメリットはあるが，将来はこのことだけのために山岳道路の維持コストを支出しうるのかといった問題が生ずるであろう。

第二のロイヤリティー収入については，ワントーク間，及びワントーク内部での配分率が定まればあとはそれぞれの集落が有効な利用法を考えることになろう。

第三の雇用機会については，雇用経験のある者が相当居ることでもあり，就業機会が付近にあれば是非就労したいとするものが多いことは聞き取り調査から確認され，これはインダーゲン，ビンドウー付近でも同様である。技能者について，一部の地域からの移入はやむを得ないが，できるだけ地元集落民を優先雇用し，訓練によって常用化する方針をとる必要があろう。

単純労務者の臨時雇用はもとより地元集落を主体に考えるべきで，その供給が十分であることは前述のとおりである。

3 森 林 資 源

3－1 現地調査

(1) 調査地点の設定と調査方法

現地調査では蓄積調査を中心に土壌調査及び下層植生調査を行った。調査地は図－5のとおりで，3カ所にキャンプを設置して，5カ所において蓄積調査を行った。キャンプ地の中，2カ所は林区内のグラスランドの中に，1カ所は林区東縁にある村落（Zakubep）に設置した。

調査の方針は次の通りである

① PNG森林局が1975年に行った調査結果の検定，評価

② 同調査の補足

従って限ぎられた日数で目的を達成するため，森林局が行った調査方法を次のように簡略化した。

① 後半の2カ所については，サンプルプロットの設置を直線にとらず，伐開作業が少くてすむように，けもの道に沿って尾根に向って調査した。

② サンプルプロットの直径を全て20mとした（森林局は40m ）

(2) 調査班の編成

作業の組編成は次の通りである。

① ポケットコンパスによる方位・高低角測定員（記録も含む）

② 巻尺による距離測定者

③ 樹木がサンプルプロットの円内に含まれるかを判定し，ナンバーテープを樹木に打付ける者

④ 直径測定者

⑤ 樹木名判定者（記録も含む）

⑥ 樹高測定者

⑦ 伐開作業員

⑧ チェンソーマン

サンプルプロットを直線上に沿って設定した場合には補助員も含め10～12名で，それ以外の方法の場合は2つ以上の作業を兼務して6名で行った。

調査データは表3－1の通りである。

なお，当初予定では，森林局が調査を行っていない西地域（未調査地区）を行う予定であったが，第一キャンプからの引上げ時に天候不安定のため，ヘリコプターが飛行できず，3日間予定が延びたことと一応現地上空付近までヘリコプターで接近したが，霧が深く着陸できなかったた

表3--1 蓄積調査資料

No.1 (2,900 asl) BIMBAT 9.27

Plot	Species	Dia (cm)	Height (m)	V (m³)		Species			V (m³)	
1	Dacrydium	54	7	1.257						
	Papuacedrus	52	15	2.140		TOTAL VOLUHE			53.032	
	Dacrydium	59	19	3.411		VOLUME/HA			337.783	
	〃	58	8	1.594						
	〃	60	8	1.702		Dacrydium			32.175	
	Papuacedrus	55	15	2.399		Papuacedrus			17.117	
2	Dacrydium	65	15	(12.503) 3.375		Sub Total			49.292	
	Papuacedrus	66	15	3.482		Volume/HA			313.961	92%
	〃	52	14	2.019		Syzegium			1.393	
	〃	57	13	2.284		Cryptocarya			2.347	
3	Dacrydium	66	15	(11.160) 3.482		Sub Total			3.740	
	〃	61	15	2.965		Volume/HA			23.821	8%
	〃	59	14	2.609						
	〃	56	12	2.061						
	〃	83	13	4.891						
4	Papuacedrus	68	20	(16.008) 4.793						
5	Syzigium	57	7	1.393						
	Dacrydium	51	14	1.941						
	Cryptocarya	56	14	2.347						
	Dacrydium	64	13	2.887 (8.568)						

No.2 (2,000 – 2,200 asl) ZAKUPEK 10.3

Plot	Species	Dia (cm)	Height (m)	V (m³)		Species			V (m³)
1	Elaeocarpus	55	8	1.439					
2	Dendrochide	60	8	1.702		TOTAL VOLUME			16.067
3	Shizomeria	51	8	1.246		VOLUME/HA			51.111
4	Cryptocarya	66	6	1.640					
5	—								
6	—								
7	—								
8	Cryptocarya	68	11	2.828					
	Syzygium	70	9	2.532					
9	〃	72	14	3.913					
	Zanthoxylum	50	4	0.757					
10	—								

№3 (2,000 – 2,200 asl) ZAKUPEK 10.4

Plot	Species	Dia (cm)	Height (m)	V (m³)		Species			V (m³)
1	Ficus	76	10	3.259					
2	Cryptocarya	81	13	4.655		TOTAL VOLUME			49.780
	Caldeluvia	64	7	1.738		VOLUME/HA			158.470
3	Dacrydium	164	13	19.440					
4	Alphitonia	69	13	3.363					
5	Euodia	66	12	2.868		Dacrydium			19.440
6	Aglaia	56	10	1.775		V/HA			61.879 39%
	Syzygium	53	8	1.340					
7	—								
8	Steiculia	80	13	4.539					
	Lithocarpus	60	16	3.033					
9	Syzygium	73	13	3.770					
10	—								

№4 (2,000 – 2,200 asl) ZAKUPEK 10.5

Plot	Species	Dia (cm)	Height (m)	V (m³)	Plot	Species	Dia (cm)	Height (m)	V (m³)
1	—				13	Lithocarpus	62	12	(9.375) 2.529
2	Syzygium	120	13	10.330		Zanthoxylon	66	12	2.868
	Lithocarpus	65	9	2.187		Gymotroches	60	12	2.367 (7.764)
3	Syzygium	65	12	(12.517) 2.781	14	Dryadodapne	120	8 + 8	6.722 6.722
4	Hapololous	67	10	2.534	15	Endospermum	70	7	(12.444) 2.067
5	—				16	—			
6	Syzygium	53	9	1.467	17	—			
7	Cryptocarya	68	10	2.609	18	Zanthoxylon	60	12	2.367
	Dysoxylum	80	8	2.993	19	Elaeocarpus	55	9	1.576
8	Syzygium	80	12	(5.602) 4.230		Dryadodapne	70	8	2.300
9	"	86	9	3.815		Cryptocarya	61	12	2.447
	Lithocarpus	79	12	4.124		Dryadodapne	70	12	3.230
10	Shizomeria	80	10	(7.939) 3.612	20	"	105	14	(9.553) 8.427
11	Lithocarpus	80	12	4.230		Cryptocarya	51	8	1.246
	Caldeluvia	55	10	1.713		Dryadodapne	110	19	12.275
	Syzygium	80	7	2.684					(21.948)
12	Lithocarpus	61	7	(8.627) 1.585		TOTAL V.			115.827
	Artocarpus	57	12	2.135		V/HA			184.344
	Dryadodapne	100	10	5.655					

№ 5 （2,600 asl） TIMBABU 10.9

Plot	Species	Dia (cm)	Height (m)	V (m³)	Plot	Species			V (m³)
1	Dacrydium	90	7	3.386					
2	Macaranga	52	7	1.171		TOTAL V.			14.528
3	Dacrydium	65	7	1.791		V/HA			46.247
4	〃	65	8	1.989					
5	Sehizomeria	55	5	1.027					
6	—					Dacrydium			9.069
7	Dacrydium	58	10	1.903		/HA			28.867 62%
8	Shizomeria	52	9	1.413					
9	〃	66	7	1.845					
10	—								

め急焼調査予定地を変更し，同地域の調査を後日の機上観測に切換えた。

3－2 森林局蓄積調査資料の評価

今回の現地調査結果と森林局が調査したストリップラインの近辺の蓄積量を比較すると，表3－2の通りである。各調査地点別に共通点をみれば次の通りである。

（№1地点）

HA当りの蓄積量を比較すると今回の調査では 337m³ 森林局の調査では 188 m³で今回の調査結果は2倍近くになるが，Dacrydium の蓄積量で比較すると，150 － 200 m³/HA と比較的近い数値と考えられる。森林局の蓄積資料の分析については後に述べるが，Papuacedrus，Podocarpus は標高に関係なく分布がみられるので，ここでは比較の対象として除外してよいと思われる。

（№2地点）

HA当り 100 m³ 以下で蓄積量が少ない。 HA当りの立木本数も少なく樹種が多い。

（№3地点）

HA 当りの蓄積量及び1本当りの材積が非常に近い。

（№4地点）

今回の調査では針葉樹が見られなかったが，逆に森林局調査資料に含まれるPodocarpus を除き，広葉樹で比較するとShizomeria，Cryptocaryaなどに共通性がみられる。

（№5地点）

HA 当りの蓄積量及びサンプルの分散状況が非常に近い。

以上の全部の調査地点に関する共通点はみられなかったが，全林区において①樹種が非常に多い事，②HA 当りの蓄積量にもバラツキが非常に多い事から考えれば，以上述べた各地域の共通点から，今回の調査結果と森林局の調査結果は充分に類似しているものと考えられる。つまり

表３－２　調査結果比較表（胸高直径 50 cm以上対象）

	今回調査結果					森林局調査結果				
地点	調査日	標高 (M)	Pt数	HA当蓄積 (M3)	区間推定	ST Line	標高 (M)	Pt数	HA当蓄積 (M3)	区間推定
No.1	9/24	2,900	5	337	209~465	28	2,900	20	188	134~241
		Dacry		(204)			Dacry		(148)	
		Papua		(109)			Phyll		(15)	
		Soft		(313)	127本/		Podo		(25)	30本/
		Hard		(24)	HA		Soft		(188)	HA
2	10/3	2,000	10	51	15~ 86	10	2,100	14	73	43~104
		Hard		51	25本/		Soft		4	25本/
					HA		Hard		69	HA
3	10/4	2,100	10	158	55~261	16	2,050	13	171	119~224
		Dacry		(62)			Podo		(36)	
		Soft		(62)			Soft		(36)	
		Crypt		(14)	35本/		Schiz		(40)	30本/
		Hard		(96)	HA		Crypt		(13)	HA
							Hard		(135)	
4	10/5	2,200	20	182		16	2,050	13	171	119~224
		Schiz		(5)						
		Syzyg		(40)	47本/					
		Dryad		(70)	HA					
5	10/9	2,600	10	46	27~64	33	2,500	20	45	30~ 61
		Dacry		(29)			Phyll		(2)	
		Soft		(29)			Podo		(4)	
		Schiz		(13)	25本/		Soft		(6)	
		Hard		(17)	HA		Schiz		(17)	15本/
							Hard		(21)	HA

1975年に行われた森林局の蓄積調査の結果は現在の森林にも適用すると判断できる。

３－３　森林局蓄積調査の分析

ストリップラインの位置図（図３－１）に基ずいて，各ストリップラインをその標高別に並べたものが，表３－３である。ストリップラインの位置図から標高を読みとることは，地図の精度，地

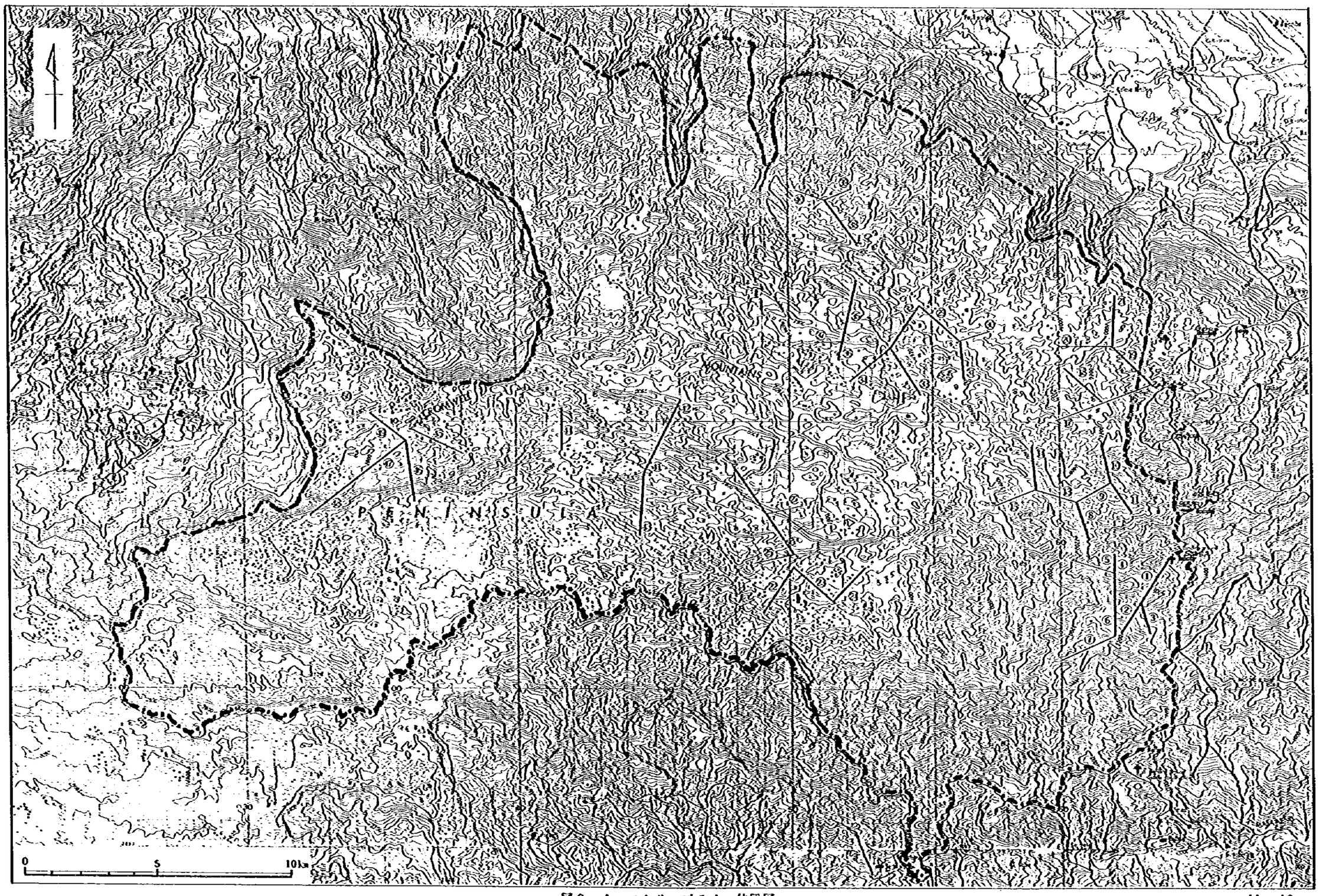


図3－1　ストリップライン位置図

41～42

表３－３ 標高順ストリップライン別樹種別蓄積量（m³/HA）

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
ST LINE	3	19	21	16	20	1	2	10	11	30	17	4
標高	1900	1920	2000	2020	2020	2060	2100	2140	2140	2160	2160	2180
1 DACRY						5.69	5.78			46.80		9.80
2 PAPUA						1.17	6.52					
3 PHYLLO	18.64						21.23	2.01	3.03			21.39
4 PODO		43.86	8.97	36.97	39.75			2.31	1.48		22.98	
5 FLIND		8.89	10.47		1.75	1.81			1.35			
6 PALA				5.18							3.53	9.16
7 SYZYGI		29.70	11.03		14.05	1.68	1.24	1.57	5.10	1.48	1.10	
8 LITHO		11.56	31.53	10.57	20.68	5.20	2.51		1.57	15.04	1.75	
9 NOTH	9.40			7.88								11.02
10 ALPHI		5.17	12.47	7.70	11.73							
11 CRYPTO	9.11		9.80	13.97	10.35	3.66	6.03	1.56		10.31	4.20	11.40
12 DRYADO	1.50		14.94		1.14	0.49	0.91	13.01	7.92	19.23		12.04
13 ELAEO	14.70		15.57	3.54	23.60	4.33	4.02		1.57	3.89	3.83	3.73
14 ENDO			10.66	11.68							5.58	2.68
15 LISEA	4.39	14.41			1.93	1.30	0.91	6.89				
16 OPTO			6.07	10.91	22.90				0.91		12.28	
17 PTERO								6.93	3.56			
18 SHIZO	4.09	8.26	13.54	40.44	10.55	8.02	3.15			3.86	64.42	
19 ENDI	8.15	2.01				5.40		1.97				
20 EVODIA	15.61		0.82		0.68	0.49	1.25					2.16
21 GALGA		20.13	2.43		1.65	3.47			3.05	2.70		
22 MISCELL												

	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
ST LINE	5	7	6	9	8	29	31	13	14	12	32	39
標高	2180	2200	2220	2220	2220	2260	2320	2320	2320	2360	2380	2380
1 DACRY	0.94					0.91	38.11	2.74				7.79
2 PAPUA		14.68	5.28		2.33			3.31	22.20			
3 PHYLLO	5.61	16.28	38.68	4.32	1.59			20.46	28.80	7.95		9.56
4 PODO		0.94	1.56	6.02				3.59	23.82	4.80		
5 FLIND				3.71	1.75	2.77						
6 PALA	3.92	4.56	3.11				22.91			0.75		
7 SYZYGI				1.10	1.17	0.81					7.56	
8 LITHO												
9 NOTH	6.51	5.51	50.78		4.18			6.60	41.65	39.63		
10 ALPHI				4.81								
11 CRYPTO	5.95	4.67	7.33	7.46	1.26	4.32	14.94	9.58	19.64	18.84	2.14	23.87
12 DRYADO	14.12	14.86	10.58	9.45	19.26	33.67	17.28	2.56				67.18
13 ELAEO	5.26	1.14	3.33	11.03		2.04	4.09		10.64		8.33	2.39
14 ENDO	3.59		2.70			3.31	13.31					
15 LISEA	2.72			2.42		0.94		1.98	1.69		5.30	
16 OPTO											2.14	
17 PTERO				10.42				5.28	3.82	16.53		
18 SHIZO	12.86	6.23		1.39	5.56	4.48	9.00	33.39	18.05	27.09	39.69	
19 ENDI				7.84								
20 EVODIA	0.75			1.08		1.10	1.45			1.46		14.14
21 GALGA				8.70								
22 MISCELL												

	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
ST LINE	40	38	23	45	24	33	35	43	34	44	46	22
卌 卍	2400	2440	2470	2500	2500	2520	2540	2540	2560	2580	2580	2580
1 DACRY	14.46	1.88	11.08	1.28	11.42		38.80	23.89		15.60	0.73	10.41
2 PAPUA								15.82				
3 PHYLLO	2.57	22.61	0.68	2.11		2.88	1.74	1.28	6.03		2.28	
4 PODO			18.25		1.34	3.85		5.97	2.12		0.88	
5 FLIND							4.15					
6 PALA												
7 SYZYGI							6.56				0.61	
8 LITHO												
9 NOTH		2.48	44.44		50.31				0.71			29.29
10 ALPHI		1.56										
11 CRYPTO	4.27	10.11					1.07				3.34	
12 DRYADO	73.15	26.30		15.07		0.91	15.00	11.77			20.89	
13 ELAEO		17.88		7.57		5.51	1.55		17.46		5.37	
14 ENDO							0.94			1.98		
15 LISEA				1.10								
16 OPTO						12.32			22.48			
17 PTERO												
18 SHIZO	20.60	5.16	3.47	6.13		17.66	18.01	7.15	9.43	7.32	3.34	3.31
19 ENDY		2.12					2.75					
20 EVODIA		2.59									0.54	
21 GALGA												
22 MISCELL							1.43					

	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	R
ST LINE	25	41	36	26	48	37	47	42	50	27	28	
卌 卍	2620	2660	2660	2680	2700	2710	2740	2760	2760	2840	2900	
1 DACRY	18.19	29.13	72.67	53.32	23.75	76.17	7.42	15.62		180.69	148.00	0.55
2 PAPUA		8.19	14.57		2.63	14.43		3.68				0.11
3 PHYLLO	1.88	5.47	1.83		15.60	5.74	10.56	1.24		1.49	15.73	-0.11
4 PODO	11.54		1.46	57.77	2.28		0.74				24.59	-0.16
5 FLIND				2.67								-0.38
6 PALA												-0.19
7 SYZYGI			5.12						2.23			-0.40
8 LITHO												-0.49
9 NOTH												-0.07
10 ALPHI												-0.45
11 CRYPTO			5.24									-0.46
12 DRYADO		15.00	3.35		21.20	0.09	3.64	3.68	2.51			-0.06
13 ELAEO		3.61				3.52	11.11					-0.32
14 ENDO		1.47	1.65						4.68			-0.27
15 LISEA												-0.45
16 OPTO												-0.20
17 PTERO												-0.15
18 SHIZO	3.76	2.87	11.70		1.88	17.35			53.43			-0.11
19 ENDY												-0.37
20 EVODIA						0.73						-0.26
21 GALGA												-0.39
22 MISCELL	49.77			6.77		0.73						0.16

表３－４　樹種構成（胸高直径50cm以上）

広葉樹優勢帯（標高1,800～2,400m）		針葉樹優勢帯（標高2,400m以上）	
樹　　種	比率(%)	樹　　種	比率(%)
Schizomeria	12.43	Dacrydium	38.72
Dryadodapne	10.49	Dryadodaphne	9.10
Podocarpus	7.44	Podocarpus amara	9.10
Phyllocladus	7.05	Schizomeria	9.02
Nothofagus	6.56	Nothofagus	6.81
Cryptocarya	6.50	Phyllocladus	6.26
Elaeocarpus	5.00	Elaeocarpus	4.95
Dacrydium	4.25	Miscellaneous	3.48
Lithocarpus	4.11	Papuacedrus	2.78
Eugenia	2.88	Opocunonia	2.36
Opocunonia	2.37	Cryptocarya	1.24
Endospermum	2.14	Others (27 species)	6.18
Papuacedrus	2.01	Total	100
Alphitonia	1.72		
Pterocymbium	1.58		
Galbulimima	1.55		
Litsea	1.54		
Flindersia	1.34		
Fllaquium	1.14		
Evodia	1.09		
Others (40 species)	16.81		
Total	100		

図から地図への模写を行う間に，誤差が発生することから，数値としては精確とは言えないが，標高の変化に対する樹種の分布の傾向がつかめる（表３－３）。

標高はストリップラインの中での平均値であるが，この平均値と各ストリップラインに含まれる樹種のHA当りの蓄積量の相関係数を計算すると（表３－３のR値）

① 針葉樹の中で Podocarpus とPapuacedrus は標高の変化に関係なく分布する。

② Phyllocladus は標高2,000 m～2,400 mの範囲に多く分布し，更に高い地域では逆に少くなる。

③ Dacrydium は標高が高くなるに従い，多く分布し，この標高と分布との関係が特に強い。

④ 広葉樹ではSyzygium，Lithocarpusが標高が低い程多く分布する。

⑤ Cryptocaryaは相関係数は小いが，表でみる限り，標高2,400 m以上での分布は見られない。

⑥ Nothofagus は2,300～2,600 mの範囲で分布する。

⑦ Drydodapne，Elaeocarpus，Schizomeria は標高に関係なく全地域に分布する。

Cromwell林区は標高2,400 m を境に針葉樹優勢帯と広葉樹優勢帯に分かれているが，2,400 m から全ての広葉樹が少くなり，針葉樹が増加するのでなく樹種別にみると標高が上るに従い，広葉樹ではSyzygium，Lithocarpas Cryptocarya が少くなり，針葉樹の Dacrydium が増加するのである。

PNG森林局による集計によれば針葉樹優勢帯と広葉樹優勢帯における樹種構成は（表3－4）の通りである。この時の径級別構成は次の通りである。

表3－5　径級別構成

	標　高	直径 50cm以上	60cm以上	70cm以上	80cm以上	90cm以上
広葉樹優勢帯	2,400 m以下	100 %	84 %	58 %	37 %	22 %
針葉樹優勢帯	2,400 m以下	100 %	86 %	63 %	42 %	27 %

（直径50cm以上を100％とした時の比率）

3－4　林相と資源

Cromwell 林区の標高2,400 m以上では地形が比較的平坦であり，山岳地の多くが独立していて山系を形成しておらず，樹種が多く，またその分布のバラツキも大きい。

このような事から，林相を明らかに区分する事は難しい点があるが，次の様な考え方により，林相図を作成した（図3－2）。

① 山系，水系から全林区を細分する。

② ストリップライン（森林局調査）位置図（図3－1）の中で地理上及び地形上近い2つのストリップラインの間で，樹種別の相関係数（表3－6）を計算し，係数の大きいものを選別する。

③ 共通した代表的樹種をもつものをグループとしてまとめ一つの林相とする。

④ 森林局で調査が行われていない地域は今回の現地調査資料で補う。

⑤ 現地調査中の機上観測と航空写真により再検討を加え，総合的にまとめる。

各林相の地況，蓄積量，代表樹種をまとめたものが表3－7である。

東北地域のⅠ地区では標高は2,400 m以下であるが，針葉樹の Podocarpus の蓄積がある。東南のⅠ・Ⅱ地区では主に標高2,400 m以下で広葉樹の比率が多く，樹種も多い。東南地域のⅣ地区は今回の調査では見られなかったNothofagus がある。また中央高地周辺のⅤ・Ⅵ地区は針葉樹が多く，HA当りの蓄積量も多い。

各林相の立木蓄積量は，各林相に含まれるサンプルプロットのHA当りの蓄積量の平均値に，図上で計算した各林相の面積を掛け，計算を行った。総立木推定量は約620万m^3となる。一次調査において約590万m^3となっており，その差が約5％あるがこれは推定方法の違いによるものである。

ただしこれらの計算はGrassland等の林木の生えていない地域の面積も林木があるものとして計算しているので，実質はこれらを取り除く必要があるが，地図上Grasslandの明確な区別が不可能であるので，Grasslandを含めて計算した。

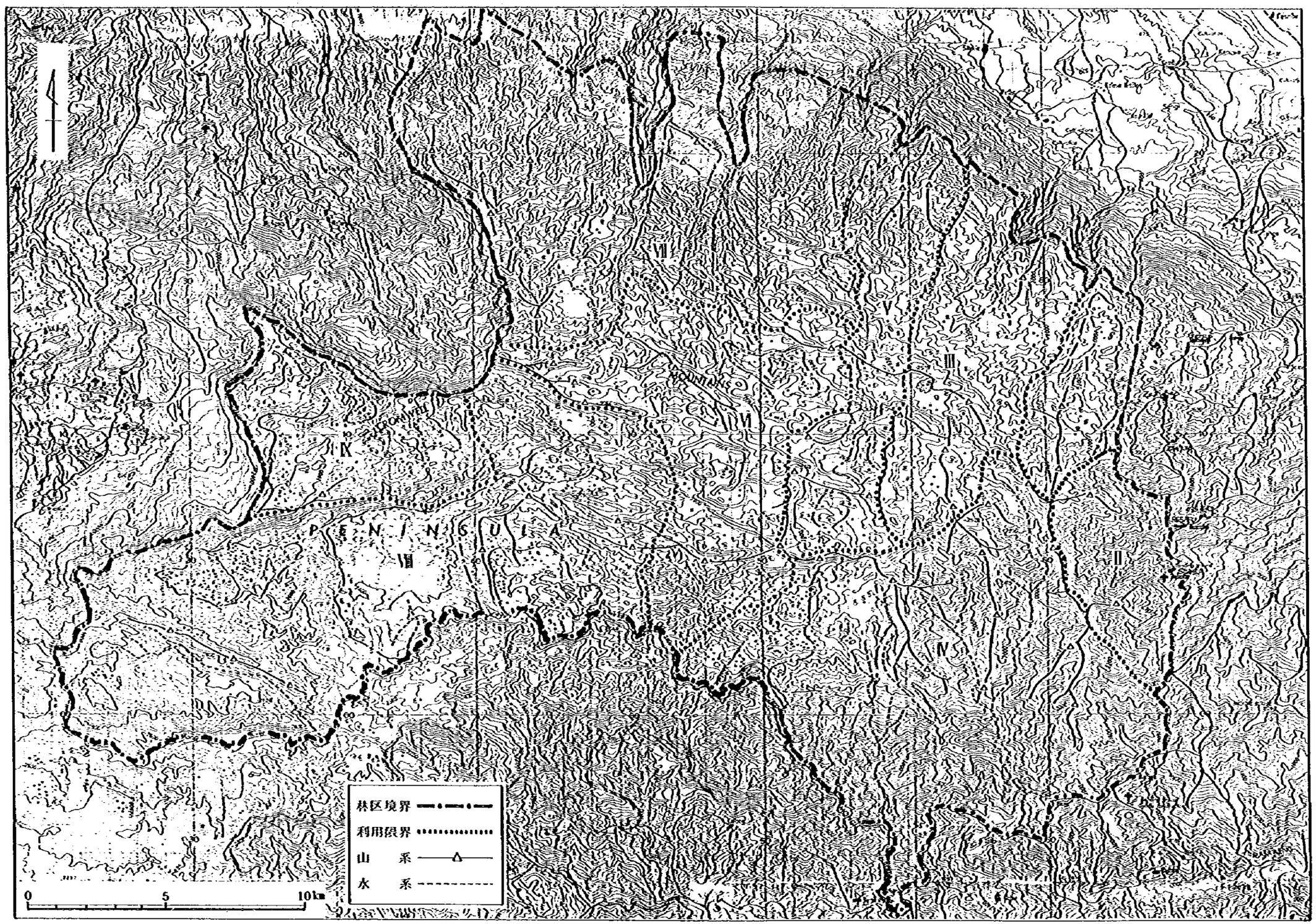

PENINSULA
MOUNTAINS
I
II
III
IV
V
VI
VII
VIII
IX
林区境界
利用限界
山　系
水　系
0
5
10km

図3－2　林相図

表3－6/1　ストリップクイン間相関係数

ST No.	16	17	19	20	21	6	12
16	*	0.87	0.42	0.61	0.35	-0.06	0.42
17		*	0.23	0.36	0.24	-0.14	0.41
19			*	0.60	0.22	-0.23	-0.13
20				*	0.55	-0.23	-0.08
21					*	-0.23	-0.11
6						*	-0.62
12							*

ST No.	4	5	6	11	8	9	24
4	*	0.13	0.32	0.02	-0.04	0.03	-0.09
5		*	0.38	0.30	0.77	0.19	0.17
6			*	0.08	0.25	-0.08	0.73
11				*	0.63	0.48	-0.17
8					*	0.24	0.11
9						*	-0.25
24							*

ST No.	10	11	9	12	8	13	17
10	*	0.69	0.49	-0.03	-0.09	0.00	-0.14
11		*	0.48	-0.14	0.16	-0.03	-0.18
9			*	0.00	0.12	0.00	-0.09
12				*	0.35	0.63	0.41
8					*	0.38	0.20
13						*	0.74
17							*

ST No.	1	2	3	4	5	6	7
1	*	0.08	0.07	0.07	0.20	-0.28	-0.14
2		*	0.57	0.71	0.21	0.48	0.63
3			*	0.33	0.29	0.52	0.29
4				*	0.13	0.32	0.36
5					*	0.38	0.59
6						*	0.55
7							*

ST No.	31	14	13	12	8	5	17
31	*	-0.17	0.06	-0.04	0.17	0.34	0.05
14		*	0.55	0.73	0.01	0.34	0.25
13			*	0.63	-0.03	0.01	0.74
12				*	0.01	0.48	0.40
8					*	0.57	-0.18
5						*	0.45
17							*

ST No	29	30	31	32	20	17	14
29	*	0.12	0.20	0.06	0.06	-0.06	0.18
30		*	0.77	-0.04	-0.06	-0.07	-0.17
31			*	0.03	-0.23	0.05	-0.17
32				*	0.35	0.95	0.24
20					*	0.36	0.12
17						*	0.25
14							*

表3－6/2　ストリップライン間相関係数

ST No.	32	33	34	35	36	29	38
32	*	-0.04	0.45	-0.14	-0.12	-0.02	-0.06
33		*	0.07	0.19	-0.01	0.04	0.12
34			*	-0.20	-0.15	-0.07	0.10
35				*	0.88	0.30	0.17
36					*	-0.01	-0.05
29						*	0.66
38							*

ST No.	22	23	24	25	26	5	7
22	*	0.91	0.99	0.22	0.14	0.21	0.06
23		*	0.93	0.32	0.35	0.17	0.05
24			*	0.12	0.09	0.17	0.07
25				*	0.94	-0.06	-0.10
26					*	-0.20	-0.18
5						*	0.59
7							*

ST No.	35	36	37	32	34	38	40
35	*	0.88	0.89	0.18	-0.09	0.17	0.00
36		*	0.99	-0.01	-0.10	-0.05	0.10
37			*	0.01	-0.09	-0.02	0.08
32				*	0.65	-0.12	0.02
34					*	-0.12	0.01
38						*	0.20
40							*

ST No.	25	26	27	28	41	42	43
25	*	0.39	0.29	0.31	0.18	0.24	0.19
26		*	0.66	0.76	0.50	0.60	0.58
27			*	0.98	0.84	0.94	0.73
28				*	0.83	0.93	0.74
41					*	0.95	0.90
42						*	0.88
43							*

ST No.	38	39	40	35	37	28	42
38	*	0.73	0.64	0.17	-0.02	-0.03	0.09
39		*	0.89	0.29	0.01	0.02	0.23
40			*	0.51	0.17	0.11	0.32
35				*	0.88	0.82	0.85
37					*	0.94	0.95
28						*	0.93
42							*

表3－7　林相別地況・立木蓄積表

胸高直径 50 cm以上

林相区分	標高 (M)	平均傾斜度 比率(%) 0°～1°	2°～5°	6°～10°	11°～15°	16°～20°	21°～	代表樹種	面積 (HA)	HA当り立木蓄積 (M³/HA)	針・広内訳 N	L	立木蓄積 (千M³)	ストリップラインNo.
I	1,800～2,200		45	54	1			Podocarpus, Shizomeria, Syzygium	1,900	160	30	130	304	16, 17, 19, 20 21
II	1,800～2,200		4	69	27			Phyllocladus, Dryadodapne, Cryptocarya	2,300	80	10	70	184	1, 2, 3, 4, 6, 8, 9, 10, 11, 12.
III	1,800～2,600	2	46	42	5	5		Dacrydium, Dryadodapne, Cryptocarya	5,200	110	30	80	572	29, 30, 31
IV	1,600～2,400	2	9	41	30	17	1	Nothofagus, Shizomeria	13,900	90	5	85	1,251	5, 6, 7, 13, 14 22, 23, 24
V	1,600～2,600	11	38	44	6	1		Shizomeria, Podocarpus	4,300	60	10	50	258	32, 33, 34
VI	2,600～2,800	8	49	38	5			Dacrydium, Cryptocarya, Phyllocladus	7,700	130	90	40	1,001	25, 26, 27, 28 35, 36, 37
VII	1,600～2,600	2	16	55	15	11	1	Dryadodapne, Cryptocarya, Phyllocladus Dacrydium	13,600	120	20	100	1,632	38, 39, 40
VIII	2,400～3,000	18	63	19				Dacrydium, Dryadodapne	16,100	50	20	30	805	41, 42, 43, 44
IX	2,400～2,800	5	63	27	5			Dacrydium, Dryadodapne	4,200	50	5	45	210	45, 46, 47, 48 50
計		6	33	38	16	7			69,200				6,217	

3－5　材質特性

現地調査ではCromwell 林区に特に多い樹種9種，その他5種の材幹の採集を行った。気乾状態の比重測定の結果は表3－8の通りである。

① 針葉樹は全て0.5～0.6 g/cm³ で既存のPNGの測定結果（"Commercial Timbers of Papua New Guinea" より）と殆ど同じで，地域的差も少なく安定している。

② Schizomeria は木肌も美しく繊維も比較的密になっており，比重も軽く加工が容易な材である。

③ Dryadodapne は木肌は東南アジアのラワンに一見似ているが，繊維に不均一の所があり，比重も0.65～0.84と巾が広く，また重い。伐採直後では沈木のものあると考えられる。

④ Cryptocaryaは淡褐色で木目に波があり繊維も密で，表面は美しいが，逆に加工がしにくく，利用面で難しい。

⑤ Elaeocarpus. は比重は0.47と軽く，繊維も比較的密であるが，木目に波があり，加工しにくく利用面で難しい。

⑥ Lithocarpusは導管が目立ち繊維も荒く，また比重も重いので加工が難しい。

⑦ Syzygiumは高地のものと，低地のものでは色が異なり，高地のものは青褐色，低地のものは赤褐色で，どちらも比重は0.8以上と重く伐採直後は沈木と考えられる。高地のものは繊維の乱れが少く，利用が考えられるが，低地のものは繊維も荒く利用が難しい。

⑧ その他の樹種として，蓄積量としては少いものがあるが，Hapholobus，Chionanthus は淡褐色で木肌も美しい。

Cromwell 林区の樹種は種類が多く，また標高によって材質が変るなど今回の少ない標本の中で単純にまとめることは難しいが，採集された標本の中で評価すれば，繊維の荒い Phyllocladus 以外の針葉樹及び広葉樹ではSchizomeria などは用材としての利用は容易と思われる。しかしそれ以外の樹種は前述の通り加工の面で難しいものが多いと判断される。

表３－８　採集材幹の比重

学　名（属名）	一　般　名	学　名（科名）	採取標本の比重（g／cm³）	ＰＮＧのデータ	辺　材　の　色（気乾状態）	伐採後実験までに標本に変色菌（青カビ）の入ったもの
Dacrydium	Huon Pine	マ　キ	0.45，*0.53	0.52	淡褐色	×
Podocarpus.	Pine	〃	0.58	0.41～0.59	黄褐色	
Papuacedrus.		〃	0.54	0.44	〃	
Phyllocladus.	Colory Top Pine	〃	*0.57	0.57	淡褐色	
Schizomeria	(Pink) Birch	CUNONIACEAE	0.44	0.54～0.62	淡褐色	
Dryadodapne	Sassafras	MONIMIACEAE	0.65，0.84	0.53	淡褐色，褐色	
Cryptocarya		クスノキ	0.65	0.42～0.66	淡褐色	
Elaeocarpus.	Quandong	ホルトノキ	0.47	0.38～0.48	淡黄色	×
Lithocarpus	Oak	ブ　ナ	0.86	0.69	青褐色	
Syzygium	Water Gum	フトモモ	0.80，0.81	0.68～0.75	〃	×
〃　(Low Land)	〃	〃	0.89		赤褐色	
Hapholobus			0.51		白	
Chionanthus			0.61		白	
Sterculia		STERCULIACEAE	0.55	0.42	青褐色	
Myristica	Nutmeg	MYRISTICACEAE	0.65	0.43～0.46	黄褐色	

*：皮付

3－6　伐採可能量の推定

伐採可能量の推定には，まず蓄積量を統計的に再検討し，区間推定を行った。次に樹種別に利用の可能性と地形的制約について検討を行った。

まず立木蓄積量の推定であるが，表3－7は単にサンプルプロット内の蓄積量を平均したもので，これを90％の信頼区間で推定したものが表3－9である。区間推定値の最低値は標本平均値の12～25％の範囲にあるが，ここでは15％とみる。つまり標本のバラツキを考えて，安全側に15％を平均値より減ずると考える。

次に樹種別利用率について検討すると，針葉樹ではPhyllocladus の樹形，材質を考え更に15％減じ，広葉樹では樹種が多い事で30％減ずる。つまり前述の数値と合せて，針葉樹では30％減の70％，広葉樹では45％減の55％と推定し，これら利用率を各林相地域のHA当りの蓄積量に掛けて推定単位面種当り利用蓄積量とした（表3－10）。

表3－9　立木蓄積の区間推定

	優勢樹	立木蓄積 (M3/HA)	針・広内訳		ストラクタライン NO.	区間推定 (M3/HA)
			H	L		
I	Podocarpus,Shizomeria,Syzygium	160	30	130	16,17,19,20 21	142.11-182.50
II	Phyllocladus,Dryadodapne,Cryptocarya	80	10	70	1,2,3,4,6,8 9,10,11,12	74.42- 94.86
III	Dacrydium,Dryadodapne,Cryptocarya	110	30	80	29,30,31	93.41-135.68
IV	Nothofagus,Shizomeria	90	5	85	5,6,7,13,14 22,23,24	77.38-101.54
V	Shizomeria,Podocarpus	60	10	50	32,33,34	47.85- 74.23
VI	Dacrydium,Cryptocarya,Phyllocladus	130	90	40	25,26,27,28 35,36,37	113.99-147.24
VII	Dryadodapne,Cryptocarya,Phyllocladus Dacrydium	120	20	100	38,39,40	97.71-144.32
VIII	Dacrydium,Dryadodapne	50	20	30	41,42,43,44	38.58- 61.98
IX	Dacrydium,Dryadodapne	50	5	45	45,46,47,48 50	38.13- 58.96

また地形的制約については，2－3で述べた通り，林区内の地形や土質の特殊性が伐木集材作業の制約条件となる地域がある。つまり，

① 2－4で述べた通り，土質が非常に膨軟なため，雨期・乾期を問わず，傾斜地ではトラクターの走行に限界がある。

② Grasslaud には樹木がない事とその地盤が非常に軟弱な所が多い。

③ Grassland 以外の林地内にもSinkholeがあるが，Sinkholeの周辺は急斜地形にあっており，伐木集材作業は非常に危険である。

④ 林縁近くの河川は水流により，石灰岩が深く浸食され，深い渓谷になっている所が多く，集

材は不可能である。

⑤　標高の高い山岳地周辺は急斜地のため集材が困難である。

以上の伐木集材作業に対する制約条件から，①平均傾斜 15° 以上の地域（表3－7参照），②Sinkhole の多い地域，③大きい河川周辺，④Grassland ⑤標高の高い山岳地など5つの地域は採対象区域から除き，その境界線を利用限界として，図3－2に記入した。この図をもとに各林相別利用面積を集計して表3－10に入れた。

表3－10　推定利用材積

	単位利用材積(M3/HA)			利用面積	利用材積(1000M3)		
	N	L	計	(HA)	N	L	計
I	20	70	90	1,400	28	98	126
II	5	40	45	1,000	5	40	45
III	20	50	70	3,400	68	170	238
IV	5	45	50	5,300	26.5	238.5	265
V	5	30	35	3,300	16.5	99	115.5
VI	65	20	85	5,800	377	116	493
VII	15	55	70	7,000	105	385	490
VIII	15	15	30	7,200	108	108	216
IX	5	25	30	2,000	10	50	60
計				36,400	744	1,304.5	2,048.5
(素材換算)					(36%)	(64%)	(57M3/HA)

4. 森林開発の基本構想

4－1 開発事業計画

(1) 概況

林区は標高 1,900 m から 3,200 m に達する高地にあり，気候は雲，霧が発生しやすく湿度が高い。また，林地は粘性に富んだ膨軟な褐色土壌に厚く覆われている。

林相は針広混交で，N率は 36 % となっており，針葉樹は標高 2,400 m 以上に多く見られる。資源調査の結果から林区内のha当たり平均出材々積は形質の不良なものを除き，経級 50 cm以上のもので 50 m³ 程度と推定される。

本事業の基地は，Kaiva 川河口右岸の平坦地に設置し，基地の北側の海岸（Blucher Point 西側）には船積施設を設ける。

基地から林区入口まで平均勾配約5.7%，延長33 kmの到達林道が開設される。幹線道路は林区のほぼ中央を西にまこざり，林区西端から林区外の Indagen に達する。またこの幹線林道の途中，林区入口から 10 km付近から南に分岐して Siwea に通ずる。

以上の諸点を前提として開発事業計画を策定した。

(2) 実行体制，組織

本事業を遂行するために，次の組織，機能を整備するものとする。

1) 組織

表4－1のとおり

2) 職務分掌

① 総支配人

総支配人は，本事業を遂行するための現地における最高責任者として，業務全般を掌握し，事業の運営をつかさどる。

② 秘書

総支配人を補佐し，本社及び社内外の連絡調整の衝にあたる。

③ 総務部長

経理課及び労務，渉外課を統率し予算計画の樹立及び実行に関する業務をつかさどる。

④ 加工，販売部長

営業課及び製材工場を統率し，営業及び製材工場の運営に関する業務を行う。

⑤ 事業部長

作業課，造林課及び修理工場を統率し，森林経営全般の業務をつかさどる。

⑥ 経理課長

経理係，調達係，営繕係を統率し，総務部長を補佐する。

(i) 経理係

予算計画に基き，経理事務を行う。

(ii) 調達係

物品の調達及び保管等の業務を行う。

(iii) 営繕係

建物，その他施設等の建設及び維持補修の業務を行う。

⑦ 労務，渉外課長

労務係及び渉外広報係を統率し，総務部長を補佐する。

(i) 労務係

必要な労務者の確保，教育指導その他労務問題の処理を行う。

(ii) 渉外広報係

P.N.G. 政府その他対外関係の事務処理，接渉の任に当たるとともに広報業務を行う。

⑧ 営業課長

輸出係及び国内販売係を統率し，加工販売部長を補佐する。

(i) 輸出係

輸出材の販売業務を行う。

(ii) 国内販売係

内需用材の販売業務を行う。

⑨ 製材工場長

製材加工係，貯木場係及び電気，機械係を統率し，製材，貯材及び船積み業務の運営を図り，加工販売部長を補佐する。

(i) 製材加工係

製材加工及び製品の管理取扱い業務を行う。

(ii) 貯木場係

素材の選別，巻立て、貯材並びに船積みに必要な役務・業務を行う。

(iii) 電気，機械係

製材工場の電気，機械施設の保守管理の他，事務所その他の建物等の電気施設の維持管理を行う。

⑩ 作業課長

伐木造材係，輸送係及び土木係を統率し伐出作業の運営を図り，事業部長を補佐する。

(i) 伐木造材係

伐採予定地の調査及び伐木集材作業の業務を行う。

(ii) 輸送係

木材の積込み輸送の業務を行う。

(iv) 土木係

林道，作業道等土木作業に関わる業務を行う。

⑪ 造林課長

種苗係，造林係，収穫調査係を統率し，林地の保全，更新の指導に当たり事業部長を補佐する。

(i) 種苗係

種苗の選定，確保及び苗畑業務を行う。

(ii) 造林係

適正樹種の選定，造林地の調査，造林及び保育の業務を行う。

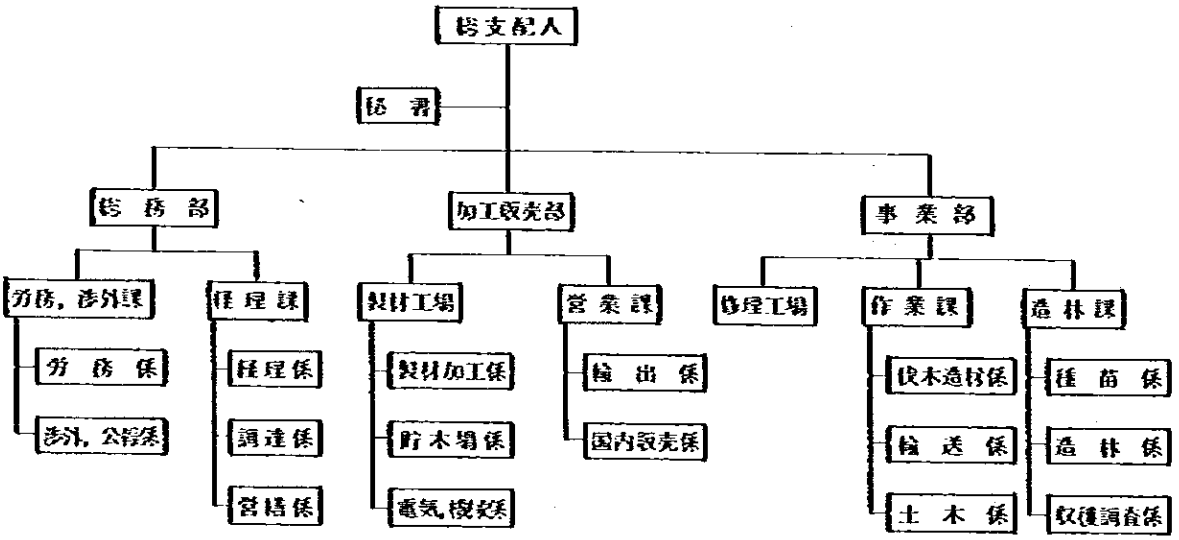
(iv) 収穫調査係

収穫予定地の調査，伐採量の算定及び伐採木の決定の業務を行う。

⑫ 修理工場長

車両及び機械の保守管理の業務を指導監督して修理工場の運営に当たり，事業部長を補佐する。

表4－1　P.N.G.クロムウエル林業開発事業計画現地実行体制組織図



(3) 事業施設計画

基地予定地は，現在放牧地として使用され，十分な広がりのある平坦な草地であるが，砂利の多い土壌から成る。位置は船積港に隣接して好便である。基地の整地作業は，林道用のBulldozerを使用して比較的容易に行うことができる。

事業施設として，事務所，修理工場，車庫，倉庫，貯木場，油タンク，通信設備，製材工場，製品置場，従業員宿舎及び来客宿泊所を基地内に建設する。

これらの施設の数量，金額，建設スケジュール等は表４－２「事業施設投資一覧」の通りである。

管理運営に必要な車輌類の数量，金額，投入スケジュールは表４－３「管理車輌投資一覧」の通りである。

表４－２　事業施設投資一覧

施設	仕様	単価 千kina	年次別建設数 1	2	3	4	5	6	7	計	金額 千kina	備考
事務所	100 ㎡	35		1						1	35	耐用15年
修理工場	320 ㎡	100		1						1	100	〃 15 〃
車庫	200 ㎡	10			1					1	10	〃 15 〃
倉庫	100 ㎡	10		1						1	10	〃 15 〃
油タンク	120 KL	40		1						1	40	〃 15 〃
通信設備	SSB	10		1						1	10	〃 5 〃
製材工場		630					300	330		1	630	〃 7 〃
貯木場	3 ha	—				1				1	—	
製品置場	1 ha	—					1			1	—	
A級住宅	100 ㎡	50						1		1	50	耐用15年
B級住宅	70 ㎡	35		4		1	1	1		7	245	〃 15 〃
C級住宅	50 ㎡	25		2	3	4	5			14	350	〃 15 〃
D級住宅	33 ㎡	10	10	20	25	35	8	2		100	1,000	〃 15 〃
独身寮	10 人用	50	10			10	6			26	1,300	〃 15 〃
宿泊所	100 ㎡	50							1	1	50	〃 15 〃
投資額	(千kina)		600	585	335	985	810	435	50		3,830	

表４－３　管理車輌投資一覧

機種	仕様	単価 千K	年次別購入台数 1	2	3	4	5	計	金額 千K	備考
ジープ	4WD	12		3	3		6	12	144	
小型バス		21			1		1	2	42	
トラック	3トン	18		1	1			2	36	
タンク車		45		1	1			2	90	
低床トレーラー		50			1			1	50	
投資額（千K）				99	170		93		362	

① 製材工場および製品置場

製材工場は基地の西端に建設し，これに隣接して製品置場を設置する。

建設は伐採搬出の開始される第５年次に全設備の約５０％，残を第６年次に実施する。

製材品の生産は，年間 15,000㎥を目標とし，５年次 3,000㎥/年，６年次 7,000㎥/年，７年次 10,000㎥/年を経て８年次に 15,000㎥/年の目標を達成することとする。

製材工場で使用する機械，設備のうち主なものは次の通りである。

表４－４　製材工場主要機械設備

機　　械	数　量	備　考
バンド ソー （1300型）	1 式	送材車付
〃 （1200型）	1 〃	〃
テーブルバンド・ソー （1100型）	2 〃	オートテーブル付
〃 （1100型）	2 〃	
クロスカット ソー （600型）	2 〃	
搬 送 装 置	1 〃	
目 立 設 備	1 〃	
集 塵 装 置	1 〃	
フォークリフト 3トン	1 台	

製材工場に要する投資額は

機械設備	410	千 kina
基礎，建物	220	〃
計	630	〃

第５年次に設置する機械は

バンドソー（1200）	1
テーブルバンド（1100）	1
カットソー	1

と，これに必要な搬送装置および目立設備とする。

フル生産時の所要人員は次の通りである。

Engineer	1 人	K 18,000/年
Supervisor	3 〃	K 7,000/年
Foreman	5 〃	K 3,000/年
Operator	6 〃	K 1,600/年
Laborer	40 〃	K 1,100/年

この工場のフル生産時の運転経費は表４－５の通りである。工場動力は，後述のインフラ関連の電力を利用することとし，経費中に含まれていない。

表4－5　運転経費および償却費

(kina)

項　　目	金　　額	備　　考
人　件　費	107,600	
部品，消耗品費	60,000	
そ の 他 経 費	70,000	
経 費 計	237,600	
償　却　費	90,000	耐 用 7 年

製材歩止りは，PNGにおける他企業の実績を参考とし43%を見込むこととする。

(4)　原木，製材品の生産計画

事業着手後4年間は，基地造設，到達林道の建設に要し，木材生産は第5年次からとなる。

原木，製材品の生産スケジュールは次の通りである。

年　次	原　木	素　材	製材原木	製 材 品
5	25,000 m³	22,000 m³	3,000 m³	1,290 m³
6	85,000 〃	78,000 〃	7,000 〃	3,010 〃
7	100,000 〃	90,000 〃	10,000 〃	4,300 〃
8以後	100,000 〃	85,000 〃	15,000 〃	6,450 〃

(5)　伐木集運材計画とコスト

1)　伐木集材

生産は到達林道完成後の第5年次から開始される。生産着手直後は作業道の整備，要員の教育訓練，使用機材の準備等もあって，生産量は第5年次には2万5千m³，第6年次には8万5千m³と逐次増加させ，第7年次以降は年間目標の10万m³に達することとしている。

伐倒はチェーソーにより9～12m程度の材長に採材する。集材はトラクタ，積込みはログローダ，運材は大型トラックによることとした。

素材生産作業は以上のような工程系列となるが，ここで最も重要な問題はトラクタの集材距離である。前述したとおり，林区内は粘性に富んだ膨軟な褐色土壌に厚く覆われており，積生もくまい笹のような強靭な根茎をもつものはない。その上雨量は多く，常に湿潤な気候に支配されている。このような条件のもとではトラクタ集材路は極めて短期間に泥濘化し，集材能率の著しい低下をきたし，遂には集材困難に陥入ることが十分予想される。この障害を避けるためには，作業道の路網密度を高めて，トラクタの集材距離をできるだけ短縮する必要がある。このような理由から，トラクタの平均集材距離を200m以下とすることが適当である。

路網密度と集材距離の関係は，マチウスの理論によれば，次の式で表わされる。

$$S = \frac{10^4 (1+\eta)(1+\eta')}{4\,d}$$

但し，S：平均集材距離

d：路網密度（m/ha）

η：路長補正係数（路線の近づき過ぎ，曲線，う回，分岐）

η'：集材距離補正係数（斜め，曲り，横どり）

我が国のような山岳林にあっては，$\eta=0.6$，$\eta'=0.2$として一般に用いられているが，当林区は比較的傾斜が緩く，谷密度も少ないので，$\eta=0.4$，$\eta'=0.1$として見込むのが適当と考えられる。

以上のことから，作業道の路網密度は20 m/ha，つまり，おおむね500m間隔を目安に作設する必要があろう。この結果10万m³を生産する2,000haの林地の伐採のためには毎年40kmに及ぶ作業道の開設を要する。また日照による乾燥が期待し難いため，作業道に全面的に砂利を敷いて，トラックの運行に支障を生じないように計画した。

乾期砂利なしでも通行可能な作業道を持つ他の林地に比べてコスト面で大きな負担となっている。

次に機械のエンジン出力は，気温，高度及び湿度の大きな影響を受ける。海抜0 mの平地で，湿度が65％，温度20°Cのとき機関出力比は100であるが，温度，湿度及び高度が上昇するにつれて出力比は減退する。

林区の標高はおおむね2,000 mを越え，湿度も高いことから，この点を無視することはできない。平地における気温を30°Cとして標高及び湿度により出力比がどのように変化するか表示すれば次のとおりである。

表4－6　標高，湿度によるエンジン出力比

温度	湿度	標高（m）				備考
		0	2,000	2,500	3,000	
30°C	35％	98.3	79.4	75.3	71.0	高度による温度補正済
	65％	97.3	78.8	74.4	70.5	
	100％	95.8	78.3	74.0	70.0	

この表が示すように，当林区内ではエンジン出力はおおむね20～30％低減する。したがって特に集材用トラクタはこの点を配慮して出力の大きな機種を選定した。

伐木，集材，トラック積込までを一つのグループの作業とし，3グループの作業班を編成する。1グループの作業班の生産目標を月3,000m³とし，その人員および機械の構成は次の通りとする。

機械	数量	運転手	助手
チェーンソー（30′）	4台	4人	4人
トラクタ（150PS）	4台	4人	4人
ホイールローダー（170PS）	1台	1人	－

Supervisor 1人，Foreman 2人。

2) 運材

林区入口と基地の間の標高差が約 1,900 m，この間を結ぶ到達林道が全延長 33 km，従って，この間を走るトラックは，平均 5.7 %の勾配を約一時間走行することとなり，下り走行ではブレーキ系統に大きな負担がかかることが予想される。このため本計画では，大量輸送の可能なトレーラー・トラックを使用せず，より安全性の高いロギング・トラック（10 ㎥積載）を使用する。

運材距離は伐採開始当初は 40～45 km であるが，伐採の進むに従い長くなるので，ロギング・トラックの使用台数も第 5 年次 10 台，第 6 年次 20 台から除々に増加し第 12 年には 28 台を予定する。

3) 荷卸し

貯木場に到着したロギング・トラックからの荷卸しは，ホイール・ローダー 2 台で行う。このローダーは，荷卸しの他

① 貯木場内での丸太の仕分け

② 製材工場への丸太の搬入

③ 船積のための丸太の運搬

等に兼用される。

なお貯木場内で，チェーンソーによる造材と人力による剥皮を行う。

チェーンソーは伐木用の予備も含め 8 台を用意する。

剥皮には労働者 10 人を予定する。

4) コスト

以上述べた伐木から貯木場までの一貫した作業に要する，機械，人員，経費をそれぞれ

表 4 － 7　伐出用機械投資

表 4 － 8　伐出用人員

表 4 － 9　伐出運転経費および償却費

に掲げる。

なお上記機械投資は初期投資のみ年次毎にあげ更新は含まない。

人員および経費は第10年次のものである。

表4－7　伐出用機械投資

項目	機械	仕様	単価 K 1000	年次別投資数量 1～4	5	6	計	金額 K 1000	備考
伐木	チェーンソー	30″	0.75		12		12	9	耐用1年
集材	トラクタ	150 PS	115.－		6	6	12	1,380	〃 5 〃
積込	ホイールローダー	170 PS	175.－		1	2	3	525	〃 6 〃
運材	ロギングトラック	10 m³	45.－		10	10	20	900	〃 3 〃
貯木	ホイールローダー	170 PS	175.－		1	1	2	350	〃 6 〃
	チェーンソー	30″	0.75		8		8	6	〃 1 〃
	投資額計	(K.1000)			1,505	1,665		3,170	

表4－8　伐出用人員

項目	機械	グループ長	班長	運転手	助手	計	備考
伐木	チェーンソー		3	12	12	27	
集材	トラクタ		3	12	12	27	
積込	ローダー			3		3	
運材	トラック		1	24	14	39	
貯木	ローダー			2		2	
	チェーンソー		1	3		4	
	(剥皮)				10	10	
総括		3			1	4	
計		3	8	56	49	116	

注．年給給与　グループ長　K 7.－
班　長　3.－
運転手　1.60
助　手　1.10

表4－9　伐出運転経費および償却費

(K. 1000)

項目	機　　材	台数	人件費	燃料費	部品費	その他	経費計	償却費
伐木	チェーン ソー	12	41.40	10.08	9.－	1.－	61.48	9.－
集材	ト ラ ク タ	12	41.40	146.68	276.－	21.－	485.38	276.－
積込	ロ ー ダ ー	3	4.80	24.48	105.－	6.－	140.28	87.51
運材	ト ラ ッ ク	24	56.80	241.80	162.－	20.－	483.60	360.－
貯木	ロ ー ダ ー	2	3.20	16.32	70.－	1.－	90.52	58.34
	チェーン ソー	8	7.80	6.72	6.－	1.－	21.52	6.－
	剥　　皮		11.－			1.－	12.－	
総括			22.10			3.－	25.10	
計			188.50	449.28	628.－	54.－	1,319.78	796.85

5）給積

本林区で生産される大部分の樹種が丸木と考えられるので，給積はバージ積を主体とし一部，筏積を併用する。

貯木場から給積までの木材を運ぶ手順は，次のとおりである。

① ロギング・トラックにより貯木場から海岸土場まで運搬する。

② ホイール・ローダーにより海岸土場からクローラー・クレーンまで運搬する。

③ クローラー・クレーンによりバージに積込む（あるいは筏組み）。

④ タグボートによりバージ（あるいは筏）を曳航する。

⑤ タグボードを接舷し本船に積込む。

貯木場と海岸土場との間の距離はわずかであるが，海岸段丘で10m程の落差があるためダブル・ハンドリングも止むを得ない。

給積関係機械投資，所要人員および運転経費は

表4－10　給積用機械投資

表4－11　〃　人員

表4－12　〃運転経費および償却費

のとおりである。

表4－10　給積用機械投資

機材	仕様	単価 K 1000	年次別購入台数					金額 K 1000	備考
			1～2	3	4	5	計		
タグボート	150 PS	77		1		1	2	154	耐用14年
ポンツーン	300 トン	100		1		2	3	300	〃 12 〃，貯油設備付
クローラ・クレーン	35 トン	196			1		1	196	〃 6 〃
ブイ		80			1		1	80	〃 15 〃
投資額計				177	276	277		730	

表4－11　給積用人員

機材	台数	船長	船員	運転手	助手	計	備考
タグボート	2	2	4		2	8	年間給与
ポンツーン	3				9	9	船長　K. 7.－
クレーン	1			1	1	2	船員　1.60
							運転手　1.60
計		2	4	1	12	19	助手　1.10

表4－12　給積運転経費および償却費

(K. 1000)

機材	台数	人件費	燃料費	部品費	経費計	償却費	備考
タグボート	2	22.60	38.20	30.－	90.80	11.－	
ポンツーン	3	9.90			9.90	25.－	
クレーン	1	2.20	3.10	10.－	16.10	32.67	
ブイ	1					5.33	
計		35.20	41.60	40.－	116.80	74.－	

(6)　販売計画，マーケティング

現在 PNG で生産される木材は，その大部分が輸出され，日本・韓国・台湾等が仕向地となっている。

PNG 国内の木材加工設備が少ないこと，および製材品のマーケットが小さく，かつ国内の輸送手段が十分でない等の理由から，内需の拡大は当分期待し難い。

従って本計画においても，丸太，製材品の販売は，輸出を主力とし一部を PNG 国内で販売することとした。

即ち，広葉樹については，全量丸太で輸出することとし，現在丸太での輸出が禁止されている針葉樹については，その約半量を製材品で輸出し，残量は丸太のまま PNG 国内で販売することとした。

なお第2案として針葉樹丸太を全量輸出する場合も試算した。

1) 販売価格

① 広葉樹丸太輸出価格

Cromwell 林区の広葉樹の主なものは

Schizomeria serrata (Pink Birch)

Nothofagus spp (PNG Beech)

Dryadodephne novoguineensis (PNG Sassafras)

Cryptocarya spp (PNG Oak)

Lithocarpus spp (Water Gum)

Syzygium

等であるが，いずれも我が国ではなじみがうすい樹種ばかりである。従ってこれらの材の評価は困難であるが，現地で採取したサンプル材から Schizomeria を家具用，その他を下級合板，梱包材用と想定して，現行の内地価格から現地FOB価格を US $60.00 即ちK 55.00と想定した。

② 広葉樹製材輸出価格

製材価格についても同様に US $ 180.00 即ちK 165.00 とした。

③ 針葉樹丸太輸出価格

現在 PNG の針葉樹丸太は輸出が禁止されている。従って輸出価格の参考として Vietnam 産の Podocarpus および，Indonesia，Sarawak 産の Agathis の内地丸太価格より類推して PNG FOB価格をUS $ 82.00 即ちK 75.00 とした。

④ 針葉樹製材輸出価格

製材についても丸太と同様にして US $ 250.00 即ちK 225.00 とした。

⑤ 針葉樹丸太 PNG 国内価格

PNG 国内販売価格については，国内市場が小さいこと，国内輸送手段が限られていること等から，想定が非常に困難であるが，本計画ではK 60.50 で計算した。

収入計画

以上の価格でフル生産時の収入を計算すると次の通りである。

表4－13 収入計画

① N丸太を輸出しない場合

項目	数量 m³	単価 K	金額 K 1000	備考
L丸太輸出	65,000	55.－	3,575	
N丸太内需	20,000	60.50	1,210	
N製材輸出	6,450	225.－	1,451	
計			6,236	

② N丸太輸出の場合

項　目	数　量 m³	単　価 K	金　額 K 1000	備　考
N丸太輸出	35,000	75.—	2,625	
L 〃 〃	50,000	55.—	2,750	
L製材 〃	6,450	165.—	1,061	
計			6,439	

③ 製材しない場合

項　目	数　量 m³	単　価 K	金　額 K 1000	備　考
N丸太輸出	35,000	75.—	2,625	
L 〃 〃	65,000	55.—	3,575	
計	100,000		6,200	

2) 販売経費

前述の船積費以外の販売費を次の通りとした

① 輸出税　　輸出丸太　FOB の 10 %

　　輸出製材　　0 %

② ロヤリティー　　m³当り K 3.30

③ ステベ費用　　m³当り K 0.70

4－2 関連インフラ施設整備計画

基地内および周辺の部落に供給するため，発電，給水施設を建設し，また診療所，学校，教会飛行場および運動場を建設して従業員及び地元住民の用に供する。

これら関連インフラ施設の建設スケジュール，投資額等は表4－14「インフラ投資」の通りである。

1) 電気　発電はディーゼル発電機（50 KVA 1基，250 KVA 2基）により行い，製材工場の動力および各戸の電燈用に配線する。

2) 水道　Kaiva 川から取水し，基地裏の段丘上の貯水タンクにパイプ（1,000 m）で運び，消毒の上，各戸に給水する。1日の水消費量を 200 kl/日 と見込む。

表4－14　インフラ投資

施設	仕様	単価 K 1000	年次別建設数 1	2	3	4	5	6	計	金額 K 1000	備考
発電	50 KVA	20		1					1	20	耐用5年
〃	250 〃	50					1	1	2	100	〃 5〃
配線		15		1	1	1			3	45	
給水		20		1	1	1			3	60	
診療所	30 ㎡	15			1				1	15	
飛行場		－			1				1	－	林道用ブルを転用
運動場	1 ha	－				1			1	－	〃
学校	200 ㎡	40						1	1	40	
教会	100 ㎡	20						1	1	20	
投資額計	(K 1000)			55	50	35	50	110		300	

4－3　機材施設の維持管理

機械類の維持修理は主として基地内の修理工場で行う。また野外修理班をもうけて，作業現場での応急修理を行う。

また，修理のための重建設機械の往復のために低床トレーラーを使用する。

建築物の維持管理には，事務所内に営繕の担当者を置き，また発電，給水施設の保守にはそれぞれ専用の担当者を置く。

機械施設の維持管理に要する人員，コストは

表4－15　維持管理用人員

表4－16　〃　コスト

の通りである。

表4－15　維持管理用人員

項目	監督	班長	運転手	助手	計	備考
事務所			7	5	12	管理車輌含む
修理工場	3	5	5	10	23	
倉庫		1		2	3	
通信			2		2	
給油				1	1	
発電			2		2	
給水			1		1	
計	3	6	17	18	44	

表4－16　維持管理コスト

(K 1000)

項　　目	人件費	燃料費	消耗品他	計	償却費	備　　考
事　務　所	16.20	25.28	70.－	111.98	88.06	管理車輌含む
修 理 工 場	55.－			55.－	6.06	
住　　宅			22.－	22.－	199.93	
その他事業施設	9.50		4.－	13.50	6.01	
発　　電	3.20	59.26	6.－	68.36	27.－	
その他インフラ	1.60		6.－	7.60	8.99	
計	86.－	84.54	108.－	278.44	337.25	

なお，管理職員の給与は表4－17による。

表4－17　管理職員給与

項　　目	年給与 K 1000	人　員	金　額 K 1000	備　　考
総 支 配 人	32	1	32	
部　　長	24	3	72	
課　　長	18	7	126	
係　　長	10	3	30	
係　　員	3	13	39	
計			299	

4－4　伐採跡地利用計画

現地調査時，Moss Forestに於ても，稚樹，幼樹の発生が比較的多く見られたので，当面はこれら幼樹の育成を行い，天然更新の促進を主体とするのが良いと思われる。

天然更新によらない場合の伐採跡地の利用については，人工造林を行うか，あるいは農地への転用を行うの2つの方法があるが，いずれの方法も標高2,000mの高地で他に利用例もあまりなく，直ちに実行にかかるには，問題が多すぎると思われる。

従って，何れの方法をとるにせよ，慎重に試験を重ねて，効果を見極めた上で，実施する必要がある。

(1)　人工造林

高冷地のMoss Forest での造林の例はなく，造林適木の選定には試験造林が必要であろう。

現時点で想定される樹種としては

Araucaria cunninghamii　　(Hoop pine)

〃　　hunsteinii　　(Klinkii pine)

か，あるいは現生種の

Podocarpus spp，Dacrydium spp

Papuacedrus spp

等が考えられる。

(2) 農業

地元民からの希望があれば，伐採跡地の農地利用をはかる必要があろうが，近隣の部落（1,800 m以下）に比べて標高高く，湿度も高い故，これらの条件の農業への影響等を見極めるため，試験を行った上で，転換を進めるべきである。

試験の対象となる作物は，コーヒー，野菜等となろう。

また大面積の農地への転用は環境破壊につながるおそれもあり，慎重に行う必要がある。