

防火帯は、地面が裸出した無植生の面が、帯び状に配置された形となるので、形としては、幅6mの道路が設置されたのと同様な形態となるはずである。したがって、幅員6mの管理道路を、森林の周囲に設置し、これに、灌木草本が侵入しないように、毎年の補修を行えば、良好な防火帯となることが期待される。なお、Forest estateの境界線延長は約550kmに達するが、そのうち、Sesheke, Maseseに近接する300kmは急ぎ設定の必要性が高い。

防火帯兼用管理道路の建設補修用の機械としては、ブルドーザーの導入が望ましい。なお補修、管理だけを目的とした場合には、地掻き用のアタッチメントの取り付けが可能な、4輪駆動車両の利用が考えられる。

4.8.3. 林業機械器具

理想的には、伐採、玉切り、集材等の作業を一挙に片付け得る、林業用高性能機械の導入等も考えられるが、現時点では、鉋、鎌、鋸、斧、鋏、目立て器等の林業用の小型器具が不足しているので、それらの充実が必要である。さらにはブッシュクリーナー(草刈り機)、チェーンソー等の小型林業機械の配備が先決である。とくにこの地域では、危険な有刺灌木の繁茂が著しいので、これを、刈り取り、駆除するための長柄のブッシュクリーナーの導入が必要である。

4.8.4. 種子貯蔵庫

現在、この地域で、ほぼ完成段階にある森林更新技術は、直播き造林法である。この手法には、優良種子の確保が基本であり、そのための種子貯蔵庫(冷房付き)の設置が必要である。

4.8.5. 消防器材

常識的には、機動性の大きな消防車の配備等が考えられるが、道路網が発達していない広大な面積に対しては、機械的に装備された消防体制があっても、その機能の発揮は期待できないようである。上記の、予防対策に力を注ぐべきであろう。

4.8.6. 指針

- ・森林の周囲には、防火と森林管理を兼ねた、防火帯兼用管理道路の建設が望まれる。その建設、補修用の建設機械として、ブルドーザーの導入、管理兼補修車両として、地掻き～排土アタッチメントの装着が可能な4輪駆動車両の導入が必要である。
- ・小型の林業用機械器具が不足している。それらの配備が必要である。とくに、有刺灌木の刈り取り駆除のために長柄のブッシュクリーナーは導入、配備が必要である。

・直播き造林法の充実のため、種子貯蔵庫の建設が必要である。

4.9. 森林と現地住民との結びつき

一般的な傾向として、森林近くに住む住民は、最も深く森林を理解し、森林に愛着をもっている場合が多いと考えられていることが多い。しかしながら、今回の調査地域においては、そのような雰囲気は希薄であり、とくに国・公有林の存在については無関心な人々が多いように感じられた。

4.9.1. 実態

森林は大型の樹木の集団である。ここで、大径材の用途は、もっぱら製材用材として利用されるものであり、製材工場が雇用した町近くに住む労働者が、車に乗って来て森林に入り、大きな木を伐採して、丸太として持ち去ってゆく。これに対して、地元住民の木材利用は、もっぱら小径の住宅用材と燃料であり、地元の住民は、森林の中にある大径材とは、何の関係も持たないのが実態である。集落近くには大きな常緑樹木が点在して、被陰樹として利用され、また、果樹として利用されている大型樹木も少なくないのであるが、森林を構成する大型樹木の群集からは、むしろ、地元住民が疎外されている感が強く、地元民にとって、森林は、何の魅力もない存在となっているようである。

4.9.2. 地元住民の意識

日本や欧米の森林地帯では、林業、森林管理の担い手は、山近くに住む山村の住民であり、森林への最も良き理解者、保護者はいずれも山村住民であることと比べると、ザンビア国の住民意識はかなり異なっているように感じられる。森林に火が入って、数10年以上の高齢の大木が燃え尽きても、住民にとっては他所事の事件であり、これを惜しむ感情は薄いように感じられる。

森林は、人間を襲う猛獣の住処として恐れられ、かつては、親近感どころか、逆の不安感をもつ人の方が多かったように感じられる。したがって、森林が燃えることによって、生活の安全性が高まると、考えている人々も少なくなかったように思われる。最近、世界的には、環境問題に関連して森林の重要性が強調されているのであるが、地元住民にとっては無縁のこととされているようである。ここでは、肉食獣が減少したことで、生活の安全性が高まった・とは感じて、そのために、ネズミやウサギやシカが増え、それが、作物や稚樹に害を及ぼしているといった・回りくどい生態論理は、通用しないようである。また、火入れによって、土壌の生産力が低下し、地域が砂漠化の方向に向かっている・。熱帯林が燃えて、大気中のCO₂が増え、異常気候(砂漠気候)の訪れが早まっている・といった環境論理は、さらに縁遠いものと感じられているはずである。しかしながら、この難解な生態・環境機構の変化によって、現実には、住民の生活が脅かされはじめていることを認識させ、下草を含めた森林の価値を理解させることが、最も重要である。

4.9.3. シニアチーフの理解と協力

森林管理計画を実行に移す場合、地元民、サブチーフは勿論であるが、その上位のシニアチーフに管理計画の背景と内容を十分に理解してもらい、意見や合意を得ることが必要である。このような過程を経て、管理計画がスムーズに運営されてゆくものと考えられる。とくに、火入れ、アグロフォレストリー、薪炭林の問題等、地元に着した課題については、その必要性が高い。

4.9.4. 対策指針

先に、山火事による森林被害の大きさについて言及したのであるが、その最大の原因が住民の行う火入れ行為であることが分かっている。ここで、地元住民と森林との係わりにおいて、最も重要なのは、火入れの問題であり、この間の欠陥を根本的に治癒するためには、次のような対処事項が必要と思われる。

- ・住民が森林に対して親近感、有用感を覚えるようにすることが肝要である。基本的には教育による意識改革が重要であるが、即効的な効果は期待できないので、当面の直接的効果は、何らかの褒賞制度を設定することが早道と考えられる。たとえば、近隣の森林や Woodland で、ある一定年間、火災が発生しなかったならば、その周辺の関係集落に対して、恒常的な使用に耐える井戸の設置を助成する。あるいは、農機具の近代化を助成する等の実利的な褒賞を実施することが考えられる。
- ・上記の森林火災の防止策と平行して、植林事業(林内での直播き造林、過度の疎生地や無立木地での陽性樹の苗木植栽)を実行し、地元住民の雇用を図る。造林を実施すべき対象地が広いので、事業の推進が安定的に行われれば、住民が森林から現金収入を得る機会が増え、森林への関心も高まるものと考えられる。
- ・科学的な生態機構、環境機構への、住民の理解を深めるための教育・普及活動を推進する。

4.10. 需要開発

最近の年間の木材需要(年間伐採量)は、立木材積で Mukwa が 13,000~14,000m³、Mukusi が 2,000m³程度と推定される。先に述べたように、Mukusi の年間総成長量(伐採許容量に相当)は 14,000~18,000m³、Mukwa は少なくとも 3,700m³と見積られるので、いずれも、需要が、成長量を下回っており、母樹の保残にさえ留意すれば、森林の保続上では、とくに問題がない状況となっている。許容量に余裕があるので、資源の有効利用の面からは、需要開発の必要性である。しかしながら、近い将来、需要が急増する場合には、供給に大きな余力のないのが実情である。

4.10.1. 用材需要

(1) Mukusi

現在、Mukusiの用途は、枕木が主力で50%程度、他は、板材、フローリング材、パネル合板等となっているが、主要生産品である枕木の将来需要が縮小見込みであり、このまま推移すると、需要量は14,000m³よりも少なくなる可能性が大きい。一方、Mukusiを主林木とする森林は、山火事によって消失しており、最近20年～30年の間に、総成長量が、25%から50%程度にまで減少している。したがって、当初、需要量に対する、供給不足をきたしていることが懸念されたのであったが、実態は逆の状態であった。

今後、健全な森林を目指して造林を推進すれば、年々、総成長量(伐採許容量)の増加が期待されるのであるが、他方、現状のままでは、需要が縮小傾向にあるため、資源としての有効利用が期待されないことになる。このような、じり貧状態に陥らぬようにするためには、積極的な需要開発が必要である。

現在の、木材工業の製材、加工能力から見ると、材の硬軟は技術的には問題にならないのが普通である。ただ、硬質、軟質材の双方を同時に製材加工し得るような万能機はなく、硬質材には、硬質材用の製材加工機械を、軟質材には、それに対応した機械を、それぞれの材質に応じて用意することが必要である。ここで、工場での設備投資をする場合、重要なのは、設置した機械に対して、利用し得る材質の資源の量が、十分に存在するか否かである。もし、資源としての在庫が、まとまった地域に、まとまった量、存在しておれば、それを、柱材、小割り材、板材、集成材、合板材、パーティクルボード材等の、何れに加工利用するかは、自由自在である。要は、どのような用途の需要を開拓しうるか否かにかかっていると考えてよい。

この点、Mukusiは、硬質樹種であるが、南西地域の森林の中では、最もまとまった蓄積を有する樹種であるのが特色である。また、その分布も、今回の調査区域だけではなく、Zambezi川西岸地域にも、広がっていることが知られている(分布密度は、今回の調査地域より劣る)ので、設備投資の対象樹種としては、十分な条件を備えているものと評価されそうである。要は、用途の開拓と把握であり、それができれば、天然林利用の木材産業としては、第一の有用樹種となるはずである。

現在の木造住宅では、地面に近い部分の床材(土台、大引き、根太等)、柱材、壁材等は、耐湿性、耐腐性が要求され、これに適する樹種の木材は、高値で取引されているのが実態である。この点、枕木としての耐久性を満足するMukusi材は、建築材としても耐久性をもつ可能性が高いので、このような用途での、需要開拓が期待される。

(2) Mukwa

現在、Mukwaは、家具用の板材として製材されているものが主流であるが、近い将来、単板による家具生産は、主動生産から外れる見込みであり、Mukwa等の良質材を化粧材(張り材)とする合板生産が主軸となる模様である。(製材機械の取り替え、設備投資済み)、合板生産は輸出競争力が大きいので、将来発展の期待が大きい。

このように、Mukwaは家具材としての需要が大きいのであるが、現在、製材量の把握が適確には行われておらず、また、資源としての分布量と、森林構成に基づく収穫許容量も、正確には把握されていないのが現状である。したがって、将来、Mukwa等の合板化粧材の需要が拡大した場合、それに対応すべき資源としての量が、確保できるのか否かが明確でない。Mukwaは林分内での混交率が、Mukusiよりもかなり低いが、分布地域が広くて、ほとんど全国に及んでいる。したがって、広域での、総量としてはMukusiに匹敵し、あるいは、これを上回る可能性がある。森林保続のために必要な母樹の保残を考えた場合に、伐採可能な量がどれだけあるかが不明である。今後の調査を必要とする。

(3) 輸出と輸送コスト

国内での木材需要が低迷するところから、輸出の拡大が望まれている。現在、枕木の30%が輸出に振り向けられ、さらに、合板輸出等が図られているが、前途は必ずしも明るくないようである。ザンビア国は、港から遠い内陸部にあるため、広域的な輸出を考えるときの隘路は、陸路輸送である。この点、生材よりも、付加価値の高い、製材品、加工合板等を輸送した方が有利であるが、そのためには、より周到的な市場調査が必要になるものと考えられる。

4.10.2. 薪炭材

Sesheke 県の、薪材の年消費量は、35,000m³と推定され、他方、この地域の森林の許容収穫量は、Traditional landだけでも9万m³あり、表面的には許容量以下である。しかしながら、ここで問題になるのは、薪材の対象になるのは、胸高直径が25cm未満の小径木であり、他方、この小径木が、近年激しくなった山火事によって、その立木本数と材積を、極端に減らしていることである。小径木の多くは、森林の後継樹であり、この数が十分にあれば、間伐許容量に相当する量を、伐採しても、森林の保続が維持できるのであるが、小径木の数が少ない場合は、これができないことになる。この場合、小径級の林木には、伐採許容量はなく、大径級にだけ伐採許容量があることになるので、大径級の林木を伐採して、薪材として利用するのならば構わないが、小径級の林木を伐採したのでは、保続は図れなくなるはずである。

この観点から、現在、小径級の林木数が少なく、しかも択伐施業を行うべき森林、すなわち、国・公有林からの薪材の伐採利用は禁止されるべきものと判断される。しかしながら、他方、国有林内には、

主林木であるMukusi等を、伐採、採材した後の未利用材が、かなり多数(Mukusiで7,000m³程度)残っているので、これを薪材に利用することができるはずである。また、有用材以外の樹種で、未利用のまま、枯死する林木が、多数あり、これも、薪材として利用可能である。森林に火が入らなかった実績をもつ、集落の人々に対しては、褒賞として、国有林内での薪材採取を許可するのも、一つの方法ではないかと考えられる。国有林内での、生活材の採取を許可することによって、森林に対する住民の親近感が増してくれば、野放図な火入れが減少することも期待される。

ところで、Traditional land では、森林、Woodland の分布が集落からの遠隔地に偏っており、近隣Woodland の単位面積当たりの蓄積が少量である。それ故、Woodlandでの木材の蓄積は、極めて少ない状況にあると判断される。その上、火入れが頻繁に行われる地区であるだけに、とくに、小径木が、少なくなっている可能性が大きい。したがって、森林の健全な保続を考慮した場合、集落近接地での、薪材伐採許容量は、住民の需要量を下回っている可能性が高い。おそらく、燃料用材の不足をきたしている場所が、少なくないのではないかと想定される。ただ、後述のMupane林では、用材林のような、複雑な森林構成とはなっていないので、保続が容易であり、別の基準に基づいた薪炭材の利用が、可能となっている。

4.10.3. 指針

- ・Mukusi材に対する需要は、現在低迷状態にあるが、Mukusiは耐久性に優れた材質を持ち、しかも、森林資源として、量産加工の対象となりうる分布構成を示しているので、需要開発をおこなえば、引き続き第一の有用材と利用されるものと判断される。Mukusiの材質に着目した新たな需要開発が望まれる。
- ・Mukwaは家具材としての需要が安定し、より付加価値の高い加工が目指されている。しかしながら、その需要量、これに対する収穫許容量が明確には把握されていないので、今後の調査を要する。
- ・ザンビア国は内陸国であるため、陸路の輸送コストが高むのが、移出、輸出上での隘路となっている、これを克服するため、より付加価値の高い、製材加工品の開発が必要である。
- ・薪材の需要量は、表向きは、森林の成長量を下回っており、数値だけで判断する限りは、問題がないように思われるのであるが、現実には、薪材の対象となる小径材の分布が少ないので(山火事のため)、不足気味にあると判断される。無規制な小径木の採取は、森林、Woodlandの保続を危うくしているので、適正な薪炭林の造成とその利用方法を考慮することが肝要である。具体的には、別途に、短伐期施業による薪炭林資源の造成を図ること、その適正な収穫指針作成し、住民に順守させることが考えられる。

4.11. 土地利用管理

この地域で見いだされる土地利用区分としては、Table-52 に示したように、森林、草地、集落地、耕地、放牧地等が上げられる。現在の法律規制下では、また生態環境的な論理の上からも、国・公有林地内で、新たな土地利用が行われる可能性は極めて低いので、土地利用に関する問題は、すべてが、Traditional landにかかわるものと考えてよい。

4.11.1. 沖積地での耕地

これまでの耕地の分布から、その立地性を検討すると、ほとんどが低位段丘を含む沖積地(支流の谷間の沖積段丘を含む)となっていることが見いだされる。そして、この沖積地の地下部には、河川の水位に連動する豊富な地下水位が分布しており、それからの安定した毛管上昇が期待される箇所となっているのが特色である。通常、作土層は、大孔隙に富むために、毛細管が切断され、地下水の補給が、必ずしも潤沢ではないのであるが、雨季の中期から終わり頃には、やや堅密化して、かなりの毛細管上昇が期待される状態となっている場合が多い。したがって、雨季中の晴天時、あるいは雨季終了後のしばらくの間は、かなり安定した水分状態が出現している可能性が高い。勿論、砂質土壌であるため、土壌中の保水量は決して豊かとはいえないが、この地域にあっては、最も安定した水分に恵まれた箇所となっているのが特色である。

他方、この地域では、一部の地区を除くと、肥料の施用は行われていないので、作物の栄養は、もっぱら、自然土壌が保持していた養分(腐植)に依存しているのが実態である。この土壌養分は、これまで、森林が蓄積してきたもので、耕作は、森林を伐採して、火入れを行った跡地(焼き畑)で行なわれている。しかしながら、この養分は、耕作を3~4年ほども続けると、消耗して無くなるので、農民は、さらに、新たな林地を伐採し、火入れを行う。

一般に、世界的に実施されている組織的な焼き畑耕作は、耕作終了後に、再び森林に返すことを念頭において実施されており、その観念が徹底した地域では、耕作と並行して、次代の樹木を植栽しているほどである。そして、一旦、耕地を自然の森林状態に戻し、土壌の肥沃性が取り戻されるのを待って、再び、焼き畑を行うことが、常道とされている。したがって、健全な焼き畑が行われている地区では、耕地と森林とが、隣接して分布する景観が出現するはずである。しかしながら、この地域では、そのような耕地と森林とが共存するような土地利用は見いだされない。

耕作が終了すると、この地区でも、草本と樹木が、侵入してきて生育をいはじめるのであるが、住民が、草本の土壌回復機能を知らないためか、あるいは、草の有効利用との観点からか、これを家畜に食べさせ、場合によっては、火を放つという状況が繰り返されている。草本が十分に生育できる状況での、適正な頭数の放牧や、火入れは、草本根系の腐植供給を妨げず、かえって新鮮な草本の再

生を促すので、これを禁止する必要はない。しかしながら、多くの場合、過度の頭数の家畜が放牧されて、草本の生育が、年々低下する傾向をみせているのが問題である。とくに、ヤギ(山羊)の放牧は、草本の根系までも破壊しているため、急速な草本の減少をもたらしている。

また、場所によっては、外観だけは大型樹木が生育する森林やWoodlandになっているが、林内で、過度の放牧や、過度の火入れが行われているため、土壌を劣化させている例が見いだされる。折角、森林下で、土壌肥沃性の回復に向かっていた箇所を劣悪化させているわけで、実質的には非林地の荒廢地と変わらない状況となっている。この結果、土壌が裸出し、表層での洗脱、中～下層での盤層の形成が行われて、肥沃性はとみに減退し、準砂漠ともいえる不毛の地が出現しかかっている。

この結果、耕作跡地は、地力の回復に向かうどころか、さらに地力を低下させているのが実情である。耕地の回りには、さらに地力を低下させた過放牧地が広がっているのが、この地域の景観特性となっている。

このため、焼き畑が、20年後に、再び元の場所に戻るといった、循環利用の状況は見られず、耕地とその跡地は、一方的に拡大方向を示している。この結果、沖積面での行き場を失った、焼き畑は、新天地を、高原の森林地帯に求めようとしているが、そこでは、冒頭に述べたように、地下水の恩恵を受けられないので、良好な耕作は期待されないのが実態である。

しかしながら、住民は、このような土地機構(水機構)を、理解せず、少しでも養分の多い土壌をもとめて、森林地帯へ入ろうとしているようである。森林の解放を望む声が開こえる昨今であるという。

なお、このように、耕作跡地が、森林に還元されないため、この地区では、そろそろ、薪材の不足が顕在化しそうな状況となっている。

4.11.2. 氾濫原での耕地、放牧地利用

Zambezi川本流沿いの氾濫原、あるいは、大きな支流の氾濫原は、しばしば冠水するため、樹木の生育は見られない。しかしながら、草本の生育は旺盛である。また、冠水に伴って、上流からの肥料成分が供給されるため、肥沃な土壌が多い。

ただ、草本の根が密に分布し、加えて、土壌が堅密な場合が多いので、簡易な鋤などでは耕耘できない場所が多い。このため、耕地として利用されていない場合が、ほとんどである。しかしながら、強力な耕耘機械で、一度耕してやれば、翌年からの耕耘が比較的容易になる場合も少なくないようである。耕地としての連続利用ができる箇所であるので、積極的な利用策が望まれるところである。

草本の生育が旺盛であるので、放牧地としての積極的な利用も可能である。

4.11.3. 沖積平野での集約的農業経営の可能性

地下水の豊富な沖積平野で、水を汲み上げ、施肥・耕耘を行えば、干ばつにも強い恒久的な農業生産が可能である。しかも、この地区には、これに該当する沖積平野が広い。単に、この地区の人口をまかなうだけの目的であれば、この集約的な農業で、余剰が得るほどの生産が可能になるものと想定される。

現状では、住民が、現金を持たないため、このような、農業生産は実行できないのであるが、もし、これが、実行できれば、無意味な森林破壊も、行われなくなるものと想定される。

4.11.4. 指針

上記の状況を、是正し、適正化する観点から、次の提言を行いたい。

- ・焼き畑跡地は、原則として、森林に戻すこと。放置しても、徐々に森林に戻る場合が多いと思われる。あまりに、無立木地が広い場合は、積極的な造林を行うことも必要である。
- ・森林に戻る過程で、草本が生育するが、この草を飼料とする放牧は、適正頭数以下に押さえて、実施することが肝要である。とくに、ヤギの放牧は、過放牧になる危険性が高いので、注意が必要である。
- ・火入れは、利用目的に限定して実施し、それが、延焼しないようにする。とくに森林や、Woodlandでの火入れが避けられない場合は、林縁の藪(有刺灌木)地帯に限定して実施し、林分内では行わない。
- ・薪炭林が不足しつつある可能性が大きいので、25年伐期程度の、小径木を主体とした、広葉樹林の造成を行なうこと。この、広葉樹林の周期的な伐採と、焼き畑利用を組み合わせれば、沖積地での恒続的な土地利用が持続できるはずである。
- ・高原の森林地帯は、土壤養分を多少含んでいても、沖積地に比べて水分条件が劣っている。したがって、耕作適地ではない。高原地帯の焼き畑利用は原則として禁止する。
- ・雨季に冠水する氾濫原では、雨季の土地利用はできないが、乾季にも水分に恵まれている条件の箇所が多いので、耕地としての季節的な利用が可能である。現在は、耕耘が困難な条件下にあるために利用されていないが、耕耘機械の導入によって、やや、集約的な農地として利用したい。
- ・沖積平野は、豊かな地下水利用が可能であり、地下水を汲み上げ、施肥、耕耘を行う、集約的な農業地として利用すれば、干ばつにも影響されない農業経営が可能である。しかも、この地域には、この条件を満足する沖積平野が広く、ここで、全面的に農業生産をおこなえば、地域住民の需要を、はるかに上回る収穫が可能と考えられる。また、このような、安定した農業生産が実行に移されれば、無意味な森林破壊も、抑止されるようになるものと想定される。現在、住民への現金収入がないような社会情勢であるため、実行は無理であるが、できるだけ近い将来

には、関係者、関係機関の努力によって、集約的土地利用に移行したいものである。

4.12. 植栽、伐採計画

4.12.1. 伐採計画 Cutting Plan

各Forest estateの団地(単位団地と呼ぶ)内の、Site I C₃D₃、Site II C₃D₃を、Mukusiの伐採可能林分と考え、その中でMukusiの混交率が50%以上の林分の面積、材積、Mukusiの伐採可能材積、該等するCompartment No等を計上する。Table 56に該当する国有林団地名、林班別の面積、蓄積状況を示している。

Forest estateの単位団地をSeshekeからの伐採対象団地と、Mulobeziからの伐採対象団地(大団地と呼ぶ)とに2区分し、それぞれの大団地ごとに、伐採順位づけをおこなう。大団地内の個別団地材積等を伐採予定順位に従って羅列、作表する。

順位は、現在伐採を行っている高蓄積の単位団地を1位とし、その近隣の高蓄積の単位団地を2位、3位として判定した。具体的には、Sesheke大団地ではSimungoma west団地から伐採をはじめるとし、Mulobezi大団地ではSitumpa団地からはじめるとした。なお、この中で保存対象林班を伐採対象から外して計画を実行するものとした。

年間のMukusi伐採量を、两大団地で14,000m³/年程度と考え、それぞれ、两大団地に割り振ることとした。現在、Mulobeziの製材所の方が製材稼働量が多く、また、製材後の材の運搬が鉄道輸送によるため、経費的に安価であると判断される。そこで、当初の10年間はMulobezi大団地の方での伐採量を多くするように配慮することにした。しかしながら、現実にはMulobezi周辺でのMukusiの蓄積が少ないので、10年目以降の伐採量はSeshekeの方が増加するものとした。Mulobezi大団地内での蓄積が不足する場合は、11年目以降の伐採対象地として、今回の調査地外のKamangao地区を組み入れることにする。それでも、蓄積が不足する場合は、Mulobezi大団地での伐採量を縮小し、重点をSesheke大団地に移す。

このような検討の後、年間伐採量を各団地毎に伐採量を割り振り、各大団地毎の、年間伐採量をTable 57のように決定した。なお、表中の伐採量は、対象とする主林木の伐期を100年として、20%の伐採を行うことを算定したが、主林木伐期を80年として25%の伐採を行うことも許容されるので、伐採量の拡大が必要な場合は、伐採量を25%増加させて、6000→7500m³/年、8000→10000m³/年の変更が可能である。

また、後述するように、今後10年間に疎開林分内でのMukusi幼樹(後継樹)の更新→生育方法が確定した場合には、Mukusi混交率が40%以下のC₃D₃林分や、C₃D₂林分での伐採(Mukusi蓄積の20%程度の伐採)が可能となるので、11年目以降の伐採量を増加させ得ることが考えられる。

Table 56 Objective forest compartment of cutting plan (1)

Forest name	Compartment No.	Area (ha)	Forest condition										Allowable cutting volume		Remarks		
			Mukusi mixing rate	Crown density class	Crown diameter class	Site index	Volume per ha	Total volume	Mukusi volume	20%		25%					
										$M_c M_s$	$D_1 D_2 D_3$		$C_1 C_2 C_3$	$H_1 H_2$		m^3/ha	m^3
	Comp	F															
Kasiki	16	37	4	3	3	1	196	7,252	6,346	1,269	1,587						
Kasiki	31	77	3	3	3	1	196	15,092	9,433	1,887	2,358						
Kasiki	35	21	3	3	3	1	196	4,116	2,573	515	643						
Malavve	12	6	3	3	3	1	196	1,176	735	147	184						
Malavve	14	27	3	3	3	1	196	5,292	3,308	662	827	Botanical reserve / Permanent plot No.1					
Simungoma west	11	506	3	3	3	1	196	99,176	61,985	12,397	15,496						
Simungoma west	25	500	4	3	3	1	196	98,000	85,750	17,150	21,438						
Simungoma west	34	141	3	3	3	1	196	27,636	17,273	3,455	4,318						
Simungoma west	38	153	3	3	3	1	196	29,988	18,743	3,749	4,686						
Simungoma west	46	191	3	3	3	1	196	37,436	23,398	4,680	5,850						
Simungoma west	47	119	3	3	3	1	196	23,324	14,578	2,916	3,645						
Simungoma west	75	255	4	3	3	1	196	49,980	43,733	8,747	10,933						
Simungoma west	80	115	4	3	3	1	196	22,540	19,723	3,945	4,931						
Simungoma west	10	62	3	3	3	2	136	8,432	5,270	1,054	1,318						
Simungoma east	2	544	4	3	3	1	196	106,624	93,296	18,659	23,324						
Simungoma east	4	15	3	3	3	1	196	2,940	1,838	368	460						
Simungoma east	18	33	3	3	3	1	196	6,468	4,043	809	1,011						
Simungoma east	23	241	4	3	3	1	196	47,236	41,332	8,266	10,333						
Simungoma east	27	34	3	3	3	1	196	6,664	4,165	833	1,041						
Simungoma east	41	775	4	3	3	1	196	151,900	132,913	26,583	33,228						
Simungoma east	53	124	4	3	3	1	196	24,304	21,266	4,253	5,317						
Simungoma east	57	84	4	3	3	1	196	16,464	14,406	2,881	3,602						
Simungoma east	62	479	4	3	3	1	196	93,884	82,149	16,430	20,537						
Simungoma east	65	35	4	3	3	1	196	6,860	6,003	1,201	1,501						
Simungoma east	29	98	4	3	3	1	196	19,208	16,807	3,361	4,202						
Sikubingwa	44	165	4	3	3	1	196	32,340	28,298	5,660	7,075						
Sikubingwa	47	40	3	3	3	1	196	7,840	4,900	980	1,225						
Sisisi	46	10	3	3	3	1	196	1,960	1,225	245	306						
Sisisi	48	168	3	3	3	1	196	32,928	20,580	4,116	5,145						
Sisisi	81	318	4	3	3	1	196	62,328	54,537	10,907	13,634						
Sisisi	102	20	3	3	3	1	196	3,920	2,450	490	613						
Sisisi	108	6	3	3	3	1	196	1,176	735	147	184						
Sisisi	109	15	3	3	3	1	196	2,940	1,838	368	460						

Table 56 Objective forest compartment of cutting plan (2)

Forest name	Compart-ment No.	Area (ha)	Forest condition										Allowable cutting volume		Remarks		
			Com	F	Mukusi mixing rate		Crown density class		Crown diameter class		Site index	Volume per ha	Total volume	Mukusi volume		20%	25%
					M ₀ M ₁	D ₁ D ₂ D ₃	C ₁ C ₂ C ₃	H ₁ H ₂	m ³ /ha	m ³							
Nanyota	3	86		3	3	3	3	3	3	1	196	16,856	10,535	2,107	2,634		
Lumino forest	12	81		3	3	3	3	3	3	1	196	15,876	9,923	1,985	2,481		
Kayumbwana	2	161		3	3	3	3	3	3	1	196	31,556	19,723	3,945	4,931		
Kayumbwana	18	152		3	3	3	3	3	3	1	196	29,792	18,620	3,724	4,655		
Kayumbwana	25	177		3	3	3	3	3	3	1	196	34,692	21,683	4,337	5,421		
Sijulu	17	260		3	3	3	3	3	3	1	196	50,960	31,830	6,370	7,963		
Kazu-Namena	22	187		3	3	3	3	3	3	1	196	36,652	22,908	4,582	5,727		
Kazu-Namena	70	243		3	3	3	3	3	3	1	196	47,628	29,768	5,954	7,442		
Nanga	4	751		3	3	3	3	3	3	1	196	147,196	91,998	18,400	23,000	Permanent plot No.2	
Lonze	43	5		3	3	3	3	3	3	1	196	980	613	123	153		
Lonze	47	238		3	3	3	3	3	3	1	196	46,648	29,155	5,831	7,289		
Lonze	51	46		3	3	3	3	3	3	1	196	9,016	5,635	1,127	1,409		
Lonze	57	705		3	3	3	3	3	3	1	196	138,180	86,363	17,273	21,591		
Lonze	66	26		3	3	3	3	3	3	1	196	5,096	3,185	637	796		
Lonze	68	18		3	3	3	3	3	3	1	196	3,528	2,205	441	551		
Lonze	73	74		4	3	3	3	3	3	1	196	14,504	12,691	2,538	3,173		
Lonze	76	26		3	3	3	3	3	3	1	196	5,096	3,185	637	796		
Lonze	85	138		3	3	3	3	3	3	1	196	27,048	16,905	3,381	4,226		
Situmpa	5	45		3	3	3	3	3	3	1	196	8,820	5,513	1,103	1,378		
Situmpa	6	17		3	3	3	3	3	3	1	196	3,332	2,083	417	521		
Situmpa	15	62		3	3	3	3	3	3	1	196	12,152	7,595	1,519	1,899		
Situmpa	21	28		3	3	3	3	3	3	1	196	5,488	3,430	686	858		
Situmpa	36	100		3	3	3	3	3	3	1	196	19,600	12,250	2,450	3,063		
Situmpa	42	160		3	3	3	3	3	3	1	196	31,360	19,600	3,920	4,900		
Situmpa	47	58		3	3	3	3	3	3	1	196	11,368	7,105	1,421	1,776		
Situmpa	52	715		3	3	3	3	3	3	1	196	140,140	87,588	17,518	21,897		
Situmpa	54	37		3	3	3	3	3	3	1	196	7,252	4,533	907	1,133		
Situmpa	56	100		3	3	3	3	3	3	1	196	19,600	12,250	2,450	3,063		
Situmpa	58	29		3	3	3	3	3	3	1	196	5,684	3,553	711	888		
Situmpa	62	16		3	3	3	3	3	3	1	196	3,136	1,960	392	490		
Situmpa	87	68		3	3	3	3	3	3	1	196	13,328	8,330	1,666	2,083		
Total		10,223										1,999,988	1,438,364	287,673	359,591		

Table 57 Long term yearly plan for forest cutting of Mukusi
(1) Sesheke area, (2) mulobezi area

Forest name	Cutting order	Number of compartments	Compartment	Area (ha)	Forest condition										Annual cutting volume m ³	Period Year	Total cutting volume m ³	Remarks
					By aerial photographs					Volume								
					Mukusi mixing rate	Crown density class	Crown diameter class	Site index	per ha	Total Volume m ³	Mukusi Volume m ³	Available cutting volume (25%) m ³						
M ₀ M ₄	D ₁ D ₂ D ₃	C ₁ C ₂ C ₃	H ₁ H ₂	m ³ /ha	m ³	m ³	m ³											
				F														
			11,25,34,38,46.															
	1	8	47,75,80	1,980	3/4	3	3	1	196	388,080	285,183	71,296	6,000	10	60,000			
Simungoma west	1	1	10	62	3	3	2	136	8,432	5,270	1,318	8,000	1	8,000				
Sikubingwa	2	3	29,44,47	303	3/4	3	3	1	196	59,388	50,005	12,501	8,000	1	8,000			
			2,4,18,23,27,41															
Simungoma east	3	10	53,57,62,65	2,364	3/4	3	3	1	196	463,344	401,411	100,353	8,000	8	64,000			
Sisisi	4	6	08	537	3/4	3	3	1	196	105,252	81,365	20,341			0			
Kasiki	5	3		135	3/4	3	3	1	196	26,460	18,352	0			0			
Malawwe	6	2		33	3	3	3	1	196	6,468	4,043	0			0			
Nanyota	7	1		86	3	3	3	1	196	16,856	10,535	0			0			
Subtotal				5,500						1,074,280	856,164	205,809		20	140,000			
(2) Mulobezi area																		
Situmpa	1	13	5,6,15,21,36,42,47, 52,54,56,58,62,87	1,435	3	3	3	1	196	281,260	175,790	43,948	8,000	5	40,000			
			43,47,51,57,66															
Lonze	2	9	68,73,76,85	1,276	3/4	3	3	1	196	250,096	159,937	39,984	8,000	5	40,000			
Kazi-Namena	3	2	22,70	430	3	3	3	1	196	84,280	52,676	13,169	6,000	2	12,000			
Nanga	4	1	4	751	3	3	3	1	196	147,196	91,998	23,000	6,000	3	18,000			
Sijulu	5	1	17	260	3	3	3	1	196	50,960	31,850	7,963	6,000	1	6,000			
Kavumbwana	6	3	2,18,25	490	3	3	3	1	196	96,040	60,026	15,007	6,000	2	12,000			
Lumino	7	1	12	81	3	3	3	1	196	15,876	9,923	0			0			
Subtotal				4,723						925,708	582,200	143,069		18	128,000			
Total				10,223						1,961,999,988	1,438,364	348,878			268,000			

* Kasiki, Malawwe, Nanyota, and Lumino forest は位置関係および、小面積であることから伐採対象としなかった。

4.12.2 . 保存林計画

現在既知の保存林が位置するCompartmentと、今回、パーマネントプロットを設定した林班とは、保存林班と指定し、伐採計画から除外する。保存林分内では、一切の人為的な行為を排除し、自然のままの森林状態を維持するものとする。

Forest estate 内での保存林分に該当する単位団地名と林班番号、それぞれの面積、材積等を計上するとTable 58 に示す通りである。

Table 58 Natural conserve forest

Forest name	Compartment				Remarks	Permanent plot No.
	No.	Area (ha)	Total volume m ³	Mukusi volume m ³		
Malavwe forest	14	27	5,292	3,308	Botanical reserve	No. 1
Nanga forest	4	751	147,196	91,998		No. 2
Kalama forest	7	65	5,525	2,072		No. 3
Samatela woodland	W12	524	8,908	0	Sheet 1724B1	No. 4

4.12.3. 造林計画

(1) 造林計画の対象地順位

① Site C₃D₁, Site C₃D₂, C₂D₂を第一順位の造林対象地とする。この林分は、かつてMukusi伐採の履歴をもつものが多いためか、母樹としてのMukusiの混交率が低く、しかも最近の火入れによって、後継樹となるべきMukusi幼樹の生育が少ないのが特色となっている。ここで、林分内で人工植栽によって後継樹の存在を確定することができれば、当面、天然下種更新を期待しなくてもよくなるので、母樹の保存に対する必要性が軽減し、現在、生育しているMukusi高木(C₃D₂)のなかから、さらに20%程度の伐採収穫が可能になるものと考えられる。今後10年間で、林内造林法が確立できたならば、11年から20年にかけての次期計画においては、伐採許容量の増大(Table 59 の下欄に付記するように年間3000~5000m³収穫増)が期待されるはずである。また、Mukusi混交率50%以下のC₃D₃林分についても、伐採後のMukusi植栽を前提条件にして、伐採をおこなうことが可能となる。

○ 現在及び将来でのMukusiの伐採跡地(林冠開放地:Gap)では、本来、天然下種更新が行われるはずである。したがって、健全な自然条件下であれば、植栽計画の必要性はないと考えられる。しかしながら、現実には火入れや伐倒作業によって、幼樹が死滅しているため、場合によっては、第一順位の植栽対象地として選択することが必要である。

② Site C₃D₁、Site C₃D₁とC₂D₁を第二順位とする。これらの林班内での後継樹の生育が確実となれば、30年～40年以後の伐採取穫が可能となるからである。

③ 裸出地、灌木生育地での一斉造林を第三順位とする。現在造林が成功したとしても、主伐採取穫が可能となるのは80年後以降となるからである。

○ 以上の順位に従って、Masese、Machile周辺地区から植栽を実行する。当初の10年間は、試行植栽期間とし、次期の11年～30年の間で植栽を完了するものとして計画をたてる。当初の10年間は、C₃D₁、C₂D₁を主対象として実行し、その他の箇所については試験植栽を実施する。

(2) 造林方法の選択

1) 直播き造林

現在、更新に関して技術的に確実視される情報は、直播き造林法と、幼樹時代のMukusiが陰樹である可能性が高いことである。したがって、上層に、若干の日陰を有する環境下で直播き造林を行うことが、直ちに実行可能な造林方法と判断される。この見地からも、林冠被覆率が45～70%の疎開林分を第一順位として選択し、林冠被覆率が5～45%の強度の疎開林分を第二順位とした。

幼樹の生育可能地点としては、林冠に被覆されていない疎開部分だけでなく、若干は林冠に被覆された箇所も該当するはずである。このような生育可能部分が、無被覆面積の大略135%はあるものとして、単位林分内(ha)の播種対象実面積Asを算出すると

$$\text{播種対象実面積 } A_s \cong 10,000 \times 1.35 (1 - C_c/100) \quad (\text{m}^2/\text{ha})$$

$$\text{ただし、} A_s < 10,000 \text{ m}^2$$

$$C_c : \text{ Crown Closure (\%)}$$

また、対象面積内での播種間隔を1.5m×1.5m=2.25m²とすると、ha当たりの地点数密度は大略4,500程度となるので、播種点数Spは

$$\text{播種点数 } S_p \cong A_s \cdot 4,500/10,000 \quad (\text{Sp/ha})$$

1地点に3粒の種子を、それぞれ、10cm以上離して埋めるものとし、種子数Snを求める。なお、種子としては、発芽率が60%以上となるように発芽促進処理(熱湯処理、硫酸処理等)を施したものをを用いる。

$$\text{播種数 } S_n \cong 3 \cdot S_p \quad (\text{Sn/ha})$$

ここで、Ccが45～70%のha当たりの実行面積、点数、種子数を算出すると

$$\text{播種対象実面積 } A_s \cong 4,000 \sim 7,500 \text{ m}^2/\text{ha}$$

$$\text{播種地点数 } S_p \cong 1,800 \sim 3,400 / \text{ha}$$

$$\text{播種数 } S_n \cong 5,400 \sim 10,000 / \text{ha}$$

2) 一斉造林

Forest estate 内には林冠被覆率が45%に満たぬような強度の疎開林(C_3D_1 、 C_2D_1 、 C_3D_1)が約2.3万ha、5%以下の裸出地が約5万ha程度も分布している。木材資源～環境資源の回復のためには、早急に造林を行って森林を造成することが必要であるが、造林に必要な基本的な実用技術が未完成であり、直ちに植栽計画を樹立するのが困難な状況にある。具体的に述べると、このような箇所では、一部の残存木の樹冠直下を除くと、日陰効果が期待されず、陽光が強過ぎるために、Mukusiなどのような陰樹性の幼樹は生育不良に陥る危険性が高い。現在、確度の高いMukusi林の造成技術としては、唯一、直播き造林法があるのであるが、極端な疎開地や裸出地においては直播きによる一斉造林は、不成功に終わる可能性が大きいと考えられる。

このため、別の造林方法を模索することが必要であるが、このような林業技術の完成には、長年月を要するので、しばらくの間は、一斉造林的な植栽計画を樹立するのは困難と判断される。次善の策として、次のような試験植栽を実施し、これが成功すれば、本格的な植栽事業に移行することが可能になる。

Mukusiの植栽に先立って、Mukwaやその他の陽性樹種(落葉のWoodland樹種)を植栽し、それらによって、ある程度日陰環境ができた後に、Mukusiの本格的な直播き造林を行うのが妥当であろう。なお、Mukwaは純林を形成していないので、この植栽に際しては、他の落葉樹種と混植することが妥当と判断される。植栽本数は、数年後にMukusiの植栽を実行することを考慮して、2000～3000本/ha程度とする。

現在、先行造林に必要な樹種に対しても、適性樹種か否かの判断、適性樹種の採種法、栽培法、直播き法等の基本的な情報が得られていないので、できるだけ多様な試験植栽を行い、情報の蓄積を図ることが肝要である。10年後には再度、森林管理計画を樹立することを念頭に置き、当面は、試験植栽を兼ねて年間数ha～10数ha程度の造林を実施する。

また、近い将来にMukusiの苗木栽培法が確立した場合には、苗木植栽も実行されるべきである。

被覆率が45%以下(D_1)の林分であっても、林冠被覆率が20%以上の場合は、若干の日陰面積の分布が期待されるので、このような箇所については、Mukusiの直播き造林試験を実施する。

(3) 造林実施計画

1) 直播き造林

現在、Forest estate内に林冠被覆率が45～70%の疎開した林分(C_3D_2 、 C_2D_2)が19,000ha程分布している。伐採を実行する単位団地あるいは、その近隣団地を対象に、年間2000ha程度の疎開林分を対象に直播き造林(Gap Reforestation)を実施する。直播き更新の対象団地と対象林班はTable 59

に示す通りである。順位は、伐採計画の順位に準ずる。当初、 C_3D_2 に該当する林班での林間造林だけを主対象とし、出来得れば、10年間で全閉地での直播き造林を完了するものとする。

2) 一斉造林

一斉造林の本格的な実施は、10年後以降とし、その間は試験造林を実施する。試験造林は直播き造林を実行する団地において、同一年内に実行(試行)する。当初は、数ha程度の小面積よりはじめ、10年目の周期には10数ha程度(平均10ha程度)を実施する。また、先行造林を実施した後、5~6年目には、Mukusiの直播き造林を実行する。今期の10年間に造林方法を確立し、11年日以降には、本格的な造林に移行するものとする。一斉造林(一部の直播き造林を含む)の対象林分はTable 60に示すとおり林冠被覆率が $5 < Cc < 45\%$ の林班(C_3D_1 、 C_2D_1 :約2.3万ha)とした。林冠被覆を欠く裸出地($Cc < 5\%$: C_3D_0 、 C_2D_0 、 C_1D_0 、 C_0D_0 :約5万ha)での一斉造林は、その後、実施するものとする。

(4) 造林緑化プロジェクトの成功例

アジアに位置する韓国は、世界的にも高い国民総所得を誇る先進工業国の一つである。しかしながら、30~40年前は南北朝鮮戦争の戦火で全国土が荒廃し、国民個人の所得が低い国であった。この貧しい時機に、地方の住民を雇用しての全国的な緑化が推進され、国土環境の改善が図られた。その結果、かつては、はげ山が多かったといわれる国土に美しい緑が回復し、現在は、殆どの山地・丘陵が森林に覆われている。ところで、個人所得が豊かとなった現時点の韓国において、このような緑化を進められうるかどうかの問題である。識者の見解によると、国民の職業が安定し、所得が高まった現状では、恐らくは、植林に必要な労働人員は集まらないだろうと考えられている。現在、緑化に必要な財力を十分に持つ豊かな国であるが、金銭だけでは緑化が実行されにくいことを物語っている。ザンビアにおいても、やがては、個人所得の向上が見られるものと想定されるが、荒廃地に対する緑化は、その前に実行されるべきプロジェクトであることを示唆している。

この例にならい、でき得れば、Zambia南西地域においても、今後20年以内には、Forest estate内での造林を完了させたいものである。

4.12.4. 植栽・伐採に伴う林道・防火帯の建設実施計画

(1) 林道

伐採、造林計画を実行する単位団地へのアプローチ道路が無い場合には、アプローチのための管理道路を建設するが、例外的なものとする。主な対象は、植伐計画団地の管理道路として林道を建設する。なお、管理道路は、後述の防火帯兼用の道路として建設することとし、具体的な計画は次項で述べる。

Table 59 Objective areas of gap reforestation by direct sowing in the open-crown forest

Forest name / crown volume	Division of Forest Structure								Total		
	IC3D2 (116m³/ha)			IIC3D2 (77m³/ha)			C2D2 (60m³/ha)		Number of Comp	Area (ha)	Volume (m³)
	N.C.	A(ha)	V(m³)	N.C.	A(ha)	V(m³)	N.C.	A(ha)			
Sesheke Area											
Simungoma west	18	1,589	184,324	2	71	5,467	10	171	30	1,831	189,791
Sikubingwa	16	1,596	185,136	1	58	4,466	2	29	19	1,683	189,602
Simungoma east	21	2,136	247,776	2	39	3,003	3	113	26	2,288	250,779
Sisisi	14	887	102,892	3	31	2,387	12	340	29	1,258	105,279
Samatela	3	110	12,760	1	34	2,618	5	236	9	380	15,378
Kasiki	23	1,037	120,292	0	0	0	6	100	29	1,137	120,292
Malavwe	11	604	70,064	0	0	0	7	68	18	672	70,064
Mululwe	5	176	20,416	1	34	2,618	4	95	10	305	23,034
Kateme	6	250	29,000	2	50	3,850	1	64	9	364	32,850
Sichinga	0	0	0	0	0	0	2	63	2	63	0
subtotal	117	8,385	972,660	12	317	24,409	52	1,279	181	9,981	997,069
Mulobezi Area											
Situmpa	25	2,188	253,808	0	0	0	6	214	31	2,402	253,808
Lonze	22	1,828	212,048	2	33	2,541	9	191	33	2,052	214,589
Kazu-Namena	8	594	68,904	0	0	0	13	513	21	1,107	68,904
Nanga	1	112	12,992	0	0	0	1	23	2	135	12,992
Sijilu	5	303	35,148	1	158	12,166	4	73	10	534	47,314
Kayumbwana	4	159	18,444	0	0	0	3	102	7	261	18,444
Nangonbe	1	19	2,207	0	0	0	5	63	6	82	2,207
Lumino	5	401	46,516	0	0	0	1	31	6	432	46,516
Lwangula	3	428	49,648	0	0	0	4	110	7	538	49,648
Kanyanga	3	616	71,456	1	26	2,002	2	72	6	714	73,458
Nalwama	8	625	72,500	2	21	1,617	3	94	13	740	74,117
subtotal	85	7,273	843,668	6	238	18,326	51	1,486	142	8,997	861,984
Total	202	15,658	1,816,328	18	555	42,735	103	2,765	323	18,978	1,859,053

* N.C. : Numbers of compartment,

A : Area of open forest to be reforestation by sowing.

When reforestation are succeeding in the future

Allowable cutting volume	ΔV(all tree)	ΔV _m (Mukusi)
Sesheke	6,020 ~ 9,970 m³/y	1,720 ~ 2,850 m³/y
Mulobezi	5,240 ~ 8,620 m³/y	1,500 ~ 2,460 m³/y
Total	11,260 ~ 18,590 m³/y	3,220 ~ 5,310 m³/y

Table 60 Objective areas of complete reforestation by planting and sowing

Forest name /crown structure /stand volume (m ³ /ha)	Division of Forest Structure								Total	
	IC ₃ D ₁ 63		WL 63		II ₃ D ₁ 42		C ₂ D ₁ 35			
	N.C.	A(ha)	N.C.	A(ha)	N.C.	A(ha)	N.C.	A(ha)	N.C.	A(ha)
Kalama	0	0	0	0	0	0	4	192	4	192
Kanyanga	4	407	2	57	0	0	1	50	7	514
Kasiki	12	349	0	0	4	119	9	146	25	614
Kateme	3	219	0	0	1	7	0	0	4	226
Kayumbwana	4	77	0	0	0	0	3	113	7	190
Kazu-Namena	7	624	1	23	0	0	17	1,005	25	1,652
Lonze	20	1,767	0	0	3	63	7	618	30	2,448
Lumino	5	711	2	32	0	0	1	40	8	783
Luwangula	4	237	0	0	0	0	6	231	10	468
Malavwe	12	988	0	0	3	120	19	408	34	1,516
Monze	20	461	0	0	4	145	7	95	31	701
Mululwe	5	145	1	127	0	0	2	41	8	313
Nalwama	5	611	0	0	2	534	3	115	10	1,260
Nanga	3	34	0	0	0	0	3	72	6	106
Nangombe	0	0	0	0	0	0	2	150	2	150
Nanyota	3	383	5	212	0	0	3	102	11	697
Samatela	4	207	0	0	1	70	11	1,604	16	1,881
Sichinga	1	264	0	0	0	0	29	874	30	1,138
Sijilu	2	83	3	77	0	0	3	242	8	402
Sikubingwa	15	1,077	1	118	3	49	1	37	20	1,281
Simungoma east	14	870	0	0	2	61	9	284	25	1,215
Simungoma west	16	1,183	0	0	0	0	20	469	36	1,652
Sisisi	19	633	0	0	14	415	17	474	50	1,522
Situmpa	16	1,959	0	0	0	0	3	246	19	2,205
Zungubo	1	20	0	0	2	65	2	64	5	149
Total	195	13,309	15	646	39	1,648	182	7,672	431	23,275

* N.C. : Numbers of compartment.

A : Area to be complete reforestation (ha)
(including partial sowing under remained trees).

(2) 作業道

伐採、造林の実行に直接関係する道路は、随時、作業道として造成し、特別の場合を除いて、林道は建設しない。作業道はブルドーザー等の走行によって簡易建設する。

(3) 防火帯兼用管理道路建設計画

森林が火災によって焼失したのでは、すべての林業的、環境保全的な計画が無に帰するので、火災の発生を未然に防止することが最も重要な課題である。とくに植栽幼樹は、火災に対して無抵抗な存在であるので、これらが火災によって消滅しないよう、植栽計画地の周辺に、防火帯を兼ねた管理道路を建設する。出来得れば、植栽に先行して前年に建設することが望ましい。

通常、伐採対象となるような高木林は、火災によって消失する確率が幼樹よりも低いので、それらの防火対策は、副次的に(予算に余裕があった場合に)考えることにする。ただ、保存林については、厳正保全が必要なので、その周辺の高木林を含めて防火帯で包囲し、保護する。

なお、今後10年間で直播き造林地を年間約2,000ha計画した場合、造林地を森林火災から効率的に保護するためには、これを囲む防火帯兼用林道が約18km(2,000haの正方形の周囲長)必要である。

実際には道路延長が造林計画地の形状に左右されるため、これを若干多めに想定して年間の防火帯兼用林道延長を20km/年と計画する。

4.13. 今後の課題と提言

すでに、文中で述べたことのうち、とくに重要視すべき課題について、項を起こして記載する。併せて、提言を付記する。

4.13.1. 資源回復のための造林技術

南西地域における森林破壊の状況は著しく、Forest estate の約40%が無立木地(Artificially degraded tree grassland)、約20%が極度の林冠疎開地(Table-24, D₁のTotal)となっている。これらの森林消失地については、森林回復のための本格的な造林が必要である。さらに、外観的には健全な森林でも、樹種構成に歪みを生じているため、その調整のための造林が必要である。また、Traditional landにおいても、Woodland 内でのMukwaの混交率を高めるための造林、土壌の肥沃性回復の森林造成、薪炭林造成のための造林が必要である。また、併せて、住民が必要とする、果実用樹木園の造成も必要である。

これに、対応すべき造林技術は、現在、直播き造林法が実践に移されている程度で、樹種、立地に応じた個別的な育苗法、稚樹育成法は勿論、その体系作りは未完成な状態に終わっているのが実態である。また、森林の生態的構成についても、今回の調査で未解明の問題も多く、年数かけて追跡

調査すべきことがらも多い。ここで、今後、取り組むべき、林業的な課題を列記する。

樹種別育苗技術と直播技術：

Mukusi、Mukwa等の主要樹種。 その他の有用樹種。

先行林の構成樹種。

薪炭林樹種。

果樹用樹種。

立地別植栽： 林内での直播き造林、苗木植栽。

先行林の造成と、その林冠下での直播き造林、苗木植栽。

無立木地での一斉造林。

森林生態調査： パーマネントプロット (Malavwe botanical reserve、Nanga forest、

Kalama forest、Samatela woodland) の調査。

幼齡樹、若齡樹の生育と林内環境 (上層林木の被覆度、草本灌木の被覆度、Early burning 等との関係)。

主要樹種の環境別根系調査。

主要樹種の生物季節。

4.13.2. 木材利用と森林管理

伐採収穫後、自然の条件下で、後継樹が育ち、森林が再生するのであれば問題ないのであるが、現実には、収穫量が成長量を下回るような条件下でも、次記のような問題が生じている。

- ・ 木材収穫の森林においては、特定樹種に偏った伐採が行われるため、更新樹種の構成に歪みがでていること。
- ・ 薪炭材の採取と山火事とによって、大型林木となるべき後継樹が無くなっていること。これらの、事項については、すでに関連の各章節で触れ、具体的な対応策も、記載しているのであるが、ここでは、「収穫によって生じた歪みは、収穫者によって是正する」よう、造林 (林内造林を含む) 費用負担の義務づけをはかることが、必要である。1995年から現在伐採を行った製材業者から、伐採納付金が収められているが、この金額は、造林のために用いられるべきものと考えられる。このように、森林の保続再生に力点を置くことは、木材の安定供給を可能にするので、これに対応する木材の有効利用を促進することが肝要である。最近、Mukusiの需要が低迷しているが、より付加価値の高い商品を目指して、製品開発と需要の開発を行うことが必要である。
- ・ 需要の開発とともに、資源の有効利用のため、現地での丸太採材率の向上 (現在、1番丸太しか利用されていない場合が多い)、原木からの採材歩留まりの向上をはかることが必要。

4.13.3. Mukwa が混交する Woodland の管理

Mukwaの地理的な分布範囲は、Mukusiよりも広く、この点では、伝搬力の強い樹種と考えられる。しかし、単位林分内での混交率はMukusiよりも低いので、場合によっては、伐採によって母樹が無くなり、保続が危うくなることが考えられる。

かなり、大まかな推定数値であるが、調査地域でのMukwaが混交するWoodlandの面積を、少なくとも2万ha、その中で、林分内に混交するMukwaの蓄積を15m³/haとすると、総蓄積は30万m³、平均樹齢を80年とすると、年平均総成長量は3,700m³と、概算される。これに対して、立木材積に換算した、現在の伐採量は、製材工場関連で、多く見積もっても1,500m³、Pitsawing関連で500m³、計2,000m³程度と推定されるので、成長量を下回り、資源としては、まだ余裕を残しているものと判断される。ただ、Mukwaの混交するWoodlandの面積、蓄積、Mukwa混交率等の正確な数値は、今後の調査によって把握することが重要である。

Mukwaの種子は飛翔力が大きいので、Mukusiほど多くの母樹は必要ないのであるが、それでもha当たり5本程度の保続が必要であろう。30cm直径の大径木が、5本以下にある場合は、他の許容条件(径級35cm以上、伐採許容率20~25%)を満たしても、伐採は行われるべきでない。

いずれにしても、Mukwaについては、本格的な、資源調査を実施していないので、別途に調査することが必要である。

4.13.4. Mupane 林分の管理

高位氾濫原等における、Mupane、Mubako、Muhonono、Muhoto等は、生長が早く、林分としての再生力~保続性も強いのが特徴である。林冠が疎開したWoodland構成をとるため、林分蓄積は、10~80m³/haと小さいが、成長が早くて、20~25年生程度で、利用可能な大きさになるので、林分の平均成長量は1~2m³/haと見込まれる。ここで、調査地のMupane tree grasslandが約3万ha、調査地の南東に近接するものを合計すると面積は5万ha以上と大きいので、総成長量は5万m³以上と大きくなり薪炭材としての、大量利用が可能である。再造林(萌芽~天然下種更新)に配慮した秩序ある伐採方式を導入した上での、木炭、薪としての生産活動が期待できる。

現在、乱伐防止の見地からか、この地域では、ロジ慣習法によって、製炭活動が禁止されているのであるが、地元住民の生活に密着した形で、堅実な組織作りを行い、その組織の下で、近代的(収益率の高い)な木炭生産を行うことが考えられる。木炭生産を通じて、地元民に若干の現金収入が入り、また、林業経営的な感覚を植え付けられる手段になれば好都合である。

いずれにしても、資源調査、需要調査、伐採法(伐採許容率、輪伐期)、植栽法、製炭法、制度改正に関しての調査と、試験が必要である。

4.13.5. 調査結果と実践との密着化

調査によって、いかに有益な提言等がなされても、これを実行に移す場合は、経費、装備、人員(資質)等の面で種々の問題が介在することが多く、実践(実用化)のための、新たな調査、試験研究も必要となってくるはずである。今回の調査は、実践、実用化に必要な、基本的事項の解明、把握を目指したものであるが、これを契機に、さらに技術的に踏み込んだ活動を継続することが、必要と考えられる。

4.13.6. 急を要する造林実用化試験

森林資源の回復、土壌環境の回復のためには、無立木化した旧林地、過度の疎開林地、樹種構成の調整を要する林地等での造林が急務である。しかしながら、これをプロジェクトとして実行に移すためには、苗木の育成法、植栽法、直播き造林法等が、技術的に、ある程度、完成の域に到達していることが前提である。すなわち、種子から幼齢林木育成にいたるまでの間の個別技術と、技術体系の完成が必要なわけで、これらの技術が未完成の間は、植栽樹種の選定、植栽本数の決定、適地適木(適環境作業)の判定、植栽方法の選定等の、造林に関する具体的な設計が出来ないからである。この基本的な技術開発のために、次の、実用化試験を実行に移すことが必要である。

(1) 養苗試験

対象樹種： さきに述べた有用用材樹種、薪炭林を含む陽性樹種(早期育成林用)、果樹等の中から、少なくとも10~20種の樹種を選択して、具体的な生産活動を前提とした育苗を行う。

苗畑： 地下水の汲み上げが容易な、低位段丘(Zambezi川に近接)に設定する。水管理が自由に行える条件下(時間給水等が可能な条件)で、育苗を実施する(現在のMasese苗畑は、適地ではない)。苗畑面積としては、播種床、植え替え床、予備床を含めて5ha程度を必要とする。

(2) 直播き試験

直播き発芽・生育試験： 種子の埋土条件と水分条件を変化させて、多数の樹種について試験する。あわせて、相対照度(陽光遮断の条件を変える)を変えて、その後の生育を追跡する。

試験苗畑： 水管理を考慮し、上記と同様に低位段丘に設定する。(2ha)。

(3) 現地適応試験

上記の林冠被覆状態(無立木林地、疎開林地、閉鎖林地等)と土壌の水分条件(地下水位との関係)とを変化させて、苗木の植栽試験と直播き試験を実施する。

試験地はPorest estate内だけでなく、Traditional land内をも対象とする。

生態学的な調査を並行させる。

(4) 種子の採取と貯蔵

種子は、年によって豊凶、良否の激動が大きいため、豊作年に、発芽試験を行って、良否の判定を行った上で、多量の採取を行う。これを貯蔵し、平年、凶作年に利用する。

(5) 造林実施

養苗試験、直播き試験については、3年以内に概略の結果を得、さらに6年で、主要樹種に対する一応の技術完成を目標とする。好結果を得た樹種、処理法、適地(適条件)をもとに、逐次、造林実施計画(造林箇所と環境特性、樹種、植栽・生育法、植栽・生育密度、面積、苗木数・種子数量、地拵え法、労働者数等)を作成し、プロジェクトとして実行する。

5. 環境保全

環境の現状を、自然の原点としての森林状況と対比し、その関係を踏まえて、維持すべき点、是正すべき点を明確にする。あわせて、必要な対策をも提示する。また、すでに検討した森林管理、土地利用管理を実施した場合、それらが環境に与える影響についても検討を加える。

5.1. 土地・環境の現状

ザンビア国南西地域では、都市化、鉱業化等の影響を、受けていないため、環境要素のほとんどは自然的なものに限定される。ここでは、すでに記述済みの事項から、本章において必要な事項を要約して記載する。

5.1.1. 気候

3月中旬から10月中旬までの7カ月が、ほとんど無降雨の乾季となっており、10月中旬から、翌年の3月中旬頃までが、雨季となっている。雨季には、スコール性のかかなり強い雨が降るが、季間中の総量は少なく、800mm以下の降水量となっている。とくに最近15年～20年は、雨量が少なく、年降水量が600mm程度となっており、少雨に伴って、高温の日の頻度が多くなり、いわゆる半砂漠状態に近い、干ばつ状態が継続しているのが問題である。

5.1.2. 土地条件

過去の地質時代に、カラハリ砂漠が拡大して、この地域の全部が、厚い砂漠の砂層に覆われた履歴をもつのが、特色である。この砂漠化の時期は、大きくは2回に分けられ、前期(洪積世前期から中期の頃)の砂層は、その後の湿潤高温気候下で、赤色風化を受け、相対的に粘土含量の多い土壌に変化している。後期の砂漠化は、比較的最近の洪積世の末期に出現したもので、砂層内での風化は、まだ、それほど進んでおらず、灰白色の砂土として分布している。砂層が厚いため、基岩は現れず、基岩に由来する土層の出現も見られない。

砂層は水と養分の保持能力が小さいため、一般には、それだけで、低位生産性の土壌と評価されがちなのであるが、この地域では、砂層が深いため、保水率が小さいという欠点を、厚さでカバーして、総保水量を増加させている。また、通水性の利点を活かして、河川からかなり離れた地点でも、河川水位に連動する豊富な地下水帯を保有するなど、それなりに、良好な立地を形成しているのが特色である。

ただ、砂層内には、往々、上部層(表層部)から洗脱された細粒土が沈殿して、不透水性の盤層が形成されており、これが、雨季には過湿環境を形成して、不良立地となっている場合が少なくない。

5.1.3. 森林・植生

この地域の植物に対する立地環境は、その場所が沖積地であるか、高原、丘陵地であるかによって、大きく、地下水構成を異にし、また、砂層が厚いか、薄いかによって保水量の多少を異にしている。そして、自然植生は、このような条件に対応して、種類(樹種)、密度を微妙に変化させながら分布している。

河川に近く、雨季に冠水することが多い低位・中位の氾濫原では、樹木が生育できないために広大な草地として分布している。しかしながら、冠水頻度が、やや低い高位氾濫面には、樹木が生育し、耐湿性の樹種である Mupane, Muhonono 等が出現する。非冠水沖積地としての低位段丘では、表土がやや乾いてくるが、安定した地下水帯からの毛管上昇水が定常的に行われているため、保水状況は悪くない。多くの樹種が、林冠被覆率が高い森林として、旺盛な生育を行い得る環境となっている。

高原地帯は、沖積地に比べると乾燥傾向が強いが、砂層が厚い箇所では、相対的に多量の保水がなされているため、それに支えられて、林冠が閉鎖した森林が成立している。これに対して、砂層が薄い箇所では保水量が少ないために、水分競争が激しくなり、林冠が疎開した Woodland が出現している。また、局所的な凹所や、盤層が広がる箇所では、往々、雨季に過湿～冠水状況となるため樹木が生育できず、草地が出現している。

森林地帯での最大の問題は森林火災で、これによって、大規模な破壊が行われていることである。この地域の火入れは、古い時代から行われていた慣行であるが、最近の20年～30年の間に、火入れの頻度が異常に高まり、それに伴う森林火災が激化している。この森林火災は、原則的には火入れが許容されていないはずの国・公有林内にも波及し、その結果、大面積の無立木地(約40%)と疎開林(約20%)とが出現し、健全な森林が30%以下になっている。

5.1.4. 土地利用

土地利用としては、森林・集落地・耕地・放牧地・薪川林が出現している。

集落と耕地は、その場所の下に地下水が分布し、地下水からの毛細管上昇によって、土壌表層でも比較的保水量が多い沖積地に分布するのが合理的である。また、古米、そのような状況を保持して推移してきたものと想定される。しかしながら、最近では、過放牧によって、沖積土壌全般の肥沃性が低下したためか、耕地の適地がなくなり、水事情が良好でない高原地帯への移動が見いだされる。

焼き畑耕地は、森林を伐採して、その跡地土壌の肥沃性を利用すべく、設定されているものであり、耕作終了後は、再び自然の森林状態に戻して、肥沃性の回復を待つのが常道である。他方、集落周辺に必要な木材は、燃料材と、小径の建築用材で、いずれも小径材であるので、造成される森林も短伐期の萌芽林ないしは2次林である。したがって、もし焼き畑のリサイクルが可能な土地利用が行わ

れているのであれば、薪用林の間に、耕地と集落が混在するパターンが見られるはずである。しかしながら、耕作終了後に、草本や樹木が生育しはじめると、住民はこれを放牧地として利用し、さらに森林の中にも放牧を行いはじめたのが、最近の傾向となっているようである。この放牧も、適正な頭数内で実施されておれば、地力回復のリサイクルを妨げるものではないはずであるが、実態としては、過放牧が行われ、また頻繁な火入れが行われたため、森林への回復は、ほぼ絶望的となり、土壌の肥沃性が、ますます低下しているのが実態と見受けられる。

5.2. 森林と農地・放牧（アグロフォレストリー）

森林を取り巻く農業的な環境について、自然科学的・社会科学的立場から総括的な検討を加え、それに基づいた若干の提言を述べる。

5.2.1. 耕作（焼き畑）の特性

森林の伐採跡地には、それまで森林が培ってきた肥沃な土壌が残されている。この自然土壌の肥沃さを、作物の栽培に利用する目的で、焼き畑が設定され、耕作が行われている。施肥等の、人為的な土壌肥培を施さぬまま、作物の栽培が行なわれるので、3~4年もすると、土壌養分を消耗して、生産が困難になる。このような事態になると、住民は、少しでも土壌養分含量が高い、新たな土地へと移動する。具体的には、新たに森林を伐採して、火入れを行い、新たな焼き畑を設定することになる。一定期間の利用の後に、耕作地を移動させることから、焼き畑移動耕作(Shifting Cultivation)と呼ばれる。発展途上の地域では珍しくない土地利用の形態である。

健全な焼き畑利用は、一定期間耕作を行った後に、土壌の肥沃性の回復を計るために、再びその土地を森林に戻すことによって維持されている、森林に戻して、20年ないしは25年もすれば、土壌の肥沃性は回復するので、再びその森林を伐採し、焼き畑を設定する訳である。日本や東南アジアで実施されている焼き畑は、森林の再生を円滑に行うために、農作物を栽培するかたわらで、植林を並行させていることが行われている。

ここで、4年間焼き畑利用を行った後に、森林に戻すことを考えると、耕作地の回りには、4年生・8年生・12年生・16年生・20年生と、耕地の5倍の面積の森林があるわけで、一見、森林の中に農地が点在するように見えるはずである。アグロフォレストリーと呼ばれる所以である。

しかしながら、ザンビア国の南西地区の場合、耕地の回りには森林が分布することは少なく、土壌の肥沃性が回復されるような構成が見えない点が問題である。

5.2.2. 薪炭林の造成と肥沃性の回復

現存している自然の森林やWoodlandは、樹齢が少なくとも70年以上の主林木によって構成され

ている天然林である。ここで、このような高齢の天然林と、移動耕作(Shifting Cultivation)との組み合わせを考えると、もし皆伐が可能と仮定しても、焼き畑の再利用までの周期が長すぎることに、さらに、この地域の天然林は択伐施業を実施すべき森林であるので、皆伐跡地を利用する焼き畑との共存は無理と考えられる。つまり、焼き畑との組み合わせが可能な森林は、20年ないしは25年伐期の、皆伐可能な森林でなくてはならないことになる。ここで、イメージアップされるのは薪炭林である。

現在、耕地が分布している沖積地の土壌では、50cm以上の深さの中～下層になると、地下水帯からの毛細管上昇水が保証されており、決して豊かとは言えないが、1m以上の深さの根をもつ樹木にとっては、最も、生育が容易な環境となっているのが特徴である。すなわち、焼き畑後に、その跡地を、森林に戻すことが、人為的にも容易な土地と考えられる。

現在、Zambezi川沖積地帯には、集落数が多く、それでいて、まとまった森林や Woodlandがないため、薪材に不自由している実態が見えはじめているようである。土壌地力の回復と、薪材採取の見地から、焼き畑と薪炭林との組み合わせを行えば、健全な焼き畑利用(Agro-forestry)と、安定した生活資材採取とが共に可能になるものと考えられる。

5.2.3. 放牧

焼き畑での耕作を停止すると、周辺から草の種が飛来して、草本が生育しはじめ、急速に草地に転換していくのが普通である。樹木は、草本ほどは機敏でないで、遅れて生育を開始するが、やがて、その数と高さを増して、草に替わって、優占種の座を占めてゆくことになる。樹木が生育してからは、草本の成立密度は減少するが、決して、消滅することなく、森林成立後も、樹木と草本との共存がみられるのが、この地域の広葉樹林の構成特性である。

ここで、基本になることは、すでに森林整備の基本事項として述べたように、短年時の間に、土壌中に腐植を供給して、土壌の肥沃性を回復するのは、草本の根系群であることである。草本の生育を完全にして、根系を十分に発達させ、その後、草本が枯死すれば(草本は寿命が短いので枯死の頻度が高い)、根系の遺体は、腐植として、直接、土壌に供給される。そして、翌年、再び、草本が繁茂すれば、腐植の供給が行われる。これが、土壌の肥沃性回復の仕組みである。樹木も、長期的には、さらに幅広い範囲で、この種の肥沃性回復、維持の機能を発揮しているのであるが、10年～20年といった短期間の効用だけに着目すると、草本の方が、はるかに大きな機能を発揮しているものと評価される。

焼き畑終了後に草が生育はじめると、住民は、それらを飼料として有効利用する観点からか、その場所に、家畜を放牧する。草本類の多くは繁茂後、年内には、枯死する運命にあるので、これを、やや早めに食餌しても、根系の腐植化には支障がないのであるが、この放牧によって、翌年の草の繁茂が、妨害される場合は、腐植供給量の減少を意味するので、問題である。早期の食餌によって、結実

量が減少して、翌年の新生量が減少する、過度の食餌によって、地下茎や、根系株(多年生草本)からの芽出ちが減少する…等の事柄が発生すると、過放牧(Over grazing)と呼ばれ、草本の生育が、年々衰微するわけである。

このような、過放牧を避けるためには、放牧に際しての、適正な頭数管理が、必要であるが、住民にとっては、このような観念は希薄であり、荒廃の度を増している地域がほとんどである。とくに最近、ヤギの飼育頭数が増加しているが、ヤギは、地下茎や根系をも採食する、激しい食餌習性をもっているため、荒廃状況を、さらに深刻な状況に追い込んでいる場合が多い。

放牧地においては、翌年の、草本類の新鮮な芽出ちを促進するとの名目で、火入れが行われているが、これが逆効果となって、翌年の発生数を減少させている場合も少なくないようである。

放牧地では、家畜類が脚で、土層を攪拌するため、表土層は、一見、軟らかなことが多いのであるが、踏圧によって、土壌層内の深さ20~30cmの箇所に、堅密層が形成されることが知られている。また、裸出した砂質土壌では、洗脱によって、細粒土が下層に動いて、堅密な盤層を形成するが、踏圧によって、この盤層の形成が早められていることが想定される。このような盤層ができると、雨季に水が停滞して、過湿地を生じ、地力の低下を招いている。極端な場合、樹木の生活が不能となって、草本だけが生育する草地(Savanna)に変貌する。

5.2.4. 林間での耕作・放牧

現在、大型の林木が群生している森林地での、耕作・放牧の可否を検討する。

特定の種類の野菜や薬草などは、被陰条件を適地とするので、林間植栽が可能であるが、一般的な農作物は、多量の陽光を必要とするため、林間での栽培は困難である。したがって、原則的に、林間での耕作は、否定されるものと考えてよい。

すでに述べたように、現在、森林が生育している箇所は、高原地帯であり、深根性の樹木にとっては好立地であっても、浅根性の農作物にとっては、沖積地よりも、はるかに水分条件の悪い土壌が分布する箇所である。また、耕地としては、皆伐跡地のように立木が少ない空間が望まれるのに対して、大径木の森林は択伐施業を必要とするものであるため、基本的に両立しない性質のものである。したがって、森林地帯での、耕作地の設定は、自然科学的に無理があると見てよい。

森林下では、かなり明るい条件であっても、相対照度は林外に比べて低く、そこに生育する草本の生育密度は小さいのが普通である。林内放牧は、この少ない草本を食餌の対象とするため、草本は、たちまちその数を減じて、林床は裸地化する。他方、樹冠雨は、林外降雨に比べて、勝るとも劣らぬ衝撃力をもつので、粘土質の赤色(砂)土地帯では、激しい土壌侵食を、砂土地帯では、強い洗脱を発生する。

すでに述べたように、洗脱を受けた砂土は、強い酸性を示して、その後の草本の生育を許さず、ま

た、洗脱に伴って、下層に沈殿堆積した細土粒子が、盤層を形成して、水環境を悪化させることが問題である。(放牧は踏圧によって盤層の形成を助長する)折角、物理的に好条件にある林地を、劣悪化する危険性が高いので、不適切な林内放牧は、許されるべきものではないと判断される。

5.2.5. 自然草地での耕作、放牧

自然草地は、雨季に冠水する箇所や、過湿になる箇所に出現している。したがって、雨季に耕作地、放牧地として利用することはできないが、乾季、とくに乾季のはじめは、土壤の水分条件が適潤であるため、耕作に適している場所が多い。

草が密生する箇所は厚い腐植層を保有し、また冠水時に上流からの養分補給を受けるなどして、養分的にも恵まれているのであるが、草本類の根系が、あまりに密に分布して、土層を強く緊縛していることと、往々、地表近くに盤層が形成されていることが多いため、一般の農民が所有するような畝では、これを耕転することが困難である。

そのため、優れた耕作適地でありながらも、現実には、利用されていない結果に終わっている。ここで、強力な耕転機械を導入して、一度軟化させれば、その後の耕転は人力でも楽に実行できそうなので、その可能性を確かめるための試験研究を急ぐことが必要である。

もしも、この草地が耕転されれば、耕地として利用できる年数が長い上に、休耕期間が短くて済む可能性が強く、効率のよい土地利用の回転ができるようになるものと想定される。また、この地での、耕作が可能になれば、水条件が悪く、土壤養分にも恵まれない森林地域が、焼き畑の対象と考えられることは、少なくなるものと想定される。

5.2.6. 指針

この地域の耕地は、古来、沖積面(低位段丘)を舞台として設定されてきたものと想定される。沖積地では、高原地帯に比べると、土壤の水分条件が優れているためと考えられる。本来、焼き畑は、耕作後、森林を再生させて、土壤の肥沃性の回復を図り、地力回復後に、再び耕地を設定するシステムであるが、南西地域では、耕作後の過放牧によって、このシステムが破壊されているのが現状である。結果として、沖積地内での新たな耕地の設定が困難な状況となってきた。このような、状況を打開するためには、次のようなことを実行することが考えられる。

- ・耕作跡地に、20~25年伐期の薪炭林を造成し(現在、薪材が不足しつつある)土壤の肥沃性の回復を図る。
- ・放牧は、適正頭数を厳守する。頭数制限が守れないようであるならば、幼齢林を含む森林内での放牧を禁止する。
- ・高原地帯は耕作適地ではないので、大径木の森林、Woodland地帯への、耕地の拡大を禁止

する。

- ・中位・低位氾濫原での、季節的な耕地利用を促進する。ただし、最初に、強力な機械耕耘を必要とする。
- ・放牧は中位・低位氾濫原での実行を原則とする。
- ・でき得れば、低位段丘地帯での集約農業経営に移行する。候補立地は十分存在する。

5.3. 砂漠化

5.3.1. 砂漠化の歴史

表層地質的な調査を行うと、この地域の砂漠化の歴史的概要を推定することができる。この地域の大規模な砂漠化は洪積世の前～中期に一度発現して、しばらくは暴威を奮い、厚い砂層を形成したが、その後、洪積世の後期には、周囲の環境が湿潤気候下に変化して、森林植生下での土壤生成と風化、比較的穏やかな侵食変形を行ったものと想定される。具体的には、かなり長期にわたって植生が回復し、砂漠としての兆候は、ほとんど収まっていたと考えられる。そして、この時期に基盤地形の形状に対応した赤色砂層が形成され、砂層の下部(基盤地形の表面)には暗赤色の盤層(Curasse)が形成されたものと想定される。地山に平行的に堆積する赤色砂層の状況が、その間の事情を示唆している。しかしながら、洪積世末期から後氷期にかけて、再び強い砂漠化が進展し、過去の赤色砂層の地山の起伏を覆い尽くすほど、多量の砂が供給され、平坦な高原地形が出現した。その後、おそらくは数千年以前の頃からは、降水気候が良化して、砂漠状態の進展は停止したと考えられる。そして、植生が生育できる気候条件に移行し、現在に至っているものと想定される。このように地質断面に現れている砂層の状況から、洪積世の前～中期から、少なくとも都合2回以上の顕著な砂漠化の歴史が読み取れる。過去の赤色砂層の場合、砂層が不整合ではあるが、地形の凹凸に平行した状態で堆積していることから類推すると、砂漠化後に、湿潤多雨気候下に変化し、植生が生存する状態で、穏やかな形で侵食が進行したことが考えられる。基盤地形の曲面に平行した砂層堆積は、植生による堆積砂層の固定が行われながら、少量の砂粒子の移動堆積が行われたことを物語っている。いわゆるノルマルエロージョンに近い侵食が進行して、現在よりも、起伏に富む、丘陵性の地形ができていたことが推定できる。また、砂層の色調・粒度・堅密性が大きく異なることは、その間に行われた砂の再配分機構と風化の程度、に大差があることを物語っており、堆積の休止期間が長期にわたっていたことを示唆している。

これに対して、最後(洪積世末期から後氷期の初期)の砂漠化は、砂層の堆積に対して、植生が抵抗した状況が認められず、既存の地形の凹凸を御破産にし、それらを共に埋め尽くすほどの激しさで行われている。このことは、単に隣接するカラハリ砂漠地帯からの風積土砂量の供給が多かった

ということよりも、この地域自体が、砂漠状態になっていたことを物語っているようである。現代に近づくと、気候状態が再び多雨の状況に変化し、砂漠状態が休止して、現在に至っている。最近の状況は、緑が回復した時期であることを物語っているが、これが、長続きするものかどうかについては、類推を行いうるほどの現象・知見が見いだされていない。地元の年配者の記憶によると、Zambezi川本流、支流の流量は、ともに最近数10年の間に、確実に減少しており、雨季における降水量が少なくなっていることを示唆している。気候的に砂漠化の方向に向かっているものか否かが、懸念される場所である。

* 数10年前、Zambezi川の水位は、現在の状況よりも、かなり高く、Seshekeよりも、25km程上流のPlmbwae付近で、左岸側に分流し、Mulayi damboを流下していたという。概括的にみて、Zambezi川の左岸からLoanja川の下流(Masese付近より下流)右岸部に至る台地は、かつて、Zambezi川の扇状地であったとも想定される。

5.3.2. 砂漠化の現れ

砂漠化は、一般には、降水量の極端な減少によってもたらされるものと解釈されている。別の見方で定義すると、植物が生育できるような土壌環境を、植物の生育が困難になるような、岩石地や、養分の無い無機質の砂層に変化させること、とも表現することができる。岩石砂漠化は、乾燥性の環境下の草地や森林で、過放牧等の植生の破壊が行われた場合、それに付随する土壌侵食によってもたらされることが分かっており、極端な場合には、湿潤性の温帯でも発生し得る現象である。これに対して、砂層砂漠は、土壌養分量の化学的な低下によってもたらされるものと考えられ、養分の無い、土木工事跡地の砂層が、草本の生育を許さないという現象がこのことを示唆している。砂層地帯では、浸透能が高く、水流侵食が顕在化しないので、侵食といったような物理的な破壊によっては、砂漠ができ上がらないのが特色である。しかしながら、それに代わって、植生の破壊に伴って、土壌への養分補給機構が破壊され、化学的に養分に乏しい、無機質の砂質層が出現することによって、砂層砂漠ができ上がるものと考えられるのである。この地域では、最近、無目的ともいえる火入れと、それに原因する森林火災とが頻発しているのであるが、草本の再生を妨げるような火入れは、砂漠化の進行を、人為的に早めている行為であり、大きなマイナスの評価が与えられそうである。

最近(20年から25年ほど前)この地区にも近代的な道路の開設が行われ、大規模な切り取り、盛り土、採土を伴う土木工事が実行されている、この場合、付近の小高い部分を切り崩したり、道路の側方付近を掘削したりして、多量の採土が行われており、主要国道に沿って、土壌下にある真土層の裸出面、深部から掘り上げられた無機質余土の堆積面が随所に見いだされる。20年間経過した現在、これらの裸出面における、植生の侵入状況を観察してみると、草本の成立密度が極めて低く(疎生)しかも、個々の生育状態も不良であることが見いだされる。(App.Table-22参照)

砂土層が裸出して、降雨に叩かれると、砂粒子の表面に付着していた、風化物質や腐植物質が洗脱され、後には、無機的な岩石粒子だけが残存する。この無機的な砂層は白色ないしは灰白色を呈し、pHが3に近い強酸性層を形成している。この強酸性が原因して、植生の生育を困難にしているものと想定される。水分条件としては、付近の土壤(草本密生)に比べて、勝るとも劣らぬ条件下にある場合が少なくないので、もっと機敏な植生の回復を期待したのであったが、白色層が、数cmの厚さで、土壤を覆っているだけでも、草本の生育がみられず、20年も経過しながら、草本回復が遅々として進んでいないことを物語っている。

このような洗脱層が発達すると、洗脱された細粒物質が、土壤内の下層(表層下30~50cm)に集積し、盤層を形成することがさらに大きな問題である。この盤層は、往々、硬度計指数で30mm以上の値を示し、極めて堅密で、根系の侵入を阻み、強固な不透水層を形成するのが特色である。このような盤層が広がると、砂層でありながらも、雨季に水が入らず、盤層上に停滞水の層ができるのが特色である。もし、土壤の酸性が緩和され、腐植層が形成されたとしても、過湿のために、樹木は育たず、辛うじて、短い背丈の草本が生育する草地が出現する。現在、高原地帯の内部に、Pan あるいは Plain と呼ばれる草地(雨季に湿地)が分布しているが、その成因が、このような、砂層の「裸出→洗脱→盤層の形成」といった仕組みに起因するのかもしれない。

これとは逆に、腐植分解の早い層位の下で、珪酸分が溶脱されて、強度の塩基性となった土層が、過去の時代に生成されており、ここでも植生の生育不良が見いだされる。

土壤の化学性について分析を行っていないので、明確な判断は下せないが、いずれにしても、肥料分の無い無機質の砂層では、植生の生育が極めて困難であることを示唆しているようである。とくに、溶脱によって、金属~塩類の無機養分をも失った強酸性砂層や、珪酸分が少なくなった強塩基性砂層は、植物の生育を受付けないように見受けられた。

5.3.3. 火入れと過放牧による植生破壊と砂漠化

腐植性の養分が減少して、放置された焼き畑跡地等で、多数の草本が生育することは、腐植物質の補給力が大きいので(高密度の根系の枯死、再生の繰り返しによる)土壤生産力の回復を願う休閒農地にとっては、有利な現象である。しかしながら、農作実行時には、草が生産目標作物の競争相手であるところからか、草本を敵視する機運が強く、農作を放棄した後も、草本敵視の風潮が持続されているようである。そのため、休閒農地において草が密に生育しようとする、それを妨げるように、頻繁な火入れが行われている。このような火入れは、折角、自然がもっている土壤機能の回復力(腐植回復力)を損なうものであり、農耕によって、疲弊した土壤を、さらに、養分含有率の少ない砂層に退化させるような結果に終わっているようである。

また、耕作を停止した跡地に、郷土の草本が生育しはじめると、この草本の利用に目をつけて、放

牧が行われている。土壌環境の回復のために、折角、自然の草本が生育しはじめたのに、これを、家畜の食餌によって消失させたのでは、土壌の回復は望めないわけである。このため、土壌環境は、耕作終了時以上に悪化する状態となっている。とくに最近、ヤギの放牧が顕著となっているが、ヤギは、草本や灌木を根こそぎ消失させるほどの、暴食動物であるので、問題は深刻である。ヤギは牛よりも粗食に耐えるので、蛋白の供給に関する土地の生産性が高いと評価され、重宝がられている家畜である。牛が育たない低位の環境でも、ヤギは育つわけであるが、環境的にみると、牛が育たないほど、植生が貧困になっても、ヤギは育つわけで、次に、ヤギが育たなくなった場合には、砂漠が待ち受けていることになる。古来、地中海沿岸地方(温帯、少雨地帯)での、土地荒廃と砂漠化とが、ヤギによってもたらされている歴史的な事実を認識して、過放牧の弊害に陥らぬよう、格別の配慮が必要である。

現在、南部アフリカでは、気候的な変動によって、最近20年間、明らかに降水量が減少しており、とくに最近の2~4年間は、異常ともいえる干ばつに見舞われている。少雨量の状態が、このまま継続すると、やがては、自然植生の生育状況にも影響が現れ、景観的にも砂漠化に移行する危険性が感じられる。土壌水分の減少は、そこに生育し得る植物の生育容量の減少をきたし、森林樹木、草本の生育量の減少をもたらしているが、高頻度の森林火災と過放牧とは、さらにその減少に拍車をかけている。現在土壌は、乏しいながらも若干量の有機物と無機栄養成分とを保有しており、水分条件さえが、少しでも良好になれば、直ちに植生の生育回復を期待し得る条件下にあると想定される。しかしながら、有機物の分解速度と、風化速度が早い熱帯~亜熱帯地方では、植物生育量の減少は、土壌侵食(通常のシルト、粘土土壌の地帯)を容易にするだけでなく、土壌栄養条件の急速な劣化(砂質土壌地帯)をもたらしており、植物の生育(回復)を困難にすることが分かっているので問題である。

土壌が流出して、岩塊や礫だけが残る状態になること、あるいは、土壌侵食はないが、栄養分に乏しい無機質の砂土地帯になることは、そのままでは、植物の生育が困難な土地条件になることを意味している。我々は、このような状況になることを砂漠化と呼んでいる。この点、無秩序な火入れと、過放牧とは、気候条件の悪化以上に、砂漠環境への進行を速めている。一旦悪化した土壌環境を回復することは、技術的にも、自然的にも容易でないので、もし、現在のようなテンポで森林、植生の破壊が進めば、近年中に気候条件が好転したとしても、砂漠的な瘠悪環境条件だけは残り、その回復が重大問題になることが考えられる。

過去数10年の間、Zambezi川の水位は、下降を続けており、各支流河川の水も明らかに低減化しているという。段丘間あるいは、段丘内に分布していたDamboや、Plain (Pan)の多くは、乾陸化しているものが多い。

この乾陸化は、すべてが、緑の生育に悪影響を及ぼしているわけではなく、これまで、地下水位が高過ぎた箇所では、水位が低下したため、下記のように、大型植物の生育が盛んになっている場合

が見受けられる。

草地 → Tree grassland, Tree grassland → Woodland

Woodland → Forest.

しかしながら、このような乾燥に伴う緑の増加は、局所的なものに限られ、段丘・台地・高原地域の全体としては、地下水の消失、土壌内保水量の減少のために(砂漠化?)緑の衰退が生じている。

Forest → Woodland, Woodland (Forest) → Tree grassland

Tree grassland → Bared land (Desert)

火入れ、耕作、過放牧が、さらに、この衰退傾向を助長している。

5.3.4. 指針

森林内においても、森林外においても、草本の被覆が消失して、砂層(砂土)が裸出するような状況になると、雨滴衝撃に伴って表層部分が洗脱され、酸性の強い、無機質砂層が出現する。また、洗脱された細粒物質が、土壌層内に集積して、不透水性の盤層を形成する。無機質砂層は植生(草本・幼樹)の生育を阻み、また、盤層も雨季に過湿地を出現させて、樹木の生育を妨げている。サヴァンナ化、さらには砂漠化につながる土壌の劣化現象である。このような、劣化現象の進展を阻むために、つぎの対応策を提言する。

・森林の内外を問わず、草本類の衰退を招くような行為を制限する。秩序ある火入れ、適正頭数を守った放牧は、草本の衰退を招くはずがないものであるが、これまでの火入れ、放牧は、いずれも規制を大きく外れて、大きな荒廃を招いている。この事態を重視し、火入れは、目的と面積を明示して、これを順守させ、放牧は雨季以外は、氾濫原内で行うものとする。雨季においても、できるだけ氾濫原草地を利用し、樹木の生育(可能)地帯での放牧は、最小限度に止める。

5.4. 火入れと森林管理

5.4.1. 火入れの歴史

現在、森林局においても、early burning (4月～6月実施)を推奨しているが、1975年以前はこの慣習はなかったとされている。

当時、Woodland (林分内での草の生育あり)においては、農牧野(8～10月の雨季前の野焼きが、古い時代から慣習化している)からの延焼を防ぐ意味から、英国人研究者の指導によって、早期の火入れが試みられていた。森林局上層部においては、同様な措置が、森林にも適用できるものと判断し、森林においても、それに準じた火入れが、導入されるにいたった。おそらくは、early burning 導入

時も、森林火災が多かったためと想定されるが、これが、導入された後に、火災が減少したか否かについては明らかでない。App.Table-23(1),(2)は1975年から1988年までの間に発生した森林火災の記録(森林局調べ、'89年以降は無調査)であるが、かなりの件数に上っているようである。

いずれにしても、最近の20~30年間に、60%以上の国有林が、壊滅的な被害を受けた結果で、現在に至っている。このような火入れの弊害は、今回の調査によっても明らかとなったのであるが、すでに、有識者や一部の現場技術者の間でも、火入れの弊害が認められており、何らかの対応策をとることが必要と考えられている。火入れに起因する問題事項は次のとおりである。

- ・火入れによって、稚樹や幼齡木が消失し、それが頻繁に行われたため、現在森林内で、25年以下の若い後継樹を見いだすことが困難となっている。森林と Woodland での保続を考えると、致命的な破壊要因となっている。逆に、有害な、いばら等の灌木類は焼け残っているものが多い。
- ・従来も、焼き畑の移動、拡大や、狩猟など、目的がはっきりしている場合には、森林内への火入れが行われていた。しかしながら、早期火入れの推奨や、行政公認の各種の火入れ行為が、住民に対して、火入れに関する気安さを印象づけたようである。無目的な火入れ機運が助長され、延焼ではなく、直接的な点火によって、森林火災が発生する事態になってしまったようである。現在、全く意義が見いだされない火入れが、各所で、しかも高頻度に行われて、西南地域での国・公有林の森林面積は半減し、蓄積は、残存する森林に限定しても、25年前の半分に減少してしまっている。
- ・現地踏査の実感として、林縁部に生育する有刺灌木類は、焼却以外には、除去の決め手がないように思われた。このいばら類は、早期の火入れでは燃焼せず、乾燥の進んだ中~後期の火入れで、辛うじて焼去できるようであった。地元住民は、中~後期の火入れの方が、このような障害植物の除去に有効なことを知っており、中~後期の火入れを好むようでもある。

5.4.2. 政府の対応

火入れに関しては、一応、下記のような目的と効用が掲げられている。この目的に合致する場合、火入れ行為は容認され、場合によっては推奨されている。

- ① 新しい牧草の繁茂を促進するため
- ② 農作物を栽培するため(焼き畑)
- ③ 害虫の予防(国立公園内でも、広域的な火入れが実施されている)
- ④ フルーツの採集等のための入林を容易にするための藪の除去
- ⑤ 蜂蜜の採取のため
- ⑥ 野生動物の狩猟

⑦ Early burning

この効用に着目して、合目的な火入れ行為は、行政的に容認され、とくに畜産行政に関するものの中には、これを推進する機運さえ感じられる。

最近の調査報告書等によると、過度の火入れによる弊害(とくに森林地帯やWoodlandでの火災)も指摘されているが、具体的な被害機構が明確には示されておらず、科学的な意味での理解度は進んでいない。とくに、現地の実態から離れた、中央政府では、上記以外に、「⑧無目的な火入れ」が、高頻度に行われ、これによって、大規模な森林破壊、さらには環境破壊が進行している実態には、あまり意識を払っていないように感じられる。ことに、この「無目的な火入れ」が、政府公認の火入れによって、ムード的に煽られていることには、気付かれていないようである。森林行政にあっても、なお、早期火入れの推奨を中止する機運に達していない。

政府としては、森林火災への延焼防止のために、早期火入れを行っているという明文と、火災防止に対する地方職員の組織的な張り付け、火の見櫓の設置・等々、額面的には態勢を整えており、それで、現行での最大の防火態勢をとっているものと、自己満足をしているかのようにもみえる。しかしながら、それらが、現実には全く機能せず、逆に、各種の火入れ行為の容認が、住民の防火意識を低減させて、森林火災の発生を助長していることには気づいていない模様である。科学的な事実関係の紹介によって、火入れの弊害を明示すること、実態に対応した実行可能な対策を提示すること等が、現場の識者からも強く要望されているところである。

5.4.3. 火入れの弊害

火入れの弊害については、直接的には森林の破壊であり、間接的には土壌の肥沃性の維持管理と砂漠化の見地から検討したとおり、環境の劣化である。上記の科学的な事象と考察・論拠を理解した上で、森林部門は勿論、各分野での可急的な対応策の再検討が望まれる。

5.4.4. 保全対策

◇防火対策

- ・住民および関係者に対して、森林、自然植生、とくに草木の公益的機能を理解させ、秩序ある火入れのあり方とともに、無秩序な火入れの弊害事情とを周知させるよう、教育を強化する。
- ・地元民の非常食や副食となる食用樹種(Mugongo, Muzauli, Mango 等)を林内や林縁に植栽し、これらを守ることに連動させて、森林の防火に関心をもたせる。
- ・森林内での養蜂、特殊林産物の栽培・生産活動を行い、それらへの類焼を避ける意味から、防火の必要性を認識させる。
- ・森林が長期間にわたって良好に保存された場合、周辺の集落に対して褒賞制度を適用する。

(火災の消火に対する褒賞は、過去に逆効果の経験あり)

- ・森林の周囲における防火帯の設置(裸出地帯の設置):幅員6m以上の作業道(路面裸出)の設置により、防火帯を兼ねさせれば、管理の円滑性と、防火態勢とを、共に高めることが可能。
- ・消火態勢の強化(設備と経常予算)

◇火入れ効用の見直し

- ・現在、容認されている、それぞれの火入れ行為の効果と弊害とを、定量的に調査する。
- ・現在、容認ないしは推進されている火入れ行為が、住民意識(無目的の火入れを行う)に対して、心理的に、どのように影響しているかを調査する。
- ・現行の火入れの功罪が明確になったとき、プラス、マイナスのバランスを考慮した上で、火入れの効用を見直す。規制強化、中止期間の設定、禁止場所の設定等の具体的な対策を実行する。

◇森林保続対策

- ・森林局等の政府を含めた、森林保続に関する意識の高揚と、再造林に関する諸対策の実行。
- ・森林土壌の保全を重視した森林、草地、農地対策さらには、砂漠化防止対策の実行(草本類と樹木との共生空間としての森林)

◇商品経済社会への移行

住民の生活環境が、商品経済社会に移行すれば、僻地での自給自足的な耕作は無くなり、自然科学的な土地条件に立脚した、集約的な土地利用の推進が可能になるはずである。(人口密度の高い先進国では、貨幣経済が行き過ぎて、合理的な土地利用の推進が困難となっている例も少なくないが、人口密度が低いザンビア国では可能と考える)しかしながら、自給自足を余儀なくされている現在の社会態勢下では、住民は、今日、明日の生活に追われ、いかに科学的な根拠があったとしても、それに耳を貸す余裕はないはずである。罰則的な規制の強化、あるいは褒賞制度を伴わない限りは、規格化された土地利用の推進は無理である。住民への現金収入取得の道を拓きながら、それに並行して、合理的な土地利用へのアプローチを図ることが肝要であろう。

5.5. その他の環境事象

5.5.1. 土壌侵食

調査対象地域は、透水性の大きな砂層に覆われた平坦地形であるため、下層植生等の土壌被覆物がなくても土壌侵食は発現していない。しかしながら、本調査地域の北東部と、調査地域に近接した北西部の地域には、赤色の砂質土(かなりのシルト、粘土を含む)に覆われた丘陵性の地形箇所が分布しており、そこで、草本被覆を欠くような事態が出現すると、土壌浸食、さらにはガリー侵食を

発生している。最近、この地域では、家畜、とくにヤギの飼育頭数が増えて、過放牧の兆候が現れているので、注意すべき点である。

5.5.2. 水質

この地域と、この地域の上流域には、化学関連工場や鉱業精錬所等の所在はなく、また、農業での肥料、住民の洗剤使用量等も少ないので、現時点での、水質汚濁は発生していない。しかしながら近い将来に、農業での肥料・農薬の使用量の増加が行われると、浸透性の高い区域であるだけに、河川水、地下水の化学的汚染が発現し易い条件にあるので、注意を要する。また、過放牧に伴う、赤土地帯での土壌侵食が激化すると、粘土のサスペンション汚濁が懸念される。

5.5.3. 野生動物、希少植物の保護

ザンビア国南西地域には、Washington 条約の付属書 I, II で規定された野生動物が生息しているとされている。今回の現地調査でも、African elephant, Duiker, Impala, Hippopotamus, Monkey, Crocodile等が、実見され、あるいは、糞、足跡によって、それらの存在が確認された。このほかに、Lion等の肉食獣の生息が、伝えられていたが、聞き取りによる情報では、否定的であった。希少な動物については、もっぱら、国立公園内で、保護されているものと考えられる。

森林管理に際して、蓄積の復元、正常林での択伐施業を実施することは、この地域本来の自然環境の維持につながるもので、動物の生息環境の維持に関しても、好影響を及ぼすものと評価されるはずである。ここで、林業サイドで如何に良好な森林管理が実施されたとしても、この効果を、足元から覆す、最大の問題は、森林火災である。無目的な火入れに誘発された森林火災によって、森林そのものが破壊され、動・植物環境も破壊されていることが重大である。

植物については、現時点での貴重種の指定はなく、とくに保護問題としては取り上げられていない。いずれにしても、森林火災によって、植生の構成が、大幅に変化しているのが実態である。

森林火災が森林生態系の破壊につながることは、今回の調査によっても明白になった事柄である。この観点から見ると、調査対象地域外の事象であるが、国立公園内で容認されている火入れ行為の有意性に対して、大きな疑問が感じられた。

5.5.4. 大気汚染、地球温暖化

乾季に、火入れに伴う、森林火災が激化しているため、煙塵(微粒子)による、スモッグ状の大気汚濁が顕著である。とくに有害な化学物質を含んでいないようであるので、現在、問題視されていないが、少なくとも、清浄な大気状態ではないので、将来、問題として浮かび上がる可能性が少なくない。

森林火災と過放牧によって、この地域では、森林蓄積が、おそらくは、健全な状態の25%以下に低

下しており、ザンビア国全体についても、同程度もしくは、それ以下に減少した森林蓄積の状況がみられるものと想定される。地球環境の面で、森林の焼失による、CO₂の増加が問題視され、それに伴う、温暖化、異常気象の発生が懸念されているのであるが、ザンビア国自身における、森林喪失もこれに大きく関与しているものと考えられる。ザンビア国南西部～南部においても、最近、15～20年間に異常ともいえる少雨現象が発生しているのであるが、このような、地球的規模での気候変動の現れとも考えられるので、軽視できない側面をもっている。

最近の研究で、森林の減少は、かつて森林地帯から補給されていた豊富な水蒸気の量の減少と、上昇気流の減少とをもたらし、その結果、降水量が減少することが考えられている。ザンビア南西地区での、最近20年間の降水量の減少は、丁度、火災によって、森林破壊が激化した頃と時機を同じにしており、この点、最も恐るべき因果関係が感じられるところである。

これらの、気象変動は、まだ確認された事象とはなっていないのであるが、いずれにしても、環境財としての森林蓄積の回復が望まれるところである。

5.6. 森林管理が及ぼす環境への影響

5.6.1. 森林に関係する環境要因

森林には、森林を構成する林木自身の成長に必要な環境と、森林の存在が影響を及ぼす周囲の環境とがある。森林は、古来大きな空間を占める最も自然的な存在であるため、森林のための環境要因と、森林が働きかけている環境要因とは、共通するものが殆どである。そのため、よほど注意して内容を検討しないと、どちらのことを言っているのか、分からない場合も少なくない。たとえば、土に関する環境を例にとると、土壌の肥沃性(水と養分)に関する検討は前者に属するものであり、土壌の公益的機能(水源かん養、水質保全、土壌侵食等)に関する検討は後者に属するものである。ここで、本報告の場合、第4章において前者の森林のための環境を記載し、第5章においては後者の森林が外部に働きかけている環境を検討した。

森林を取りまく環境については、すでに要因別に検討を加えたのであるが、項目として列記すると次のとおりである。

- 土： 土壌侵食、土砂堆積。
- 土と水： 土壌の水源かん養機能(土壌の浸透能、土壌の貯留容量)。
土壌の水質保全機能(浄水機能、粘土汚濁)
- 大気と機構： 大気浄化、汚染、CO₂調節(C固定)、
気候(気温、湿度、降水量)緩和。
- 生物： 植物、動物、生態系。

5.6.2. 環境の現状

森林は、自然の象徴としてとらえられ、良好な森林の存在は良好な環境を指標し、劣悪な森林の存在は劣悪な環境を指標するものと考えられている。すでに述べたように、本調査域の森林は火災と、過放牧とによって大きな損傷を受けているのであるが、これによって、周辺環境が悪化していることは、前項までに述べたとおりである。

5.6.3. 森林管理が及ぼす将来の環境への影響

本調査地域における森林管理計画は、良好な天然広葉樹林としての良好な構成を持つ林分については、そのままの形で維持し、破壊された林分については、天然広葉樹林の原型に修復することを目標に立案しているのが特色である。したがって、計画が実行に移されれば、森林の状況は、徐々に良化し、それに伴って、環境も良化することが期待される。

各項目について、その概要を列記する。

- ・ 土壌侵食と河川の粘土汚濁： Zambezi 川に近接した赤色土地帯で、現在、軽度の土壌侵食とそれに伴う水質汚濁が発生しているが、森林状態が良化すれば、終息する。
- ・ 水源かん養機能： この地域は、砂土に覆われているため、土壌表層の浸透能の低下はないが、一部で洗脱に伴う盤層の形成が進み、これに伴う水源かん養機能の低下が発現しつつある。森林状態が良化すれば、この種の機能低下は終息する。
- ・ 水質保全： 現在、水質保全機能の低下はなく、将来、森林状態が良化すれば、機能はさらに安泰となる。なお、耕地の土地利用に関して、農業としての集約化を提言しているのであるが、集約化に際して、肥料の利用度が高まると、その量のいかんによっては、地下水汚染の危険性がでてくる。
- ・ 生物保全： 自然の動植物の生育は、森林の生態系と最も密接な関係にあるため、森林の良化は、動植物の自然的な豊かさの復元を意味する。ただし、野生動物の復元が、場合によっては、人間の生活を脅かすので、別途に調整を必要とすることが考えられる。
- ・ 大気保全： 森林の良化は、蓄積の増加を意味し、炭酸ガス固定量の増加を意味する。地球温暖化防止に寄与する。また、森林の良化は、森林火災の低減化を意味するので、煙塵汚染の低下も期待される。
- ・ 気候緩和： 森林面積と蓄積の増大は、蒸発散による湿度の増加と上昇気流の強さと頻度の増加をもたらす。降水量の増加と結びつくことが期待される。また、蒸発散と樹冠の被陰により、気温緩和をもたらす。
- ・ 沖積段丘地帯における薪炭林の造成： 健全な移動耕作の循環利用を助ける。あわせて、住民への薪供給を安定化する。

6. 技術移転

フェーズⅡ～Ⅲの全外業調査を、カウンターパートと協同して実施した。その際、各外業調査の目的、具体的な調査方法とその採用理由を、その都度説明するとともに、測定と記帳を体験させることにより、現地調査技術の移転を行なった。

さらに、ザンビア国内において、一定時間もしくは日を設定して、プログレスレポート(1～2)、インテリムレポートの記載内容に関連する各技術について、講義と実習を行なった。実施にあたっては、本調査を通じて移転した技術を応用して、今後、ザンビア国の林業技術者、自らが、本調査と同様の森林管理計画調査を実施できることに留意し、基礎的な理論についても解説した。

技術移転の項目を次に記す。

材積表・収穫表の作成に関連して：	パイプモデルとその応用について 樹幹解析の実際とその活用について 形状係数の意義とその決定方法について 資源管理における収穫表作成の意義について 各種材積表の作成および成長量の把握・収穫表の作成のための分析方法について
森林簿の作成に関連して：	写真判読と林分蓄積の算定との関係について 空中写真による樹高の測定方法について 森林簿の作成方法について
土地利用植生図の作成に関連して：	土地利用と植生の区分と図面の作成方法について
調査データの収集に関連して：	林分調査プロットデータの意義とその活用について
森林調査法に関連して：	各種森林調査法の特色とベルトランセクト法の意義と解釈について
土壌調査法に関連して：	土壌調査の実際と土壌分類について 土壌図の作成方法について
地形調査に関連して：	地形の分類と自然特性・保全特性との関連について
社会経済調査に関連して：	調査項目の設定と聞き取り調査の実施方法について
土地条件調査技術に関連して：	土地条件と自然特性・保全特性との関連の把握方法について
森林管理計画技術：	森林資源管理(伐採許容量等の算出)技術について 自然立地機能の解明と立地区分技術について 森林作業法の実態分析と対処技術について

環境要因の分析と抽出技術について

その他:

本調査の関連技術について

さらに、カウンターパートに対する日本国内での研修(1994年11月20日～12月23日の34日間)を実施し、林野庁、北海道立林業試験場、下川町森林組合、森林総合研究所、名古屋営林支局、下呂営林署、京都営林署、清水寺、福岡県森林林業技術センター、九州大学の協力を得て、日本における森林管理計画の策定にかかわる技術の全般と森林管理の実際について技術移転を行なった。

また、1995年8月29日～10月6日に、カウンターパート1名の日本国内受入れ研修を実施した。実施にあたっては、森林管理計画に関する集合研修(国際協力事業団JICA主催)において、森林管理計画の策定に必要な技術全般と制度について、技術移転を行なった。さらに世界各国から参加した研修生との交流と討議を通して、諸外国における森林管理の実状についても、移転された。

なお、ドラフトファイナルレポートの作成に関連する技術については、カウンターパートとの討議とセミナーの開催を通じて、移転された。

參考資料

參考資料 (1)

- 1 ARPT-WP, Options in agro-forestry research in Western province, ARPT-WP, Zambia
- 2 Christiansson, Carl, Soil Erosion and Sedimentation in Semi-arid Tanzania, Scandinavian Institute of African Studies, Uppsala, 1981
- 3 E. Lugo, Ariel & Lowe (Ed.), Carol, Tropical Forests Management and Ecology, Springer Verlag, 1995
- 4 Fanshawe, D. B. & Mutimushi, J. M., A Check List of Plant Names in The Lozi Languages, Forest Research Bulletin No. 23, Ministry of Rural Development, 1971
- 5 FAO, Year book Vol. 43, FAO, 1989
- 6 FAO, Guidelines for Soil Profile Description 2nd Edition, FAO, 1977
- 7 FAO, FAO-UNESCO Soil Map of the World (1:5,000,000), Vol. VI (Africa), UNESCO, 1977
- 8 FAO-UNESCO-ISRIC, World Soil Resource Report 60, FAO-UNESCO Soil Map of the World, Revised Legend, FAO, 1988
- 9 Storrs, A. E. G., Know Your Trees, The Forest Department Ndola, Zambia, 1979
- 10 Storrs, A. E. G., More About Trees, The Forest Department Ndola, Zambia, 1982
- 11 The Forest Department Ndola, The Zambezi Teak Forests, The Forest Department Ndola, Zambia, 1986
- 12 Forest Department, Price List for Sawtimber, Poles and Posts, Furniture, Service Charges Nursery plants, Stumpage, Honey and Beeswax, Forest Department, 1993
- 13 Forest Department, Conditions of forest license (Pitsawing), Forest Department
- 14 Forest Department, Conditions of forest licence (Commercial Sawmilling), Forest Department
- 15 Government of Zambia, Fees and Prices for Forest Produce, Government of Zambia, 1994
- 16 Japan Meteorological Agency, Climatic Table for the World (~1960), Japan Meteorological Agency, 1967
- 17 Japan Meteorological Agency, Climatic Table for the world (1961~1990), Japan Meteorological Agency, 1994
- 18 Kasapu, T. M., Fruit production guideline notes, 1975
- 19 L. Sinclair (Ed.), Fergus L., Agroforestry: Science, Policy and Practice, Kluwer Academic Publishers, 1995
- 20 Landon, J. R. (ed.), Booker Tropical Soil Manual, Booker Tate Limited, 1991
- 21 Lengwe, Masese Agriculture project, Position paper, 1991

參考資料 (2)

- 22 Ministry of Agriculture, National Extension Action Plan, Ministry of Agriculture, 1991
- 23 Ministry of Environment and Natural Resources, Timber Export, Policy and Regulation, Ministry of Environment and Natural Resources
- 24 Money, N. J., An Outline of the Geology of Western Zambia, Records Geological Survey, 12, 103-23, Geological Survey, Republic of Zambia, 1972
- 25 Mulofwa, Jericho, Agroforestry Manual for Extension Workers in Southern Province, Zambia, SIDAs, RSCU, 1994
- 26 Ole, Mertz, Traditional food crops in Western Province Zambia, 1987
- 27 Peters, Land usage in Barotseland, Peters, 1960
- 28 Republic of Zambia, Selected Socioeconomic Indicators, Republic of Zambia, 1994
- 29 Republic of Zambia, Social Dimensions of Adjustment, Priority Survey II, Republic of Zambia, 1993
- 30 Republic of Zambia, Census of Population, Housing & Agriculture, Descriptive Tables, Volume 10, Zambia Total, Republic of Zambia, 1990
- 31 Republic of Zambia, Census of Population, Housing & Agriculture, Descriptive Tables, Volume 9, Western Province, Republic of Zambia, 1990
- 32 Republic of Zambia, Monthly Digest of Statistics, Republic of Zambia, 1991
- 33 Republic of Zambia, Forest Act, Republic of Zambia
- 34 Republic of Zambia, Wildlife Act, Republic of Zambia
- 35 Republic of Zambia, Fisheries Act, Republic of Zambia
- 36 Republic of Zambia, Water Resources Act, Republic of Zambia
- 37 Republic of Zambia, Land Acquisition Act, Republic of Zambia
- 38 Republic of Zambia, Land and Deed Registry Act, Republic of Zambia
- 39 Republic of Zambia, Agricultural Sector Investment Programme by MAFF, Republic of Zambia
- 40 Republic of Zambia, Official Crop Production and Sales data 1986-1992, Republic of Zambia
- 41 Republic of Zambia, National Census of Agriculture (1990/1992), Republic of Zambia, 1992
- 42 Shalwind, F. K. M., National Workshop on Dambos 1986, 1986
- 43 Slobbe, et al., Grazing behavior and diet difference of Barotse cattle in Masese project area
- 44 Slobbe, Wilma, Study of farming system in Masese, Part I, Masese Agricultural Project, 1988

参考資料 (3)

- 45 Slobbe, Wilma, Farming systems in sesheke district, Part II, Mesese Agricultural Project, 1988
- 46 Soil Survery Section Research Branch, Exploratory Soil Map of Zambia, 1:1,000,000 (Draft Map), Ministry of Agriculture, 1994
- 47 Takeshita, K, Fukushima, T. & Takaki, J., Mapping of Distribution of Forest Land Productivity, Bull. of Fukuoka Forest Exp. Stn. 22, 1972
- 48 Takeshita, K. et al., Foundamental Research of Land Classification (Geology, Geomorphology, Soils and Land-use on Each Topographical Map) on Fukuoka, Fukuoka Pref., 1975~1988
- 49 Takeshita, K., Construction Analysis of Sugi Forest by Parabolic Modeling of Crown Form, Bull. of Kyushu University Forests 55, 1985
- 50 Takeshita, K. & Nakao, H., Distributional Structure of Forest Tree Roots and their Control Function on the Occurrence of Landslides, Bull. of Kyushu University Forests 66, 1992
- 51 The Ministry of Environment and Natural Resources (Republic of Zambia), National Environmental Action Plan, The Ministry of Environment and Natural Resources (Republic of Zambia), 1994
- 52 Thieme, J. G. & Johnson, R. L., Geological Map of the Republic of Zambia; 1:1,000,000 (4 sheets), Geological Survey Department, 1981
- 53 Thomas, D. S. G. & Shaw, P. A., The Kalahari Environment, Cambridge University Press, 1991
- 55 Vernon, R., Field Guide to Important Arable Weeds of Zambia, 1983
- 56 Vijlhuizen, et al, Socioeconomic status of cattle owners and non cattle owners, 1991
- 57 Wyk, P., Southern African Trees, 1993
- 58 Heemskerk, W. C. S., 1992

参考資料 (4)

- 1 荒木美奈子、女たちの大地、築地書館、1992
- 2 岡本雅博、川・牛・耕地—西部ザンビア、ロジ族の氾濫原農耕、JOCV Report
- 3 小倉充夫、ザンビアにおける都市化と労働移動—第三世界の都市問題、アジア経済研究所研究双書 No.341、1986
- 4 社団法人国際農林業協力協会、ザンビアの農業—現状と開発の課題、海外農業開発調査研究: 国別研究シリーズ No. 27、社団法人国際農林業協力協会、1986
- 5 財団法人国際協力推進協会、ザンビアの社会経済の現状 第3版、開発途上国国別経済協力シリーズ アフリカ編 No. 8、財団法人国際協力推進協会、1989
- 6 児玉谷史朗、ザンビアにおける商業的農業の発展—アフリカにおける商業的農業の発展、アジア経済研究所研究双書 No. 428、1992
- 7 児玉谷史朗、ザンビアの構造調整とメイズの流通改革—構造調整とアフリカ農業、アジア経済研究所研究双書 No. 453、1995
- 8 佐藤義明、やさしい測樹の実務、1977
- 9 大日本山林会、広葉樹林とその施業、大日本山林会、1981
- 10 高橋基樹、ザンビア：民主化、構造調整、腐敗の政治経済学、アフリカレポート No.21、アジア経済研究所、1995
- 11 星 昭、ザンビアにおける「部族主義」と土地保有、アジア経済 第11巻第2号、1970
- 12 宮本雅美、ナラ類の堅果の散布様式、北海道の林木育種 Vol.31、No.1、1988
- 13 吉武 孝、林地と住宅地の接近に伴う林野火災対策、山林第1306号、1993