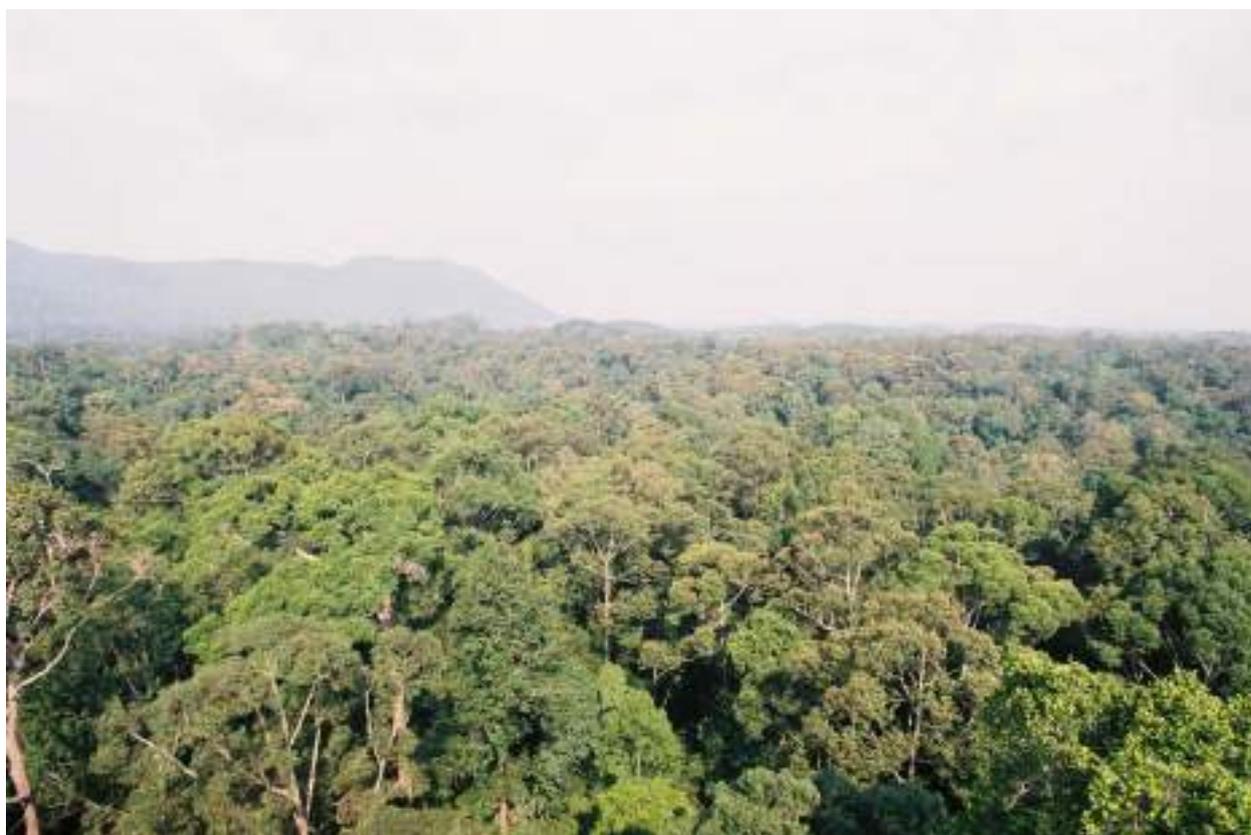


生物多様性の保全・増進に配慮した森林回復ガイドライン

(インドネシア, マレーシアの事例研究を基にして)



平成 27 年 3 月

公益財団法人 国際緑化推進センター

総論:生物多様性への配慮の必要性

生物多様性とは？

約 40 億年前に地球上に生命が誕生して以来、生物は様々な環境に適応できるよう種を分化させ、進化してきました。個々の生物は、他の生物種や様々な環境要因と相互作用を行いながらバランスを保って生息し、多様な生態系の構成要員となっています。

多様な種により生態系が構成されている状態を生物多様性のある状態と呼び、種間のバランスが保たれている状態が持続性を図る上で重要です。



マングローブ生態系

保全の必要性と現状

生物多様性基本法では、「人類は、生物の多様性のもたらす恵沢を享受することにより生存しており、生物の多様性は人類の存続の基盤となっている。また、生物の多様性は、地域における固有の財産として地域独自の文化の多様性をも支えている。」と、生物多様性の保全が人間の生活環境を維持する上で必要であることが述べられています。

同時に、「一方、生物の多様性は、人間が行う開発等による生物種の絶滅や生態系の破壊、社会経済情勢の変化に伴う人間の活動の縮小による里山等の劣化、外来種等による生態系のかく乱等の深刻な危機に直面している。」と、その保全と復旧に早急な取り組みが必要なのが述べられています。

対象レベル

一概に生物多様性と呼ばれていますが、生物多様性条約では、「生態系の多様性」、「種の多様性」、「遺伝子の多様性」にレベル分けされ、それぞれのレベルを念頭に置いた取り組みが必要だとしています。

例えば、生態系の一つであるマングローブ林を保全・復旧することは、「生態系の多様性」を保つ上で必要ですが、その林を多様な種により構成し生態系のバランスを保つことが「種の多様性」の観点から重要です。更に、マングローブ林を構成する樹種は、種によっては同一種であっても地域ごとに遺伝子の形質が異なるといわれ、地域ごとに母樹を保存し、それらを母樹とする苗木を各地域での植栽に用いることが「遺伝子の多様性」を保全する上で求められます。

生物多様性条約

この条約は、生物の多様性を包括的に保全し生物資源の持続可能な利用を行うための国際的な枠組みとして、1992年に採択されました。日本も1992年6月に条約加盟国になっています。

①生物多様性の保全、②生物多様性の構成要素の持

続可能な利用、③遺伝資源の利用から生ずる利益の公正かつ衡平な配分、に資することを目的として制定された条約で、条約加盟国は、生物多様性の保全と持続可能な利用を目的とする国家戦略または国家計画を作成・実行する義務を負い、重要な地域・種の特定とモニタリングを行うことになっています。

この条約には、先進国の資金により開発途上国の取組を支援する資金援助の仕組みと、先進国の技術を開発途上国に提供する技術協力の仕組みがあり、経済的・技術的な理由から生物多様性の保全と持続可能な利用のための取組が十分でない開発途上国に対する支援が行われることになっています。

生物多様性に配慮した森林の保全・造成の意義

森林は、世界の陸地面積の3割を占め、陸上の生物種の約8割が生育・生存を依存しています。森林の生物多様性が維持されていることにより、様々な「生態系サービス」が提供されています。

- 食料、水、各種素材等の供給源としての機能(供給サービス)
- 気候調整や災害の緩和等の機能(調整サービス)
- 生息環境の提供や遺伝資源の保存の場としての機能(生息・生育地サービス)
- 自然景観の保全やエコツーリズムの場の提供等の機能(文化的サービス)

これらの機能を保全し高めることにより、私たち人間の生活環境の保全や持続可能な資源の利用に資するだけでなく、生活に安定とゆとりをもたらす効果が期待できます。

生物多様性に配慮した森林の保全・造成の留意点

●連続性の確保

生物種により必要な森林の面積は異なりますが、近親交配による遺伝資源の劣化を防ぐためには、十分なサイズの生物群が形成されている必要があり、その生物群を維持できる餌の量が確保できる面積が必要となります。生物群の生存に必要な森林面積が1地域で確保できない場合は、他の地域の森林との連続性を持たせ移動経路を確保することが必要です。飛翔できる生物種を対象とするのであれば、断続的であっても、飛翔可能な範囲内に森林を保全・造成することは効果的です。

●各種生態系のバランスの良い配置

生物種により生息を好む環境は異なります。多様な生態系が、量的にも位置的にもバランス良く配置されているのが理想的な状態です。人為的な影響が全くない状態でも、森林火災や風倒等により植生が後退し、開けた空間に、光環境を好む生物種の生息場所が確保されます。二次的な自然でありながら、里山の価値が再評価されているのは、水田や畑地、雑木林、溜め池や小川等の多様な生態系が組み合わさることにより、数多くの生物種の安定的な生息場所を提供していることにもよります。

●特定外来種の導入の回避・侵入植物の制御

繁殖旺盛な外来種を導入したことにより、既存の生態系が破壊され、逆にその駆除に苦慮している例が見られます。例えば、乾燥地域で沙漠化進行防止や燃料材の生産のための有用樹種として期待されたメスキート (*Prosopis* 類) は、現在、国や地域によっては侵略的外来種として位置づけられ、その駆除が重要な課題となっています。

このような種については、特別な理由がない限り導入しないこと、導入が必要な場合には、他の生態系に影響を与える可能性の有無を事前にアセスメントし、万が一影響を及ぼした場合の対策を事前に検討するとともに、定期的なモニタリングを行うことが必要です。

世界的規模で導入されている外来種については、国際的な自然保護機関である国際自然保護連合 (IUCN) がデータベース (Global Invasive Species Database) を作成し、ホームページ上で情報提供しています。さらに、その中で特に注意すべき種 100 種を抽出し、世界の侵略的外来種ワースト 100 (100 of the World's Worst Invasive Alien Species) として取りまとめています。

●絶滅危惧種の保護・資源量増加への取り組み

生息・生育環境の減少や、過剰な採取により絶滅に瀕



侵略的外来種の一つ *Lantana camara*

している生物については、積極的な保護を行うとともに、その資源量回復への取り組みを行うことが必要です。

それら生物種については、繁殖力が弱いあるいは繁殖速度が遅いことや繁殖方法が確立されていないことが資源量低下の一因になっている場合もあり、繁殖のための技術開発も合わせて行っていくことが求められます。

また、種子の伝播を重力落下のみで行う種は、天然林が隣接しない地域では、人が植え込む必要があります。

絶滅危惧種についても、同じくIUCNが、絶滅危惧種のレッドリスト (The IUCN Red List of Threatened Species) を作成し、ホームページ上で情報公開しています。このデータベースでは、それぞれの種の絶滅の危険性の高さによりクラス分けがされています。

●母樹の保存、母樹林の造成

「対象レベル」の項で述べましたが、「遺伝子の多様性」保全を図るためには、対象地域に自生している個体を母樹として種子を採取し、地域の環境に適した個体を育成することが求められます。また、複数の個体を種子源として苗木を育成して混植することにより、「遺伝子の多様性」を向上させ、様々なリスクに対する森林の抵抗性を高めることができます。

そのため、地域に残されている個体を母樹指定し種子源を保護・確保するとともに、複数の個体を種子源とする苗木で母樹林を造成すれば、種子の安定供給のみならず「遺伝子の多様性」の更なる向上が期待できます。

生物多様性に配慮した森林の保全・造成の課題

生物多様性に配慮した森林の保全・造成にあたって、以下の3点が重要な課題となっています。次章以降(各論)では、これらの課題について、その考え方や手法について解説します。

- 荒廃地を対象とした復旧植林
- 低質二次林の改良、早生樹植林地での樹種転換
- 生態学的コリドー(緑の回廊)の確保

各論1: 荒廃地を対象とした復旧植林

はじめに(背景・目的)

例えば、インドネシアでは、荒廃した森林面積が 5,900 万 ha に達し、全森林面積の 48% が劣化した状態にあるとされています。このような森林荒廃はインドネシアに限らず、熱帯各地域に共通した現象です。一旦荒廃した森林地を復旧するためには、荒廃を引き起こした要因に応じた適切な技術の投入が必要です。

荒廃地の成立要因

森林が破壊・劣化して荒廃地となる要因としては、森林開発や違法伐採、森林火災、農業への土地転用等があげられます。なお、焼畑耕作は本来、地力の自然回復力を利用して行われる合理的な農業なのですが、人口増加により所有土地面積が制約されることにより十分な休閑期間を設けられない例が多くなり、これも地力の低下を引き起こす原因となっています。



焼畑耕作による過度な土地利用

さらに、降水量の少ない乾燥・半乾燥地域や家畜の放牧が一般的な地域では、それらが植生の回復を阻む深刻な要因となっています。

荒廃地を対象として植林活動を行うにあたっては、何が土地の劣化を引き起こした原因なのか、正確に把握することが、用いる手法を検討する上で重要です。

荒廃地の特徴

荒廃地の成立要因によって細かな条件は異なりますが、緑被の喪失や極度の劣化により、表土の流亡や土壌浸食が発生して地力が低下しているのが一般的です。

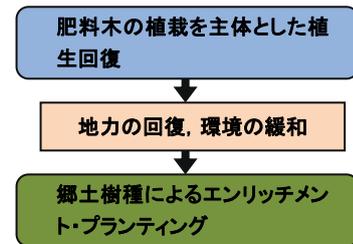
また、植栽した苗木を厳しい環境条件から保護する機能も失われているため、それら劣悪な条件に耐え得る樹種の選択も重要になります。

荒廃地の復旧植林の考え方

これら特徴により、例えば、東南アジアの極相林を構

成しているフタバガキ科樹種等は、植生回復の初期段階に植栽しても良好な成長を期待することは困難です。

初期段階には、マメ科樹木等の肥料木を植栽して地力を回復させるとともに、植栽木の成長により環境条件が緩和された段階で、天然林構成樹種等を林内に植え込み(エンリッチメント・プランティング)段階的に樹種転換を図ることが肝要です。



荒廃地での生物多様性を念頭に置いた植生回復の手順

荒廃地復旧植林と生物多様性(事例紹介)

●対象地の概要と植林の状況

国際緑化推進センターが、インドネシア国西ヌサテンガラ州ロンボック島のスカロー地域に、「日本インドネシア友好の森林」の造成を開始したのは 1996 年で、1999 年までの 4 年間で、350ha の荒廃地が緑化されました。

スカロー地域は、ロンボック島東南部の沿岸部に位置し、5-6 ヶ月間、雨が全く降らない半乾燥地です。隆起した石灰岩が母岩なため、元々栄養塩が少ない土地で、焼畑耕作が継続されたため、土地が荒廃しました。乾燥と海からの強風も植生の回復を阻害していました。



1997 年 5 月の状況

そのため、「日本インドネシア友好の森林」では、7 種のマメ科樹木を含む 14 種の、各種環境耐性の高い一般的造林樹木と、4 種の果樹を植栽しました。

果樹は、対象地域が保全林 (Protection Forest) に指定され、植栽木であっても伐採ができないだけでなく、インドネシアでは間伐も認められないため、住民の生計に配慮して導入しました。但し、植生回復に伴いサルが生

息環境が整い繁殖したため、住民に裨益できないという、当初予期しなかった問題も生じました。

スカロー地域に導入された樹種リスト

No.	学名	和名等	科名
1.	<i>Cassia siamea</i>	タガヤサン	マメ科
2.	<i>Dalbergia latifolia</i>	マルバシタン	マメ科
3.	<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	ゾウノミミ	マメ科
4.	<i>Samanea saman</i>	レインツリー	マメ科
5.	<i>Acacia arabica</i>	アラビアゴムノキ	マメ科
6.	<i>Leucaena leucocephala</i>	ギンネム	マメ科
7.	<i>Sesbania grandiflora</i>	シロゴチョウ	マメ科
8.	<i>Swietenia macrophylla</i>	マホガニー	センダン科
9.	<i>Azadirachta indica</i>	インドセンダン, ニーム	センダン科
10.	<i>Ceiba pentandra</i>	カボック	アオイ科
11.	<i>Tectona grandis</i>	チーク	クマツヅク科
12.	<i>Lannea coromandelica</i>		ウルシ科
13.	<i>Gmelina arborea</i>	イエマネ, ヤマネ	シソ科
14.	<i>Eucalyptus alba</i>	ホブラガム	フトモモ科
15.	<i>Moringa oleifera</i>	ワサビノキ	ワサビノキ科
16.	<i>Artocarpus heterophyllus</i>	ジャックフルーツ	クワ科
17.	<i>Annona squamosa</i>	パンレイシ	パンレイシ科
18.	<i>Anacardium occidentale</i>	カシュー	ウルシ科
19.	<i>Tamarindus indica</i>	タマリンド	マメ科

●生物多様性のモニタリング

「日本インドネシア友好の森林」では、植栽木の成長のみならず、侵入植物を含む植物相の変化、チョウ類とカミキリムシ類を指標とした生物多様性の変化を、定期的にモニタリングしました。

－植物相の調査結果

植物相については、2010年の調査では、植栽木の種内・種間競争により自然淘汰される個体が出てきていることを確認しました。また、樹木の成長に伴い鳥類の生息環境が整ったため、それを種子の伝播者とする樹種が侵入してきていることも確認しました。しかし、それら樹種の殆どが先駆樹種と呼ばれる短命の樹種でした。

－昆虫相の調査結果

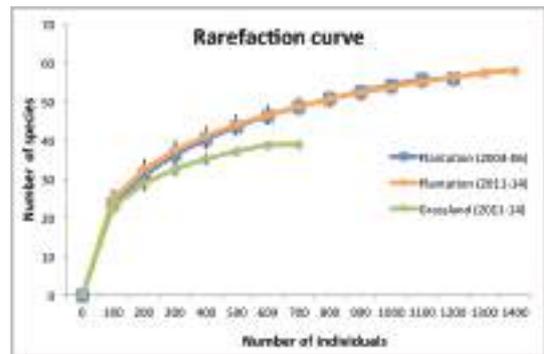
昆虫相については、出現種数と個体数の2004-2006年の調査結果、2011-2014年の調査結果、隣接する草地での調査結果を比較しました。

チョウ類は、樹木の導入により確実に種数が増加したものの、樹木の成長は種数の増加に影響しなかったことを確認しました。これは、新たな樹種の植栽によりそれらを食草とする種が増えたが、その他の種を養い得る食草が侵入していないことを示しています。

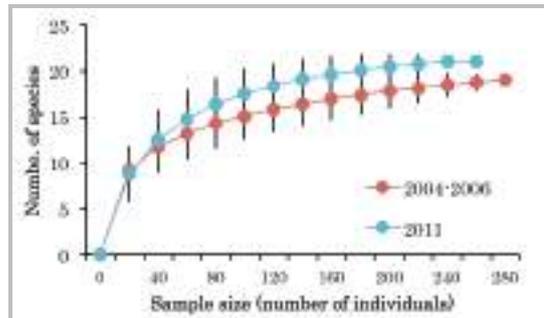
カミキリムシ類は、現在でも種数が増加し続けていることを確認しました。これは、幼虫の成長に太い幹の木が必要な種が、樹木の成長に伴い侵入成長してきたと考えられます。また、自然淘汰により枯死した木が増えていることも種数の増加に影響を与えているかもしれません。しかし、豊かな森林に生息する大型のカミキリムシは、いまだに侵入していません。これは、近隣に豊かな森林が残っていないことが原因だと考えています。



2014年12月の状況



希薄化曲線(チョウ類)



希薄化曲線(カミキリムシ類)

●まとめ

それぞれ種数の増加には、新たな食餌植物の導入が必要になっています。また、侵入経路確保のため、豊かな森林と対象地を結ぶ森林を造成することも必要です。

そのためには、環境の類似した地域であり、かつ対象地にできるだけ近い地域の植生を参考にして樹種数を増加させることが望まれ、そのための調査も実施し、推奨植物50種をリストアップしています。

そのなかでも、生物多様性の効率的な増進や住民の生計の向上の観点からは、下記のような樹種を優先して植栽していく事が望まれます。

- ☆風や鳥類による種子の散布が期待できない樹種
- ☆地元固有種や資源量が乏しくなっている樹種
- ☆住民の生計に資する非木材林産物を生産する樹種

各論2: 低質二次林の改良, 早生樹植林地における樹種転換

はじめに(背景・目的)

天然林が伐採された場合、皆伐ではなく有用樹種の択伐であったとしても、短期間に集中的に行われた場合は、種子源が失われ森林の劣化が引き起こされます。また、森林面積・資源を早期に回復するため、各国でアカシアマンギウム等の早生樹が大規模に植栽されていますが、不成績造林地や採算性の問題から、伐採適齢期になっても放置され、手入れ不足から立ち枯れを起こしている林も見られるようになりました。このような森林は、先駆樹種を主体とした低質二次林に変化し、地域住民にとって価値が低く、法的な規制がかかっていたとしても、農地等への土地利用転換の格好的となっています。

また、早期緑被回復を目的に早生樹を植林した林も、その第2段階として、森林の質の向上を目的とした樹種転換を図る動きも見られます。

低質二次林, 不成績造林地の特徴

低質二次林は、先駆樹種を主体に構成され、寿命が短く、短いサイクルで更新が繰り返されています。森林が継続して成立していたことから、地力はある程度回復していることが多く、また、植栽木を強烈な日射や風から保護する環境も整っています。逆に、上層木や灌木の存在が、植栽木が成長するための受光を遮っているのが課題となります。

樹種転換の考え方

それぞれの生態系(植生遷移のステージ)は、それぞれ特有の生物多様性を持っています。それぞれが保全される必要がありますが、中でも極相林に近いステージの生態系は希少になっています。とくに多様性に富んだ熱帯雨林は、1haに林冠を構成する同じ樹種は1本もないと言われるほど、多様な樹種で構成されていますので、完全に修復することは不可能ですが、それを目指した取り組みをすることは有益です。

重力落下が種子散布である樹種は、近くに母樹が存在しない限り、人が植え込まなければ生息域を拡大することができません。それらのうち資源量が低下している樹種を積極的に植栽していく必要があります。

また、環境林として造成された林は、たとえ植栽された樹種でも伐採規制がかかるのが一般的です。そのため住民の生計に配慮した非木材林産物の採取が可能な樹種を取り入れていくことも肝要です。

植栽の考え方

元来、極相林の樹冠を構成する樹種の多くは、稚幼樹



早生樹不成績造林地の概観とその林内

の間は耐陰性が高い性質を持っています。この特性を活かして、現存する樹木を強烈な日射や風から保護する木として残しながら樹冠下植栽を行うのが効率的です。但し、耐陰性が高いと言っても、日陰を好むということではありませんので、受光量を確保するための工夫が必要です。そのための方法として、

- ラインプランティング方式
 - ギャッププランティング方式
- 等の手法が採られています。

手法の選択や規模については、対象地の土質や傾斜、降水量、経済性を考慮して決める必要があります。

樹冠下植栽と適正な育成管理(事例紹介)

●対象地の概要

国際緑化推進センターは、2012年にマレーシア国サラワク州サバル地域の中の2haに森林保全モデル林を造成しました。

サバル地域は森林保護区に指定され、地域住民の農地への土地利用転換を防ぐために、1994年以降アカシアマンギウムが植栽されましたが、成長が不良だったこと、材価に比べ輸送コストが高かったことから、伐採適齢期になっても放置され、手入れ不足から立ち枯れ、先駆樹種等が優先する低質二次林に代わりつつあります。

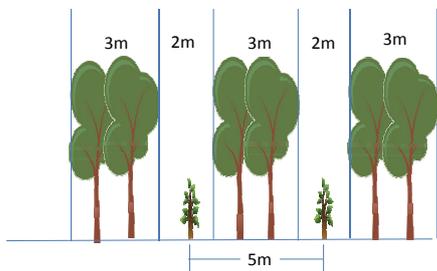
この林を、地域住民にとって価値があり生物多様性の高い林に誘導するために、灌木や商業的価値の低い樹

木を対象として、ライン状に林を伐採し、郷土樹種の樹冠下植栽を行いました。

●植栽手法

2007年にサラワク森林公社は「エンリッチメント・プランティング*」（Enrichment Planting）のためのガイドライン・手引きを作成しました。ガイドラインでは、林内の保残帯を挟んだラインの間隔を10mとし、各ライン上に3m間隔で植栽、ラインは3m幅で除草、灌木の伐採、形質不良木や市場性のない木を除去するとしています。

しかし、サラワク森林公社は、この方法を変形し、ライン間隔5m（保残帯3m）、ラインの刈り払い幅2m、ライン上の植栽間隔5mとして、現在一般的に実施しています。当モデル林では、この現在一般に行われている変形法を用いて植栽を実施しました。



サラワク森林公社のラインプランティング法(変形法)

*）エンリッチメント・プランティング：本来の天然林の構成樹種に近い森林に誘導するための、(有用な)郷土樹種の林内への植え込み。補植、林内植栽、補強植栽などと訳されることもある。

●植林樹種の選定

樹種の選定にあたっては、事前に土壌調査を行い、土壌条件に適した樹種を抽出するとともに、資源量の回復が望まれる樹種や住民の生計への裨益の観点からも検討を行いました。また、フタバガキ科樹種は年により種子の豊凶の差があるため、事業実施時点で調達可能な種を選択した結果、計9種の郷土樹種を植栽しました。

森林保全モデル林に導入された樹種リスト

No.	学名	科名	特徴、用途
1.	<i>Shorea rubra</i>	フタバガキ科	保全が求められる
2.	<i>Shorea ladiana</i>	フタバガキ科	絶滅危惧種
3.	<i>Shorea seminis</i>	フタバガキ科	保全が必要
4.	<i>Shorea argenteifolia</i>	フタバガキ科	保全が必要
5.	<i>Dipterocarpus oblongifolius</i>	フタバガキ科	魚類の餌(果実)
6.	<i>Dryobalanops beccarii</i>	フタバガキ科	龍眼、天然林樹冠層構成種
7.	<i>Palaquim pseudorostatum</i>	アカテン科	樹脂(グッタペルカ)
8.	<i>Koompassia excelsa</i>	マメ科	蜂の営巣、薬用(樹皮)
9.	<i>Artocarpus kemando</i>	クワ科	果樹(ミルク成分)

●保育管理

年2回、ライン上の雑草や灌木の除去、日射を遮る蔓性植物の除去を行いました。また、良好な成長を担保す

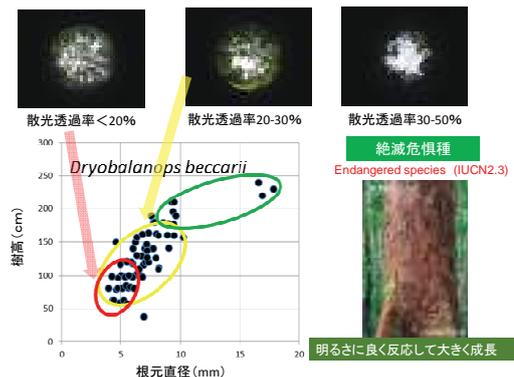
るために植栽時の施肥、年2回の追肥を行いました。

●成長量のモニタリング

2013年2月に初期段階での樹高・直径を測定し、2014年の3月に、成長量と受光量の相関を把握するための調査を行いました。また、データの精度を高めるため、2014年10月には、近接地域で郷土樹種が植栽されている事例についても同様の調査を行いました。

その結果、ラインプランティングにより林内植え込みされた苗木は、散光透過率10~20%でもほとんどの樹種が生存するものの、定着(平均的な成長を確保)させるためには少なくとも散光透過率20~30%以上の明るさが必要と判りました。さらに、侵入した先駆樹種との競争に負けず、林冠の閉鎖前に上層樹高へ達するような成長を期待するには、散光透過率30~50%以上の明るさが必要との結果が出ました。

例えば、伐採幅と伐採列の光環境(林冠高20m)をモデルで計算した結果、伐採幅2mでは伐採列の散光透過率は20%弱にしかありませんでした。しかし、林内が明るすぎても下刈りが頻繁に必要なので、林床の散光透過率を20~30%で管理し、苗木の樹高が成長することで(高いほど受光量は増える)、30%の光環境を獲得するのが得策です。そのためには、伐採幅3~5mが必要と、林冠は閉鎖してくるので適宜伐採が必要と考えられました。サラワク森林公社のガイドラインは3mの伐開幅と林冠部の照度調節のための伐開を推奨しており、モデル林の結果からも、記載どおりの施業方法が必要と確認できました。



D. beccarii 植栽2年後の地際直径-樹高と林内の光環境の関係

●植栽手法と維持管理手法の改善に向けて

伐開幅を狭めた植栽が一般化しているのは、地拵え費用や維持管理費用の節約のためだと考えられます。抜開幅に応じた地拵え経費だけでなく、林床の受光量が増すと、その分、雑草の生育が旺盛になります。

植栽・維持管理手法改善のための提案を行うには、経済性を加味した上での優位性を示す必要があります。

各論3:生態学的コリドー(緑の回廊)の確保

はじめに

総論の「生物多様性に配慮した森林の保全・造成の留意点」の「連続性の確保」の項で述べましたが、生物種の近親交配による遺伝資源の劣化を防ぐためには、十分な個体数からなる生物群を維持できる森林面積が必要です。

しかし、現状の森林劣化・減少のみならず、2050年までに予想される世界人口増加に対応するためには70%も食糧増産が必要との見通しもあり、まとまった面積の森林を保全するのが困難な状況にあります。

土地の生産性を調査し、農業に適さない地域での森林の土地利用転換を防ぐとともに、隔離分布している森林どうしを繋ぎ、生物の交流のための経路を確保する取り組みが必要で、この移動経路にあたるのが「生態学的コリドー(緑の回廊)」と呼ばれるものです。英語では、Biological corridor, Ecological corridor, Conservation corridor, Wildlife corridor などと呼ばれています。

生態学的コリドーの構造

コリドーによる生物多様性保全のためのシステムは、4つの要素により構成されます。

●コアエリア

コアエリアとは、現存している良好な森林で、生物の生息・生育の拠点となる重要な地域です。

●コリドー(緑の回廊)

生物の遺伝子交流等のために重要な移動経路です。

●バッファゾーン

コアエリアや保全・造成したコリドーを人為的圧力や環境条件から保護するための緩衝地帯です。この区域では、人間の関与(生産・採取活動)は排除されます。

●森林利用区域

地域の住民が持続的に林産物を採取できるよう設定された区域で、この外側に農地や居住地が存在します。

コリドーの種類

さらにコリドーは、その形態や規模から、次のように分類されます。

●ランドスケープコリドー (Landscape corridor)

ランドスケープとはこの場合、「横長の」という意味を示します。コアエリア同士を結び、対象とする生物が安全に移動できる幅を持ったものです。

●線状コリドー (Linear corridor)

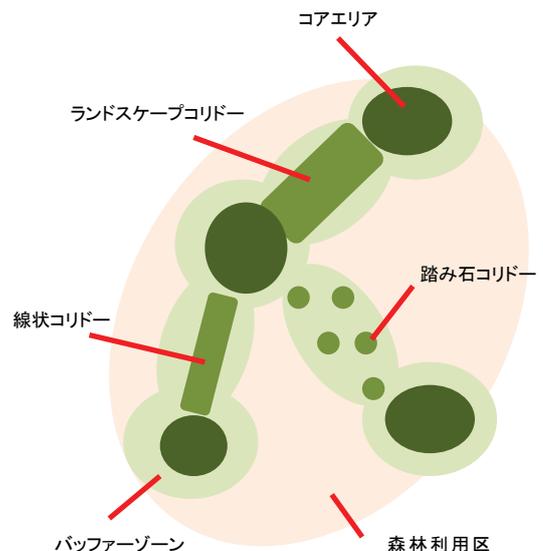
幅は細いが、長く連続的なコリドーです。大型動物の移動のために十分な幅のコリドーが設定できない場合でも、コアエリア同士を結び、河川の河川敷の植生保全や街路樹の植栽を行うこと等により小型動物や鳥類、昆虫

類の移動経路が確保できます。

●踏み石コリドー (Stepping stone corridor)

非連続的で小規模であっても、飛翔可能な生物にとっては、飛翔能力の範囲内に森林が存在すれば、食糧確保や休憩・保護の場が提供され、次へ移動して行くことが可能となります。

各論1の「荒廃地を対象とした復旧植林」で取り上げた大型カミキリムシも、このようなコリドーの造成(森林造成)が、良好な森林と「日イ友好の森林」の間に行われれば、将来的に侵入してくることが期待できます。



生態学的コリドーの設定状況(日本の事例)

日本では、国有林を対象として24カ所の緑の回廊が設定されています。

No.	学名	面積(千ha)	延長(km)
1.	知床半島緑の回廊	12	36
2.	大雪・日高緑の回廊	17	57
3.	支笏・無意根緑の回廊	7	30
4.	北上高地緑の回廊	27	150
5.	白神八甲田緑の回廊	22	50
6.	八幡平太平洋山緑の回廊	11	60
7.	奥羽山脈緑の回廊	73	400
8.	鳥海朝日・飯豊吾妻緑の回廊	58	260
9.	会津山地緑の回廊	105	100
10.	緑の回廊越後線	16	70
11.	日光・吾妻山地緑の回廊	94	180
12.	緑の回廊日光線	11	38
13.	緑の回廊三国線	13	52
14.	秩父山地緑の回廊	6	44
15.	丹沢緑の回廊	4	43
16.	富士山緑の回廊	2	24
17.	緑の回廊雨飾・戸隠	4	17
18.	緑の回廊八ヶ岳	6	21
19.	白山山系緑の回廊	43	70
20.	越美山地緑の回廊	24	66
21.	東中国山地緑の回廊	6	42
22.	四国山地緑の回廊	18	128
23.	綾川上流緑の回廊	2	5
24.	大隅半島緑の回廊	1	22
	合計	583	

各論4: 地域住民の生計に対する配慮

はじめに

国連生物多様性条約や、その締約国の 2020 年までの目標を示した愛知ターゲットにおいても、地域住民の伝統的知識や慣行、慣習的利用の尊重や完全で効果的な参加での実施について、政策レベルでの対応が求められています。プロジェクトレベルでの取り組みを規定するものではありません。しかし、一般的に森林造成プロジェクトでは、プロジェクト対象地周辺に居住する地域住民に対する配慮は必ず求められるもので、このガイドラインで取り扱う生物多様性の保全・増進に配慮した森林造成においても同様です。

プロジェクトにおいて、地域住民は森林造成や管理の担い手となることもあれば、その森林を利用して利益を得ることもあります。一方で場合によっては不利益を被ることもあります。プロジェクト目的の達成や成果の持続性の観点からも、地域住民との良好な協力関係を構築するため、地域住民の利益の確保と不利益の最小化を目指さなくてはなりません。

そのためには、地域住民の生計活動を理解した上で、プロジェクトの設計に反映していく必要があります。地域毎に社会・文化・経済的要素は大きく異なるので、プロジェクト毎に取り組む内容は工夫しなければなりません。ここではいくつかの項目について例示します。

森林利用に関する権利の明確化

まずは、森林を誰がどのように利用する権利を有しているかを明確にしなければなりません。プロジェクト対象地を決める際に、対象地の権利関係について行政側と地域住民側双方に確認を行いましょう。

- ① 行政の定めた土地区分・森林区分の確認
- ② その区分における、地域住民による木材伐採・林産物採取等の利用の可否
- ③ 必要な場合は利用許可手続きの確認
- ④ 地域住民の実際の利用範囲・内容・ルールの確認

行政の区分と地域住民の実際の利用が一致していれば何も問題ありませんが、ときには両者が食い違っている場合(例: 国立公園内で本来禁止されている農業を行っている、等)があります。このような場合、対象地候補から外す判断も必要です。

利用に関する留意点

●木材伐採の制限

国立公園や保護林のような森林区分の土地においては木の伐採が禁止されている場合が多く、また、禁止されていない場合でもプロジェクト対象地においては伐採をしないよう地域住民の理解を得る必要があります。一

般的に、地域住民が木を切る目的として、①農地として利用するための皆伐、②販売目的での皆伐／抜き切り、③自家消費目的での抜き切りや薪炭材採取の3通りが考えられます。プロジェクトの成果を大きく損ねる①②については行わないような取り決めを作るしかありませんが、③については、場合によっては利用を認めるバッファゾーンを設ける、別の場所に自家消費用林地を造成する等の対応を行うことで、地域住民の不利益を回避することも可能になります。

●非木材林産物の利用

一方、果実や下草等の非木材林産物については法的に認めている場合も多いですが、プロジェクトにおいてより積極的に活用することで、地域住民の利益に結びつけることを検討するとよいでしょう。上記のように木材伐採を制限する代わりにプロジェクト対象地の周囲等に、希望する果樹やラタンなどを植えて利用できるようにすれば、プロジェクトの実施を地域住民の収入に繋げる事ができます。

●家畜放牧等の制限

森林内で家畜(ウシ、ヒツジ等)を放牧している場合があります。下草等を食べさせているだけであれば、プロジェクト対象地内で放牧を行っている場合でも大きな問題にはなりません。特にプロジェクト初期の幼木・若木段階ではプロジェクトで植林した樹木が食害を受ける恐れがあるので立ち入らないよう制限する必要があります。また、地域によっては、家畜に柔らかい草を食べさせるために火入れをする場合もあるので、森林火災を予防するためにはこれの制限も検討する必要があります。

JIFPRO の取り組み

JIFPRO が 1996 年から 2000 年にかけてインドネシア・ロンボク島にて実施した「日本・インドネシア友好の森」プロジェクトにおいては、アグロフォレストリー形式で林地内で農業を行う他、フェーズ I では植栽木の 2 割を、フェーズ II においては 7 割を果樹などの多目的樹種とすることで地域住民の生計に配慮した取り組みを行いました。



日イ友好の森林の樹間では農業も行われた(2003年)

●測定上の留意点

両種ともに、捕獲した個体を持ち出すことになります。特にチョウ類については、調査区画ごとの測定条件を同じにする(天候や測定時間の違いによる差をなくす)ため、同じ調査区画で日時を変えて繰り返し測定することが必要です。捕獲した個体の持ち出しによる影響を防ぐため、ある程度間隔(日数)を開けて測定を行うことも必要です。



ジャックフルーツ類の小枝によるカミキリムシ・トラップ

○調査結果の分析

それらの情報(出現種と個体数)を基に、植生の状態(食草の有無や森林の成長度合い)を判断します。

社会調査手法

生物多様性に関する社会調査の手法においては、植物相・動物相の調査とは目的が異なります。つまり、実際の多様性について調査をするわけではなく、地域住民が多様性についてどう認識しているかを把握することが目的です。地域住民と森林との関わりや利用の様子が明らかになれば、どのような樹種を植えることが地域住民にとっての「豊かな森林」に繋がるのか、を考える材料になります。また、植林後にも調査を行うことによって植林による地域住民の生活への影響を知ることが可能になります。

一般的に、プロジェクトにおける社会調査では、調査対象となるコミュニティの社会構造や文化、経済状況等について明らかにし、プロジェクト実施がコミュニティに対して与える影響を評価することを目的とします。同時に、近年ではコミュニティを環境保全や生物多様性保全の主体と捉え、コミュニティの環境意識を調査したり生物多様性モニタリングを実施したりするケースが増えてきています。

ここでは、コミュニティが普段どのような樹種をどのように利用しているかを調査する方法について述べます。

●樹種リストの作成

- 地域の森に生育する主要な樹種について調査し、リストを作成します。調査の際に樹木や葉、花や

実等の写真を撮影し、それをリストに含めることが理想的です。

- 樹種名は学名や和名・英名だけでなく、地域での名称を把握することが重要です。現地の研究機関等に照会し、対応関係を事前に把握しておくとう良いでしょう。ただし地域によってはその国で広く通用している呼称ではない別の名称を用いている場合もあることを念頭に置いておきましょう。

●地図の作成

- 村の周囲の森や土地がどのような分類で、どのような利用をしているか、地図を一緒に作成しながら確認します。土地の所有関係(国有、共有、私有等)と実際の利用エリアは必ずしも一致しないので注意が必要です。

●樹種毎の用途、所在の確認

- 樹種リストと地図をもとに、樹種毎に、用途、頻度、一回の利用量や、生息エリア、資源量等を聞き取ります。

●森林の価値付け

- どのような森林を価値があると考えているか聞き取ります。より具体的に、「大きな木がたくさん生えているが伐採はできない森」や「果樹が植わっている森」、「細いが色々な樹種が植わっている森」など、森の状態を示して比較評価してどちらが良いか選んでもらうのもひとつの手です。
- JIFPRO がサラワクで実施した調査の際には、植生調査で判明していた樹種の分布や平均胸高直径のデータと、地域住民による利用の実態を重ねあわせることで、天然林・二次林・植林地のそれぞれにどの樹種が分布し、用途としてどういった傾向があるかを調べました。



コミュニティへのグループインタビュー

Scientific name	Local name	Natural		To know		Forest					Use			
		%	Mean	Know	Know	Natural	Disturb	Forest	Disturb	Forest	Disturb	Forest	Disturb	
<i>Mesua beccariana</i>	Mergasing paya	0.8	20.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Biodomyia molleri</i>	Lidak katak	0.8	12.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Psychotria elmeri</i>	Acacia	-	-	1	1	-	-	1	-	1	1	-	-	-
<i>Kokoona ovatalancolata</i>	Bajan D. B	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Tiamalus borneense</i>	Bar	3.9	11.9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Tiamalus flavescens</i>	Bar	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Pontace laufflori</i>	Baru(bukit)	2.4	14.9	1	1	1	1	-	-	-	1	-	-	-

樹種別の調査 結果表のイメージ

参考文献リスト

生物多様性への配慮の必要性

生物多様性条約

IUCN, The IUCN Red List of Threatened Species

IUCN, Global Invasive Species Database

各論1: 荒地を対象とした復旧植林

(全般)

Kenji Fukuyama, Teruki Oka (edit.). (2010) Proceedings of International seminar on CDM Plantation and Biodiversity -Results of a collaborative research in East Kalimantan-, FFPRI, pp50

Yosuke Matsumoto et al. (edit). (2005) Rehabilitation of degraded tropical forests, Southeast Asia 2005: Proceedings of the International Workshop on the Landscape Level Rehabilitation of Degraded Tropical Forests, February 22-23, 2005

(植生)

Morikawa, Y. (2003a) Biomass measurement of *Azadirachta indica*, *Cassia siamea*, and *Dalbergia latifolia* planted forests and baseline vegetation - *Lantana camara* shrub communities - in the Japan-Indonesia friendship forest in Lombok, Indonesia. In Fiscal report of projects for developing technologies to promote AR-CDM, 2002, JIFPRO, Tokyo, 80-86

(昆虫)

Noerdjito, Woro A., Kazuma Matsumoto and Endang Chorik (2013) Longhorn beetles and butterflies collected from Suranadi natural forest (West Lombok) and Sekaroh, Friendship Forest (East Lombok) collected in January 2013. 森林保全モデル林造成事業 (平成 24 年度調査報告書), 20-33

Noerdjito, Woro A., Kazuma Matsumoto and Sarino (2014) Longhorn beetles and butterflies collected from Mountain Tunak natural forest (Central Lombok) and Sekaroh Friendship Forest (East Lombok) in February 2014. 森林保全モデル林造成事業 (平成 25 年度調査報告書), 72-84

中牟田潔, 松本和馬, Woro A. Noerdjito. (2004) 動物, 病害虫に及ぼす影響の解析. 森林吸収源計測・活用体制整備強化事業調査報告書(3) CDM 植林基礎データの整備, 71-76

松本和馬 (2013) インドネシアロンボク島の「日本・インドネシア友好の森フェーズ1」昆虫類の生物多様性調査 現地調査. 森林保全モデル林造成事業 (平成 24 年度調査報告書), 12-19

各論2: 低質二次林の改良, 早生樹植林地における樹種転換

Hamzah, M.B., M.D. Mahmud. (2003) Manual of Forest Establishment and Silviculture Treatments for Degraded Natural Forest in Peninsular Malaysia, ITTO, pp40

Hattori, D., T. Kenzo, J.J. Kendawang, I. Ninomiya, K. Sakurai. (2013) Rehabilitation of Degraded Tropical Rainforest Using Dipterocarp Trees in Sarawak Malaysia. International Journal of Forestry Research 2013: 1-11

Hattori, D., T. Kenzo, N. Yamauchi, K.O. Irino, J.J. Kendawang, I. Ninomiya, K. Sakurai. (2013) Effect of Environmental Factors on Growth and Mortality of *Parashorea macrophylla* (Dipterocarpaceae) Planted on Slopes and Valleys in a Degraded Tropical Secondary Forest in Sarawak, Malaysia. Soil Science and Plant Nutrition 59: 217-228

Kenzo, T., R. Yoneda, Y. Matsumoto, A.M. Azani, M.N. Majid. (2011) Growth and Photosynthetic Response of Four Malaysian Indigenous Tree Species Under Different Light Conditions. Journal of Tropical Forest Science 23: 271-281

Noradli, P., Multi (2013) Storied Forest Management System as an Enrichment Planting Arrangement on Poorly Stocked Inland Forest: An Experience in Peninsular Malaysia. International Journal of Science 2: 28-42

Pakhriazad, H.Z. (2004) A Study on the Development and Implementation of Enrichment Planting in Peninsular Malaysia 2004. Tropical Agricultural Research and Extension 7: 134-144.

Perumal, M. (2012) Growth Performance and Survival Rate of Planted *Shorea macrophylla* at Various Age Stands in Sampadi Forest Reserve. Universiti Malaysia Sarawak

Pinard, M.A., D.W. Davidson, A. Ganing. (1998) Effects of Trenching on Growth and Survival of Planted *Shorea parvifolia* Seedlings under Pioneer Stands in a Logged-over Forest. Journal of Tropical Forest Science, 10(4), p. 505-515, 1998.

Sabang, J., Abdullah, J. (2007) Enrichment Planting - Prepared for Forest Management Certification (MC & I - 2002), Sarawak Forestry Corporation, pp20

Vincent, A., S.J. Davies. (2003) Effects of Nutrient Addition, Mulching and Planting-hole Size on Early Performance of *Dryobalanops aromatica* and *Shorea parvifolia* Planted in Secondary Forest in Sarawak, Malaysia. Forest Ecology and Management 180: 261-271

Vincent, A. Studies of Native and Exotic Tree Plantations in Sarawak. Thesis for Master of Science, Universiti Malaysia Sarawak, 2002

Wasli, M.E., H.Sani, H.S. Ying, M. Perumal, Z.A. Zainudin, J. Lat, L.P. Sean (2014) Preliminary Assessment on the Growth Performance of *Dryobalanops beccarii* Dyer Planted under Enrichment Planting Technique at Gunung Apeng Forest Reserve, Sarawak, Malaysia. Kuroshio Science 8: 45-52

Safa, M.S., Z. Ibrahim, A. Abdu. (2004) Potentialities of New Line Planting Technique of Enrichment Planting in Peninsular Malaysia: A Review of Resource Sustainability and Economic Feasibility. MPRA Paper, University Putra Malaysia, no. 10889, p1-5

各論3: 生態学的コリドー(緑の回廊)の確保

林野庁 (2003) 国有林野における緑の回廊のモニタリング調査マニュアル

IUCN (2006) Connectivity Conservation: International Experience in Planning, Establishment and Management of Biodiversity Corridors

各論4: 地域住民の生計に対する配慮

吉岡崇仁 編 (2009) 環境意識調査法, 勁草書房

鷲谷いづみ・鬼頭秀一 編 (2007) 自然再生のための生物多様性モニタリング, 東京大学出版会

国際緑化推進センター (2004) 温暖化対策クリーン開発メカニズム事業調査「インドネシア国ロンボク島における住民参加型 CDM 環境植林可能性調査」報告書, 20-23

国際緑化推進センター (2001) 温暖化対策クリーン開発メカニズム事業調査「インドネシア国ロンボク島における住民参加型 CDM 環境植林可能性調査」報告書, 30-31

佐藤孝吉・棚橋雄平 (2011) 地域住民の協働条件の評価. 森林保全モデル林造成事業 (平成 22 年度調査報告書), 70-78

佐藤孝吉・棚橋雄平 (2012) 生物多様性を目指した土林造成と地域住民. 森林保全モデル林造成事業 (平成 23 年度調査報告書), 52-61