

IR-2 温室効果ガスインベントリーシステム構築の方法論に関する研究

(3) 森林・土壌部門からの温室効果ガス排出の精度管理

エコフロンティアフェロー研究員

Damasa B. Magcale-Macandog

独立行政法人国立環境研究所

地球環境研究センター

井上 元・清水英幸

(研究協力機関)

財団法人地球環境戦略研究機関 気候政策プロジェクト 西岡秀三・平石尹彦・田辺清人

平成11～13年度合計予算額 5,546千円
(平成13年度予算額 1,968千円)

[要旨] 本研究は、森林・土壌部門からの温室効果ガス（GHG）排出量推計の精度を高めることを目的として、国際協力研究（エコフロンティアフェローシップ・プログラム）の研究員が、自国のGHGインベントリーを対象としてケーススタディを行ったものである。

平成11年度は、東南アジア3カ国（フィリピン、インドネシア及びタイ）の国別GHGインベントリーおよび関連文献の調査を実施し、この3カ国におけるインベントリーの現状から課題と今後の方向性を検討した。その結果、この3カ国の土地利用、土地利用変化及び林業（LULUCF）セクターにおけるGHG排出・吸収量推計の最大の問題点は、活動量データの不足と、散在するデータへのアクセスの制約であることがわかった。活動量データと排出係数の質を改善するためには、データベースの開発が強く求められる。データベース構築のためには、あらゆる既存のデータおよび文献を収集し、森林資源と土地利用に関する統計の更新を行い、活動量データおよび排出係数に関する測定実験、サンプリングおよび調査を実行するなどの必要がある。

平成12年度は、熱帯地域に広く見られる休閑地（2次林、管理放棄された耕地、牧草地あるいは不毛な荒廃地、1年のなかで耕作期と耕作期の狭間にある期間の耕地など）に注目した。フィリピンの休閑地に関する文献を調査したところ、休閑地系の種類および休閑地に生える植生（高木類、低木・灌木類、草本類および草）について、さまざまな種類が存在することがわかった。これら休閑地に関係のある人為的な活動には、移動耕作、2次林、アグロフォレストリー、劣化した草地のリハビリ、そして植林などがあり、これらの活動に伴う炭素貯蔵量変化を評価したところ、フィリピンでは全体として大きな炭素固定能力があることが示唆され、気候変動緩和のために大きく貢献する可能性を持っていることが判明した。

[キーワード] GHGインベントリー、地上バイオマス量、年間バイオマス増量、炭素固定、休閑地

1. はじめに

国連気候変動枠組条約は、附属書Iに含まれない締約国（非附属書I締約国）に対しても、国別報告書を条約事務局を通じて締約国会議（COP）に提出するよう促しており、その中にGHGインベントリーを含めることとしている。COP2では、非附属書I締約国のGHGインベン

トリーについて、排出係数と活動量データの質の向上を狙いとして、各国が互いの経験を交換するためのフォーラム作りを促す決議がなされた。これを受けて、1996年9月にキューバ・ハバナでワークショップが開催され、アフリカ、アジア、ラテンアメリカといった地域ごとに、排出係数や活動量データの質の向上のための課題が検討された。このように、GHGインベントリーの質の向上に対するニーズは、附属書I締約国のみならず非附属書I締約国でも高まっている。

また、1999年度よりIPCC国別温室効果ガスインベントリープログラムの技術支援ユニットが日本に置かれることとなり、ホスト国としてインベントリー作成、改定について特に日本の関与が求められることになった。

2. 研究目的

本研究は、アジアの特定の国におけるGHGインベントリーのケーススタディを通じて森林・土壌部門からの温室効果ガス（GHG）排出・吸収量推計の精度を高めることを目的として行ったものである。具体的には、東南アジア3カ国（フィリピン、インドネシア及びタイ）の森林、特に炭素固定のポテンシャルが高いと期待される休閑地系に注目し排出・吸収量推計精度の改善を試みるとともに今後の課題を明らかにすることを目的とした。

3. 研究方法

フィリピン、インドネシアおよびタイの国別GHGインベントリーおよび関連文献の調査を実施し、この3国におけるインベントリーの現状から課題と今後の方向性を検討した。また、地上バイオマスの推計方法のいくつかにつき、評価と比較分析を行った。取り上げた推計方法は、以下のとおりである。

- ・一定区画での破壊的サンプリングによる重量測定
- ・相対成長測定に基づく回帰推計
- ・幹材積からの推計
- ・過去のデータからの推計
- ・土地利用モデルの利用による推計
- ・地理情報システム(GIS)の利用による推計

また、炭素固定のポテンシャルが高いものの従来のGHGインベントリーでは重視されてこなかった休閑地系に関する既存の文献を収集・分析した。

4. 結果・考察

(1) 東南アジア3カ国のGHGインベントリー（LULUCFセクター）の現状分析と今後の改善方針

まず、東南アジア3カ国のGHGインベントリーを、LULUCFセクターのモジュールごとに、さまざまなファクターのデータ使用状況を調査した結果、より信頼性の高い推計を行うために必要な、地域の状況を反映したデータが不足している現状が明らかとなった。

また、比較分析の結果、GHGインベントリー研究で使われている年間バイオマス増量および地上バイオマス量の値は、推計方法の違いに応じて非常に大きくばらついており、推計方法に伴う不確実性が大きいことが判明した。

東南アジア3国(フィリピン、インドネシアおよびタイ)のLULUCFセクターにおけるGHG排出量推計の最大の問題点は、活動量データの不足と、散在するデータへのアクセスの制約である。

活動量データと排出係数の質を改善するため、データベースの開発が強く求められる。データベース構築のためには、あらゆる既存のデータおよび文献を収集し、森林資源と土地利用に関する統計の更新を行い、活動量データおよび排出係数に関する測定実験、サンプリングおよび調査を実行するなどの必要がある。具体的には、活動量データおよび排出係数の要素ごとに以下のような方策が求められる。

- ・土地利用分類については、定義し直すか、あるいは再分類を試みる。
- ・面積データについては、森林資源および土地利用に関する統計を更新する。地上データと衛星データを組み合わせることが有効である。
- ・年間バイオマス増量については、既存のデータ収集のほか、測定実験を行うのが望ましい。
- ・乾燥バイオマスにおける炭素含有率については、既存データ収集のほか、標本調査で実測することが望ましい。
- ・バイオマスの転換係数(拡張係数)については、当該地方の既存データや文献を収集する。
- ・燃料としてあるいは別用途での木の利用については、既存データ等収集のほか、木材の最終消費に関する新たな調査と記録保存を行う。
- ・利用形態の転換した土地の年間面積については、過去のデータをまとめ、森林資源および土地利用に関する統計を更新する。地上データと衛星データを組み合わせることが有効である。
- ・利用形態転換前と後でのバイオマス量については、既存データ収集のほか、標本調査することが望ましい。また、可能であれば、系統的なデータの測定・監視を行えるよう、地域ごとに森林研究のための場所を確保する。
- ・伐採現場で焼却されるバイオマスの割合(あるいは現場以外で焼却されるバイオマスの割合)については、既存データや文献を収集し、また家庭や農場での実態調査を行う。
- ・バイオマスの腐朽については、実験的研究を行うしかない。
- ・10年にわたる転換面積の平均値については、過去のデータをまとめ、森林資源および土地利用に関する統計を更新する。地上データと衛星データを組み合わせることが有効である。
- ・管理地の放棄については、過去のデータをまとめ、農場で調査やインタビューを行う。
- ・土壌炭素については、既存データ収集のほか、標本調査で実測することが望ましい。

特に、バイオマス量の正確さはこのセクターでのGHG推計の精度に大きく影響するので、バイオマス量に関する研究はさらに展開されるべきである。

東南アジアでGHGインベントリーに関わる研究者や研究所のネットワークを構築することにより、データや必要な情報の共有、更新および検証が容易になる。

(2) 熱帯アジア(特にフィリピン)におけるさまざまな休閑地系の炭素貯蔵量推計の改善

① フィリピンにおける休閑地系の分類について

熱帯地域には、広くさまざまな休閑地(fallow)が見られる。例えば、2次林、管理放棄された耕地、牧草地あるいは不毛な荒廃地、一年の中で耕作期と耕作期の狭間にあたる期間の耕地、などである。

フィリピンの休閑地に関する文献を調査したところ、休閑地系の種類および休閑地に生える植生（高木類、低木・灌木類、草本類及び草）について、さまざまな種類が存在することがわかった。休閑地系の種類は、高木型、低木・灌木型、草本・草型に分類されている。休閑地系に植えられるもののうち最もよく見られる豆科の木は、*Leucaena leucocephala* と *Gliricidia sepium* である。それらは特に丘陵地の土壌侵食を抑制するために導入される生垣系の低木列の中によく見られる。フィリピンでは、堅木類の伐採禁止令が出されたことが誘因となって、*Gmelina arborea* のように生長の早い材木用の樹種への需要が高まり、その植林が広く行われるようになっている。次の耕作期に向けて土壌養分の回復を早めたい場合には、豆科の低木・灌木類や草本類が意図的に休閑地に植え付けられている。一方、伝統的な焼畑農業における休閑地や管理放棄された耕地では、豆科以外の低木・灌木、草本、草が見られるのが一般的である。

② 休閑地系における人為的活動の種類とその炭素固定能力について

休閑地に関係のある人為的活動には、移動耕作、2次林、アグロフォレストリー、劣化した草地のリハビリ、そして植林などがある。以下に示すように、休閑地に関係する人為的活動は、休閑地系における土壌や植生への炭素固定を通じて、気候変動緩和のために大きく貢献する可能性を持っていることが本研究により再確認された。

ア. 移動耕作

焼畑農業としても知られる移動耕作は、熱帯高地の伝統的な農業方法で、伐採、収穫、放棄（休耕）のサイクルが繰返される。農民は、土壌の肥沃度の低下、土に含まれる酸、病気の増加などによって作物の収量が減ると、農地を休ませる。伝統的な農業では、土壌の肥沃度を回復するに十分な期間にわたって休耕がおこなわれる。しかし、人口の増加や耕作適地の獲得競争のために、休耕期間は短くなってきている。

東南アジアの移動耕作に関する統計はほとんどない。一般に、移動耕作用に伐採される土地の70～75%は休閑地で、残りは自然のままの森林または伐採された森林である^{1), 2)}。

1980年には、大気中に放出される炭素量の正味が $0.15 - 0.43 \times 10^{15}$ gCであった³⁾。炭素の放出に最も大きく寄与するのは、森林が移動耕作に用いられ、恒久的な伐採面積が広がることであると報告されている。

約2年間の焼畑と収穫後は、森林の炭素の約80%が失われる。移動耕作により土壌の炭素含有量は18～27%減り、土壌の炭素含有量を自然のままの森林と同じレベルまで戻すには、35年にわたる休耕が必要である⁴⁾。

移動耕作地系によって保持される炭素の量は、疲弊した移動耕作地系の $15 \text{ tC/ha}^5)$ から休閑地系の 90 tC/ha （休耕期間を15年とし、NEPを 5.0 tC/ha/yr とした場合）まで開きがある。熱帯地方の5年経過した移動耕作地系では、約 4.7 tC/ha/yr の炭素が固定される⁶⁾。

イ. 2次林

2次林は、恒久的な農地や移動耕作地において、農地管理が継続しておこなわれる休耕期間中、または農地の管理が放棄された後で生まれる。つまり、2次林は森林地帯における人間活動の影響によって生まれるのである。2次植生は、放棄された牧草地より、収穫後の休閑地における方

が早く成長する。休耕期間中に2次林が早く成長するのは、土壌のなかに養分が残っているからである⁹⁾。必須ミネラル(P、K、Caなど)は、再成長の過程で下部の地層から抽出され、木によって地表まで到達する⁷⁾。

熱帯諸国のほとんどでは、1次林より2次林の方が広い面積を占めている。2次林は、熱帯地域の森林資源としての重要性をしだいに高めている。2次林は炭素を固定、貯蔵し、数十年にわたって大気中の炭素の除去源になるため、地球温暖化の軽減に貢献している。また、2次林は、農業という観点から見た種の多様性の保護区域であると同時に、豊富な森林製品の低コストな供給源でもある⁸⁾。

1992年、フィリピン政府は、2次林は国内の主要な樹木資源であるとする政策を採択した。この結果、フタバガキの2次成長林以外では伐採が禁止された。

フィリピンにおいて2次成長林に覆われた地域の面積は、約2.9 Mhaと推定されている。平均的な炭素固定率2.8 tC/ha/yr(範囲=2-3.5 tC/ha/yr⁹⁾)を採用すると、これらの森林では、低木層、土壌、落葉・落枝層の分を除いても、毎年800万トンの炭素が固定されることになる。

ウ. アグロフォレストリー

アグロフォレストリーとは、土地を利用するシステムと方法を意味する集合的な言葉である。アグロフォレストリーでは、同じ土地管理ユニットにおいて、空間的または時間的な形で、農作物としての多年生樹木や動物が使われる。これは、樹木を使わない代案より多様かつ存続可能な生産システムにつながり、あらゆるレベルの土地利用者に、社会的、経済的、環境的便益を提供するものである¹⁰⁾。アグロフォレストリーには、耕作-休耕のローテーション、複雑なアグロフォレスト、単純なアグロフォレスト、森林牧草地系、都市型アグロフォレストリー、移動耕作、低木・灌木型休閒地系など、様々なものがある。

農場に高木を組み込むことにより、養分循環、雑草抑制、炭素貯蔵といった便益を得ることができる。路地耕作系におけるマメ科の高木は、358 kgのN、28 kgのP、232 kgのK、144 kgのCa、60 kgのMgを含む20 t/ha/yrの乾物(切り取られた枝)を生み出すことができる。作物の生産にマメ科の植物を投入することの主な利点は、有機窒素が土壌のなかで長期的に作られることである。マメ科植物の投入による短期的な利点には、切り取られた枝の分解による窒素の放出がある。細い根の転倒や立ち枯れは、地上の落葉・落枝と比べて2~4倍の窒素および6~10倍のリンを供給してくれる¹¹⁾。雑草抑制の点では、*Gliricidia sepium*などの木質種を使えば *Imperata* が群がる土地を改良できることが判明している¹²⁾。

気候変動や地球の炭素循環という観点からアグロフォレストリーが重要なのは、高木は伐採されるまでの長期間にわたって、活発な炭素除去源として機能するからである。アグロフォレストリーでは移動耕作の代案が提供されるので、農業のために森林地帯を伐採する必要性を減らすことができる。

複数種から成るアグロフォレストには、約2~4 tC/ha/yrの炭素を固定する力があるが、オイルヤシ、ゴム、*Albizzia*などの単一種を主体とする単純なアグロフォレストでは、これが2~4 tC/ha/yrとなっている¹³⁾。アグロフォレストリー系は、土壌の有機炭素プールにも影響を及ぼす。カカオおよびカカオ/*Erythria*の下では、10年間で土壌中の炭素がそれぞれ10 t/ha(9%)と22 t/ha(21%)増加することが判明した¹⁴⁾。また、アグロフォレストリー系と耕作-長期休耕系の

地下炭素量は、深さ 20 センチのところでは 40 tC/ha の炭素を含む乱されていない森林のそれぞれ 80~100%と 90~100%であるとする報告もある¹³⁾。

フィリピンには 60 万ヘクタールのアグロフォレストリー農場があり、炭素固定率を 0.24~4.56 tC/ha/yr とすると¹⁵⁾、アグロフォレストリー農場では毎年 14 万トン~270 万トンの炭素が固定されることになる¹⁶⁾。

エ. 劣化した草地のリハビリ

劣化した土地のリハビリでは、一般に、バイオマスと土壌の炭素貯蔵量を増やす再植生が必要になる。土地の劣化は、農耕地、牧草地、森林、またはその他の土地（ぼた山、荒地）で起きることがある。劣化した土地は炭素含有量の少ないことが多いため、乱されていない土地より多くの炭素固定能力を持っているが、この能力の発揮を妨げる要因も多い。

熱帯地域では、森林破壊や移動耕作の拡散により草地が急速に広がり、陸地を無差別に侵食していった。フィリピンにおける純粋な草地は、180 万ヘクタールの面積を占めると推定される。草地と灌木地帯が入り混じった 1080 万ヘクタール（国土の 33%）の地域は、広く耕作に利用されている。フィリピンの草地の一部は牧場または牧草地として使われているが、そのほとんどは十分利用されておらず、*Imperata cylindrica* がはびこっている¹⁷⁾。

Imperata 草地における地上乾物の平均生産量は、3.8~4 t/ha/yr である¹⁸⁾。地下バイオマスの生産量は、約 5.7~6 t/ha/yr に達する合計バイオマス生産量の約 60%である¹⁹⁾。

オ. 植林 (tree plantation)

フィリピンの森林はここ 50 年の間に急速に破壊されてきた。1930 年代には 1700 万ヘクタールあった自然林のうち、1980 年代まで残っていたのは 100 万ヘクタール未満に過ぎなかった。1986 年、フィリピン政府は、しだいに減ってゆく森林面積を回復するため全国植林計画をスタートした。この計画で最も重要視されたのは、植林とアグロフォレストリーによって、劣化した土地をよみがえらせることであった。植林とアグロフォレストリーは、ともに国民の生計の助けになるだけでなく、焼畑農業に代わる、優れた代案でもあったからである。

高木型休閑地、農場の樹木栽培地、植樹地、アグロフォレストリー系、孤立/分散した植樹地、低木・灌木地域/2 次林地帯など、さまざまな土地利用系において、成長の速い高木種が植えられた。アグロフォレストリーにおける最も一般的な方法は、*Leucaena* の生垣、トウモロコシと下生え付 *Gliricidia* の順次間作、境界線を示す高木、生垣としての *Gliricidia*、および *Leucaena leucocephala* とトウモロコシやタバコによる回転休閑地などである。

フィリピン南部における植樹地の調査によれば、*Paraseriathes falcata* と *Gmelina arborea* を植えた植樹地の地上バイオマス総量は、10 年未満の植樹地で約 83.4 トン/ha だと報告されている。これらの植樹地におけるバイオマスの蓄積量は 8.9 t/ha/yr であることが判明した²⁰⁾。

フィリピンには約 60 万ヘクタールの植樹地がある。バイオマスの年間蓄積量を 8.9 t/ha/yr とすると、フィリピンの植樹地では毎年 260 万トンの炭素を固定できることになる。この場合、バイオマスの 50%は炭素であると想定している。高木が 10 年間成長すると、2 億 6000 万トンの炭素が固定されることになる¹⁶⁾。

③ 従来のGHGインベントリーにおける休閒地系の扱い

このように大きな炭素固定ポテンシャルを持つ休閒地系が、従来のフィリピンのGHGインベントリーで適切に扱われてきたかどうかを調べるため、次の4つの報告書をレビューした。すなわち、「フィリピンのGHGの排出と吸収源に関するインベントリー：1990」（1997年）²¹⁾、アジア開発銀行（ADB）から発行された「フィリピンに関するALGAS報告書」（1998年）²²⁾、ガーナのアクラにおける排出要因と活動データに関するUNFCCCワークショップで発表された報告書「森林生態系の炭素の貯蔵と固定」（Lasco 1999）²³⁾、およびフィリピンGHGインベントリー通信の最新号（2000年）²⁴⁾である。レビューの結果、十分な基礎データが不足していることなどを理由として、上記のような休閒地系は部分的に考慮されているのみであり、大部分は計算から除外されてきたことがわかった。

④ 休閒地系の炭素貯蔵量推計の改善戦略についての提言

休閒地は熱帯地域における農耕系の重要な構成要素であるにもかかわらず、休閒地系が調査研究の対象になったことはほとんどなかった。休閒地に関連した人為的活動は、大気中の炭素固定によって気候変動を軽減する大きな可能性を秘めている。休閒地に関連した人為的活動の国家インベントリーの包括性を改善するには、活動量データと排出係数の質を高めるような戦略を打ち出す必要がある。休閒地系の炭素貯蔵量の推計を改善するには、次のような戦略が推奨される。

- ・生物物理学的な要因と社会経済的な要因を含め、休閒地系と休閒地植生種の文書化をおこなう。
- ・地上測定と衛星測定の組み合わせを用いて各種休閒地系の面積を算定する方法を開発する。
- ・バイオマス・インベントリーの調査をおこない、休閒地植生種の年間バイオマス増加量を測定する。
- ・地方条件をよりよく反映するため、地方係数を用いたバイオマスと年間バイオマス増加量の推定を改善する。
- ・休閒地系の土壤に含まれる炭素の量とその変化を調査する。
- ・LULUCF分野における休閒地関連活動のGHGインベントリーに必要なあらゆる活動データのデータベースを開発する。
- ・高木型休閒地系の年間バイオマス増加量と地上バイオマス総量の推定・予想において、GIS（地理情報システム）に基づくモデルを開発する。

5. 本研究により得られた成果

- ・東南アジア3カ国（フィリピン、インドネシアおよびタイ）のLULUCFセクターにおけるGHG推計結果の一覧表を作成した。
- ・東南アジアにおけるLULUCFセクターの活動量データおよび排出係数を改善するための今後の方策のリストを作成した。
- ・フィリピンにおける休閒地系の分類やそこで適用される人為的活動について整理し、それぞれの炭素固定能力を評価した。これにより、フィリピン全体での休閒地系の炭素固定能力の推計結果を得た。
- ・休閒地系での炭素固定能力をより正確に把握するための推計方法改善戦略についての提言をまとめた。

6. 引用文献

- 1) Persson R. (1974), World forest resources: review of the world's forest resources in the early 1970s. Research Notes No.17, Department of Forest Survey, Royal College of Forestry, Stockholm.
- 2) Kunstadter P and Chapman EC. (1978), Problems of shifting cultivation and economic development in northern Thailand. In P. Kunstadter, EC Chapman and S. Sabhasri (Eds). *Farmers in the forest: Economic development and marginal agriculture in northern Thailand*, pp. 3-23. An East-West center book from the East-west Population Institute, University Press of Hawaii, Honolulu.
- 3) Palm CA., Houghton RA., Melillo JM. and Skole DL. (1986), Atmospheric carbon dioxide from deforestation in Southeast Asia. *Biotropica* 18(3): 177-188.
- 4) Detwiler, RP and Hall CAS. (1988), Tropical forests and the global C cycle. *Science* 239: 42-47.
- 5) Nye PH and Greenland DJ. (1960), The soil under shifting cultivation. Technical communication 51. Commonwealth Bureau of Soils, Harpenden, UK.
- 6) Fearnside PM and Guimarães WM. (1996), Carbon uptake by secondary forests in Brazilian Amazonia. *Forest Ecology and Management* 80(1-3): 35-46.
- 7) Bandy DE., Garrity DP. and Sanchez PA. (1993), The worldwide problem of slash-and-burn agriculture. *Agroforestry Today*. July-September 1993: 2-6.
- 8) Finegan B. (1997), Conference Report 'Ecology and management of tropical secondary forests: Science, people and policy. CATIE, Turrialba, Costa Rica, 10-12 November 1997.
- 9) Lugo AE. and Brown S. (1992), Tropical forests as sinks of atmospheric carbon. *Forest Ecological Management* 54: 239-255.
- 10) Sanchez PA. (1995), Science in agroforestry. *Agroforestry Systems* 30: 5-55.
- 11) Palm, CA. (1995), Contribution of agroforestry trees to nutrient requirements of intercropped plants. Kluwer Academic Publishers. The Netherlands. pp 105-124.
- 12) Menz K, Magcale-Macandog Db, and Wayan Rusastra I. (eds) (1999), Improving smallholder farming systems in Imperata areas of Southeast Asia: Alternatives to shifting cultivation. ACIAR Monograph Series. Australian Centre for International Agricultural Research, Canberra, ACT, Australia.
- 13) Palm CA, Woomer PL., Alegre J., Arevalo L., Castilla C., Cordeiro DG., Feigl B., Hariah K., Kotto-Same J., Mendes A., Moukam A., Murdiyarso D., Njomgang R., Parton WJ., Rices A., Rodrigues V., Sitompul SM. and van Noordwijk M. (2000), Carbon sequestration and trace gas emissions in slash and burn alternative land uses in the humid tropics. ASB Climate Change Working Group Report. Final Report. Phase II. International Centre for Agroforestry, Nairobi, Kenya, 37 pp.
- 14) Shroeder, P. (1994), Carbon storage benefits of agroforestry systems. *Agroforestry Systems* 27:89-97.

- 15) Dixon RK. (1996), Agroforestry systems and greenhouse gases. *Agroforestry Today* 89(1): 11-14.
- 16) Lasco RD. (1998), Management of Philippine tropical forests: implications to global warming. *World Resources Review* 10(3): 410-418.
- 17) Sangalang, JB. (1995), Tree-crop based systems to rehabilitate Imperata grasslands. Bandjarmasin, South Kalimantan, Indonesia: Paper presented to the International workshop on agroforestry innovations for Imperata grassland rehabilitation. 23-28 January 1995.
- 18) Castillo, ET. And Siapno FE. (1995), Vegetation and soil fertility status in Nueva Ecija, Nueva Viscaya and Isabela grasslands in Strengthening Research and Development for Sustainable Management of Grasslands. Proceedings of the First National Grassland Congress of the Philippines. ERDB, UPLB, College, Laguna. September 26-28, 1995. pp. 87-98.
- 19) Magcale-Macandog DB, Predo CD and Rocamora PM. (1997), Modelling the environmental and economic impacts of land-use change in tropical Imperata areas. *Philipp. J. Crop Sci* 22(3): 147-160.
- 20) Kawahara T., Kanazawa Y. and Sakurai S. (1981), Biomass and net production of man-made forests in the Philippines. *J. Jap. For. Soc.* 63 (9): 320-327.
- 21) Philippine Atmospheric Geophysical and Astronomical Services Administration (1997), Philippine Inventory of GHG Emissions and Sinks: 1990. US Country Study Program. (Lead Author: Raquel V. Francisco).
- 22) Asian Development Bank, Global Environment Facility and United Nations Development Programme (1998), Asia Least-cost Greenhouse Gas Abatement Strategy (ALGAS) Report for the Philippines.
- 23) Lasco RD. (1999), Quantitative estimation of carbon storage and sequestration of forest ecosystems., Paper presented at the UNFCCC workshop on emission factors and activity data, Accra, Ghana, August 4-6, 1999.
- 24) Dr. Jose T. Villarín, et al. (2000), Philippine National GHG Communication. 2000, Manila Observatory, Ateneo de Manila University, Quezon City, Philippines.

[国際共同研究等の状況]

本研究はエコフロンティアフェローシップ制度を利用して、フィリピンから Damasa B. Magcale-Macandog 氏を招聘して実施した。

[研究成果の発表状況等]

- (1) 誌上発表 (学術雑誌) なし
- (2) 口頭発表 なし
- (3) 出願特許 なし
- (4) 受賞等 なし
- (5) 一般への公表・報道等 なし
- (6) その他の成果の普及、政策的な寄与・貢献について

東南アジア（フィリピン、インドネシア、タイ）のLULUFCの排出係数改善がなされた。同推計方法改善の提言が行政的に実行されれば、さらに精度が向上する事が期待できる。