

E-3 荒廃熱帯林のランドスケープレベルでのリハビリテーションに関する研究

(4) 地域の環境保全のための修復技術の統合

② 修復技術の統合と土地資源管理オプション

京都大学大学院アジア・アフリカ地域研究研究科

小林繁男

<研究協力者>

独立行政法人森林総合研究所 多摩森林科学園

植田愛美

独立行政法人国立環境研究所 熱帯生態系保全研究室

奥田敏統

国際林業研究センター(CIFOR)

藤間 剛

タイ王国 カセサート大学 林学部(KUFF)

Bunvong Thaiutsa・Chanchai Yarwudhi・
Changrak Wacharinrat

タイ王国 王立森林局(RFD)

Samrong Panuthai

インドネシア共和国 林業省

Atok Subiakto

マレーシア連邦国 マレーシア・プトラ大学(UPM)

Faridah-Hanum Ibrahim・Mohamad Azani Alias
・Mohd. Zaki Hamzah・Nik Muhamad Majid・
Mohd. Kamil Yusoff

インドネシア共和国 インドネシア科学院(LIPI)

Woro Anggratoningsih Noerdjito

平成 15～16 年度合計予算額 (予定) 10,901 千円

(うち、平成 16 年度予算額 6,405 千円)

[要旨] 各サブテーマの成果を大別して技術修復パラメータと社会経済パラメータの2つとし、3つのコントロールファクター(ランドスケープレベル、トレードオフ、サイクリックターム)を用いて、コンパートメントモデルを構築し、モデルの運転を行った。結果は30万以上の応答選択からコントロールファクターをいれ3つのオプションを選択した。

[キーワード] 修復技術、社会経済、住民の森林意識、モデル、応答選択オプション

1. はじめに

地球環境問題としての熱帯林の減少に関する社会経済・研究のニーズは地球温暖化防止対策・持続可能な森林管理・生物多様性保全・砂漠化防止・木材認証制度等国際的なものであり、COP6(京都議定書)、モントリオールプロセス(基準指標)や ITTO2000(持続的森林管理)などで協議されている通り、一連の国際条約等と密接に関連している(CIFOR 2001、ITTO 1990、1999、IUFRO 2002)。熱帯林のもつ温暖化緩和や生物多様性維持など森林諸機能の健全なる発揮が重要とされていて、持続的な熱帯林の管理については国連森林フォーラム(UNFF)で基準指標を設定し、それに対するモニタリング・アセスメント・リポーティングという方針を検討している。しかし、熱帯林の減少・劣化が地球環境に与える多大な影響についての協議は進んでいるものの、荒廃した熱帯林の修復自体の検討はされていない(Fukui et al. 2000、ITTO 1999、環境省 2002、Muhtaman

et al. 2001)。そこで、日本、タイ、インドネシアの住民ならびに都会と地方に住む人々の森林観の類似・相異に基づいたランドスケープレベルでの荒廃林の再生に対する修復技術の統合を行う必要がある。このため、応答選択オプションを設定しフィードバックシステムにより地域に適合した修復技術と社会経済アダプタビリティを検討する。

なお、このサブサブテーマは、課題責任者の小林繁男（元森林総合研究所研究管理官）の京都大学への移動（平成 15 年 4 月）に伴い、当初のサブサブテーマを「E-3(4)①熱帯林修復技術のネットワークおよびデータベース構築に関する研究」と分割したものであるが、緊密な連携を取りながら推進した。

2. 研究目的

平成 14 年度は（森林総合研究所に在籍中）、これまでに得られている研究成果の普及のため各種講演などを行い、それらを通じて荒廃した熱帯林を修復する意義についての日本人の意識を明らかにする（全国林業改良普及協会 1999、2002）ため、人々に森林に対する価値を再認識するための機会の提供を講演会などで行い、より積極的な森林への働きかけを喚起させるような環境教育を行うための基礎作りに取り組む。

平成 15 年度は熱帯樹種の環境適応戦略に関するモデルの構築を目指す。また、これまで東南アジア熱帯の諸地域で得られた類似の資料を収集・整理し、利便性の高いデータベースを構築するための検討を開始し、修復技術の統合のためのコンパートメントモデル構築を試みる。

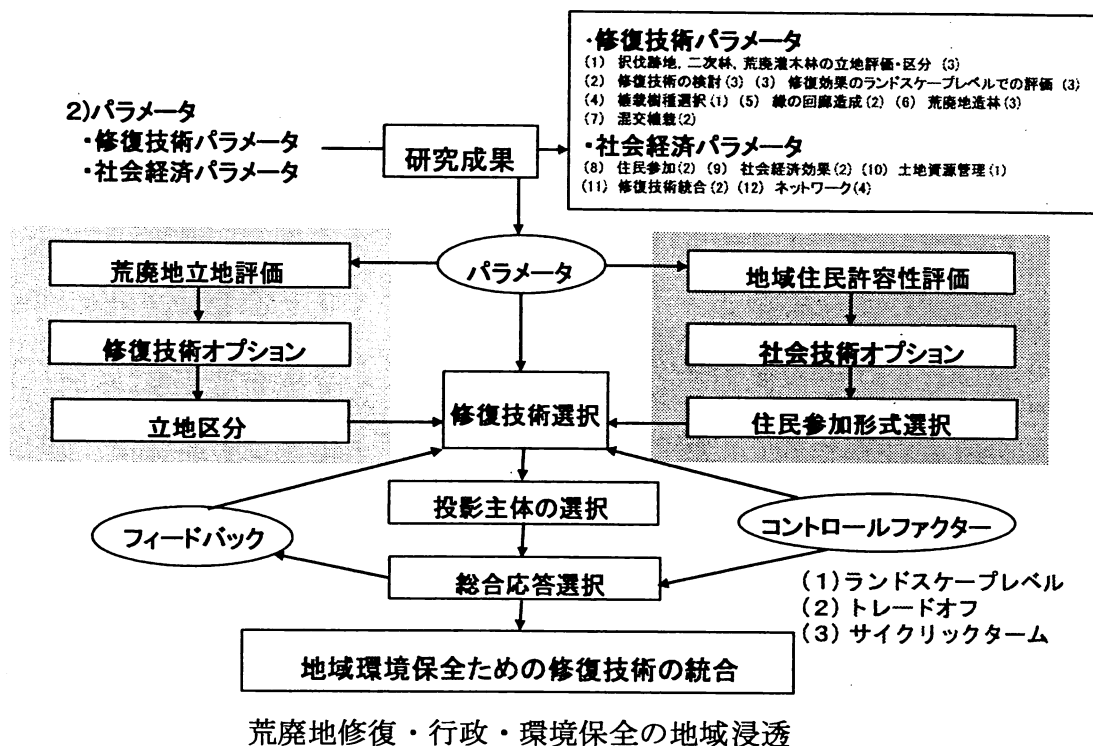
平成 16 年度は、開発途上国と先進国において両者の都市と地方に住む住民の森林観についてその相違と共通点が明らかになったので、その結果をどのように森林保全・環境保全あるいは環境保全政策に反映させるかを検討し、タイのカンチャンブリ・トンパーブンのメクロン流域保全地域を対象にして応答選択コンパートメントモデルの構築を行い、その実効性について検討を加える。

3. 研究方法

サブテーマ 1、2、3、および 4 の成果から、パラメータを抽出し、コンパートメントモデルを構築する。パラメータは修復技術パラメータと社会経済パラメータに 2 大別し、地域環境保全のための荒廃林の修復に対する総合応答選択を可能とするためのコントロールファクターの抽出を行った。コントロールファクターは、ランドスケープレベル、トレードオフ、サイクリックチームの 3 つを選んだ。このモデルを用いて、仮想サイトとしてタイ・トンパーブンを設定し、順列組み合わせによりパラメータを選択し、地域に適合した修復技術および社会経済技術のオプションを創った。

また、平成 15 年 2 月 18～19 日、平成 16 年 3 月 2 日～3 日、平成 17 年 2 月 22 日～23 日の 3 回にわたり、国際ワークショップ“The International Workshop on the Landscape Level Rehabilitation of Degraded Tropical Forests”を森林総合研究所の協力を得て開催した。その際に、タイ、マレーシア、インドネシア、およびインドから、延べ 26 名の海外研究者を招聘し、現地報告・討議をおこない、その成果としてプロシーディングスを刊行した。

さらに、現存するネットワーク情報の交換やプロジェクトの総合化を進めデータベースと国際ネットワーク構築を行うため、森林総合研究所内サーバにホームページの構築を指揮した。



図ー1 応答選択オプション（コンパートメントモデル）

4. 結果・考察

平成 14 年・15 年の結果および考察：サブテーマ 1、2、3、4 の成果から、パラメータを抽出し、コンパートメントモデルのドラフトを構築した。パラメータは修復技術パラメータと社会経済パラメータに 2 大別した。

修復技術パラメータは、

- 1) 択伐跡地、二次林、荒廃灌木林の立地評価・区分 (3)
- 2) 修復技術の検討 (3)
- 3) 修復効果のランドスケープレベルでの評価 (3)
- 4) 植栽樹種選択 (6)
- 5) 緑の回廊造成 (2)
- 6) 荒廃地造林 (3)
- 7) 混交植栽 (2)

の 22 であった。

社会経済パラメータは、

- 8) 住民参加 (2)
- 9) 社会経済効果 (2)

- 10) 土地資源管理(1)
- 11) 修復技術統合(2)
- 12) ネットワーク(4)

の11であった。これら33のパラメータを順列組み合わせで解析し、地域荒廃地の修復に関して、組み合わせを適用し、その応答選択から最適修復方法を地方政府・地域自治体、村落グループに提示することを今後、検討する。地域環境保全のための荒廃林の修復に対する総合応答選択を可能とするためのコントロールファクターとして(1)ランドスケープレベル、(2)トレードオフ、(3)サイクリックタームの3つを抽出した。

平成16年の結果および考察：平成15年は修復技術の統合のために図-1のコンパートメントモデルを構築した。本年度はテストサイトをタイ西北部カンチャナブリ州トンパーブンのメクロン流域(北緯14度30分、東経98度45分、バンコクから250km)に設定した。ここは王室林野局によりメクロン川の水源涵養保全流域として管理されている。

コントロールファクターは(1)ランドスケープレベルは450haで大スケール、(2)トレードオフは流域のため森林環境保全機能を重視して、(3)サイクリックタームは100年以上と設定される。

修復技術パラメータは、

- 1) 択伐跡地、二次林、荒廃灌木林の立地評価・区分：
 - (1)二次遷移、(2)先駆樹種の役割、(3)天然更新と母樹
- 2) 修復技術の検討：
 - (4)エンリッチメント植栽法、(5)天然更新促進法、(6)種子散布パターン
- 3) 修復効果のランドスケープレベルでの評価：
 - (7)昆虫の生物指標、(8)基準指標、(9)森林の環境保全機能の評価
- 4) 植栽樹種選択：
 - (10)二次林の生理生態評価
- 5) 緑の回廊造成：
 - (11)緑の回廊設置
- 6) 荒廃地造林：
 - (12)樹種選択、(13)立地評価と土壌の改善、(14)荒廃地での造林技術の開発
- 7) 混交植栽：
 - (15)樹種選択、(16)混交植林

の16があげられる。

社会経済パラメータは、

- 8) 住民参加：
 - (17)住民参加型、(18)アカウンタビリティ
- 9) 社会経済効果：
 - (19)社会経済適応、(20)地域住民のインセンティブ
- 10) 土地資源管理：
 - (21)土地資源管理
- 11) 修復技術統合：

(22)データベース化、(23)応答選択

12)ネットワーク：

(24)標準フォーマットによるデータベース、(25)ホームページ、(26)環境教育、(27)国際機関・他のネットワークの連携

の11である。

合計27のパラメータは、さらに具体的に細分されるが、これらのパラメータを(A)適用する、(B)適用しない、の2通りに選択し、全ての組み合わせを計算すると2の27乗の134,217,728組となる。そこにコントロールファクターを挿入して、3組の応答選択オプションを創った。

その1例(詳細を省く)は、

- (1)立地評価・分類として二次遷移中競合過程の場所を選択し、先駆樹種の生理生態を評価し、天然更新法と種子源として母樹の残存を行う。
- (2)修復技術としてギャップ植栽や天然更新促進法を用い、種子散布は傘型にする。
- (3)ランドスケープレベルでの修復の評価として昆虫を使った基準指標の設定や森林の環境保全機能、特に水源涵養機能の評価をする。
- (4)樹種選択としては二次林構成種の生理生態解明を行う。
- (5)荒廃地の造林技術として、土着先駆種の選定、立地評価と土壌の改善が必要である。
- (6)混交植栽には先駆種と極相種が必要である。たとえばスターキュリアとショレアの組み合わせ。
- (7)住民参加型としてトップダウン型を選択する。
- (8)社会経済効果として地域住民のインフラの整備をする。
- (9)修復技術の統合として水位変化などのデータベースをつくる。
- (10)ネットワーキングとしてはタイ国内の流域管理網と世界の水資源ネットワークに参加する。

という内容になる。この修復オプションを現地に適用し、効果を評してもっとも適切な荒廃林地の修復プログラムを設定することが必要である。

5. 本研究により得られた成果

本研究プロジェクトの課題代表者である小林繁男(元森林総合研究所研究管理官、平成15年度以降京大教授)の主導によって、サブテーマ4全体では、アンケート法による日本人および発展途上国住民の森林・熱帯林・荒廃・修復に関する意識の相違の解明、および研究ネットワーク構築と国際研究協力の展開を行った。

このサブサブテーマにおいては、図-1に集約されるように、荒廃熱帯林の修復を実施するに際し、オプションを示しつつ事前に検討しておかなければならない項目を明らかにした。

6. 引用文献

- 1) Center for International Forestry Research(CIFOR) (2001) A Shared Research Agenda for Landuse, Landuse Change: Developed through an international workshop Proceedings 6-8 Mar. 2001 Bogor Indonesia. Forestry and the Clean Development Mechanism. 74pp.
- 2) K. Fukui, W. Cruz, J. Warford, T. Inui, H. Kato, A. Takeuchi, T. Ozaki, J. Tsunoda and

- N. Kobayashi (2000) Local and Private Sector Initiatives with Global Environmental Benefits: The Relevance of Japanese Experience to Developing Countries. WBI Learning Resources Series. The World Bank and Development Bank of Japan. 180pp.
- 3) International Tropical Timber Organization (ITTO) (1990) ITTO Guidelines for The Sustainable Management on Natural Tropical Forests. ITTO Policy Development Series No1. 18pp.
 - 4) International Tropical Timber Organization (ITTO) (1999) Manual for The Application of Criteria and Indicators for Sustainable Management of Natural Tropical Forests: Part B / Forest Management Unit Indicators. ITTO Policy Development Series No10. 46pp.
 - 5) International Union of Forest Research Organizations (IUFRO) (2002) Forest Terminology: Living Expert Knowledge How to Get Society to Understand Forest Terminology.: Proceedings of the 6. 03. 02/SilvaVoc Group Session at the IUFRO World Congress 2000, and Selected Contributions on Forest Terminology. IUFRO Occasional Paper 14. 78pp.
 - 6) 環境省 (2002) 熱帯林の持続的管理の最適化に関する研究. 環境省地球環境研究総合推進費終了研究報告書. 平成 11 年度～平成 13 年度. 119pp.
 - 7) Dwi R. Muhtaman, Chairi Anwar Siregar and Peter Hopmans (2001) Criteria and Indicators for Sustainable Plantation Forestry in Indonesia. Center for International Forestry Research. 74pp.
 - 8) 社団法人全国林業改良普及協会編 (1999) 地球と森林. 温暖化を防ぐ森林・木材. 森のセミナーNo. 3. 55pp.
 - 9) 社団法人全国林業改良普及協会編 (2002) 森林と市民参加. みんなの知恵・情報・力が地域を創る. 森のセミナーNo. 11. 55pp.

7. 国際共同研究等の状況

CIFOR (国際林業研究センター) と共同研究協力に関する覚え書き (MOU) の交換を行った。平成 15 年 1 月 17 日、インドネシア・ボゴールの CIFOR 所長室において、本プロジェクト主査小林繁男 (元: 森林総合研究所研究管理官) は廣居忠量森林総合研究所理事長の代理として、David Kaimowitz CIFOR 所長との間で、科学及び技術協力のために森林総合研究所-CIFOR 間の MOU が交わした。CIFOR には現在、サブテーマ 4 の研究協力者の藤間剛主任研究員が派遣され、外務省プロジェクト「荒廃熱帯林の修復」を行った。このプロジェクトは 2005 年に終了するが、本プロジェクトへの研究協力を得た。

タイ王国カセサート大学林学部 (KUFF) と共同研究協力に関する覚書 (MOU) 交換を行った。平成 15 年 3 月 11 日、タイ・バンコックのカセサート大学林学部長室において、本プロジェクト主査小林繁男 (廣居忠量森林総合研究所理事長代理) と、Utis Kutintara 林学部長との間で、科学及び技術協力のために森林総合研究所・KUFF 間の MOU を交わした。森林総合研究所は、科学技術庁プロジェクト「熱帯林変動」を平成元年 (1989 年) から平成 11 年 (1999 年) までカセサート大学林学部及びその他関連機関と行っており、その当時はタイ王国科学技術会議 (NRCT) と科学技術庁 (STA) との間で MOU を結んでいた。今回は、本プロジェクトおよび文部科学省のプロジェクト「タイ熱帯季節林の更新・維持に及ぼす山火事・タケの一斉開花の影響の解明」などのプロジェクト

をカセサート大学と共同で行うため、MOU を交換した。

8. 研究成果の発表状況

(1) 誌上発表

<論文 (査読あり)>

- ① S. Kobayashi: For. Ecol. Manage., 201, 13-22 (2004)

“Landscape rehabilitation of degraded tropical forest ecosystems - Case study of CIFOR/Japan project in Indonesia and Peru”

<その他誌上発表 (査読なし)>

- ① 植田愛美、小林繁男：日本熱帯生態学会ニューズレター、48, 9-11 (2002)

「荒廃熱帯林のランドスケープレベルでのリハビリテーションに関する研究」

- ② S. Kobayashi: Proceedings of JIFPRO Silviculture Workshop. 15p. (2002)

“The sustainable site management for tropical plantations JIFPRO”

- ③ 植田愛美、小林繁男：森林総合研究所研究分野パンフレット、1-12(2003)

「地球環境変動下における森林の保全・再生に関する研究」

- ④ S. Kobayashi and E. Ueda: Farming Japan, 37-2, 16-21 (2003)

“Conservation of Tropical Peat Swamp Forests”

- ⑤ S. Kobayashi and E. Ueda: Joint Meeting for the Cooperative Research Project on “Ecological Impact on the Environments” Proceedings. JOPCP, RFD. Thailand, 81-92 (2003)

“Site management strategy on the forest harvesting and short/long term rotation of plantation”

- ⑥ H. Aminah, S. Ani, H.C. Sim, and B. Krishnapillay (Eds.): Proceedings of the Seventh Round-Table Conference on Dipterocarps, 95-116 (2003)

“Silviculture management of natural Dipterocarp forests- The rehabilitation of logged-over forests (執筆担当: S. Kobayashi)”

- ⑦ S. Kobayashi and E. Ueda: International Symposium “Global Environment and Forest Management” Kyousei, Nara Woman’s University, 77-89 (2003)

“Research on the landscape rehabilitation of degraded tropical forest”

- ⑧ S. Kobayashi, Y. Matsumoto, and E. Ueda (Eds.): Rehabilitation of Degraded Tropical Forests, Southeast Asia 2003. p159 (2003)

- ⑨ S. Kobayashi, Y. Matsumoto, and E. Ueda (Eds.): Rehabilitation of Degraded Tropical Forests, Southeast Asia 2003, 1-23 (2003)

“Research on the landscape level rehabilitation of degraded tropical forest (執筆担当: S. Kobayashi and E. Ueda)”

- ⑩ S. Kobayashi, Y. Matsumoto, and E. Ueda (Eds.): Rehabilitation of Degraded Tropical Forests, Southeast Asia 2003, 137-149 (2003)

“Integrated Ecosystem Assessment - towards sustainable natural resource use and management in tropics. (執筆担当: T. Okuda, K. Yoshida, S. Numata, S. Nishimura and

Mazlan Hashim)”

- ⑪ 小林繁男：地域研究スペクトラム、10、8-12 (2004)
「東南アジア低湿地における温暖化抑制のための土地資源管理オプションと地域社会エンパワメント」
- ⑫ Y. Matsumoto, E. Ueda, and S. Kobayashi (Eds.): Rehabilitation of Degraded Tropical Forests, Southeast Asia 2004, 1-10 (2004)
“Toward the synthesis of rehabilitation technology and the response option for global environmental conservation(執筆担当：S. Kobayashi)”
- ⑬ Y. Matsumoto, E. Ueda, and S. Kobayashi (Eds.): Rehabilitation of Degraded Tropical Forests, Southeast Asia 2004, 175-192 (2004)
“How dose people consider and expect the rehabilitated forest for the global environment conservation?(執筆担当：E. Ueda, S. Kobayashi and C. Yarwudhi)”
- ⑭ IPCCGGIP eds. (2004). Good Practice Guidance for Land use, Land-Use Change and Forestry as Lead Author.
- ⑮ Y. Matsumoto, E. Ueda, and S. Kobayashi (Eds.): Rehabilitation of Degraded Tropical Forests, Southeast Asia 2005, in press (2005)
“Response option on the rehabilitation of degraded tropical forests using the Rehabilitation compartment model(執筆担当：S. Kobayashi and E. Ueda)”
- ⑯ Y. Matsumoto, E. Ueda, and S. Kobayashi (Eds.): Rehabilitation of Degraded Tropical Forests, Southeast Asia 2005, in press (2005)
“Differences of understanding on the forest between Japanese and Thai(執筆担当：E. Ueda, S. Kobayashi and C. Yarwudhi)”
- ⑰ Y. Matsumoto, E. Ueda, and S. Kobayashi (Eds.): Rehabilitation of Degraded Tropical Forests, Southeast Asia 2005, in press (2005)
“Change of vegetation types in logged-over stand in mixed deciduous forest, Thong Pha Phume District, Kanchanaburi Province, Thailand (執筆担当：C. Yarwudhi, S. Kobayashi, N. Tanaka, and D. Marod)”

(2) 口頭発表

- ① 小林繁男、I.F. Hanum、Maswar、A.M. Azani、M.K. Yusoff、A.M. Mokhtaruddin：第12回日本熱帯生態学会 (2002)
「マレーシアにおける択伐跡地へのエンリッチメント植栽の効果」
- ② S. Kobayashi: Seventh Round- Table Conference on Dipterocarps, Kuala Lumpur, Malaysia (2002)
“Silviculture Management of Natural *Dipterocarp* Forests -The rehabilitation of logged-over forests-”
- ③ 植田愛美、小林繁男：森林総合研究所森林の生物多様性シンポジウム (2002)
「日本における天然林と人工林の植物多様性の比較 -天然林から学ぶ人工林のあり方-」
- ④ 植田愛美、小林繁男：森林総合研究所森林の生物多様性シンポジウム (2002)
「熱帯地域における天然林と人工林の植物多様性の比較 -植林による触媒効果：荒廃地の植

物多様性を高める-」

- ⑤ 植田愛美、小林繁男：森林総合研究所森林の生物多様性シンポジウム（2002）
「森林の生物多様性の保全と修復管理」
- ⑥ 植原 寛、植田愛美：森林総合研究所森林の生物多様性シンポジウム（2002）
「熱帯降雨林の生物多様性の高さ -森林昆虫の代表 カミキリムシでは-」
- ⑦ 小林繁男、植田愛美：奈良女子大学共生科学研究センターシンポジウム「地球共生系と森林の持続的保全」、1月24日-25日（2003）
「荒廃熱帯林のランドスケープレベルでのリハビリテーション」
- ⑧ E. Ueda, S. Kobayashi and C. Yarwudhi: The International Workshop on “The Landscape Level Rehabilitation of Degraded Tropical Forests”, Tsukuba, Japan (2004)
“How dose people consider and expect the rehabilitated forest for the global environmental conservation?”
- ⑨ 小林繁男、植田愛美：第13回日本熱帯生態学会（2003）
「荒廃熱帯林季節林の二次遷移に果たす野生バナナとタケの役割」
- ⑩ 植田愛美、小林繁男、Chanchai Yarwudhi、坂井地陸哉：第14回日本熱帯生態学会（2004）
「人々の森林のとらえ方の違いについて-日本、タイ、インドネシアの比較-」
- ⑪ 小林繁男、植田愛美：第3回アジア森林パートナーシップ（2004）

（3）出願特許

なし

（4）シンポジウム、セミナーの開催

- ① 小林繁男：国立民族学博物館地域研究企画交流センター特別共同研究「人口移動の基礎研究」第8回国際シンポジウム「ロギング・ロードを行き交う人々 -人の移住と熱帯林消失への地域研究的アプローチ-、12月5日-7日（2002）
「森林の劣化・減少と地球環境」
- ② 小林繁男、植田愛美：環境省地球環境研究総合推進費一般公開シンポジウム、12月13日（2002）
「荒廃熱帯林の修復技術の統合と保全施策」
- ③ 小林繁男、松本陽介、植田愛美他：国際ワークショップ、2月18日-19日（2003）
“The International Workshop on the Landscape Level Rehabilitation of Degraded Tropical Forests”
- ④ 小林繁男、松本陽介、植田愛美他：国際ワークショップ、3月2日-3日（2004）
“The International Workshop on the Landscape Level Rehabilitation of Degraded Tropical Forests”
- ⑤ 小林繁男、松本陽介、植田愛美他：国際ワークショップ、2月22日-23日（2005）
“The International Workshop on the Landscape Level Rehabilitation of Degraded Tropical Forests”

（5）マスコミ等への公表・報道等

- ① 植田愛美、小林繁男他：森林総合研究所サーバ内ホームページ（2002）
「荒廃熱帯林のランドスケープレベルでのリハビリテーションに関する研究」
- ② 小林繁男：信州大学農学部公開講座「地域緑化の試み」、9月7日（2002）

「熱帯降雨林の荒廃現況と緑化の困難性」

- ③ 小林繁男：森林総合研究所見学芝浦工業大学附属高等学校、9月11日（2002）
「森林の劣化・減少と地球環境」
- ④ 小林繁男：森林総合研究所多摩森林科学園森林講座、10月16日（2002）
「森林の劣化・減少と地球環境 -熱帯林の行方-」
- ⑤ 小林繁男：静岡県三島市立南小学校、11月16日（2002）
「荒廃熱帯林のランドスケープレベルでのリハビリテーション」
- ⑥ 提供：2003011501.jpg、岐阜県教育用コンテンツ開発協議会、岐阜県学校間総合ネットで利用する高等学校地理歴史教育用コンテンツ画像（2003）

9. 成果の政策的な寄与・貢献について

IPCC の LULUCF TASK2 のリードオウサーのひとりとして IPCC report on Degradation and Devegetation Issues のまとめにフィンランドとブラジルでの会議に出席し、レポートに貢献した。これは UNEP、WMO、IGES から Good Practice Guidance for Land Use, Land Use Change and Forestry として 2004 年に発刊された。ITTO のワークショップメンバーとして、Guideline on Restoration and Rehabilitation of Degraded forests に貢献した。IPCC の LULUCF のガイドラインのレビューワーとして貢献した。また、アジア森林パートナーシップ会議においても本課題の重要について講演した。