

国際協力事業団
ジンバブエ国
環境観光省森林委員会

ジンバブエ国
グワイー及びベンベジ地区森林資源調査
ファイナルレポート

2001年 3月

ジンバブエ国グワイー及びベンベジ地区
森林資源調査共同企業体
{ 社団法人 日本林業技術協会 }
{ 国際航業株式会社 }

序 文

日本国政府は、ジンバブエ国政府の要請に基づき、同国のグワイ及びベンベジ地区における森林資源調査を行うことを決定し、国際協力事業団がこの調査を実施いたしました。

当事業団は、平成 11 年 7 月から平成 12 年 12 月までの間、4 回にわたり、ジンバブエ国グワイ及びベンベジ地区森林資源調査共同企業体代表者 社団法人 日本林業技術協会 藤森 隆郎氏を団長とする調査団を現地に派遣しました。

調査団は、ジンバブエ国政府関係者と協議を行うとともに、調査対象地域における現地調査を実施し、帰国後の国内作業を経て、ここに本報告書完成の運びとなりました。

この報告書が、ジンバブエ国政府による森林保全計画策定に寄与するとともに、両国の友好・親善の一層の発展に役立つことを願うものです。

終わりに、調査にご協力とご支援をいただいた関係各位に対し、心より感謝申し上げます。

平成 13 年 3 月

国際協力事業団
総裁 斎藤 邦彦

伝 達 状

国際協力事業団

総裁 斉藤 邦彦 殿

今般、「ジンバブエ国グワイー及びベンベジ地区森林資源調査」にかかる調査が終了しましたので、ここに最終報告書を提出いたします。

本報告書は貴事業団との契約により、弊共同企業体が平成11年6月25日から平成13年3月31日までの間に実施した調査、分析結果等を取りまとめたものです。

今回の調査におきましては、森林資源調査を行ない、同調査結果と関連情報を踏まえて森林保全計画への提言を作成いたしました。

将来、森林保全計画がジンバブエ国の努力をはじめ関係各位のご尽力によりの確に策定・実施され、同国の森林がより豊かなものとなり、その発展に資することを切に願うものであります。

本調査期間中、貴事業団を始め、外務省、農林水産省の関係者の皆様には多大なご理解ならびにご協力を賜り、厚くお礼を申し上げます。また、ジンバブエ国におきましては貴事業団ジンバブエ事務所、在ジンバブエ国日本大使館、ジンバブエ国環境観光省および森林委員会を始めとした関係機関から貴重なご助言とご協力を賜ったことも付け加えさせていただきます。

貴事業団におかれましては、森林保全計画の策定に向けて、本報告書を大いに活用されることを切に希望します。

平成13年3月

ジンバブエ国グワイー及びベンベジ地区森林資源調査共同企業体
ジンバブエ国グワイー及びベンベジ地区森林資源調査団

総括 藤森 隆郎



インセプションレポートの説明・協議。



インテリムレポートの説明・協議後のミニッツのサイン。



Forest Hill Officeの近くの火の見やぐらからの森林の遠景。1999年は正常な天候だったため9月初旬には落葉している。



左と同じ位置からの写真。2000年は雨期が長引いたため8月中旬でも着葉している。



森林調査。プロットの設定。



Dwarf teak林。伐採と繰り返す火災が原因といわれている。



プロットH5の*Baikiaea plurijuga*の若木。
*Baikiaea plurijuga*は天然更新、萌芽更新とも旺盛。



*Baikiaea plurijuga*の稚樹。砂地に適応し、地上部に対して地下部が発達。



下写真の地上部。
*Baikiaea plurijuga*の森林。



Pterocarpus angolensis。プロットH11。



Guibourtia coleosperma。プロットS55。



土壌調査プロット6の断面。
ARI(Lubic Arenosols)。
調査対象地に広く分布する砂土。



ほとんどの*Baikiaea plurijuga*は火災の被害を受けている。しかし、強い火災に対する抵抗性を持つ。



グワイー森林区ブロックJで最近伐採された*Baikiaea plurijuga*。



野生区域の象。野生動物のための水場などが整備されている。



ドラフトファイナルレポートの説明・協議。

目 次

要 約

1. 調査の概要.....	1
1.1 調査の背景.....	1
1.2 調査の目的.....	2
1.3 調査対象地域.....	2
1.4 調査の範囲.....	3
2. 自然条件.....	7
2.1 ジンバブエ国の一般的条件.....	7
2.1.1 地形及び地質.....	7
2.1.2 気候.....	8
2.1.3 植生.....	8
2.2 サーベイエリアの条件.....	9
2.2.1 地形及び地質.....	9
2.2.2 気候.....	11
2.2.3 土壌.....	13
2.2.4 植生.....	13
3. 社会経済条件.....	17
3.1 ジンバブエ国の一般的条件.....	17
3.1.1 社会条件.....	17
3.1.2 経済条件.....	20
3.1.3 開発計画.....	21
3.1.4 援助機関の動向.....	22
3.2 サーベイエリアの状況.....	24
3.2.1 社会条件.....	24
3.2.2 経済条件.....	35
3.2.3 住民の生活.....	35
3.2.4 農業・畜産.....	39
3.2.5 環境配慮.....	40
3.2.6 サファリ関係.....	43
3.2.7 SFM 準備事業の進捗状況.....	45
4. 森林と林業.....	57
4.1 法規.....	57
4.1.1 森林法.....	57
4.1.2 共用地法.....	57
4.1.3 天然資源法.....	57
4.1.4 共用地森林生産法.....	58
4.2 森林政策.....	58
4.3 行政制度.....	58
4.4 林業.....	60
4.4.1 用材.....	61
4.4.2 特殊林産物.....	62
4.4.3 森林管理.....	64

5.	地形図作成.....	67
5.1	航空写真撮影.....	67
5.1.1	対空標識設置.....	67
5.1.2	航空写真撮影.....	67
5.2	現地測量.....	72
5.2.1	基準点測量.....	72
5.2.2	簡易水準測量.....	73
5.2.3	現地概略調査.....	73
5.3	写真測量.....	73
5.3.1	空中三角測量.....	73
5.3.2	数値図化.....	74
5.3.3	数値編集.....	75
5.3.4	地形原図作成.....	75
6.	地理情報システム(GIS: Geographic Information System)	77
6.1	GISの概要.....	77
6.1.1	GISの概要.....	77
6.1.2	GISの構成.....	77
6.2	GISに関する森林委員会の組織.....	78
6.2.1	森林委員会の組織構成.....	78
6.2.2	森林委員会の人的資源.....	79
6.3	森林委員会のGIS.....	80
6.3.1	森林委員会のGISハードウェア.....	80
6.3.2	森林委員会のGISソフトウェア.....	82
6.3.3	「VegRIS」について.....	83
6.3.4	GIS運用の現状.....	85
6.4	GISデータのフォーマット.....	86
6.4.1	GISデータのフォーマット.....	86
6.4.2	データフォーマットの合意に付属する事項.....	86
6.5	各種主題図のデジタル化.....	87
6.5.1	主題図のデジタル化手法.....	87
6.5.2	土地利用植生図のデジタル化.....	88
6.5.3	土壌図のデジタル化.....	90
6.5.4	林相図のデジタル化.....	91
6.5.5	その他.....	92
6.6	各主題図のシステムへのインストール.....	93
6.6.1	地形データのインストール.....	93
6.6.2	主題図データのインストール.....	93
7.	土地利用植生図の作成.....	95
7.1	現地踏査.....	95
7.2	写真判読基準.....	96
7.3	面積測定結果.....	100
8.	森林調査.....	103
8.1	森林調査.....	103
8.1.1	調査設計.....	103
8.1.2	調査結果.....	108
8.1.3	蓄積.....	116
8.2	天然更新調査.....	126
8.2.1	調査方法.....	126
8.2.2	調査結果.....	126

8.3	成長量.....	146
8.4	林相図と森林調査簿の作成.....	148
8.4.1	林相図.....	148
8.4.2	森林調査簿.....	151
9.	土壌調査.....	153
9.1	調査方法.....	153
9.2	土壌の分類と特徴.....	153
9.3	土壌の分布状況.....	163
10.	森林保全計画への提言.....	165
10.1	既存の森林管理計画の内容及び実施状況.....	165
10.2	現状の森林管理上の課題.....	168
10.3	現状の整理.....	170
10.3.1	森林の状況.....	170
10.3.2	天然更新状況.....	173
10.3.3	成長状況.....	173
10.3.4	土壌.....	173
10.3.5	住民問題.....	174
10.4	森林保全計画の内容.....	175
10.4.1	森林保全計画の考え方.....	175
10.4.2	森林保全計画の必要性.....	175
10.4.3	森林保全計画の内容.....	175
10.5	機能区分毎の目標林型.....	178
10.6	機能区分毎の森林管理.....	179
10.6.1	木材生産地域.....	179
10.6.2	放牧地域.....	184
10.6.3	薪生産地域.....	184
10.6.4	復元地域.....	184
10.6.5	サファリ地域.....	185
10.6.6	有用樹種遺伝子資源保護地域.....	185
10.6.7	水土保全地域.....	185
10.6.8	保全区域全体の機能の関係.....	186
10.7	火災対策.....	187
10.8	研究課題.....	188
10.9	保全計画遂行のための必要条件.....	190

付属資料 1	関係者リスト
付属資料 2	林相別調査プロットの数
付属資料 3	プロット調査結果一覧
付属資料 4	単純無作為抽出法によるha当たり全材積の推定
付属資料 5	出現樹種の林相別頻度(DBH 10cm 頻度順)
付属資料 6	土壌断面調査結果一覧
付属資料 7	参考文献

図リスト

図 1-1	サーベイエリアの位置.....	5
図 2-1	サーベイエリアの地質.....	10
図 2-2	Hwange 国立公園の気象.....	12
図 2-3	Bulawayo の気象.....	12
図 3-1	国の行政図.....	19
図 3-2	リロケーションエリア内の集落の位置.....	26
図 3-3	賃貸放牧・伐採権の対象地域、野生区域の位置.....	32
図 4-1	森林委員会の組織図.....	59
図 4-2	燃料エネルギーにおける木材への世帯別依存割合.....	62
図 5-1	インテンシブエリアの位置.....	68
図 5-2	地形図作成のフローチャート.....	69
図 5-3	航空写真撮影索引図.....	70
図 5-4	対空標識設置兼基準点配置図及び簡易水準路線図.....	71
図 6-1	主題図のデジタル化のフローチャート.....	88
図 7-1	サーベイエリアの土地利用植生区分別面積.....	101
図 8-1	直径階と出現頻度の関係.....	110
図 8-2	主要樹種の直径階別分布の傾向.....	111
図 8-3	プロット別の直径階別分布の傾向.....	113
図 8-4	測定木の健全度.....	114
図 8-5	測定木の山火事の損傷度.....	115
図 8-6	航空写真林分材積表作成の流れ.....	119
図 8-7	<i>Baikiaea plurijuga</i> が優占する林分の健全度と用材材積.....	124
図 8-8	<i>Baikiaea plurijuga</i> が優占する林分の山火事の損傷度と用材材積.....	125
図 9-1	土壌の分布模式図(ビクトリアフォールズ道路沿い).....	155

表リスト

表 2-1	州別面積.....	7
表 2-2	ジンバブエ国の土地・森林被覆.....	8
表 2-3	サーベイエリアの標高差.....	9
表 2-4	フォレストヒル事務所の月平均降雨量.....	11
表 2-5	Hwange 国立公園の気象.....	11
表 2-6	Bulawayo の気象.....	12
表 3-1	年齢層の割合.....	17
表 3-2	ジンバブエ国の森林及び土地利用.....	19
表 3-3	過渡期国家開発計画の詳細 (TNDP).....	21
表 3-4	第 1 次国家開発 5 ヶ年計画の詳細 (FNDP).....	21
表 3-5	経済構造調整計画の詳細 (ESAP).....	22
表 3-6	グワイ及びベンベジ森林区における人口、家畜頭数.....	27
表 3-7	現在の当森林区の世帯数及び人口.....	28
表 3-8	グワイ及びベンベジ森林区に隣接する集落の人口 (1992).....	28
表 3-9	サーベイエリアの 4 つの集落における教育状況.....	29
表 3-10	グワイ及びベンベジ森林区の伐採の経緯要約 (1900 - 1999).....	30
表 3-11	サーベイエリアの伐採権対象地域から出された用材.....	31
表 3-12	サーベイエリア及び周辺の既存の社会基盤.....	34
表 3-13	サーベイエリアの 4 つの集落における豊かさ の 카테고리別生計手段.....	36
表 3-14	サーベイエリアにおける樹木の利用.....	38
表 3-15	ジンバブエ国の動物の「特に保護すべき種」及び「制限されるべき種」並 びにサーベイエリアでの生息.....	43
表 3-16	ジンバブエ国の「特に保護すべき郷土植物」及び「制限されるべき郷土 植物」並びにサーベイエリアにおける出現.....	43
表 3-17	Insuza フレイにおける年次別野生動物量調査データ.....	44
表 3-18	グワイ及びベンベジ森林区における 1999 年分の狩猟割当量.....	45
表 3-19	現地会議に参加した住民、及び森林委員会の好感度の順位.....	55
表 4-1	森林資源の主要区分.....	61
表 4-2	グワイ森林区のブロック A ~ O における計画伐採量 (1994 年).....	61
表 4-3	ベンベジ森林区のブロック A ~ C における計画伐採量 (1994 年).....	62
表 4-4	サーベイエリアにおける非用材生産物の詳細.....	63
表 4-5	グワイ森林区の放牧賃貸からの収入.....	63
表 4-6	グワイ及びベンベジ森林区からの用材の伐採料.....	63
表 4-7	森林改良活動計画 (ベンベジ森林区).....	64
表 4-8	サーベイエリアにおける森林の火災被害面積.....	65
表 6-1	現在のスタッフの構成.....	79
表 6-2	訓練コース一覧表.....	80
表 6-3	森林被覆図の分類システム.....	84

表 6-4	データのコード体系(土地利用植生図)	89
表 6-5	データのコード体系(土壌図)	90
表 6-6	データのコード体系(林相図)	92
表 7-1	コードの地図の分類.....	96
表 7-2	付属地図の分類.....	97
表 7-3	プロットのデータと判読の分類.....	98
表 7-4	土地利用植生図の写真判読区分及び基準.....	99
表 7-5	土地利用植生図の面積構成.....	100
表 7-6	ブロック面積の最大値及び最小値.....	101
表 7-7	グワイ及びベンベジ森林区のブロック別面積.....	102
表 8-1	予備調査の結果.....	104
表 8-2	プロット数.....	104
表 8-3	測定項目.....	106
表 8-4	Braun-Blanquetによる被度と数度.....	106
表 8-5	林相区分別のプロット数.....	107
表 8-6	幹材積式.....	108
表 8-7	プロット調査で多く出現した樹種(全プロットの合計値)	109
表 8-8	林相別胸高直径の平均値・最大値.....	109
表 8-9	林相別樹高の平均値・最大値・最小値.....	109
表 8-10	直径階別分布の傾向と更新・枯死の関係.....	110
表 8-11	推定対象から除外したプロット	116
表 8-12	層化の基準.....	117
表 8-13	蓄積推定に係る統計計算.....	117
表 8-14	蓄積計算.....	118
表 8-15	航空写真林分材積式の比較.....	120
表 8-16	航空写真林分材積式の採用式及び係数.....	120
表 8-17	航空写真林分材積表.....	120
表 8-18	ブロック別材積.....	122
表 8-19	直径階別平均幹材積割合.....	122
表 8-20	主要樹種の利用直径階別幹材積集計.....	123
表 8-21	Braun-Blanquetによる被度と数度(表8-4を再掲)	126
表 8-22	林相別上層木と更新木を構成する樹種.....	128
表 8-23	林相別上層木と更新木の両方が出現するプロット数.....	140
表 8-24	主要樹種の年成長量.....	147
表 8-25	主要樹種の年成長量.....	147
表 8-26	林相図の区分と判読基準.....	148
表 8-27	樹高階及び樹冠疎密度階.....	149
表 8-28	林相区分と分布傾向並びに航空写真のイメージの特徴.....	150
表 8-29	森林調査簿の項目.....	151
表 9-1	土壌の分布状況.....	163
表 10-1	既存森林管理計画のゾーン区分.....	166

表 10 - 2	既存森林管理計画の実施状況及び次期の森林管理計画の内容.....	167
表 10 - 3	グワーイ森林区の最近の伐採材積.....	168
表 10 - 4	主要3樹種の出現順位及び出現割合.....	170
表 10 - 5	林相別胸高直径の平均値・最大値.....	170
表 10 - 6	林相別樹高の平均値・最大値・最小値.....	170
表 10 - 7	主要樹種の直径階別本数.....	171
表 10 - 8	ブロック別材積.....	172
表 10 - 9	樹種別材積.....	172
表 10 - 10	ブロックHの樹種別材積.....	172
表 10 - 11	ブロックJの樹種別材積.....	173
表 10 - 12	グワーイ及びベンベジ森林区における森林の機能別の地域区分.....	176
表 10 - 13	求める機能毎の目標林型.....	178
表 10 - 14	現況を代表するプロット.....	189
表 10 - 15	人為的干渉の強いプロット.....	189

略語・用語表

日本語	英略語	英語
共有地	CL	Communal Land
鉱山環境観光省	MMET	Ministry of Mines, Environment and Tourism
森林委員会	FC	Forestry Commission
郷土資源部	IRD	Indigenous Resources Division
DFID	DFID	Department for International Development
SFM	SFM	Shared Forest Management
県議会	RDC	Rural District Council
県開発委員会	RDDC	Rural District Development Committee
区開発委員会	WADCO	Ward Development Committee
村開発委員会	VIDCO	Village Development Committee
林内住民（森林区内の住民）		forest resident
林内集落（森林区内の集落）		forest community
周辺集落（森林区外の集落）		surrounding community
胸高断面積	BA	basal area at breast height
胸高直径	DBH (dbh)	diameter at breast height
皮付き	Ob	over bark
皮なし	Ub	under bark
国際食糧農業機関	FAO	Food and Agriculture Organization of the United Nations
Unesco	Unesco	United Nations Educational Scientific and Cultural Organization
GTZ	GTZ	German Agency for Technical Cooperation
JICA	JICA	Japan International Cooperation Agency
NGO	NGO	non-governmental organization
インセプションレポートの説明・協議に関するミニッツ	M/M on IC/R	Minutes of Meetings on Inception Report for the Forest Survey in the Gwaai and Bembesi Areas in the Republic of Zimbabwe
S/W	S/W	Scope of Work for the Forest Survey in the Gwaai and Bembesi Areas in the Republic of Zimbabwe
M/M	M/M on S/W	Minutes of Meetings on Scope of Work for the Forest Survey in the Gwaai and Bembesi Areas in the Republic of Zimbabwe
プロGRESSレポートの説明・協議に関するミニッツ	M/M on P/R	Minutes of Meetings on Progress Report for the Forest Survey in the Gwaai and Bembesi Areas in the Republic of Zimbabwe
インテリムレポートの説明・協議に関するミニッツ	M/M on IT/R	Minutes of Meetings on Interim Report for the Forest Survey in the Gwaai and Bembesi Areas in the Republic of Zimbabwe

単位

m（メートル）	M	1 meter = 3.32 feet (1 foot = 0.3048 m = 12 inch)
Ha（ヘクタール）	Ha	1 hectare = 2.47 acres (1 acre = 0.4047 ha)
m ³ （立法メートル）	m ³	1 cubic meter
In（インチ）	In	1 inch = 2.54 cm
b(s)（パウンド）	b(s)	1 pound = 453.59 gram

交換率

US\$ 1 = ¥ 116.20 = Z\$ 37.3 (1999/8/19)

Z\$ 1 = ¥ 3.115 (1999/8/19)

地名の変更について

本調査がかなり実施されてから、グワーイとベンベジの英語の地名が、それまでに使われていたGwaaiとBembesiから、GwayiとMbembesiに政府内で変更された。本調査においては成果品等における混乱を避けるため、FC側と調査団側で変更前の地名を使用することで合意した。

要 約

1. 調査の概要

ジンバブエ国西部に位置するグワイ森林区(144千ha)とベンベジ森林区(55千ha)を合わせたサーベイエリア(約20万ha)と、その内のインテンシブエリア(約5万ha)を対象として、森林調査等の各種調査を実施し、森林保全計画の策定に必要な森林資源量等を把握した。また、担当窓口機関である森林委員会(Forestry Commission)のカウンタパートに対し技術移転、指導を行った。

2. 調査対象地域の概要

2-1 自然条件

サーベイエリアのほとんどはカラハリ砂土の平坦な地形からなる。砂土であることにより地表は乾燥し、激しい日較差を伴なう。月平均気温は、15(6月)~25(10~11月)で、冬には霜が降りる。降雨は年平均値で590mmとされているが、その変動率は30%以上であり、不安定である。

森林は、このような砂地の乾燥条件に適した「(ザンベジ)チーク」(*Baikiaea plurijuga*)を主とする落葉広葉樹によって構成され、アフリカ東南部の半乾燥地帯に広がるミオンボ林の代表的構成樹種である*Brachystegia*や*Julbernardia*なども混交する。高木層は、樹高が5~15mの範囲にあり、胸高直径は最大で40cm程度で、樹冠が閉鎖することはほとんどない。

サーベイエリア内にある河川は一時河川のみである。谷底が緩く広い谷や凹地は「vlei(フレイ)」と呼ばれ、*Terminalia* spp. や*Acacia* spp. からなる低木が優占する。

2-2 社会経済条件

サーベイエリアの1995年における人口は9,976人で、1,247所帯が生活している。住民は主にグワイ及びベンベジ川沿いに集落・農地を形成し、ほとんどの生計は、農耕、牧畜、林産物の採取に依存している。

サーベイエリアの森林は1930・1940年代に国有化されたが、その時すでにいくらかの住民はそこに住んでおり、森林委員会はこれらの住民に林内に住む許可を与えた。しかし森林委員会の1995年の資料によれば、林内の多くの住民(882所帯)は付近の村から林内に流入してきた無許可の人たちである。森林委員会は1990年代の初めに林内に住んでいる全ての住民を、林内に設けたリロケーションエリアに移住させる計画を立てた。一部の住民は移住したが、それに応じない住民との間に対立が高まり、森林委員会の従来の行政指導による森林の保護と管理が困難になってきた。そのため住民の協力・参加を得るために社会的対策(ソーシャルフェンシング)の採用を検討すべく、DFIDの支援により住民参加型事業(Shared Forest Management)が開始された。同準備は1999年11月に終了し、その後進展はない。

2-3 森林・林業

サーベイエリアの森林のほとんどは、樹冠の被覆度が疎で(50%までのものが多い)、ウッドランドと呼ばれる落葉広葉樹の天然生林である。 主要な林業用樹種は、*Baikiaea plurijuga*(チーク)と *Pterocarpus angolensis*(ムクワ)であり、それに次いで *Guibourtia coleosperma*(ムチビ)である。

サーベイエリアの含まれる地域の森林管理は、1900年代初頭から1973年まで、胸高直径40cm以上の木が伐採され、1970年以降現在まで、平均成長量28,000m³/年を越えない範囲で40年周期で伐採する方法が採られている。

輸入広葉樹材の価格に比べて天然生広葉樹材は半分の価格で取り引きされており、天然生広葉樹材の価値を輸入材と同等のものと認めて、森林委員会が課す伐採権を高くする余地があると考えられている。 それによって森林火災の防止など森林管理体制の充実が図られることが期待されている。

農村地域の住民はエネルギーの95%を木材に頼っている。

3. 地形図作成

再委託により、サーベイエリア(約20万ha)について航空写真撮影、インテンシブエリア(約5万ha)について地上測量を行った。 航空写真は、密着白黒写真で合計622枚、地上測量については、基準点測量(新設30点)と簡易水準測量(170km)であった。

また、インテンシブエリア(約5万ha)について地形図(縮尺1/20,000)を作成した。

4. GIS

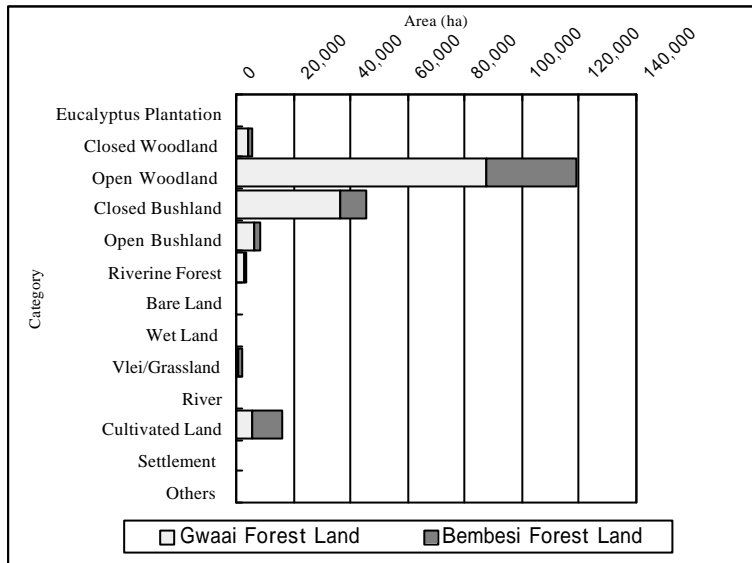
森林委員会はGTZの協力の下に、GISソフト、ランドサットデータ、航空写真を用いて、「VegRIS(植生資源情報システム)」を1993年より始め、1999年7月にGISソフトのアップグレードを終了している。 対象地域はジンバブエ国全体であり、縮尺1/250,000及び1/1,000,000で森林被覆図を提供している。

本調査においては、土地利用植生図、林相図、土壌図をデジタイズする際の仕様として、GISインストールのフォーマットは、森林委員会の担当スタッフとの協議の上、ARC/INFOのEXPORT FILE(E00)を標準として行い、バックアップとしてArcViewのSHAPE FILEを添付し、各主題図が持っている各種の情報をデジタル化し、森林委員会のシステムにインストールした。

5. 土地利用植生図の作成

サーベイエリアについて作成する土地利用植生図の判読区分・基準を作成した。

判読区分別の面積測定結果は、下図とおりである。



6. 森林調査結果

(1) 森林資源量

森林資源量は、層化無作為抽出法(事後層化)により推定した。プロットの大きさを0.1ha (20m×50m)とし、目標精度を信頼度95%、推定誤差率10%として、目標精度を満たすため136点のプロットを抽出し、調査した。プロットの内訳は、*Baikiaea plurijuga* が優占する林分93点、*Guibourtia coleosperma* が優占する林分20点、*Brachystegia* spp.が優占する林分8点、その他の林相の林分15点であった。

材積は全材積及び幹材積について集計した。層化無作為抽出法により全材積を推定した結果、インテンシブエリアのha当たりの平均材積は $30.086 \pm 2.144 \text{ m}^3$ となった。推定誤差は7%であり、目標精度以内で推定することができた。

個々の林分の材積は、航空写真林分材積式を作成し、それから推定した。航空写真林分材積式は、航空写真上で判読可能で材積量と相関関係が高い樹冠疎密度及び上層木の樹高を因子とし、プロット調査で測定した林分材積との相関関係の数式を求めたものである。作成した林分材積式を用いて、個々の林相区画ごとの材積を求め、その和である総蓄積は、層化無作為抽出法により推定された総蓄積の信頼区間の中に入り、目標精度の範囲にあると判断された。これにより求めたインテンシブエリアのha当たりの平均材積は 31.6 m^3 となった。

個々の林相区画はParcelとし、ブロックごとに連番を振り林相図に示した。Parcelごとの材積は森林調査簿にまとめた。

プロット調査で出現した樹種は、第1位が*Baikiaea plurijuga*で全体の42%、第2位が*Guibourtia coleosperma*で12%、*Pterocarpus angolensis*は8位で3%であった。

インテンシブエリアのブロック別の材積及び樹種別の材積は次表のとおり推定された。

ブロック別材積

Block	Total Area (ha)	Ratio (%)	Productive Area (ha)	Ratio (%)	Total Volume (m ³)	Ratio (%)	Total Volume per ha (m ³ /ha)	Timber Volume (m ³)	Ratio (%)	Timber Volume Per ha (m ³ /ha)
Gwaai Forest Land										
C	1,812	3	775	2	22,436	2	29	12,006	2	15
G	5,500	10	4,029	10	152,220	12	38	81,048	12	20
H	12,107	22	9,419	24	277,090	22	29	148,072	22	16
J	14,604	26	11,272	29	370,147	30	33	203,476	30	18
K	13,332	24	5,625	15	142,999	12	25	72,656	11	13
Bembesi Forest Land										
B	8,157	15	7,884	20	268,148	22	34	156,667	23	20
Total	55,512	100	39,004	100	1,233,040	100	32	673,925	100	17

注: 生産地域 (Productive Area) は ウッドランドからなる。

樹種別材積 (幹材積 m³)

樹種	Class1	Class2	Total
<i>Baikiaea plurijuga</i>	223,541	125,013	348,554
<i>Pterocarpus angolensis</i>	73,390	12,063	85,453
<i>Guibourtia coleosperma</i>	59,845	34,775	94,620
Others	79,995	65,303	145,298
Total	436,771	237,154	673,925

同左 (ha 当たり材積)

樹種	Class1	Class2	Total
<i>Baikiaea plurijuga</i>	5.731	3.205	8.936
<i>Pterocarpus angolensis</i>	1.882	0.309	2.191
<i>Guibourtia coleosperma</i>	1.534	0.892	2.426
Others	2.051	1.674	3.725
Total	11.198	6.080	17.278

注: クラス1 = 胸高直径 34cm以上、クラス2 = 胸高直径 26 ~ 33cm

樹種別材積はインテンシブエリア全体の材積

(2) 天然更新状況

Baikiaea plurijuga は *Baikiaea plurijuga*, *Guibourtia coleosperma*, *Brachystegia* spp. が優占する林分のすべてで被度、数度とも高く、多数、全面的に更新しており、萌芽更新も非常に良く、天然更新は問題がない。

Pterocarpus angolensis は、上層に母樹があるところでは被度、数度とも低い更新は良好であることが認められた。しかし、更新面積はインテンシブエリアの約 1/3 と推定され、母樹として今まで多くが抜き伐りされてきたため、母樹はできるだけ残す必要がある。

Guibourtia coleosperma は、*Guibourtia coleosperma* が優占すると判読された林分では被度、数度とも多く、更新は問題がない。しかし、更新面積はインテンシブエリアの約 1/2 と推定され *Pterocarpus angolensis* と同様、母樹をできるだけ残す必要がある。

(3) 成長状況

すべての樹種の成長は非常に遅い。成長量を調査した文献から判断して主要樹種の年平均直径成長量は 1mm ~ 2mm の間にあると推定される。

7. 土壌調査結果

土壌図作成のため土壌試孔点による断面調査を行った。土壌試孔点の深さは概ね 100cm とし、35 点の試孔点を調査した。調査項目は立地条件及び土壌層位、土色、土性等土壌条件に係る項目である。調査結果から縮尺 1/20,000 の土壌図を作成した。出現した土壌及び主な分布地域等は次表のとおりである。

土壌の分布状況

土壌単位	細区分	主な分布地域	(相対的生産力) 土地利用適地
Leptosols (LP)	Eutric Leptosols (Lpe)	丘陵・台地の山腹斜面下部からベンベジ川沿いの低地に突き出た小起伏地に分布する。	(低)、森林、草地
Arenosols (AR)	Albic Arenosols (Ara)	丘陵斜面の凹型面や小さな沢に出現する。	(低)、森林
	Luvic Arenosols (ARl)	主に丘陵下部のほとんど平坦な斜面に出現する。広い面積を占める。	(低)、森林
	Ferralsi-luvic Arenosols (Arlo)	緩やかな起伏のある丘陵頂部面や、やや傾のある斜面に出現し、広い面積を占める。	(低)、森林
	Cambi-luvic Arenosols (Arlb)	丘陵斜面の下方の緩斜地や広い凹面に出現する。	(中)、森林、農耕地
Vertisols (VR)	Eutric Vertisols (Vre)	ベンベジ川下流に沿った平坦地に出現する。	(高)、森林、果樹園、農耕地
Cambisols (CM)	Eutric Cambisols (CMe)	ベンベジ川沿いの平坦な低地や丘陵上の広い凹型面に出現する。	(高)、森林、農耕地
	Vertic Cambisols (CMv)	"	(高)、森林、農耕地
	Gleyic Cambisols (CMg)	地下水の影響を受けた痕跡が見られ、草地又は裸地となっている所が多い。	(低)、森林

8. 森林保全計画への提言

本提言は、ジンバブエ国政府が策定しようとしている森林保全計画を支援するものであり、提言の内容は技術的なものが中心となっている。

森林管理の現状から、次の 3 点が大きな課題と考えられる。

-) 許容伐採量に基づいた伐採量の決定
-) 森林を育てる対策
-) 火災対策の充実

これらの課題を含みつつ森林保全計画の考え方、内容等を提示した。

(1) 森林保全計画の考え方

(a) 機能区分による管理

森林管理上、森林の持つ多様な機能(木材生産、水土保全等)が発揮されるように施業を行うことが重要である。現状の森林管理計画は、木材生産、サファリ、放牧(木材生産を兼ねる)、リカーションのゾーンに区分されている。このゾーン区分は、目的の機能を生かせるという点で概ね適切なものと考えられる。この区分に加えるものとして、薪生産、復元、有用樹種遺伝子資源保存、水土保全が考えられる。

森林の機能を高度に持続的に発揮させるためには、目標林型を定めて、それに近づける施業を行うことが重要である。

木材生産の目標林型は、有用樹種の構成比率が高く、利用に適した形質の木の比率が高く、利用径級に達したか、またはそれに近い木が多く存在することである。そして大きな木をある周期で伐採収穫することを繰り返しても、それを補充していく何世代にもわたる、様々な大きさの木で構成されていることが必要である。

薪生産は胸高直径が 10c m 余りの太さで伐採され回転する択伐萌芽林が望ましい。サファリと水土保全は、特別な理由がない限り、自然のままの森林であることが望ましい。有用樹種遺伝子資源保存は、希少種の形質の優れた有用樹種の含まれている森林である。

(b) 森林区画

ブロックをいくつかの林班により区分し、林班を最小単位として施業を行うことが適切である。林班の境界線は道路と河川とし、道路による境界は林班の大きさがほぼ同じような面積になるように、また防火帯を兼ねるように設計することが重要である。

(c) 計画期間

50年、100年の長期を展望しつつ、具体的には10年を単位として作成し、5年目に中間見直しをするのが適当である。

(d) 許容伐採量

木材生産地域では、生産目標径級を40~50cm(その場合の伐期齢は、概ね300年)とし、資源の持続が図れるように許容伐採量を定める必要がある。許容伐採量は、森林管理計画の期間中の木材生産林における林木の成長量を上限として定める。択伐林の場合は択伐率と回帰年を定める。択伐率が高ければ回帰年が長くなり、択伐率が低ければ、回帰年は短くなる。

(e) 森林を育てる対策

Dwarf teakの場所を対象に、もとの*Baikiaea plurijuga*を主要樹種とする森林に復元することを目的とする。*Baikiaea plurijuga*の萌芽幹のうちの形質の良いもの2~3本を残し、残りの萌芽幹は整理することを実行すべきである。萌芽整理後の追跡調査

により保育方法を確立することが重要である。

(f) 火災対策

放牧地域を増やすことは、住民にメリットを与えることとなり、そのメリットの義務として火災が発生した場合には消火活動に参加する義務を課すなどの方策を考慮すべきである。

火災の原因は人為である場合が多く、SFMプロジェクトの実施による住民の理解、住民との協調が重要である。その他、林班を設定するための道路を防火帯、予防・消火用アクセス道を兼ねて作設することが重要である。

(2) 保全計画遂行のための必要条件

森林委員会は、利害の対立のある林内住民、周辺住民、及び森林委員会の話し合いによる合意形成に努力し、合意形成を図るための制度的枠組みを十分に整備する必要がある。

住民生活向上のための社会基盤の整備が必要であるが、その維持管理は森林委員会とともに林内住民自身、またはジンバブエ国の関係機関によって行う以外にない。基盤の維持管理のための資金源としても持続可能な木材生産が必要である。その重要性を住民が認識し、そのための技術の知識を学ばなければならない。農業、畜産も含め普及教育活動が十分になされなければならない。

地元住民に、森林管理の仕事を与えて、それによる収入が得られる仕組みを強化すべきである。苗木の育成、植栽、収穫伐採などの作業で収入を得られるようにし、地元住民が森林を守ろうとする立場に立たせることが重要である。住民参加の森林管理を推進するためには、林業の振興が必要である。収入を上げるには生産される材の価値評価を高め、出来るだけ高く売る努力が必要である。

1. 調査の概要

1.1 調査の背景

ジンバブエ国の国土面積は約 39,000,000ha、内陸国で南西部から北東部にかけて標高 1,200m程度の高原となっている。森林面積は 1990 年現在で国土面積の 23% (8,897,000ha) を占めており、導入樹種のマツ、ユーカリを主とする東部の商業林と広葉樹の郷土樹種を主とする西部の保全林からなっている。近年、急速な人口増加(人口増加率 3.1%)に加え、コミュニアルランド内の土地不足により森林への圧力が強まっており、毎年約 6 万 ha づつ森林が減少している。

西部に位置するグワイ森林区(144,000ha)とベンベジ森林区(55,000ha)は保全林に指定され国内最大の天然林が存在している。下流域には北マタベレランド地域の灌漑対策としてシャンガニダムの建設が計画されており、流域保全上重要な地域である。しかし、森林内には森林区設定(グワイ森林区 1930 年、ベンベジ森林区 1940 年)以前の居住者と 1970 年以降の紛争により流入した居住者がいる。居住者は主に森林区内のベンベジ川及びグワイ川沿いに集落を形成し放牧、農業を営んでいるが、農地転換に伴う山火事・木材伐採を原因として森林の劣化と開発が進行している。この傾向が続くと、将来水土保持機能の低下が懸念されることから、森林保全計画の策定と実施が課題となっている。ジンバブエ国鉱山環境観光省森林委員会(Forestry Commission)は、グワイ及びベンベジ森林区の北東部舗装道路北側にリロケーションエリア(3 万 ha)を設定し、同森林区内に居住する全住民をリロケーションエリアに移転させる計画を有していたが、住民の反対があり計画どおりには進んでいない。すでにグワイ及びベンベジ森林区では住民の居住地を中心に森林への圧力が増加しており森林保全計画の策定と実施を行う必要性が生じている。上記背景を受けて、1996 年 1 月ジンバブエ国政府は我が国に対し森林保全計画策定に係る開発調査(M/P)の実施を要請してきた。

一方英国の DFID (Department for International Development) は SFM(Shared Forest Management)アプローチにて住民の合意形成を図るプロジェクトの準備フェーズを 1998 年 6 月から 1998 年 8 月まで実行している。準備フェーズ終了後本格事業が決定すればプロジェクトを実施する予定である。

このような背景のもと、1999 年 2 月に事前(S/W 協議)調査団が派遣され森林委員会と DFID が実施している事業と我が国に要請のあった森林保全計画策定のための開発調査の位置づけなどについて協議が行われた。この結果、DFID の事業が既に始まっていることなどから JICA は森林調査を、DFID は社会経済調査を行うこととし、双方の成果を利用して森林委員会が森林保全計画を策定することで合意した。これに基づき JICA が森林調査を行う内容とした S/W が 1999 年 2 月 18 日に締結された。

1.2 調査の目的

森林調査等の各種調査を実施し、森林保全計画の策定に必要な森林資源量、土壌条件、既存の土地被覆等について情報を把握する。また、カウンタパート(C/P)に対し、個々の調査項目の調査手法及び計画立案の手順、考え方等について技術移転、指導を行う。

1.3 調査対象地域

(1) サーベイエリア

ブラワヨ市の北西約 150～200km(ビクトリア滝に向かう舗装道路を約 2 時間の距離)に位置する Gwaai(グワイ)森林区 144,000ha と Bembesi(ベンベジ)森林区 55,100ha の計約 200,000ha をスタディエリアとする。

その位置は図 1 - 1 に示すとおりである。

(2) インテンシブエリア

インテンシブエリアは、事前調査団によりビクトリアフォールズ道路に沿って、約 5 万 ha の区域として設定されているが、第 1 次現地調査時にジンバブエ国政府が、防火を主とした管理行為の必要から設定したブロックを検討し、インテンシブエリアを決定した。

1.4 調査の範囲

本調査は、2つのフェーズに分けて実施した。各フェーズの調査範囲は次のとおりである。

【フェーズ Ⅰ】

(1) 国内事前準備

- [1] 既存資料の整理、分析
- [2] 航空写真撮影、地上測量の再委託契約に必要な仕様書(案)の作成
- [3] 土地利用植生図作成のための基図の作成
- [4] インセプションレポートの作成
- [5] インセプションレポートの各省会議での説明、協議
- [6] 技術移転計画書(案)の作成

(2) 第1次現地調査

- [7] インセプションレポートの説明、協議
- [8] 社会経済・自然条件に関わる一般情報の収集
- [9] 森林調査のための資料・情報の収集及び現地踏査
- [10] 航空写真撮影と現地測量

現地再委託	航空写真 サーベイエリア	約 20 万 ha
-------	--------------	-----------

	地上測量 インテンシブエリア	約 5 万 ha
--	----------------	----------

- [11] 土地利用植生図の作成及び森林予備調査
- [12] インテンシブエリアの決定
- [13] プロGRESSレポートの作成及びジンバブエ国政府機関への説明、協議

【フェーズ Ⅱ】

(3) 第1次国内作業

- [14] プロGRESSレポートの説明、協議
- [15] インテンシブエリアの地形図の作成
- [16] 航空写真の判読及び調査設計
- [17] インテリムレポートの作成

(4) 第2次現地調査

- [18] インテリムレポートの説明、協議
- [19] インテンシブエリアの森林本格調査

(5) 第2次国内作業

- [20] インテンシブエリアの森林調査結果のとりまとめ及び林相図、土壌図等の作成
- [21] 土地利用植生図、林相図、土壌図のデジタルデータへの変換
- [22] ドラフトファイナルレポートの作成(森林調査結果)
- [23] ドラフトファイナルレポートの各省会議における説明、協議

(6) 第3次現地調査

[24] ドラフトファイナルレポートのジンバブエ国政府機関における説明、協議

[25] 森林委員会所有の GIS 機器へのデジタルデータのインストール

(7) 第3次国内作業

[26] 第3次現地調査結果の報告

[27] ドラフトファイナルレポートへの回答を作成

[28] ファイナルレポートの作成

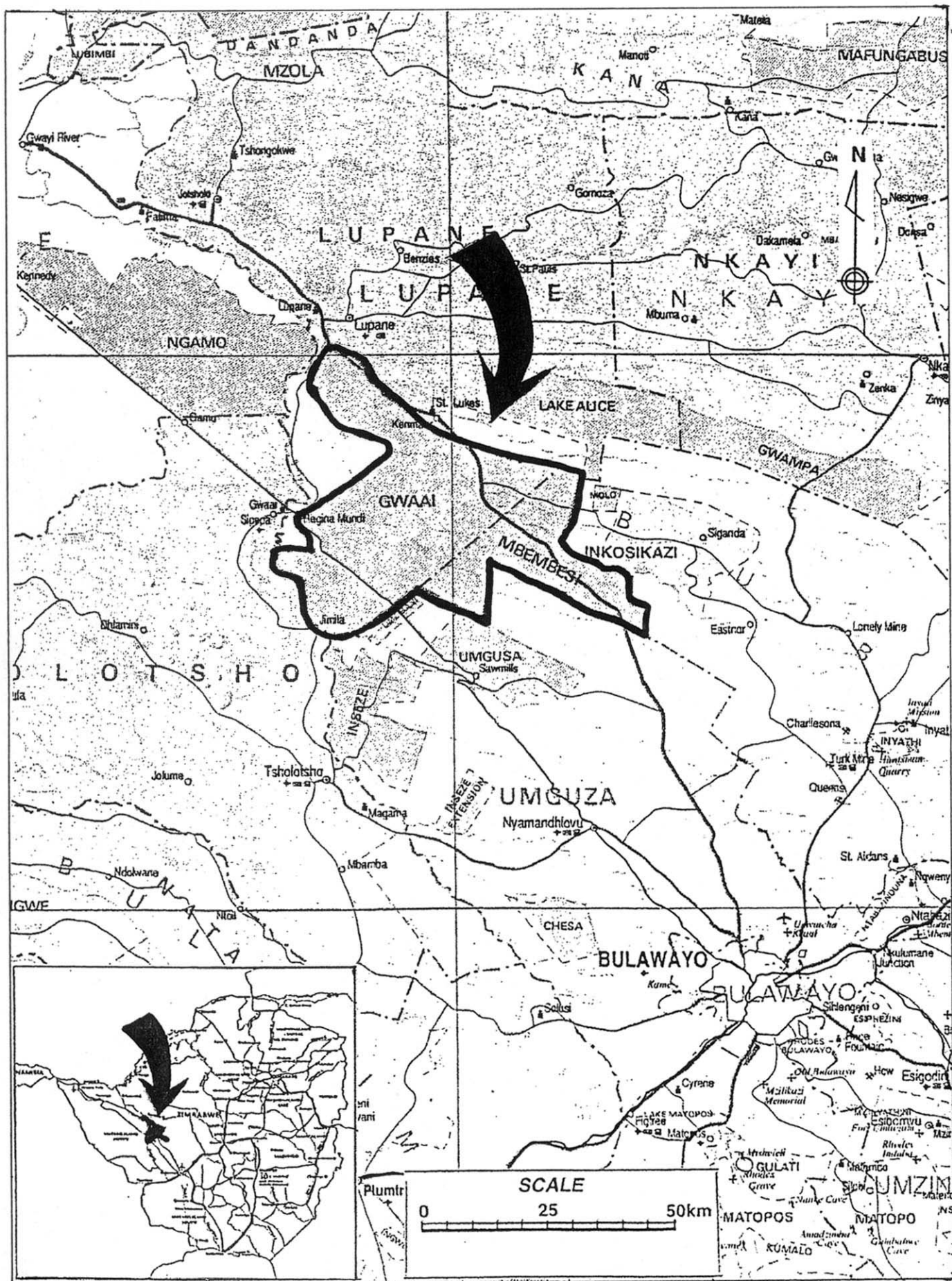


図1-1 サーベイエリアの位置

2. 自然条件

2.1 ジンバブエ国の一般的条件

ジンバブエ国はアフリカ大陸の南部の南緯 15° 30' から 22° 30' 及び東経 25° から 33° 10' の間に位置している。

ジンバブエ国は内陸国で、東部はモザンビーク、南部は南アフリカ、西はボツアナそれに北及び北西はザンビアと国境を接している。その全面積は約 39,075,900 ha である。

州別の面積は表 2 - 1 に示した。サーベイエリアが位置する北マタベレランドは、ジンバブエ国全土の 19 % を占めている。

表 2 - 1 州別面積

州	面積 (ha)
マニカランド	3,487,000
中央マシヨナランド	2,728,400
東マシヨナランド	2,493,400
西マシヨナランド	6,046,700
北マタベレランド	7,353,700
南マタベレランド	6,639,000
ミッドランズ	5,896,700
マスヴィンゴ	4,431,000
合計	39,075,900
出典: Statistical Yearbook 1989	

2.1.1 地形及び地質

最も特徴的な地形は高原で、*high veld* (高草原) とよばれ、これは Plumtree から Gweru 及び Marondera を通り Nyanga まで全土を南西から北東まで貫いている。

この高原は長さ 650 km、幅 80 km で、平均標高は概ね 1,525 m である。この脊梁高原の両側の斜面は、北はザンベジ川に、南は Limpopo 川に下降しており、標高は 600m から 1,200m で平均標高約 1,065 m の幅広の高原 *middle veld* (中央草原) として位置している。この他、ほとんどは南部にあるが、Sabi Lundi、それに Nuanetsi 川が *low veld* (低草原) に流れている。低草原はザンベジ溪谷、Limpopo、Sabi 川流域から成り、標高は 600 m 以下である。

これら 3 地域は、岩石構成により地域的には不規則ではあるが、波状地形となっている。大規模の Great Dyke は 480 km 以上の長さで約 10 km 幅を持っている。モザンビークとの国境は東部高原として第 4 地域を構成している。この地域は、最高峰 Inyangani 山の 2,594m をはじめ、標高 1,800 m 以上の多くの頂きをいだき南部中央アフリカの台地形の縁を、際立たせている。

サーベイエリアは *middle veld* に位置し、インド洋に注ぐザンベジ川の支流のグワーイ川流域に位置する。

ジンバブエ国の北西は、約 700,000km² 以上の広がりを持つカラハリ砂漠の縁に接する。西部地域の特徴として、赤土にかわり砂土が現れる。砂は玄武岩母岩の上を風により運ばれてきたものである。サーベイエリアはそのような風積砂土の地域に位置する。

2.1.2 気候

ジンバブエ国全域が熱帯地域に位置するが、高標高のため通常の熱帯大陸気候とはかなり異なっており、特に中央高原の気温は同緯度の低地よりも低い。

年間の降雨は概ね 3 シーズンに分けられる。

- (1) 乾燥冬期、4 月から 8 月、低温で特に夜間は霜がよく見られる
- (2) 10 月から 11 月の最高温の暑い季節
- (3) 概ね 11 月中旬から 3 月までの通常雨が降る雨期

2.1.3 植生

国土全域の植生は、1992 年のランドサット TM 画像の判読を基に次の土地・森林被覆に区分されている。サーベイエリアは大部分がウッドランドであり、部分的にブッシュランドまたは耕作地がある。

表 2-2 ジンバブエ国の土地・森林被覆

分類	樹高 (m)	樹冠被覆 (%)	面積率 (%)
湿性天然林	> 15	> 80	0.03
人工林			0.40
ウッドランド	5 - 15	20 - 80	53.20
ブッシュランド	1 - 5	20 - 80	12.72
木本性草地	1 - 15	2 - 20	3.08
草地			1.76
耕作地			27.47
露岩及び廃土用地			0.20
水部			0.77
居住地			0.36

出典: Woody Cover Map (1997)

2.2 サーベイエリアの条件

2.2.1 地形及び地質

(1) 地形及び流域

サーベイエリアを流れている河川はグワイー、インスザ、ベンベジ川である。これらの河川は北または北西の方向へ流れている。インスザ及びベンベジ川はザンベジ川に注ぐグワイー川の支流である。水の浸透性及び砂の結合度を反映して、土地はほとんど平坦で広い尾根を持ち川へ向かって緩やかに下降し、高低差は最大 20mである。主要河川による砂土層への掘り込みは、約 100 – 150 m であり、緩斜面あるいは急斜面を伴なう。

表 2-3 サーベイエリアの標高差

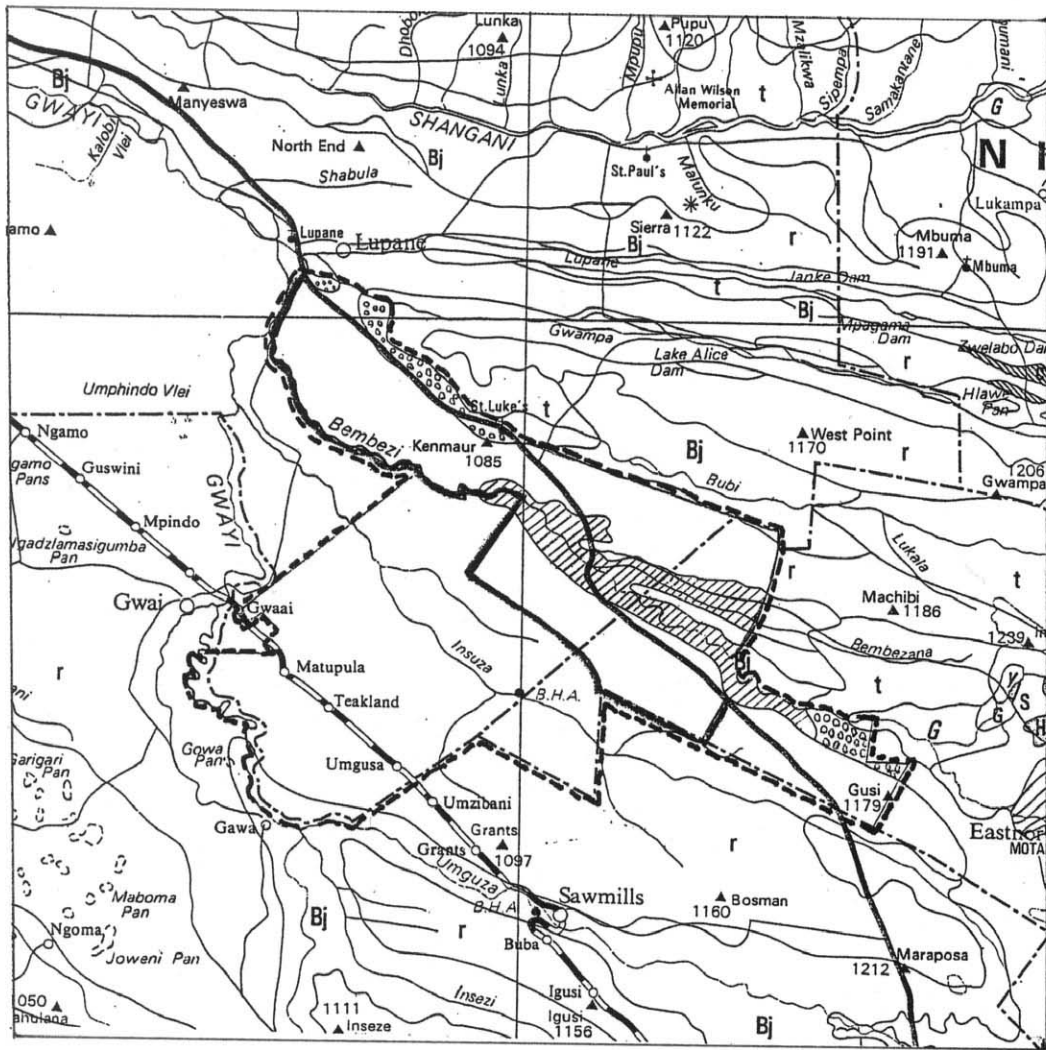
	標高	位置
最低地	960 m	Bubi 川に沿ったサーベイエリアの最北部
最高地	1,179 m	ベンベジ森林区に含まれ、サーベイエリアの最東部に位置する三角点

1 年を通して流水をする河川はなく、すべて季節的に流水を有する河川である。しかし、主要河川沿いには家畜用の浅井戸が設けられている。乾期においてもそのような浅井戸により十分な水が利用できる。

(2) 地質

サーベイエリアのほとんどは風積砂土、すなわちカラハリ砂土に覆われている。砂土以外は 2 つの異なった地質がある。1 つは Grits と呼ばれ砂土とシルト岩からなるグループで、Kenmaur から北、ビクトリアフォールズへの道路の東側及び Bubi 川流域に分布する。他の 1 つは“玄武岩”グループでベンベジ川に沿って出現する。砂土の下層には Karoo 玄武岩と重なって白亜紀の堆積岩層が、分布する。このような岩石は主要な河川沿いに露出している。ベンベジ川に沿って谷への斜面には多くの小さなガリーがある。

なお、ジンバブエ国の地質図によるサーベイエリアの地質は図 2 - 1 のとおりである。



出典: Geological map of Zimbabwe, Geological Survey, 1977

- インテンシブエリア界
- サーベイエリア界
- 風積土壤
- 玄武岩質土壤
- Gritis (砂土及びシルトから成る)

図 2-1 サーベイエリアの地質

2.2.2 気候

サーベイエリア周辺の年間降雨量は、400 mm から 800 mm である。しかし、降雨時期は短く不規則である。実際の年降雨量は 590 mm 前後と言われている。サーベイエリアに最も近いルパネ気象測候所でのデータによると 619 mm である (30 年平均、標高 1,010 m) それと Tsholotsho では 564 mm (45 年平均、標高 1,100 m) である。どちらの測候所も降雨量の年変化が大きく、変動係数は 30 % 以上もある。

年降雨量、季節による 5 降雨型、標高等に基づきジンバブエ国は 5 つの農業生態地域に分類されてきた。サーベイエリアは地域に含まれ、半粗放農業地域 (Semi-Extensive Farming Region) となっている。降雨量は非常に少なく、換金作物の収穫は不確実である。同区分の基準は、飼料生産の量に応じて家畜生産を勧めている。

ルパネでの月平均気温は 6 月～7 月で 15 °C、10 月～12 月で 25 °C である。

ほとんどの年で 5 月～9 月にかけて霜が降りる。厳しい霜はボツワナからの乾いた冷気の流入による。乾いた砂土は、他のシルト土や粘土よりも熱伝導率が高いため地上気温の低下が著しい。多量の下層の灌木が霜によって枯死することがわかっており、これが燃材として蓄積し、植生の著しい乾燥状態をもたらす、火災に対して危険度の高い状態を招いている。

冷気は凹地や谷などのより低地へ流入する。より激しい霜は、動植物の生育環境に影響する。

フォレストヒル事務所には雨量計が設置されているが、長期かつ連続的なデータはない。温度計は現在壊れている。

なお、フォレストヒル事務所の 1995 年～1998 年の月平均降雨量は表 2 - 4 のとおりである。

表 2 - 4 フォレストヒル事務所の月平均降雨量

月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	合計
降雨量(mm)	254	172	53	16	16	0	0	0	12	7	69	140	739

出典: フォレストヒル事務所

また、サーベイエリアの近隣にあり、サーベイエリアからみて北西部の Hwange 国立公園及び南東のブラワヨ市の気温、雨量は次のとおりである。

表 2 - 5 Hwange 国立公園の気象

月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年間
最高平均気温()	29	29	29	29	27	24	25	27	31	32	32	30	29
最低平均気温()	18	18	17	14	9	5	5	7	12	16	17	18	13
平均気温()	24	23	23	20	17	14	15	17	22	24	25	24	21
降雨量(mm)	162	147	72	32	4	1	0	1	4	24	67	155	669

出典: Meteorological office (観測期間は 1988～1999 年)

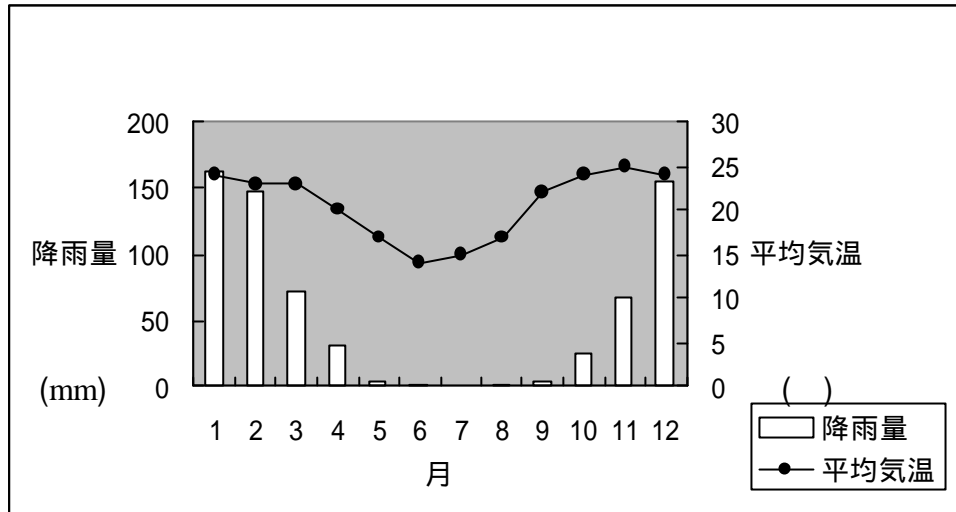


図2-2 Hwange 国立公園の気象

表2-6 Bulawayo の気象

月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年間
最高平均気温()	28	27	27	26	24	21	22	24	28	29	29	28	26
最低平均気温()	16	16	15	13	10	7	7	9	12	15	16	16	13
平均気温()	24	23	23	20	17	14	15	17	22	24	25	24	21
降雨量(mm)	129	111	55	35	8	2	1	1	7	36	94	126	605

出典: Meteorological office (観測期間は 1988 ~ 1999 年)

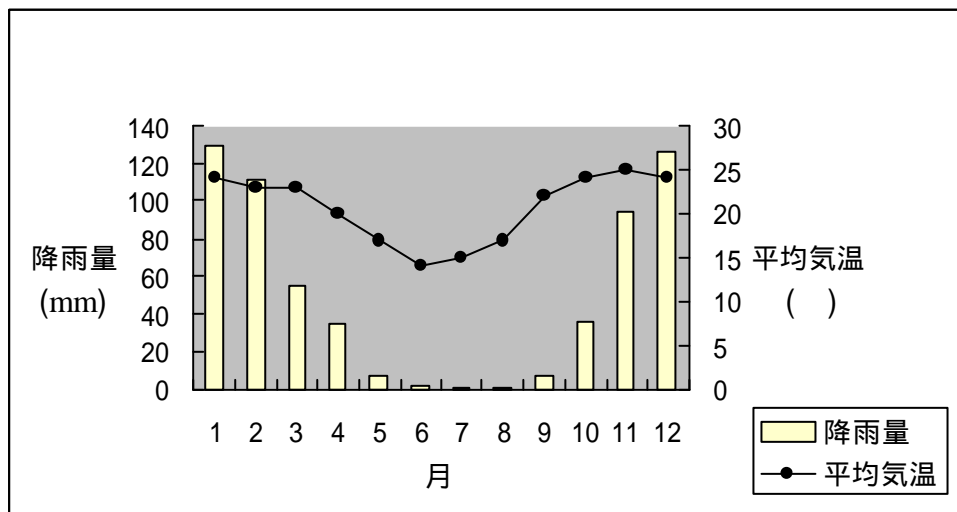


図2-3 Bulawayo の気象

2.2.3 土 壤

主要河川沿いの沖積あるいは堆積土壌を除いて、ほとんどの土地は砂土に覆われている。カラハリ砂土は物理性化学性ともに極めて均一で高い浸透性と低い結合性を有する。シルトと粘土粒の含有が極端に少ない(< 10%)のは、風化がないことや火山性鉱物を欠くことに起因している。砂土は主に石英から構成され、土壌養分は非常に少ない。有機物が混じるか覆う A₀ 層は欠いている。土壌深度は地域によって異なるが 0.75m ~ 100m である。このような土壌条件は農業経営のみならず草木の成長を極めて制限している。一方、これが *Baikiaea plurijuga* のような樹種を優占させている。

ベンベジ川あるいはグワイ川のような主要河川沿いには、より肥沃で多様な土壌が分布している。一般的な土壌型として、地方名で *isibomvu* という土壌は、農業に適している。

2.2.4 植 生

サーベイエリアの植生は、一般に1つは谷、もう1つはカラハリ砂土が現れるような谷以外の地域に分けられる。どちらの地域も伐採、火事、放牧の影響を強く受けている。サーベイエリアの現状の植生型は、自然的影響のみならず人為的影響を受けている。

砂土に起因する有効水分の浸透の深さ、土壌乾燥及び大きな日較差は、浅根性の草本より深根性の木本樹種の生育に好ましい要因となっている。砂土上の主な植生タイプは *Baikiaea plurijuga*、*Guibourtia coleosperma*、*Burkea Africana*、*Erythrophleum africanum*、*Pterocarpus angolensis*、*Combretum collinum*、*Terminalia sericea*、*Ricinodendron rautanenii* 等が優占する落葉性チークウッドランドから成る。これらの樹種は現在 8 ~ 14 m の樹高であるが、1900 年代の初期の伐採前にはもっと高かったものと思われる。ジンバブエ国には、原生林、最大直径を持つような記念樹等に関する情報はほとんどない。

疎林の上層は、主に *Baikiaea plurijuga*、*Guibourtia coleosperma*、*Burkea Africana*、*Erythrophleum africanum*、*Diplorhynchus condylocarpon* 等の樹種から構成されている。疎林の特殊な1形態は、多数の萌芽が株立ちとなった *Baikiaea plurijuga* の密な層の森林であり、これは Dwarf Teak (わい性チーク) と一般に知られている。樹高は 1.5 m 以下で、この上層に *Pterocarpus angolensis*、*Burkea Africana*、*Erythrophleum africanum*、*Ricinodendron rautanenii* 等がまばらに出現する。

主要河川に沿って出現する、異なった植生タイプはそれぞれの土壌型を反映している。玄武岩を母岩とする土壌は、モパネ優占林の成立を促している。*Acacia* spp.、*Combretum* spp.、*Terminalia* spp. 等も優占種である。

次の6つの植生タイプは、サーベイエリア及びその近隣の森林に一般的にみられるものである。

(a) チークウッドランド

植生は *Baikiaea plurijuga* (ザンベジチーク) が優占する。深いカラハリ砂土がチー

クウッドランドの最も発達した状態を可能にしている。気候が *Baikiaea plurijuga* の分布に影響する主な要因ではないようである。 *Baikiaea plurijuga* は、例えば3年生実生苗で 70cm ~ 100 cm の長く水分を吸収しやすい直根を発達させる。すべてのチーク林は、火事や伐採のような人為的影響を受けている。

(b) *Brachystegia* ウッドランド

植生は *Brachystegia spiciformis* が優占する。現地での観察によれば、この植生タイプはカラハリ砂土の乾燥の影響をあまり受けない土壌条件の下で生育する傾向がみられる。その土壌条件とは、より浅い砂土であるかシルトをより多く含んでいるといえる。ある地域では *Brachystegia spiciformis* は *Brachystegia boehmii* と *Julbernardia globiflora* と共に出現する。この植生タイプの他の一般樹種としては、*Grewia* 類、*Ximenia caffra*、*Bauhinia tementosa*、*Bauhinia petersiana*、*Ochna* 類、*Terminalia sericea*、*Peltophorum africana*、*Burkea africana* 等である。草本層は、*Digitaria eriantha*、*Schmidta pappophoroides*、*Stipagrostis uniphumis*、*Eragrostis pallens* それに *Perotis patens* 等といった草が優占している。

この植生は一般にミオンボ林といわれている。サーベイエリアの対象森林は、ミオンボ林からチークウッドランドへの移行状態と考えられる。このタイプは主にサーベイエリアのベンベジ川上流域に沿って出現する。

ミオンボ林は乾期の終わりには落葉し、雨期が始まる前に芽吹くことで知られている。

(c) *Colophospermum mopane* ウッドランド

この植生は、発育を妨げられ、株立ちの灌木状となったモパネ (*Colophospermum mopane*) で特徴づけられる。モパネは沖積地の排水が悪く、侵食を受けやすい土壌において極相林となりうることで知られている。モパネと共に、Leadwood *Combretum imberbe*、Russet Bush willow *Combretum hereroense*、Knob Thorn *Acacia nigrescence*、*Dalbergia melanoxylon* が単木状または群状に生育する。草本では、*Setaria incrassata*、*Panicum coloratum*、*Themeda triandra*、*Digitaria eriantha* 等といった種類を含んでいる。

サーベイエリアのこのタイプは、川沿いにのみ見られ、住民が定住し、モパネ (*Colophospermum mopane*) を様々に利用している。

(d) Vleis (フレイ)

Vlei (フレイ) とは方言で、くぼんだ草地、あるいは「Dambos」と呼ばれ、これは谷に似ているが、それほど深くはない。フレイは主に草が優占する。草の量は、主に狩猟獣が草を食べる度合いによって異なっている。樹木は普通フレイの縁に沿ってみられる。フレイ内には2タイプの草がみられる。一つはあまり繊維を含まない柔らかい草である。これらは、葉の中に栄養分があり、この草は冬期に栄養分を形成するため、

美味となる。サウアグラスは繊維を多く含んでいる。これは冬期には栄養分が少なくなり、それゆえ美味ではない。フレイの草は、火事、刈入れ、放牧等に耐性を持ち、ほとんどの種は根から萌芽する。しかし、過放牧、適切でない管理、火入れにより先駆種や1年生種が増加する傾向にある。

ほとんどのフレイでの一般に見られる草本の種類は、ホワイトバッファローグラスの *Panicum coloratum*、ウィーピングラブグラスの *Eragrostis curvula*、*Themeda triandra*、*Aristida bipartita*、*Cynodon dactylon* である。*A. bipartita* は、著しく荒廃した地域で優占する。樹木は *Ziziphus mucronata*、*Rhus zeyheri*、*Acacia karoo*、*Maytenus heterophylla*、*Ilala palm*、*Combretum imberbe*、*Burkea Africana* 等である。*Terminalia sericea* それに *Acacia* 類は、普通乾燥したフレイに侵入する。

サーベイエリアでは、このタイプは1970年代に住民が退去したインスザ川に沿って主に分布する。

(e) *Pterocarpus angolensis* 地帯

この地帯は、チークウッドランドの構成要素となっている。通常チークウッドランド内に局地的に存在する。この地帯は、*Pterocarpus angolensis* が優占するが、時に *Burkea Africana* とともに出現する。他の出現樹種は、*Combretum* 類、*Terminalia sericea*、*Ochna* 類である。

この地帯は、火災により形成されてきたと考えられている。この樹種の発芽には、種を多少焼くことが必要である。1930年代の初期には、病気感染による立ち木の枝枯れが報告されている。この問題に対する治療法、対処法等は発見されていない。

Pterocarpus angolensis は材価が高いため最も盗伐される樹種として知られている。それゆえ衰退枯死と伐採がこの樹種の分布を年々変化させている。現地ではチークの林分に *Pterocarpus angolensis* が散在している。しかし、この樹種が優占している林分はまれであった。

(f) *Guibourtia coleosperma* / *Baikiaea plurijuga* ウッドランド

このタイプにはムチビ (*Guibourtia coleosperma*) と散在するチーク (*Baikiaea plurijuga*) が優占している。その他の樹種として *Ricinodendron rautenanni*、*Pterocarpus angolensis*、*Bauhinia petersiana*、*Bauhinia tementosa*、*Diplorhynchus condylocarpon*、*Combretum collinum* 等が出現する。

このウッドランドの自然条件は、上述したチークウッドランドと非常に似ている。*Guibourtia coleosperma* は、サーベイエリアでは *Pterocarpus angolensis* と *Baikiaea plurijuga* について3番目に用材として評判の良い樹種である。

3. 社会経済条件

3.1 ジンバブエ国の一般的条件

3.1.1 社会条件

(1) 人口

ジンバブエ国の人口は1982年には7,600,000人であったが、人口増加により1992年のセンサスでは10,400,000人となった。この10年間の人口増加率は37%であり、年人口増加率は3.14%である。この率で増加すると23年後には人口は倍になると予想される。しかし、国連の推計によると、人口増加率は産児制限等により1998年には2%に落ちている。1998年の人口統計では全国の人口は11,040,000人である。政府統計では2007年には16,500,000に達すると推定している。

都市と郊外の人口比率は31%と69%である。一世帯の大きさは4.8人で、人口密度は27人/km²である。サーベイエリアがある北マタベレランドでは人口密度が最も低く、8.55人/km²である。ジンバブエ国の年齢分布では子供、若者が全人口に対しての占有率が高く、それは表3-1のとおりである。

表3-1 年齢層の割合

年齢層	割合(%)
0-4	17
5-14	31
15-64	49
65+	3
全年齢層	100

出典: “CSO, 1992a” in “Children and Women in Zimbabwe, UNICEF, 1994”

母国語はショナ語(74%),ンデベレ(18%),英語(4%) その他(4%)である。

(2) 土地所有制度

一般的にジンバブエ国では次の4つの土地所有システムが考えられる。(それぞれの土地所有タイプの土地面積、人口、人口密度は、「Contesting Inequality in Access to Forests, Zimbabwe, 1998 by Nhira et al Nhira」から引用した。)

(a) 営利用地

営利用地は大規模及び小規模の農地などで構成されている。これらの地域では、土地は所有者の判断により市場性のある商品として売買できる。営利用地は、約12,450,000 haで、全土の31%にあたる。人口及び人口密度はそれぞれ1,347,000人及び10人/km²である。

(b) 共有地

共有地(コミュナルランド)では、使用権に基づいた共同所有システムとなっている。ここでは、土地は市場性のある商品ではない。住民はそこで耕作を続けている限り、この地域での伝統的な居住権を主張できる。また、これとは別に牧畜用に共用する地域がある。共有地は 16,360,000 ha で全土の 42% を占めている。人口は約 5,352,000 人で人口密度は 32 人 / km² で、共有地は最も多い土地所有タイプである。

(c) リセトルメントエリア

この分類にあたる土地は、共有地の人口増加圧が強まったこと、戦争中に退去させられた土地なし住民へ対処するために、独立後導入されたものである。リセトルメントエリアは主に営利用農地を買ったものである。リセトルメントエリア計画において割り当てられることとなっている土地では、入植農民は共有地で生計をたてることをあきらめなければならず、リセトルメントエリア計画に従い専業農家となることを約束しなければならない。それにより彼らはそこに居住し、耕作し、同様な期間及び条件で子孫に土地を譲る権利を有する。

リセトルメントエリアは約 3,790,000 ha で全土の 8% を占めている。リセトルメントエリアの人口は約 433,000 人で人口密度は 11 人 / km² である。

(d) 国有地

国有地は主に、国立公園、サーベイエリアのような森林区それに国营農場がある。国有地は約 6,970,000 ha で、全土の 18% を占める。国有地の人口は 39,000 人で人口密度は 2 人 / km² である。

農産物全体の約 80% は営利用農地で生産され、一方共有地及びリセトルメントエリアからは、それぞれ 18%、2% である。

(3) 土地利用

ジンバブエ国の森林面積は約 2,500 万 ha であり、これは全国土 3,910 万 ha の 66% にあたる。しかし、ウッドランドとブッシュランドがほとんどの森林を占め、商業用森林よりも多い。ジンバブエ国の森林も含めた土地利用は表 3 - 2 のとおりである。

表3-2 ジンバブエ国の森林及び土地利用

土地利用	樹冠疎密度 (%)	樹高 (m)	面積 (1000 ha)	国土に対する割合
天然林 (湿性, 落葉)	>80	>15	12	0.03
人工林	>80	>15	156	0.40
ウッドランド	20 ~ 80	5 ~ 15	20,788	53.21
ブッシュランド	20 ~ 80	1 ~ 5	4,970	12.72
木本性草地	2 ~ 20	< 15	1,204	3.08
草地	< 2	< 15	688	1.76
耕作地			10,734	27.47
露岩及び廃土用地			78	0.20
水部			301	0.77
集落			141	0.36
全国			39,072	100

出典: Newsletter of the Research & Development Division of the FC, Vol. 10 No.1, 1998

(4) 行政制度

国の行政は次図に示すように州(Province) 県(District) 区(Ward) 村(Village) に分割される。サーベイエリアは北マタベレランド州に位置する。

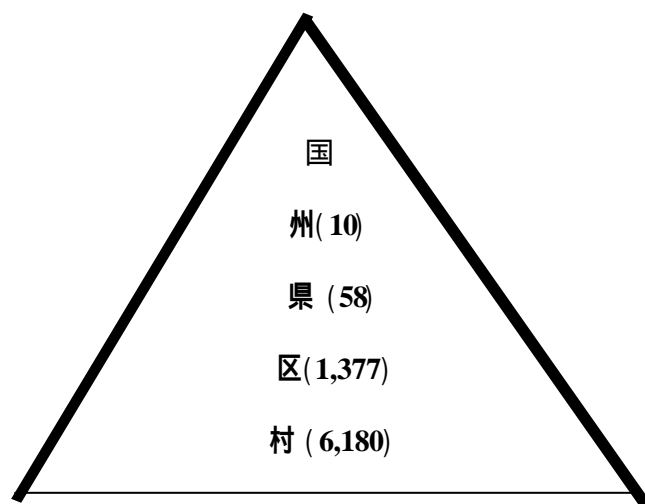


図3-1 国の行政図

出典: Ministry of Local Government, Rural and Urban Development” in “A Situational Analysis in Zimbabwe, UNICEF, 1994

政府は、州知事を任命するのみならず州及び県の行政担当官も任命する。州と県の開発予算は中央政府の担当大臣を通じて与えられる。どの州にも州開発委員会があり、各々の県と都市の議会からの計画を含む州開発計画を作成する。州開発計画は、最終的には国家開発計画に盛り込まれるよう中央当局に向けて作られる。

州の下の行政階層組織は、県となりこれは県議会(Rural District Councils = RDC)

により運営され、その主な機能は開発の促進、年次開発計画と政策の作成である。県議会は、共同所有資源の保護と管理を含む県独自の新しい条例を作成する権限がある。県議会のメンバーは、それぞれの区内から選ばれ、知事により任命される。

県の下には区があり、その下は最下層の村となる。各々の区は区開発委員会(WADCO)により、村は村開発委員会(VIDCO)により運営されている。VIDCOは6人のメンバーからなり、4人は選挙で選ばれ2人は若者組織と女性組織から選ばれる。VIDCOの長は、住民の選挙で選ばれ、区レベルでの村の代表者となり、WADCOの長は県開発委員会(RDDC)の代表者となる。区は6のVIDCOから構成される。VIDCOとWADCOは、地方分権化と中央政府が管轄する権限の県レベルでの縮小の指標と見られている。

(5) インフラストラクチャー

ジンバブエ国では比較的好条件に恵まれ、多くの地域に道路、鉄道網が巡らされている。

(a) 道路

1990年にジンバブエ国の舗装道路は12,896kmとなり、100万人あたり1,389kmの道路が存在し、他の低所得国と比較すると非常に高い数値である。しかし、道路密度は共用地よりも都市や大規模な営利農地のほうが高い。(UNICEF, 1994)。

(b) 鉄道

ジンバブエ国の国鉄は国内全域に路線があり乗客及び貨物の輸送を行っており、南アフリカ、ザンビア、モザンビークの鉄道と連結している。

3.1.2 経済条件

(1) 主要産業

製造業、農業それに鉱業は、ジンバブエ国の経済の3本柱である。GDPの約40%を製造業が占め、国の重要産業となっている。同産業は、国内向け消費財だけでなく、隣国への輸出用商品も製造している。

農業と林業のGDPへの寄与率は16%を越えないが、これらの部門は製造業部門へ原料を供給している。輸出品目の40%から45%が農業関連物であり、人口の約70%が農業により生計をたてている。園芸生産物は、農業輸出品目の中で急速に伸びており、タバコに次いで外貨を獲得している。

(2) 輸出入

ジンバブエ国は第一次産品(無加工)と加工度が低い製品を輸出しており、加工度の高い製品及び石油を輸入している。国の主要輸出品はタバコ、食料それに金であり、これらで全輸出金額の約50%を占める。その他の重要な輸出品は、ニッケルとアスベストである。化学物質、機械それに電気、電気器具と輸送機器は主な輸入品である。

3.1.3 開発計画

社会部門への公共投資は、1982年から1990年までに実行された国家社会経済計画の主な柱であった。1980年代の終わりに統制経済から市場経済への移行の必要が認識され、国民の実収入の実質的増加及び失業率の減少を達成するために、その後の計画の主要目的が、高度経済成長に移行された。すでに実行された計画の主な目的及び現在実行されている計画の目的は次のとおりである。

(1) 過渡期国家開発計画(TNDP) 1982 - 1985

表 3-3 過渡期国家開発計画の詳細(TNDP)

主要目的	達成度
実質年経済成長率 8%	年経済成長率 1.9%
輸出 90% 増加	1982年と1983年の輸出量 3%増加、しかし1984年は減少
人口増加率 3%に相応する雇用の増大 (年平均成長率 3.2%)	年平均成長率は目標より 0.5% 低かった
インフレーションを 15% 以下に抑制	ほぼ目標を達成 (年平均インフレーションは 15.6% であった)

出典: 国際協力推進協会、開発途上国別経済協力シリーズ 第3版 アフリカ編 No. 17、ジンバブエ、1998

(2) 第1次国家開発5カ年計画(FNDP) 1986 - 1990

表 3-4 第1次国家開発5カ年計画の詳細(FNDP)

主な目的	達成度
経済改革及び経済拡大	経済拡大の直接的指標となる GDP 成長率及び輸出の増加は見られず、目標は達成されなかった。
土地改革及び土地利用の効率化	初期4年の1989年までに約51,000世帯が再定住(リセトルメント)した。これは目標の再定住55,000世帯に近い。
住民特に農民の生活水準の向上	-
人材の開発及び雇用の拡大	雇用の拡大とインフレーションのコントロールにおいて意義ある達成がなされた。
開発と環境のバランスの維持	-
主なマクロ経済の目標として GDP 年成長率 5.1%、年輸出増加率 7.0%、年雇用増加率 2.7%	GDP の年平均成長率 3.1%。1986年から1990年にかけてはプラスの成長は輸出の 1.5%のみ。他の年はマイナス成長。雇用は 2.4% 増加。

出典: 国際協力推進協会、開発途上国別経済協力シリーズ 第3版 アフリカ編 No. 17、ジンバブエ、1998

(3) 経済構造調整計画(ESAP) 1991 – 1995

表 3 – 5 経済構造調整計画の詳細(ESAP)

主要目的	達成度
中央政府の赤字を 10% から 5% に減少。 補助による巨大な財政負担を軽減するための 国営企業の改革。	ESAP 期間では、予算の赤字は目標を超えた。 国営企業の全体的実行は計画期間中は著しく 低下した。約 220 億\$ の損失を招いた。しかし、 民間部門では著しい進歩を遂げた。
行政改革。	目標に大きく近づいた。
金融及び財政改革。	金融政策改革において著しい進歩を遂げた。
貿易及び外貨市場の自由化。	外貨交換管理制度は規制緩和され自由化され た。
国内の規制緩和及び投資促進。	すべての価格及び流通の統制は計画が終了す る頃に廃止された。この目的は、大部分達成さ れた。
調整計画の社会的次元での実施	社会開発基金が月収 2400 \$ 以下の世帯を対 象に社会保障のため創設された。

出典: 国際協力推進協会、開発途上国別経済協力シリーズ 第 3 版 アフリカ編 No. 17、ジンバブエ、
1998

(4) 1996 – 2000 の経済社会過渡期のためのジンバブエ計画(ZIMPREST)

環境の保護と適切な保全は、持続的成長に必要な前提として認識されている。ZIMPREST においては、その実施期間中の安定した持続的開発が特に強調されている。国として必要な環境影響評価の確立及び民間部門での環境的戦略が、具体的方策例として言及されている。ZIMPREST の他の目的及び戦略はつぎのとおりである。

- 1) 経済成長、雇用の創出、企業の育成、これらによる貧困の持続的な軽減
- 2) 政府が 経済的な権限を持ち民間部門の開発を促進できるように、具体的な政策と計画による財政改革と政府補助による再方向付け

3.1.4 援助機関の動向

ジンバブエ国の外国援助への依存度は、GDP の 10% 以下であり、他のアフリカ南部の国々と比較して著しく低い。外国援助に対する政府の態度は、ドナー国やドナー組織と協力関係を維持しつつ自助努力の重要性を維持するという原則に基づいている。

イギリス、アメリカ、ドイツ、日本、オランダ、デンマーク、スウェーデンは主要なドナー国である。また、国連の多くの組織、それに世銀、IMF、EU といった国際組織がジンバブエ国に援助を行っている。いくつかのドナー組織が次に述べるように森林部門にも援助を行っている。

- カナダ国際開発庁 (CIDA) は、内陸部の州のマフンガウツィ森林区の共同管理に関する計画作成と実行に関し、森林委員会の森林普及事業のパイロットプログラム

を支援している。

- イギリスの国際開発庁(DFID) は、グワーイ及びベンベジ森林区を含む国有保全林を対象に「ジンバブエ国SFM準備計画」を実行している。この計画は主として森林委員会の郷土資源部とともにやっているが、普及事業部とンガモサファリ部も参加している。
- デンマーク国際開発庁(DANIDA) は、地方にある共有地及びリセットメントエリアの造林計画を支援していたが、それらの地域に林業普及支援計画を行う予定である。
- ドイツのGTZ は、共有地において社会林業分野でのプロポーザル作成を目的として社会林業プログラムを行っている。森林委員会の普及事業部が当事業のC/P機関である。

3.2 サーベイエリアの状況

3.2.1 社会条件

(1) 林内住民問題の経緯

グワイ森林区のほとんどは、1930年制定の「土地保有法」の下に1936年に国有地として確定された。グワイ森林区で残っていた箇所と、ベンベジ森林区のすべては、1941年に境界が確定された。これらの境界確定以前に、住民は森林区内に住み、自給のための農業や畜産を営んでいた。また、これらの住民は、森林施業の季節労働者源となったり、森林火災の消防を支援したため、森林委員会は彼らの林内での居住を許可した。

数年後、移住及び自然増加により、林内住民の人口が増えた。森林委員会は、林内住民の人口を調節するため、林内での居住や農耕について年間10シリングの使用料を課して、使用許可を与えることを公布した。この使用許可は、家族構成員の名前、その使用地の場所・面積といった情報を含むものであった。さらに、使用許可保有者に、次の規則が定められた。

- ヤギの所有禁止
- 一週間以上の外来者の滞在禁止
- 使用許可保有者の子息が結婚または成人に達したとき、同子息は当森林区を去ること
- 林内住民の森林火災の消火活動を支援する義務

これらの対策にもかかわらず、林内住民の人口は増え続けたため、森林委員会は、登記制度や使用(または借用)許可料を1970年に年間Z\$10へ値上げするなどの新規対策により対処した。

この新規の料金を払えない林内住民は森林区を去り、林内住民の人口は、1972年に1,350人以上から350人に激減した。森林委員会は、さらに林内住民の人口を180人に減らす意向であり、同農務課により、選ばれた住民に十分な土地(50ha)と社会基盤を整備する農業実施計画が1975年に作成された。

しかし、これらの対策は1970年代の独立戦争と1980年代初期の当該地域での騒乱の影響により、実施されることはなかった。使用許可を持たない世帯が、森林区に移り住んで農耕を始めたのは、主として森林委員会の存在しなかったこの時期である。1980年代中期には、森林委員会は森林区での役割を再開した。

1987年、森林委員会は、既に森林区に住んでいる人々の居住を承認し、非登録者によるこれ以上の移住を阻止するため、彼らに使用許可を与えたが、これらの行為は新規住民の流入を阻止できなかった。

1990年代初期には、森林委員会は問題を解決するべく、森林区に住むすべての人々について、前述の借地権とともに、使用許可の更新を拒否することとし、それ以降、林内住民を不法住民または無断居住者とした。森林委員会は、最近住み着いた住民

を立ち退かせ、残りの住民については隣接する共用地に住み着かせる政策を採用した。

1990年に、ベンベジ森林区から150以上の世帯を、森林委員会は立ち退かせた。これまでのところ、地方行政機関は、これらの立ち退かせられた住民に対して土地を与えていない。この問題に対処するため、森林委員会は1994年に「リロケーションエリア」を主要国道の北東の森林区に設定した。ベンベジ森林区から多くの世帯がこのリロケーションエリアに移り住んだが、残りのグワイ森林区のベンベジ川の下流沿いに住む住民(Mafa 及び Lihlo のコミュニティーがこれに相当する)は、リロケーションエリアへの移住を拒否した。

(2) 人口

(a) 林内住民

林内住民は、サーベイエリアの森林全体に居住しているが、大半はサーベイエリアの東側に当たるベンベジ川の谷沿い並びに同西側にあたるグワイ川の谷沿いに主に集中している。この主な理由としては、これらの谷に、肥沃な土壌と水が存在するためといわれている。

1999年にDFIDにより行われた社会開発調査によれば、グワイ及びベンベジ森林区周辺のリセトルメントエリア及び共用地に住む世帯は、各戸が孤立して居住する傾向があるが、林内住民の集落及びリロケーションエリアにおいては、2戸以上の世帯が1つの敷地や家屋敷を形成するとしている。

この原因としては、林内住民の子孫で成長した大半が、この集落にとって重要な親族としてのつながりを維持するため、親と同じ敷地に住もうとするためである。また、新しく結婚した子孫に土地を与えることを禁止している森林政策のためとも考えられる。

この調査の結果、1世帯当たりの平均員数は、林内住民の集落、リロケーションエリア、周辺のリセトルメントエリア、そして共用地で、それぞれ10、8、7、7となっている。また、林内住民の集落における世帯員数の平均値は、当該県の平均値6人を上回っている。これは、上述した1家族内に数世帯が存在するためと考えられる。

グワイ及びベンベジ森林区における人口、家畜頭数(1969~1995年)は表3-6のとおりである。

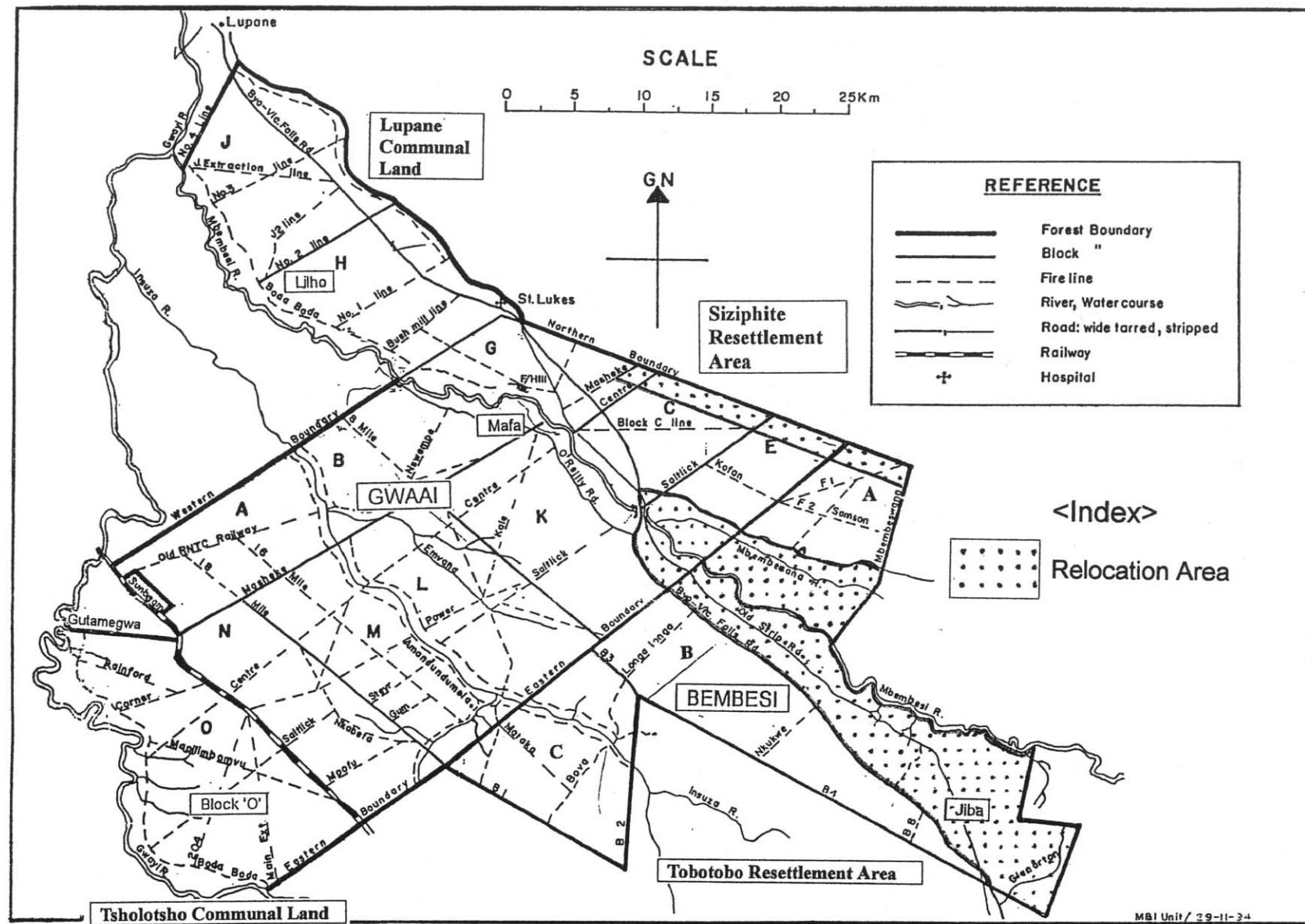


図 3-2 リロケーションエリア内の集落の位置

表3-6 グワイ及びベンベジ森林区における人口、家畜頭数

年	使用許可の保有者		使用許可の非保有者		家畜頭数
	世帯数	人口	世帯数	人口	
1969	264	2,112	132	1,056	-
1974	264	2,112	105	840	-
1980	265	2,120	80	640	4,790
1982	365	2,920	258	2,064	5,100
1985	356	2,848	92	736	5,990
1987	373	2,984	179	1,432	6,124
1988	463	3,784	240	1,920	6,695
1989	473	3,784	300	2,400	9,124
1990	360	2,880	289	3,212	9,400
1993	354	2,832	528	4,224	9,600
1995	365	2,920	882	7,056	10,100

出典: “Forestry Commission” in DFID report: “Social Issues in the Shared Forest Management Preparation Project: Gwayi-Mbembesi Forest Reserve, 1999”

注: 人口データは、平均世帯員数を8人として推定した。

1980年及び1985年の使用許可の非保有者の減少は、森林区からそのような住民を移転させた森林委員会の努力によるものである。1982年における増加は、当森林区における森林委員会の行動が、当該地域における政治的な騒乱により妨害されたためといわれている。

1990年以降は、この非保有者は急激に増え、1995年には保有者の2.4倍に達した。一方、1世帯当たりの家畜数は、1969年の13.8頭から、1995年の8頭に減少した。この理由としては、1980年代の干ばつ、さらに非保有者の家畜頭数が保有者よりも少なかったことによるものであろう。

1964～1996年における林内住民の人口増加パターンは、すべての集落において同じわけではない。例えば、1964年から1983年への世帯数の増加率は、Lihloで1.1%、Mafaで4.9%である。続く1983～1996年の13年間にわたり、Mafaにおける世帯数は、若い住民が森林区を去ることなどにより、2.5%減少した。

一方、リロケーションエリアでは、同じ1983～1996年の期間に年間8.7%という急激な増加を示している。この急激な増加は、自然増加と当森林区外からの移住によるものと考えられる。

現在の当森林区の世帯数及び人口(データの無いリロケーションエリアのJibaを除く)は、森林委員会、並びに関連するKraalの長によれば表3-7のとおりである。

表 3-7 現在の当森林区の世帯数及び人口

地 域	森林委員会のデータ		Kraalの長のデータ	
	世帯数	人口	世帯数	人口
Mafa (森林区内)	294	2,352	315	2,550
Lihlo (森林区内)	120	960	138	1,104
Block O (森林区内)	80	640	88	704
Jiba (森林区のリロケーションエリア内)	データなし	-	データなし	-
合 計	494	3,952	541	4,358

出典: “Forestry Commission” in DFID report: “Social Issues in the Shared Forest Management Preparation Project: Gwayi-Mbembesi Forest Reserve, 1999”

注: 人口データは、平均世帯員数を 8 人として推定した。

森林委員会と Kraal の長による表内数値の違いは、林内住民が森林委員会に少な目に報告しているからと考えられる。この少な目の報告と林内住民の集落における平均世帯員数が 10 人であることから、DFID の 1999 年の社会開発調査の報告にもあるとおり、森林区における人口は表内数値より多いと思われる。

(b) 隣接する集落

グワイ及びベンベジ森林区に隣接する集落の人口は、表 3-8 のとおりである。

表 3-8 グワイ及びベンベジ森林区に隣接する集落の人口 (1992)

県	区	人口
Lupane	Lupanda	2,423
	Gwamba	4,192
	Daluka	5,084
	Resettlement area	2,875
Dubi	Ward 3	6,941
	Ward 4	8,257
	Ward 5	2,937
Umguza	Ward 10	1,999
	Ward 11	4,775
	Ward 12	2,117
Tsholotsho	Ward 4	3,906
	Ward 5	5,381
	Ward 6	6,447
合計		57,334

出典: CSO, 1992

1992 年から 1999 年への人口増加率を 20% とすると、グワイ及びベンベジ森林区の周辺の現在の人口は約 68,800 人と考えられる。これらの周辺集落の人口は、様々な面で当森林区に影響している。彼らの中には、境界確定以前の林内住民もあり、その親戚がいまだに林内に居住する場合があります。これらの集落は、放牧、並びに燃料材、果実、薬用植物、屋根ふき用草、建築用柱材などの様々な林産物利用をとおり、直接利益を被っている。

森林区内の 4 つの集落の世帯員の教育状況は、表 3-9 のとおりである。

表3-9 サーベイエリアの4つの集落における教育状況

学 歴	Jiba	Mafa	Lilho	Block O
なし	10	14	18	13
小学校を卒業	26	22	14	28
小学校に在学中	19	33	22	38
全世帯員数	78 (うち 2 世帯員 は未調査)	115 (うち 1 世帯員は 未調査)	113	115 (うち 2 世帯員は 未調査)

出典: DFID report: Social Development Studies for the Gwaai-Bembesi Settlement Options Study, Household Survey, 1999.

注: 1) 表内の数値は、集落内の実際の世帯員数を表している

2) 引用したデータの中で中途退学及び中学校以上の教育を受けたものについては、ここに掲載していない

表からわかるとおり、世帯員のほとんどは小学校教育を終えたか、あるいは現在小学校に在学中である。

(3) 土地所有

サーベイエリアの主な土地保有形態は、国有の森林区であり、1930年代と1940年代に Forest Reserve として区画された。森林法によれば、森林区及びそれに付帯する資源の所有権及び管理は国家に属する。法規上、ある個人及び団体は国家から許可または合意を得た場合のみ、森林区の資源を利用できるとされている。

サーベイエリア周辺の土地保有形態は、北側に隣接する Lupane 共有地、Siziphite リセトルメントエリアがあり、南側に隣接する Tobotobo リセトルメントエリア、Tsholotsho 共有地がある。共有地は国家に属しており、使用権による保有制度 (usufruct tenure system) で運用されている。リセトルメントエリアは、1980年の独立から、共有地において増えつつある人口圧を軽減するために導入されたもので、賃貸による保有制度 (leasehold tenure system) で運用されている。

北東に位置する国道沿いのリロケーションエリアは、森林区内に位置し、林内住民を居住させるため、1994年に森林委員会により指定された移住地である。

(4) 土地利用

サーベイエリアの既存の土地利用形態は、森林、農地(現在耕作されている農地、遺棄された農地または休耕地からなる)そして集落からなっている。森林はカラハリ砂土の分布と重なり、用材、屋根ふき草、燃料材、農地のフェンスや家屋の柱材をもたらし、また家畜の放牧地をもたらししている。

集落及び農地は、水、肥沃な土、よりよい放牧地などがあるという理由から、グワイー川及びベンベジ川の谷沿いにみられる。森林委員会により、サーベイエリア内に設定された野生区域は、Insuza フレイ(広く緩やかな凹型の草地)沿いにあり、ここには集落や農地はなく、サファリ関係の利用がされている。

(5) 伐採の歴史

サーベイエリアであるグワイー、ベンベジ森林区は1900年代の初期から伐採が始り、現在まで伐採の歴史は2期に分けられる。第1期は1911年から1974年までで、第2期は1974年から現在までである。伐採の歴史は表3-10に示した。

表3-10 グワイー及びベンベジ森林区の伐採の経緯要約 (1900 - 1999)

年	地域/ブロック	会社	注
第1回伐採時代 1911 - 1973			
1903 - 04	鉄道沿い	Pauling and Co.	1910年 Simにより報告された
1911 - 31	グワイー、鉄道に沿って両側 8Kmまで伐採	1911 - 17 Meister 1917 - 30 RNTC	原契約に対して多くの変更、拡大、追加がなされた
1932 - ?	Bembesi	RNTC	新契約、細部の規定なし
1944 - 47	Gwaai B	RNTC	単独契約、また Gwampa と Lake Alice.が含まれている。年につき 25,000m ³ のチークまたはムチビの伐採 (>33cm dbhob*); 年につき 6,800m ³ のムクワの伐採 (29cm dbhob)
1947 - 52	Gwaai C	RNTC	
1952 - 61	Gwaai E,G,H,J	RNTC	
1961 - 65	Gwaai K and L	RNTC	
1965 - 73	Gwaai M and N	RNTC and Perry & Co.	
第2回伐採時代 1970 - 2010			
1970 - 74	Gwaai O	Perry & Co.	第2回伐採開始
1986	Bembesi C, west of Insuza River	森林委員会	製材所での製材用木材
1988	Gwaai A, west of 16 mile rd.	森林委員会	グワイー製材所での製材
1988	Gwaai M and N, west of 16 mile rd.	森林委員会	グワイー製材所での製材
1992 - 93	Gwaai J and H	森林委員会	SANO 木材会社、St. Lukes への木材
1994 - 95	Gwaai B	Forestry Products	Inkosikazi 道路沿い
1996 - 97	Bembesi A	Supreme Searchers	主要道の東のリロケーションエリア
1996 - 99	Gwaai C and G	Zimbabwe Building Services	主要道の東側部分、伐採中

* dbhob= 皮付胸高直径

出典: Environmental assessment of current land use and four settlement options for Gwaai and Bembesi state forests

(6) 伐採権

近年、森林委員会は、グワイー及びベンベジ森林区において、2つの伐採権を与えており、それらはブラワヨ - ビクトリアフォールズ道路の北東に位置するリロケーションエリアに集中している。グワイー森林区側においては、1996年に伐採権が Zimbabwe Building Services に与えられた。Supreme Searchers はベンベジ森林区側の伐採権を

与えられたが、1997年に伐採作業を終了した（搬出は1998年に終了した）

これらの伐採権は、林内住民に用意されたリロケーションエリアについて与えられており、耕地化により失われると考えられる利用可能な商業用材を確保するためである。

伐採権は1年単位で与えられ、森林委員会による承認を毎年受けることとされている。1996～1998年の間、上記の2つの伐採権の対象地域から出された用材量は、表3-11のとおりである。

表3-11 サーベイエリアの伐採権対象地域から出された用材（用材量単位: m³）

伐採権所有者	年	用材樹種					合計
		チーク	ムギビ	湿性ムク	乾性ムク	その他	
Supreme Searches	1997	1,738	47	2,049	191	-	4,025
	1998	781	25	508	5	-	1,319
	小計	2,519	72	2,557	196	-	5,344
Zimbabwe Building Services	1996	1,570	39	588	-	93	2,290
	1997	2,180	-	295	-	4	2,479
	1998	5,399	151	920	156	22	6,648
	小計	9,149	190	1,803	156	119	11,417
合計		11,668	262	4,360	352	119	16,761

出典: DFID report: Environmental Assessment of Current Land Use and Four Settlement Options for Gwaai and Bembesi State Forests, 1999

(7) 賃貸放牧

賃貸の制度は1970年代に始められた。現在、森林委員会は幾らかの農民及び家畜所有者と契約を結んでいる。彼らは森林区の周辺地域から、グワイー及びベンベジ森林区内の6つの地域に家畜を放牧しに来ている。

賃貸されている地域は約25,000haであり、賃貸期間は5年間である。賃貸放牧契約の更新は、年間ha当りZ\$8でできる。この放牧システムは、契約による賃貸料によって、森林委員会の収入を増やしている。また、草の量を減らすことにより、火災予防策としても貢献している。

1970年頃に賃貸制度は始められた当初は、牛は、夏期の比較的品质のよい草を食べさせるため放牧され、冬期は牧場に戻されていた。しかし、現在では、常に賃貸地で飼育されている。

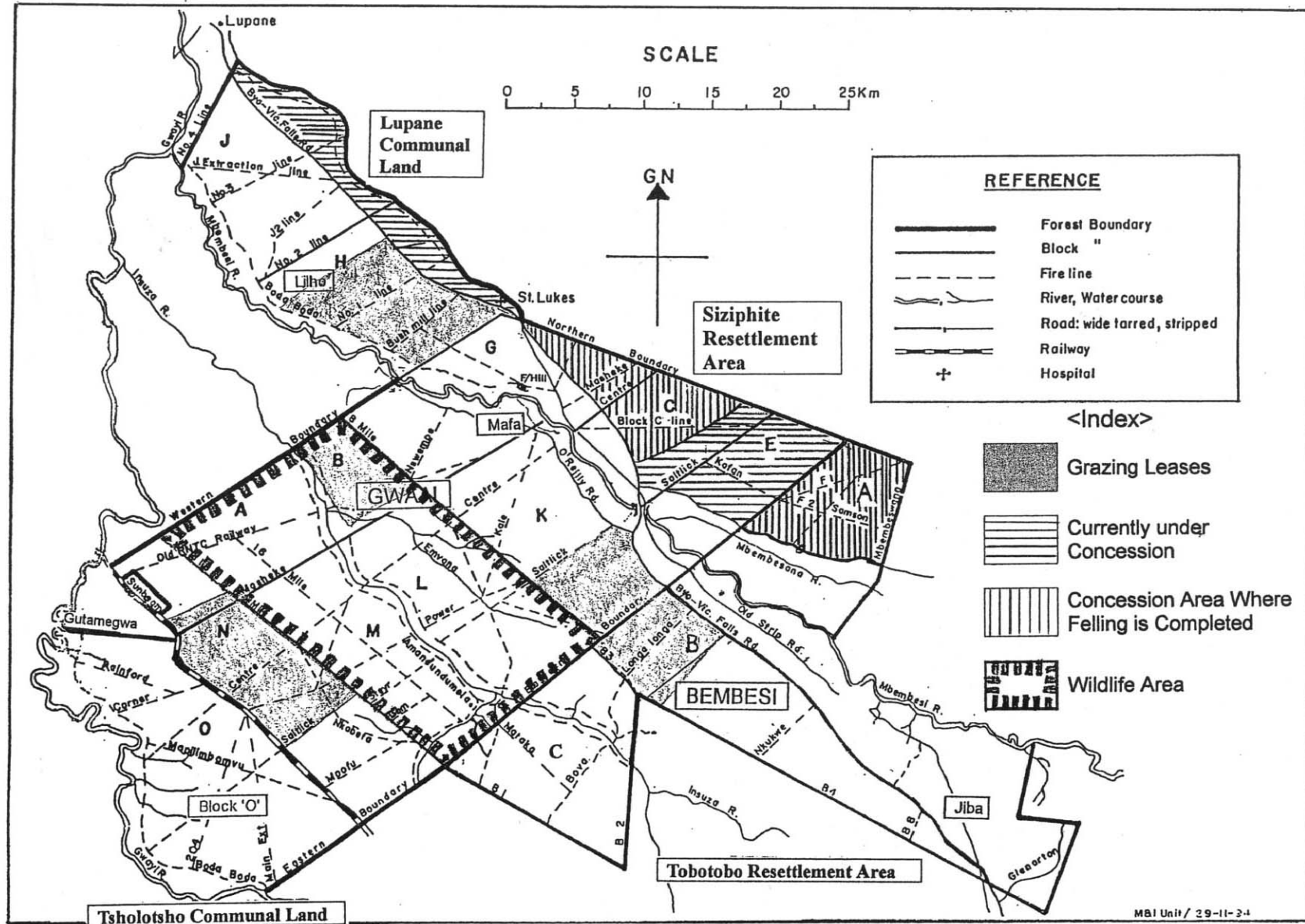


図 3-3 賃貸放牧・伐採権の対象地域、野生区域の位置

(8) 行政

グワイ森林区は Lupane 県の Lupanda 区に位置する。この Lupanda 区には5つの村が存在する。ベンベジ森林区は、Bubi 県の17区及び18区に位置する。グワイ及びベンベジ森林区の林内住民の最初の議員は1998年に選出された。これにより、初めて県議会に林内住民の代表者が送り込まれた。その結果、現在、林内住民は県議会に税金を納めている。

(9) 社会基盤

(a) 既存の基盤

現地調査で確認したところによれば、林内住民の住む社会基盤は、欠如または貧弱な状態にある。したがって、それらの住民は、周辺の共有地、リセトルメントエリア、リロケーションエリアにおける、学校、商店、製粉所、薬浴槽、牛の販売所のような社会基盤にほとんど依存している。

例えば、ブロック0のグワイ川とウングザ川の合流点付近には、乾期の間2m程度の深さの井戸が河床に掘られているが、これらの井戸からの水は飲料用及び家畜用に使われている。雨期には、河川の土砂がこの井戸を埋めるため、乾期の度に掘り直す必要がある。

同じブロック0において、井戸の掘削は人力で行われ、汲まれた水を家に運ぶ作業は、女性と子供の仕事である。また、森林区内には学校がなく、林内住民の子供は、川を渡り長い時間をかけて Tsholotsho 共有地の学校に行かなければならない。

サーベイエリア及び周辺の既存の社会基盤の状況は、表3-12のとおりである。

表 3-12 サーベイエリア及び周辺の既存の社会基盤

場所	基盤の種類	住居からの最長距離 (km)	現在の状況	森林区における位置関係
Mafa (森林区内)	学校 (3つの学校)	9 ~ 12	教室、トイレが不足し、家具が不足または無い、教員用住居がない	森林区内
	深井戸	-	いくつかは故障中	森林区内
	橋	25	-	隣接する共有地との境界
	診療所	19	良好	森林区外
	商店	19	良好	森林区外
	製粉所	19	良好	森林区外
	薬浴槽	15	水不足	森林区内
	舗装路	19	良好	森林区外
Lihlo (森林区内)	学校 (3つの小学校)	5 ~ 20	トイレの存在と本の欠如を除き Mafa の状況と似ている	1つの小学校は森林区内、その他は森林区外
	St. lukes 病院	25	良好	森林区外
	ビジネスセンター	40	良好	森林区外
ブロック O (森林区内)	学校(2つの小学校と1つの中学校)	14 ~ 16	教員(中学校のみ) 水家具、教室の不足	森林区外
	薬浴槽	14	十分な薬剤あり	森林区外
	診療所	16	普通	森林区外
	道路	14	普通だが、橋はない	森林区外
	製粉所	14	頻繁に故障し、洪水時には不通	森林区外
	牛の販売所	14	大変遠い(長距離の歩行により牛の体重が減る)	森林区外
	ビジネスセンター	14	洪水時には不通	森林区外
Jiba (リロケーションエリア)	学校(小学校と中学校が1つづつ)	16	教員(小学校) 家具、教室の不足、洪水時の不通(中学校)	小学校は森林区内、中学校は森林区外
	ビジネスセンター	3	良好	森林区内
	深井戸	3	頻繁な故障	森林区内
	診療所	-	良好	森林区内
	薬浴槽	-	良好	森林区内

出典: DFID report: Social Issues in the Shared Forest Management Preparation Project, Gwayi-Mbembesi Forest Reserve, 1999

基盤を整備するものとしては、集落、政府機関、援助団体、民間人、宗教団体などがある。上記の4箇所の集落のうち、ブロック O は同地域内に社会基盤を持たない。ブロック O 内の人々は、隣接する Tsholotsho 共有地の社会基盤に依存している。

報告によれば、林内住民の意向は、隣接する集落との森林資源の利用のあり方で分かれている。ある住民は、林内住民が、森林区外の集落に存在する既存の社会基

盤から得られる便益と交換するかたちで、周辺集落と森林資源を共有することが良いと思っている。

もう一方の住民は、森林区外の集落は森林資源から便益を得るべきでないと考えている。なぜなら、林内住民は集落から得られる便益に対して代金を支払っている一方で、森林区外の集落の住民は森林から得られる資源に対してほとんど代金を支払っていないからである。さらに、林内住民は、森林区内での不法行為のほとんどが、森林区外に隣接する集落の住民のせいであるとしている。

林内住民は、森林区外の集落は森林資源から利益を得るために2つの条件を満たす必要があるとしている。すなわち、同集落の人々が何らかの代金を支払うべきであること、そして、彼らの活動は厳しく規制・監視されるべきであるとしている。

(b) 林内住民により望まれている社会基盤

サーベイエリア内の上記の3箇所の林内住民により最も望まれている社会基盤は、給水関係の基盤である。その他には、診療所、学校、そして道路などがあげられている。Jiba(リロケーションエリア)では、生活用・家畜用に水を供給する井戸がたくさんあるため、給水施設に対する要望はそれほど大きくない。

3.2.2 経済条件

サーベイエリアの経済は、主に畜産と自給農業からなっている。林内住民の間で相互扶助や物品交換は一般的に行われており、一般市場の利用は非常に小さい。いくらかの余剰作物(主にトウモロコシ)が、谷沿いに農地を持つ林内住民によって生産されている。

余剰生産物は、物品と交換されるか、同じ林内住民、または、やせたカラハリ砂土の地域に位置する周辺の集落の人々に売られている。その他の森林区内における主な商業活動としては、伐採と賃貸活動があげられる。林内住民の多くは、用材の伐採作業により、いくらかの現金収入を得ているといわれている。

3.2.3 住民の生活

(1) 住民の生計

サーベイエリアの家計所得源の上位の3つは、畜産、農耕、ビール原料販売である。その他の所得創出源としては、女性が葦及びヤシで作った手工芸品の販売、男性が作った木工芸品の販売、男女共による屋根ふき草、牛乳、野菜などの販売がある。

また、男女共に、農繁期の農作業、建築、屋根ふき、用材・燃料材の伐採といった賃金労働により所得を得ている。ヤギやニワトリなどの小型の家畜は地元で売買されているが、牛は民間の買付人及び牛肉産業の関係機関に売られる。

穀物は、主に自家消費のために生産されるが、時に地元で売買されるか、緊急な家族ニーズのために民間の買付人に売買されることもある。また、ほんのわずかではあるが、現金収入を得るために、都市の市場において燃料材及び郷土種の果実のよう

うな林産物を売るものも存在する。

豊かさの程度に応じた生計手段が、DFIDによりサーベイエリアの4つの集落(Mafa, Jiba, Lihlo、ブロックO)について調査されている。豊かさの指標として使われたのは、主に家畜所有、耕地の大きさ、家屋の種類、動産の所有、所有現金、正式な雇用などである。

この豊かさの指標に基づき、スコアリング法により、集落のPRA参加者は、表3-13のとおり世帯別に4つのカテゴリーに順位付けされた。Mafa, Jiba, Lihlo、ブロックOでは「貧しい」及び「たいへん貧しい」とされた世帯の割合は、それぞれ、75%、64%、84%、35%である。ブロックOにおいては、60%という大勢を占める世帯が、「平均」とされている。

表3-13 サーベイエリアの4つの集落における豊かさのカテゴリー別生計手段

生計の手段	豊か	平均	貧しい	たいへん貧しい
畜産	29	21	12	3
農耕	31	16	10	3
林産物	2	8	21	28
正式な雇用	8	14	7	1
出来高仕事	0	1	11	16
送金	3	8	3	0
レンガ作り	0	2	7	9

出典: DFID reports: ① Final Report, An Appraisal of Alternative Settlement Options for Residents in the Gwaai and Mbembesi State Forest Reserves, 1999. ② Social Issues in the Shared Forest Management Preparation Project, Gwayi-Mbembesi Forest Reserve, 1999.

注: 表内の数値は最大が40である。出来高仕事は、JibaとLilhoを除き行われている。送金は、Mafaを除き行われている。レンガ作りはブロックOでのみ行われている。

表にあるとおり、畜産と農耕がより豊かな世帯であるための最も重要な生計手段である。また、この「豊か」というカテゴリーは、雇用及び送金による現金収入を得る機会を有する。

しかしながら、「たいへん貧しい」及び「貧しい」というカテゴリーでは、土地や家畜を所有せず、彼らの生計は林産物にかなり依存している。このような比較的貧しい世帯には、雇用機会がほとんど与えられず、主な所得源は出来高仕事とレンガ作りである。

(2) 資源利用に係る慣行

森林委員会の調査によれば、ジンバブエ国内の集落すべてに、森林に対する深い関心と尊敬が存在し、また樹種とその利用について詳細な知識が存在するとされている。また、森林資源への人々の依存度に応じて、保全の倫理が、その文化、伝統、宗教に組み込まれている。

森林管理の慣行は、特定の樹種、各木々、林地についての利用規則、信仰、そして禁忌で構成されている。これらの慣行は、近代化と状況の変化により、変質している。

ジンバブエ国において伝統的に保護される林地及び樹木としては次のものがあげられる。

- i) 聖なる丘及び森林、昔は先祖の埋葬地であり今は郷土種が生えている箇所
- ii) 伝統的な会議及び儀式(雨乞いなど)を行う樹木を伴う場所、樹種としては、ムハチャ (*Parinari curatellifolia*) ムオンデ (*Ficus sur*) などがある
- iii) 墓地(家族単位及び集落単位)で、特定の樹種が植えられている、樹種としては、ムチェチェニ (*Ziziphus mucronata*) などがあり、ムシュマ (*Diospyros mespiliformis*) は禁伐である
- iv) タブー木(伝統的に、悪運や死を伴い、魔術などに利用される) 樹種としては、イチサムジ (*Lonchocarpus capassa*) ムゼゼ (*Peltophorum* sp.) チズズ (*Maytenus* spp.) などがある

自然資源の利用に関する慣行や慣習的な規則は、サーベイエリアで一般的であり、資源の保全や分配などの趣旨を多く含んでいる。グワーイ及びベンベジ森林区では、森林が国有化される以前から、樹木、草、野生生物といった資源は、その資源の種類に応じてローカルな規則によって利用されてきた。資源利用についての争議は、首長や Kraal の長により調整された。慣習的な規則の例は、以下のとおりである。

- 緊急な用途や、開墾される場合のみ樹木は伐られる。
- 屋根ふき草は、種子が成熟して更新が確保されたとき、また、引き続き種子が十分に存在する場合、乾期に刈り集められる。
- 薬用樹木は、全木を伐るのではなく、樹皮及び根から採取する。
- 家族に悪運をもたらすと信じられている樹木は燃料材として利用しない。また、使い勝手の悪い樹木は燃料材として利用しない。

集落のメンバーは、同じ集落の猟師グループにより狩られた野生動物の肉を分け合っていた。狩猟は、ある規制の下にすべての動物が狩猟されるわけではなかった。例えば、エランド、センザンコウは、ある信仰により狩猟されなかった。

サーベイエリアにおける樹木の利用は、表 3 - 14 のとおりである。

表3-14 サーベイエリアにおける樹木の利用

樹木名	学名	利用内容								
		所帯道具	柵	燃料材	台車	柱材	樹皮	被陰用	薬	果実
Ichithamuzi	<i>Loncocarpus capassa</i>			X						
Umvagazi	<i>Pterocarpus angolensis</i>	O		X	O				O	
Umphafa	<i>Ziziphus mucronata</i>		O	X						
Umgoma	<i>Shynziophyton rautenaii</i>			X						
Umtshibi	<i>Guibourtia coleosperma</i>			X						
Umkamba	<i>Azelia quanzensis</i>			X						
Umqhobampunzi	<i>Pseudolachmostylis maprouneifolia</i>			X						
Ibhanda	<i>Loncocarpus capassa</i>			X						
Umnyelenyele	<i>Ochna pulchra</i>			X						
Umnondo	<i>Julbernardia globiflora</i>	O								
Umganu	<i>Sclerocarrya birrea</i>	O								
Umangwe	<i>Terminalia sericea</i>		O			O				
Umkhaya	<i>Acacia nigrescens</i>		O							
Isinga	<i>Acacia karoo</i>		O							
Iphane	<i>Colophospermum mopane</i>	O	O	O		O				
Ithetshane	<i>Combretum hereroense</i>		O	O				O		
Igagu	<i>Dichrostachys cinerea</i>		O							
Igonde	<i>Brachystegia spiciformis</i>			O	O		O			
Itshabela	<i>Brachystegia boehmii</i>						O			
Ikhalmela	<i>Dicoma anomala</i>								O	
Intolwane	<i>Elephantorrhiza goetzei</i>								O	
Umkusu	<i>Baikiaea plurijuga</i>		O	O	O			O		
Umsosoviyana	<i>Grewia occidentalis</i>									O
Umviyo	<i>Vangueria infausta</i>									O
Umqokolo	<i>Dovyalis caffra</i>									O
Umxakuxaku	<i>Azanza garckeana</i>									O
Umtshwankela	<i>Vitex payos</i>									O
Umthunduluka	<i>Ximenia caffra</i>									O
Umkhemeswana	<i>Strychnos cocculoides</i>									O
Umswantsha	<i>Ximenia americana</i>									O
Umgalanyeza	<i>Albizia spp.</i>	O								
Iwohlo	<i>Acacia erioloba</i>		O							
Isihaqa	Unknown								O	
Unyawutshana	Unknown								O	
Ihlwili	<i>Combretum imberbe</i>								O	
Umgwadi	Unknown									O

出典: Matose et al., 1996

注: 所帯道具は、すり鉢、皿、牛乳入れ、すりこぎ、椅子などである。樹皮は繊維として使われている。

O: 利用されている X: 伝統的信仰または燃料としての使い勝手から利用されていない

(3) 非公式団体

使用許可保有者団体、または林内住民団体が、土地保有制度の根拠である土地利用規則の下に設立された。この団体は、森林委員会と住民のコミュニケーションを

はかる団体として設立された。

これらの団体は、薬浴槽や学校などの社会基盤を管理する住民グループを育み、農業資材や様々なサービスを提供する組合を形成する機能を備えていた。住民は、メンバーを選び、すべての使用許可保有者に選挙権があった。

この林内住民団体の運営は、第2次世界大戦の間に崩壊し、その後不安定な状態が続いた。現在も、同団体がサーベイエリアで活動を続けている。

(4) リロケーション

1990年代初期、森林委員会は、林内住民を森林区の外、または森林区内のいくつかの指定箇所に移住させることを希望していた。1990年には、150世帯以上をベンベジ森林区から立ち退かせた。1994年に、森林委員会は、国道の北東部の森林区に約30,000haのリロケーションエリアを設定し、そこへ残りの世帯を移住させた。

リロケーションエリアに移ったこれらの世帯は、家屋の敷地用に0.25ha、農地用に6haを与えられた。いまだに、リロケーションエリア内に医療施設が設置されていないが、井戸や学校の設置がリロケーションを促すために行われた。

ベンベジ森林区の世帯の大半は、リロケーションエリアに移ったが(現在のリロケーションエリアの人口は700世帯と推定されている)その他のグワイ森林区内のベンベジ川下流沿いの住民(Mafa及びLihloの集落)は、リロケーションエリアへの移住を拒否している。

リロケーションに対して彼らが拒んでいる主な理由は、指定されたリロケーションエリアの土地が、現在彼らが住んでいる森林区に比べ、痩せているためであるといわれている。

林内住民のリロケーションの拒否は、同住民と森林委員会の間に緊張をもたらしており、対立に発展している。森林に住む、あるいはその周辺の人々の協力・参加が得られないのであれば、天然林資源の有効な保護・管理は実現し得ない。このような認識の下、森林委員会は、林内住民を含むすべての利害関係者の参加による天然林管理の新しい政策を画策している。

3.2.4 農業・畜産

(1) 農業

林内住民及び周辺地域の住民の管理する農地の主要栽培作物は、トウモロコシ、ソルガム、トウジンビエ、落花生、カボチャ、ダイズ、ササゲである。トウモロコシ及びソルガムは、雨期の始まる時期に応じて11月から1月にかけて栽培され、3~4月に収穫される。堆肥及び多収穫種子が、広く使われている。後者の種子は、サーベイエリアの農業システムに、唯一外部から取り入れられているものである。

サーベイエリアにおけるトウモロコシの平均収穫量は0.8 ton/haと推定されているが、同地域の農民によれば、周辺地域の営利農場では天水で2.5~3.0 ton/ha、灌水で6.0~8.0 ton/haの収穫を得ている。

このようなサーベイエリアにおける収穫量の少なさは、主として貧弱な土壌養分の量、不十分な施肥、農民の近代農法に対する無知、600mm を越えない年間降雨量、頻繁に起きる干ばつによると考えられる。このような条件が、自家消費または販売するのに十分で安定した量をもたらすような農業生産を非常に難しくしている。

Mafa, Jiba, Lilho、そしてブロックOでは、全世帯数の65%を占める「貧しい」及び「たいへん貧しい」住民の平均土地所有面積は、0.5～3.25haである。一方、それよりも豊かな世帯(残りの35%)の平均土地所有面積は、4.75～7.25haである。

正確な数値は存在しないが、サーベイエリアにおいて、ある数の世帯は余剰穀物を生産しており、それらを販売、または他の物品と交換していると一般的に思われている。このようなことは、これらの4つの集落で、土壌条件のより良い谷部の耕土で生産する場合に限られると考えられ、より広い面積で営利農場に準じた農業生産を行っていると思われる。残りの世帯は、自給農業に従事している。

(2) 家畜飼育

畜産は、サーベイエリアの林内住民の生計にとり、最も重要なものである。家畜の販売は、彼らの主要所得源である(3.2.3の(1)を参照)家畜の主な変化としては、1970年代と現在を比べた場合、ヤギの導入があげられる。

1993年の森林委員会のデータによれば、グワイ及びベンベジ森林区の家畜頭数は、牛10,046頭、ヤギ2,302頭、ロバ1,884頭で合計14,232頭となっている。1996年におけるこれら3種類の家畜の総頭数は、16,075頭である。牛は牛乳、肉、堆肥、または台車の牽引力のために飼育されている。その他の家畜としては、ヒツジ及びニワトリなどがあげられる。

Mafa, Jiba, Lilho、そしてブロックOでは、全世帯数の65%を占める「貧しい」及び「たいへん貧しい」という区分の世帯に所有されている牛及びロバの平均頭数は、3頭である。一方、それよりも豊かな世帯の平均頭数は、173頭である。

しかし、集落により異なり、例えばブロックOでは「平均」及び「豊かな」という区分の世帯により所有されている牛とロバの平均頭数は440頭で、一方Lihloの場合は、70頭である。

カラハリ砂土における放牧は雨期に行われ、乾期はほとんど谷沿いで行われており、これがサーベイエリアにおける放牧のパターンとなっている。カラハリ砂土における雨期の放牧の最も重要な利点は、火災発生のポテンシャルとなる燃材の量を減らすことであり、それにより森林火災の危険性を軽減することである。

3.2.5 環境配慮

ジンバブエ国における環境劣化の重大事項は、森林の劣化・減少、土壌侵食、過放牧、土砂堆積である。木材需要(燃料材及び建築用材)の増加、耕地面積の増加、そして森林火災は、ジンバブエ国における森林の劣化・減少の3大要因といわれている。

サーベイエリアの森林区を含む、国有化された天然林のほとんどは、深いカラハリ砂土の地域にあり、600mm 前後の年間降雨量を有する地域に存在する。これらの地域における環境上の問題は、火災、不適当な伐採・農耕であり、本来有機養分を維持しにくい土壌のさらなる劣化をもたらすとともに、林況の悪化を招いている。

DFID が委託した環境調査は、グワイ及びベンベジ森林区の現在の土地利用による影響について評価している。評価対象となった環境要因は、伐採、火災、集落活動、農耕、畜産、野生生物生産である。これらの各要因による影響の予想される程度は、大、中、小に分けられている。

同調査結果によれば、「伐採の最大の環境インパクトは、(おそらく)非持続的なレベルの量の収穫によって、将来の生産の損失に関与し、また、火災の増加をもたらすであろう。後者の火災の増加は、林冠が開かれることと、林床が攪乱されることの2つの要因による。これらの両方の要因により、草の量が激増し、その結果、火災の危険性が増えるのである。」としている。

火災の悪影響は、立木の損失・被害とともに、天然更新の減少をも伴う。家畜の影響について、同調査は、現在の飼育状況による深刻な環境インパクトは予想していない。また、「牛は、用材樹種に対し、なんら著しくネガティブなインパクトを与えていない。一方、効果的に管理されれば、畜産は、特定の優先地域での燃材の量を減らす有益な効果をもたらす、火災の危険度を下げうる。」と報告している。

(1) 法制度

鉱山環境観光省の天然資源局によれば、開発プロジェクトに対する「環境影響評価」の実施は、環境管理法がまだ内閣に承認されていないため、現在自発的に行われているとのことである。また、プロジェクトの計画段階から環境影響評価の実施が奨励されているが、強制されていない。

「環境影響評価政策」によれば、同政策は鉱山環境観光省により管轄され、同省の天然資源局長が環境影響評価の手続きを監督する権限を与えられている。この手続きは、以下の段階で構成されている。

- (a) プロポーザルの作成
- (b) 環境影響評価の準備と検討
- (c) 実施

林業部門においては、プロジェクトの実施主体が、環境影響評価調査を行い、天然資源局の検査を受ける。森林委員会の役割は、照会程度であり、特に技術事項に限られる。

同省により準備されている環境影響評価のガイドラインで、対象となる林業部門の細目は、以下のとおりである。

- i) 造林地の開発、植林
- ii) 製材、製パルプ、製紙

iii) 天然林管理・伐採

同ガイドラインは、環境影響評価の実施を支援するため、以下のような代表的な情報に関するチェックリストを掲載している。

- 主なプロジェクトの活動内容(チェックリスト A)
- 主な環境事項(チェックリスト B)
- 代表的なインパクト(チェックリスト C)
- 適用されるであろう分析の種類と手段(チェックリスト D)
- インパクトを軽減する管理の段取り(チェックリスト E)

(2) 特別に保護・制限されている動植物種

自然公園・野生生物管理局は、ジンバブエ国の植物と動物の保存にあたり、以下の2つのカテゴリーを設けている。

- 特に保護すべき種 (Specially protected species)

希少または絶滅が危惧されている種であり、公園・野生生物法の 37 条の規定にかかわらず、通常は国家がそれらの利用を許可しないもの。

- 制限されるべき種 (Restricted species)

上記の「特に保護すべき種」の厳しい基準を満たすことはないが、その利用は国家による許可制度を通じて調節・監理されるべき種である。

(a) 動物

ジンバブエ国の動物の「特に保護すべき種」及び「制限されるべき種」ならびにサーベイエリアに生息する種は、表 3 - 15 のとおりである。

表 3 - 15 ジンバブエ国の動物の「特に保護すべき種」及び「制限されるべき種」並びにサーベイエリアでの生息

「特に保護すべき種」			「制限されるべき種」		
一般名	学名	サーベイエリアでの生息	一般名	学名	サーベイエリアでの生息
オオセンザンコウ (Pangolin)	<i>Manis termmincki</i>	有	アードウルフ (Aardwolf)	<i>Proteles cristatus</i>	無
リカオン (Wild Dog)	<i>Lycaon pictus</i>	有	チーター (Cheetah)	<i>Acinonyx jubatus</i>	無
シロサイ (White Rhino)	<i>Ceratotherium simum</i>	有	コンジール・テビースト (Lichtenstein's Hartebeest)	<i>Alcelaphus lichtensteini</i>	無
クロサイ (Black Rhino)	<i>Diceros bicornis</i>	無	ローンアンテロープ (Roan)	<i>Hippotragus equinus</i>	有
カッシュヨクハイエナ (Brown Hyaena)	<i>Hyaena brunnea</i>	有	オリックス (Gemsbok)	<i>Oryx gazella</i>	無

出典: The Department of National Parks and Wildlife management: Protected Species of Animals and Plants in Zimbabwe, 1991.

(b) 植物

1991年に発行された「ジンバブエ国で保護されている動植物」によれば、24種 4属の植物が「特に保護すべき郷土植物」とされ、2種 4属、1科の植物が「制限されるべき郷土植物」とされている。これらのうちサーベイエリアに関するものは、表 3 - 16のとおりである。

表 3 - 16 ジンバブエ国の「特に保護すべき郷土植物」及び「制限されるべき郷土植物」並びにサーベイエリアにおける出現

「特に保護すべき郷土植物」	サーベイエリアでの出現	「制限されるべき郷土植物」	サーベイエリアでの出現
24種 4属	これらのうち、生育しないものがあり、また、確認されていない種がありうる。	2種 4属 1科	アロエ属の幾種かが出現する。また、 <i>Gloriosa superba</i> (flame lily)が出現する。

出典: The Department of National Parks and Wildlife management: Protected Species of Animals and Plants in Zimbabwe, 1991.

3.2.6 サファリ関係

ンガモサファリ部は、森林委員会の部署で、野生生物利用を管轄し、グワイ森林区の Amandundumella 狩猟キャンプ施設、ンガモ森林区の Intundla 狩猟キャンプ施設、Sijarira 写真撮影・狩猟施設、Jafuta 写真撮影施設、Kazum 狩猟施設を管理している。ンガモサファリ部のデータによれば、1994年度における狩猟及び写真撮影による全売上は Z\$10.75 百万と記録されている。1995年度における売上は、Z\$15.53 百万で、44%増加している。しかし、純益では、ロッジの営業開始・修繕の遅れによる写

真部門の低調を主因として、前年度に比べ約 43% 減少した。1996 年度は、ンガモサファリ部は Z\$ 2.40 百万の損失を発表したが、1997 年度は経営改善により、Z\$ 49.70 百万の売上と、Z\$ 4.20 百万の営業利益を計上している。

グワイ森林区の「野生区域 (wildlife area)」の Insuza フレイに位置する Amandundumella 狩猟キャンプ施設は、1996 年度において、総収入額が Z\$ 1.40 百万で、純営業利益が Z\$ 296,000 であり、狩猟、狩猟記念物料、肉・皮革などの土産物の販売、によりもたらされている。1997 年度は、営業改善により、総収入額が Z\$ 2.80 百万、営業利益が Z\$ 651,000 と計上され、前年度に比べて約 2.2 倍増加した。

グワイ森林区の「野生区域」においては、野生動物量調査が、毎年 1 回 8 月～9 月に郷土資源部により行われている。狩猟割当量は、同調査の結果に基づき、自然公園・野生生物管理局の承認を得て、決定される。

狩猟時期は、4 月～11 月で、1993～1997 年の Insuza フレイにおける年次別野生動物量調査データ、並びにグワイ及びベンベジ森林区における 1999 年分の狩猟割当量は表 3 - 17、3 - 18 のとおりである。

表 3 - 17 Insuza フレイにおける年次別野生動物量調査データ

区分	英名	和名	1993	1994	1995	1996	1997
主にグレイジング草食動物 (草や小さな樹木などをほとんど丸ごと食べる摂食様式を持つ草食動物)	White Rhino	シロサイ	0	6	4	4	5
	Buffalo	アフリカスイギュウ	81	70	21	0	14
	Zebra	シマウマ	124	52	96	102	396
	Roan	ローンアンテロープ	31	10	0	33	15
	Sable	セーブルアンテロープ	503	392	533	639	954
	Wildebeest	ワイルドビースト	159	196	354	430	593
	Waterbuck	ウォーターバック	55	66	70	85	127
	Tsessebe	タマリスクス	43	18	69	73	82
	Warthog	イホイノシシ	195	67	76	180	178
	Reedbuck	リードバック	6	4	4	4	1
雑食動物	Elephant	ゾウ	0	0	0	0	63
	Eland	エランド	496	95	479	408	1,320
	Impala	インハラ	290	192	258	235	75
主にブラウジング草食動物 (植物体を部分的・選択的に食べる摂食様式を持つ草食動物)	Giraffe	キリン	3	1	7	31	38
	Kudu	クーズー	158	78	75	83	197
	Bushbuck	ブッシュバック	1	1	0	0	26
	Duiker	ダイカー	15	9	27	0	18
肉食動物	Leopard	ヒョウ	0	2	1	0	3
	Hyena	ハイエナ	0	2	0	1	13
	Painted dogs	リカオン	3	0	0	0	24
	Jackal	ジャッカル	9	6	3	1	19
その他	Hare	ノウサギ	0	0	0	0	2
	Ostrich	ダチョウ	10	16	3	0	16

出典: DFID report: Environmental Assessment of Current Land Use and Four Settlement Options for Gwaai and Bembesi State Forests, 1999.

表3-18 グワーイ及びベンベジ森林区における1999年分の狩猟割当量

和名	学名	1999年分 割当量	狩猟記念物料 (1個当りの US \$)
1. アフリカスイギュウ (NT)	<i>Synceros caffer</i>	制限なし	975
2. ダイカー	<i>Sylvicapra grimmia</i>	4	60
3. イランド (T)	<i>Taurotragus oryx</i>	10	525
4. イランド (NT)	<i>Taurotragus oryx</i>	3	525
5. アフリカゾウ	<i>Afrodonta africana</i>	1	7,500
6. カッシュクハイエナ	<i>Hyaena brunnea</i>	3	60
7. インバラ (T)	<i>Aepyceros melampus</i>	10	90
8. インバラ (NT)	<i>Aepyceros melampus</i>	4	90
9. セグロシヤッカ / ヨコスシヤッカ	<i>Canis mesomelas / Canis adustus</i>	2	30
10. クーズー	<i>Tragelaphus strepsiceros</i>	5	490
11. ヒョウ	<i>Panthera pardus</i>	2	1,875
12. セーブルアンテロープ	<i>Hippotragus nigre</i>	10	1,350
13. スタインボック	<i>Raphicerus campestris</i>	2	-
14. イホイノシシ	<i>Phacochoerus aethiopicus</i>	6	60
15. ウォーターバック	<i>Kobus ellipsiprymnus</i>	1	175
16. ワイルドビースト	<i>Connochaetes taurinus</i>	7	360
17. シマウマ	<i>Equus burchelli</i>	2	490

出典: 森林委員会、郷土資源部、1999年

注: T; 狩猟記念物込みの場合、NT; 狩猟記念物なしの場合

3.2.7 SFM 準備事業の進捗状況

(1) SFM 準備事業の内容

DFID による SFM 準備事業は、林内住民問題について、持続し、歓迎されるような解決方法、並びに森林資源管理の新たなあり方の模索を意図している。同事業は、森林委員会の、郷土資源部、普及事業部、ンガモサファリ部と共同で行われている。Draft Project Memorandum より、事業内容を要約すると、以下のとおりである。

(a) 事業目的

事業は、ジンバブエ国の国有林地において、主な利害関係者の合意の下、shared forest management (SFM) によるアプローチを実施することを目的としている。同事業は、SFM の認知度を上げ、林内住民問題の解決策について合意を形成し、プロジェクトを実施する準備を行う。

(b) 事業期間

事業は、12カ月で終了する。

(c) 事業の成果と活動内容

事業による成果は、SFM 事業の開発・実施に関する、詳細なプロジェクトプロポーザルである。主な活動内容は、以下のとおりである。

- SFM 入門ワークショップの実施
- ジンバブエ国内外での SFM 研究ツアープログラムの実施
- 林内住民と共に、住民参加型の情報収集、ローカルなレベルの計画作業ワークショップを3つの森林区で実施すること
- 環境影響調査
- 主な利害関係者を伴う最終的な事業計画策定ワークショップの実施

(d) 天然林資源の現況

マタベレランド州の国有の天然林には、約2万人^{注1}の人々が住み、約4千人が同林内のリロケーションエリアに住んでいる。リロケーションエリア外の住民は、森林委員会からの元借地人である（国有林が設立された1930年頃にすでに居住していた人々）か、最近またはしばらく前から住んでいる住民である。森林委員会は、このリロケーションエリア以外に住んでいる人々を無断居住者とみなしている。

^{注1} この数値は、グワイ及びベンベジの森林区だけでなく、国有の森林区全体の数値である。

林内住民にとっての最重要事項は、農地を保有し、林産物を利用することである。この農地保有が不確定なため、集落も、地域の当局も、当地の社会基盤に出資していない。不法伐採、野生生物の不法採取、牛の放牧、そして屋根ふき草の収穫が、林内住民の森林利用パターンを形成している。

森林区の周辺集落においては、いくつかの放牧許可が発行されているが、林産物の利用は禁止されている。これらの周辺集落は森林から利益を得ていないため、森林保護への支援は限られたものとなっている。このことが、森林委員会、森林区外の集落、林内住民との間に摩擦を引き起こしている。

(e) 林内住民問題の略歴

1960年代

森林区内で、規制された入植を容認する多様な土地利用政策が、発表された。

1970年代及び1980年代前期

農地保有制度が導入されたが、戦争のため施行されなかった。この独立戦争と反体制運動が、この期間森林管理活動を混乱させ、多くの住民が林内に住むこととなった。

1980年代後期

森林委員会は、すべての林内住民について、立ち退き政策を採用した。しかし、同政策は、部分的にのみ実施された。

1990年代

森林委員会は、森林、林内住民、周辺住民の管理を強化しようと模索している。

(f) 林内住民問題に関する森林委員会の政策

前述したとおり、森林委員会のすべてのアプローチは、林内住民の全部を無断居住者とみなすものである。こういったアプローチを実施するため、以下の2つの戦略が採られている。

- 居住・農業の影響を受けていない森林区内に林内住民を移住させる(リロケーション): グワイ及びベンベジ森林区においては、この戦略は、昔からの居住者のほとんどから抵抗されている。なぜならば、彼らは、リロケーションエリアが現在利用している谷沿いに劣ると信じているからである。ちなみに、このリロケーションは、既にグワンパ森林区で実施されている。
- 国有地をリセトルメントエリアとして区画し、同エリアに林内住民を移住させる(リセトルメント): この戦略は、国家リセトルメントプログラムの一環として住民に対して行われている。しかし、林内住民は、リセトルメントに登録することに抵抗している。

(g) 森林委員会に与えられた林内住民問題の解決策に対する DFID の立場

- 立ち退き
この選択肢は、移住する機会を与えずに、森林区内から林内住民を強制排除することである。DFIDは、政策として、再定住することのない立ち退きを支持していない。
- リセトルメント
指定されたリセトルメントエリアへの林内住民の自発的な移住は、具体策なしには、実現可能な解決策とは考えられない。また、短期・中期のうちに、十分かつ適切な土地が用意されうる可能性は低い。
- 非自発的なリロケーション
非自発的なリロケーションとは、Forest Reserve 周辺の指定地域への林内住民の移転を意味している。グワイ及びベンベジ森林区内の林内住民のほとんどは、このリロケーションを拒否している。なぜなら、林内住民は、森林委員会により提供される土地が、現在利用している土地に劣ると信じているためである。
その他の問題点としては、移住することへの人々の抵抗、そしてリロケーションエリアにおける基礎的な社会基盤の欠如があげられる。当選択肢は、現在の構想内容では、貧困・再定住に関する DFID の政策と一致していない。

- 自発的なリロケーション
自発的なリロケーションは、森林区内の世帯の協議・合意に基づくリロケーションを伴っている。この選択肢の下では、集落及び世帯が強制されることなく、公正な選択権を与えられる。
- 現状の改善
当選択肢は、土地保有権譲与、改善された社会基盤の提供、SFM に関する合意といった条件の下に、現在の林内住民をそのまま残すことである。DFID によれば、「自発的なリロケーション」と「現状の改善」の組合せが林内住民問題のポジティブな解決策として、最良の見通しを有するとしているが、当準備事業の一環として、個々のケースについて検討する必要があるとしている。

(2) SFM 準備事業の進捗状況

(a) 居住に関する解決策の比較調査

DFID は 1999 年 2 月に、林内住民問題の解決策について互いに考えをまとめるアプローチにより合意を形成する方策の一つとして、居住に関する解決策を比較評価する一連の調査を委託により実施した。

これらの調査は、関連データの収集及び検討、林内集落及び周辺集落の世帯別聴取調査によって行われ、林内集落においてのみ、Participatory Rural Appraisal (PRA)によるアプローチにより調査が行われた。これらの調査の目的、用いられた方法、主な所見と勧告は、調査報告書毎に以下のように要約される。

- (i) 報告書 1: グワイー及びベンベジの移住解決策に関する社会開発調査、世帯調査 (1999 年)(Social Development Studies for the Gwaai-Bembesi Settlement Options Study, Household Survey, 1999)

当調査は、世帯動向・生計を把握し、異なる居住に関する解決策の社会的影響の査定を促すため、64 世帯を対象に聴取調査により行われた。世帯別聴取調査は、Mafa、Iihlo、ブロック Q、Jiba (リロケーションエリア)の 4 つの林内集落、Lupane 県の共用地、Umguza 県の Tobotobo リセトルメントエリアにおいて行われた。

それぞれの集落の主な森林資源利用について、当調査は、燃料材採取と放牧であると結論している。

当調査によれば、森林委員会が SFM プログラムを行う場合、どのような資源を共有したいかという質問について、住民の応答は漠然としたものであった。それゆえ、森林委員会が SFM プログラム採用を取り決める場合は、共有される資源の特質と種類について慎重に調査する必要があると、当調査は提言している。

当調査で行われた聴取調査において、既存の世帯名簿の数よりも多い家屋敷がみられ、同名簿に、最近の人口増加が十分に反映されていないとしている。しかしながら、当調査でも、林内住民の集落における人口の動向を把握できなかった。

林内集落で現在機能している組織的な住民活動について調査した結果、人々の尊敬を集める Kraal の長が、森林に関する新しい取り決めについて重要な役割を担っている。

- (ii) 報告書 2: SFM 準備事業の社会的事項(グワイ及びベンベジ森林区 1999 年)
(Social Issues in the Shared Forest Management Preparation Project: Gwayi-Mbembesi Forest Reserve, 1999)

当調査は、PRA によるアプローチにより、人口の動向、林内住民の社会的な歴史、利害関係者、資産状況、既存及び望まれる社会基盤などの情報について収集・分析を行った。

当調査によれば、林内住民及び彼らの家畜の数が、当該森林区の国有化以降増え続けているとする、森林委員会からの数量を引用している。この傾向は、1970 年代の独立戦争による土地保有制度の崩壊と、1980 年代のマタベレランドにおける政治的な動乱とに、主に起因していると結論している。近年の森林区内における森林委員会の活動も、ひどく妨害されている。

利害関係者について、その数の多さと、当事者同士の関係の複雑さを指摘し、彼らの森林への要求が、しばしば重複または対立しているとしている。SFM プログラムにより直接影響を受けると考えられる利害関係者は、林内住民とその周辺の集落であることが把握された。これらの集落は、同質ではなく、各集落内、または集落同士で異なり、対立している。

当調査は、林内住民の資産状況を示す最も重要な 2 つの指標として、家畜所有と、土地所有面積をあげており、より貧しい世帯ほど、家畜・農地以外で、林産物や賃労働などの収入に依存しているとしている。

林内住民の集落の社会基盤は、周辺集落の基盤に比べて劣っている。当調査は、SFM プログラムの有効な導入点として、社会基盤整備を提言しているが、その基盤整備により、林内へより多くの移住が促進されることに注意を喚起している。

居住対策については、「現状の改善」が SFM プログラムにとって、最良の選択肢であると提言している。その理由としては、i) 現状改善策に対する林内住民の強い要望、ii) 同選択肢が、林内住民の生活様式を最も混乱することなく、必要経費も少ないこと、iii) 同選択肢が政治的支持を得ると見込まれ、林内住民の生計の向上につながることで、などがあげられている。

- (iii) 報告書 3: 土地利用、居住、基盤に関する調査、グワイ及びベンベジ森林区における林内住民対策の比較評価(1999年) (Land Use, Settlement and Infrastructure Study, An Assessment of Forest Residents Options in the Gwayi-Mbembesi Forest Land, 1999)

当報告書作成時には、同報告書の「第1次素案“First Rough Draft”」のみ入手した。同案によれば、調査は、既存情報、写真判読、衛星イメージの判読、聴取調査、PRAによるアプローチにより行われた。当調査の目的は、明確に述べられていないが、目次から判断すると、グワイ及びベンベジ地域における土地利用の観点から、現在の土地利用条件、居住についての最良の選択肢を比較評価することにあると考えられる。

現在の主な土地利用は、森林と農地であり、農地は、カラハリ砂土地域、並びにグワイ川及びベンベジ川の谷沿いに位置している。農地で栽培されている穀物は、メイズ、ソルガム、ヒエ、ヒマワリなどである。カラハリ砂土地域における農地の収穫量は大変少なく、メイズの場合で約0.8 tons/haと推定されている。

当調査は、井戸、学校、診療所、普及サービス、道路、橋などの社会基盤について、「乏しい状態」または「存在しない」というような評価を行っている。調査結果として、社会基盤の利用について、林内集落は、周辺のリセトルメントエリア及び共有地のものに依存しているとしている。

当調査は、4つの居住対策を評価するために、次の4つの基準を設けている。それらの4つは、「適切さ」(主に環境面、土地資源面から)、「十分さ」(主に生計面から)、「受入れられやすさ」(主に土地保有、後継者関係の規則面から)、「実現しやすさ」(主に土地、資金、資産、人材面から)である。これらの4つすべての基準について順位付けされた結果、「現状の改善」が最も高いスコアを得ており、「変化なし」が2番目と続く。「リロケーション」は、最も低いスコアを得ている。

- (iv) 報告書 4: SFMに関する法規及び政策に関する調査(1999年) (Legal and Policy Studies for Shared Forest Management, 1999.)

当調査の全体的な目的は、ジンバブエ国の国有林における資源利用、居住、管理について、国法及び政策、並びに国際法の面で提言することである。同分析は、すべて資料研究に依存している。国有林における森林管理・利用、森林資源そのものに、直接または間接的に関係する法規で、森林法から憲法までの17の法規が検討されている。その他、関係する国際法及び条約も検討されている。

当調査は、林内住民に対する6つの居住対策について比較評価している。それらは、i) 森林区外への自発的リセトルメント、ii) 森林区外への非自発的リセトルメント、iii) 自発的リロケーション、iv) 非自発的リロケーション、v) 現状の改善、vi) 変化なし、である。

国内法及び国際法を検討した結果、森林委員会はリセトルメントプログラムに責任がなく、また、個人を移住させる法的権限を持っていないと、当調査は結論している(これにより、居住対策の i) 及び ii) が考慮の対象外となる)。「立ち退き」は、国家政策、国際法、国際的な政策の傾向と一致せず、また、排除よりも協議による問題への取り組みへの一般的関心の高まりとも一致しない。

森林委員会は、森林区の内外にかかわらず、強制的に人々を移転させる権限を持たない。しかし、森林区内の居住状況を決定する権限を有する。土地の使用権を失効させる、もしくは現状をもとに戻すという場合、法規に規定される手続きに従う必要がある。したがって、居住対策の vi) は、實際上考慮の対象外となる。

時効による権利の取得を避けるため、森林委員会が vi) の採用による変化なしという対策を採用するべきでないと、当調査は提言している。

消去作業の結果、森林委員会は、立ち退きでなく、林内住民の活動を合法化し、居住の条件について協定を結ぶべきであると、当調査は結論している(iii) または v) に相当する)

- (v) 報告書 5: グワイー及びベンベジ森林区の林内住民の居住対策の経済的評価 (1999年) (Economic Assessment of Alternative Settlement Options for Residents in the Gwaai and Bembesi State Forest Reserves, 1999)

経済的評価に用いられたアプローチ及び方法は、関係文献の検討、森林委員会に提供されたデータの収集、PRAの方法を用いた現地情報の収集である。当調査の主な構成要素は3つあり、i) 生計の手段の経済的把握、ii) 林産物の所得創出のポテンシャル、iii) 異なる選択肢の費用・便益分析、である。

当該地域においては、農耕と畜産が、最も重要な生計手段と結論している。また、より豊かな世帯にくらべ、貧しい世帯ほど、林産物により依存していることを、調査結果が示している。より生産的に森林資源を利用・保全するようなインセンティブを人々が抱くようにするために、課税の形で、土地に機会費用を課すことを提言している。このような税は、住民が利益を得ることが明白となるように、最も直接かつ透明なやり方で、集落に還元されるべきであるとしている。

当調査は、森林委員会がSFMプログラムを維持できるかどうかを査定している。その結果、グワイー及びベンベジ森林区の1998年の営業利益は、森林を共有する体制にとって十分な土台となりうるものであるが、その一方で郷土資源部により経理処理されると、利益は著しく減ることが指摘されている。

当調査は、在来の広葉樹用材の伐採料は不十分であり、地元の広葉樹は、輸入される広葉樹材の半分以下の価格で売られているとしている。この状況を打開するため、当調査は、森林委員会は、従来の伐採料のコンセプトをやめ、収入を最大にするような課金を行うべきであると提言している。その収入は、森林委員会によってSFMプログラム及びその他の活動を管理するために使われ得る。さらに

在来の広葉樹材のより高い価格は、家具のような高付加価値林産物の生産に材木を利用するインセンティブをもたらすとしている。

当調査は、営利的放牧は、大きな収入をもたらさずことなく、十分に活用されていないとしている。森林における放牧のポテンシャルを最大に利用するため、SFMの一環として、住民の生計手段に放牧を導入することを、当調査は提言している。

居住対策については、「リセトルメント」が高価な選択肢であるとしている。リセトルメントプログラムのフェーズ II のプロポーザルは、モデル AI スキームにおけるリセトルメントに要する 1 世帯あたりの費用を、約 Z\$800,000 と推定している。予算が不足しているため、このリセトルメントプログラムが短期間に実質的な進捗をもたらすことは有り得ないことと予測している。

「リロケーション」は「リセトルメント」に次いで最も高価な選択肢であるとしている。「リロケーション」は、より高い移転費用と計画作成にかかる費用のために、「現状の改善」よりもより高価なものとしている。

「変化なし」は、林内住民の土地保有を認めず社会基盤の開発を行わないため、最も望ましくない選択肢と考えられており、また、森林委員会にも望まれていない。

当調査は、「現状の改善」が、林内住民の居住に採用できる最も実地的な手法であると提唱している。

豊かさの区分及び住民の居住問題に関して、最良かつ最大の土地を持ち、最も多くの牛を所有する林内住民は、「現状の改善」という選択肢を好むことは確実であるとしている。

平均的な豊かさの区分に入る世帯も、林内にとどまるであろうとしている。なぜならば、リセトルメントの選択肢は、魅力的に映るが、移転の費用がかさむことが、林内にとどまることを促すように働いている。世帯数の大半を占める「貧しい」及び「たいへん貧しい」林内住民は、リロケーション、またはリセトルメントを選んだ場合、より広い農地を得ることになるとしている。

- (vi) 報告書 6: グワイー及びベンベジ森林区における現在の土地利用及び 4 つの居住対策についての環境評価(1999 年) (Environmental Assessment of Current Land Use and Four Settlement Options For Gwaai and Bembesi State Forests, 1999)

当調査は、既存の関連データ、PRA の実施、航空写真及び衛星情報の分析により行われた。同内容は、グワイー及びベンベジ森林区における現在の土地利用、そして林内住民の 4 つの居住対策に関する環境評価により構成されている。

当調査は、グワイー及びベンベジ森林区の、伐採、森林火災、畜産、野生生物の飼育に関する環境影響について評価を行っている。当調査は以下のように報告している。伐採の最大の環境インパクトは(おそらく)非持続的な収穫量により、将来の生産における損失につながり、また、火災の増加をもたらすであろう。後者

の火災の増加は、林冠が開かれることと、林床が攪乱されることの2つの要因による。これらの両方の要因により、草の量が激増し、その結果、火災の危険性が増えるのである。火災の有害な面としては、立木の損失・被害とともに、天然更新の減少もあげられる。

当調査は、以下のように提言している。畜産について、現在の家畜飼育の程度は、深刻な環境影響を及ぼすものではない。また、牛は、用材樹種に対し、なんら顕著にネガティブなインパクトを与えていない。同じように、野生生物の生産は、最もその利用強度の高いInsuza フレイにおいて、深刻な荒廃をもたらしているとはみられない。ゾウの増加は、農地破壊といった問題につながるため、なんらかの干渉を必要とするであろう。0.25 頭/km²以上の密度でゾウが増加すれば、立木の破壊とそれに伴う天然更新の抑圧により、特にムクワなどの用材樹種に損害をもたらすであろう。

林内住民の4つの居住対策については、当調査は「構造再編(reorganization)」を薦めている。これは、一種の「現状の改善」であるが、小規模範囲で住環境を合理化し、施設整備に伴い居住位置を修正するため、人々は当地でわずかに移動することを要求されることとなる。当調査は、この選択肢について、著しく改善された環境管理が行われ、それによって「変化なし」の選択肢に伴い起こり得る有害なインパクトの大半が緩和されるという理由から、同選択肢を推奨している。

これらすべての調査が得た共通の結論は、グワイー及びベンベジ森林区の天然林管理にとっては、すべての利害関係者を伴う参加型アプローチが必要であるということである。調査の結果及び結論は、上記の6つの調査を行った専門家によって調整され、以下に述べる最終報告書が作成されている。

- (vii) 最終報告書 グワイー及びベンベジ森林区のための居住対策の評価（1999年）
(Final Report, An Appraisal of Alternative Settlement Options for Residents in the Gwaai and Bembesi State Forest Reserves, 1999)

SFM 準備事業チームは、以下の「事業構想の覚書」を作成した。

- 事業構想の覚書（1999年）（Project Concept Note, 1999）
「最終報告書」及び「事業構想の覚書」の主な所見及び結論は、以下のように要約される。

林内住民の居住に関する4つの対策は以下のとおりである。

- 森林区外へのリセトルメント
- グワイ及びベンベジ森林区または他の森林区へのリロケーション
- 現状の改善：住民はほぼ現在の居住地に残るが、既存の居住様式及び資源管理について可能な改善を行う
- 変化なし：現状がそのまま続くことを容認する

各対策の比較評価は、以下のとおりである。

リセトルメント

「リセトルメント」という選択肢の問題点は、i) リセトルメントに関して森林委員会は、為政権または権限を持たないこと、ii) リセトルメントプログラムのフェーズ II を実行する政府予算が不足していること、の 2 つである。リセトルメント用予算の 3% しか、当該地域に適した 3 段階のリセトルメントモデルに対して配分されていない。それゆえ、限られた数の世帯しかリセトルメントせず、林内住民はリセトルメントにおいて全く優先されていない。

リロケーション

「リロケーション」という選択肢の欠点は、i) 指定された地域における、谷沿いの耕作適地は既に使われており、残りの土地はカラハリ砂土なため、粗放栽培にも適していない、ii) 林内住民に割り当てられるはずだったリロケーションエリアの土地は、新規の移住者に既に割り当てられている。結果的に、谷沿いの土地は、その新規移住者 700 世帯にとっても狭すぎる状況にある。このような事情により、森林委員会により確保された地域へのリロケーションは、事実上不可能である。

林内住民の立ち退きは、他の地域の立ち退きでも明らかなように、政治的問題をはらんでいると考えられる。さらに、立ち退きのあり方によって、林内住民のローカルレベルでの積極的参加、そして歴史的・伝統的資源利用権を重視した解決策をより支持している国際法に、逆行している可能性がある。

変化なし

この選択肢は、現状が続くことは、森林委員会と住民の間にさらなる摩擦を生み出すと考えられるため、不可能である。また、森林委員会及び住民は、この「変化なし」という選択肢を却下している。

現状の改善(構造再編)

当調査においては、表 3 - 19 のとおり、林内住民は「現状の改善」に対する強い好感度を示している。

表 3-19 現地会議に参加した住民、及び森林委員会の好感度の順位

対策	Mafa	Jiba	Lilho	ブロック O	総合 順位	森林委 員会
リセトルメント	2	3	4	3	3 (12)	1
リロケーション	3	2	3	2	2 (10)	2
現状の維持	1	1	1	1	1 (4)	3
変化なし	4	4	2	4	4 (14)	4

出典: DFID report: Final Report, Options, 1999.

順位: 一番好感度が高いものは、「1」と示されている。

さらに、費用分析によれば、現状の改善は最も低コストであり、技術的評価は、現状の改善が、適切さ、十分さ、受け入れやすさ、実現の可能性といった点から最も高いスコアを有するとしている。DFIDにより委託されたこれらの調査結果によれば、この「現状の改善」が最良の居住対策の選択肢であり、SFMの一部として採用するよう薦めている。

(b) 事業の予定実施期間

事業構想の覚書は、DFIDが支援するであろう5つの主要活動分野について、以下のように述べている。

- 主要利害関係者について、具体的な協力関係を育み、森林地域の開発を実施・監理するよう、能力改善を行う。
- 林内住民及び周辺集落において参加型の手順を通して作られた計画と、その当事者に対して、広く浸透するような事業を財政的に支援する仕組みの構築。
- 森林委員会及び関係集落の両方の重要な目的を満たすような形で、合理的、生産的、持続的な土地利用システムの構築が森林区内に達成されること。森林区内の農林資源を利用・開発することは、当事業の主な便益の1つである。
- 林内住民の集落に対する社会基盤の国家的基準を計画し実行すること。
- 集落ベースの森林資源管理、並びに林内住民及び周辺集落に対する森林以外の所得創出の仕組みを確立すること。

同覚書は、SFMを、状況打開に取り組む過程そのもの、また、先行的なものとして考えており、以下のように述べている。「地域的及び体制的な面での利害関係者の多様さは、どこで彼らの有効な連携が成り立つのか予測しにくく、また、その役割と責任を事前に具体的に確定することを困難にしている。その一方で、当事業は、実施を通して、協力関係を構築・発展させる機会を与えるであろう。」

また、「集落ベースの資源管理に一般的な10年という計画期間を、SFMに用いる」としており、グワイー及びベンベジ森林区におけるSFM事業については、集中的学習期間(intensive learning phase)として3年間を事業開始時期に設定するよう提言して

ている。「このような期間からの経験に基づいてこそ、続く期間に資金を当てる上で、より見通しのきいたプログラムを作成することが可能であり、合理的である。」としながら、4～6カ月の「引き継ぎ事業」を、事業の「プロポーザル作成」と「実施」との間に行うよう提案している。

4. 森林と林業

4.1 法規

土地利用と林業に関する最近の主な法律制定の動きは、以下のとおりである。

4.1.1 森林法

森林法は 1948 年に制定され、1982 年の独立後に改正された。この法律のもとに森林委員会は農業局の林業支部からその役割を移行する形で設置された。この法律によって森林委員会は、国有化された森林、収用した土地、及び「森林」と指定されたその他の国有地 (state land) を管理することができ、国有化された森林の場合、貸し権が森林委員会にある森林において、森林委員会はリースを行うことが認められている。

この法律は林地を保護するために (39 条) また生産林業のための土地を確保するために (40 条) 規制を定めている。44 条では、国有化された森林または保護された私有林から採鋸のために木を伐り出すことを禁じている。他の場所から採鋸のために木を伐り出すためには、採鋸材許可評議会から許可を得てからでなければならない。その評議会の議長は森林委員会によって指名された森林官である。この法律は私有林の郷土樹種の伐採を規制するものであり (55 条) その伐採を希望する場合は、土地所有者は森林委員会から許可を得るために申請しなければならない。

4.1.2 共用地法

1982 年の共用地法 (1985 年に改正) は部族信託地法 (Tribal Trust Land Act) に代わるものである。この法律では、共用地は 1983 年 2 月 1 日以前に部族信託地であったものとみなしている。共用地の管理は、大統領が執り行うこととされ、県議会が行政上の実務を行うこととされている。この法律は部族の長から土地を支配する力を奪い、県議会によって作られる土地利用計画が、いかなる慣習的な土地所有請求にも優先することを可能にしている。しかしながら、法律の 8 条では、県議会は、土地の配分、所有、及び使用に関する慣習的法律について、適当な範囲で配慮することを定めている。

4.1.3 天然資源法

天然資源法は 1942 年に制定され、それ以来数回改正された。同 3 条の下に設立された天然資源評議会は、天然資源の一般的監督管理を担当する。同評議会の他の機能として、天然資源の保全や改良に対する国民の関心の高揚、適切な天然資源保全のための法律制定または必要な対策の実施に関する勧告などがある。同評議会は大統領の直屬機関ある。

ある地域の土地所有者が天然資源の保全と改良を図ろうとする場合、その人達はその地域を強度保全地域(Intensive Conservation Area)に指定することを当該大臣に要請することができる(36条)。その強度保全地域の土地所有者は、保全委員会を設立することができ、その委員会の主な役割はその地域の天然資源の保全、保護、及び改良であり、上記の評議会に対して提言することである。その活動を実行し、維持するのに要する経費は、土地利用者が負担する。担当大臣は、評議会の推薦に応じて保全委員会に対して資金の貸付または補助を行う(42条)

もし共用地において、過放牧や他の不適切な利用により劣化していることが分かった場合、上記評議会は、大臣の承認の下に、占拠や耕作、家畜の飼育や草木の伐採から、その土地の全体または一部を守ることとされている。

4.1.4 共用地森林生産法

この法律は、最初は1928年に部族信託地の森林生産法として成立したものである。共用地森林生産法(C L F P)は、地域の住民が自分自身のために森林生産物を使うように規制し、許可のない限り生産物売ることは出来ないと定めている。燃料材のような林産物の売買には許可を要し、県議会に税が納められる。この法律は、県議会がコンセッションネアに伐採の許可を与え、それに伴いある収入が県議会にもたらされるように定めている。河川の堤防から100メートル以内で林産物を採取することは禁じられている。

4.2 森林政策

ジンバブエ政府の林業分野の政策は、上述した森林法の中に記述されている。同法は、森林委員会を、国民の利益のために森林とウッドランド保護・保全する権限を有する機関として認めている。また、森林管理者としての森林委員会が生産と保全のために林地を確保する規準を定めており、同法の15条は森林委員会に国有化された林地の利用を規制・管理する権限を与えている。

4.3 行政制度

鉱山環境観光省の中にある半官半民の機関である森林委員会は、森林とウッドランドに関する管理と開発に関する主要担当機関である。森林委員会は1954年に森林法によって設立された。森林委員会は開発行為(国営行為の対象)と経済行為の両方に関わっている。しかしながら、これらを分け、経済活動について民間会社を設立する準備が進められている。開発行為は、森林委員会の研究開発部、普及事業部、郷土資源部、単科大学、及びンガモサファリ部によって引き続き執り行われる。商業林業部の活動は、主に外来樹種の人工林、用材及び木材製品の加工・販売の拡充が主である。森林委員会の組織は図4-1の通りである。

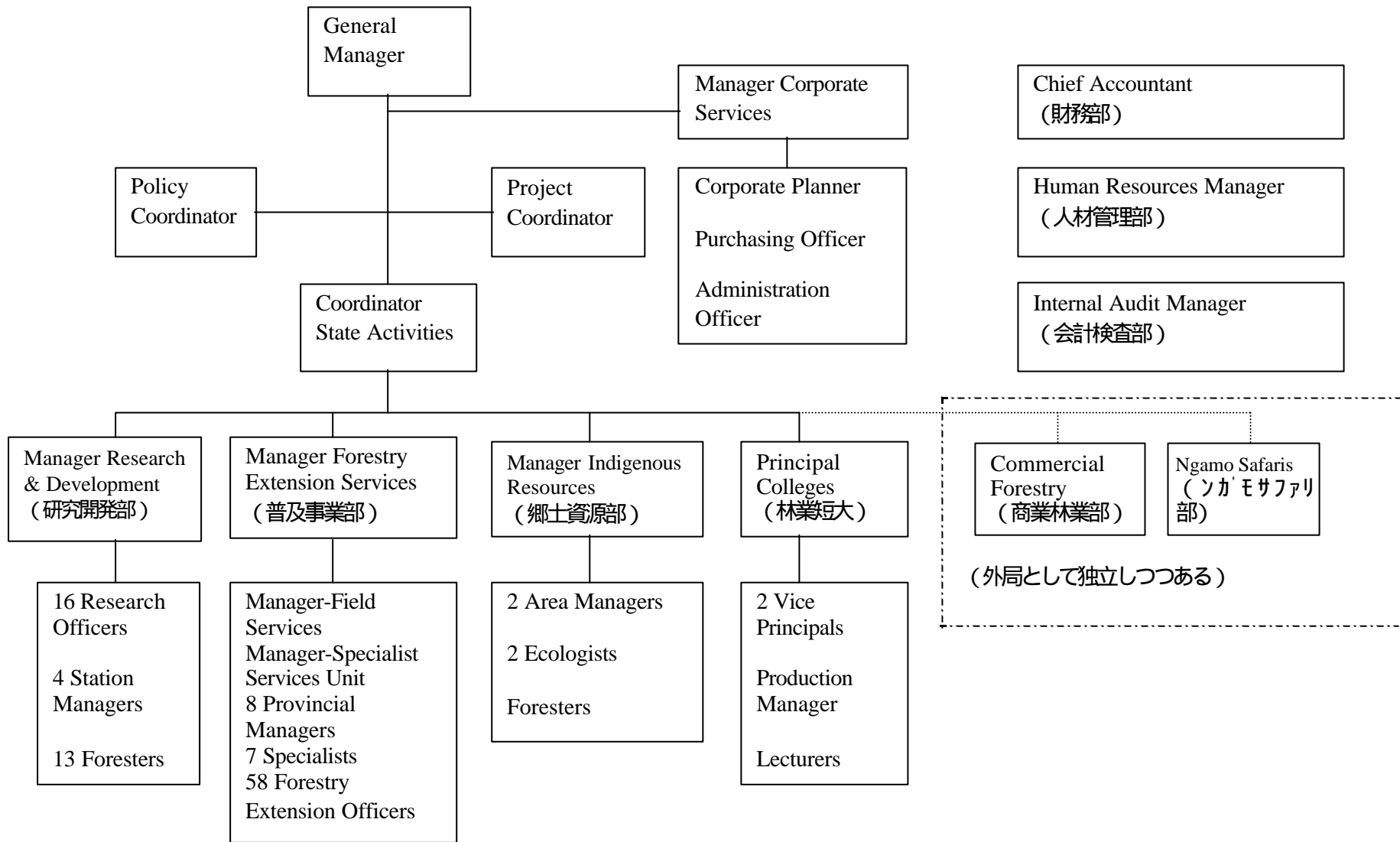


図 4-1 森林委員会の組織図

4.4 林業

ジンバブエ国において、森林資源は GDP に直接約 3%の貢献をしている。一方、間接的に、環境保全、持続的農業、地方の収入創出、食糧安全の改善などを通して国の経済に貢献している。

天然生ウッドランドは 23,000,000ha、あるいは国土面積の 60%を占めている。農村地域の顕著な人口増大は、ウッドランドの面積に圧力を及ぼし続けられると思われる。森林資源を将来にわたっていかに持続させていくかは、この限られた資源をいかにより有効に利用していくかにかかっている。

天然生ウッドランドから利用に供される商業樹種は主に *Baikiaea plurijuga* ((ザンベジ)チークまたはムクシ)と *Pterocarpus angolensis* (ムクワ) 及びこれらよりも少ないが、*Guibourtia coleosperma* である。チークとムクワは肥沃度の低いカラハリ砂土の乾燥落葉広葉樹林に特有のものである。チークの更新は主に天然更新によるが、下種更新した稚樹はネズミや大型哺乳類に食べられやすい。チークは成長の遅い樹種である。その伐採は胸高直径が 35cm 以上の木に限られているが (最近では 31cm 以上)、その太さに達するのに約 150 年の伐期を要する。この樹種は主に鉄道の枕木、鋤木、フローリング用寄せ木の生産に使われている。

ムクワの更新は、チークに比べて顕著でなく、立ち枯れを起こしやすい。その成長はチークよりも早く、胸高直径が 51cm に達するのに約 200 年かかるといわれている。主に家具と建具に使われる。

ジンバブエ国における加工林産物(製材品、パネル、板紙)の総価値は、1年に US\$ 4 千万を越し、木材産業は約 16,000 人の雇用を生んでいる。ジンバブエ国の森林資源の主な分野は表 4 - 1 の通りである。

人工林面積の約 72%が東部の州に多いマツであり、約 15%はユーカリで、残りの 13%はアカシアが植えられている。ユーカリは国中に植えられているが、アカシアは主に東部の州に植えられている。1992 年度の統計によれば、人工林から約 872,000m³ の用材が生産され、木材産業全体で合計 8,253 人を雇用している。

表4-1 森林資源の主要区分

区分	面積 (百万 ha)	主要林産物及び利用	備考
共用地における林木	10	地域住民に対する建築用材、燃料材、野生の果物・食材	当林地の林況はさまざまであり、まばらに林木が分布している。
大規模営利農地における林木	7	野生生物の生育地、用材	自然林の経済的生産の約 17% を占める。
国有地及び保護地域の林木	6	公園、観光業に重要な保護地	公園野生生物局は、568,000 ha を管轄している。
産業造林地	0.11	国内外に対する用材及びその製品	主要造林樹種は、マツ、ユーカリ及びアカシアである。

出所: World Bank Technical Paper Number 210, 1993

4.4.1 用材

グワイーの森林の伐採は、ローデシア原産材伐採会社 (Rhodesia Native Timber Concession) によって 1920 年代に始まり、チーク林の多くが伐採された。1970 年に同じ会社がグワイーの森林のブロック O を伐採した。これらの時期においては、枕木や鋸木としてチーク材への大きな需要が存在した。1970 年代以降、ムクワは緻密で加工しやすい材として家具産業にマーケットが開かれた。1992 と 1994 年の間にムクワの枯死木の除伐が行われた。

表4-2 グワイー森林区のブロック A~O における計画伐採量(1994 年)

(単位: 皮付き材積 (m³))

樹種	生産地域 (ha)	クラス1	クラス2	クラス3	合計
Mukwa	92,787	63,626	23,568	1,862	89,056
Teak	92,787	198,657	94,986	24,012	317,655
Mchibi	92,787	77,491	31,680	8,229	117,400

出典: 森林委員会、Area South Forest Management Plan (1994)

注: クラス 1; DBH 34 cm 以上, クラス 2; DBH 26 cm ~ 33.9cm, クラス 3; DBH 20 cm ~ 25.9 cm

ベンベジの森林は 1950 年代の前半と、その後 1980 ~ 1984 年の間に伐採された。ベンベジの森林の主要用材樹種は、*Pterocarpus angolensis*、*Baikaea plurijuga*、*Guibourtia coleosperma*、*Ricinodendron rautanenii*、*Azelia quanzensis* である。最新の蓄積調査によると、表 4 - 3 に示すようにブロック A ~ C は伐採の対象となっている。

表 4-3 ベンベジ森林区のブロック A ~ C における計画伐採量 (1994 年)

(単位: 皮付き材積 (m³))

樹種	生産地域 (ha)	クラス 1	クラス 2	クラス 3	合計
Mukwa	34,758	13,690	3,563	457	17,710
Teak	34,758	81,021	25,513	5,208	111,742
Mchibi	34,758	41,770	16,569	13,845	72,184

出典: 森林委員会、Area South Forest Management Plan (1994)

注: クラス 1; DBH 34 cm 以上, クラス 2; DBH 26 cm ~ 33.9cm, クラス 3; DBH 20 cm ~ 25.9 cm

4.4.2 特殊林産物

1992 年の調査によれば、主に炊事に使われるエネルギーの種類について、全国の世帯数の 66% が木を使用している。図 4-2 に示すように、農村地域では世帯数の 95% が木を使っているのに対して、都市域では 12% しか使用していない。

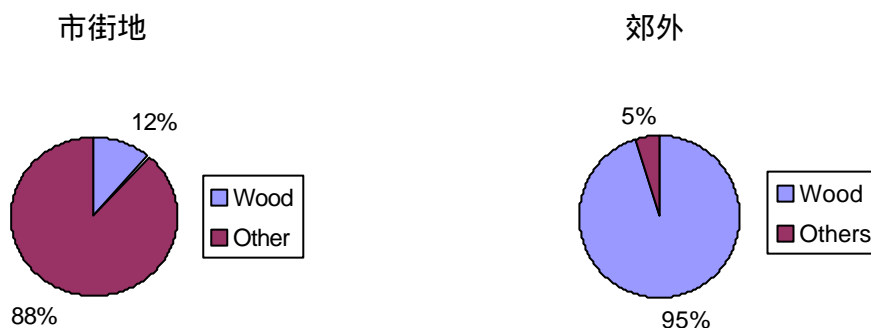


図 4-2 燃料エネルギーにおける木材への世帯別依存割合

出典: Zimbabwe Census 1992

用材収穫と狩猟以外の林地からの収入源は燃料材、屋根ふき用草、柱、建築用の川砂の販売、及び牧場のための賃貸である。調査地の非用材林産物の明細は表 4-4 の通りである。

表4-4 サーベイエリアにおける非用材生産物の詳細

地域	非用材生産物	単価 (Z\$)	販売単位	収入	生産物 利用期間
	燃料材	15 - 30	680 コード	13,600	1990- 1994
グワ-イ	屋根ふき用草	1 - 3	2,114 束	4,228	1992- 94
	川砂	5/m ³	150 m ³	750	1992-94
	燃料材	18 - 30	127 コード	3,856	1992-94
ベンベジ	屋根ふき用草	2 - 3	2,113 束	5,709	1994/93

出典: 森林委員会、Area South Forest Management Plan (1994)

注: 1コードは128立法フィート

表4-5 グワ-イ森林区の放牧賃貸からの収入

年	面積 (ha)	Rate (Z\$)	収入 (Z\$)
1991/92	4,500	3/herd	1,400
1992/93	9,500	6/ha	58,000
1993/94	9,500	6/ha	58,000

出典: 森林委員会、Area South Forest Management Plan (1994)

サーベイエリアにおいて、窯で乾燥させたムクワとチークの良質材の最近の価格は、商人や製造業者に渡る時点で約 Z\$ 11,000/m³ である。これは最も安い輸入広葉樹材の価格の半分以下である。例えば、輸入広葉樹材が商人や製造業者に渡るときの価格はマレーシアからのメランティで Z\$ 23,000/m³、オークで Z\$ 32,000/m³ である。モザンビークのムクワとマホガニイの製材後乾燥させていない1.8mの長さの材の価格はそれぞれ Z\$ 24,000/m³ と 27,000/m³ である。さらに、グワ-イとベンベジの森林からの用材の伐採料は表4-6に示すようにやはり安い。

表4-6 グワ-イ及びベンベジ森林区からの用材の伐採料
(単位: Z\$/m³)

樹種	1997	1998	1999
ムクワ	400	400	700
乾燥ムクワ	-	150	400
チーク	300	300	350
ムチビ	-	200	350

出典: DFID report: Economic Assessment of Alternative Settlement Options for Residents in the Gwaai and Bembesi State Forest reserves, 1999.

天然生広葉樹材価格を輸入広葉樹材価格に近づけることによる伐採料の相当の値上げは、十分見込みがあると広く考えられている。郷土樹種の価格が上昇することによって、その収益が海外マーケットへの輸出を目指した家具製品のような高付加価値生産に充てられることになると考えられる。

4.4.3 森林管理

北マタベレランド州とミッドランド州の国有化された森林は、水資源の保全、森林の生産物(木材、野生生物、牧草、屋根ふき用草など)の保全を目的として、森林委員会によって管理されている。

サーベイエリアを対象とした最近の森林管理計画は、1994年に森林委員会によって作成された南部管区森林管理計画である。計画期間は5年であり、ムクワ、チーク、及びムチビのような主要樹種によって森林の利用目的を定めている。林内住民問題に関して、計画には無断居住者を森林区内の選定された場所(リロケーションエリア)に移動させる政策が採用されている。森林火災防止のために燃材を減らして火災のポテンシャルを下げるため、「放牧を繰り返し集中して行うこと」や、周辺集落での保全教育のセミナー開催することなどを提案している。

計画では、森林改良目標の主な点を表4-7のように定めている。

表4-7 森林改良活動計画 (ベンベジ森林区)

活動	1年目	2年目	3年目	4年目	5年目
苗畑における苗木生産 (苗木本数)	2,000	2,500	3,000	3,500	4,000
植栽 (ha)	40	50	60	70	80
間伐プロット数	場所選択	3×3haにおける 印付けと間伐	記録	記録	解析

野生生物の管理活動は3.2.6で述べたように、森林委員会が収入を得る重要な役割を果たしている。最近、資源共有型のSFM準備事業の実施によって、森林資源の管理への住民参加がより促進されつつある。

サーベイエリアの用材利用は下記に示すように、2つの伐採時代を経ている。

- 第1期伐採時代: 1900年代初期から1973年までで、その間に胸高直径が40cm以上の該当木が全て伐られた。
- 第2期伐採時代: 1970年から現在まで。この時代は40年伐期を基本に計画されており、その間に全国有林で、年平均28,000m³の木材収穫が見込まれていた。しかし、さまざまな理由から計画どおりには実行されなかった。

森林火災は国有の天然生林の管理において、最も大きな問題である。火災の同森林への最大の影響の一つは、脆弱な稚樹被害を受け、林分構造が不連続化することである。

現行の森林委員会の火災防止システムは、早期の発見・消火を基本としている。こ

のシステムの下、各火災は、気象条件、原因、被害面積、防火時間などの項目が記録される。

森林火災の原因は、さまざまである。例えば、1994年度において、森林火災の65%は不法伐採者に起因し、15%は農耕活動に、10%は自然発火、そして10%は火災予防のための火入れと道路利用者の火の不始末によるものとされている。不法伐採者は、パトロール中の森林監視員の誤認を招くため、注意を逸らす戦術として火災を利用している。このような事情により、多くの火災原因が、不法伐採者によるとされている。放火は、林内住民、周辺集落、森林委員会の間に摩擦をもたらすことにつながると考えられる。

サーベイエリアにおいては、他の天然生林の場合と同様に、森林火災が頻繁に発生するため、消火活動は主要業務となっている。火災を監視するため2つの防火塔があり、それぞれ森林監視員が配置され、連絡用の機器が設置されている。定期的なパトロールが行われ、消火器具として、シャベル、斧、鋤、および水を運ぶ容器などが使われている。1990～1993年のサーベイエリアにおける森林の火災被害面積は表4-8のとおりである。

表4-8 サーベイエリアにおける森林の火災被害面積

森林区	1年間の被害面積 (ha)				合計	
	1990/91	1991/92	1992/93	1993/94	(ha)	%
グワイ	6,736 (4.7%)	5,220 (3.6%)	759 (0.5%)	7,000 (4.9%)	19,715	13.7
ベンベジ	2,542 (4.6%)	5,528 (10.0%)	2,100 (3.8%)	7,194 (13.0%)	17,364	31.5
合計	9,278	10,748	2,859	14,194	37,079	18.6

出典:森林委員会

5. 地形図作成

インテンシブエリア(図5-1 参照)の縮尺 1/20,000 地形図を作成した。地形図作成のフローチャートを図5-2 に示す。

5.1 航空写真撮影

航空写真撮影をスウェデサーベイの南ア支店への再委託により実施した。

5.1.1 対空標識設置

空中三角測量のための対空標識を設置した(図5-4 参照)。また設置点は、後続業務を容易にするために最適な場所とした。

設置点数	: 既存三角点 1 点、新設基準点 30 点
標識の仕様	: 三枚羽根(羽根 1 枚のサイズ: 120cm × 50cm)
標識の色、材料	: 白色麻袋製
中心杭の仕様	: 金属標使用

5.1.2 航空写真撮影

航空写真撮影は、1999 年 7 月 31 日から 8 月 11 日の間、実施された。

また、航空写真撮影に先立ち、1999 年 7 月 22 日に国防省と国土地理院より撮影許可と空港使用許可を取得した。

撮影量と撮影仕様は以下のとおりであった。

(1) 撮影量

撮影範囲(縮尺 1/20,000)	: 約 200,000ha
撮影コース	: 17 コース
写真枚数	: 622 枚(白黒)

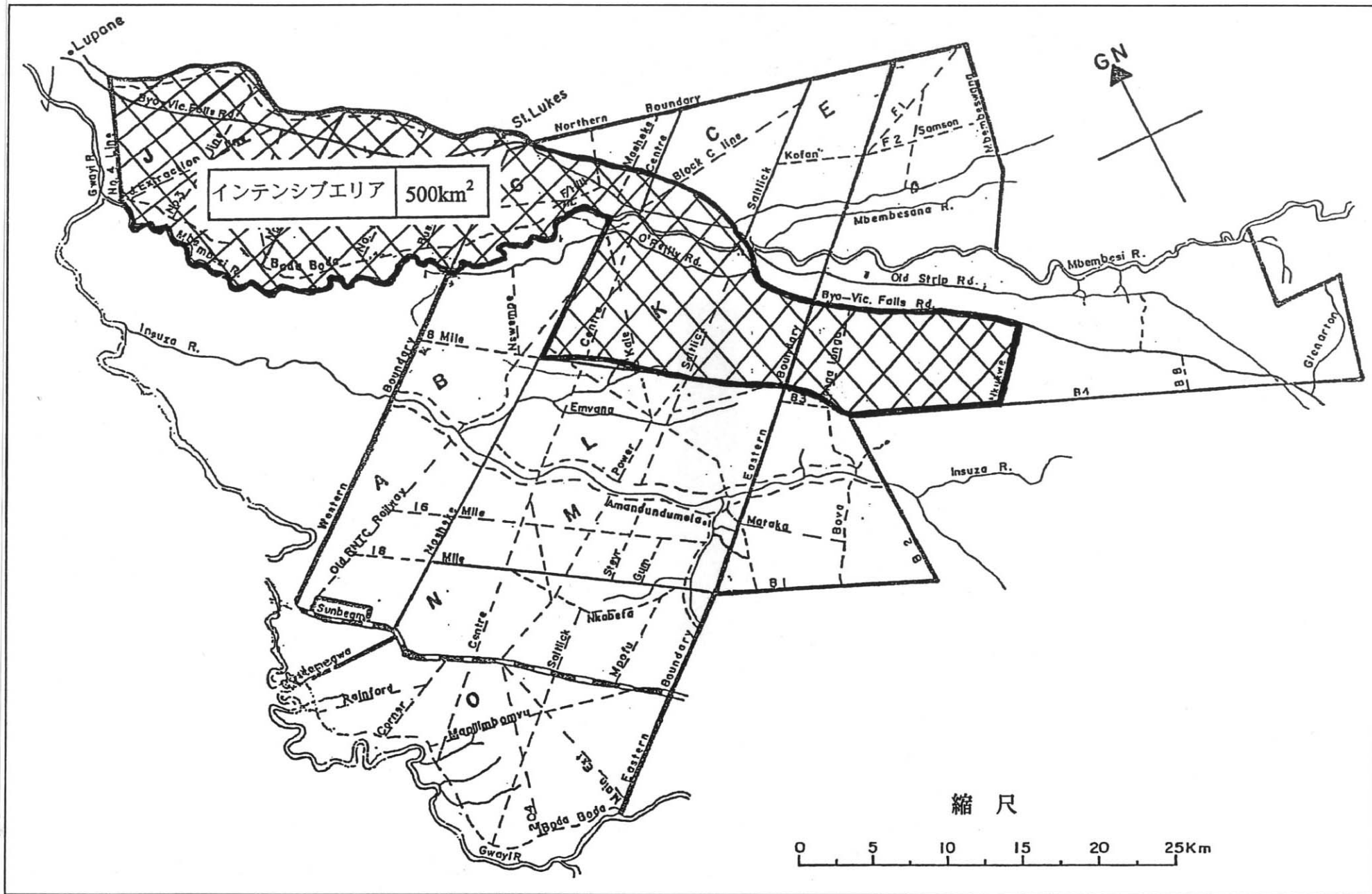


図5-1 インテンシブエリアの位置

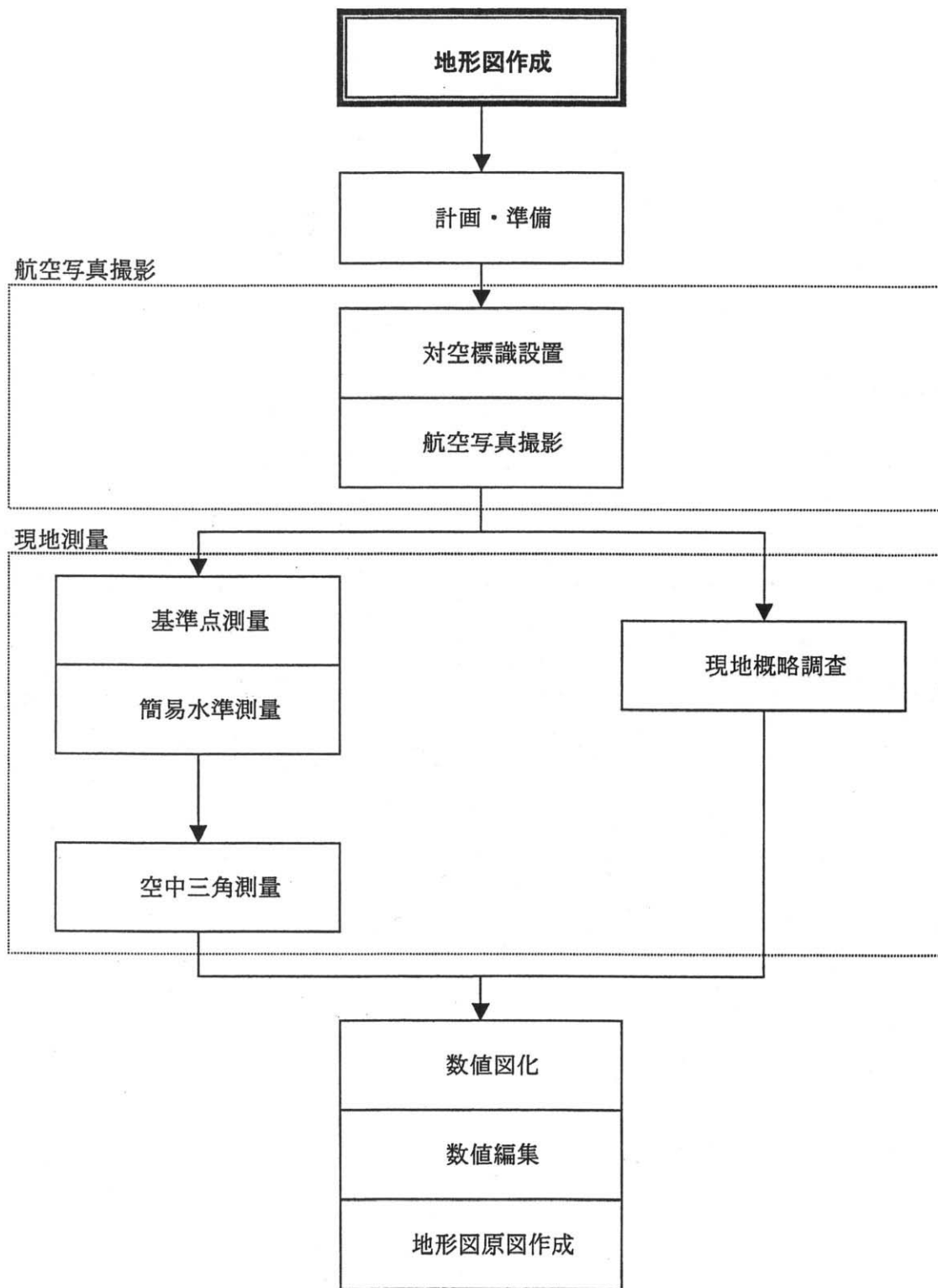


図 5-2 地形図作成のフローチャート

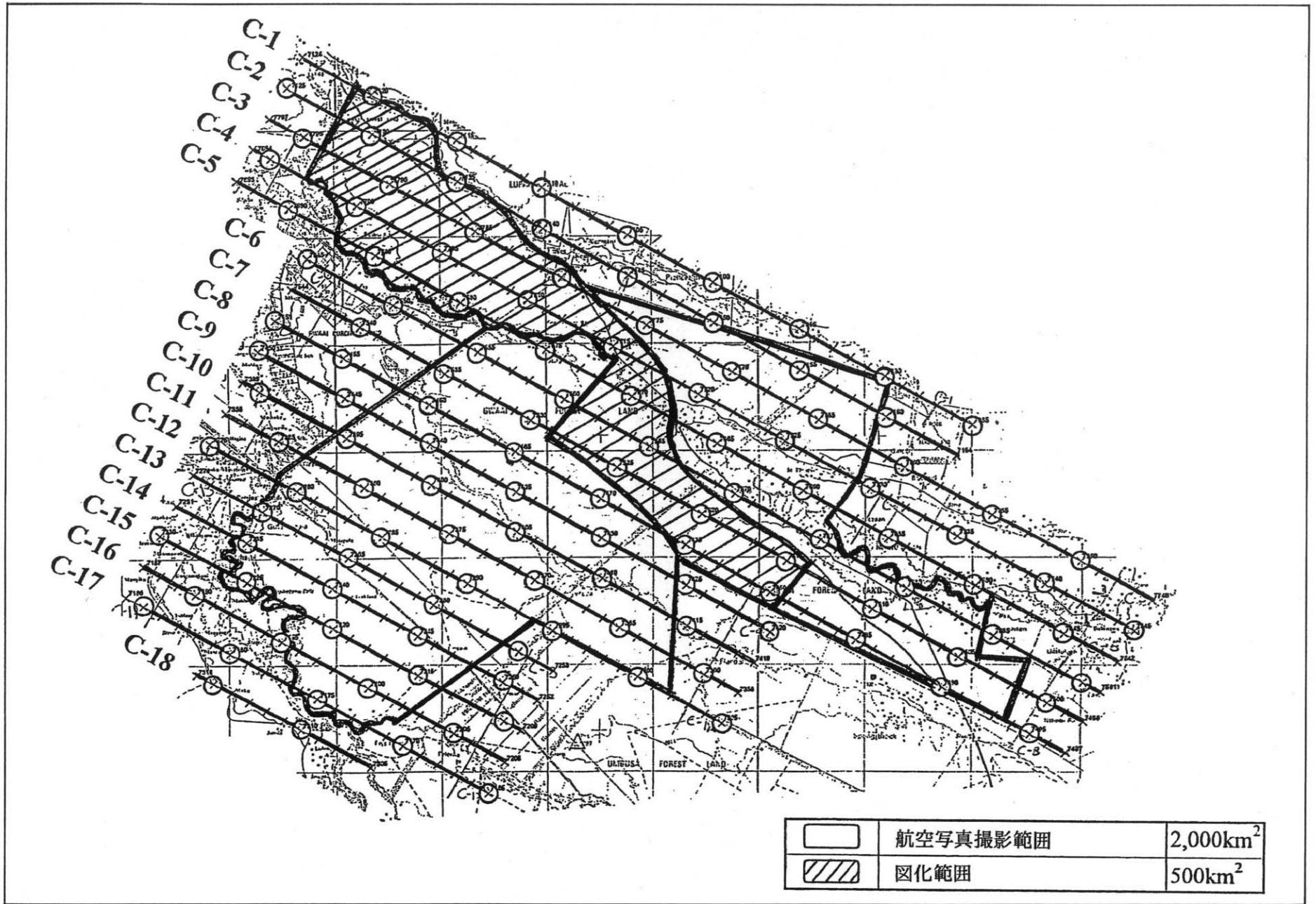


图 5-3 航空写真撮影索引图

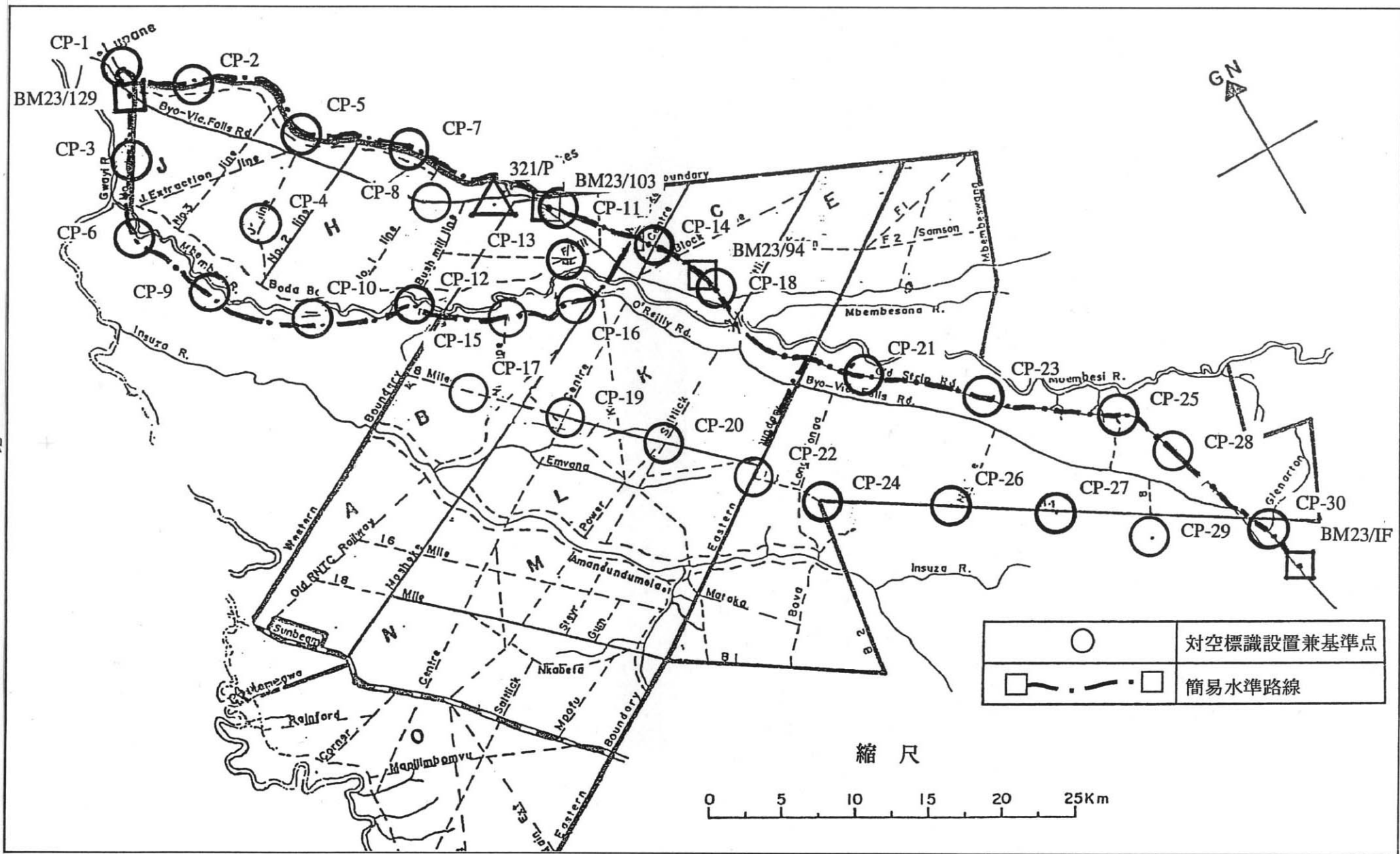


図 5-4 対空標識設置兼基準点配置図及び簡易水準路線図

(2) 撮影仕様

撮影縮尺	: 1/20,000
飛行高度	: 標高 4,160m (基準面: 標高 1,100m)
航空カメラ	: LEICA RC30
カメラの焦点距離	: $f = 152.63\text{mm}$
写真サイズ	: 23cm × 23cm
オーバーラップ	: 60%
サイドラップ	: 30%

撮影後の航空写真の検査を担当調査団員が行なった。

5.2 現地測量

現地測量は基準点測量、簡易水準測量、現地概略調査からなり、これらはスウェーデンサーベイ南ア支店への再委託により実施した。

三角点の座標(X, Y, Z)と水準点の標高(H)等の測量作業に関するデータは、事前に国土地理院から収集した。

5.2.1 基準点測量

インテンシブエリア(図5-4参照)周辺に設置した対空標識点30点に(またはその近傍に)新設基準点をGPS測量法により設置した。

与点となる国家三角点1点を含む新設基準点のGPS観測を1999年7月20日~8月25日の間に実施した。

観測方法等は以下のとおりである。

GPS レシーバーの型式	: 2周波タイプ
GPS レシーバーの性能	: $\pm 5\text{mm} + 1\text{ppm} \times D$ (D =距離(km))
使用 GPS レシーバー数	: 3台
観測時間	: 20分以上
データ取得間隔	: 15秒
取得衛星数	: 5衛星以上

GPS データの解析を行ない、その後、各基線の解析と多角網平均計算結果をもとに、新設基準点の緯度経度、UTM 系の XY 座標、楕円体高を求め、成果とした。

精度点検の結果、問題はなく所定の精度を確保した。

5.2.2 簡易水準測量

簡易水準測量は計画ルート(図5-4 参照)に沿った延長 170km の路線を 1999 年 8 月 19 日~9 月 2 日の間に、オートレベルを使用して実施した。この簡易水準測量で使用した与点は 5 点であった。

本作業ではルート上 500m おきに刺針点を設け、その標高を求めた。また、ルート近くにあった 20 点の基準点の標高も観測した。

観測方法等は以下のとおりであった。

観測方法	: 閉合、開放路線(開放の場合、往復観測とした)
測定間隔	: 約 80m 以下
測定単位	: mm 単位
閉合差の制限	: 40mm S(S: 路線長、km 単位)

精度点検の結果、問題はなく所定の精度を確保した。

5.2.3 現地概略調査

現地概略調査は密着写真(縮尺 1/20,000)を使用し、密着写真上で確認できる主要構造物、道路、主な植生等を調査した。

地名、行政界、公共施設等の情報は既存 1/50,000 地形図によると同時に森林委員会より入手した資料から採用した。

5.3 写真測量

5.3.1 空中三角測量

空中三角測量では、数値図化での標定に必要なパスポイント、タイポイント等の座標値及び各種標定要素を計算処理で求めた。

この業務の実施にあたっては、航空写真撮影の成果である撮影フィルムからポジフィルム、密着写真を作成し、基準測量・簡易水準測量の成果から各種基準点の座標値を利用した。

空中三角測量で用いた調整計算法、プログラム名、数量は、下記のとおりであった。

た。

調整計算法 : バンドル法
プログラム名 : BLUHS
モデル数 : 8 コース 143 モデル

空中三角測量の調整計算の結果である各基準点の残差は、下記のとおりであった。

平面位置の残差の標準偏差	: 0.219 m	(制限値) 0.6 m
平面位置の残差の最大値	: 0.452 m	(制限値) 1.2 m
高さの残差の標準偏差	: 0.243 m	
高さの残差の最大値	: 0.644 m	

以上の結果から後続の数値図化の実施に問題がないと判断できた。

5.3.2 数値図化

数値図化を実施するにあたって、図式と図式コードを検討し決定した。その後、空中三角測量の成果であるポジフィルム、密着写真、調整計算結果を利用して数値図化を実施した。

(1) 図式と図式コード

今回の業務の図化縮尺は、1/20,000 なので、図式は、ジンバブエ国の 1/50,000 地形図を基に検討し決定した。図式コード体系は、基本的に建設省国土地理院の国土基本図のそれを利用し、新しく導入した図式に対しては、その地理的性質を考慮して図式コードを新たに決定した。

(2) 数値図化

上記で決定した図式と図式コード体系に従って、地形・地物をデジタル的に図化した。なお数値図化の主たる仕様は、下記のとおりであった。

図化縮尺	: 1/20,000
図化面積	: 520km ² (作成図郭数は、8 面)
等高線	: 主曲線間隔 10m 間曲線間隔 5m
使用した解析図化機	: プラニコンP33 (ツァイス社) DSR 2000 (L/H システムズ)

数値図化完了後、地形・地物のデジタルデータは、シート単位のファイルに出力した。

5.3.3 数値編集

数値編集では、5.3.2 で取得した数値図化データ及び 5.3.3 で得られた現地概略調査結果を用いて、図式規程(図式と図式コード体系)に従って地形・地物をデジタル的に編集した。またカウンターパート機関より提供された各種情報(地名注記、行政界、行政名注記)をデジタル的に付加した。但し等高線には、属性情報としてその標高値を持たせている。なお数値編集の主たる仕様は、数値図化と同様であった。また数値編集は、次の装置を使用して実施した。

数値編集装置：マイクロステーション 95

数値編集終了後のデジタルデータは、地形原図作成用のファイルと GIS 用の DXF ファイルの 2 種類を作成した。

5.3.4 地形原図作成

5.3.3. で作成した地形原図作成用ファイルを用いて、レーザープロッターによるマイラー図への出力(白・黒)を行い地形原図を作成した。なお第 2 原図は、写真処理により作成した。作成した地形原図は、下記のとおりであった。

原図(白・黒)	各 1 部
第 2 原図(白・黒)	各 1 部

6. 地理情報システム (GIS: Geographic Information System)

6.1 GIS の概要

6.1.1 GIS の概要

地理情報システム(GIS)は、コンピュータシステムの1種であり、地理空間のデータとそれに関する属性データの取得、作成、編集、解析、復元、表示それに保存を実行できる機能を有している。GISは、これらの機能を有効に利用して、その対象の効果的な管理、新規の計画の立案、属性情報の統計処理、各種情報に演算処理を施して新しい情報を創造する事等を可能にしている。

GISのデータは、地理空間に関するデータとしてのラスタデータとベクトルデータ、それに地理空間データに付随する属性データとしての文字データと画像データによって構成されている。

GISは、上記の機能やデータを単体かあるいはネットワーク化したパーソナルコンピュータ(PC)、エンジニアリングワークステーション(EWS)それに大型計算機上で稼働している。現在では、高速・高容量のパーソナルコンピュータの出現によって、ユーザの多くは、これをネットワーク化して、GISの運用に利用している。

6.1.2 GIS の構成

一般的に言って、GISは、ハードウェアとしてのコンピュータ、ソフトウェア、地理空間・属性データ、GISスタッフの4つの要素で構成されている。

(1) ハードウェア(コンピュータシステム)

ハードウェアとしてのコンピュータシステムは、GISのソフトや大量の地理空間・属性データをスムーズに処理できる能力を持っている必要がある。かつては、GISは主として大型計算機上で稼働していたが、コンピュータシステムの発達に伴いダウンサイジング化し、現在では、EWSやネットワーク化したPC上で稼働している。

(2) ソフトウェア

市場には、汎用的なGISソフトウェア、例えばARC/INFOやArcViewが多数現れている。また、これらの市販のGISソフトをカスタマイズして特定の目的に利用してい

るものや、特定の目的の為に独自に作成した GIS ソフトも存在している。

(3) 地理空間・属性データ

地理空間データは、特定の目的の為に作成された地図データや空間データを意味し、一般的には、図形データの形態をしている。属性データは、これら地理空間データに付随するデータで、一般的には文字データや画像データの形態をしている。

(4) GIS スタッフ

GIS スタッフは、その目的を十分に理解、ハード・ソフトに関する高い知識を有し、その運営に通じていなければならない。

6.2 GIS に関する森林委員会の組織

本調査のカウンターパート機関である森林委員会は、4.3 行政制度、図 4 - 1 に示した組織により成り立っている。これらの内 GIS に関係する部署は次のとおりである。

6.2.1 森林委員会の組織構成

森林委員会で GIS に関係する部署は、研究・開発部であり、その中の地図作成・インベントリー課が実務を行っている。

(1) 研究・開発部

研究・開発部は、ジンバブエ国の全森林部門における研究・開発結果の公開とユーザーのニーズに対する情報提供を行っている。

(2) 地図作成・インベントリー課

地図作成・インベントリー課は、全国の森林資源状況の把握に責任を負い、これらの情報を管理計画や政策決定に役立つように提供する責任も負っている。さらにこの部門の主な役割には、国有林や共有地の材積調査の実施、国や地方レベルの植生図の作成、国有林の火災データの解析そして成長量予測のための固定プロット調査がある。

またこの部門では、ドイツの技術援助機関 GTZ と協力して「植生資源情報システム (VegRIS)」と呼ばれる GIS を開発してきている。GTZ の援助による PC で本調査の成果を活用することとなる。

6.2.2 森林委員会の人的資源

森林委員会における GIS の人的資源は、地図作成・インベントリー課に勤務する 6 名の技術スタッフからなり下表のとおりである。6 名の技術スタッフの内、4 名がハラレ市の同課に勤務し、残りの 2 名がブラワヨ市の Chesa 研究所に勤務している。

表 6-1 現在のスタッフの構成

名 前	地 位	経 歴
D.KWESHA	地図作成・インベントリー課の技術者(リモートセンシング、GIS のスペシャリスト) VegRIS のプロジェクトマネージャー	1985年 : 林学科のディプロマ取得 1991年 : 森林調査のディプロマ取得 1986~1995年 : 地図作成・インベントリー課に勤務 1994年10月~1996年9月 : GIS 修士課程
F. MKOSANA	森林資源の技術者	1987年 : 林学科のディプロマ取得 1988~1989年 : 郷土資源部に勤務 1988~1995年 : 地図作成・インベントリー課に勤務 1995年8月~1996年6月 : 測樹学士号取得
K. C. GUMBO	上級林業技術者 (画像判読と天然資源調査)	1984年 : 林学科認定 1990年 : 林学科のディプロマ取得 GIS 学士号取得 1985年 : 普及事業部に勤務 1986~1988年 : 地図作成・インベントリー課に勤務 1991~1998年 : 同上
J. MAMBO	地図作成・インベントリー課の林業技術者 (GIS/リモートセンシング)	1991年 : 林学科と GIS のディプロマ取得 1992~1995年 : 普及事業部 1994年 : 地図作成・インベントリー課に勤務
A. MUSHORE	GIS のアシスタント	測量のディプロマ取得 O レベル、A レベル
A. MUSHIPI	地図作成・インベントリー課の地図作成、画像判読に関する主たる林業アシスタント	1983年 : 林学の証明書取得 1984~1988年 : 普及事業部に勤務 1988~1995年 : 地図作成・インベントリー課に勤務 1999年 : 林学科のディプロマ取得

同課のスタッフは、最新技術をフルに利用し、業務上要求される新しい情報に適切に対応出来る訓練を受けている。また、スタッフは高度なレベルの OS や最新技術の 1 つである PC ARC/INFO、PC ERDAS 等の GIS ソフトの運用訓練も受けている。次の表 6-2 は、GTZ が企画している訓練コースの内訳である。

表 6-2 訓練コース一覧表

職員 訓練コース	GISとリモートセンシング技術者(データ取得者)	コンピュータのオペレーター(データ入)	資源評価技術者	応用専門技術者 リモートセンシング資源/GIS	マネージャー
高度 DOS					
航空写真判読					
リモートセンシングの理論と ERDAS の応用					
ARC/INFO 初歩					
SML による ARC/INFO のカスタマイズ					
GPS の初歩					
天然資源開発の為の情報管理					
森林資源技術					
異文化間プロジェクトの管理					
リモートセンシングと GIS の修士課程					
PM と ZOPP の初歩					
森林調査の博士課程					

注: SML (Simple Macro Language) PM (Project Management) ZOPP (独語で Project Planning Matrix の意)

6.3 森林委員会の GIS

地図作成・インベントリー課は、GIS である「VegRIS」を運用している。この「VegRIS」用の各種の設備を保有している。

6.3.1 森林委員会の GIS ハードウェア

研究開発を担当する地図作成・インベントリー課(ハラレ市)には、「ピアーツウピアネットワーク」(LAN)と同軸ケーブルによって結ばれた 4 台の PC がある。さらに Chesa の森林研究所(ブラワヨ市)には、もう 1 台の PC がある。これらすべての PC は、GTZ の援助によるもので、「VegRIS」に使用されている。これらのハードウェアの仕様は次のとおりであった。

(1) PC マイクロン: このPC は、ハラレに設置されている。

マイクロンミレニア(Micron Millennia) XKU300 の仕様は、次のとおりである。
インテルペンティアム (300MHz) (MMX)
R&S DRM
8.4GB ウルトラ ATA ハードディスク
82440LX チップ
512KB 内部 LZ メモリー、2MB BIOS
100MB Zip ドライブ
HP CDライター Plus 7200 シリーズ 650MB
超低音用 Advent 009 スピーカー付 32 ボイスウェータブルステレオサウンド
VSR Sportster 56kx2 データ/ファックスモデム
4MB SGRAM 付ダイヤモンド Viper V330 128 ビット 3D ビデオ
マイクロソフト社製マウス、USB コネクター
マイクロソフトウィンドウズ95 と MS プラス
マイクロソフトオフィス 97 スモールビジネス版
21 インチ日立スーパーキャン CM801 26dp カラーモニター
HP デザインジェット 750C カラープロッター
UPS パワーセーブ 1200VR

(2) PC1 ジェオシステム: このPC はハラレ市に設置されている。

ペンティアム 133MHz プロセッサー(486/66MHz からアップグレード)
48RAM メモリー
4.3GB ハードディスク
3.5”インチフロッピードライブ
5”インチフロッピードライブ
CD-ROM ドライブ
HP CDライター Plus 7200 シリーズ 650MB
三菱ダイヤモンド Pro 9 ITXM 20”インチモニター 1,024 × 768
カルコンプ 9100A0 サイズディジタイザー
HP ディスクジェット 690C カラープリンター
UPS パワーセーブ 1200VR
マイクロソフトウィンドウズ95 と MS プラス
マイクロソフトオフィス 97 スモールビジネス版

(3) PC2 ジェオシステム: このPC はハラレ市に設置されている。

ペンティアム 133MHz(486/66MHz からアップグレード)
48RAM メモリー
4.3GB ハードディスク
3.5”インチフロッピードライブ
5”インチフロッピードライブ
CD-ROM ドライブ
三菱ダイヤモンド Pro 9 ITXM 20”インチモニター 1,024 × 768
カルコンプ 9100A0 サイズディジタイザー
HP ディスクジェット 690C カラープリンター
CONTEX FSS8300DSP フルスケールスキャナー A0 サイズ
UPS パワーセーブ 1200VR
マイクロソフトウィンドウズ95 と MS プラス
マイクロソフトオフィス 97 スモールビジネス版

(4) PC3 ジェオシステム: このPC はハラレ市に設置されている。

486/66MHz CPU
1.2GB ハードディスク
3.5”インチフロッピードライブ
5”インチフロッピードライブ
CD-ROMドライブ
UPS パワーセーブ 1200VR
マイクロソフトオフィス 97 スモールビジネス版
HP レーザージェット 4M A4 サイズ白黒プリンター

(5) ゲートウェイ 2000 P5-133: このPC はブラワヨ市の Chesa 森林研究所に設置されている。

ペンティアム 133MHz プロセッサ
16MB EDO RAM
1.6GB ハードディスク
2MB DRAM・PCI ビデオカード
15”インチモニター
100MB Zip ドライバー
カルコンプ 3336A1 サイズディジタイザー
HP ディスクジェット 690C カラープリンター
マイクロソフトウィンドウズ95 と MS プラス
マイクロソフトオフィス 97 スモールビジネス版

(1) ~ (4) (PC マイクロンから PC3 まで) のハードウェアは、LAN で結ばれている。

6.3.2 森林委員会の GIS ソフトウェア

(1) 森林委員会は、GTZ によって提供された下記の GIS ソフトウェアを保有している。

- ・ PC ARC/INFO Ver 3.5 :2ライセンス
- ・ ERDAS image Ver 8.2 :2ライセンス
- ・ ArcView Ver 3.0a :1ライセンス
- ・ Professional TNTMips Ver 6.2 :3ライセンス
- ・ TNTMips Edit :1ライセンス
- ・ MapInfo Ver 4.0 :1ライセンス

これらの GIS ソフトウェアは、6.3.1 で述べたハードウェアにインストールされて、日常的に運用されている。

これ以外に、GTZ の協力により森林委員会が独自に開発した GIS ソフトウェア「VegRIS」が運用されている。

(2) GIS ソフトウェアの利用状況

購入した GIS ソフトウェアの内、TNTMips は、ベクトル・ラスターデータの処理に用いられている。また ARC/INFO の SML(Simple Macro Language) を用いてデータ処理のいくつかを実施している。さらにこれらのソフトウェアを利用して、利用者が必要とするデジタルデータを提供している。

森林委員会が、GTZ の協力を得て、独自に開発した「VegRIS」は、購入した PC ARC/INFO と PC ERDAS 上で動いており、森林被覆図の作成・更新に利用されている。

6.3.3 「VegRIS」について

(1) 「VegRIS」開発の経緯

森林委員会は、森林行政を効果的かつ円滑に実施する責務を負っている。そして森林行政を立案する上で必要となる基礎情報としての植物資源に関する総合情報を持っていなかった。

このような状況下で、最新技術である GIS を適用して全国的な森林被覆情報を把握することを意図した。

1993 年 6 月に、購入されていた GIS ソフトウェアを基に、森林委員会は GTZ の協力を得て「VegRIS: 植物資源情報システム」プロジェクトを開始した。開発終了後の 1999 年 7 月にはアップグレードを行い、現在に至っている。

(2) 「VegRIS」の目的

「VegRIS」の目的は、現実的なスケールレベルで、全国的な森林資源の保護・管理の改善の為に植物資源情報システムを構築し、維持・更新することを目的としている。

この目的を達成する為に「VegRIS」は、下記のような特徴を有している。

- (a) 縮尺 1/250,000 と 1/1,000,000 の全国レベルの森林被覆図の作成
- (b) 運用可能な植物資源情報システムの構築
- (c) 植生変化のモニター方法の開発
- (d) 管理目的用の地方レベルの森林台帳作成法の開発
- (e) 教育・訓練計画の立案
- (f) 地図作成・インベントリー課の組織強化
- (g) 適切な天然資源管理の為に組織強化
- (h) 森林植物資源に関する情報の利用者への普及

(3) 「VegRIS」の運用で使用されている技術

「VegRIS」の運用には、このシステムの持つ各種データの構築と維持・更新が欠かせない。

地図データの構築と維持・更新には、縮尺 1/250,000 と 1/50,000 の地形図、1/25,000 の航空写真とオルソ写真にデジタル化又はスキャンニングの技術を適用している。

植生データの構築と維持・更新には、ランドサット TM 画像データ、航空写真に画像処理技術(異なったバンドの組合せ、強調、フィルターリング等)を適用し、さらに現地調査での正確な位置確認に GPS を利用している。

(4) 「VegRIS」における植生分類システム

「VegRIS」における植生分類システムは、現行の分類システムと互換性を持たせ、多くの利用者にも利用出来るように開発されている。「VegRIS」の植生分類システムには、樹高や樹冠のような林型が導入されている。表 6 - 3 に森林被覆図での分類システムを示してある。

表 6 - 3 森林被覆図の分類システム

樹高 疎密度	15m	15 ~ 5m	5 ~ 1m	1m
100 ~ 80 %	天然林 湿潤 落葉樹			
100 ~ 80 %	造林地	造林地	造林地	造林地
80 ~ 20 %		ウッドランド 中程度の密度 疎	ブッシュランド 中程度の密度 疎	
< 20 %	木本性 草地	木本性 草地	木本性 草地	
+ / - 2 %	草地	草地	草地	草地
NA	耕地・露岩(ボタ山を含む) 水域・居住地(郊外の林地を含む)			

出典：森林委員会

(5) 「VegRIS」のデータの取得と保存

- ・ 地形図に関するデータ

ジンバブエ国土地地理院から、縮尺 1/250,000 と 1/1,000,000 地形図、1/25,000 航

空写真、オルソ地図を入手し、これをデジタル化して保存している。

- ・ 植生判読に関するデータ

ランドサット TM 画像データは、画像処理(異なったバンドの組合せ、強調、フィルターリング、再投影、再抽出)され、縮尺 1/25,000 の航空写真と共に判読される。判読した植生情報は、デジタル化して保存される。

- ・ 属性情報に関するデータ

植生等に関する属性情報は、文字データで構成されている。これらの文字データは、「VegRIS」上で運用できるようにデータベース化されている。

上述の取得されたデジタルデータは、森林委員会が保有する PC ARC/INFO と TNTMips の両方が指定するフォーマットで全域をシームレスなデータとして保存されている。

(6) 「VegRIS」の成果

「VegRIS」のプロジェクトでは、森林被覆図データベースを構築し、その維持・更新を実現している。また、このデータベースより、縮尺 1/250,000 と 1/1,000,000 の森林被覆図の出力が可能となっている。

(7) 「VegRIS」の今後

現在、「VegRIS」プロジェクトでは、各種デジタルデータの経年変化検出法と、地方レベルにおける森林管理の為に調査法の開発過程にある。

6.3.4 GIS 運用の現状

森林委員会における GIS のハード・ソフトそして「VegRIS」について調査してきたが、GIS の運用状況は以下のとおりである。

通常、GIS スタッフは、主として「TNTMips」を使用している。これは、このソフトのコマンドがメニュー化されていてマウス操作のみによって利用できるからである。また、このソフトへの入力、このソフトからの出力のフォーマットが、他の GIS ソフトのフォーマットと互換性を持っているのもその理由の一つとなっている。(例えば、ARC/INFO の E00 ファイル、ArcView のシェープファイル、MapInfo の MIF、Microstation の DGN と DXF ファイル)

森林委員会は、GIS の運用について、次のような問題点を指摘している。

- ・ 植物資源情報を更新するのに用いる衛星画像データ、航空写真は、高価である。

- ・ 森林委員会内における GIS 技術者の不足。
- ・ 技術進歩や新規開発業務に対応した教育・訓練が不十分である。
- ・ GIS ソフト・ハードのバージョンアップに必要な財政の基盤が弱い。

6.4 GIS データのフォーマット

本調査業務で作成する GIS データのフォーマットは、森林委員会との検討・協議をとおして決定された。

6.4.1 GIS データのフォーマット

森林委員会は、1999年2月18日にサインされたS/Wに基づき JICA 調査団に GIS に利用できる次のデジタルデータの提供を要請した。

- ・ 土地利用植生図
- ・ 林相図
- ・ 土壌図

1999年8月20日のインセプションレポートの説明・協議や同年8月25日の会議をとおして森林委員会に提供する GIS のデジタルデータのフォーマットに関して、次の様な合意に達した。

- ・ 最終 GIS デジタルデータのフォーマットは、ARC/INFO の出力ファイル(E00 ファイル)型式とする。
- ・ E00 ファイルのバックアップ用データのフォーマットは、ArcView のシェープファイル型式とする。

(注: E00 ファイルは、EWS ARC/INFO、NT ARC/INFO 及び PC ARC/INFO に共通するアスキーファイルである。)

6.4.2 データフォーマットの合意に付随する事項

森林委員会は、データフォーマットの合意に付随して次の事項に合意した。

- ・ 全国レベルの森林区界、行政区、投影法に関するファイルをデジタル形式で調査団に提供する。
- ・ 上記データの著作権は、森林委員会に属し、データは、本プロジェクトのみに使用される。

6.5 各種主題図のデジタル化

各種調査に基づいて、土地利用植生図、土壌図、林相図の3種類の実地図が作成された。これら実地図が持っている各種の情報をGIS上で有効利用できるように、その情報のデジタル化を行った。

6.5.1 実地図のデジタル化手法

各実地図は、調査、解析の結果を全て図面上に表示してアナログ的に作成されている。これらのデジタル化は、次のように行った。

実地図のスキャンニング

実地図を図面単位でスキャンニングを行い、ラスターデータを取得した。

管面デジタル化

取得した実地図のラスターデータを図面単位にディスプレイ上に表示し、定義したデジタル化項目をベクトルデータ化した。

数値編集

ベクトルデータ化されたデータを実地図と比較しながら数値編集を行った。また同時に隣接図面との接合を行った。

構造化

各実地図のデジタル化の定義に従って、各データを所定のデータタイプ(ポイントデータ、ラインデータ、ポリゴンデータ)に変換した。また各データに所定のコードを付した。

フォーマット変換

～ まででは、ツールとして用いたソフトウェアに依存したフォーマットで業務を行った。その後、1999年8月25日の森林委員会との協議で合意した次のデータフォーマットにそれらのデータを変換し、GISデジタルデータを作成した。

- a) インストール用データ: Arc/Info の出力ファイル (E00 ファイル) 型式
- b) E00 ファイルのバックアップ用データ: Arc/View のシェープファイル型式

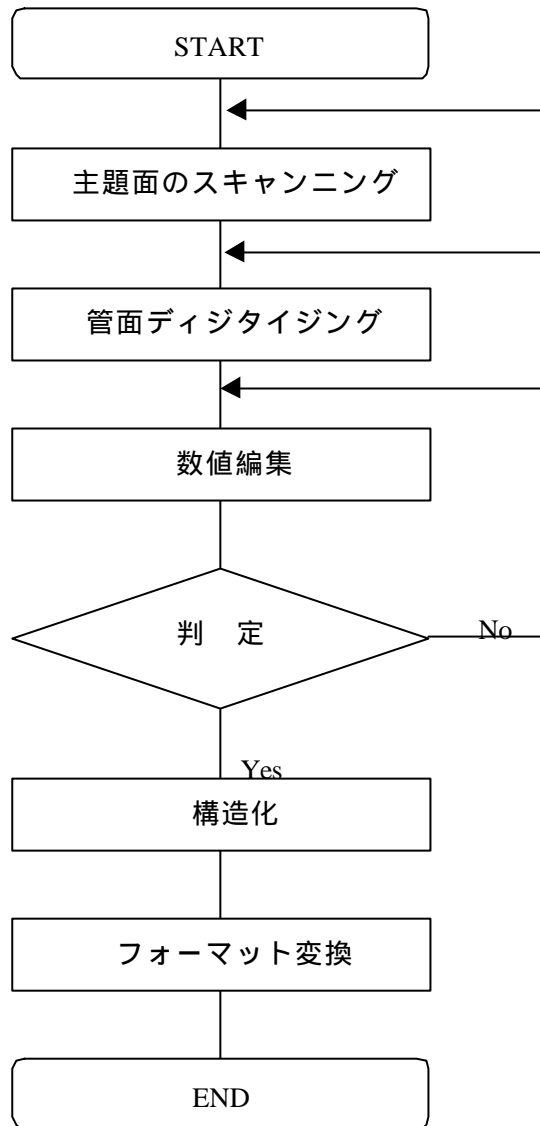


図 6 - 1 主題図のデジタル化のフローチャート

6.5.2 土地利用植生図のデジタル化

(1) デジタル化項目

土地利用・植生図では、次の項目をデジタル化した。

- ◆ Survey Area Boundary
- ◆ Forest Land Boundary
- ◆ Block Boundary
- ◆ 2 条道路
- ◆ 2 条河川
- ◆ 土地利用・植生界
- ◆ Block code
- ◆ Category code

(2) データタイプ

デジタル化した項目のデータタイプは、次のとおりであった。

- a) ポイントデータ
 - ◆ Block code
 - ◆ Category code
- b) ラインデータ
 - ◆ Survey Area Boundary
 - ◆ Forest Land Boundary
 - ◆ Block Boundary
 - ◆ 2 条道路
 - ◆ 2 条河川
- c) ポリゴンデータ
 - ◆ 土地利用・植生界

(3) データのコード体系




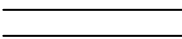


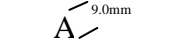
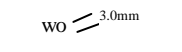
データのコード体系は、表 6 - 4 にまとめた。

(4) その他

ラインデータの一部が、土地利用植生界を兼ねる場合は、重複してデータを取得し、土地利用植生界が必ずポリゴンを形成できるようにした。

「Forest Land Boundary」、「Block Boundary」は、林相図(縮尺 1/20,000)からのデータを採用した。林相図上に表示されていないこれらの境界線は、土地利用植生図からデジタル化した。

表 6 - 4 データのコード体系(土地利用植生図)

コード	デジタル化項目	記号	データタイプ	線号	色
1101	Survey Area Boundary		ラインデータ	8	黒
1102	Forest Land Boundary		ラインデータ	6	黒
1103	Block Boundary		ラインデータ	5	黒
2102	2 条道路		ラインデータ	3	黒
5101	2 条河川		ラインデータ	3	青
1201	土地利用・植生界		ポリゴンデータ	4	黒
9101	Block code		ポイントデータ		黒
9102	Category code		ポイントデータ		黒

6.5.3 土壤図のデジタル化

(1) デジタル化項目

土壤図では、次の項目をデジタル化した。

- ◆ Intensive Area Boundary
- ◆ 土壤界線
- ◆ 分類コード
- ◆ Profile Survey Point
- ◆ Profile Survey Point 番号

(2) データタイプ

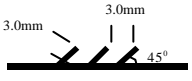
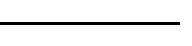
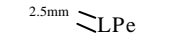
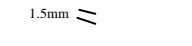
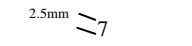
デジタル化した項目のデータタイプは、次のとおりであった。

- a) ポイントデータ
 - ◆ Profile Survey Point
 - ◆ Profile Survey Point 番号
- b) ラインデータ
 - ◆ Intensive Area Boundary
- c) ポリゴンデータ
 - ◆ 土壤界線

(3) データのコード体系

データのコード体系は、表 6 - 5 にまとめた。

表 6 - 5 データのコード体系(土壤図)

コード	デジタル化項目	記号	データタイプ	線号	色	備考
1100	Intensive Area Boundary		ラインデータ	8	黒	最終的ポリゴンデータとする。
1203	土壤界		ポリゴンデータ	4	黒	
9103	分類コード		ポイントデータ		黒	
9104	Profile Survey Point		ポイントデータ		黒	
9105	Profile Survey Point 番号		ポイントデータ		黒	

(4) その他

ラインデータが、土壤界を兼ねる場合は、重複してデータを取得し、土壤界が必ずポリゴンを形成できるようにした。

6.5.4 林相図のデジタル化

(1) デジタル化項目

林相図では、次の項目をデジタル化した。

- ◆ Intensive Area Boundary
- ◆ Forest Land Boundary
- ◆ Block Boundary
- ◆ 林相界線等
- ◆ Block code
- ◆ Parcel 番号、分類コード、Height class、Canopy Density class
- ◆ 道路・伐開線名

(2) データタイプ

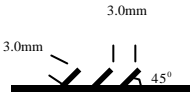
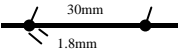



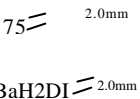

デジタル化した項目のデータタイプでは、次のとおりであった。

- a) ポイントデータ
 - ◆ Block code
 - ◆ Parcel 番号、分類コード、Height class、Canopy Density class
 - ◆ 道路・伐開線名
- b) ラインデータ
 - ◆ Intensive Area Boundary
 - ◆ Forest Land Boundary
 - ◆ Block Boundary
- c) ポリゴンデータ
 - ◆ 林相界線等

(3) データのコード体系

データのコード体系は、表6-6にまとめた。

表6-6 データのコード体系(林相図)

コード	デジタル化項目	記号	データタイプ	線号	色	備考
1100	Intensive Area Boundary		ラインデータ	8	黒	最終的にポリゴンデータとする。
1102	Forest Land Boundary		ラインデータ	6	黒	
1103	Block Boundary		ラインデータ	5	黒	
1204	林相界線等 (Parcel Boundary)		ポリゴンデータ	4	黒	
9101	Block code				黒	
9106	Parcel 番号、分類コード Height class, Canopy Density class				黒	
9107	道路、伐開線名				黒	字は斜体とする。

(4) その他

ラインデータが林相界線等を兼ねる場合は、重複してデータを取得し、林相界等が必ずポリゴンを形成できるようにした。

6.5.5 その他

(1) 品質管理

デジタル化したデータの品質管理を実施する為に次のような手法を採用して実施した。

- ◆ デジタルデータの論理チェック
ポリゴンデータの形成において、データの論理チェックを実施した。
- ◆ デジタル化データの目視チェック
デジタル化したデータを所定の図式記号、色、線号、線種で出力し、入力図との目視照合を実施した。

(2) 出力図の作成

デジタル化データの目視チェック用に出力図を作成したが、成果品である GIS デジタルデータを容易に目視で確認できるように、入力図と同じシート割、整飾で出力図を作成した。各主題図の分類コードの色は、便宜的に指定した。

6.6 各主題図のシステムへのインストール

「6.5 各種主題図のデジタル化」で得られたデジタルデータを森林委員会のシステムへインストールする。

6.6.1 地形データのインストール

作成した縮尺 1/20,000 地形データを森林委員会が保有する GIS ソフト「Arc/Info」、「Arc/View」上で運用できるようにインストールする。インストールにあたって、図式上の記号や色が適切に表示、出力できるように処理を加える。また将来のシステム機能の向上に対処できるように処理を行う。

6.6.2 主題図データのインストール

作成した「土地利用・植生図」、「土壌図」、「林相図」デジタルデータを「Arc/Info」、「Arc/View」の両 GIS ソフトウェアで運営できるようにインストールする。

7. 土地利用植生図の作成

7.1 現地踏査

サーベイエリアの森林は、雨期の後、7月から10月にかけて落葉を開始する落葉樹から成っている。当然のことながら草も同様である。そのため、現地調査を行った9月初旬においては、同一樹種が葉をつけている箇所と落葉している箇所があった。航空写真が撮影されたのは8月である。航空写真上の像はそのような移行期のものであり、現地と写真像の違いはときに判読を混乱させる。現地踏査により明らかになった事項は次のとおりである。

(1) 写真像を誤判読させる要因

写真像を誤判読させる要因は、次のように要約できる。

- (a) 航空写真が撮影された8月初旬には *Brachystegia* は葉をつけていたことは確実である。葉をつけた木は写真上ではすべて黒点として映る。また、*Combretum collinum* もその時点では葉をつけていたはずである。これらの樹種の区別をつけることは困難である。
- (b) ミオンボ林の主要樹種である *Brachystegia* と *Julbernardia* は8月から若枝を出し始める。それらの若い葉のあるものは、写真上では葉が映っていない。
- (c) 葉が比較的大きな *Baikiaea* と小さな葉の *Acacia* でさえ判別困難であり、落葉していない樹木の樹種判定は困難である。
- (d) 火災被害跡地は、地上の色とは異なっている。それは炭化した植物が地上を覆っている場合は黒色である。一方、地表火のように腐食層が焼けた場合は白色を示す。
- (e) 同一樹種で、居住地、農地、道路等人為的影響のある周辺では葉をつけたまま落葉しない傾向があるのに対し、林内ではほとんどが落葉している。

これらの要因は、写真判読を行う上で常に判読区分が困難となる原因と考えられた。

(2) 森林被覆を変化させる要因

サーベイエリアでは最近焼畑移動耕作は行われていない。自然の遷移の他に、森林被覆を変化させる要因と考えられるものは、火災、森林委員会による伐採、居住者の土地の割り当てである。例えば森林委員会はリロケーションエリアに予定している土地の有用樹種の択伐を民間会社に許可している。

サーベイエリアでは森林火災跡地が広く見られる。観察した限りでは、樹冠火や樹幹火の跡はなかった。主な火災タイプは、地表火で5 - 10 m 以上の樹高を持つ木には致命的な損傷の原因とはなっていない。しかし、例外として15m程度の樹高の *Baikiaea* では、幹や枝からでる不定芽を持つ場合もある。この例は鉄道の両側に

沿った地域にのみ見られ、10m以上の高さにも及ぶ強い火災が繰り返えられることに起因していると考えられる。鉄道に隣接した森林では他の地域に比べてより強い火災の影響を受けていると思われる。

7.2 写真判読基準

(1) 既存分類基準の検討

写真判読基準作成の参考資料として、次の地図が検討された。

- (a) ケニアの CODA という会社により 1983 年に撮影された白黒写真をもとに 1989 年に作成された CODA の地図 (縮尺 1/25,000)
- (b) 主として担当官の経験により 1994 年に計画作成された「南部管区の森林管理計画」の付属地図 (縮尺 1/250,000)

どちらの地図もサーベイエリアであるグワイーとベンベジ森林区が対象地域となっている。判読区分に関しては、これらは互いに類似しており、重要種でない樹種の判読結果が多少異なる。

CODA の地図は樹冠の階層、樹冠疎密度、地表状態、それに次のような優占樹種の分類から成っている。残念ながら CODA の地図の判読基準は入手できなかった。また、入手された地図はサーベイエリアとインテンシブエリアすべてをカバーするものではなかった。

表 7-1 コーダの地図の分類 (縮尺 1/25,000)

樹冠特性	1	多層	優占樹種	A	Acacia spp.
	2	単層		B	Baikiaea plurijuga (ムクス)
	3	二層		C	Combretum spp.
樹冠疎密度	1	閉鎖	Co	Colophospermum mopane (モパネ)	
	2	部分的に閉鎖	G	Guibourtia coleosperma (ムチビ)	
	3	疎	Br1	Brachystegia spiciformis (ムササ)	
	4	散	Br2	Brachystegia boehmii (イッシャベラ)	
	5	非常に散	Bu	Burkea africana (ウムノド)	
地表状態	1	天然更新 (樹高 6 m まで)	K	Kirkia acuminata (ウムヴミラ)	
	2	草地	P	Pterocarpus angolensis (ムクワ)	
	3	灌木	T	Terminalia spp. (マングウェ)	

ベンベジ及びグワイ森林区の管理計画の付属地図の区分は次のとおりである。

表 7-2 付属地図の分類 (縮尺 1/250,000)

内 容	Symbol
灌木林	S
フレイ灌木林	VS
二層、疎、草地ミオンボ	Br
二層、疎、Burkea/Pterocarpus ウッドランド	Bu/P
多層、疎、草地 Baikiaea ウッドランド	B
二層、疎、草地ミオンボ/Pterocarpus	Br/P
単層、疎、Baikiaea/Guibortia ウッドランド	BG
多層、部分的に閉鎖した Baikiaea の灌木林で Baikiaea の天然更新	BB
疎、草地 Pterocarpus/Burkea ウッドランド	Pt/B
多層、部分的に閉鎖、 mopane/Baikiaea ウッドランド	MOP/B

どちらの地図も森林を次の要素で区分している。

- (a) 樹種
- (b) 樹冠疎密度
- (c) 樹冠の階層
- (d) 地表状態

樹冠疎密度と樹冠の階層は、写真像から判読は可能と考えられる。しかし、樹種と地表状態は、航空写真像よりも地上調査によった方が信頼度は高いと思われる。

優占樹種の判読の可能性を明らかにするために、プロットのデータを参照した。Baikiaea の優占がデータを通して読み取れる。しかし、共同優占種については困難であった。

表7-3 プロットのデータと判読の分類

プロット No.	地上での観察					既存データ	
	優占樹種	葉がある樹種	樹冠 疎密度 (%)	平均 樹高 (m)	樹冠特性* 地表状態	CODA 地図 (83年の航空写真を基礎)	森林管理計画 (94年)の 付属地図
1-1	T C	-	10	6	- 二層 - 天然更新/草	B(多層 / 散 / 草)	B
1-2	B	B	30	7	- 多層 - 天然更新/草	B(多層 / 散 / 草)	CL
1-3	B Br	B Br	30	7	- 多層 - 天然更新/草	BP(多層 / 疎 / 草)	B
1-4	B C	Br	40	7	- 多層 - 天然更新/草	BBr(多層 / 疎 / 草)	B
1-5	B C	B Br	45	7	- 多層 - 天然更新/草	B/B(多層 / 疎 / 天然更新)	BB
1-6	B G	B	20	8	- 多層 - 天然更新/草	B(多層 / 疎 / 草)	B
1-7	B G	B G	40	7	- 多層 - 天然更新/草	B(多層 / 疎 / 草)	B
1-8	B C	B	10	7	- 二層 - 天然更新/草	B/B(多層 / 散 / 天然更新)	Pt/Bu
1-9	Co B	B G	40	9	- 多層 - 天然更新/草	B(多層 / 散 / 草)	Pt/Bu
1-10	B G	B G	25	8	- 二層 - 天然更新/草	BG(多層 / 散 / 天然更新)	B
1-11	B	B	30	7	- 二層 - 天然更新/草	GB(単層 / 部分的閉鎖 / 天然更新)	B

注: 樹種の短縮表現は表7-1に示したCODAの地図の分類を参照した。

*: 階層数は林床層を含んでカウントした。

森林委員会 は、CODA の地図を 1989 年 2 月に検査し、優占樹種の誤記載とデータが古いことについて指摘している。

最終的に、調査団は縮尺 1/50,000 の土地利用植生図を作成するスケジュールが限られていることから、サーベイエリアにおいて優占樹種の判読は行えないと判断した。

(2) 判読の区分及び基準

土地利用植生図 (縮尺 1/50,000)の作成に関し、森林委員会 側と調査団との間で次の分類と基準で行うことに合意した。

表 7-4 土地利用植生図の写真判読区分及び基準

	分類	地図上 記号	基準
人工林	1-加造林地	E	対象地は Kenmaur の南西部に位置する
天然林	閉鎖ウッドランド	WC	樹高 5 m 樹冠疎密度 50 %
	疎ウッドランド	WO	樹高 5 m 樹冠疎密度 < 50 %
	閉鎖ブッシュランド	BC	樹高 < 5 m 樹冠疎密度 50 %
	疎ブッシュランド	BO	樹高 < 5 m 樹冠疎密度 < 50 %
	河畔林	R	特に河川沿いに生育した森林
森林外	裸地	BL	裸地
	湿地	WL	沼や池のような湿地
	フレイ/草地	VG	インスザフレイのようなフレイまたは草地
	河川	RI	ベンベジ川のような河川
	耕作地	CL	トウモロコシ畑のような耕作地
	集落	ST	St. Lukas や鉄道の周辺のように小さな建物を含む居住地群
	その他	OT	道路、鉄道、高圧線敷等

注: フレイは広く草に覆われた低地

土地利用植生図には現在森林委員会が使用しているブロック界を記入した。

(3) 林相図のための判読

土地利用植生図 (縮尺 1/50,000) と 2000 年に行われる森林調査を基に、次のことを考慮して林相図 (縮尺 1/25,000)を作成した。

優占樹種に関しては、写真像と現地調査結果との比較が許す限り判読を行う。

- (a) *Baikiaea* 優占ウッドランド
- (b) *Brachystegia* 優占ウッドランド
- (c) *Guibourtia* と *Baikiaea* 優占ウッドランド

7.3 面積測定結果

土地利用植生図の各区分の面積構成は、表7-5及び図7-1のとおりである。

サーベイエリアは、疎ウッドランド及び閉鎖ブッシュランドが合せて82%を占め、これらが当地域の主な森林被覆のタイプであることがわかる。

グワイとベンベジの森林区的面積構成割合におけるちがいは、耕作地である。ベンベジ森林区にリロケーションエリアが集中していることもあり、ベンベジの割合は、グワイの4倍以上となっている。

表7-5 土地利用植生図の面積構成

区 分	記号	グワイ森林区		ベンベジ森林区		合 計	
		面積(ha)	%	面積(ha)	%	面積(ha)	%
ユ-加造林地	E	122	0	0	0	122	0
閉鎖ウッドランド	WC	4,424	3	839	2	5,263	3
疎ウッドランド	WO	87,625	60	31,088	56	118,713	59
閉鎖ブッシュランド	BC	36,617	25	9,304	17	45,921	23
疎ブッシュランド	BO	6,490	4	2,271	4	8,761	4
河畔林	R	2,751	2	677	1	3,428	2
裸地	BL	40	0	68	0	108	0
湿地	WL	38	0	11	0	49	0
フレイ/草地	VG	1,212	1	560	1	1,772	1
河川	RI	141	0	36	0	177	0
耕作地	CL	5,999	4	10,186	18	16,185	8
集落	ST	90	0	0	0	90	0
その他	OT	284	0	74	0	358	0
	合計	145,833	100	55,114	100	200,947	100

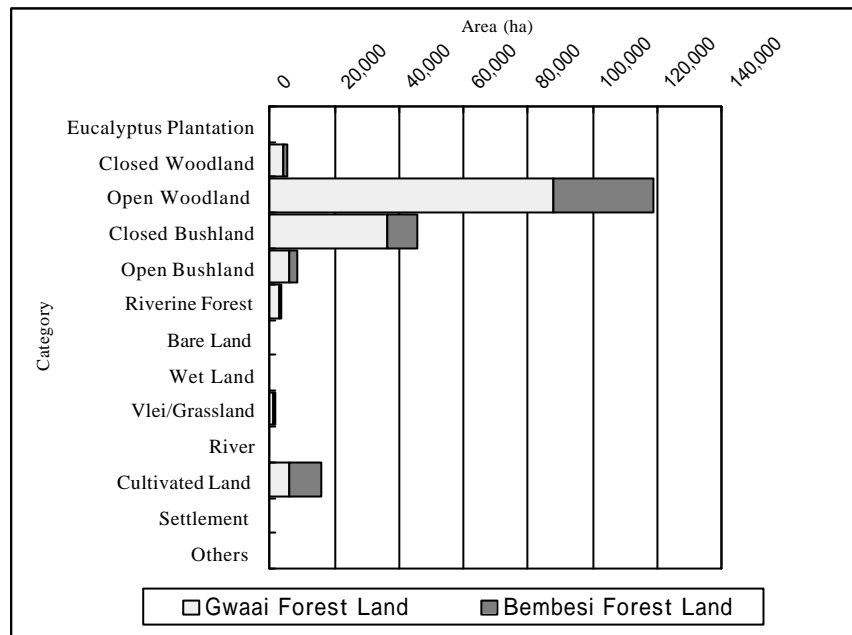


図 7-1 サーベイエリアの土地利用植生区分別面積

各区分の分布の傾向としては、サーベイエリアのベンベジ川より南西側には、広いまとまりを持ったブッシュランドが北側に比べて多く分布する。また、農地は、フォールズ道路沿い及びリロケーションエリア内外に存在する。

ブロックの面積で、最大・最小は以下のとおりである。

表 7-6 ブロック面積の最大値及び最小値

対象地域	最大値	最小値
グワイ森林区	21,942 (ブロック O)	7,237 (ブロック E)
ベンベジ森林区	31,877 (ブロック B)	11,366 (ブロック C)
サーベイエリア (両森林区)	31,877	7,237

各森林区及びブロックの面積は、表 7-7 のとおりである。

表7-7 グワーイ及びベンベジ森林区のブロック別面積

(単位: ha)

区分	グワーイ森林区のブロック												合計
	A	B	C	E	G	H	J	K	L	M	N	O	
ユ-加造林地					122								122
閉鎖ウッドランド	37	19	43	110	178	133	395	138	532	927	1,077	835	4,424
疎ウッドランド	5,674	6,220	5,288	4,009	5,108	9,102	10,612	5,323	10,874	7,256	5,024	13,135	87,625
閉鎖ブッシュランド	3,377	2,366	1,283	1,740	971	1,640	2,465	5,539	1,909	3,272	6,055	6,000	36,617
疎ブッシュランド	1,243	949		124	134	8	42	2,461	412	192	255	670	6,490
河畔林		478	33		379	335	462	160	15	13		876	2,751
裸地							40						40
湿地					9	23						6	38
フレイ草地	93	111					25		358	539	86		1,212
河川		17	1	4	18	18	17	8				58	141
耕作地	22	276	1,003	1,246	563	799	671	1,033	10		20	356	5,999
集落	39				38	13							90
その他	52		17	4	17	17	21	14			136	6	284
合計	10,537	10,436	7,668	7,237	7,537	12,088	14,750	14,676	14,110	12,199	12,653	21,942	145,833

区分	ベンベジ森林区のブロック			合計
	A	B	C	
ユ-加造林地				
閉鎖ウッドランド	293	318	228	839
疎ウッドランド	2,440	22,772	5,876	31,088
閉鎖ブッシュランド	2,033	3,028	4,243	9,304
疎ブッシュランド	325	1,523	423	2,271
河畔林	48	629		677
裸地		68		68
湿地		11		11
フレイ草地			560	560
河川	10	26		36
耕作地	6,717	3,433	36	10,186
集落				
その他	5	69		74
合計	11,871	31,877	11,366	55,114

8. 森林調査

8.1 森林調査

8.1.1 調査設計

(1) 森林資源調査の方針

全林分の蓄積を推定した結果が精度を持って表せる方法を採用した。

(2) アクセス及び工程

(a) アクセス

サーベイエリアの最も長い方向に沿って 2 車線のよく舗装された「ブラワヨ - ビクトリアフォールズ道路 (フォールズ道路)」があり、この道路がブラワヨからサーベイエリアへのアクセスを提供している。ブラワヨ市とビクトリアフォールズの間地点の Halfway を調査基地とすることとした。

サーベイエリアの中ではフォレストヒル事務所及びグワイ森林ステーション (アモンドウメラ) の周辺に未舗装の砂土の道路が広がっている。これらは土地が平坦であることを反映して直線で、過去 100 年の伐採活動とともに発達してきた。現在これらの道路はフォレストヒル事務所により森林管理のため維持されており、4WD の車で時速 20 ~ 40 km で通行可能である。しかし、ベンベジ、インスザ、それにグワイの主要 3 河川に沿った道路では主にロバによる運搬が行われており、狭く曲がりくねった道路であることから上述したスピードで走ることはできない。

(b) 工程

森林本格調査は、雨期の直後の 5 月初めから行う予定であったが、社会事情により 7 月下旬から始められた。そのため落葉などが懸念されたが、2000 年の降雨は約 2 ヶ月ほど長引いたため、*Pterocarpus angolensis* を除く主要樹種は落葉しておらず、調査に支障はなかった。しかし、ほとんどの草は枯れていた。

本格調査では、森林調査について 2 チームを編成し、各チームのメンバーは、次のような構成で行った。

技師	2 人
補助技師	1 人
作業員	3 - 4 人

(3) プロットの面積と形状

1999 年の調査結果に基づき、作業の効率化の面から、プロットは長方形で、0.1ha (20m × 50m) の大きさで行った。

(4) プロットの数

必要抽出プロット数は、予備調査の結果を用いて、「全材積」により算出した（「全材積」とは幹と枝の両方の材積である。一方、幹だけの材積は「幹材積」と呼ばれている）。目標精度を信頼度 95%、推定誤差率 10%として、以下の式により計算した。

$$n = (t \cdot Cv / E)^2$$

n：プロット数

t：信頼度係数(t=2、信頼度 95%)

Cv：変動係数

E：推定誤差率

表 8-1 予備調査の結果

プロット No.	プロットの面積 (ha)	出現樹種数	平均胸高直径 (cm)	平均樹高 (m)	密度 (/ha)	全材積 (m ³ /ha)
1-1	0.1	3	15	6	110	8.710
1-2	0.1	5	23	7	290	62.940
1-3	0.1	5	18	7	220	38.130
1-4	0.1	6	18	7	360	58.880
1-5	0.1	5	18	7	180	39.770

注：測定対象木は、胸高直径 10cm 以上。

表 8-2 プロット数

プロットの大きさ (ha)	0.1
標準偏差 (m ³ /ha)	21.512
平均材積 (m ³ /ha)	41.686
変動係数 (Cv)	0.516
信頼度係数 (t)	2
推定誤差率(E)	10%
プロット数	107

この結果、107 点以上を調査すれば目標精度を確保できると推定された。

(5) プロットの抽出

プロットの抽出方法については、当初航空写真判読に基づく層化無作為抽出による予定であったが、土地利用植生図の区分が、材積推定の対象であるウッドランドについて、樹冠疎密度で 2 区分しかできなかったため、単純無作為抽出で行うこととした。

(a) プロットの配置

インテンシブエリアのウッドランドを対象として、無作為にプロットを配置した。縮尺

1/50,000 の地図に 0.5 km x 0.5 km の格子線を設定し、左上端に座標原点を決め、格子線の交点をプロット抽出点とした。プロットは乱数表を用い無作為に抽出した。

(b) 調整

上記の (a) で述べた手順を以下の調整を踏まえて繰り返し行った。

- i) 材積推定の対象ではないウッドランド以外にプロットが落ちた場合。（ブッシュランドはプロット配置の対象から外れる）
- ii) 車道などから極端に離れてプロットが抽出された場合。（極端な非効率を避けるため、調査プロット数の 20% 程度について行った）
- iii) プロットの数については、予備判読した林相区分の面積割合をある程度配慮して、追加した。

その結果、予備調査で求めた 107 点という目標を越えた 136 点を抽出した。

こうして、抽出されたプロットについて、航空写真及び林相図の予備判読図上に位置を移写し、予備判読図上でアプローチ用ルート、測量線などを検討した。

(6) プロットの設定

コンパス測量を用い、航空写真上に落とされたプロットの抽出点に到達し、そこをプロットの起点として長方形のプロットを設定した。プロットのサイズは、20m x 50m である。

(7) 測定項目

以下の項目について、測定を行った。胸高直径は、直径巻尺または輪尺により測定した。樹高はブルーメライス測高器により測定した。

表 8-3 測定項目

測定項目	単位	備考
樹種		
胸高直径	2cm	地上から 1.3mの高さの直径とし、胸高直径 10cm 以上の樹木を対象とする。
全樹高	1m単位	
健全度		1 = 正常、直立。 2 = 正常、しかし幹は直立ではないが、製材使用可。 3 = 幹が分かれる。又は 5m 以下でフォーク状になる。 4 = 腐朽が見える。空洞がある。 5 = 枯死または枯死寸前。
山火事の損傷度		1 = 火入れの損傷がない。 2 = 火入れにより樹皮が黒くなっている。 3 = 火入れによる損傷が見られる。枯死までは至らず。 4 = 致命的な火入れによる損傷。
地況因子		プロットの地況として標高、傾斜、方位、地形形状について記録する。
更新状況		Braun-Blanquet の方法に基づいて、樹高 5 m 未満の立木について、プロット全体の概況を記入する。

表 8-4 Braun-Blanquet による被度と数度

被度と数度	階級の記号
わずかな被度を持ち少数	+
個体数は多いが被度は低いか、または割合少数であるが被度は高い	1
非常に多数または被度 10-25%	2
被度 26-50%、個体数は任意	3
被度 51-75%、個体数は任意	4
被度 76-100%、個体数は任意	5

(8) 調査点数

調査したプロットの数合計は136点であり、その林相区分別内訳は表8-5のとおりである。

表8-5 林相区分別のプロット数

林種	林相記号	調査点数
植栽された <i>Eucalyptus</i> spp.	Eu	4
<i>Baikiaea plurijuga</i> が優占する林分	Ba	93
<i>Guibourtia coleosperma</i> が優占する林分	Gc	20
<i>Brachystegia</i> spp. が優占する林分	Br	8
<i>Acacia</i> spp. が優占する林分	Ac	2
Combretaceae が優占する林分	Co/Ts	5
<i>Colophospermum mopane</i> が優占する林分	Cm	2
河畔林	R	2
合計		136

注：樹高と樹冠疎密度別のプロット数は付属資料のとおりである。

(9) プロット材積の計算

ドイツの協力により北マタベレランドのモザラ森林区の天然生林で行われた森林資源調査により作成された材積式は、グワイー及びベンベジ森林区周辺の材積推定に適用できることが明らかとなった。森林委員会の担当官と調査団との協議に基づいて、全材積と幹材積についての既存材積式を本調査に適用することに決定した。

(a) 全材積

幹と枝を含み皮付きの全材積の推定のため次の式を適用する。推定材積は幹と枝を含むが、根と根株は含まない。

i) 胸高直径 22 cm 以上の樹木の材積式

全材積は形状係数に基づいた相関により推定されている。

$$\text{材積 (m}^3\text{)} = \text{胸高断面積 (m}^2\text{)} \times \text{樹高 (m)} \times \text{形状係数}$$

形状係数は次のように計算される。

$$\text{形状係数} = (-0.00128 + 0.563577 \times (1 - 1 / \text{胸高直径 (cm)}^2))$$

形状係数は胸高直径 7.5 cm 以上の全材積推定のための Banks and Burrows の材積表から計算されている。

ii) 胸高直径 22 cm 未満の樹木の材積式

次の式は先端直径が 5 cm までの全材積の推定式である。

$$\text{材積 (m}^3\text{)} = 0.0031379 + 0.439125 \times \text{胸高直径 (m)}^2 \times \text{樹高 (m)}$$

(b) 幹材積

皮付き幹材積推定には次の式と係数を適用する。先端直径 15cmまでのこの製材用の幹材積は Banks and Burrows の式に基づいており、元の係数はメートル法に変換されている。

表 8-6 幹材積式

材積(m ³) = a + b x 胸高断面積 (m ²)		
樹種グループ	a	b
<i>Pterocarpus</i> (<i>Brachystegia</i> , <i>Julbernardia</i> , <i>Erytrophleum</i>)	-0.335	9.423
<i>Baikiaea</i> (<i>Kirkia</i> , <i>Combretum</i>)	-0.219	6.976
<i>Guibourtia</i> (<i>Burkea</i> , <i>Afzelia</i> , <i>Sclerocarya</i> , その他)	-0.225	6.997

Banks and Burrows の原本ではこの式の適用は最小胸高直径 13.6 インチ (約 35 cm) までの樹木に限られている。この式の適用については、FC 側との協議の上、胸高直径 26cm 以上の樹木について適用し、本調査で幹材積の計算を行うこととした。

プロット材積の計算結果は、付属資料のとおりである。

8.1.2 調査結果

胸高直径 10cm 以上の立木について、出現樹種、本数、胸高直径、樹高、材積について述べる。

(1) 出現樹種及びその本数

プロットのデータを単純に合計し、最も多く出現した樹種を上位から並べると表 8-7 のとおりである。

Baikiaea plurijuga が、河畔林を除き、全体にわたって出現し、その 4 分の 1 程度で *Guibourtia coleosperma* が出現した。これら 2 樹種の合計で、全体の約半分以上を超える。この 2 樹種に次いで、*Combretum collinum* と *Commiphora* spp. が現れているが、これらは上記の 2 樹種に優占することはない。

Colophospermum mopane は河畔林に純林状態で出現する場合と、*Acacia* spp. が混交する場合がある。また、*Eucalyptus camaldulensis* は Kenmaur 周辺でまとまって植林されている。

表 8-7 プロット調査で多く出現した樹種 (全プロットの合計値)

Rank	Species	Total No. of Trees Appeared	Frequency of Species Appeared (%)	Accumulated Ratio (%)
1	<i>Baikiaea plurijuga</i>	1368	42	42
2	<i>Guibourtia coleosperma</i>	401	12	55
3	<i>Combretum collinum</i>	274	8	63
4	<i>Commiphora mossambicensis</i>	109	3	66
5	<i>Brachystegia spiciformis</i>	89	3	69
6	<i>Colophospermum mopane</i>	84	3	72
7	<i>Terminalia sericea</i>	83	3	74
8	<i>Pterocarpus angolensis</i>	82	3	77
9	<i>Commiphora pyracanthoides</i>	69	2	79
10	<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	66	2	81
11	<i>Burkea Africana</i>	64	2	83
12	<i>Commiphora mollis</i>	60	2	85
13	<i>Diplorhynchus condylocarpon</i>	56	2	87
14	<i>Ochna pulchra</i>	51	2	88
15	<i>Acacia nigrescens</i>	46	1	90

全体の出現樹種は、付属資料に示した。

(2) 胸高直径と樹高

林相別の胸高直径と樹高の単純平均値は以下のとおりである。

調査した範囲で、胸高直径と樹高の最大値は、河畔林に出現した *Acacia ataxacantha* で 120cm の 31m であった。

表 8-8 林相別胸高直径の平均値・最大値

DBH \ Forest Type	Eu	Ba	Gc	Br	Ac	Co/Ts	Cm	R	All
Average (cm)	14	18	20	19	14	14	14	30	18
Max (cm)	24	79	61	58	43	51	28	120	120

表 8-9 林相別樹高の平均値・最大値・最小値

Tree Height \ Forest Type	Eu	Ba	Gc	Br	Ac	Co/Ts	Cm	R	All
Average (m)	9	7	7	8	6	6	7	14	7
Max (m)	17	18	15	14	9	11	10	31	31
Min (m)	5	2	3	3	4	3	4	3	2

インテンシブエリアの森林は、天然生林であり、ほとんどが異齡林である。

持続的な異齡林の管理は、基本的に逆指数曲線的な直径階別分布を林分が構成するように維持することが望ましい。

インテンシブエリアのように 1900 年代初めから、略奪的に大径木の抜き伐りや火災などの人為に干渉・攪乱されてきた森林の場合、相応に直径階別分布も攪乱されてい

る。したがって、自然林が本来持っている、人為ぬきの自然条件の下での連続性や断続性は期待できない。それゆえ、本調査結果から自然特性を得ることは困難であるが、現状を把握することは、今後の森林管理の指標となりうると考えられる。

インテンシブエリアに出現する森林と類似する天然生林では、直径階別分布の傾向は、逆指数曲線、平行線、ベル型といった 3 つのパターンに類型化されている(下図参照)

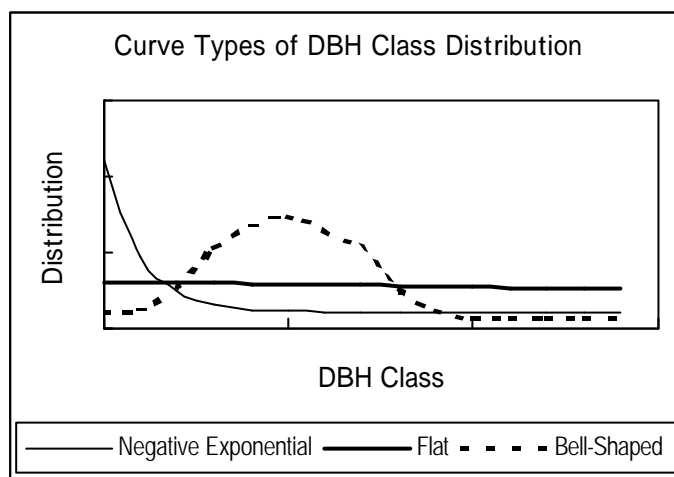


図 8 - 1 直径階と出現頻度の関係

これらの 3 つの曲線に応じて、更新と枯死の面から表 8 - 10 のような林況の特徴が一般的に知られている。

表 8 - 10 直径階別分布の傾向と更新・枯死の関係

曲線のタイプ	更新状況	枯死状況
逆指数曲線	旺盛かつ連続的である	全齡級において一様である
平行線	断続的である	幼齡時に多い
ベル型	特別な攪乱などの好条件の下、一時的に発生する	好条件が得られなければ、枯死する

主要樹種について、プロットのデータを単純に合計した結果は、図 8 - 2 のとおりである。ほとんどの樹種は、逆指数曲線となっている。例外として、*Pterocarpus angolensis* だけが、平行線に近い分布を示している。これより、主要樹種は、更新が旺盛で、その後の枯死は全齡級に一様に生じていると推定される。

また、*Pterocarpus angolensis* の場合は、人為による攪乱がなければ、更新が断続または分散して行われきて、枯死は幼齡時に多いと考えられる。

Baikiaea plurijuga, *Guibourtia coleosperma*, *Pterocarpus angolensis*, *Brachystegia* spp. に共通する事項として、15cm から 19cm の直径階はやや少ない傾向がある。この原因は不明であるが、人為による攪乱が原因していると考えて間違いはないである

う。人為による原因は3つ考えられ、1つは、15～19cm 階の樹木が更新する頃母樹が伐採されたことである。伐採の記録や生長量から推定すると今から50～100年前の第1次の伐採が影響していると考えられる。当時母樹が伐採されて更新量が少なくなり、それにより現在15～19cm 階の樹木が少なくなっているのだと推測される。その後残存木が成長し、10～14cm 階の樹木の更新量は回復した。

2つめは、上述のことと関連するが、15～19cm 階の樹木が更新する時に多くの母樹は伐採されたが、残存した母樹からは普通に更新した。しかし、森林火災により多くの更新木が焼失したと推測することもできる。

3つめは、住民が薪として15～19cm 階の樹木を好んで燃材として使用することが考えられる。しかし、住民は居住地周辺からのみ薪採取をしていると考えられ、調査地全体にわたり15～19cm 階の樹木を少なくするほどの薪を採取しているとも考えられず、この可能性は薄い。

Pterocarpus angolensis の平行線に近い分布は、この樹種の材質が良いため、今まで多くが抜き伐りされ、常に盗伐され続けてきたため、更新量が少なくなっていると考えるのが妥当であろう。もし、この分布が人為の影響ではなく、自然のものだとすれば、更新は断続的で幼齢時に枯死が多いと考えられる。

原因がどこにあるにせよ、この分布からは、*Pterocarpus angolensis* の将来の持続的生産は危惧される。

また、主要樹種については、今後15～19cm 階の樹木はできるだけ伐採せずに保護していく必要がある。

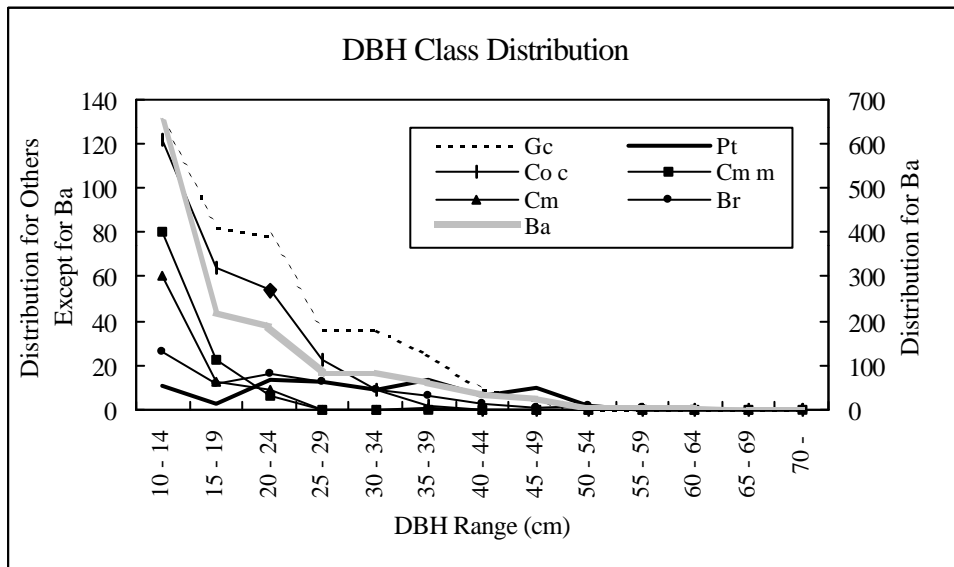


図8-2 主要樹種の直径階別分布の傾向

注: Pt: *Pterocarpus angolensis* Co c: *Combretum collinum*

Cm m: *Commiphora mossambicensis* Br: *Brachystegia* spp.

Baikiaea plurijuga のみ右の Y 軸を使用。その他の樹種は、左を使用。

上記の全体的傾向は、各プロットデータにおいて必ずしも相似して現れていない。各プロットの 0.1ha というサイズにおいては、逆指数曲線、平行線、ベル型の 3 つのタイプが混在している。つまり、直径階別分布の傾向においては、0.1ha というサイズで森林の構造をみると、全体的傾向とは異なり、標本としての特性がより顕著に現れることを示している。

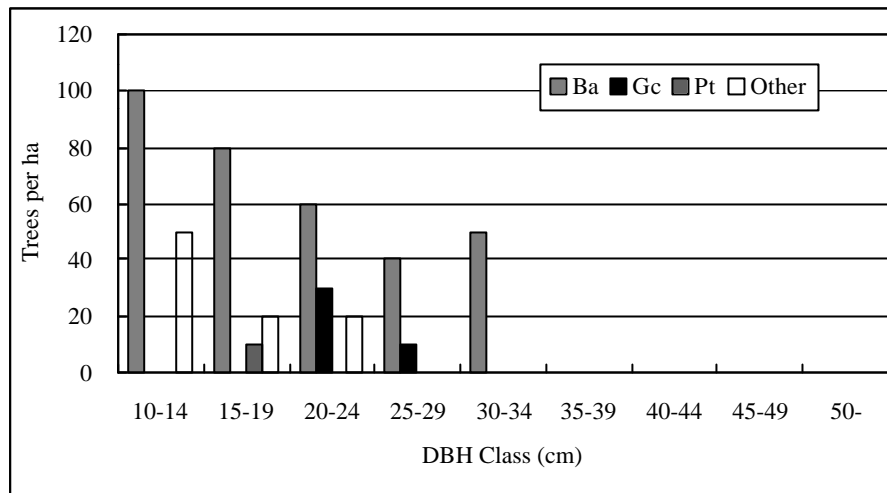
樹種別の特性としては、*Baikiaea plurijuga* の場合は、10cm から 19cm といった小さな直径階の度数が大きいことが多い。立木密度が高い場合は、逆指数曲線の場合が多い。逆に低い場合には、平行線やベル型の場合が多い。

Guibourtia coleosperma は 20cm から 34cm を中心にベル型を示すことが多い。*Pterocarpus angolensis* は、このプロットのサイズでは連続的な分布を示さず、孤立木のような形で出現する。

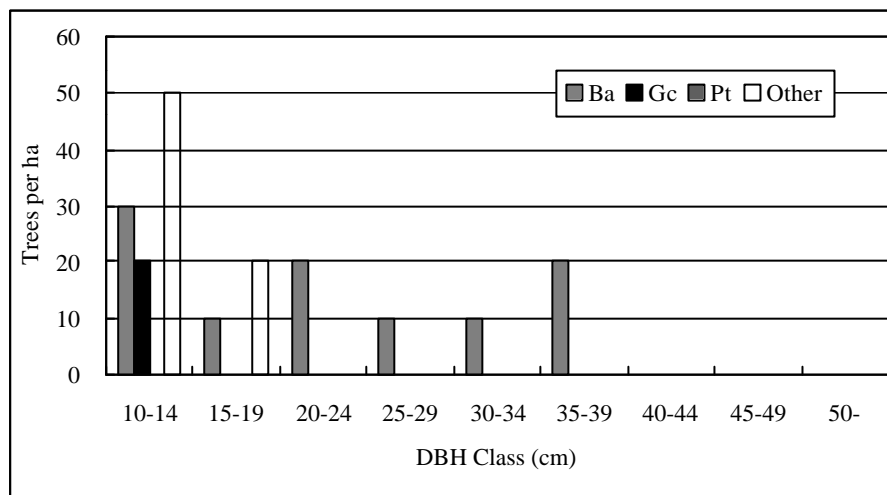
プロット全体における優占樹種の持つ逆指数曲線の分布は、インテンシブエリア全体の傾向を示している。したがって、プロットの面積レベルで優占樹種について平行線やベル型であり、人為的影響が顕著な場合は、それを排除すれば、逆指数曲線への移行が自然に促されると考えられる。ただし、*Pterocarpus angolensis* は例外であり、個体数が減り続ける傾向にある。

Baikiaea plurijuga が優占する林分についての例を図 8-3 に示す。

< 逆指数曲線 >



< 平行線 >



< ベル型 >

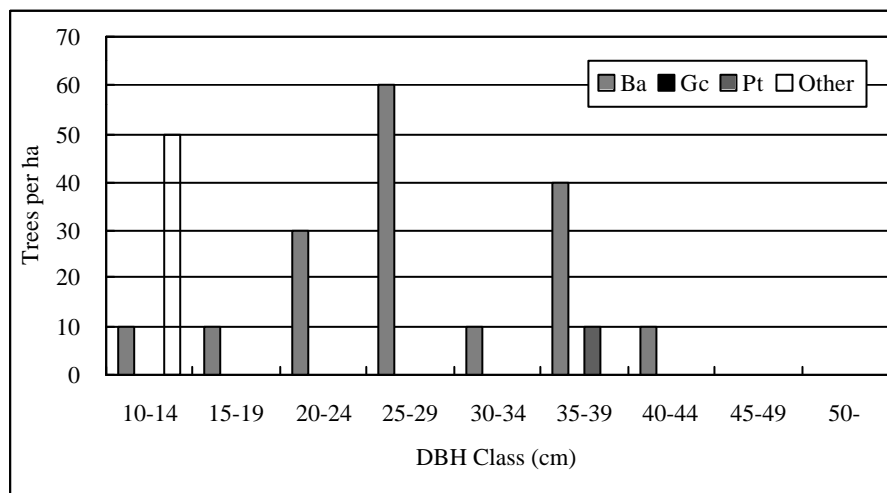


図 8-3 プロット別の直径階別分布の傾向

注: すべて *Baikiaea plurijuga* が優占する林分 H45 S23 H9

(3) 健全度及び山火事の損傷度

プロット全体の健全度は図8-4 のとおりである。

クラス別には、3が最も多く約80%を占め、1や2はほとんどない。つまり、地上から第1力枝まで5m以上の高さがある木を探すのは困難だといえる。

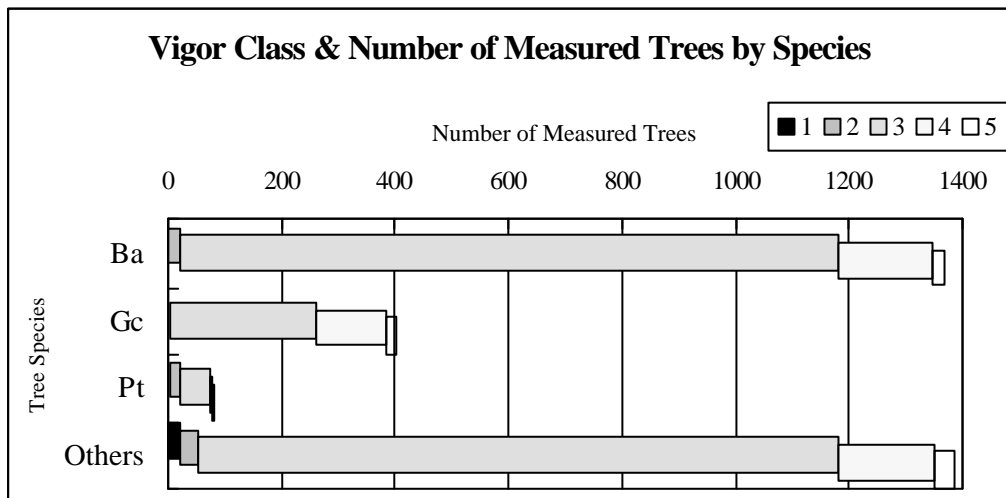
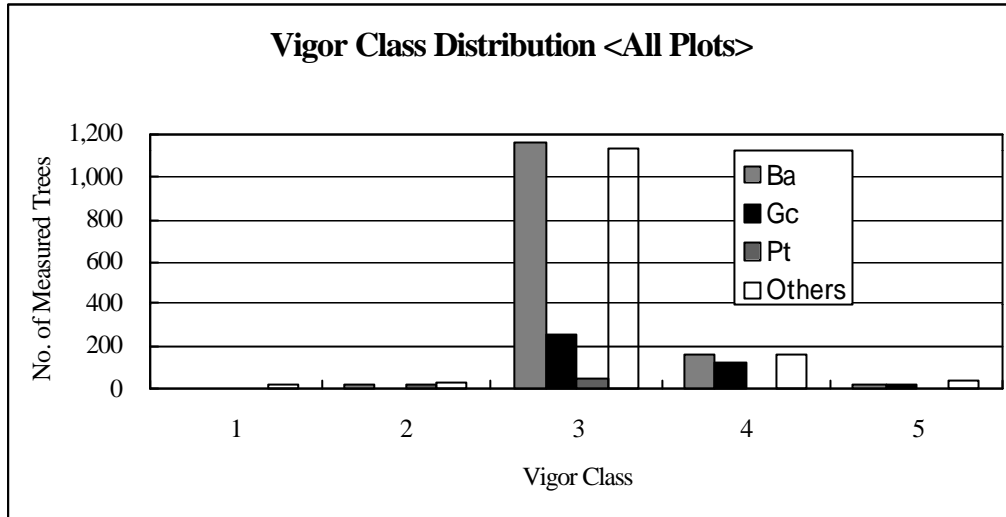


図8-4 測定木の健全度

これは、この地域の樹木は天然生の広葉樹で最大樹高は15m程度で広葉樹の特性からして5m以下で枝分かれするのは当然といったことが考えられる。また、通直な樹木は過去の伐採ですべて伐採されてしまった結果と考えられる。

用材樹種については、*Baikiaea plurijuga* に比べて、*Guibourtia coleosperma* は健全度の低い割合が高い。また、*Guibourtia coleosperma* については、樹皮が割れて黒くなり樹液が滲んでいたり、葉に2mm程度の黒い斑点がみられるなどの樹病がみられた。*Baikiaea plurijuga* については、火災が頻発しているような箇所において、樹皮が鱗状に割れ、形成層が木化しているような立木があったが、それらは限られたところ

にしか出現していなかった。

その他の樹種でクラス1や2があるのは、主に河畔林における *Acacia ataxacantha* などによる。

プロット全体の山火事の損傷度は図8-5のとおりである。

クラス別には、1が最も多く約80%を占め、4はほとんどない。用材樹種については、*Baikiaea plurijuga* に比べて、*Guibourtia coleosperma* や *Pterocarpus angolensis* は損傷度が深刻な割合が高い。

Baikiaea plurijuga については、森林火災に高い耐性を持つことと、火災の損傷が残らないような生理的機能を有すると推測される。樹皮が回復する、または炭化しないほどに耐火性があるなどが考えられる。

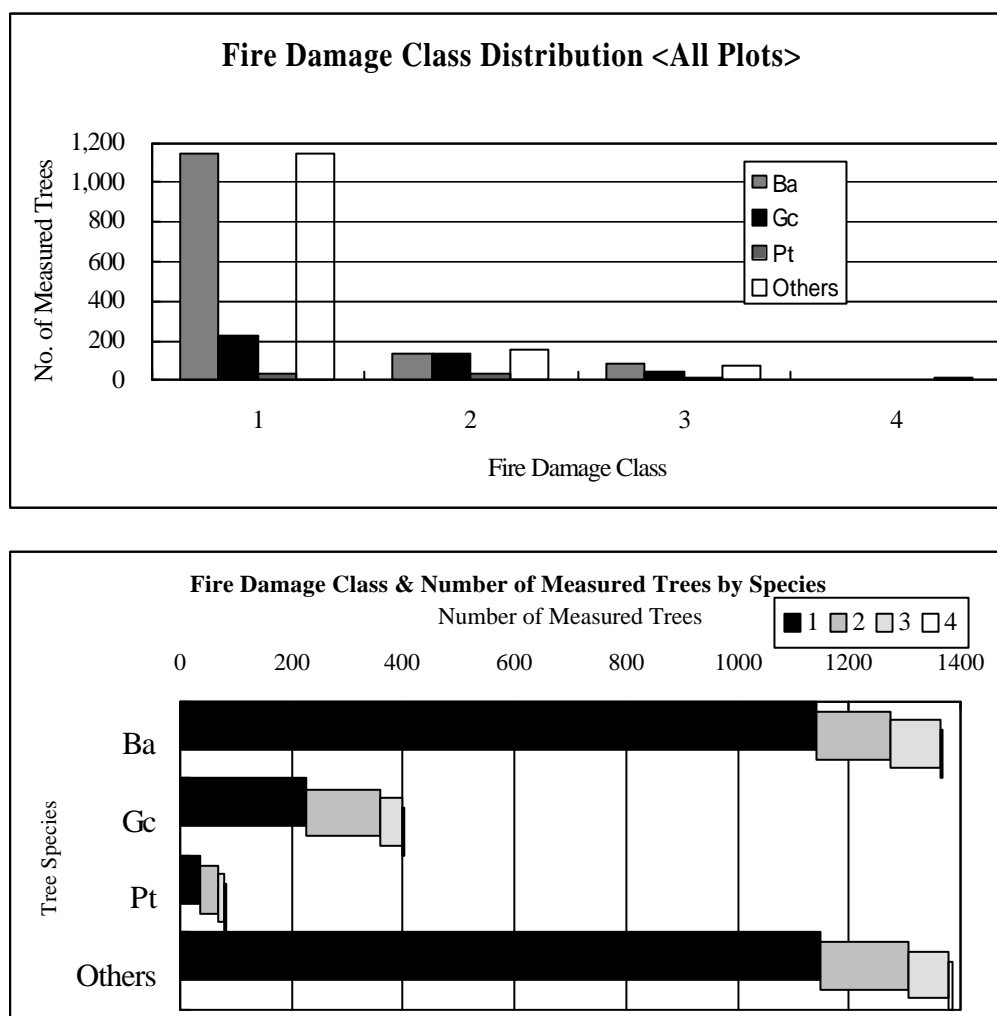


図8-5 測定木の山火事の損傷度

この他に、象の被害は、野生区域外であるインテンシブエリアに及んでいる。主に樹皮を剥がしたり、倒したりしている。被害を受けていた樹種は限られており、

Diplorhynchus condylocarpon が多く、この他に *Pterocarpus angolensis* などがある。インテンシブエリア外では、*Baikiaea plurijuga* など、倒伏や幹折れなどがみられる。

8.1.3 蓄積

(1) プロット調査の結果

合計 136 点のプロット調査の結果は、付属資料に示した。

(2) 全蓄積の推定

全蓄積の推定は、「幹材積」(Timber Volume) ではなく「全材積」(Total Volume) で行った。

全プロットのうち、以下のプロットは、材積が極端に大きい、またはブッシュランド(樹高 5m 未満で、材積推定対象外) であることから、推定対象から除外した。

表 8 - 11 推定対象から除外したプロット

Plot No.	Forest Type	H (m)	Canopy Density (cm)	Total Volume (m ³ /ha)	Timber Volume (m ³ /ha)	理由
H55	R	23	80	490.610	191.770	材積が極端に多いため
S64	Ac	4	30	10.050	7.910	判読樹高が 5m 未満なため
S67	R	12	80	188.700	132.940	材積が極端に多いため

以上の 3 点を除いた 133 点を対象に、単純無作為抽出法による推定を行った(推定計算は付属資料参照)。

その結果は、推定誤差率は 8.34% となった。

推定誤差を縮小するため、プロット調査の結果から、林相区分の類似するデータをまとめて、以下のように層化を行い、計算を行った。

表 8-12 層化の基準

Canopy Density (%)	Height (m)							
	5	6	7	8	9	10	11	12
5	I	I	I	I	I	II	II	II
10	I	I	I	I	II	II	II	III
15	I	I	I	II	II	II	III	III
20	I	I	II	II	II	III	III	III
25	I	II	II	II	III	III	III	IV
30	II	II	II	III	III	III	IV	IV
35	II	II	III	III	III	IV	IV	IV
40	II	III	III	III	IV	IV	IV	V
45	III	III	III	IV	IV	IV	V	V
50	III	III	IV	IV	IV	V	V	V
55	III	IV	IV	IV	V	V	V	V
60	IV	IV	IV	V	V	V	V	VI
65	IV	IV	V	V	V	V	VI	VI
80	IV	V	V	V	V	VI	VI	VI

蓄積量推定のための統計計算結果は、以下のとおりである。

表 8-13 蓄積推定に係る統計計算

Stratum	No. of Samples	Area	Total of Volume of Samples	Average Volume	Area by Stratum	Variance within Stratum	Total Average Variance
h	n_h	N_h	T_h	T_h/n_h	$W_h=N_h/N$	S_h^2	$(1/n_h-1/N_h)W_h^2S_h^2$
$h \setminus$ Unit	No.	ha	m^3	m^3			m^3
I (1)	20	11,442	346.530	17.327	0.293	110.918	0.475
II (2)	21	12,206	545.000	25.952	0.313	89.509	0.417
III (3)	33	8,277	1,193.410	36.164	0.212	103.185	0.140
IV (4)	42	6,038	2,031.830	48.377	0.155	232.685	0.132
V (5)	14	767	874.420	62.459	0.020	170.133	0.005
VI (6)	3	274	202.320	67.440	0.007	1,004.080	0.016
Total	133	39,004	5,193.510	30.086	1.000	-	1.185

ここで

h : 層の番号

x_h : 各プロットの材積

\bar{x} : 母集団の平均値

S_h^2 : 層内分散

S_x^2 : 平均値の分散

とすると、各値は以下のとおり計算される。

$$\bar{x} = \sum_{h=1}^L W_h \bar{x}_h$$

$$s_h^2 = \sum_{i=1}^{n_h} \frac{(x_{hi} - \bar{x}_h)^2}{(n_h - 1)}$$

$$s_x^2 = \sum_{h=1}^L W_h^2 s_h^2 / n_h - \sum_{h=1}^L W_h s_h^2 / N = \sum_{h=1}^L (1/n_h - 1/N_h) W_h^2 s_h^2$$

表 8-14 蓄積計算

Parameter	Unit	Results
Average volume	m ³	30.086
Standard error of average volume (s)	m ³	1.089
Number of sample plots (n)		133
Confidence limit (p)		0.95
t (p, n - L)		1.97
Estimated error (t (p, n - L) * s)		2.144
Confidence interval of the average volume	m ³ /ha	30.086 ± 2.144
Confidence interval of the grand total volume	1,000 m ³ /ha	1,173 ± 84
Estimated error Ratio	%	7.13

以上のように設定した目標精度を信頼度 95% のとき、推定誤差率 10% 以内で全体蓄積を推定することができた。

(3) 航空写真林分材積表の作成

個々の林分の材積を推定するために航空写真林分材積式を作成し、これから航空写真林分材積表を作成した。航空写真林分材積式は、航空写真上で判読可能な因子とプロット調査で測定した林分材積の関係について回帰分析を行ない、得られた数式より求めたものである。作業の流れは、図 8-6 のとおりである。

判読因子は、材積量と相関関係が高い樹冠疎密度及び上層木の樹高とした。航空写真林分材積式は、一般的によく使われる、次の 3 種類のモデルについて、標準誤差率を比較し、「全材積」と「幹材積」の 2 種類作成した。

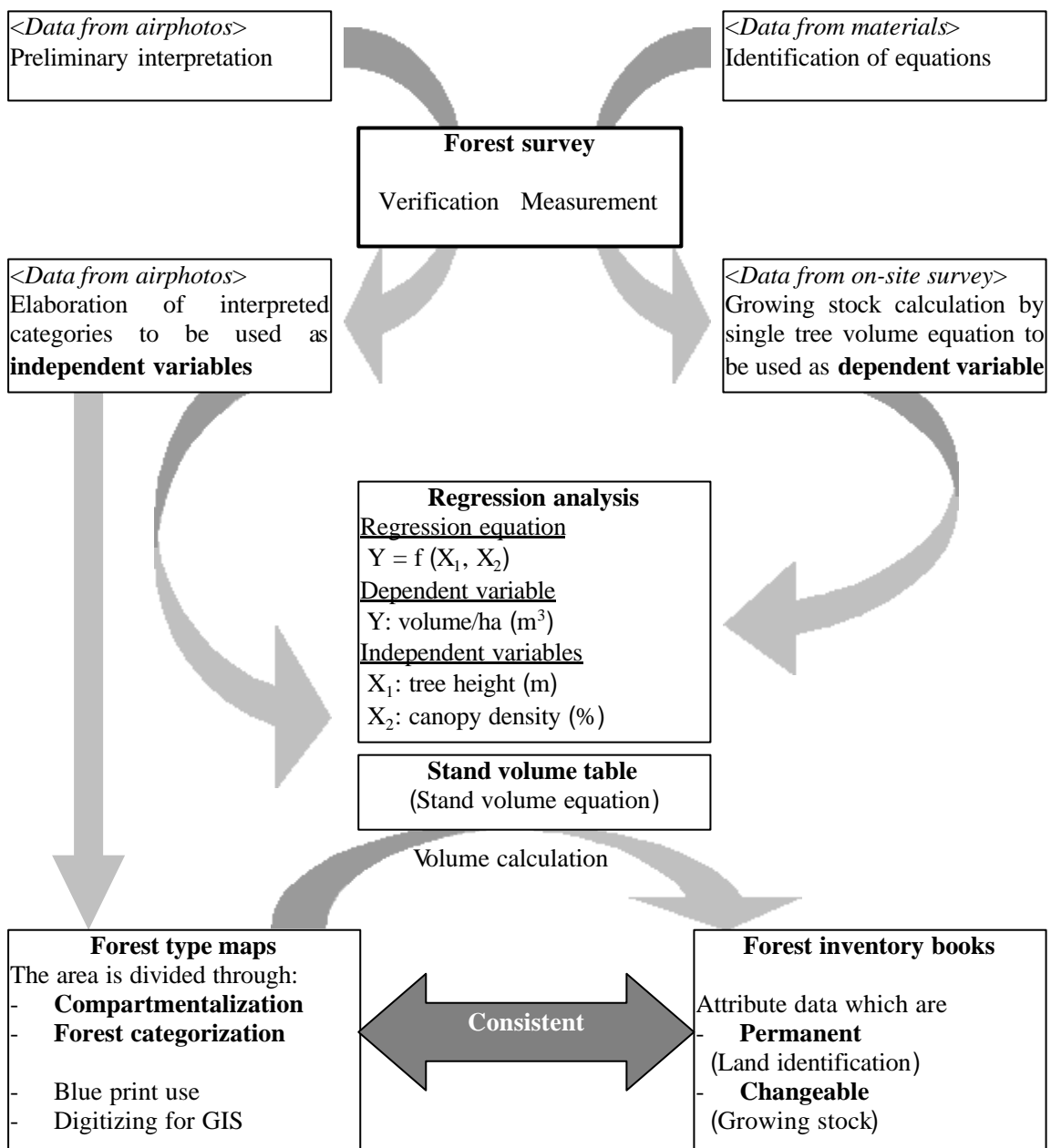


図 8-6 航空写真林分材積表作成の流れ

表 8-15 航空写真林分材積式の比較

Model	Equation	Total Volume		Timber Volume	
		Multiple Correlation Coefficient	Standard Error Ratio (%)	Multiple Correlation Coefficient	Standard Error Ratio (%)
1	$\text{Log } V = a * \text{log } H + b * \text{log } CD + c$	0.78	31.9	0.56	56.1
2	$V = a * H + b * CD + c$	0.76	31.8	0.63	55.4
3	$V = a * H * CD + c$	0.74	32.8	0.57	58.1

Note: V: Volume H: Height (m) CD: Canopy Density (%) a, b, c: Constants

これより、標準誤差率の最も低い、モデル2の式を全材積と幹材積について採用することとした。その係数は以下のとおりである。

表 8-16 航空写真林分材積式の採用式及び係数

Type	Equation	a	b	c
Total Volume	$V = a * H + b * CD + c$	3.8964	0.6704	-16.9829
Timber Volume	$V = a * H + b * CD + c$	3.7929	0.3093	-21.2440

Note: V: Volume H: Height (m) CD: Canopy Density (%) a, b, c: Constants

これより作成した航空写真林分材積表は次のとおりである。

表 8-17 航空写真林分材積表

Total Volume									Timber Volume								
Unit: m ³ /ha o.b.									Unit: m ³ /ha o.b.								
CD\H	5	6	7	8	9	10	11	12	CD\H	5	6	7	8	9	10	11	12
5	6	10	14	18	21	25	29	33	5	0	3	7	11	14	18	22	26
10	9	13	17	21	25	29	33	36	10	1	5	8	12	16	20	24	27
15	13	16	20	24	28	32	36	40	15	2	6	10	14	18	21	25	29
20	16	20	24	28	31	35	39	43	20	4	8	11	15	19	23	27	30
25	19	23	27	31	35	39	43	47	25	5	9	13	17	21	24	28	32
30	23	27	30	34	38	42	46	50	30	7	11	15	18	22	26	30	34
35	26	30	34	38	42	45	49	53	35	9	12	16	20	24	28	31	35
40	29	33	37	41	45	49	53	57	40	10	14	18	21	25	29	33	37
45	33	37	40	44	48	52	56	60	45	12	15	19	23	27	31	34	38
50	36	40	44	48	52	55	59	63	50	13	17	21	25	28	32	36	40
55	39	43	47	51	55	59	63	67	55	15	19	22	26	30	34	37	41
60	43	47	51	54	58	62	66	70	60	16	20	24	28	31	35	39	43
65	46	50	54	58	62	66	69	73	65	18	22	25	29	33	37	41	44
70	49	53	57	61	65	69	73	77	70	19	23	27	31	35	38	42	46
75	53	57	61	64	68	72	76	80	75	21	25	29	32	36	40	44	47
80	56	60	64	68	72	76	80	83	80	22	26	30	34	38	41	45	49

Note: CD: Canopy Density (%) H: Tree Height (m)

(4) 森林調査簿の材積

作成した林分材積式を用いて、個々の林相区画ごとに判読した因子の値から ha 当たりの材積を求めた。この ha 当たりの材積値に個々の区画の面積を乗じて区画ごとの材積を求め、森林調査簿に記載した。

インテンシブエリアの総蓄積は区画ごとの材積の和で、1,233 千 m³ である。

こうして、林分材積式を用いて求められたインテンシブエリアの総蓄積は、標本調査により推定された総蓄積の信頼区間(信頼率 95%、誤差率 7%)の中に入り、目標精度の範囲にあると判断される。

・森林調査簿の積み上げによる総蓄積	1,233 千 m ³
・標本調査による総蓄積	1,173 千 m ³ ± 84 千 m ³ (1,089 千 m ³ ~ 1,257 千 m ³)

(5) ブロック別の材積

ブロック別の材積は以下のとおりである。

表 8-18 ブロック別材積

Block	Total Area (ha)	Ratio (%)	Productive Area (ha)	Ratio (%)	Total Volume (m ³)	Ratio (%)	Total Volume per ha (m ³ /ha)	Timber Volume (m ³)	Ratio (%)	Timber Volume per ha (m ³ /ha)
Gwaai Forest Land										
C	1,812	3	775	2	22,436	2	29	12,006	2	15
G	5,500	10	4,029	10	152,220	12	38	81,048	12	20
H	12,107	22	9,419	24	277,090	22	29	148,072	22	16
J	14,604	26	11,272	29	370,147	30	33	203,476	30	18
K	13,332	24	5,625	15	142,999	12	25	72,656	11	13
Bembesi Forest Land										
B	8,157	15	7,884	20	268,148	22	34	156,667	23	20
Total	55,512	100	39,004	100	1,233,040	100	32	673,925	100	17

Note: Productive Area comprises woodland.

また、ジンバブエ国では一般的に幹材積は直径階によりクラス分けされて集計されており、各ブロックの幹材積について直径階別材積を計上した。方法は、全プロットデータから、直径階別平均材積割合を計算し、それを乗じて求めた。

表 8-19 直径階別平均幹材積割合

Item	DBH Class	DBH Range (cm)	Average Ratio for Timber Volume (%)
All species	1	34 +	64.81
	2	26 - 33	35.19
<i>Baikiaea plurijuga</i>	1	34 +	33.17
	2	26 - 33	18.55
<i>Guibourtia coleosperma</i>	1	34 +	8.88
	2	26 - 33	5.16
<i>Pterocarpus angolensis</i>	1	34 +	10.89
	2	26 - 33	1.79

表8-20 主要樹種の利用直径階別幹材積集計

Block	Area (ha)	Productive Area (ha)	Timber Volume (m ³)	All Species			<i>Baikiaea plurijuga</i>			<i>Guibourtia coleosperma</i>			<i>Pterocarpus angolensis</i>		
				DBH Class 1 (m ³)	DBH Class 2 (m ³)	Sub-Total	DBH Class 1 (m ³)	DBH Class 2 (m ³)	Sub-Total	DBH Class 1 (m ³)	DBH Class 2 (m ³)	Sub-Total	DBH Class 1 (m ³)	DBH Class 2 (m ³)	Sub-Total
			Ratio	64.81%	35.19%	100.00%	33.17%	18.55%	51.72%	8.88%	5.16%	14.04%	10.89%	1.79%	12.68%
Gwaai Forest Land															
C	1,812	775	12,006	7,781	4,225	12,006	3,982	2,227	6,210	1,066	620	1,686	1,307	215	1,522
G	5,500	4,029	81,048	52,527	28,521	81,048	26,884	15,034	41,918	7,197	4,182	11,379	8,826	1,451	10,277
H	12,107	9,419	148,072	95,965	52,107	148,072	49,115	27,467	76,583	13,149	7,641	20,789	16,125	2,650	18,776
J	14,604	11,272	203,476	131,873	71,603	203,476	67,493	37,745	105,238	18,069	10,499	28,568	22,159	3,642	25,801
K	13,332	5,625	72,656	47,088	25,568	72,656	24,100	13,478	37,578	6,452	3,749	10,201	7,912	1,301	9,213
Bembesi Forest Land															
B	8,157	7,884	156,667	101,536	55,131	156,667	51,966	29,062	81,028	13,912	8,084	21,996	17,061	2,804	19,865
Total	55,512	39,004	673,925	436,771	237,154	673,925	223,541	125,013	348,554	59,845	34,775	94,619	73,390	12,063	85,454

Note: DBH Class 1 34cm + Class 2 26 – 33cm

(6) *Baikiaea plurijuga* が優占する林分の幹材積の特徴

各プロットの集計値を用いて、各プロットの DBH と健全度並び山火事の損傷度について、グラフを作成した。健全度及び山火事の損傷度ともに、用材材積に占めるクラス1と2の割合を示したのが、図8-7と図8-8である。

健全度においては、DBHの大きさにほとんど関係なく、全体的に0値(クラス1または2の樹木が出現しないこと)が多いため、用材として価値の高いクラス1及び2の平均値は9%と低い。

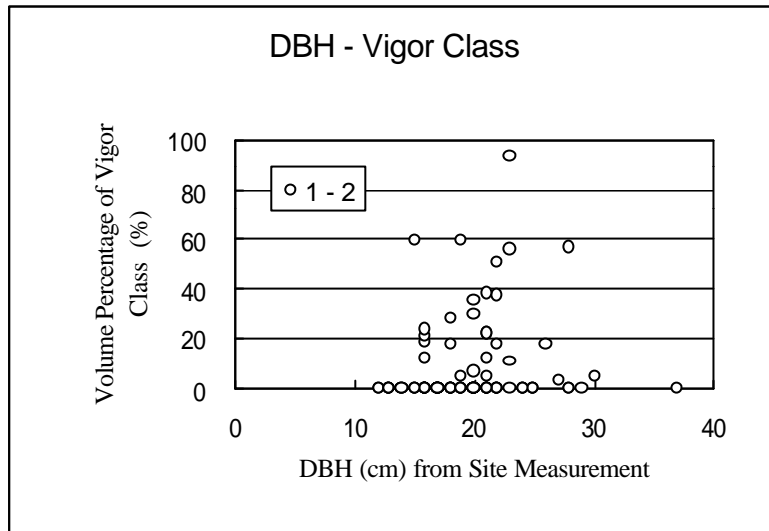


図8-7 *Baikiaea plurijuga* が優占する林分の健全度と用材材積
注: プロット全93個のうち、0%のプロットは66個である。

山火事の損傷度においては、クラス1及び2の平均値は85%と全体的に高い。つまり用材対象となる26cm以上の大径木については、軽微な火災被害がかなり高い割合を占めていることがわかる。

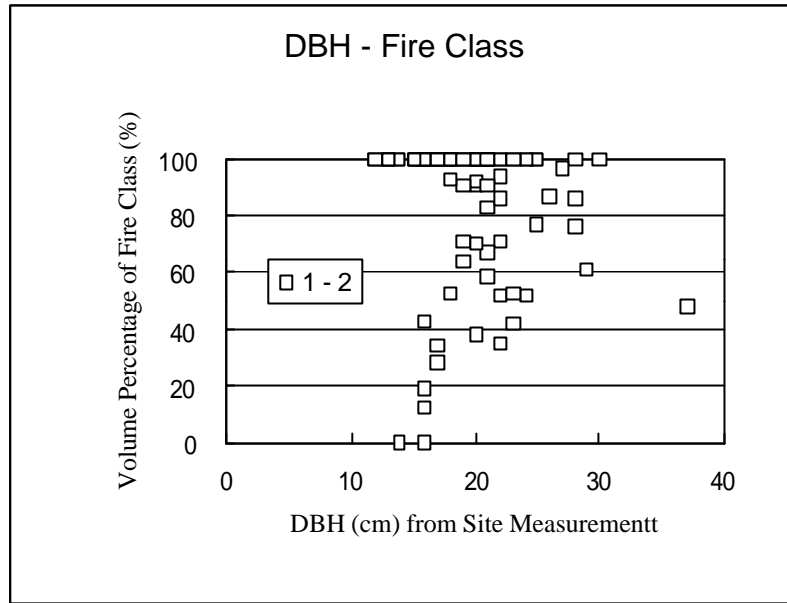


図8-8 *Baikiaea plurijuga* が優占する林分の山火事の損傷度と用材材積
 注：プロット全93個のうち、100%のプロットは55個である。

8.2 天然更新調査

8.2.1 調査方法

プロット内の胸高直径 10cm 以下の樹木の更新状況について Braun-Blanquet の方法により調査した。Braun-Blanquet の被度と数度は表 8 - 21 のとおりであり、樹種別に被度・数度の階級を記録した。

表 8 - 21 Braun-Blanquet による被度と数度 (表 8 - 4 を再掲)

階級の記号	被度と数度
+	わずかな被度を持ち少数
1	個体数が多いが被度は低いか、または割合少数であるが被度は高い
2	非常に多数または被度 10-25%
3	被度 26%-50%、個体数は任意
4	被度 51%-75%、個体数は任意
5	被度 76%-100%、個体数は任意

8.2.2 調査結果

(1) 全体的傾向 (単純集計による)

胸高直径 10cm 以上の上層木を対象とした森林調査の結果と、更新調査結果を全体的に比較するため、各林相区分において、以下の項目を単純に集計し比較した。

- i) 当該樹種の出現したプロット数
- ii) 各林相区分のプロット数に対する出現したプロット数の比率
- iii) 同比率の順位

集計結果は、表 8 - 22 に示すとおりである。また、表中には、左端に樹種の利用について付記した。

(a) *Baikiaea plurijuga* の優占する林分 (Ba)

Baikiaea plurijuga が上層木として最も高い 99% で出現し、ほぼ同率の 98% で更新木が存在する。*Baikiaea plurijuga* の林相と判読したが、*Baikiaea plurijuga* が上層木として出現しなかったプロットは 1 つであるが、これはプロットが落ちた地点にたまたま *Baikiaea plurijuga* が存在しなかったためで周辺には *Baikiaea plurijuga* が存在していた。また、更新木が存在しなかったプロットについても同様のことがいえる。更新の内容は、被度・数度ともに飛び抜けて多い。低木性の樹種を除くと、上層木のランクの高いものは、更新木も生育していることがわかる。上層木が上位にあり、出現したプロット数の比率が、上層木よりも更新木の方が小さい樹種は、今後更新の地理的範囲が小さくなる可能性がある。その差が 10% を越える樹種としては、*Combretum collinum*、*Pterocarpus angolensis* があげられる。

(b) *Guibourtia coleosperma* の優占する林分 (Gc)

Baikiaea plurijuga が *Guibourtia coleosperma* と並んで上位にランクされている。どちらも上層木・更新木ともに90%で出現する。他の樹種の並び方は、ほとんど *Baikiaea plurijuga* の優占する林分に類似している。ただし、上層木が上位にあり、出現したプロット数の比率が、上層木よりも更新木の方が小さい樹種はなく、更新上は問題ないと考えられる。

(c) *Brachystegia spiciformis* の優占する林分 (Br)

Brachystegia spiciformis と *Baikiaea plurijuga* が上層木で上位にあるが、*Brachystegia spiciformis* は100%更新している。出現したプロット数の比率が、上層木よりも更新木の方が10%以上小さい樹種は、*Ochna pulchra*、*Combretum collinum*、*Commiphora mossambicensis*、*Guibourtia coleosperma*、*Pterocarpus angolensis* である。

(d) その他の林分

Acacia spp.の優占する林分 (Ac) については、*Acacia karoo* が上層木で上位にあり、*Acacia nigrescens* がこれに次ぐ。ただし、プロット数が2個であるため、全体の傾向を代表しきれしていない可能性がある。

Combretaceae の優占する林分 (Co/Ts) については、*Terminalia sericea* や *Combretum* spp.の他に、*Burkea Africana* が上位に出現する。*Baikiaea plurijuga* は出現せず、*Pterocarpus angolensis*、*Guibourtia coleosperma* も更新木でしか出現しない。つまり、用材利用が可能な樹種がほとんど生育していない状態といえる。

Colophospermum mopane の優占する林分 (Cm) では、*Colophospermum mopane* と並び *Acacia karoo* が上位で出現する。*Colophospermum mopane* に関しては、純林状態で生育し、その更新木は高い被度と数度を持っている。

河畔林 (R) は *Acacia* spp.と *Colophospermum mopane* が上位に出現し、更新木も生育する。

ユーカリの植林地では、*Eucalyptus camaldulensis* は更新していない。*Eucalyptus camaldulensis* 以外には、*Baikiaea plurijuga*、*Combretum collinum*、*Guibourtia coleosperma*、*Diplorhynchus condylocarpon*、*Pterocarpus angolensis* などの樹種が出現する。

表 8-22 林相別上層木と更新木を構成する樹種

Forest Type : Ba (1/2)																				
Use of Trees																				
Household Items	Fencing	Firewood	Sledges	Poles	Bark	Shading	Medicine	Fruits	Species	Species Code	DBH ≥ 10cm			DBH < 10cm				Coincident of Mother Tree and Regeneration		
											No. of Plot in which species appeared	Frequency of Plot	Ranking	No. of Plots for: *					Frequency of Total	Ranking
											3	2	1	+						
●	●	●							<i>Baikiaea plurijuga</i>	7	92	99	1	7	30	42	12	98	1	●
									<i>Combretum collinum</i>	13	63	68	2			7	42	53	3	●
		×							<i>Guibourtia coleosperma</i>	31	46	49	3		1	5	31	40	4	●
●		×	●				●		<i>Pterocarpus angolensis</i>	39	43	46	4			1	30	33	6	●
●				●					<i>Terminalia sericea</i>	46	25	27	5		1	4	23	30	9	●
		×							<i>Ochna pulchra</i>	36	22	24	6			2	27	31	7	●
									<i>Commiphora mollis</i>	18	21	23	7	2	3	2	7	15	14	●
									<i>Croton gratissimus</i>	21	18	19	8	1		4	11	17	12	●
									<i>Combretum fragans</i>	14	13	14	9			3	18	23	10	●
									<i>Diplorhynchus condylocarpon</i>	24	12	13	10			5	29	37	5	●
	●	●		●					<i>Brachystegia spiciformis</i>	9	12	13	10		1	7	5	14	15	●
									<i>Combretum zeyheri</i>	17	12	13	10				8	9	22	●
									<i>Burkea africana</i>	10	11	12	13		1		11	12	16	●
		×							<i>Pseudolachnostylis maprouneifolia</i>	38	9	10	14		1	1	19	23	10	●
									<i>Baphia massaiensis</i>	52	7	8	15		4	19	28	55	2	●
									<i>Commiphora mossambicensis</i>	19	7	8	15	1			4	5	26	●
●									<i>Acacia nigrescens</i>	3	5	5	17			5	11	17	12	●
									<i>Ricinodendron rautanenii</i>	41	5	5	17							●
									<i>Commiphora pyracanthoides</i>	20	4	4	19		4	2	5	12	16	●
							●		<i>Grewia occidentalis</i>	30	4	4	19			4	7	12	16	●
●	●					●			<i>Combretum hereroense</i>	15	4	4	19			2	1	3	29	●
●	×								<i>Ziziphus mucronata</i>	51	3	3	22			1	9	11	20	●
									<i>Acacia ataxacantha</i>	68	3	3	22			1	2	3	29	●
						●			<i>Dicoma anomala</i>	23	3	3	22				2	2	34	●
									<i>Entandrophragma caudatum</i>	27	3	3	22							●
									<i>Gardenia volkensii</i>	53	2	2	26		2	2	5	10	21	●
						●			<i>Vitex payos</i>	48	2	2	26				7	8	23	●
									<i>Cassia abbreviata</i>	11	2	2	26							●
									<i>Combretum molle</i>	67	1	1	29				6	6	24	●
									<i>Euphorbia matabelensis</i>	66	1	1	29			1	2	3	29	●
		×							<i>Azelia quanzensis</i>	4	1	1	29			1		1	38	●
									<i>Erythrophleum africanum</i>	28	1	1	29				1	1	38	●
		×							<i>Lonchocarpus capassa</i>	35	1	1	29							●
●									<i>Sclerocarya birrea</i>	42	1	1	29							●
									<i>Securidaca longipedunculata</i>	63	1	1	29							●
									<i>Bauhinia petersiana</i>	57					4	10	15	31	7	●
						●			<i>Strychnos cocculoides</i>	45						2	9	12	16	●
						●			<i>Vangueria infausta</i>	47						1	5	6	24	●
									<i>Grewia monticola</i>	64							5	5	26	●
									<i>Grewia flavescens</i>	60						1	3	4	28	●

表 8-22 林相別上層木と更新木を構成する樹種 (つづき)

Forest Type: Ba (2/2)

Use of Trees								Species	Species Code	DBH ≥ 10cm			DBH < 10cm			Coincident of Mother Tree and Regeneration			
Household Items	Fencing	Firewood	Sledges	Poles	Bark	Shading	Medicine			Fruits	No. of Plot in which species appeared	Frequency of Plot	Ranking	No. of Plots for: *					
														3	2		1	+	Frequency of Total
	●								<i>Dichrostachys cinerea</i>	22						3	3	29	
								●	<i>Ximenia caffra</i>	50						3	3	29	
	●								<i>Julbernardia globiflora</i>	32						2	2	34	
									<i>Rhus dentata</i>	71						2	2	34	
									<i>Strychnos spinosa</i>	59				1	1	2	34		
	●								<i>Acacia erioloba</i>	1					1	1	38		
	●								<i>Acacia karoo</i>	2					1	1	38		
	●								<i>Albizia spp.</i>	5					1	1	38		
									<i>Bridelia mollis</i>	58				1		1	38		
									<i>Gardenia volkensii</i>	70					1		38		
									<i>Parinari curatellifolia</i>	54					1	1	38		
									<i>Pavetta schumanniana</i>	61					1	1	38		
								●	<i>Ximenia americana</i>	49					1	1	38		
Total									93			Total No. of Plots				93			

Note: * The number of plots is counted by regeneration class (refer to Table 8 - 4).

表 8-22 林相別上層木と更新木を構成する樹種 (つづき)

Forest Type: Gc																				
Use of Trees																				
Household items	Fencing	Firewood	Sledges	Poles	Bark	Shading	Medicine	Fruits	Species	Species Code	DBH ≥ 10cm			DBH < 10cm				Coincident of Mother Tree and Regeneration		
										No. of Plot in which species appeared	Frequency of Plots (%)	Ranking	No. of Plots for: *				Frequency of Total Plots (%)		Ranking	
													3	2	1	+				
●									<i>Baikiaea plurijuga</i>	7	18	90	1	1	4	13		90	2	●
	x								<i>Guibourtia coleosperma</i>	31	18	90	1		2	7	9	90	2	●
									<i>Combretum collinum</i>	13	8	40	3		1	12	65	7	●	
									<i>Burkea Africana</i>	10	7	35	4		1	10	55	9	●	
									<i>Diplorhynchus condylocarpon</i>	24	6	30	5		3	13	80	5	●	
									<i>Combretum fragans</i>	14	5	25	6		3	14	85	4	●	
		x							<i>Pseudolachnostylis maprouneifolia</i>	38	3	15	7	1		13	70	6	●	
●				●					<i>Terminalia sericea</i>	46	3	15	7	1	3	8	60	8	●	
●	x	●					●		<i>Pterocarpus angolensis</i>	39	3	15	7			10	50	11	●	
	x								<i>Ochna pulchra</i>	36	2	10	10	1		19	100	1	●	
									<i>Baphia massaiensis</i>	52	1	5	11		5	4	45	12	●	
									<i>Commiphora mossambicensis</i>	19	1	5	11			4	20	16	●	
									<i>Peltophorum africanum</i>	55	1	5	11			2	10	21	●	
●	x								<i>Ziziphus mucronata</i>	51	1	5	11			2	10	21	●	
									<i>Combretum molle</i>	67	1	5	11			1	5	25	●	
									<i>Combretum zeyheri</i>	17	1	5	11			1	5	25	●	
									<i>Ricinodendron rautanenii</i>	41	1	5	11			1	5	25	●	
									<i>Bauhinia petersiana</i>	57					5	6	55	9		
								●	<i>Vitex payos</i>	48					1	6	35	13		
									<i>Commiphora pyracanthoides</i>	20				1	1	3	1	30	14	
								●	<i>Strychnos cocculoides</i>	45						6	30	14		
●									<i>Acacia nigrescens</i>	3						4	20	16		
●									<i>Albizia spp.</i>	5						4	20	16		
								●	<i>Grewia occidentalis</i>	30					1	3	20	16		
									<i>Euphorbia matabelensis</i>	66					1	2	15	20		
								●	<i>Dovyalis caffra</i>	25				1		1	10	21		
									<i>Gardenia volkensii</i>	70						2	10	21		
	x								<i>Azelia quanzensis</i>	4						1	5	25		
									<i>Brachylaena rotundata</i>	69						1	5	25		
							●		<i>Dicoma anomala</i>	23						1	5	25		
							●		<i>Vangueria infausta</i>	47						1	5	25		
Total										20							20			

Note: * The number of plots is counted by regeneration class (refer to Table 8 - 4).

表 8-22 林相別上層木と更新木を構成する樹種 (つづき)

Forest Type : Br																					
Use of Trees																					
Household Items	Fencing	Firewood	Sledges	Poles	Bark	Shading	Medicine	Fruits	Species	Species Code	DBH ≥ 10cm			DBH < 10cm				Coincident of Mother Tree and Regeneration			
											No. of Plot in which species appeared	Frequency of Plots (%)	Ranking	No. of Plots for: *					Frequency of Total Plots (%)	Ranking	
											3	2	1	+							
		●	●	●	●				<i>Brachystegia spiciformis</i>	9	7	88	1		1	4	3	100	1	●	
	●	●	●			●			<i>Baikiaea plurijuga</i>	7	7	88	1		2	2	3	88	2	●	
		x							<i>Ochna pulchra</i>	36	6	75	3			1	3	50	5	●	
									<i>Combretum collinum</i>	13	5	63	4				2	25	8	●	
									<i>Burkea Africana</i>	10	4	50	5				4	50	5	●	
									<i>Commiphora mossambicensis</i>	19	3	38	6				2	25	8	●	
		x							<i>Guibourtia coleosperma</i>	31	3	38	6				2	25	8	●	
●	x	●				●			<i>Pterocarpus angolensis</i>	39	2	25	8				1	13	16	●	
									<i>Ricinodendron rautanenii</i>	41	2	25	8								
									<i>Baphia massaiensis</i>	52	1	13	10			4	2	75	3	●	
●			●						<i>Terminalia sericea</i>	46	1	13	10			1	2	38	7	●	
							●		<i>Strychnos cocculoides</i>	45	1	13	10				2	25	8	●	
									<i>Commiphora mollis</i>	18	1	13	10				1	13	16	●	
									<i>Diplorhynchus condylocarpon</i>	24	1	13	10				1	13	16	●	
							●		<i>Grewia occidentalis</i>	30	1	13	10			1		13	16	●	
●	x								<i>Ziziphus mucronata</i>	51	1	13	10				1	13	16	●	
●									<i>Acacia karoo</i>	2	1	13	10								
									<i>Combretum fragans</i>	14						1	4	63	4		
									<i>Acacia ataxacantha</i>	68						1	1	25	8		
●									<i>Acacia nigrescens</i>	3							2	25	8		
									<i>Combretum zeyheri</i>	17							2	25	8		
									<i>Commiphora pyracanthoides</i>	20					1		1	25	8		
									<i>Bauhinia petersiana</i>	57						1		13	16		
●									<i>Dichrostachys cinerea</i>	22						1		13	16		
									<i>Euphorbia matabelensis</i>	66							1	13	16		
	x								<i>Pseudolachnostylis maprouneifolia</i>	38							1	13	16		
							●		<i>Ximenia caffra</i>	50							1	13	16		
Total											8				Total No. of Plots				8		

Note: * The number of plots is counted by regeneration class (refer to Table 8 - 4).

表 8-22 林相別上層木と更新木を構成する樹種 (つづき)

Forest Type : Ac																			
Use of Trees																			
Household Items	Fencing	Firewood	Sledges	Poles	Bark	Shading	Medicine	Fruits	Species	Species Code	DBH ≥ 10cm			DBH < 10cm				Coincident of Mother Tree and Regeneration	
											No. of Plot in which species appeared	Frequency of Plots (%)	Ranking	No. of Plots for: *					
										3	2	1	+	Frequency of Total Plots (%)	Ranking				
	●								<i>Acacia karoo</i>	2	2	100	1	1		50	1	●	
	●								<i>Acacia nigrescens</i>	3	1	50	2		1	50	1	●	
	●	●	●			●			<i>Baikiaea plurijuga</i>	7	1	50	2		1	50	1	●	
							●		<i>Combretum imberbe</i>	16	1	50	2			1	50	1	●
		x							<i>Lonchocarpus capassa</i>	35	1	50	2			1	50	1	●
									<i>Combretum collinum</i>	13	1	50	2						
									<i>Commiphora mossambicensis</i>	19	1	50	2						
									<i>Baphia massaiensis</i>	52						1	50	1	
●	●	●		●					<i>Colophospermum mopane</i>	12						1	50	1	
									<i>Combretum fragans</i>	14						1	50	1	
									<i>Euclea undulata</i>	56						1	50	1	
Total										2				Total No. of Plots				2	

Note: * The number of plots is counted by regeneration class (refer to Table 8-4).

表 8-22 林相別上層木と更新木を構成する樹種 (つづき)

Forest Type : Co/Ts																				
Use of Trees																				
Household Items	Fencing	Firewood	Sledges	Poles	Bark	Shading	Medicine	Fruits	Species	Species Code	DBH ≥ 10cm			DBH < 10cm			Coincident of Mother Tree and Regenerat			
											No. of Plot in which species appeared	Frequency of Plots (%)	Ranking	No. of Plots for: *				Frequency of Total Plots (%)	Ranking	
												3	2	1	+					
									<i>Burkea Africana</i>	10	4	80	1			2	3	100	1	●
●				●					<i>Terminalia sericea</i>	46	3	60	2		1	3	1	100	1	●
							●		<i>Combretum imberbe</i>	16	3	60	2				1	20	8	●
●	●					●			<i>Combretum hereroense</i>	15	2	40	4	1	1			40	5	●
									<i>Pericopsis angolensis</i>	37	2	40	4				1	20	8	●
●	x								<i>Ziziphus mucronata</i>	51	1	20	6				1	20	8	●
●									<i>Acacia karoo</i>	2	1	20	6							
									<i>Diplorhynchus condylocarpon</i>	24						1	3	80	3	
									<i>Euclea undulata</i>	56						2	1	60	4	
	x								<i>Guibourtia coleosperma</i>	31						1	1	40	5	
									<i>Peltophorum africanum</i>	55						2		40	5	
●									<i>Acacia nigrescens</i>	3							1	20	8	
									<i>Combretum fragans</i>	14							1	20	8	
									<i>Lannea discolor</i>	34							1	20	8	
	x								<i>Pseudolachnostylis maprouneifolia</i>	38							1	20	8	
●	x	●				●			<i>Pterocarpus angolensis</i>	39							1	20	8	
									<i>Pterocarpus rotundifolius</i>	40				1				20	8	
							●		<i>Strychnos cocculoides</i>	45							1	20	8	
Total											5							5		

Note: * The number of plots is counted by regeneration class (refer to Table 8 - 4).

表 8-22 林相別上層木と更新木を構成する樹種 (つづき)

Forest Type : Cm				DBH ≥ 10cm			DBH < 10cm						
Use of Trees		Species	Species Code	No. of Plot in which species appeared	Frequency of Plots (%)	Ranking	No. of Plots for: *				Frequency of Total Plots (%)	Ranking	Coincident of Mother Tree and Regeneration
Household items							3	2	1	+			
●		<i>Acacia karoo</i>	2	2	100	1			1	1	100	1	●
●	●	<i>Colophospermum mopane</i>	12	2	100	1	1	1			100	1	●
●		<i>Acacia erioloba</i>	1	1	50	3							
		<i>Combretum imberbe</i>	16						1		50	3	
		<i>Elephantorrhiza goetzei</i>	26					1			50	3	
	x	<i>Lonchocarpus capassa</i>	35						1		50	3	
●	x	<i>Ziziphus mucronata</i>	51						1		50	3	
Total			2								2		

Note: * The number of plots is counted by regeneration class (refer to Table 8-4).

表 8 - 22 林相別上層木と更新木を構成する樹種 (つづき)

Forest Type : R																				
Use of Trees																				
Household Items	Fencing	Firewood	Sledges	Poles	Bark	Shading	Medicine	Fruits	Species	Species Code	DBH ≥ 10cm			DBH < 10cm				Coincident of Mother Tree and Regeneration		
											No. of Plot in which species appeared	Frequency of Plots (%)	Ranking	No. of Plots for: *						
										3	2	1	+	Frequency of Total Plots (%)		Ranking				
							●		<i>Combretum imberbe</i>	16	2	100	1							
									<i>Acacia ataxacantha</i>	68	1	50	2		1		50	1	●	
	●								<i>Acacia karoo</i>	2	1	50	2			1	50	1	●	
●	●	●		●					<i>Colophospermum mopane</i>	12	1	50	2		1		50	1	●	
			x						<i>Lonchocarpus capassa</i>	35	1	50	2			1	50	1	●	
	●								<i>Acacia erioloba</i>	1	1	50	2							
							●		<i>Vitex payos</i>	48	1	50	2							
									<i>Friesodielsia obovata</i>	72						1	50	1		
									<i>Rhus dentata</i>	71						1	50	1		
									<i>Strychnos madagascariensis</i>	73						1	50	1		
Total										2							2			

Note: * The number of plots is counted by regeneration class (refer to Table 8 - 4).

表 8 - 22 林相別上層木と更新木を構成する樹種 (つづき)

Forest Type : Eu				DBH ≥ 10cm		DBH < 10cm							
Use of Trees		Species	Species Code	No. of Plot in which species appeared	Frequency of Plots (%)	Ranking	No. of Plots for: *				Frequency of Total Plots (%)	Ranking	Coincident of Mother Tree and Regeneration
Household Items							3	2	1	+			
		<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	65	4	100	1							
●	●	<i>Baikiaea plurijuga</i>	7	2	50	2		1		1	50	1	●
		<i>Baphia massaiensis</i>	52	1	25	3			1		25	4	●
		<i>Combretum collinum</i>	13	1	25	3				1	25	4	●
		<i>Bauhinia petersiana</i>	57					1		1	50	1	
	x	<i>Ochna pulchra</i>	36							2	50	1	
		<i>Diplorhynchus condylocarpon</i>	24							1	25	4	
	x	<i>Guibourtia coleosperma</i>	31							1	25	4	
●	x	<i>Pterocarpus angolensis</i>	39							1	25	4	
		● <i>Strychnos cocculoides</i>	45							1	25	4	
Total				4							4		

Note: * The number of plots is counted by regeneration class (refer to Table 8 - 4).

表 8-22 林相別上層木と更新木を構成する樹種 (つづき)

Forest Type : All (1/2)																				
Use of Trees																				
Household items	Fencing	Firewood	Sledges	Poles	Bark	Shading	Medicine	Fruits	Species	Species Code	DBH ≥ 10cm			DBH < 10cm				Coincident of Mother Tree and Regeneration		
											No. of Plot in which species appeared	Frequency of Plots (%)	Ranking	No. of Plots for: *					Frequency of Total Plots (%)	Ranking
														3	2	1	+			
●	●	●	●						<i>Baikiaea plurijuga</i>	7	120	88	1	8	37	58	16	88	1	●
									<i>Combretum collinum</i>	13	78	57	2			8	57	48	3	●
		×							<i>Guibourtia coleosperma</i>	31	67	49	3	3	13	44	44	4	●	
●		×	●				●		<i>Pterocarpus angolensis</i>	39	48	35	4		1	43	32	9	●	
●				●					<i>Terminalia sericea</i>	46	32	24	5	3	11	34	35	7	●	
		×							<i>Ochna pulchra</i>	36	30	22	6	1	3	51	40	6	●	
									<i>Burkea africana</i>	10	26	19	7	1	3	28	24	12	●	
									<i>Commiphora mollis</i>	18	22	16	8	2	3	2	8	11	19	●
									<i>Diplorhynchus condylocarpon</i>	24	19	14	9			9	47	41	5	●
	●	●	●						<i>Brachystegia spiciformis</i>	9	19	14	9	2	11	8	15	14	●	
									<i>Combretum fragrans</i>	14	18	13	11			7	38	33	8	●
									<i>Croton gratissimus</i>	21	18	13	11	1		4	11	12	17	●
									<i>Combretum zeyheri</i>	17	13	10	13				11	8	22	●
		×							<i>Pseudolachnostylis maprouneifolia</i>	38	12	9	14	2	1	34	27	11	●	
									<i>Commiphora mossambicensis</i>	19	12	9	14	1		10	8	22	●	
									<i>Baphia massaiensis</i>	52	10	7	16		4	29	35	50	2	●
									<i>Ricinodendron rautanenii</i>	41	8	6	17			1	1	48	●	
●									<i>Acacia karoo</i>	2	7	5	18	1	1	3	4	29	●	
●									<i>Acacia nigrescens</i>	3	6	4	19			6	18	18	13	●
								●	<i>Grewia occidentalis</i>	30	5	4	19			6	10	12	17	●
●	×								<i>Ziziphus mucronata</i>	51	6	4	19			1	14	11	19	●
●	●						●		<i>Combretum hereroense</i>	15	6	4	19	1	1	2	1	4	29	●
							●		<i>Combretum imberbe</i>	16	6	4	19				3	2	39	●
									<i>Commiphora pyracanthoides</i>	20	4	3	24	1	6	5	7	14	16	●
									<i>Acacia ataxacantha</i>	68	4	3	24			3	3	4	28	●
									<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	65	4	3	24							
								●	<i>Vitex payos</i>	48	3	2	27			1	13	10	21	●
●	●	●	●	●					<i>Colophospermum mopane</i>	12	3	2	27	1	1	1	1	3	33	●
							●		<i>Dicoma anomala</i>	23	3	2	27				3	2	39	●
		×							<i>Lonchocarpus capassa</i>	35	3	2	27				3	2	39	●
									<i>Entandrophragma caudatum</i>	27	3	2	27							
								●	<i>Strychnos cocculoides</i>	45	1	1	32			2	19	15	14	●
									<i>Gardenia volkensii</i>	53	2	1	32		2	2	5	7	24	●
									<i>Combretum molle</i>	67	2	1	32				7	5	25	●
									<i>Euphorbia matabelensis</i>	66	1	1	32			2	5	5	25	●
									<i>Peltophorum africanum</i>	55	1	1	32			2	2	3	33	●
		×							<i>Azelia quanzensis</i>	4	1	1	32			1	1	1	44	●
●									<i>Acacia erioloba</i>	1	2	1	32				1	1	48	●
									<i>Erythrophleum africanum</i>	28	1	1	32				1	1	48	●
									<i>Pericopsis angolensis</i>	37	2	1	32				1	1	48	●
									<i>Cassia abbreviata</i>	11	2	1	32							
●									<i>Sclerocarya birrea</i>	42	1	1	32							

表 8-22 林相別上層木と更新木を構成する樹種 (つづき)

Forest Type : All (2/2)									DBH ≥ 10cm		DBH < 10cm				Coincident of Mother Tree and Regeneration				
Use of Trees									No. of Plot in which species appeared	Frequency of Plots (%)	Ranking	No. of Plots for: *							
Household Items	Fencing	Firewood	Sledges	Poles	Bark	Shading	Medicine	Fruits				3	2	1		+	Frequency of Total Plots (%)	Ranking	
									<i>Securidaca longipedunculata</i>	63	1	1	32						
									<i>Bauhinia petersiana</i>	57				5	16	22	32	10	
									● <i>Vangueria infausta</i>	47					1	6	5	25	
									● <i>Albizia spp.</i>	5						5	4	29	
									<i>Grewia monticola</i>	64						5	4	29	
									● <i>Dichrostachys cinerea</i>	22					1	3	3	33	
									<i>Euclea undulata</i>	56					2	2	3	33	
									<i>Grewia flavescens</i>	60					1	3	3	33	
									● <i>Ximenia caffra</i>	50						4	3	33	
									<i>Gardenia volkensii</i>	70						1	2	2	39
									<i>Rhus dentata</i>	71						3	2	39	
									● <i>Dovyalis caffra</i>	25				1		1	1	44	
									● <i>Julbernardia globiflora</i>	32						2	1	44	
									<i>Strychnos spinosa</i>	59						1	1	44	
									<i>Brachylaena rotundata</i>	69						1	1	48	
									<i>Bridelia mollis</i>	58						1	1	48	
									● <i>Elephantorriza goetzei</i>	26						1	1	48	
									<i>Friesodielsia obovata</i>	72						1	1	48	
									<i>Lankea discolor</i>	34						1	1	48	
									<i>Parinari curatellifolia</i>	54						1	1	48	
									<i>Pavetta schumanniana</i>	61						1	1	48	
									<i>Pterocarpus rotundifolius</i>	40			1			1	1	48	
									<i>Strychnos madagascariensis</i>	73						1	1	48	
									● <i>Ximenia americana</i>	49						1	1	48	
									Total	136	136				136				

Note: * The number of plots is counted by regeneration class (refer to Table 8-4).

(2) プロット別の傾向

プロット別に上層木と更新木の出現を比較した。上層木が出現し、かつ更新木も出現するプロット数は表 8 - 23 のとおりである。このプロット数の各林相区分におけるプロット総数に対する割合を「プロット割合(Plot Ratio)」とし、出現の程度を比較した。上層木と更新木の両方が 0.1ha のプロットに出現するということは、母樹と更新木の両方が生育する密度が高いと考えられる。したがって、このプロット割合が高ければ高いほど、当該林相区分において、その樹種が存続するポテンシャルを有すると考えられる。

Baikiaea plurijuga の優占する林分(Ba)については、プロット割合は 98%で上層木と更新木の両方が出現している。この他に、プロット割合は 50%を下回るが、*Combretum collinum*、*Guibourtia coleosperma*、*Pterocarpus angolensis* がよく更新している。また、他の林相に出現しない樹種としては、*Croton gratissimus* があげられる。

Guibourtia coleosperma の優占する林分(Gc)については、*Baikiaea plurijuga* と *Guibourtia coleosperma* が 95%と 85%と高いプロット割合で出現する。*Baikiaea plurijuga* の優占する林分との違いは、*Burkea Africana* が比較的高いプロット割合で出現することであろう。

これらとユーカリの植林地以外の林相区分については、それぞれの優占樹種が 50%以上のプロット割合で出現している。

これらの合計値をみると、プロット割合の上位 5 種として、*Baikiaea plurijuga*、*Guibourtia coleosperma*、*Combretum collinum*、*Pterocarpus angolensis*、*Brachystegia spiciformis* があげられる。ただし、*Pterocarpus angolensis* については、被度・数度を示す値が「+」のみとなっており、プロット割合は高いが、その更新内容は旺盛ではない。

表 8 – 23 林相別上層木と更新木の両方が出現するプロット数

Forest Type: Ba	Regeneration Class*					Total	Plot Ratio (%)
	3	2	1	+			
<i>Baikiaea plurijuga</i>	7	7	30	42	12	91	98
<i>Combretum collinum</i>	13			5	27	32	34
<i>Guibourtia coleosperma</i>	31		1	5	21	27	29
<i>Pterocarpus angolensis</i>	39				23	23	25
<i>Brachystegia spiciformis</i>	9		1	7	5	13	14
<i>Croton gratissimus</i>	21	1		4	7	12	13
<i>Commiphora mollis</i>	18		1	2	7	10	11
<i>Diplorhynchus condylocarpon</i>	24			1	8	9	10
<i>Terminalia sericea</i>	46		1	2	5	8	9
<i>Ochna pulchra</i>	36				7	7	8
<i>Burkea Africana</i>	10				6	6	6
<i>Baphia massaiensis</i>	52			3	2	5	5
<i>Acacia nigrescens</i>	3			4		4	4
<i>Combretum fragans</i>	14			1	3	4	4
<i>Pseudolachnostylis maprouneifolia</i>	38				4	4	4
<i>Combretum zeyheri</i>	17				3	3	3
<i>Ziziphus mucronata</i>	51			1	2	3	3
<i>Combretum hereroense</i>	15			1	1	2	2
<i>Combretum molle</i>	67				2	2	2
<i>Commiphora mossambicensis</i>	19	1			1	2	2
<i>Gardenia volkensii</i>	53				2	2	2
<i>Grewia occidentalis</i>	30			2		2	2
<i>Acacia ataxacantha</i>	68				1	1	1
<i>Combretum imberbe</i>	16				1	1	1
<i>Commiphora pyracanthoides</i>	20		1			1	1
<i>Dicoma anomala</i>	23				1	1	1
<i>Erythrophleum africanum</i>	28				1	1	1
<i>Vitex payos</i>	48				1	1	1

Forest Type: Gc	Regeneration Class*					Total	Plot Ratio (%)
	3	2	1	+			
<i>Baikiaea plurijuga</i>	7	1	4	12	2	19	95
<i>Guibourtia coleosperma</i>	31		2	7	8	17	85
<i>Burkea Africana</i>	10			1	5	6	30
<i>Combretum collinum</i>	13			1	5	6	30
<i>Combretum fragans</i>	14				6	6	30
<i>Diplorhynchus condylocarpon</i>	24			2	3	5	25
<i>Ochna pulchra</i>	36		1		2	3	15
<i>Commiphora mossambicensis</i>	19				2	2	10
<i>Pseudolachnostylis maprouneifolia</i>	38				2	2	10
<i>Baphia massaiensis</i>	52			1		1	5
<i>Peltophorum africanum</i>	55				1	1	5
<i>Pterocarpus angolensis</i>	39				1	1	5
<i>Terminalia sericea</i>	46				1	1	5

Note: * The number of plots is counted by regeneration class (refer to Table 8 – 4).

表 8-23 林相別上層木と更新木の両方が出現するプロット数(つづき)

Forest Type: Br		Regeneration Class*					Total	Plot Ratio (%)
Species		3	2	1	+			
<i>Brachystegia spiciformis</i>	9		1	4	1	6	75	
<i>Baikiaea plurijuga</i>	7		2	2		4	50	
<i>Combretum collinum</i>	13				3	3	38	
<i>Burkea Africana</i>	10				2	2	25	
<i>Combretum fragans</i>	14				2	2	25	
<i>Ochna pulchra</i>	36			1	1	2	25	
<i>Baphia massaiensis</i>	52			1		1	13	
<i>Commiphora mossambicensis</i>	19				1	1	13	
<i>Diplorhynchus condylocarpon</i>	24				1	1	13	
<i>Grewia occidentalis</i>	30			1		1	13	
<i>Guibourtia coleosperma</i>	31				1	1	13	
<i>Lonchocarpus capassa</i>	35				1	1	13	
<i>Pterocarpus angolensis</i>	39				1	1	13	
<i>Strychnos cocculoides</i>	45				1	1	13	
<i>Terminalia sericea</i>	46				1	1	13	

Forest Type: Ac		Regeneration Class*					Total	Plot Ratio (%)
Species		3	2	1	+			
<i>Acacia karoo</i>	2		1			1	50	
<i>Acacia nigrescens</i>	3			1		1	50	
<i>Baikiaea plurijuga</i>	7			1		1	50	
<i>Combretum collinum</i>	13				1	1	50	

Forest Type: Co/Ts		Regeneration Class*					Total	Plot Ratio (%)
Species		3	2	1	+			
<i>Terminalia sericea</i>	46		1	2		3	60	
<i>Acacia karoo</i>	2				2	2	40	
<i>Burkea Africana</i>	10			2		2	40	
<i>Combretum hereroense</i>	15	1	1			2	40	
<i>Combretum fragans</i>	14				1	1	20	
<i>Combretum imberbe</i>	16				1	1	20	
<i>Guibourtia coleosperma</i>	31				1	1	20	
<i>Lonchocarpus capassa</i>	35				1	1	20	

Forest Type: Cm		Regeneration Class*					Total	Plot Ratio (%)
Species		3	2	1	+			
<i>Colophospermum mopane</i>	12	1	1			2	100	
<i>Acacia karoo</i>	2			1		1	50	
<i>Guibourtia coleosperma</i>	31				1	1	50	

Note: * The number of plots is counted by regeneration class (refer to Table 8-4).

表 8 – 23 林相別上層木と更新木の両方が出現するプロット数(つづき)

Forest Type: R		Regeneration Class*				Total	Plot Ratio (%)
Species		3	2	1	+		
<i>Acacia ataxacantha</i>	68			1		1	50
<i>Colophospermum mopane</i>	12			1		1	50
<i>Diplorhynchus condylocarpon</i>	24				1	1	50
<i>Pseudolachnostylis maprouneifolia</i>	38				1	1	50

Forest Type: Fu		Regeneration Class*				Total	Plot Ratio (%)
Species		3	2	1	+		
<i>Combretum collinum</i>	13				2	2	50
<i>Terminalia sericea</i>	46				2	2	50
<i>Baikiaea plurijuga</i>	7		1			1	25
<i>Baphia massaiensis</i>	52			1		1	25
<i>Guibourtia coleosperma</i>	31				1	1	25
<i>Ochna pulchra</i>	36				1	1	25

Note: * The number of plots is counted by regeneration class (refer to Table 8 – 4).

表 8-23 林相別上層木と更新木の両方が出現するプロット数(つづき)

Forest Type: All Species	Regeneration Class*					Total	Plot Ratio (%)
	3	2	1	+			
<i>Baikiaea plurijuga</i>	7	8	37	57	14	116	85
<i>Guibourtia coleosperma</i>	31		3	12	33	48	35
<i>Combretum collinum</i>	13			6	38	44	32
<i>Pterocarpus angolensis</i>	39				25	25	18
<i>Brachystegia spiciformis</i>	9		2	11	6	19	14
<i>Burkea Africana</i>	10			3	13	16	12
<i>Diplorhynchus condylocarpon</i>	24			3	13	16	12
<i>Terminalia sericea</i>	46		2	4	9	15	11
<i>Combretum fragans</i>	14			1	12	13	10
<i>Ochna pulchra</i>	36		1	1	11	13	10
<i>Croton gratissimus</i>	21	1		4	7	12	9
<i>Commiphora morris</i>	18		1	2	7	10	7
<i>Baphia massaiensis</i>	52			6	2	8	6
<i>Pseudolachnostylis maprouneifolia</i>	38				7	7	5
<i>Acacia nigrescens</i>	3			5		5	4
<i>Commiphora mossambicensis</i>	19	1			4	5	4
<i>Acacia karoo</i>	2		1	1	2	4	3
<i>Combretum hereroense</i>	15	1	1	1	1	4	3
<i>Colophospermum mopane</i>	12	1	1	1		3	2
<i>Combretum zeyheri</i>	17				3	3	2
<i>Grewia occidentalis</i>	30			3		3	2
<i>Ziziphus mucronata</i>	51			1	2	3	2
<i>Acacia ataxacantha</i>	68			1	1	2	1
<i>Combretum imberbe</i>	16				2	2	1
<i>Combretum molle</i>	67				2	2	1
<i>Gardenia volkensii</i>	53				2	2	1
<i>Lonchocarpus capassa</i>	35				2	2	1
<i>Commiphora pyracanthoides</i>	20		1			1	1
<i>Dicoma anomala</i>	23				1	1	1
<i>Erythrophleum africanum</i>	28				1	1	1
<i>Peltoporum africanum</i>	55				1	1	1
<i>Strychnos cocculoides</i>	45				1	1	1
<i>Vitex payos</i>	48				1	1	1

Note: * The number of plots is counted by regeneration class (refer to Table 8-4).

(3) 天然更新の対策

(a) *Baikiaea plurijuga*

Baikiaea plurijuga は被度、数度とも非常に多かったことを述べた。そして、被度が+の場合でも 1 本ということではなく、多くの更新樹が認められた。そして被度 1 以上の場合には、更新木が直径分布において連続し、多数、全面的に分布しているのが認められた。また、*Baikiaea plurijuga* は萌芽更新も非常に良い。

種の人工散布の場合でも Forest Hill Office の経験では熱湯処理をした *Baikiaea plurijuga* の種を散布した場合には、散布から発芽までの期間は 1 週間で、他の樹種よりも短く、この間、種が動物に食べられる期間は短く、発芽には有利であるとのことである。

Baikiaea plurijuga はカラハリ砂土に最も適応し、もともと優占度が高い上に、更新しやすいために現在も優占度が高く維持されているものと思われ、天然更新は問題がないと考えられる。

(b) *Pterocarpus angolensis*

Pterocarpus angolensis は、全調査プロットにおいて更新木があるプロットの割合は 32%であり、68%のプロットでは更新木がない。しかし、*Pterocarpus angolensis* が上層に出現したプロットではよく更新していた。被度が 1 のプロット 1 つを除いては、プロットの被度は全て + であった。被度が+の場合胸高直径 40cm 程度の母樹と推定されるものがプロット内外に存在しており、母樹の周辺に 1 本～数本が更新していることが多く、樹高は 1～2m 程度のものが多かった。*Baikiaea plurijuga* のように胸高直径 10cm 以下の各段階に多数、全面的な分布は認められなかった。

Pterocarpus angolensis は材質が良く、取引価格が最も高いために、伐採割合は最も高かったことは明らかである。これまで多くが抜き伐りされ、盗伐も多いために母樹となるべきものが少なくなっていると考えられる。

種の人工散布の場合でも Forest Hill Office の経験では種が母樹から散布された後に発芽するまで 2 ヶ月程度かかるとされていることからその間に動物に食べられる可能性も高く、*Baikiaea plurijuga* に比較して更新は不利な状況にあるとのことである。

現状では更新木が見られるが、直径階別分布(図 8-2 参照)は平行線型を示すことから更新が断続的であることも考えられ、母樹となるものはできるだけ残していく必要があると考えられる。

(c) *Guibourtia coleosperma*

Guibourtia coleosperma は *Pterocarpus angolensis* より更新状況は良い。特に Gc と判読した林分ではプロット割合は 85%であり、被度も 2 のプロットが 2 個、被度が 1 もプロットが 7 個でこの 2 つを合わせれば被度 + のプロット 8 個よりも多く、更新には問題がないと考えられる。

Pterocarpus angolensis は、全調査プロットにおいて更新木があるプロットの割合は

44%であり、56%のプロットでは更新木がない。被度は *Pterocarpus angolensis* に比較して若干良いが、似たような傾向が見られる。 *Guibourtia coleosperma* の材も価値が高く、多くが抜き伐りされてきたために母樹が少なくなっていることと、 *Guibourtia coleosperma* の種子も動物に食べられやすいことによるものとみられる。また、種子が散布されてから発芽までに 3、4 週間かかることことが原因とみられる。また、住民が種子を料理に使うことも理由と考えられる。

8.3 成長量

サーベイエリアの森林は 1900 年代の始めから何回か伐採されてきた。既存の 1/50,000 の地図を見ればわかるとおり、サーベイエリア内に現在でも残る主要な管理道以外に数えるのが困難な程多くの伐採道が入っている（現在これらの伐採道は植生に覆われ地上で判別不能である）。この伐採道は、サーベイエリア全域に入っており、最も密な箇所では 1km メッシュの中に 7 本が数えられる。これは ha あたり 70m の林道密度となる。また、平均的にみて 4 本程度の伐採道が数えられ、これは 40m / ha の林道密度となる。これは極めて高密度な路網であることを示している。かつてこの地域には膨大な蓄積を持った森林が存在し、地形が平坦のため道路作設と搬出が極めて容易であり、膨大な量の樹木が抜き伐りされたことを意味している。

木材は、無計画に伐採すれば、その回復には長期間を要し、持続的な生産が不可能となる。インテンシブエリアの森林に関し、持続的な生産を維持するにはどの程度の量が伐採ができるかを推定するために入手できた既存の 4 つの文献から成長量を推定した。

- (1) The ecology and management of the Kalahari sand forest vegetation of south-western Zimbabwe (G . M. Calvert, 1986)

これによれば Wightman(1967) は、最も成長の早い *Baikiaea plurijuga* で 38cm の胸高直径に達するのに 127 年、最も遅いもので 400 年かかると推定している。

すなわち、年平均胸高直径成長は 2.99mm ~ 0.95mm となる。

また、Calvert がグワイでもっとも活力があるものの平均で胸高直径が 2.5cm から 38cm になるのに 200 年かかると推定している。

すなわち年平均胸高直径成長は 1.78mm となる。

また、更新木が 2.5cm の胸高直径になるのに 20 年 ~ 50 年、平均 30 年かかると推定している。

すなわち、年平均成長量は 0.83mm となる。

- (2) The Ecology and Management of Indigenous Forests in Southern Africa の The Effect of Silvicultural Cleaning on Diameter Increment in *Baikiaea plurijuga* (P.T. Mushouve, P.C. Gondo and C. Gumbie, 1993)

これによれば、グワイ森林区の 1967 年 ~ 1992 年の 25 年間で人手の加えない試験区での *Baikiaea plurijuga* の年平均直径成長量は 1.5mm、主要樹種以外を伐採した試験区での成長量は 1.3mm と報告している。

- (3) The Ecology and Management of Indigenous Forests in Zimbabwe (SAREC, 1996)

グワイ森林区にある Permanent Sample Plots の 44 年間のうち、データのとれたものから推定した主要樹種の年平均胸高直径成長量は次のとおりである。

表 8 – 24 主要樹種の年成長量

樹 種	年平均胸高直径成長(mm/年)
<i>Baikiaea plurijuga</i>	1.25 ~ 2.04
<i>Pterocarpus angolensis</i>	1.30 ~ 2.72
<i>Guibourtia coleosperma</i>	1.02 ~ 2.37
<i>Terminalia sericea</i>	0.98 ~ 2.24

(4) FAO Pilot Studies on Forestry Data Gathering and Analysis (C.M. Gumbie, 2000)

これによれば主要樹種の年平均胸高直径成長は次のとおりである。

表 8 – 25 主要樹種の年成長量

樹 種	年平均胸高直径成長(mm/年)
<i>Baikiaea plurijuga</i>	1.75 (0.19)
<i>Pterocarpus angolensis</i>	2.00 (0.45)
<i>Guibourtia coleosperma</i>	2.11 (0.25)
<i>Terminalia sericea</i>	1.78 (0.89)

注: ()内は標準偏差

このようにサーベイエリアの主要樹種の成長は非常に遅く、年平均直径成長は 2mm 以下にあると推定され、0.1mm 単位の数字であっても成長量に大きな影響を与える。

調査団がグワイ森林区の伐採地での伐採木の年輪を数えたところ、年輪が確かであれば直径成長は年 2mm 以下であることは確認できた。

サーベイエリアの森林は雨期と乾期のはっきりした雨緑林であることから年輪があることは確かである。しかし、年輪が偽年輪か判定の困難さはある。このことから次のようなことが研究課題となる。

i) 年輪の確認

区間を区切った期間での胸高直径の成長量と年輪との関係を調査し、年輪が偽年輪かを確かめる。

ii) 樹幹解析

年輪が確かめられる場合には樹幹解析を行い、成長量を調査する。

iii) 直径成長の追跡

パーマネントプロットにおける樹木の成長を継続的に追跡調査していく。

8.4 林相図と森林調査簿の作成

8.4.1 林相図

(1) 図示単位

調査の結果に基づき、表 8 - 26 の林相図の区分を作成した。1999 年に作成された土地利用植生図のうちウッドランドとブッシュランドについて、優占樹種を用いて細分化を行った。これらの優占樹種は、上層林冠を構成し、本数、樹冠疎密度などで、優占しているものである。

林分の判読については、優占樹種の判読とともに、上層林冠の樹高を 1m 単位で、また、樹冠疎密度については 5 % 単位で区分を行った。それらの樹高と樹冠疎密度を以下に示すクラスに分けた。林相図には、これらの林相区分、樹高階、樹冠疎密度階を記号で示した。これらにブロック内で連続番号を振り、「Parcel」と呼ぶこととした。林相図と森林調査簿は、この「Parcel」の番号により相互に対応している。

表 8 - 26 林相図の区分と判読基準

	Category (林相区分)	Mapping Symbol	Criteria
Manmade Forest	Planted <i>Eucalyptus</i> spp.	Eu	The subject area is located to southwest to Kenmaur.
Managed Natural Forest	Stand dominated by <i>Baikiaea plurijuga</i>	Ba	Dominant species: <i>Baikiaea plurijuga</i>
	Stand dominated by <i>Guibourtia coleosperma</i>	Gc	<i>Guibourtia coleosperma</i>
	Stand dominated by <i>Brachystegia</i> spp.	Br	<i>Brachystegia</i> spp.
	Stand dominated by <i>Acacia</i> spp.	Ac	<i>Acacia</i> spp.
	Stand dominated by Combretaceae	Co/Ts	Combretaceae
	Stand dominated by <i>Colophospermum mopane</i>	Cm	<i>Colophospermum mopane</i>
	Bushland	B	Bushland mixed by several spp.
	Riverine Forest	R	Forests which specifically grow at riverside
Non-Forest	Bare Land	BL	Bare land
	Wet Land	WL	Wet land such as swamp and pond
	Vlei /Grassland	VG	Vlei or grasslands such as Insuza Vlei
	River	RI	Rivers such as Bembesi River
	Cultivated Land	CL	Cultivated land for crops such as maize
	Settlement	ST	Settlements clustered with small buildings that are found around St. Lukas and railway
	Others	OT	Roads, railways, power line, etc.

Note: Vlei means broad grassy depression.

表 8-27 樹高階及び樹冠疎密度階

Height Class		Canopy Density Class	
1. <5m	(H1)	1. <25%	(D1)
2. 5m <15m	(H2)	2. 25% <50%	(D2)
3. 15m	(H3)	3. 50% <75%	(D3)
		4. 75%	(D4)

(2) 各図示単位の分布傾向と航空写真上のイメージ

インテンシブエリアの森林は、1900年初めから、伐採と火災による攪乱を受け続けており、自然条件だけで各林相区分の分布傾向を特定することは困難である。しかし、そのような人為的干渉を差引いて、現地における観察を踏まえて、表 8-28 のような分布傾向を得た。また、林相区分の航空写真上でのイメージ特性を並べて記した。

表8-28 林相区分と分布傾向並びに航空写真のイメージの特徴

林分の記号	分布傾向	航空写真のイメージの特徴
Eu	a. ユーカリの植林研究プロットであり、特に傾向はない。 b. Kenmaur 付近に最も大きなものがあるが、ユーカリ以外に <i>Baikiaea plurijuga</i> などが繁茂している。	a. ユーカリは落葉していないが、灰白色である。混生する <i>Baikiaea plurijuga</i> は落葉が始まっていたため、灰白色から濃灰色である。 b. 林冠はさほど小さくなく、木目細かい点状である。
Ba	a. インテンシブエリア全体であり、カラハリ砂土の深い場所で、 <i>Baikiaea plurijuga</i> 以外の樹種が入りにくい平坦地に分布する。 b. 河川沿い、フレイ沿い、山腹斜面には少ない。	a. <i>Baikiaea plurijuga</i> は場所により落葉が始まっており、灰白色から濃灰色である。 b. 林冠の大きさは、ドワーフチークから大きなものまで範囲が広い。
Gc	a. <i>Baikiaea plurijuga</i> の分布地域とほとんど一致する。 b. 火災に対する耐性が比較的低いためか、火災が頻繁に起きる地域では、範囲が縮小されている傾向がある。	a. <i>Guibourtia coleosperma</i> は落葉しておらず、濃灰色から黒色である。 b. 樹高が低く、細くても、株立ちで林冠がひろがるため、樹冠は比較的大きい。
Br	a. ビクトリアフォールズ道路周辺で、ベンベジ川以北に分布し、 <i>Brachystegia</i> spp. は、 <i>Baikiaea plurijuga</i> や <i>Guibourtia coleosperma</i> と混生する。	a. ほとんどの林分が 10m 以上の高い木で構成されている。 b. <i>Brachystegia</i> spp. は落葉しておらず、灰色から濃灰色である。
Ac	a. 河川沿い、フレイ沿い、凹地に分布する。 b. 山腹斜面にわずかにみられる。	a. <i>Acacia</i> spp. は落葉が始まっており、灰白色から灰色である。 b. 林冠は明瞭でない。
Co/Ts	c. 季節的な冠水、低温などが影響していると考えられる。	a. <i>Terminalia sericea</i> は落葉しており、灰白色から灰色である。 b. 林冠は明瞭でない。
Cm		a. <i>Colophospermum mopane</i> は落葉しておらず、濃灰色から黒色である。 b. 林冠は、大小あるが、均等に緻密にならび、明瞭である場合が多い。
B		a. <i>Acacia</i> spp., <i>Terminalia sericea</i> , <i>Colophospermum mopane</i> , <i>Combretum</i> spp., <i>Burkea africana</i> が混生おり、Ac Co/Ts Cmのパターンをあわせ持つ。
R	a. ベンベジ川沿いの狭い沖積地に限られて分布する。	a. 上層木を構成する樹種は落葉しているものもある。だが、その他の主要構成樹種が落葉していなかったため、濃灰色から黒色である。 b. 林冠は、連続している傾向がある。

8.4.2 森林調査簿

森林調査簿の項目については、以下の項目でFC側と合意した。

表 8 - 29 森林調査簿の項目

項目	単位	内容
行政区分		県レベル(ルパネ県、プビ県)
森林区		グワーイ森林区、またはベンベジ森林区
ブロック		グワーイ森林区(C,G,H,J,K)、ベンベジ森林区(B)
Parcel番号		林相図の最小区分単位と一致している。
面積	ha	
土壌区分		土壌図の区分と一致している。
林相区分		表 8 - 27に示したとおり。
優占樹種		<p>ウッドランド及びブッシュランドにおいて、以下の優占樹種を記載した。</p> <ul style="list-style-type: none"> i) <i>Baikiaea plurijuga</i> (Ba) ii) <i>Guibourtia coleosperma</i> (Gc) iii) <i>Brachystegia</i> spp. (Br) iv) <i>Acacia</i> spp. (Ac) v) <i>Terminalia sericea</i> (Co/Ts) vi) <i>Colophospermum mopane</i> (Cm) <p>ブッシュランドの中には、航空写真上で優占樹種が同定困難であったり、また現地で複数の優占樹種がモザイク状に群生していたりした。このようなブッシュランドについては、「Bushland (B)」として記載した。</p>
樹高及び樹高階	m	<p>樹高は1m単位で判読値を記載した。</p> <p>樹高階は、以下のとおりである。</p> <ul style="list-style-type: none"> i) < 5m (H1) ii) 5m < 15m (H2) iii) 15m (H3)
樹冠疎密度及び樹冠疎密度階	%	<p>樹冠疎密度は5%単位で判読値を記載した。</p> <p>樹冠疎密度階は、以下のとおりである。</p> <ul style="list-style-type: none"> i) < 25% (D1) ii) 25% < 50% (D2) iii) 50% < 75% (D3) iv) 75% (D4)
蓄積	m ³ m ³ /ha	<ul style="list-style-type: none"> a. ウッドランド(樹高5m以上)及び河畔林について、全木材積と幹材積を各林分で計上した。ブッシュランドについては計上していない。 b. 林分の材積は、プロットデータの樹高と樹冠疎密度を用いて重回帰分析を行い林分材積式を求め、それを適用した。 c. ha当り材積(m³/ha)についても計上した。

森林調査簿は、別冊として作成した。

9. 土壌調査

9.1 調査方法

調査は、インテンシブ・エリア全域を踏査するとともに、地形、地質、植生及び土地利用等の条件を考慮しながら、土壌試孔点による断面調査を実施した。土壌試孔点の断面の深さは概ね 100cm で、途中で岩盤や固結層等が存在する場合はそこまでの深さとし、試孔点数は合計 35 箇所である。また、土壌図作成のため、土壌試孔点に加えて、簡易試孔点、切土面、道路法面、未舗装道路や裸地の地表面等を観察して分布状況を調査した。

土壌調査項目は、位置、地形、方位、傾斜、標高、土地利用及び植生、その他立地条件に係る項目、並びに、 A_0 層の状態、層位の区分、層位の厚さ及び推移状態、土色、腐植、土性、構造、堅密度、石礫、孔隙、水湿状態、溶脱・集積、斑紋・結核、グライ化、菌根・菌糸、根系、pH、その他の特徴的性状等に係る項目である。

土壌図(縮尺 2 万分の 1)の作成にあたっては、微地形や植生、土地利用の状況を見るため、航空写真の判読を併用した。

また、土壌の分類は、The Soil Map of the World Revised Legend (FAO/Unesco、1990 年)の区分に従った。

断面調査の結果は、付属資料に示したとおりである。

9.2 土壌の分類と特徴

インテンシブエリアの土壌の特徴は、ベンベジ川沿いの低地を除いて、その大部分が厚く堆積した石英質の砂土によって覆われていることである。この砂土はカラハリ砂漠に起源を発する風積土で、その証明がいくつかの業績によって明らかにされており(The Soils of Zimbabwe; Kingston Nyamapfene、1991) インテンシブエリアにおいてもその証拠の一端を見出すことができる。ベンベジ川やブビ川沿いの斜面下部や小起伏地では、鉄膠着盤層やその風化物が露出しているが、これらは強度の風化作用によって生成された粘土質の古土壌の一部である。ところが、その上部に存在する砂土は、風化の進んでいない未熟な土壌である。同じ場所で同じ母材から生成される土壌は、弱度に風化された下位層とより風化が進んだ上位層から構成されるが、ここではその順序が逆になっている。また、一部には玄武岩を主体とする細粒緻密な岩の露頭が見られるが、このような母材から生成される土壌は粘土質土壌であって、砂質土壌が生成されることはない。すなわち、インテンシブエリアに分布する砂土は、風化の進んだ古土壌の上位に、他所から運ばれてきた石英質砂が堆積して新たな土壌が生成されたものと見なせる。その砂の起源がカラハリ砂漠にあり、風で運ばれたことを、いくつかの業績が過去の気象条件と岩石学の立場から明らかにされている。この鉄膠着盤層は、中央部南側のベンベジ川沿岸では標高 1,020 - 1,030m、北西部

のプビ川沿いでは965 - 975mに露出している。一般に鉄膠着盤層は安定した地形面で生成されることから、両地点の鉄膠着盤層を結ぶ面がかつての地表面であったと考えられ、多少の起伏はあったかも知れないが、概ね平坦であったと仮定すれば、堆積した砂土の厚さは最大で60 - 65mに及ぶと推定される(図9-1 参照)

一方、インテンシブエリアの中央を東西に流れるベンベジ川の両岸低地には、上述の砂土とは母材を全く異にする壤土質ないし粘土質の土壤が分布する。ベンベジ川の河床には、スポンジ状の赤褐色を呈する岩が露頭しているが、これは噴出時にガスが抜けて小孔が開き、さらに、酸化されて赤色化した玄武岩であり、河川沿いの丘陵斜面にも細粒緻密な玄武岩質岩石が出現することから、両岸低地に見られる土壤はこれらを母材として生成された土壤と考えられる。

このように厚く堆積した砂土と、河川沿いの粘土によって特徴付けられるインテンシブエリアの土壤は、4つの主要土壤群に区分され、さらにいくつかの土壤単位に区分される。これらの主要土壤群及び土壤単位は次のとおりである。また、図9-1に各土壤の分布模式図を示す。

- (1) Leptosols: 岩盤上の浅土性土壤で、河川沿いの斜面下部等に分布する
 - (a) Eutric Leptosols: 高い塩基飽和度を持つ浅土性土壤
- (2) Arenosols: 深い砂から成る未熟土壤で、インテンシブエリアを最も広く覆う
 - (a) Albic Arenosols: 漂白層を持つ砂質未熟土
 - (b) Lubic Arenosols: 粘土分を含む砂質未熟土
 - (c) Ferrali-luvic Arenosols: 粘土分を含み、不活性な砂質未熟土
 - (d) Cambi-luvic Arenosols: 粘土分を含み、層位がやや発達した砂質未熟土
- (3) Vertisols: 非常に活性的な粘土質土壤で、河川沿い低地に分布する
 - (a) Eutric Vertisols: 高い塩基飽和度を持つ活性粘土質土壤
- (4) Cambisols: 変成過程にある土壤で、河川沿いの低地に分布する
 - (a) Eutric Cambisols: 高い塩基飽和度を持つ変成土壤
 - (b) Vertic Cambisols: 活性粘土を含む変成土壤
 - (c) Gleyic Cambisols: 地下水の影響が見られる変成土壤

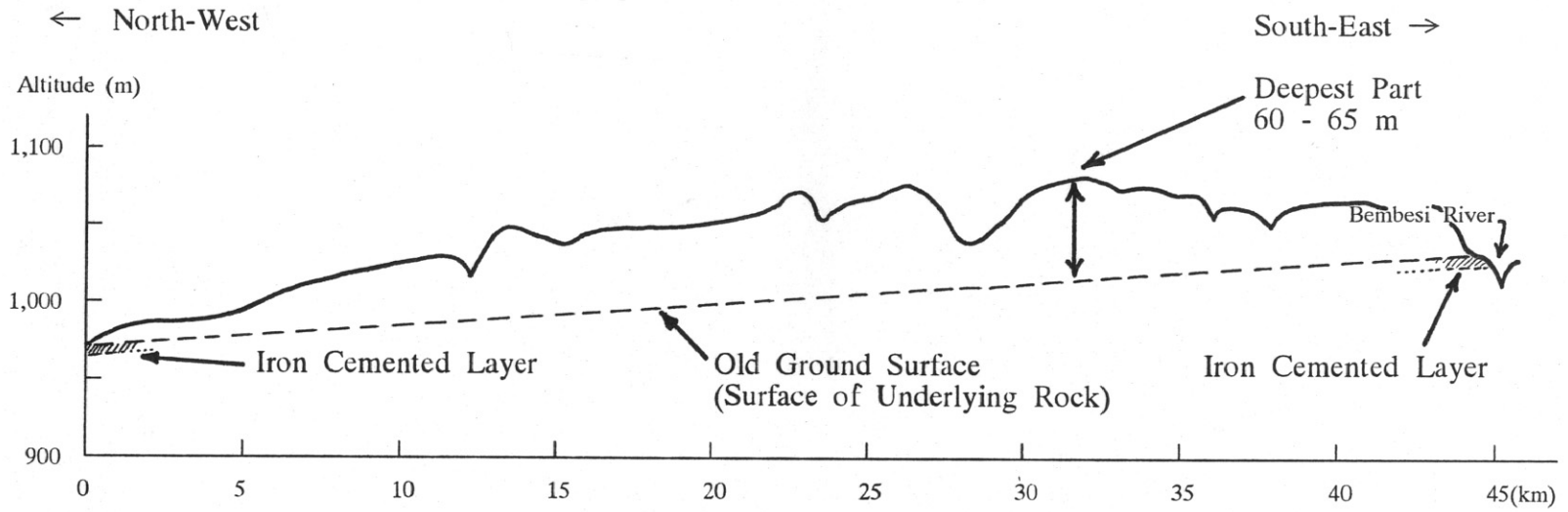


図 9-1 土壤の分布模式図 (ビクトリアフォールズ道路沿い)

(1) Leptosols (LP)

連続した硬岩や固結層によって土層の厚さが 30cm 未満に制限されている土壤、又は、表層から 75cm までの深さの細土率が 20% 未満の礫質土壤である。そして、この二つの単純な基準によって定義づけられるため、Leptosols は多種多様の土壤を含んでいる。インテンシブエリアに分布する Leptosols は、次の単位に細区分できる。

(a) Eutric Leptosols (LPe)

オクリック A 層を持ち、全層にわたって 50% を超える塩基飽和度を持つ Leptosols である。オクリック A 層とは、十分に発達した構造や多量の有機物、暗色の土色、十分な厚さなどを欠く A 層で、一般に見られる A 層である。

インテンシブエリアでは、鉄膠着盤層又は基岩によって土層の深さが 30cm 未満に制限された Leptosols が出現する。A 層は比較的腐植を多く含み、湿潤時には黒褐色を呈する。土性は壤質ないし埴壤質で、塊状構造を持つが、粘土分が多くなるにつれて明瞭な角を持つ硬い角塊状構造となる。B 層は概ね暗褐色、埴壤質で、これを欠く場合もある。薄い土層も、鉄膠着盤の風化物である鉄石や石英礫を多量に含み、その間隙を充填する粘土とともに硬く固結している場合が多い。地表面には鉄膠着盤の露頭や 30 - 60cm 大に割れた鉄石塊が点在する。

一般に、高温湿潤な気候の下、安定した地形面では深層まで風化されて低活性粘土と三・二酸化物に富む土壤が生成される。そこでは、上下変動する地下水によって土壤下層部に三・二酸化物が集積し、鉄に富み腐植に乏しい非活性粘土と石英等の混合物であるプリンサイトが生ずる。プリンサイトは、通常は赤い斑紋として表れるが、上位層の侵食等によって大気に晒され、乾燥すれば不可逆的に硬化して豆状の鉄石に変化する。この時、多量の三・二酸化鉄が連続して硬化すれば、鉄が接着物質となって固結した盤層や不規則な集合体が形成される。この固結層が鉄膠着盤層であり、古くはラテライトと呼ばれていたものである。インテンシブエリアに出現するのも、この鉄膠着盤層とその風化物であって、古い地質時代には気候変動がしばしば起こっていることから、かつてはインテンシブエリアも高温湿潤な気候の下にあり、鉄膠着盤層が生成されたものと考えられる。

また、インテンシブエリアの一部には、地表面から 100cm の深さ付近まで石英質の 0.5 ~ 8cm 大の礫を大量に含み、その間隙を充填する粘土とともに固結している礫層があり、その下部には強い赤褐色を呈する粘土層が表れる断面が見られる。これも細土率の基準から Eutric Leptosols の範疇に含まれる。A 層は極めて薄く、暗赤褐色、砂質壤土、単粒構造を呈し、B 層はこれを欠く。特徴的なことは、表層から 50cm 付近の深さに 0.5cm 大の円礫が集まって形成された厚さ 10cm 程の層、すなわち、石礫線が見られることである。石礫線は、母材が異なる多元土壤であることを示すもので、以前に存在していた母材が移動したことを示唆している。

このように、断面の形態にはいくつかの変異があるものの、浅土性あるいは礫質の土壤であり、オクリック A 層と 50% 以上の塩基飽和度を持つという点で Eutric Leptosols

Leptosols として同じ土壌単位にまとめられる。また、いずれも粘土層が関与しているという共通点があり、鉄膠着盤やその風化物、石礫線の存在とともに、丘陵上部に分布する砂土の起源が他にあることを証明している。

ベンベジ川に面した丘陵斜面の下部、あるいは、ベンベジ川沿い低地に突き出た小起伏地に分布し、灌木林や草地、あるいは、*Colophospermum mopane*, *Terminalia sericea*, *Acacia* spp.などの疎林である。インテンシブエリア内での分布面積は小さい。浅土性あるいは礫質の土壌であることに加え、地表面にも転石や鉄膠着盤の露頭があることから、農業には適さない。林地又は草地としての利用が最も妥当な土地利用である。

インテンシブエリアに出現する Eutric Leptosols は、ジンバブエの土壌分類体系では Lithosol 群に相当する。

(2) Arenosols (AR)

表層から少なくとも 100cm 以内の深さの土性が砂質壤土より粗鬆、つまり、砂土ないし壤質砂土から構成される未熟土壌である。オクリック A 層又はアルビック E 層以外の層位の発達はほとんど見られず、これ以外の特徴層位も持たない。アルビック E 層とは、酸化鉄や粘土が水によって洗い流された層で、その色が砂を覆う膜の色ではなく、砂粒子自体の色、ここでは石英砂の色によって決められる程度までに酸化物が分離・流亡している層である。

インテンシブエリアに出現する Arenosols は、カラハリ砂土に起源を有する風積土で、かつての古土壌の上位に、風によって運ばれた砂が厚く堆積した土壌である。一般に、つや消しの表面と良く角のとれた細粒～中粒の粒子が大部分を占めており、構造はほとんど発達しない。断面はよく締まっているが、ほとんど粘着性を持たないため、指等で突いたり、水を含んだりすると簡単に崩れる。土層中に礫は全く含まれないが、局所的に数 10cm 大に割れた鉄膠着盤の塊が地表面に点在する場合がある。インテンシブエリアに出現する Arenosols は、これらの一般的特徴のほか、微地形の相違や斜面の位置によって、色調や土性、特徴層位の発達程度等に若干の相違があり、以下の単位に細区分できる。

また、インテンシブエリアに出現する全ての Arenosols は、ジンバブエの土壌分類体系の Regosol 群に相当する。

(a) Albic Arenosols (ARa)

表層下 125cm 以内に 50cm 以上の厚さのアルビック E 層を持つ Arenosols である。流水の影響を受けてはいるが、表層下 100cm 以内の層に停滞水の影響は見られない。

インテンシブエリアでは、丘陵斜面の凹面や小さな沢等、雨期に相当量の水が流れる個所に出現する。乾燥時、断面全体にわたって灰白色の色調を呈する。土性は壤質砂土、構造は見られず単粒状で、断面は軟らかい。表流水が流れる個所では、

断面全体にアルビック E 層が発達し、表層の有機物も流亡している。しかし、比較的に勾配があって、幅の狭い明瞭な沢等、伏流水が流れる所では、アルビック E 層の上部に、腐植に富み、湿潤時に暗褐色ないし黒褐色を呈する A 層が見られる。この A 層は、腐植質を含むことから、やや砂質壤土がかつた土性を呈し、乾燥時にはよく締まっているが、構造は発達しない。

Albic Arenosols の分布域は、*Combretum* spp. や *Terminalia sericea*、イネ科草本類が優占する疎林ないし草地となっている場合が多い。養分や粘土の含有量が少なく、水の影響を受けるため、樹木は正常には成長し難いものと考えられる。

(b) Luvic Arenosols (ARl)

表層下 125cm 以内に、厚さ 50cm 以上のアルビック E 層を持たず、3%以上の粘土を含む Arenosols である。

インテンシブエリアに出現する Luvic Arenosols は、A 層以外に層位の発達はほとんど見られない。A 層の直下には、B 層を欠き、直ぐに C 層が現れる場合が多い。A 層は、厚さは 10 - 40cm と様々で、黒褐色ないし褐色を呈し、腐植に富み、土性は砂土ないし壤質砂土である。構造はほとんど発達しておらず、一部に極めて弱い塊状構造が見られる程度である。この構造は、乾燥時には触れても直ぐに崩れることはないが、水分を含むと粘着性がないため簡単に崩れる。B 層は、これを持つ場合は、厚さ 30cm 未満で、褐色を呈し、腐植を含まず、土性は壤質砂土、構造は見られず単粒である。C 層は、ほとんど土壌化していない母材そのものの砂土であって、褐色ないし明褐色を呈し、深くなるにつれて色の彩度と明度が増す。また、一部の断面では C 層内に色相が異なる亜層位が見られる場合があり、これは C 層の素材が均一ではないことを表している。

主に丘陵・台地上のほとんど平坦な面に出現し、次の Ferrali-luvic Arenosols と共にインテンシブエリアの中で最も広い面積を占めて分布する。*Baikiaea plurijuga* や *Brachystegia* spp. を優占樹種とし、*Pterocarpus angolensis* などが混じる森林が成立している。農地としての利用は、分布域の関係から水を確保する問題があり、また、栄養分が乏しいこと、高い透水性と低い保水性という制限があり、施肥の効果も期待できないため、耕作可能な作物は限られてくる。これに対し、*Baikiaea plurijuga* のような樹木は、下層の帯水層まで深い直根を出して地下水を利用するなど、他に見られない適応力を示している。森林は、風と水の侵食作用を受けやすい砂土を保護するとともに、物質の循環を保証しており、生態学的にも健全な土地利用方法と言える。

(c) Ferrali-luvic Arenosols (ARlo)

表層下 125cm 以内に、厚さ 50cm 以上のアルビック E 層を持たず、3%以上の粘土を持ち、かつ、強い赤色を呈する Arenosols である。これは、土壤単位の段階で言えば、上記の Luvic Arenosols の範疇に含まれる土壤であるが、色調という断面形態上の特徴に明らかな相違があり、かつ、微地形による分布域の相違と広がりがあることが

ら、特に副単位を付加して細々区分することとした。Luvic Arenosols の hue は 7.5YR - 10YR であるが、Ferrali-luvic Arenosols の hue は 2.5YR - 5YR と赤色味が強くなる。

インテンシブエリアに出現する Ferrali-luvic Arenosols は、暗赤褐色がかった A 層と赤褐色の C 層を持つ。B 層も赤褐色を呈するが、これを欠く場合が多い。断面の硬さは Luvic Arenosols に比較すれば、軟らかい傾向がある。その他、層位の推移、土性、構造等は概ね Luvic Arenosols に同様である。

Ferrali-luvic Arenosols は、緩やかな起伏のある丘陵頂部面や、やや傾斜のある斜面に出現する。この緩やかな起伏とは、地上ではほとんど気付く事はないが、航空写真や地形図では明瞭に判読できるものである。その僅かな差が土壤の形態に影響を与えており、おそらく降雨時の排水条件に起因するものと考えられる。インテンシブエリアでは、上記の Luvic Arenosols と共に広い面積を占めて分布し、*Baikiaea plurijuga* のほか、*Brachystegia spp.* が優占する森林が広がっている。特に、*Brachystegia spp.* が優占する林分は、土壤の特性によるものか、他の要因によるものかは不明であるが、この土壤の分布域にしか見られない。土地利用については、Luvic Arenosols に同様である。

(d) Cambi-luvic Arenosols (AR1b)

表層下 125cm 以内に 3%以上の粘土を持ち、かつ、僅かながらも発達証拠を示す B 層位を持つ Arenosols である。上記の Ferrali-luvic Arenosols と同様に、Luvic Arenosols の範疇に含まれるが、層位の発達程度に相違があることから、副単位を付加して細々区分したものである。

インテンシブエリアに出現する Cambi-luvic Arenosols は、薄い A 層と厚い所で 80cm 以上に達する B 層を持つ。A 層は、黒褐色を呈し、土性は壤質砂土で、弱い塊状構造を持ち、この点では他の Arenosols と大差はない。しかし、砂質壤土という土性を持つ厚い B 層が存在する点で異なっている。これは、地形的な位置関係から、水的作用によって生成されたものと考えられ、より細かい粒子が集まって発達しつつある層位である。

インテンシブエリアでは、丘陵斜面の下方の緩斜地や丘陵面の広い凹地に出現する。他の Arenosols に比べて、土性が細かい分だけ透水性が低くて保水性が高く、また、位置的な関係から水分条件にも恵まれている。このため、ベンベジ川やブビ川沿いの低地に分布する Cambi-luvic Arenosols は主に農耕地として利用されている。丘陵面の分布域では、*Baikiaea plurijuga* の萌芽・矮性林や *Combretum spp.*、*Terminalia sericea* の疎林が広がっている。この *Baikiaea plurijuga* の萌芽・矮性林は、山火事の繰り返しによって生じたものと言われているが、水分条件も関与している可能性が考えられ、今後の調査研究に残された課題と思われる。

(3) Vertisols (VR)

少なくとも 50cm までの深さの全ての層に 30%以上の粘土を持ち、乾期間に土壤

表面から幅 1cm 以上、深さ 50cm 以上の亀裂が発達する土壌である。 インテンシブエリアには、次の Vertisols が分布する。

(a) Eutric Vertisols (VRe)

石膏や石灰の集積等の特徴的性状が見られず、少なくとも表面から 20~50cm の深さに、50%以上の塩基飽和度を持つ Vertisols である。

インテンシブエリアに出現する Eutric Vertisols は、大きいところでは幅 10 数 cm、深さ 100cm にも達する大きな亀裂が入る。これは、膨張 - 収縮性のある活性粘土が多量に含まれることに起因するもので、乾燥時にのみ表れ、湿潤時には消滅する。地表面から深さ数 cm の所には、粗鬆で粒状構造を伴う埴壤質の薄い表層位(A₁層)を持ち、その下部に 100cm 以上に達する厚い暗色層(A₂層以下)を持つ。粗鬆で薄い表層位は乾燥と湿潤の繰り返しによって生成されるもので、自己被覆作用と呼ばれる。これらの A 層は、黒色ないし黒褐色を呈し、土性は埴土で、腐植に富み、堅硬なくさび形の構造を持つ。このくさび形構造は、鋭利な角のある三角形の角塊状構造であり、強度に発達した粘着性の強い構造で、湿潤時にも簡単に崩れることはない。乾燥時には、薄い表層位を除いて、断面全体が固結状態になる。

また、幅の広い亀裂があると、乾期から雨期の初めにかけて、表層の小さな土壌集合体が亀裂に落ち込み、その隙間を充填する。そして、雨期になって土壌が水分を含むと、粘土が膨張して土層内部に圧力を生じ、土層の一部は表面へ向けて押し上げられる。このようにして生じた不規則な起伏を地表面に持つ現象が『ギルガイ微地形』と称されるもので、インテンシブエリアの Vertisols の分布域では数 cm から 10 数 cm の高低差を持つギルガイ微地形が生じている。土層内の圧力は、また、土壌集合体の表面にも変化を与える。すなわち、圧力がかかることによって、土壌集合体の表面がすり磨かれ、スリッペンサイドと称される溝のついた光沢面を呈するようになる。その上方の物質は機械的に混合され、深くまで暗色の層位が発達する。この時、下部層では土壌構造体の表面と内部で若干の色の相違があり、表面がより黒色となる。これは、上層位から亀裂に沿って有機物が落ち込んでいる事を示している。

この Eutric Vertisols は、玄武岩質岩類に由来する土壌と考えられ、ベンベジ川に沿った低地のうち、丘陵斜面からやや離れた凹地に出現し、*Colophospermum mopane*、*Acacia* spp.などの河畔林、又は、草地が広がっている。Vertisols は本質的には肥沃な土壌であるが、乾燥したものは非常に固く、湿潤時には極めて粘着性が強くなり、膨張する粘土によって排水性が低下して雨期には湿地状になることから、農業的利用は極めて短期間に制限される。また、土壌が収縮するとき、植物の根系を剪断する可能性があり、事実、乾期の亀裂内には両側から引っ張られて伸びきった細根が観察される。このため、農業的利用に当たっては、乾燥を防ぐための適度な灌漑が必要である。Vertisols の粘土は、煉瓦の製造には向かない。

インテンシブエリアに出現する Eutric Vertisols は、ジンバブエの土壌分類体系においても同じく Vertisols 群として区分される。

(4) Cambisols (CM)

Cambisols とはカンビック B 層を持つ土壌である。カンビック B 層とは、いくつかの細かい定義があるが、簡単に言えば砂質壤土又はそれより細かい土性を持つなど層位としての発達を示すが、他の特徴的層位とするまでには発達していない、変成の過程にある B 層である。つまり、Cambisols は、他の土壌群に定義付けるだけの特徴層位を持たない、土壌生成の発達過程にある土壌であり、未熟な土壌と良く発達した土壌の中間的な形態を示す土壌である。土壌化作用は連続して進行し、侵食も進むが、一方では新しい母材が絶え間なく供給されるため、結果として同じ形態を維持し続けることとなる。また、Cambisols には、他の主要土壌群との中間的形態を示すということから、多種多様な形態が含まれている。

インテンシブエリアでは以下の 3 つの単位が出現し、場所によってはこれらがモザイク状に細かく組み合わさって分布する。このため、土壌図においては 2 つあるいは 3 つの土壌単位の混合区として表示した。

また、インテンシブエリアに出現する全ての Cambisols は、ジンバブエの土壌分類体系においては Siallitic 群に相当する。

(a) Eutric Cambisols (CMe)

オクリック A 層を持ち、少なくとも表面から 20 ~ 50cm の深さに 50% 以上の塩基飽和度を持つ Cambisols である。停滞水の影響を受けた層位や強い褐色 ~ 赤色を呈する B 層等、他の特徴的性状を持たない。

インテンシブエリアに出現する Eutric Cambisols は、玄武岩質岩類を母材とするものに砂が混じったものと、砂土から溶脱された細粒子が堆積した土壌があると考えられ、前者は埴質、後者はやや砂質となる。一般的には、A 層は、厚さ 20 - 40cm で、黒褐色を呈し、腐植に富み、砂質壤土ないし埴壤土で、砂質のものは塊状構造、埴質のものは角塊状構造が見られ、乾燥時の断面は堅い。B 層は、100cm 以深まで見られ、褐色を呈し、腐植は持たず、砂質壤土ないし埴壤土で、構造は見られず、壁状に固結している。地形的に水分条件がよく、保水性もあることから、8 月の乾期に調査を実施したにも関わらず、水湿状態は適潤であった。

インテンシブエリアでは、主にベンベジ川沿いの低地と、広くて平坦な丘陵面の凹地に分布する。*Colophospermum mopane*, *Terminalia sericea*, *Combretum* spp., *Acacia* spp. などの疎林が広がっているほか、インテンシブエリアの中では、肥沃で、比較的水分条件に恵まれるため、農地として利用されている。

(b) Vertic Cambisols (CMv)

膨張 - 収縮性のある粘土の含有率が比較的高く、季節的な亀裂やくさび形構造を持つ Cambisols である。これらの特徴的性状が、前記の Vertisols ほどは発達しておらず、中間的な性状を示す Cambisols である。

インテンシブエリアに出現する Vertic Cambisols は、玄武岩質岩類に由来するが、

地形的条件から粘土の一部が流亡し、ここに砂が混じって生成されたものと考えられ、前記の Eutric Vertisols に比べてやや砂質な土壌である。A 層は、黒色ないし黒褐色を呈し、腐植はすこぶる多く、砂質壤土ないし砂質埴壤土の土性と角塊状の構造を持つ。B 層は、100cm 以深まで見られ、黄褐色ないし褐色を呈し、若干の腐植を含み、砂質埴土の土性を持ち、構造は見られず壁状を呈する。A 層・B 層とも乾燥時には固結して、地表面から B 層上部まで幅 1cm に満たない亀裂が入る。粗鬆で粒状構造を伴う表層位は見られない。

インテンシブエリアでは、ベンベジ川に面した丘陵斜面下部や広くて平坦な丘陵面の一時的にも停滞水がある凹地に分布し、*Colophospermum mopane*、*Terminalia sericea*、*Combretum* spp.、*Acacia* spp.などの疎林が広がっている。

(c) Gleyic Cambisols (CMg)

表層下 100cm 以内に停滞水の影響を受けた層位を持つが、真正のグライ土とする程の特徴的性状を示さない中間的な性状を示す Cambisols である。

インテンシブエリアに出現する Gleyic Cambisols は、ベンベジ川沿いの低地や広くて平坦な丘陵面の凹地の中でも、長期間にわたって停滞水が見られるような個所に分布する。A 層は、黒褐色を呈し、腐植に富み、砂質壤土の土性と塊状構造を持ち、乾燥時には固結している。B 層は、基質は褐灰色を呈し、その中に褐色の鉄斑や黒色のマンガン斑を僅かながらも持つ。腐植は含まず、砂質壤土ないし砂質埴壤土の土性を持ち、一部に塊状構造が見られるが、固結している。調査時には十分な湿度が感じられた。

Gleyic Cambisols の分布域は、草地又は裸地となっている所が多い。また、B 層の粘質土は、良質なものではないが、日干し煉瓦の材料として用いられている。

9.3 土壌の分布状況

土壌の分布状況をまとめると、次のとおりである。

表9-1 土壌の分布状況

土壌単位	細区分	主な分布地域	相対的生産力 土地利用適地
Leptosols (LP)	Eutric Leptosols (LPe)	丘陵・台地の山腹斜面下部からベンベジ川沿いの低地に突き出た小起伏地に分布し、草地または <i>Colophospermum mopane</i> 、 <i>Terminalia sericea</i> 、 <i>Acacia</i> spp. などの疎林が広がっている。	低 森林または 草地
Arenosols (AR)	Albic Arenosols (ARa)	丘陵斜面の凹面や小さな沢に出現し、主に、灌木類や草本類が優占する。	低 森林
	Luvic Arenosols (ARl)	主に丘陵下部のほとんど平坦な斜面に出現する。広い面積で分布し、 <i>Baikiaea plurijuga</i> を優占樹種とし、 <i>Pterocarpus angolensis</i> などが混じる森林が成立している。	低 森林
	Ferralsi-luvic Arenosols (ARlo)	緩やかな起伏のある丘陵頂部面や、やや傾斜のある斜面に出現し、広い面積を占める。 <i>Baikiaea plurijuga</i> のほか、 <i>Brachystegia</i> spp. が優占する森林が広がっている。	低 森林
	Cambi-luvic Arenosols (ARlb)	丘陵斜面の下方の緩斜地や広い凹面に出現する。主に、農耕地として利用されている。	中 森林または 農耕地
Vertisols (VR)	Eutric Vertisols (VRe)	ベンベジ川下流に沿った平坦地に出現する。 <i>Colophospermum mopane</i> 、 <i>Acacia</i> spp. などの河畔林、又は、草地となっており、雨季には湿地のような状態になる。	高 森林または 果樹園、農 耕地
Cambisols (CM)	Eutric Cambisols (CMe)	ベンベジ川沿いの平坦な低地や丘陵上の広い凹型面に出現し、 <i>Colophospermum mopane</i> 、 <i>Terminalia sericea</i> 、 <i>Acacia</i> spp. などの森林が成立する。	高 森林または 農耕地
	Vertic Cambisols (CMv)	"	高 森林または 農耕地
	Gleyic Cambisols (CMg)	地下水の影響を受けた痕跡が見られ、草地又は裸地となっている所が多い。	低 森林

10．森林保全計画への提言

本提言は、本調査の目的である森林資源量の把握調査において得られた資料と知見を基に、ジンバブエ国政府が策定しようとしている森林保全計画を支援するものである。ジンバブエ国政府は DFID が行っている社会経済調査の結果と本調査の結果に基づいて森林保全計画を策定することにしており、本提言はその中に位置付けられるものである。

本調査では森林調査及び土壌調査をインテンシブエリアを対象に実施したことからインテンシブエリアを対象に森林保全計画を作成する場合を想定しているが、必要に応じてサーベイエリアについても言及している。

また、これらの調査範囲で提言を行うことから、提言の内容は技術的なものが中心となっている。

10.1 既存の森林管理計画の内容及び実施状況

サーベイエリアを対象とした森林管理計画は、1994年に森林委員会によって作成された南部管区森林管理計画がある。これは、南部管区内の各森林区毎に作成された森林管理計画から構成されており、グワイ森林区とベンベジ森林区の計画も含まれる。計画期間は1995年～1999年の5カ年(フェーズ1)で、既に終了している。現在2000年～2004年の5カ年計画(フェーズ2)を作成中で、遅れているが、近々完成の予定である。フェーズ2の計画はフェーズ1の管理計画と内容はほとんど同様になるとのことである。この計画は各々の森林区の技術者によりたてられている。

(1) 内容

各森林区の計画は、若干の違いはあるものの、概ね同一の書式に従って記載されている。3部から構成され、第1部が概要、第2部が管理計画、第3部が森林改良計画である。

第1部に記載されている内容は、沿革、位置及び面積、自然地理(気候、地形、土壌、植生等) 森林資源(木材、野生生物、その他林産物) 森林資源の利用状況(屋根ふき草、燃材、川砂採掘、放牧地の貸付、木材伐採、狩猟サファリ等) 森林管理(借地及び不法侵入者、野生生物、森林火災管理、調査試験地、ツーリズム、密猟違法採取等) 管理体制についての現況である。

第2部は計画である。森林は利用目的により、いくつかのゾーンに分けられ、ゾーンごとに計画がたてられている。このゾーンは、表10-2のように分けられている。

表 10 - 1 既存森林管理計画のゾーン区分

ゾーン	グワイ	ベンベジ
A	狩猟/撮影サファリ	リロケーションエリア
B	リロケーション	消費型サファリ(狩猟)/非消費型サファリ(撮影) (グワイのゾーン A とつながる)
C	狩猟サファリ用地の整備	木材生産
D	放牧	-
E	木材生産	-
F	狩猟	-

この内グワイ森林区のゾーン C の狩猟サファリ用地の整備地域とゾーン F の狩猟地域はゾーン E の木材生産地域と重複指定されている。

林地における計画行為はゾーンごと、年度ごとに目標数値や実行箇所が掲げられており、具体的な実行方法までの記述はない。また、ゾーンの中の実施位置はブロックを用いて表わされている。ブロックはグワイ森林区は 12、ベンベジ森林区は 3 ブロックに分けられブロックの面積は 7,200ha ~ 31,900ha(表 7 - 7 グワイ及びベンベジ森林区のブロック別面積参照)である。ブロックは計画を実施する場合の単位として用いられている。地形が平坦で林相が均一な森林であるが、実施単位としては、広大である。森林火災対策は、箇所付けされていないが、ゾーンごとに対策が記述されている。

第 3 部は森林改良計画で、苗木の生産、造林、保育といった作業項目ごとにわずかながら目標値が年度ごとに記載されている。

(2) フェーズ 1 の実施状況及びフェーズ 2 の計画内容

グワイ森林区及びベンベジ森林区の計画作成担当者にフェーズ 1 の実施状況及びフェーズ 2 の計画内容の聞き込み調査を行った結果は、表 10 - 2 のとおりである。

表 10 - 2 既存森林管理計画の実施状況及び次期の森林管理計画の内容

ゾーン別/全般	ゾーン別の主な計画内容	ブロックの構成、又は箇所	フェーズ1(1994～1999)における実施状況	フェーズ2(2000～2004)における計画内容
ベンベジ森林区				
A	a. リケーション	A,B部分	相応に達成された。	- フェーズ1の内容を継続 - リケーションが課題。
B	a. 消費型サファリ(狩猟) b. 非消費型サファリ(撮影)	フレイ部分	8 割り方達成。	- フェーズ1の内容を継続。
C	a. 木材生産 b. 放牧地貸付	B,C	木材生産のための伐採は達成されたが、放牧はフェンス、井戸が作設されたのみ。	- 木材関係は終了。 - リケーションされた住民を対象として放牧地の貸付が行われる。
全般	火災対策		火災の予消防計画を実行。	- 火災の予消防計画を実行。
全般	森林整備		植栽面積は5年間で5ha程度と、計画量の2%以下。 樹木園造成は頓挫。 研究調査は全く行われなかった。	- フェーズ1の内容を継続。 - 間伐、更新などの研究調査を改めて開始する。
グワイ森林区				
A	a. 狩猟 b. 撮影サファリ	Insuza フレイ	橋整備、狩猟地区用フェンスの設置、野生動物観察用施設の設置は達成された。	- フェーズ1の内容を継続。
B	a. リケーション	グイトリアフォールス道路の東側	進行中。	- フェーズ1の内容を継続。
C	a. 狩猟サファリ用地の整備	8 mile line とベンベジ川の間	進行中 (順序としては、ゾーンBのリケーションの終了後、このサファリ用地の整備が始められるはずだった)	- フェーズ1の内容を継続。
D	a. 放牧	O	全く達成されず。	- フェーズ1の内容を継続。
E	a. 木材生産	B,L,N,A,B,C, E,K,L,M,N,H &J	G,C,Eが伐採された。 5年間の計画伐採量25,000m ³ 以上の、約27,000m ³ を達成。	- C,Eはリケーションされた住民に放牧地として貸付し、また植林・補植する。
F	a. 狩猟		ほとんど達成されている。	- フェーズ1の内容を継続。 - 放牧を導入する(特に鉄道沿い)
全般	火災対策		火災の予消防計画を実行。	- 火災の予消防計画を実行。
全般	森林整備		樹木園を造成したが、研究調査プロットや種子生産調査が行われなかった。	- 樹木園を維持。 - 研究調査プロットを作設・調査。 - 種子生産調査の実施。

注：ハンティングを消費型 consumptive safari、動物観察などを非消費型 non-consumptive safari と呼んでいる。

なお、グワイ森林区を対象に行った伐採量(胸高直径 31cm 以上の幹材積)は以下のとおりである。

表 10 3 グワイ森林区の最近の伐採材積

年	伐採量(m ³)
1996	2228.668
1997	4403.684
1998	6655.556
1999	8164.451
2000	5523.089

出典：Forest Hill Office

10.2 現状の森林管理上の課題

既存の森林管理計画の実施状況(表 10 - 2)を見ると微妙な状況にあるリロケーションを除き、サファリ、木材生産、火災対策等はほぼ計画どおりに実施されており、放牧地の貸付や森林整備は計画どおりには進まなかったことがわかる。

火災対策に関しては予防対策はほぼ計画どおり実施されてはいるものの、現状は乾期に火災が多く、消火が追いつかないとのことである。

総じて現場では少ない人数ながら広大な面積を対象に計画実施のために精力的に業務を行っていると評価できる。

しかし、調査を通じて次の3点が本調査地の大きな課題と考えられた。

(1) 許容伐採量に基づいた伐採量の決定

最近の伐採量がわかっているグワイ森林区の伐採についてみると、計画では毎年 5,000m³ づつ 5 年間の合計で 25,000m³ 伐採することになっている。実際の伐採量は表 10 - 3 のように 1995 年の伐採量はないが、1996 年～2000 年の 5 年間の伐採量は約 27,000m³ である。これより 5 年間の伐採量は計画を少しオーバーしている。この伐採の計画量は経験的なものと技術的な判断とに基づいていると思われる。

これ以外の伐採量として、本調査の森林資源調査と同時に始まった今回のグワイ森林区のブロック H、J の伐採がある。この森林伐採の背景には、頻発する盗伐に対処するため盗伐される前に伐採してしまおうというものがある。

このように伐採の決定には社会的なものや需給関係等のため、技術的には不本意なものがある場合がある。しかし、技術的に見て持続的な生産を可能にするためには許容伐採量の設定が必要である。社会的要請の伐採量が技術的に可能な伐採量以上である場合には、将来の木材資源の不足や環境悪化への原因ともなり、そのようにならないためには技術的な判断に基づいた伐採許容量が後ろ盾となる。伐採許容量の設定には資源量、成長量の把握が必要である。今後は、調査に基づき伐採許容量を定める必要がある。

(2) 森林を育てる対策

インテンシブエリアを含めたサーベイエリアには Dwarf teak と呼ばれる *Baikiaea plurijuga* の樹高が 1m 程度の低木林が多く見られる。そこはかつて *Baikiaea plurijuga* を主要樹種とする森林であったが、伐採と繰り返し起こる森林火災によりこのような姿になったといわれている。

この森林は *Baikiaea plurijuga* の多数の萌芽幹からなっており、なんらかの手を加えないと優良な個体を伴って成林するのは困難と見られる。もし成林させられることができれば、この森林からも木材生産が可能となる。Dwarf teak を育てる対策が必要である。

(3) 火災対策の充実

サーベイエリアの森林では火災が大きな問題となっており、年間予算のかなりの部分を火災予防、消火対策にあてている。火災の原因は、人為によるものが大部分で、盗伐の戦術として火災を起こすこともある。火災、盗伐は、住民が関係しているため住民参加型のアプローチにより理解を図らなければ、なくならないと考えられる。このような状況のため SFM プロジェクトが実施されているのであり、現状では技術的な森林管理以前の社会的な問題の解決が重要な課題となっている。しかし、技術的な観点から対応できる森林火災対策の充実を図る必要がある。

10.3 現状の整理

森林保全計画の考え方を述べる前に、インテンシブエリアの森林の現状について整理する。

10.3.1 森林の状況

(1) 出現樹種

プロット調査で出現した主要3樹種の出現順位及び出現割合は次のとおりである。

表 10 - 4 主要3樹種の出現順位及び出現割合

Species	Rank	Frequency of Species Appeared (%)
<i>Baikiaea plurijuga</i>	1	42
<i>Guibourtia coleosperma</i>	2	12
<i>Pterocarpus angolensis</i>	8	3
Other species	-	41
Total	-	100

(2) 胸高直径と樹高

林相別の胸高直径と樹高の単純平均値は以下のとおりである。

表 10 - 5 林相別胸高直径の平均値・最大値

DBH/Forest Type	Eu	Ba	Gc	Br	Ac	Co/Ts	Cm	R	All
Average(cm)	14	18	20	19	14	14	14	30	18
Max(cm)	24	79	61	58	43	51	28	120	120

表 10 - 6 林相別樹高の平均値・最大値・最小値

DBH/Forest Type	Eu	Ba	Gc	Br	Ac	Co/Ts	Cm	R	All
Average(cm)	9	7	7	8	6	6	7	14	7
Max(cm)	17	18	15	14	9	11	10	31	31
Min(cm)	5	2	3	3	4	3	4	3	2

主要樹種の直径階別の ha 当たりの本数は次のとおりである。

表 10 - 7 主要樹種の直径階別本数

単位: 本数/ha

DBH Range	Ba	Gc	Pt	Co c	Cm m	Cm	Br	Others	All
10 - 14	47.50	9.56	0.81	8.97	5.88	4.41	1.91	40.15	119.19
15 - 19	16.40	6.03	0.22	4.71	1.69	0.96	0.88	10.37	41.25
20 - 24	13.90	5.74	1.03	3.97	0.44	0.66	1.18	5.51	32.43
25 - 29	6.10	2.65	0.96	1.69			0.96	1.62	13.97
30 - 34	6.32	2.65	0.66	0.66			0.66	1.03	11.99
35 - 39	4.63	1.84	1.03	0.15		0.07	0.44	0.66	8.82
40 - 44	2.79	0.66	0.44				0.22	0.66	4.78
45 - 49	1.91	0.37	0.74				0.07	0.37	3.46
50 - 54	0.29		0.15				0.15	0.15	0.74
55 - 59	0.37						0.07	0.22	0.66
60 - 64	0.29							0.07	0.37
65 - 69									
70 -	0.07					0.07		0.22	0.37
Total	100.59	29.49	6.03	20.15	8.01	6.18	6.54	61.03	238.01

注: 本数は全プロットデータの平均値

(3) 蓄積

胸高直径 10cm 以上の樹木の平均材積は、 $30\text{m}^3/\text{ha}$ である。後述するが $30\text{m}^3/\text{ha}$ という値は潜在量に比べてかなり小さいと思われる。多少の差があるが、ほぼ均一の森林で、どこかにまとまって大きな蓄積があるようなエリアはない。これは 1900 年代の始めから大径木を中心に抜き伐りされてきた影響が強いためと考えられる。また、樹種別にも Gc、Br と判読した箇所では *Guibourtia coleosperma*、*Brachystegia* spp. がそれぞれ多いが、*Baikiaea plurijuga* も多い。インテンシブエリアのブロック別の材積、樹種別の材積及び現在伐採しているグワイ森林区の H、J ブロックの材積は次のとおりである。

表 10-8 ブロック別材積

Block	Total Area (ha)	Ratio (%)	Productive Area (ha)	Ratio (%)	Total Volume (m ³)	Ratio (%)	Total Volume per ha (m ³ /ha)	Timber Volume (m ³)	Ratio (%)	Timber Volume Per ha (m ³ /ha)
Gwaai Forest Land										
C	1,812	3	775	2	22,436	2	29	12,006	2	15
G	5,500	10	4,029	10	152,220	12	38	81,048	12	20
H	12,107	22	9,419	24	277,090	22	29	148,072	22	16
J	14,604	26	11,272	29	370,147	30	33	203,476	30	18
K	13,332	24	5,625	15	142,999	12	25	72,656	11	13
Bembesi Forest Land										
B	8,157	15	7,884	20	268,148	22	34	156,667	23	20
Total	55,512	100	39,004	100	1,233,040	100	32	673,925	100	17

注: Productive Area はウッドランドからなる。

表 10-9 樹種別材積(幹材積 m³)

樹種	Class1	Class2	Total
<i>Baikiaea plurijuga</i>	223,541	125,013	348,554
<i>Pterocarpus angolensis</i>	73,390	12,063	85,453
<i>Guibourtia coleosperma</i>	59,845	34,775	94,620
Others	79,995	65,303	145,298
Total	436,771	237,154	673,925

同左 (ha 当たり材積)

樹種	Class1	Class2	Total
<i>Baikiaea plurijuga</i>	5.731	3.205	8.936
<i>Pterocarpus angolensis</i>	1.882	0.309	2.191
<i>Guibourtia coleosperma</i>	1.534	0.892	2.426
Others	2.051	1.674	3.725
Total	11.198	6.080	17.278

表 10-10 ブロック H の樹種別材積(幹材積 m³)

樹種	Class1	Class2	Total
<i>Baikiaea plurijuga</i>	49,115	27,467	76,582
<i>Pterocarpus angolensis</i>	16,125	2,650	18,775
<i>Guibourtia coleosperma</i>	13,149	7,641	20,790
Others	17,576	14,349	31,925
Total	95,965	52,107	148,072

同左 (ha 当たり材積)

樹種	Class1	Class2	Total
<i>Baikiaea plurijuga</i>	4.057	2.269	6.325
<i>Pterocarpus angolensis</i>	1.332	0.219	1.551
<i>Guibourtia coleosperma</i>	1.086	0.631	1.717
Others	1.452	1.185	2.637
Total	7.926	4.304	12.230

表 10-11 ブロック J の樹種別材積(幹材積 m^3)

樹種	Class1	Class2	Total
<i>Baikiaea plurijuga</i>	67,493	37,745	105,238
<i>Pterocarpus angolensis</i>	22,159	3,642	25,801
<i>Guibourtia coleosperma</i>	18,069	10,499	28,568
Others	24,152	19,717	43,869
Total	131,873	71,603	203,476

同左(ha 当たり材積)

樹種	Class1	Class2	Total
<i>Baikiaea plurijuga</i>	4.622	2.585	7.206
<i>Pterocarpus angolensis</i>	1.517	0.249	1.767
<i>Guibourtia coleosperma</i>	1.237	0.719	1.956
Others	1.654	1.350	3.004
Total	9.030	4.903	13.933

注: クラス1=胸高直径34cm以上、クラス2=胸高直径26~33cm

10.3.2 天然更新状況

Baikiaea plurijuga は *Baikiaea plurijuga*、*Guibourtia coleosperma*、*Brachystegia* spp. が優占する林分のすべてで被度、数度とも高く、多数、全面的に更新しており、萌芽更新も非常に良く、天然更新は問題がない。

Pterocarpus angolensis は、上層に母樹があるところでは更新は良好であることが認められたが、被度、数度とも低い。更新面積はインテンシブエリアの約 1/3 と推定される。母樹として今まで多くが抜き伐りされてきたため、母樹をできるだけ残す必要がある。

Guibourtia coleosperma は、*Guibourtia coleosperma* が優占すると判読された林分では被度、数度とも多く、更新は問題がない。しかし、更新面積はインテンシブエリアの約 1/2 と推定され、*Pterocarpus angolensis* と同様、母樹をできるだけ残す必要がある。

10.3.3 成長状況

すべての樹種の成長は非常に遅い。成長量を調査した文献から判断して主要樹種の年平均直径成長量は 2mm ~ 1mm の間にあると推定される。

10.3.4 土壌

土壌調査からは「カラハリ砂土」が、*Baikiaea plurijuga* を純林に近い形で成立させている最大の要因と結論づけられる。帯水層まで直根を伸ばす *Baikiaea plurijuga* は砂土に最も適しているといえる。逆に水分が多くなると *Baikiaea plurijuga* 以外の樹種が優占する。純林に近いような森林は人工林にも似ており、同質な木材を大量に生産できることから商業用材生産といった面からみて有利な条件を備えている。ただし、砂土であることから養分が少ないため、林木の成長は非常に遅い。この点で一度伐採した森林が元の森林に回復するのに長期間を要するので伐採周期と伐採率は慎重に決定しなければならない。

10.3.5 住民問題

グワイ及びベンベジ森林区は国有地として 1941 年に最終的な境界が確定されたが、それまでに森林区内に住んでいた住民は、そのままの居住を許可された。彼らは森林管理の季節労働者として、また森林火災の消防活動の支援者として活動し、評価された。

しかしその後、外部からの移住や自然増加により林内住民の人口は増え、農地の造成や放牧、樹木伐採などの規模が増し、森林管理上マイナス面が大きくなってきたためにそれを抑制する様々な対策が採られてきた。それらの対策にも関わらず林内住民の人口は増え続けたために、森林委員会は 1990 年代になって最近住み着いた住民を立ち退かせ、残りの住民には隣接する共有地に住み着かせる政策を採用した。さらに森林委員会は「リロケーションエリア」をヴィクトリアフォールズ道路の北東の森林区に設定し、多くの住民はそこに移り住んだが、グワイ森林区のベンベジ川の下流沿いに住む住民は、リロケーションエリアへの移住を拒否している。

この問題に対応するため、森林委員会は英国の DFID (Department for International Development) の支援の下、SFM (Shared Forest Management) アプローチによる住民の合意形成を図るプロジェクトを 1998 年に開始し、1999 年からは社会経済調査が行なわれている。これらを通して DFID はいくつかの選択肢を提示し、住民の意向も踏まえて、選択肢の中でも「自発的リロケーション」と「現状の改善」の組み合わせが好ましい解決策との見解を示している。「現状の改善」とは、土地所有権の譲与、改善された社会基盤の提供、SFM に関する合意といった条件の下に、現在の林内住民をそのまま残すことである。住民の意向調査によれば、「現状の改善」の希望が一番多く、続いて「リロケーション」「セトルメント」「変化なし」の順番となっている。

10.4 森林保全計画の内容

10.4.1 森林保全計画の考え方

森林は、木材を供給し、洪水を防ぎ、生物多様性を保全し、二酸化炭素を吸収して炭素を貯留し、レクリエーションに資するなどの多様な機能を発揮し、人間生活にとって不可欠なものである。森林を管理する上ではこれらの機能が総合的に発揮されるよう施業を行うことが重要である。

その観点から、サーベイエリアの既存の森林管理計画をみると森林は利用すべき目的によりに次のようにゾーン区分されている。

- ・木材生産
- ・サファリ
- ・放牧(木材生産を兼ねる)
- ・リロケーション

これらは単独的に区分されている場合もあるが、複合的に区分されている場合もある。現状のゾーン区分は、森林管理上目的を持ち、目的の機能を発揮させるという点で概ね適切なものと考えられる。しかし、現地事情及び森林の機能の発揮という観点から、現状の区分に加えるものとして次のような区分が考えられる。

- 薪生産
- 復元
- ・有用樹種遺伝子資源保存
- ・水土保全

10.4.2 森林保全計画の必要性

森林のそれぞれの機能を持続的に発揮させていくことは、持続的な社会を構築し、それを維持していくために不可欠である。森林の機能を持続的に発揮させていくためには、それぞれの機能に対応した計画的な森林管理技術体系の提示、及び全ての機能を含めた地域全体の管理計画が不可欠である。この必要性を具体化するものが「森林保全計画」である。

10.4.3 森林保全計画の内容

(1) 機能配置区分

グワイ及びベンベジ森林区を対象とし、現状のゾーン区分に加え、そこにおいて求める機能の重さによって表 10 - 12 のように機能別区分を行う。機能別区分は、リロケーションエリアを除き大きく生産地域といくつかの地域に分けられる。機能別区分は既存のゾーンを尊重しつつ、今回調査した主題図、森林調査、土壌調査などの結果を参考にして、それを細分する形で区分し地図上に示される。

表 10 - 12 グワイ及びベンベジ森林区における森林の機能別の地域区分

機能別地域 大区分	機能別地域 小区分	内 容
生産地域	木材生産地 域	木材の生産を主体に行うことができる森林。
	放牧地域	木材生産地域と同様に木材を生産するが、同時に林 内で放牧ができる森林。
	薪生産地域	薪の生産を主体に行うことができる森林。一定範囲の 放牧、耕作も可能な土地利用。
	復元地域	Dwarf teak の森林。将来成林した後は木材生産地域 に組み込まれる。
	サファリ地域	野生生物の生存を維持するための森林で、同時にレク リエーション的な狩猟及び撮影サファリを楽しむ森林。
有用樹種遺伝子資源保護 地域	希少化しつつある有用樹種の遺伝子保存を図る森 林。	
水土保持地域	土壌の侵食、流亡防止を図り、水源、水系の保全を図 るために必要な森林。	
リロケーションエリア	政策に従ってリロケーションを行う地域。	

対象地の選定については、ブロックや林班による森林区画を行ない、属地的情報を検討した上で決めることが望ましい。

(2) 森林区画

森林を計画管理していく場合、地理的条件や森林の性質などに応じて森林を適切な大きさに区分すれば、管理がしやすくなる。

グワイ及びベンベジ森林区の森林状態をみると、地形は平坦で単純、林相も *Baikiaea plurijuga* を主体にその他の樹種が混交する異齢林であるが均質であるため作業方法には差が少ない。現在はブロック単位で施業を行っているが、ブロックは広大なためいくつかの林班に区分することが適切と思われる。したがって、グワイ及びベンベジの森林区では施業上の最小単位は林班ということとなる。

現在伐採中の H、J ブロックにおいてもブロック内を 19 の区画に分割して、1 区画 4 ヶ月ごとに伐採する計画である。H、J ブロック合わせて約 27,000ha あり、農耕地などを除き、森林地域を約 20,000ha と推定している。このような状況をもみてもブロックを分割し、1,000ha 程度を目安に林班区分を行うことが 1 つの案として考えられ施業の効率化が図られると考えられる。

あるいは、木材生産地域にあっては、伐採の回帰年を 60 年とした場合に、30 個の林班を設定し 2 年毎に 1 つの林班を伐採し、60 年で回転するように林班を設計するか、あるいは 20 個の林班を設定し、3 年毎に伐採するように林班を設計することも考えられる。

また林班の区分は、地形の変化が乏しいことから、区画の境界線の主体は道路と河

川が適切である。さらに道路による境界は林班の大きさがほぼ同じような面積になるように、また防火帯を兼ねるように設計することが重要である。道路密度が増えれば管理そのものが容易になるし、森林火災の予消防のアクセスが格段に良くなるはずである。

森林の状態を記載する森林調査簿は、林班単位で作られる。ただし、今回の森林調査簿は林班が定まっていないため林相区分の区画を基にした Parcel を単位に作成した。

(3) 計画期間

現在 5 年を単位に森林管理計画を作成しているが、保全計画は 50 年、100 年の長期を展望しつつ、具体的には 10 年を単位として作成し、5 年目に中間見直しをするのが適当と考えられる。

10.5 機能区分毎の目標林型

人々が求める森林の機能を高度に持続的に発揮させるためには、目標林型を定めて、それに近づける施業管理を行い、目標林型に達したものは、できるだけその林型を維持しながら機能を発揮させていくことが重要である。機能区分毎の目標林型は表 10 - 13 のようなものが考えられる。

表 10 - 13 求める機能毎の目標林型

地域	求める機能	目標林型
生産地域	木材生産地域	多世代の有用樹種で構成された森林で、利用に適した形質の木の比率が高く、上層木は利用径級に達したかそれに近い木で構成されていること。少なくとも胸高直径が 30c m以上の形質良好な木が含まれていることが必要。
	放牧地域	上記と同様、林内放牧を行う。
	薪生産地域	<i>Colophospermum mopane</i> などの薪に適した樹種の択伐萌芽林。胸高直径が 10c m以上で伐採される萌芽林が好ましい。一定範囲の放牧、耕作の可能な土地利用の中で配置される。
	復元地域	復元した後は木材生産地域と同様な林相。
	サファリ地域	特別な理由がない限り自然のままの森林。
有用樹種遺伝子資源保護地域	<i>Pterocarpus angolensis</i> や <i>Guibourtia coleosperma</i> などの樹種の形質良好な高木が存在し、かつそれらの樹種の若い木の育っている森林。	
水土保持地域	特別な理由がない限り自然のままの森林。	

木材生産機能のための目標林型は、有用樹種の構成比率が高く、利用に適した形質の木の比率が高く、利用径級に達したか、またはそれに近い木が多く存在することである。そして大きな木をある周期で伐採収穫することを繰り返しても、それを補充していく何世代にもわたる、様々な大きさの木で構成されていることが必要である。

10.6.3 に後述するが、薪生産は胸高直径が 10cm 余りの太さで伐採され回転する択伐萌芽林が望ましい。

サファリ地域と水土保持地域は、特別な理由がない限り、できるだけ自然のままの植生であることが望ましい。有用樹種遺伝子資源保護地域は、希少種の形質の優れた有用樹種の含まれている森林で、これはブロックを分けた林班単位の大きさでよい。

10.6 機能区分毎の森林管理

上述した目標林型に向けて、また目標林型に達したものをどのように保全して行くかの管理技術が検討され、それが森林の保全計画に示されるべきである。

10.6.1 木材生産地域

木材生産の主目的は、建築や家具などの用材の生産にある。したがって一般的には単幹の部分が長くて太い木ほど商品価値が高く、それらの条件を備えた *Pterocarpus angolensis*、*Guibourtia coleosperma*、*Baikiaea plurijuga* などの有用樹種がこれまで優先的に伐られてきた。そのために形質良好な大径木が少なくなり、1900年代初期から、1973年までは、胸高直径が40cm以上の木を伐っていたものが、その後は胸高直径が35cm以上のものとなり、さらに現在は31cm以上のものを許可している。このように太さに関する伐採規制は限りなく小径木の伐採を認める方向に移りつつあり、このことは明らかに持続可能な木材生産の保全管理に反するものである。この傾向が続けば、伐採制限値はさらに小径化し、グワーイ及びベンベジ森林区の森林は価値の乏しい森林となるであろう。

このように伐採できる大径木が少なくなり、より小径のものを伐らなければならなくなっている事実は、総蓄積量と形質良好な木が減少してきていることを物語るものである。今回の調査で得られた胸高直径が10cm以上の平均材積量が $30\text{m}^3/\text{ha}$ という値は、潜在蓄積量に比べてかなり小さいと考えられる。

1900年代初期に商業用伐採を始めるまでは、50~100cmクラスの木が多く存在したことは間違いない。有用樹種の直径成長は非常に遅く、成長量の項に記したように *Baikiaea plurijuga* では胸高直径が40cm達するのに約250年かかると推定される。*Pterocarpus angolensis*、*Guibourtia coleosperma* についても同様に成長は非常に遅い。したがって一度20cm台の木しかない森林に落とした場合、直径が30~40cm台の木のある森林に持っていくためには50、100年以上の年月を必要とすることになる。その間伐採を禁止するという事は不可能である。したがって現状に鑑みて条件をゆるめるとしても、今後は胸高直径が30cm以下の形質優良な木は絶対に伐らないという、森林保全計画が必要である。

「持続可能」とは「将来の世代のニーズを満たす能力を損ねることなく、現在の世代のニーズを満たすこと」とされている。我々は次世代以降のニーズに対しても責任を有しており、森林保全計画はそのような視点で作成されなければならない。

伐採周期は40年とされていたのが、最近では60年を基本とするようであるが、これは守られなければならない。形質の良い30cmないしは40cm以上の木が一定比率存在する林分にもっていくためには、伐採周期は長くしなければならず、伐採周期を40年とするのなら、伐採率を下げなければならない。林班ごとに何年周期でどのくらい伐るかを示すガイドラインが保全計画にとって不可欠である。

(1) 木材生産地域の収穫規制

(a) 伐採の考え方

前述したように木材生産を目的とした森林では、木材の生産期間が長期にわたることから生産目標を適切に定めて資源の持続性が図れるように伐採量を決めなければならない。もし、現在多くの蓄積があるからといって無計画に成長量を考えずに伐採してしまえば持続的生産は図られない。そのために収穫規制の考え方を取り入れる必要がある。

(b) 収穫の保続及び規制

サーベイエリアの森林は天然の異齢林であるため択伐作業が基本となる。択伐林での法正林状態を実現することは難しいが、収穫の保続を実現できる条件を備えた森林を実現することは可能である。収穫規制は毎年の成長量以上を伐採しないことを原則とし、それを基に伐採計画を作成する必要がある。毎年の収穫は、作業効率や需給関係から難しく、何年かおきに、伐採収穫することとなろう。

(c) 生産目標径級

生産目標径級は、生産材の用途、平均成長量、経済的収益性等の観点から定められる。*Baikiaea plurijuga* の場合、成熟すれば胸高直径は 1m 以上にも達するが、そこまで達するには500年以上もかかると考えられ、現実の情勢からみて適切でない。生産目標径級は、概ね 40 ~ 50cm とするのが適当と考えられる。

(d) 伐期齢

伐期齢は、生産目標径級に達する林齢に一致する。生産目標径級を 40 ~ 50cm とした場合、林齢は、概ね 270 年 ~ 330 年であり、300 年と考えるのが妥当であろう。

(e) 回帰年及び択伐率

回帰年は択伐を行う林分について、同一林分が繰り返し伐採されるまでの期間である。その期間は択伐された林分の蓄積が択伐直前の蓄積に復歸するのに要する年数により定まり、択伐率が高ければ回帰年が長くなり、択伐率が低ければ、回帰年は短くなる。

ただし、サーベイエリアの森林のように現蓄積が、かつてあった森林に比較してあまりに低い場合には成熟した森林を想定し、整備目標材積を設定する必要がある。その場合には、択伐率は低くならざるを得ない。

(f) 許容伐採量

許容伐採量は、収穫の保続に支障のないことおよび木材の安定的供給を図ることを目的として、森林管理計画の期間中の木材生産林における林木の成長量を上限として定めるものである。許容伐採量を求める場合には、択伐林の場合は回帰年と択

伐率を定め、伐採量が成長量を上回らないようにしなければならない。

択伐林の許容伐採量は次の式で算出される例が多い。

$$R = \frac{(1+P)^L - 1}{(1+P)^L} \times 100 \times f$$

R: 択伐率 (%) f: 整備目標蓄積に対する現蓄積の割合 $f = V_0 / V_1$

P: 当該林分の成長率 (%) V_0 : 実蓄積/ha、L: 回帰年、 V_1 : 整備目標蓄積/ha

この式の意味は次のとおりである。ある林分の現蓄積をmとする。回帰年の蓄積は $m \cdot (1+P)^L$ となり、この時の択伐率Rにより択伐した後の林分蓄積が現蓄積のmとなるものである。すなわち、回帰年の択伐後の林分蓄積は現蓄積mに一致するといものである。式であらわせば

$$(1-R) \cdot m \cdot (1+P)^L = m \text{ である。これより } (1+P)^L - R \cdot (1+P)^L = 1 \text{ となる。}$$

ゆえに

$$R = \frac{(1+P)^L - 1}{(1+P)^L} \times 100$$

となる。

この式は現林分が十分に成熟し、蓄積が高い場合はそのまま適用できる。しかし、現林分が成長途上であり、蓄積が低い林分に対しては、整備目標蓄積を設定して、整備目標蓄積に対する現蓄積の割合を乗じたものが伐採率となる。

すなわち

$$R = \frac{(1+P)^L - 1}{(1+P)^L} \times 100 \times f \quad \text{となる。}$$

(2) 林分成長率の推定

林分の成長量は林分を構成する個々の樹木の成長量の和から枯死木などの量を引いたものである。それを把握することは、個々の樹木の成長量の把握が困難であるのに加え、現実には自然枯死、森林火災、ゾウによる倒木、盗伐等のマイナス要因があるため非常に困難である。林分成長量の把握も今後の課題であるが、許容伐採量推定のため、何らかの林分成長率を推定する。

成長量の項に記したように *Baikiaea plurijuga* の年平均胸高直径成長を SAREC の報告書の平均値をとり 1.6mm と仮定する。一般に、単木の成長率は胸高直径が大きくなれば成長率は低くなり、胸高直径が小さくなれば成長率は大きくなる。このため林分の平均直径をどこに設定するかが難しい。また、胸高直径が細い木は火災の被害を受けやすいし、太い木は盗伐の被害を受けやすい。現在 31cm 以上が伐採されていることから、胸高直径 30cm、樹高 12m のものを平均木と仮定し、単木の全材積式にあてはめるとその材積は 0.4764m^3 となる。1年後に胸高直径が 30.16cm にな

ると材積は0.4815m³になり、その成長率は1.07%となる。

林分全体としてどの程度成長しているか今後の研究を待たないと不明であるが、極相林では成長量と自然枯死が釣り合い、成長率は0となる。サーベイエリアの森林は成長途上にあるから成長率は+にあると考えられるが、現実には森林火災などマイナス要因がある。また、今まで形質の良い木を伐採してきたことから残存木の成長率は落ちていることも考えられる。森林火災により、サーベイエリアの森林20万haは年間18.6%(37,079ha)もの被害を受けている。1%(2,000ha)以上の森林が完全に燃えてしまえば、サーベイエリアの森林はマイナス成長をしているととらえることもできる。そこで、既に述べたように自然枯死、森林火災、ゾウによる倒木、盗伐等のマイナス要因を成長量の約半分と仮定し、林分の成長率を0.5%として以下の試算を行ってみる。

(3) 許容伐採量の試算

年成長率を0.5%、回帰年を60年とすると

$$R = \frac{(1+P)^L - 1}{(1+P)^L} \times 100 = \frac{(1+0.005)^{60} - 1}{(1+0.005)^{60}} \times 100 = 25.86$$

択伐率は約26%となる。このうち伐採時の損傷木を伐採木の10%と見込み、それを差し引くと択伐率は23%となる。

現在伐採されているH、Jブロックにあてはめると、資源量調査結果から胸高直径31cm以上のha当たりの主要3樹種の幹材積は10.7m³と推定される。H、Jブロック(26,700ha)の森林面積は約20,000haであるから、これを上式にあてはめると許容伐採量は約50,000m³となる。

現在の伐採はH、Jブロックを19に区画し、それぞれ4ヵ月づつ、延べ76ヵ月にわたり胸高直径31cm以上の主要3樹種をほとんど伐採し、月伐採量は500m³と推定されるので合計38,000m³を伐採することとなる。これは回帰年を60年とすれば許容伐採量以下であると推定される。

逆に38,000m³を許容伐採量として回帰年を求めると約40年となる。したがって、H、Jブロックは、主要3樹種のha当たり胸高直径31cm以上の現在の蓄積10.7m³を維持するだけでも今後40年間は伐採を控える必要がある。

ただし、前述したようにブロックを分割し、林班ごとに伐採計画をたてるならば、伐採時の伐採量は多くはないが、数年ごとの伐採は可能となろう。

将来の目標蓄積を現在よりも少しでも高めるためには、回帰年を長くし、伐採率を下げなければならない。

(4) 母樹を残す必要性

天然更新調査の項で述べたが、*Pterocarpus angolensis* 及び *Guibourtia coleosperma* は母樹があれば更新は良好であるが、更新木の被度と数度は高いとは

いえない。

Pterocarpus angolensis についてみると、全調査プロットに対する出現プロット数の比率は 35% であり、胸高直径 30cm 以上の木の出現する比率は 22%、樹高が 5m 未満の稚幼樹の出現比率は 32% である。これらからすると、利用価値を有する大きさの成木も、将来を期待する更新木も、少ない状態にある。

Guibourtia coleosperma では、全調査プロットに対する出現比率は、いずれかの大きさのものが出現する場合、胸高直径が 30cm 以上の木が出現する場合、樹高が 5m 未満の更新樹が出現する場合、それぞれ 49%、26%、44% である。したがって *Guibourtia coleosperma* の場合も成木はやや少なく、更新木の出現頻度も半分以下である。

Pterocarpus angolensis や *Guibourtia coleosperma* は出現頻度がやや少ない上に、形質のよい木が優先的に伐られ、形質の悪い木が残されているために、遺伝的劣化の心配がある。そのため形質優良な *Pterocarpus angolensis* と *Guibourtia coleosperma* は禁伐とし、母樹として保護する必要がある。そして形質優良な母樹がある程度の本数存在する林分は林班としてくくり、遺伝子資源保護地域として保護することが重要である。その場合、保護地域設定の時に限って保護地域内の形質の悪い木を伐ってもよい。保護地域以外では、形質優良な母樹を定めてそれらは禁伐とし、伐採は形質の悪いものに限られるべきである。母樹が伐採されないように明確なマーキングと監視体制が必要である。

これらの母樹の種子による天然更新を期待するが、期待通りに更新が進まない場合には、その原因を究明し、天然更新補助技術を研究すべきである。また母樹から種子を採取し、育苗して林内に植え込むことも積極的に考えるべきである。その方法がうまくいくことが確認されれば、伐採者に対して植栽義務を課すべきである。伐採樹種にかかわらず *Pterocarpus angolensis* と *Guibourtia coleosperma* など希少な有用樹種を植栽すべきである。そのことによって劣化してきた森林の質の改善に努めなければならない。

Baikiaea plurijuga はカラハリ砂土への適応度が高いなどにより、インテンシブエリア全体を通して最も優占度が高く、更新状態もよい。しかし、形質優良な木は優先的に伐採されてきたために、大径木の形質不良なものが多い。*Baikiaea plurijuga* においても遺伝的劣化を防ぐために、形質優良な木を母樹に定めて、母樹を保護する必要がある。*Pterocarpus angolensis* と *Guibourtia coleosperma* のための保護林として林班を定めれば、その保護林の中で *Guibourtia coleosperma* や *Brachystegia* spp. 等の有用樹種の形質良好な母樹を同時に保護していくことが必要である。

この他に、象害は *Diplorhynchus condylocarpon* や *Pterocarpus angolensis* に集中しており、これらの母樹を劣化・減少させる要因の一つとなっている。現実的な対策としては、象の行動範囲を野生区域に制限するため、野生区域内に象にとって快適な生育環境を整え、また、周囲にフェンスを設けることなどが考えられる。

10.6.2 放牧地域

現在、住民に林地を貸し付け、住民が林内放牧を行っている森林が放牧地域である。牛は草を食べ、*Baikiaea plurijuga* を始めとする有用樹の葉は食べない。また、土地が砂地であるため牛の踏みつけによる土壌の踏み固めもない。従って、牛による樹木への害はほとんどなく、林地には牛の糞が肥料になるとも考えられる。

牛への被害は、牛が食べると死んでしまうという毒草があるが、現状ではそのような被害にあっている牛はほとんどいないので、放牧時にその草を取り除くように注意することで、毒草害は防げると思われる。

林内に放牧すれば、牛が草を食べるため火災時の延焼を少なくすることができるし、牛追いの住民が出火を注意するであろうし、万一出火した場合にも消火活動にも参加できるであろう。

このようなことから、林内放牧は火災対策上から一石二鳥と考えられ、積極的に推し進めるべき方策と考えられる。住民は牛への給水を考えなければならないが、森林委員会でそのような施設を提供することも考慮にいれる必要がある。

10.6.3 薪生産地域

薪材には *Colophospermum mopane* が優れており、*Colophospermum mopane* の萌芽林が薪材供給のための目標林型となる。土壌調査で明らかになった Vertisols や Cambisols の肥沃地に *Colophospermum mopane* と *Acacia* spp. が多く見られるが、*Colophospermum mopane* は *Acacia* spp. よりもやや痩せた場所でも生育する。土壌の肥沃なところに農民が住むことが多いため、*Colophospermum mopane* は村落及びその周辺で生育し、薪材利用には都合がよい。

直径が 10cm 未満の小径木を伐採していることが多いが、生物的生産力を高く維持することと、燃料のエネルギー効率を高める点などから、直径 10cm 程度で伐採回転していくのが、好ましいのではないかと思われる。

薪生産地域は林内住民の居住、耕作、放牧の行われる地区という性格を持つものである。したがって薪生産地域は耕作放牧の許可される範囲で設定されるべきであり、木材生産林では居住、耕作は禁止されるべきである。従来からの経緯、土壌の条件、居住を認められた人口などの条件から適切な薪生産地域の面積を算定し、区画を明確にすべきである。

10.6.4 復元地域

これはいわゆる「Dwarf teak」と呼ばれている場所を対象に、この場所をもとの *Baikiaea plurijuga* を主要樹種とする森林に復元しようというものである。ここは繰り返し起こる火災により、樹高が低くなり、現在のように 1m 前後の矮性林になったといわれている。*Baikiaea plurijuga* の萌芽幹は非常に多く、多いところでは 1 株に 30 本以上の幹がでている。これらのうちの形質の良いもの 2~3 本を残し、残りの萌芽幹は整理することが大切である。

萌芽整理後、残った萌芽幹が成長するかどうかは不明であるが、火災の被害さえ受けなければ成林する可能性が高いと思われる。これについては実行してみる事が大切で、萌芽整理をした林分の追跡調査を行いなんらかの保育方法を確立する必要がある。また、土壌調査に記したように矮生林となっている原因が、土壌条件にある可能性もあり、これらは今後の研究課題である。

10.6.5 サファリ地域

天然生林のまま保護していくことを原則とし、それをコアゾーンとし、コアゾーンの隣接地域をバッファゾーンとして管理していくことが大切である。バッファゾーンでは、木材を生産するとしても、伐採量は最小限にするなどの配慮が求められる。バッファゾーンには動物の立場からも、人間の立場からも人が住まないように、または作物を作らないようにする必要がある。

10.6.6 有用樹種遺伝子資源保護地域

すでに「木材生産地域」のところで述べたが、*Pterocarpus angolensis* や *Guibourtia coleosperma* などの有用樹種は形質良好な大径木が優先的に伐られ、それらの個体が極めて少なくなっているとともに、若い更新樹も多くはない。したがって種の保全のために、また遺伝的劣化を防ぐために、形質良好な母樹を保護し、形質良好な母樹がある程度数存在する場所を林班として設定し、保護地域として整備すべきである。*Pterocarpus angolensis* や *Guibourtia coleosperma* の遺伝子保護地域が設定されれば、その中に存在する *Baikiaea plurijuga* や *Brachystegia* spp.などの有用樹種の形質のよい個体も同時に保護されることになり、*Pterocarpus angolensis* や *Guibourtia coleosperma* に限らず多くの樹種の形質良好な遺伝子を保護することができる。保護地域に定められた林班では、ある程度の疎開が更新にマイナスを及ぼさない限り、保護地域の設定時に形質不良な個体を適度な疎開となる程度に伐採することを考えてもよい。形質良好な遺伝子の比率を高めるためである。

外観的な形質の良し悪し (phenotype) が、遺伝的形質の良し悪し (genotype) に必ずしも結びつくとは限らない。Phenotype が良ければ genotype も良いという確率が高いということである。したがって外観的に形質の良い個体を残し、外観的に形質の悪い個体を除くということは、優良形質の遺伝子を保存(保全)していくことに沿ったことである。保護地域が設定された後は、保護の上から必要のない伐採は禁止すべきであり、商業的伐採は当然禁止すべきである。

10.6.7 水土保全地域

河川沿いの森林で、原則として禁伐とする。したがって水土保全地域というよりも、水土保全帯という名称が適切かもしれない。水土保全地域(帯)は、細長い特別的林班とするか、ブロックの中の河川沿いに林班を設けるかなどの検討が必要である。

10.6.8 保全区域全体の機能の関係

グワイ及びベンベジ森林保全区における7つの機能区分を10.4及び10.5で提示した。それらは第一に求める機能によって区分されているが、木材生産地域は、その管理が持続的に優れたものであれば、水土保全、野生生物保全(生物多様性の保全) 遺伝子資源の保全の機能も併存する。したがって木材生産地域の管理のあり方は、森林の機能全体の発揮にとって極めて重要である。野生生物保全と水土保全は同調しやすい。いずれにしてもお互いの機能の関係をよく認識して、互いの機能を損なうことなく、併存・同調させることが大切である。そのような管理を進めていくことによって、炭素の吸収・貯留機能も高められるし、気象緩和機能も高められる。いずれの機能を第一に求めるにしても、これらに共通したことは森林面積を減らさないこと、目標に照らして森林の質を落とさないことである。

10.7 火災対策

(1) 森林火災の状況

森林火災は国有の天然生林の管理において、最も大きな問題である。火災原因は90%が人為である。1990年～1993年のサーベイエリアの森林火災被害面積は18.6%である。（表4-8 サーベイエリアにおける森林の火災被害面積参照）同じ率でインテンシブエリアが火災の被害を受けているとすると、5万5千haのうち毎年約1万haが火災を受けていることとなる。

現地調査からは、インテンシブエリアはどの箇所でも森林火災を受けたことがあると観察された。火災は樹冠火にまでなる例はほとんどなく、地表火である。地表火であっても大きな被害が少ないのは、*Baikiaea plurijuga* を始めとしてほとんどの有用樹が火災に対して抵抗性があることが幸いしている。*Baikiaea plurijuga* の場合は地表火にあっても厚い樹皮が火災から守り、たとえ樹皮が焼けても、その下から新たな樹皮が形成されて、まるで地表火などなかったかのように見える木もある。しかし、地上付近になんらかの影響を受け、穴のあく例が多いようである。しかし、相当の損傷を受けても枯死まで至る木はそれほど多くはないようである。

(2) 材積成長への影響

火災の最大の影響の一つは、有用樹種の稚樹が被害を受けることである。どの程度の稚樹が焼失しているか明らかでないが、地表火であっても樹高が2m程度のものまでは影響をまぬがれないと考えられる。これは樹齢30年程度のものまでは被害を受けると推定される。

また、胸高直径10cm以上の成長した木にしてもまったく影響がないというわけではなく、火災により樹皮に穴があいた木は形成層の一部が削られ、成長が落ちていると推測される。

(3) 火災対策

火災対策として考えられることは、その原因のほとんどが人為であることから火災を起こさない、起こさせないことが重要である。SFMプロジェクトの実施による住民の理解、住民との協調が重要である。その他放牧林を増やすことは、住民にメリットを与えることとなり、そのメリットの義務として火災が発生した場合には消火活動に参加する義務を課すなどの方策を考慮するべきである。また、林班を設定するための道路を防火帯、予防・消火用アクセス道を兼ねて作設することである。防火帯としては、道路幅を広くすることも考えられる。

10.8 研究課題

10.2「現状の森林管理上の課題」で述べたようにインテンシブエリアの森林管理上の課題として、許容伐採量の設定、森林保育対策、森林火災対策を上げた。それぞれの対策については本提言の中に述べてきたとおりであるが、今後この課題に関連してさらに継続して研究していく必要があるものについて以下述べる。

(1) 成長量の把握

許容伐採量を設定するためには成長量の把握が必要である。成長量の把握は、単木と林分の両方で必要である。

(a) 単木

樹幹解析を行うこととパーマネントプロットでの調査を継続する必要がある。これにより、樹種別の平均成長量、連年成長量を把握することが望ましい。

(b) 林分

パーマネントプロットにおいて時期をおいて照査法的に調査し、林分成長量を把握する必要がある。許容伐採量の把握には林分成長量が必要である。

(2) 天然更新状況の把握

これも、パーマネントプロットでの調査を継続する必要がある。天然更新した樹木の年ごとの成長の追跡調査を行う必要がある。

また、遺伝子資源保存地域では、天然更新により更新を図るためその更新状態を追跡調査する必要がある。その継続調査から天然更新がうまくいかない場合は原因の究明とそれに基づく天然更新補助作業の確立が重要となる。

(3) 人工更新技術の確立

樹種別に苗木生産技術を確立し、enrichment 的な造林技術の確立に努める必要がある。特に母樹の少なくなっている *Pterocarpus angolensis* と *Guibourtia coleosperma* においては重要である。

(4) 保育方法の確立

特に Dwarf teak 林の成林のために萌芽整理した後の林分の継続調査が必要である。Dwarf teak になっている原因が単に火災だけではなく、土壌の水分条件が関係していることも考えられ、萌芽整理をただけでは *Baikiaea plurijuga* の成林が難しい場合には、*Pterocarpus angolensis* や *Guibourtia coleosperma* の造林も考えられ、その場合には上に述べた人工更新技術の確立が役立つこととなる。

(5) 本調査におけるプロットの固定プロットとしての可能性

サーベイエリア全体が 1900 年代初めから伐採や火災により攪乱されており、現在の林況は、それらが自然条件と複合してもたらされている。これらの森林が成立する背景や歴史がわかれば、それらは固定プロットを設定する上で重要な要素となりうる。

特に、伐採については、伐採前の林況の密度、樹高、胸高直径などがどの程度であったのか判れば、今後の目標とする林況などの輪郭を得るのに役立つ。しかしながら、そのようなデータはほとんどない。

本調査において、代表的な林況を有するプロットを継続して調査することは、このようなデータを提供する有効な手段である。

現況を代表するプロットとして、材積などの林況の因子が、極端に大きい、小さい、平均的なものは、以下のとおりである。

表 10 - 14 現況を代表するプロット

選択項目	極大	平均	極小
Total Volume Timber Volume	H55, S67, H13, H56	H52, S01, S04, S29, S54	H59, H65, H68, S28, S30
Ave. DBH Ave. Height	H17, S52, H55, S48, S58, S59	H01, H07, H45, H54, S20, S23, S25, S39, S45, S47, S51, S54	H35, H39, H68, S08, S19, S30

また、主要樹種について樹皮・樹幹・葉に異常が顕著なプロットは、表 10 - 15 のとおりである。両プロットともヴィクトリアフォールズ道路沿いで、放牧の利用圧が強い。これらも人為的干渉の強い林分の典型として、固定プロットとする価値がある。

表 10 - 15 人為的干渉の強いプロット

プロット 番号	林況
S41	<i>Baikiaea plurijuga</i> の樹皮が鱗状に割れ、樹皮の下が空洞化している。または形成層が死にそうである。
S59	<i>Guibourtia coleosperma</i> の葉に黒斑がみられる。また、樹幹が割れて樹液が染み出ている立木が多い。

固定プロットを維持するにあたっては、FC 側の監視能力の及ぶ範囲(または人為的干渉を排除できる範囲)にあるフォレストヒル事務所周辺にあることが望ましい。

10.9 保全計画遂行のための必要条件

(1) 住民との合意形成

グワイ及びベンベジ森林区の管理を成功させるためには、計画作成及び実施の両段階から、林内住民及び周辺住民の参加が不可欠である。なぜなら周辺住民は、森林そのものと、林内住民とに様々な形で結びついているからである。周辺住民の一部は、森林区内から周辺地域へ移り住んだ元林内住民であったり、林内住民の親戚であったりして、林内住民と同じ生活習慣や価値観を持っている。また、生計手段である放牧地として林地を利用したり、燃料材や屋根ふき用草などを調達している。

しかし、林内住民と周辺住民との間には利害の対立があり、林内住民と周辺住民とを合わせた地域住民との協調には難しい問題が含まれている。DFIDのSFMによって合意形成のプロセスが図られており、「現状の改善」と「自発的リロケーション」という組み合わせで動く可能性が高い。これまで森林区内では、社会基盤が不十分または不在なために、林内住民は森林区周辺の共有地やリセトルメントエリアの社会基盤を利用している。林内住民の中には、周辺地域の社会基盤の利用を、周辺住民の森林資源利用の代償と見る向きがある。したがってSFMプロジェクトの結果、林内住民が社会基盤を持つようになると、林内住民は周辺住民に対して森林の利用について代金を払うべきだと主張し、あるいは周辺住民の森林利用に反対する可能性が高いとみられている。

これまで周辺住民も森林を利用し、生活上の恩恵を受けてきたために、周辺住民を配慮しなければ、森林管理は乱れる可能性が高い。従って森林委員会は、林内住民、周辺住民、及び森林委員会の話し合いによる合意形成に努力し、地域住民が一体となった森林管理を可能にしていかなければならない。利害関係者同士は、全面的な対決に発展するような問題を抱えているため、合意形成を図るための制度的枠組みを十分に整備する必要がある。その場合地域社会の慣習的な制度や組織を踏まえて対応することが重要である。

(2) 基盤整備

社会基盤の整備を行うには、森林委員会の財政的能力及び同基盤整備にかかる専門技術は不十分である。SFMプロジェクト開始時においては、援助機関の支援によって可能かもしれないが、将来に渡る同基盤の維持管理または改善拡大については、森林委員会とともに林内住民自身、またはジンバブエ国の関係機関によって行う以外にない。

(3) 普及活動

基盤の維持管理のための資金源としても持続可能な木材生産が必要であるが、いかに持続的に管理をしていくことが重要かを住民が認識し、そのための技術の知識を学ばなければならない。そのための普及教育活動が十分になされなければならない。これは森林管理だけでなく、農業、畜産も含めてのことである。生産技術の向上により、

住民の生活向上が図られれば、野生動物の密猟や不法伐採をやめるインセンティブが形成される。さらに地元住民による密猟や不法伐採の監視への協力も得られることが期待される。

(4) 地元住民の雇用創出

地元住民が農業や畜産で生活レベルを向上させるとともに、地元住民に森林管理の仕事を与えて、それによる収入が得られる仕組みを強化すべきである。苗木の育成、植栽、収穫伐採などの作業で収入を得られるようにし、地元住民が森林を守ろうとする立場に立たせることが重要である。

(5) 林業の振興

地元住民の雇用創出のためには、林業の振興が必要である。良質の大径木が伐り尽くされてきた観のある森林において、持続的生産を行ないつつ、いかに収入を上げていくかの努力が重要である。そのためには国有林から生産される材の価値評価を高め、出来るだけ高く売る努力が必要である。

付 属 資 料

付属資料 1 関係者リスト

(敬称略)

1. ジンバブエ国側

- (1) 環境観光省 (Ministry of Environment and Tourism Address: Private Bag 7753, Causeway, Harare tel 757881/8, fax 793065)
C. Chipato Permanent Secretary
M. Sangarwe Under Secretary (Environment)
- (2) 森林委員会(ハラレ市) (Forestry Commission HQ Address: 1 Orange Grove, Highlands, Harare tel 263-4-498078/9)
E. Shumba General Manager
C. Phiri Projects Coordinator
D. Gwaze Policy Coordinator
M.F. Piloto Corporate Planner – Site
F. Matose Social Forestry
S. Baker Manager, Specialist Services Unit
M. Mukwerere Resource Economist
- (3) 森林委員会(ブラワヨ市) (Forestry Commission in Bulawayo Address: 71, 5th Street, Bulawayo tel 263-9-61495 / 6 fax 263-9-74825)
C. Mutsiwegota Manager, Indigenous Resources Division
E. Mufandaedza Forest Ecologist
J. Mudekwe Forest Ecologist
P. Mushunje Forest Protection Officer
Tembo Acting Area Manager North
N. Induna Acting Area Manager South
R. Mhuri Forester Gwaai Forest Land
P. Muchakubvura Forester Bembesi Forest Land
B. Andonsi Forester Fuller Forest Reserve
N. Ndlovu Forester Gwampa
I. Nduna 職員
C. Mashingaidze 職員
- (4) 天然資源局 (Department of Natural Resources Address: P.O.Box CY 385, Causeway, Harare)
I. D. Kunene Chief Ecologist
- (5) Forest Research Center
C.M. Gumbie Biometrician/Head Technical Services
D. Kwesha Project Manager – VegRIS
- (6) Chesa Research Center
K.C. Gumbo Senior Forester
F. Mkosana Forest Inventory Officer

2. 日本側

- (1) 在ジンバブエ日本国大使館 Address: P.O.Box 2710, Harare tel 263-4-757861
fax 263-4-757864

丸山 和彦	参事官
千田 秀侍	二等書記官 (2000年5月まで)
小笠原 寛二	二等書記官 (2000年5月から)

- (2) JICA ジンバブエ事務所 (Address: Southampton Life Centre, 8th Floor, 77 Jason Moyo Avenue, P.O. Box 4060, Harare tel 263-4-252500/1/2/5 fax 263-4-790635)

佐藤 武明	所長
門脇 聡	職員
中川 淳史	職員
Michael Mandiveyi	職員

- (3) 作業監理調査団

勝田 幸秀	調整員
-------	-----

- (4) 調査団

藤森 隆郎	総括
増井 博明	森林調査(1)
中村 輝司	土壌調査
宮部 秀一	自然条件調査/森林調査(2)
アテフ・オスマン	社会経済調査
川村 操	土地利用植生
下田 省三	航空写真撮影/測量監督
車 文韜	GIS
高橋 将彦	業務調整

付属資料 2 林相別調査プロットの数

CD (%)	Forest Type / Height (m)																																				
	Ac		Sub- Total	Ba								Sub- Total	Br				Sub- Total	Eu			Sub- Total	Co/Ts		Sub- Total	R		Sub- Total	Gc					Sub- Total	Cm		Sub- Total	Grand Total
	4	7		5	6	7	8	9	10	11	12		8	9	10	11		7	9	12		5	6		12	23		7	8	9	10	12		6	7		
5				1	1	1					3								1	1															5		
10				1	1	2	2	1		1	8								1	1	2													11			
15					1	1			2		4									1	1													8			
20					1	2	1		1		5										1	1												9			
25					2	1	1	3	2		9	1		1	2																			12			
30	1		1			3	2	2	1	1	11			1	1	2																		17			
35							2		1	2	8																							9			
40					1	4	3	4			12		1			1		1																17			
45						2	2		1		5		1	1	2																			8			
50		1	1		2	1	5	1	1	1	11				1	1	1	2																16			
55						1	3	4	1	2	11																							14			
60							1	1		1	4																							5			
65											1																							1			
80							1				1																							4			
Total	1	1	2	1	9	20	22	17	11	6	7	93	1	2	4	1	8	1	2	1	4	1	4	5	1	1	2	10	5	3	1	1	20	1	1	2	136

CD: Canopy Density

(3)

付属資料3 プロット調査結果一覧

Plot No.	Photo Interpretation	Forest Type	Height (m)	Canopy Density (%)	Avg. DBH	Avg. H	Density	Total Volume		Timber Volume		Vigor Class per Tim Vol		Fire Class per Tim Vol		Tim Vol Rate by DBH Class		Timber Volume Rate by Species				Tree No. Rate by Species				Timber Volume Rate by DBH Class							
								Plot Volume	Volume per ha	Plot Volume	Volume per ha	1-2	3-5	1-2	3-4	1-2	26-33	Ba	Gc	Pt	Others	Ba	Gc	Pt	Others	34+	26-33	34+	26-33	34+	26-33	34+	26-33
H01	Ba	11	55	19	8	310	7.429	74.290	5.035	50.350	5	95	100	0	82	18	67	25	0	8	77	6	0	17	62	5	20	5	0	0			
H02	Ba	9	40	15	7	350	5.064	50.640	2.575	25.750	59	41	100	0	81	19	94	0	0	6	66	11	0	23	81	13	0	0	0	0			
H03	Ba	12	30	21	7	200	5.168	51.680	3.270	32.700	0	100	100	0	81	19	53	47	0	0	45	30	0	25	47	6	34	13	0	0			
H04	Ba	12	60	20	9	320	8.010	80.100	4.400	44.000	36	64	100	0	83	17	59	0	37	4	59	0	6	35	52	7	0	0	31	6			
H05	Ba	11	55	21	7	300	6.845	68.450	4.436	44.360	22	78	59	41	88	12	88	0	0	12	53	0	0	47	88	0	0	0	0	0			
H06	Ba	11	30	23	8	200	6.311	63.110	4.248	42.480	93	7	100	0	93	7	32	0	65	3	50	0	15	35	28	4	0	0	65	0			
H07	Ba	10	20	19	8	240	5.455	54.550	3.577	35.770	59	41	100	0	89	11	61	0	34	5	88	0	8	4	55	6	0	0	34	0			
H08	Ba	9	50	26	8	170	6.391	63.910	4.561	45.610	18	82	87	13	87	13	76	0	0	24	76	0	0	24	72	4	0	0	0	0			
H09	Ba	8	55	24	8	230	5.946	59.460	4.285	42.850	0	100	52	48	81	19	82	0	18	0	74	0	4	22	63	19	0	0	18	0			
H10	Ba	8	50	20	8	240	4.767	47.670	2.681	26.810	0	100	100	0	73	27	87	0	0	13	42	0	17	41	73	14	0	0	0	0			
H11	Ba	12	30	22	8	250	5.709	57.090	3.435	34.350	18	82	86	14	47	53	70	0	30	0	52	0	8	40	29	41	0	0	18	12			
H12	Ba	8	30	14	6	330	2.552	25.520	0.730	7.300	0	100	100	0	0	100	75	0	0	25	85	0	0	15	0	75	0	0	0	0			
H13	Ba	12	65	28	10	180	9.084	90.840	7.443	74.430	57	43	76	24	88	12	40	0	60	0	56	0	28	16	31	9	0	0	57	3			
H14	Ba	9	30	22	8	140	3.970	39.700	3.128	31.280	51	49	100	0	86	14	49	0	51	0	21	0	14	65	49	0	0	0	37	14			
H15	Ba	7	30	18	7	160	2.065	20.650	1.022	10.220	0	100	100	0	82	18	82	0	0	18	31	0	0	69	82	0	0	0	0	0			
H16	Ba	7	40	16	6	220	2.863	28.630	2.054	20.540	0	100	43	57	100	0	43	0	57	0	64	0	5	31	43	0	0	0	57	0			
H17	Ba	9	10	37	8	30	1.417	14.170	1.572	15.720	0	100	48	52	78	22	48	52	0	0	33	67	0	0	48	0	31	21	0	0			
H18	Ba	10	15	22	8	130	3.028	30.280	2.161	21.610	37	63	35	65	37	63	32	0	54	14	38	0	31	31	0	32	0	0	37	17			
H19	Ba	7	20	13	6	330	1.965	19.650	0.345	3.450	0	100	100	0	0	100	52	0	48	0	67	0	9	24	0	52	0	0	0	48			
H20	Ba	6	25	16	6	400	3.767	37.670	0.884	8.840	24	76	100	0	0	100	100	0	0	0	43	40	0	17	0	100	0	0	0	0			
H21	Ba	7	40	22	7	150	3.788	37.880	2.590	25.900	0	100	71	29	90	10	71	29	0	0	33	47	7	13	71	0	19	10	0	0			
H22	Ba	10	15	16	7	160	2.033	20.330	1.438	14.380	19	81	19	81	81	19	19	0	81	0	81	0	6	13	0	19	0	0	81	0			
H23	Ba	10	25	20	7	130	1.968	19.680	0.941	9.410	0	100	100	0	0	100	78	22	0	0	54	31	0	15	0	78	0	22	0	0			
H24	Ba	8	50	20	7	250	4.599	45.990	2.619	26.190	0	100	91	9	77	23	100	0	0	0	60	8	4	28	77	23	0	0	0	0			
H25	Ba	8	45	16	6	560	4.828	48.280	1.215	12.150	12	88	12	88	58	42	83	0	0	17	25	0	2	73	58	25	0	0	0	0			
H26	Ba	12	10	29	10	50	2.093	20.930	1.247	12.470	0	100	61	39	39	61	100	0	0	0	80	0	0	20	39	61	0	0	0	0			
H27	Ba	8	30	16	7	350	3.332	33.320	1.027	10.270	21	79	100	0	0	100	65	0	0	35	63	3	0	34	0	65	0	0	0	0			
H28	Ba	8	40	17	7	210	2.127	21.270	0.151	1.510	0	100	100	0	0	100	100	0	0	0	71	0	0	29	0	100	0	0	0	0			
H29	Ba	9	25	17	7	190	2.146	21.460	0.869	8.690	0	100	100	0	72	28	0	0	100	0	42	0	16	42	0	0	0	0	72	28			
H30	Ba	10	30	25	9	100	2.898	28.980	1.771	17.710	0	100	77	23	51	49	100	0	0	0	80	0	0	20	51	49	0	0	0	0			
H31	Ba	8	50	20	7	220	4.882	48.820	3.236	32.360	0	100	92	8	80	20	100	0	0	0	64	0	0	36	80	20	0	0	0	0			
H32	Ba	7	35	16	6	170	1.711	17.110	0.733	7.330	0	100	0	100	67	33	67	0	0	33	24	0	0	76	67	0	0	0	0	0			
H33	Ba	8	50	21	7	330	6.665	66.650	5.045	50.450	0	100	100	0	73	27	25	61	7	7	27	36	3	34	25	0	49	12	0	7			
H34	Ba	7	50	18	7	230	4.190	41.900	2.861	28.610	28	72	93	7	79	21	41	0	59	0	39	9	13	39	20	21	0	0	59	0			
H35	Ba	6	15	12	6	180	1.248	12.480	0.791	7.910	0	100	100	0	100	0	0	0	100	0	83	0	11	6	0	0	0	0	100	0			
H36	Ba	8	80	15	6	730	6.451	64.510	2.529	25.290	0	100	100	0	60	40	100	0	0	0	22	1	0	77	60	40	0	0	0	0			
H37	Eu	7	50	13	8	180	1.453	14.530	0.000	0.000											28	0	0	72									
H38	Eu	9	40	13	9	140	1.034	10.340	0.000	0.000											0	0	0	100									
H39	Eu	9	50	12	9	240	1.584	15.840	0.000	0.000											0	0	0	100									
H40	Gc	7	25	15	6	260	3.413	34.130	1.718	17.180	0	100	100	0	100	0	0	0	72	28	0	27	4	69	0	0	0	0	72	0			
H41	Eu	12	80	16	11	210	3.138	31.380	0.000	0.000											5	0	0	95									
H42	Ba	8	50	17	6	250	3.184	31.840	1.740	17.400	0	100	28	72	56	44	53	47	0	0	24	32	0	44	33	20	24	23	0	0			

(4)

付属資料 3 プロット調査結果一覧 (つづき)

Plot No.	Photo Interpretation			cm		trees/ha	m ³		m ³ /ha		%		%		%		%		%		%		%		%		%		%		%		%	
	Forest Type	Height (m)	Canopy Density (%)	Ave	Ave	Density	Total Volume		Timber Volume		Vigor Class per Tim Vol		Fire Class per Tim Vol		Tim Vol Rate by DBH Class		Timber Volume Rate by Species				Tree No. Rate by Species				Timber Volume Rate by DBH Class									
				DBH	H		Plot Volume	Volume per ha	Plot Volume	Volume per ha	1-2	3-5	1-2	3-4	14+	26-33	Ba	Gc	Pt	Others	Ba	Gc	Pt	Others	1-2	26-33	1-2	26-33	1-2	26-33	1-2	26-33		
H43	Ba	9	55	17	7	310	5.045	50.450	3.200	32.000	0	100	34	66	83	17	53	0	38	9	52	10	3	35	44	9	0	0	38	0				
H44	Ba	6	50	18	6	330	4.482	44.820	3.446	34.460	0	100	53	47	79	21	58	0	0	42	52	0	3	45	47	11	0	0	0	0				
H45	Ba	11	50	19	8	470	8.305	83.050	2.769	27.690	0	100	64	36	15	85	93	7	0	0	70	9	2	19	15	78	0	7	0	0				
H46	Ba	10	45	20	9	300	5.987	59.870	2.148	21.480	7	93	100	0	57	43	60	33	0	7	30	17	3	50	25	35	33	0	0	0				
H47	Ba	10	50	21	8	230	6.754	67.540	4.810	48.100	22	78	100	0	89	11	100	0	0	0	43	17	0	40	89	11	0	0	0	0				
H48	Ba	7	45	16	7	430	5.181	51.810	2.541	25.410	0	100	100	0	76	24	57	11	0	32	72	9	0	19	57	0	0	11	0	0				
H49	Ba	9	60	22	8	200	4.642	46.420	2.629	26.290	0	100	94	6	41	59	87	13	0	0	70	5	0	25	41	46	0	13	0	0				
H50	Br	10	50	18	8	360	5.597	55.970	2.178	21.780	31	69	57	43	56	44	31	12	31	26	31	8	3	58	24	7	0	12	31	0				
H51	Br	9	45	23	8	100	4.130	41.300	3.447	34.470	0	100	100	0	100	0	0	0	0	100	40	0	0	60	0	0	0	0	0	0				
H52	Br	10	45	21	9	160	3.654	36.540	1.890	18.900	42	58	100	0	72	28	0	0	0	100	0	0	0	100	0	0	0	0	0	0				
H53	Ba	10	35	22	8	190	5.691	56.910	5.161	51.610	0	100	52	48	97	3	10	0	16	74	37	0	5	58	10	0	0	0	16	0				
H54	Br	11	30	19	7	260	4.125	41.250	1.338	13.380	18	82	100	0	0	100	0	0	0	100	15	0	0	85	0	0	0	0	0	0				
H55	R	23	80	31	17	340	49.061	490.610	19.177	191.770	100	0	100	0	93	7	0	0	0	100	0	0	0	100	0	0	0	0	0	0				
H56	Ba	11	60	27	9	200	8.562	85.620	6.230	62.300	3	97	97	3	81	19	21	0	9	70	70	0	10	20	11	10	0	0	0	9				
H57	Gc	7	55	15	8	240	2.551	25.510	0.572	5.720	0	100	0	100	100	0	0	0	100	0	25	38	4	33	0	0	0	0	100	0				
H58	Ba	7	40	20	8	190	3.391	33.910	1.266	12.660	0	100	38	62	62	38	0	21	62	17	42	5	5	48	0	0	0	21	62	0				
H59	Co/Ts	6	5	14	7	90	0.683	6.830	0.211	2.110	0	100	100	0	0	100	0	0	0	100	0	0	0	100	0	0	0	0	0	0				
H60	Ba	8	55	23	8	340	8.167	81.670	4.541	45.410	10	90	42	58	62	38	69	12	10	9	41	3	3	53	51	18	12	0	0	10				
H61	Ba	8	60	21	8	310	6.541	65.410	2.973	29.730	5	95	91	9	63	37	33	58	0	9	61	16	0	23	17	16	46	12	0	0				
H62	Ba	9	40	22	8	240	4.955	49.550	2.810	28.100	0	100	100	0	61	39	88	0	12	0	38	25	8	29	61	27	0	0	0	12				
H63	Ba	9	30	23	8	150	4.251	42.510	2.944	29.440	0	100	53	47	92	8	100	0	0	0	60	40	0	0	92	8	0	0	0	0				
H64	Ba	9	55	21	8	240	6.512	65.120	4.059	40.590	0	100	100	0	92	8	79	0	13	8	50	25	4	21	79	0	0	0	13	0				
H65	Ba	8	10	20	8	50	0.764	7.640	0.000	0.000											0	60	0	40										
H66	Ba	9	55	25	8	170	5.247	52.470	3.615	36.150	0	100	100	0	71	29	51	0	49	0	53	12	29	6	36	15	0	0	35	14				
H67	Co/Ts	6	15	14	6	130	0.958	9.580	0.378	3.780	0	100	100	0	0	100	0	0	0	100	0	0	0	100	0	0	0	0	0	0				
H68	Ba	6	5	11	6	130	0.412	4.120	0.000	0.000											92	0	0	8										
H69	Ba	8	40	18	8	150	3.215	32.150	1.901	19.010	0	100	100	0	80	20	0	0	0	100	53	0	0	47	0	0	0	0	0	0				
S01	Ba	11	35	20	7	180	4.207	42.070	2.481	24.810	30	70	70	30	100	0	100	0	0	0	44	0	0	56	100	0	0	0	0	0				
S02	Ba	10	55	21	9	220	5.216	52.160	2.893	28.930	12	88	83	17	34	66	59	0	0	41	55	0	0	45	18	41	0	0	0	0				
S03	Ba	9	40	18	8	290	4.587	45.870	2.286	22.860	18	82	100	0	93	7	50	0	0	50	69	0	0	31	50	0	0	0	0	0				
S04	Ba	9	25	18	8	240	3.989	39.890	1.575	15.750	0	100	100	0	100	0	74	0	0	26	79	0	4	17	74	0	0	0	0	0				
S05	Ba	7	20	13	6	250	1.704	17.040	0.734	7.340	0	100	100	0	100	0	0	0	100	0	12	0	4	84	0	0	0	0	100	0				
S06	Co/Ts	6	20	16	6	300	3.367	33.670	1.350	13.500	0	100	100	0	89	11	0	0	0	100	0	0	0	100	0	0	0	0	0	0				
S07	Co/Ts	6	10	13	7	180	1.047	10.470	0.000	0.000											0	0	0	100										
S08	Co/Ts	5	10	12	5	250	0.917	9.170	0.000	0.000											0	0	0	100										
S09	Ba	6	20	20	6	140	2.415	24.150	2.034	20.340	0	100	100	0	93	7	43	50	0	7	29	14	0	57	43	0	50	0	0	0				
S10	Ba	8	45	23	7	190	4.594	45.940	3.458	34.580	56	44	100	0	44	56	34	0	0	66	68	0	0	32	0	34	0	0	0	0				
S11	Ba	7	35	21	6	160	4.017	40.170	3.301	33.010	0	100	100	0	82	18	0	0	0	100	25	0	6	69	0	0	0	0	0	0				
S12	Ba	8	10	24	7	150	3.494	34.940	2.457	24.570	0	100	100	0	65	35	100	0	0	0	73	0	0	27	65	35	0	0	0	0				
S13	Ba	8	25	20	7	120	2.297	22.970	1.780	17.800	0	100	100	0	84	16	39	0	0	61	25	17	0	58	39	0	0	0	0	0				
S14	Ba	12	35	15	6	360	4.242	42.420	2.939	29.390	0	100	100	0	84	16	0	0	0	100	28	31	3	38	0	0	0	0	0	0				
S15	Ba	10	35	21	8	150	4.294	42.940	2.888	28.880	38	62	100	0	100	0	62	0	0	38	40	0	0	60	62	0	0	0	0	0				

(5)

付属資料3 プロット調査結果一覧(つづき)

Plot No.	Photo Interpretation			trees/ha			m ³		m ³ /ha		%		%		%		%		%		%		%		%		%		%		%	
	Forest Type	Height (m)	Canopy Density (%)	Avg. DBH	Avg. H	Density	Total Volume		Timber Volume		Vigor Class per Tim Vol		Fire Class per Tim Vol		Tim Vol Rate by DBH Class		Timber Volume Rate by Species				Tree No. Rate by Species				Timber Volume Rate by DBH Class							
							Plot Volume	Volume per ha	Plot Volume	Volume per ha	1-2	3-5	1-2	3-4	1	2	Ba	Gc	Pt	Others	Ba	Gc	Pt	Others	1	2	1	2	1	2	1	2
S16	Ba	6	50	16	5	540	5.295	52.950	3.101	31.010	0	100	100	0	76	24	76	24	0	0	7	7	0	86	76	0	0	24	0	0		
S17	Ba	8	40	18	7	430	5.021	50.210	0.678	6.780	0	100	100	0	100	0	0	0	0	100	70	0	0	30	0	0	0	0	0	0		
S18	Ba	6	40	16	6	380	3.806	38.060	0.833	8.330	0	100	100	0	59	41	100	0	0	0	53	0	0	47	59	41	0	0	0	0		
S19	Ba	5	10	12	5	250	1.074	10.740	0.211	2.110	0	100	100	0	0	100	100	0	0	0	20	0	0	80	0	100	0	0	0	0		
S20	Ba	7	40	19	6	180	2.945	29.450	2.106	21.060	0	100	71	29	67	33	33	67	0	0	50	33	0	17	0	33	67	0	0	0		
S21	Ba	9	35	28	8	120	4.514	45.140	3.960	39.600	0	100	86	14	86	14	55	14	31	0	42	42	8	8	55	0	0	14	31	0		
S22	Ba	9	55	21	8	160	4.296	42.960	2.574	25.740	0	100	67	33	85	15	100	0	0	0	44	19	6	31	85	15	0	0	0	0		
S23	Ba	7	45	19	7	190	3.111	31.110	1.488	14.880	0	100	100	0	71	29	100	0	0	0	53	11	0	36	71	29	0	0	0	0		
S24	Ba	7	55	17	8	310	3.994	39.940	1.110	11.100	0	100	100	0	47	53	53	0	47	0	84	6	3	7	0	53	0	0	47	0		
S25	Gc	7	40	19	7	340	4.824	48.240	1.252	12.520	0	100	100	0	0	100	56	16	0	28	32	62	0	6	0	56	0	16	0	0		
S26	Ba	7	30	17	7	310	3.619	36.190	1.076	10.760	0	100	100	0	42	58	85	0	15	0	45	26	6	23	42	43	0	0	0	15		
S27	Ba	8	55	20	7	240	6.267	62.670	3.724	37.240	0	100	100	0	100	0	100	0	0	0	29	8	8	55	100	0	0	0	0	0		
S28	Ba	6	10	13	6	140	0.842	8.420	0.274	2.740	0	100	100	0	0	100	100	0	0	0	57	0	0	43	0	100	0	0	0	0		
S29	Ba	7	30	14	6	480	4.244	42.440	2.122	21.220	0	100	100	0	80	20	0	10	80	10	88	2	4	6	0	0	0	10	80	0		
S30	Ba	7	10	12	6	170	0.871	8.710	0.000	0.000										76	0	0	24									
S31	Ac	7	50	14	6	820	5.229	52.290	0.702	7.020	0	100	100	0	100	0	100	0	0	0	24	0	0	76	100	0	0	0	0	0		
S32	Ba	6	25	13	6	350	2.216	22.160	0.151	1.510	0	100	100	0	0	100	100	0	0	0	46	14	0	40	0	100	0	0	0	0		
S33	Br	9	40	16	8	360	4.101	41.010	0.781	7.810	0	100	100	0	0	100	44	0	0	56	61	0	0	39	0	44	0	0	0	0		
S34	Ba	7	10	16	7	220	2.560	25.600	1.235	12.350	0	100	100	0	68	32	12	68	20	0	55	9	5	31	0	12	68	0	0	20		
S35	Br	8	25	16	7	160	1.934	19.340	1.070	10.700	0	100	39	61	61	39	0	100	0	0	44	25	0	31	0	0	61	39	0	0		
S36	Ba	9	40	17	7	380	5.507	55.070	2.193	21.930	0	100	100	0	75	25	85	0	0	15	66	16	0	18	75	10	0	0	0	0		
S37	Ba	7	25	14	6	180	1.433	14.330	0.569	5.690	0	100	0	100	100	0	0	100	0	0	61	6	0	33	0	0	100	0	0	0		
S38	Br	10	25	21	9	160	3.493	34.930	1.798	17.980	18	82	100	0	0	100	0	0	0	100	6	13	0	81	0	0	0	0	0	0		
S39	Ba	7	15	19	6	150	2.828	28.280	2.240	22.400	0	100	91	9	81	19	9	0	81	10	47	0	7	46	0	9	0	0	81	0		
S40	Br	10	30	22	9	190	4.545	45.450	2.525	25.250	10	90	100	0	75	25	6	0	10	84	42	0	11	47	0	6	0	0	0	10		
S41	Ba	8	5	16	7	390	3.940	39.400	0.740	7.400	0	100	100	0	0	100	100	0	0	0	85	0	0	15	0	100	0	0	0	0		
S42	Gc	7	20	23	7	90	1.826	18.260	1.429	14.290	0	100	100	0	71	29	0	100	0	0	22	67	0	11	0	0	71	29	0	0		
S43	Gc	9	30	21	7	230	4.506	45.060	2.875	28.750	0	100	100	0	55	45	65	23	0	12	43	17	0	40	40	25	16	7	0	0		
S44	Gc	7	10	24	7	100	2.109	21.090	1.238	12.380	0	100	78	22	33	67	0	100	0	0	20	70	0	10	0	0	33	67	0	0		
S45	Gc	7	35	19	8	160	3.146	31.460	1.754	17.540	0	100	100	0	79	21	91	0	0	9	56	0	0	44	79	12	0	0	0	0		
S46	Ba	7	5	15	7	220	1.793	17.930	0.493	4.930	0	100	100	0	0	100	100	0	0	0	95	0	0	5	0	100	0	0	0	0		
S47	Gc	7	50	19	7	360	6.660	66.600	4.275	42.750	0	100	100	0	82	18	82	18	0	0	19	53	0	28	82	0	0	18	0	0		
S48	Gc	10	45	30	9	180	7.473	74.730	5.720	57.200	0	100	96	4	80	20	46	54	0	0	28	67	0	5	46	0	35	19	0	0		
S49	Ba	8	20	25	7	70	1.815	18.150	1.615	16.150	0	100	100	0	100	0	100	0	0	0	71	0	0	29	100	0	0	0	0	0		
S50	Gc	9	20	24	8	170	4.220	42.200	2.805	28.050	0	100	100	0	52	48	20	80	0	0	24	71	0	5	20	0	32	48	0	0		
S51	Gc	8	20	19	7	200	2.634	26.340	0.577	5.770	0	100	100	0	0	100	47	0	0	53	35	0	0	65	0	47	0	0	0	0		
S52	Gc	7	15	37	8	30	1.982	19.820	1.864	18.640	0	100	100	0	84	16	84	16	0	0	33	67	0	0	84	0	0	16	0	0		
S53	Gc	7	5	21	6	70	1.349	13.490	1.151	11.510	0	100	100	0	100	0	100	0	0	0	14	71	0	15	100	0	0	0	0	0		
S54	Gc	7	30	19	7	250	3.829	38.290	1.663	16.630	0	100	100	0	0	100	50	41	0	9	40	40	0	20	0	50	0	41	0	0		
S55	Gc	8	15	18	7	180	3.337	33.370	2.381	23.810	0	100	89	11	83	17	60	40	0	0	17	56	0	27	60	0	22	18	0	0		
S56	Gc	8	15	14	6	230	1.704	17.040	0.845	8.450	0	100	100	0	83	17	0	17	0	83	0	30	0	70	0	0	0	17	0	0		
S57	Gc	9	40	24	9	130	4.658	46.580	3.331	33.310	0	100	100	0	100	0	61	39	0	0	38	46	8	8	61	0	39	0	0	0		

(9)

付属資料3 プロット調査結果一覧(つづき)

Plot No.	Photo Interpretation				cm	m	trees/ha	m ³		m ³ /ha		%		%		%		%		%		%		%		%		%		
	Forest Type	Height (m)	Canopy Density (%)	Ave. DBH	Ave. H	Density	Plot Volume	Volume per ha	Plot Volume	Volume per ha	Vigor Class per Tim Vol		Fire Class per Tim Vol		Tim Vol Rate by DBH Class		Timber Volume Rate by Species				Tree No. Rate by Species				Timber Volume Rate by DBH Class					
											1-2	3-5	1-2	3-4	1	2	Ba	Gc	Pt	Others	Ba	Gc	Pt	Others	1	2	1	2	1	2
															34+	26-33									34+	26-33	34+	26-33	34+	26-33
S58	Ba	12	35	30	9	120	6.239	62.390	4.511	45.110	5	95	100	0	95	5	84	12	0	4	33	42	0	25	84	0	12	0	0	0
S59	Gc	12	30	30	9	100	5.062	50.620	3.735	37.350	0	100	100	0	88	12	0	100	0	0	10	90	0	0	0	0	88	12	0	0
S60	Ba	9	25	28	8	100	3.102	31.020	2.401	24.010	0	100	100	0	66	34	34	66	0	0	40	60	0	0	22	12	44	22	0	0
S61	Gc	8	55	18	7	500	6.824	68.240	2.733	27.330	22	78	100	0	55	45	21	79	0	0	20	62	0	18	0	21	55	24	0	0
S62	Gc	8	55	20	8	290	5.204	52.040	2.095	20.950	0	100	100	0	72	28	39	61	0	0	38	62	0	0	29	10	43	18	0	0
S63	Ba	10	25	24	8	140	3.857	38.570	2.803	28.030	0	100	100	0	90	10	76	24	0	0	43	43	0	14	76	0	15	9	0	0
S64	Ac	4	30	16	6	80	1.005	10.050	0.791	7.910	0	100	100	0	100	0	0	0	0	100	0	0	0	100	0	0	0	0	0	0
S65	Cm	7	60	14	7	420	3.006	30.060	0.000	0.000										0	0	0	100							
S66	Cm	6	40	14	6	540	3.747	37.470	0.352	3.520	0	100	100	0	0	100	0	0	0	100	0	0	0	100	0	0	0	0	0	0
S67	R	12	80	27	9	230	18.870	188.700	13.294	132.940	0	100	100	0	96	4	0	0	0	100	0	0	0	100	0	0	0	0	0	0

付属資料 4 単純無作為抽出法による ha 当たり全材積の推定

Parameter		Unit	Results
Average stand volume	v	m^3	39.049
Standard error	s	m^3	1.654
Number of sample plots	n		133
Confidence limit	p		0.95
$t(p, n - 1)$	t		1.97
Estimated error	$e = s * t$		3.258
Confidence interval of the average stand volume		m^3/ha	39.049 ± 3.258
Estimated error ratio	$r = e / v$	%	8.34

付属資料 5 出現樹種の林相別頻度 (DBH \geq 10cm、頻度順)

Species \ Forest Type	Eu	Ba	Gc	Br	Ac	Co/Ts	Cm	R	Total No. of Trees Appeared
<i>Baikiaea plurijuga</i>	6	1,180	105	57	20				1,368
<i>Guibourtia coleosperma</i>		197	195	9					401
<i>Combretum collinum</i>	4	221	22	17	10				274
<i>Commiphora mossambicensis</i>		90	1	5	13				109
<i>Brachystegia spiciformis</i>		41		48					89
<i>Colophospermum mopane</i>							76	8	84
<i>Terminalia sericea</i>		55	7	1		20			83
<i>Pterocarpus angolensis</i>		76	3	3					82
<i>Commiphora pyracanthoides</i>		69							69
<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	66								66
<i>Burkea Africana</i>		11	18	7		28			64
<i>Commiphora mollis</i>		54		6					60
<i>Diplorhynchus condylocarpon</i>		32	23	1					56
<i>Ochna pulchra</i>		36	4	11					51
<i>Acacia nigrescens</i>		9			37				46
<i>Combretum fragans</i>		27	16						43
<i>Croton gratissimus</i>		39							39
<i>Acacia ataxacantha</i>		6						32	38
<i>Acacia karoo</i>				1	7	2	17	9	36
<i>Combretum hereroense</i>		6				18			24
<i>Combretum zeyheri</i>		16	6						22
<i>Combretum imberbe</i>					2	16		2	20
<i>Pseudolachnostylis maprouneifolia</i>		14	5						19
<i>Ziziphus mucronata</i>		7	1	1		3			12
<i>Ricinodendron rautanenii</i>		8	1	2					11
<i>Baphia massaiensis</i>	1	7	1	1					10
<i>Grewia occidentalis</i>		4		4					8
<i>Pericopsis angolensis</i>						8			8
<i>Acacia erioloba</i>							3	3	6
<i>Entandrophragma caudatum</i>		6							6
<i>Gardenia volkensii</i>		6							6
<i>Dicoma anomala</i>		4							4
<i>Lonchocarpus capassa</i>		1			1			2	4
<i>Vitex payos</i>		3						1	4
<i>Cassia abbreviata</i>		3							3
<i>Combretum molle</i>		1	2						3
<i>Erythrophleum africanum</i>		3							3
<i>Azelia quanzensis</i>		1							1
<i>Euphorbia matabelensis</i>		1							1
<i>Peltophorum africanum</i>			1						1
<i>Sclerocarrya birrea</i>		1							1
<i>Securidaca longipedunculata</i>		1							1
<i>Strychnos cocculoides</i>				1					1
Total	77	2,236	411	175	90	95	96	57	3,237

付属資料6 土壤断面調査結果一覧

No	位置・地形	傾斜 度	方位	標高 m	土壌型	A ₀ 層 cm	A層							その他の層							石礫等 %	伸根深度 cm	伸根深度の 制限因子	備考		
							厚さ cm	土色	腐植	土性	構造	堅密度	pH	層名	厚さ cm	土色	腐植	土性	構造	堅密度					pH	
1	台地上平坦面	0	-	1,067	ARlo	2	15	暗赤褐色	富	S	SG	粗		C	85<	暗赤褐-赤褐色	-	S-LS	SG	粗-軟		-	100<			
2	広い台地上凹面	0	-	986	ARl	<1	13	黒褐色	富	S	Bl	粗		C	87<	鈍褐-明褐色	-	S-LS	SG	軟-堅	6.4	-	100<		H-1	
3	台地上平坦面下部	0	-	989	ARl	<1	42	黒褐-褐色	富-含	S-LS	Bl	軟-堅		C	58<	鈍褐-鈍褐色	-	LS	SG	堅	6.0	-	100<		H-2	
4	広い台地上凹面	0	-	992	ARl	<1	36	褐色	含	LS	Bl	軟-堅		C	64<	褐色	-	LS	SG	堅	6.0	-	100<		H-4	
5	広い台地上凸面下部	0	-	980	ARl	<1	20	暗褐色	富	LS	SG	堅	6.2	C	80<	褐色	-	LS	SG	頗る堅	6.4	-	100<		(S-4)	
6	広い台地上凸面	0	-	1,002	ARl	1	13	黒褐-灰褐色	富	LS	SG	粗	6.0	B	26	褐色	含	LS	SG	堅	6.2	-	100<		H-8	
7	広い台地頂部	0	-	1,023	ARl	2	33	黒褐-灰褐色	含	LS	Bl	軟	6.2	C	67<	鈍褐色	-	LS	SG	軟	6.4	-	100<			
8	広い台地上凹面上部	2	NNE	995	ARlb	2	16	黒褐-灰褐色	含	LS	Bl	堅	6.2	B	84<	明褐-橙色	-	SL	SG	堅	6.3	-	100<		(S-7)	
9	凹型斜面下部	2	E	986	ARlo	1	15	黒褐-暗褐色	富-含	SL	Bl	軟	6.4	B	21	鈍赤褐色	含	SL	Bl	堅	6.8	-	100<			
10	凸型斜面中腹	5	SE	1,015	ARlo	1	35	暗赤褐色	富	LS	SG	堅	6.0	C	65<	赤褐色	-	LS	SG	軟-堅	6.4	-	100<			
11	広い台地上尾根部	2	N	1,045	ARlo	1	36	暗赤褐-鈍赤褐色	富-含	LS	SG	粗	6.4	C	64<	赤褐色	-	LS	SG	軟	6.0	-	100<		H-19	
12	広い台地上尾根部	0	-	1,052	ARlo	2	22	暗赤褐色	富	LS	Bl	粗-堅	6.1	C	78<	赤褐-明赤褐色	-	LS	SG	軟-堅	5.9	-	100<		(H-21)	
13	広い台地頂部	2	SW	1,063	ARlo	2	18	暗赤褐色	富-含	LS	SG	粗-軟	6.1	C	82<	鈍赤褐-赤褐色	-	LS	SG	粗-軟	6.3	-	100<		H-22	
14	台地上凹面上部	2	SSW	1,047	ARa	<1	-	-	-	-	-	-	E	100<	灰褐-鈍褐色	含	LS	SG	粗	6.4	-	100<				
15	台地上凹面上部	3	WSW	1,075	ARlo	2	20	暗赤褐-灰褐色	富-含	LS-SL	Cr,Bl	粗-軟	6.4	C	80<	赤褐色	含	LS	SG	軟	6.6	-	100<		S-20	
16	台地面端部斜面	4	SSE	1,022	ARlo	<1	30	暗赤褐-鈍赤褐色	富-含	SL	SG	粗-軟	6.4	B	20	鈍赤褐色	含	SL	SG	粗	-	-	100<			
17	凸型斜面頂部	1	S	985	ARl	1	44	褐-鈍褐色	乏	LS	Bl	堅	6.2	C	56<	褐色	-	LS	SG	頗る堅	6.3	-	100<		H-31	
18	広い凹型斜面中腹	5	WSW	987	ARa	1	24	黒褐色	富	LS	SG	粗	6.1	CE	76<	褐-鈍褐色	含	LS	SG	粗-軟	6.2	-	100<			
19	広い凸型斜面上部	1	W	996	ARl	<1	12	暗褐-褐色	含	LS	Cr,Bl	粗	6.2	B	10	灰褐-褐色	含	LS	Bl	堅	-	-	100<		S-28	
20	河川沿い低地	3	SE	990	ARlo	<1	18	暗褐-褐色	含	LS-SL	Bl	堅	6.2	C	82<	褐色	含	SL	SG	軟-堅	6.2	-	100<			
21	広い凹型斜面上部	0	-	994	CMv	1	36	黒-黒褐色	頗る富	SL-SCL	AB	固結	6.1	B	64<	鈍黄褐-褐色	含	SC	MA	固結	6.0	-	100<			
22	凸型斜面中腹	9	S	1,020	LPe	<1	5	暗赤褐色	含	SL	SG	粗		C	80<	-	-	St	-	-	80%<	50	石礫線			
23	台地上平坦面	1	S	1,065	ARlo	<1	25	暗赤褐色	含	S-LS	Bl	堅	6.6	C	75<	赤褐-暗赤褐色	-	LS	SG	軟-堅	6.8	-	100<		S-37	
24	沢底低地中央部	2	W	1,040	ARa	<1	30	黒褐-暗褐色	富-含	LS-SL	Bl	頗る堅	6.2	E	70<	鈍黄橙-灰黄褐	-	S-LS	SG	軟-堅	6.3	-	100<			
25	広い台地上凸面	1	NNE	1,082	ARl	1	32	暗褐-褐色	富-含	LS	Bl	軟-堅	6.1	C	68<	褐-鈍褐色	-	LS	SG	軟	6.4	-	100<		S-42	
26	広い台地上凹面	1	NW	1,069	CMg	<1	32	黒褐色	富	SL	Bl	固結	6.4	Bg	68<	褐灰-鈍褐色	-	SL-SCL	Bl	固結	6.7	-	100<			
27	台地上平坦面	1	WNW	1,092	ARl	2	28	黒褐-褐色	富-含	LS	Bl	粗-堅	6.4	C	72<	鈍褐色	-	LS	SG	頗る堅	6.8	-	100<		S-47	
28	凸型斜面下部	5	WSW	1,024	LPe	<1	8	黒褐色	富	CL	AB	堅	5.8	Cm	92<	-	-	-	-	固結	30%	20	岩盤			
29	台地上平坦面	0	-	1,114	ARl	3	20	黒褐-褐色	富-含	LS	Bl	粗-堅	6.4	C	80<	褐-明褐色	-	LS	SG	堅	6.6	-	100<		H-52	
30	広い凸型斜面下部	2	S	1,024	LPe	<1	4	黒褐色	富	L	Bl	軟	6.2	B	8	極暗褐色	-	CL	AB	固結	50%	12	岩盤			
31	台地上平坦面	0	-	1,044	ARl	<1	22	黒褐色	富	LS	Bl	粗-堅	6.4	C	78<	褐-明褐色	-	LS	SG	堅	6.6	-	100<		H-62	
32	広い凹面(沢)中央	0	-	1,039	CMe	<1	43	黒褐色	富	SL	Bl	固結	6.4	B	57<	灰褐-鈍褐色	-	SL	Ma	固結	6.6	-	100<		(H-59)	
33	河川沿い低地	5	SE	1,005	CMe	2	22	黒褐色	富	CL	AB	軟-堅	6.6	B	78<	褐色	-	SL-CL	Ma	固結	6.8	-	100<		H-55	
34	台地上平坦面	0	-	1,054	ARl	<1	15	黒褐色	富	LS	Bl	粗	6.3	C	85<	鈍褐色	-	LS	SG	堅	6.6	-	100<			
35	河川沿い平坦地	2	NW	965	VRe	<1	100<	黒褐色	富	CL-C	AB	固結	6.6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100<		(S-64)

土色：標準土色帖による湿潤時の色

土性：S=砂土，LS=壤質砂土，SL=砂質壤土，L=壤土，CL=埴壤土，C=埴土，SC=砂質埴土，St=礫土

構造：SG=単粒，Gr=粒状，Cr=屑粒状，Bl=塊状，AB=角塊状，Ma=壁状

堅密度：乾燥時の堅さ

石礫等：表層より75cm深まで，又は，75cm以内に岩盤，基岩等がある場合はそこまでの土層における容積割合。

伸根深度：何の制限も受けずに，良好な根の伸長が期待できる深度

備考：森林調査プロット番号，（ ）書きは同一箇所ではないが，同じ林相内の森林調査プロット番号

付属資料 7 参考文献

参考文献は以下のとおりである。社会経済条件のデータについては、森林委員会の郷土資源部、ンガモサファリ部、そしてDFIDの委託調査から1999年に得たものである。下記のリストにはないが、森林委員会及び世界銀行のレポートを概況を記述する上で参照した。

参考文献リスト

- Association for Promotion of International Cooperation, 1998, Africa Volume No. 17, Zimbabwe, Economic Cooperation Series (in Japanese) 3rd Edition
- Braam van Wyk et Piet van Wyk, 1997, Field Guide to Trees of Southern Africa
- Calvin Nhira, 1998, Contesting Inequality in Access to Forests
- Central Statistical Office, 1992, Census
- C.M. Gumbie, 2000, FAO Pilot Studies on Forestry Data Gathering and Analysis
- DFID, 1998, Draft Project Memorandum, Shared Forest Management Preparation Project, Zimbabwe
- Dr.T.Hausler & VegRIS-team, 1995, Vegetation Resources Information System VegRIS
- FC & GTZ, 1994, Inventory Design for Forest Inventory of Indigenous Forests - Mzola Woodland - Matabeleland North Province Zimbabwe Report No. 1
- FC & GTZ, 1996, VegRIS Indigenous Forest Inventory Mzola Forest Matabeleland North Province Inventory Results Report No. 6
- FC & GTZ, November, 1998, VegRIS National Biomass Survey (NBS) for Zimbabwe
- Forestry Commission, 1990, Forestry Research in Zimbabwe (Proceedings of the Anniversary Seminar "Forestry Research in Zimbabwe")
- Forestry Commission, 1993, The Ecology and Management of Indigenous Forests in South Africa
- Forestry Commission, 1994, Forest Management Plan Area South
- Forestry Commission, 1994, Building on Indigenous Natural Resources Management: Forestry practices in Zimbabwe's Communal Lands
- Forestry Commission, 1995, Growing Fruit Trees
- Forestry Commission, 1995, Research and Development Division: Annual report 1994/95
- Forestry Commission, 1996, TOR for The Study on the Management Plan for Conservation of Indigenous Forests in the Gwaai and Mbembesi Areas
- Forestry Commission, 1996, Annual Report 1995 – 1996.
- Forestry Commission, 1989, CODA's Maps (Scale 1/25,000)
- Forestry Commission & GTZ, 1997, Woody Cover Map (Scale 1/1,000,000)
- Forestry Commission & Swedish Agency for Research Cooperation (SAREC) with Developing Countries, 1993, The Ecology and Management of Indigenous Forests in Southern Africa (Proceeding of an International Symposium 27 –29, July 1992), 1993.
- Forestry Commission & SAREC-SIDA, 1996, Sustainable Management of Indigenous Forests in the Dry Tropics
- Frank Matose, 1996, The Gwaai and Mbembesi Forests Settlers: A Report of a Participatory Rural Appraisal
- Government of Zimbabwe, 1991, Second Five-Year National Development Plan 1991 – 1995
- Government of Zimbabwe, 1996, Forest Act
- Government of Zimbabwe, 1996, Communal Land Act
- Government of Zimbabwe, 1996, Natural Resources Act

Government of Zimbabwe, 1996, Zimbabwe Programme for Economic and Social Transformation 1996 – 2000

Government of Zimbabwe, 1996, Zimbabwe Program for Economic and Social Transformation (ZIMPREST) 1996 – 2000

IRD, 1996, Annual Report 1994 – 1995

IRD, 1997, Annual Report 1995 – 1996

IRD, 1998, Annual Report 1996 – 1997

Jeanette Clarke, 1994, Building on Indigenous Natural Resource Management: Forestry Practices in Zimbabwe Communal Lands

Newsletter of the Research & Development Division, Forestry Commission, 1998, Vegetation Mapping in Zimbabwe Using Satellite Remote Sensing and Geographic Information System

Oxford Forestry Institute, 1992, O.F.I. Occasional Papers no 43

R B Drummond, 1996, Trees fo Southern Africa

R.N. Cunliffe, 1999, Environmental Assessment of Current Land Use and Four Settlement Options for Gwaai and Bembesi State Forests

SAREC, 1996, The Ecology and Management of Indigenous Forests in Zimbabwe

The Economist Intelligence Unit, 1999, Country Report Zimbabwe, 1st quarter

The Economist Intelligence Unit, 1998 - 99, Country Profile Zimbabwe

UNICEF, 1999, Children and Women in Zimbabwe, A Situation Analysis Update

VegRIS-team, 1994, Final Report of Vegetation Resources Information System (VegRIS)

World Bank, 1993, Technical Paper Number 210, Living With Trees, Policies for Forestry Management In Zimbabwe