

論文の内容の要旨

ラオス・ルアンプラバン県の焼畑農業を中心とした土地利用変化モデルに関する研究

和田 由美子

<対象地域の概要>

東南アジア地域では中国の雲南省、タイ北部、インドネシアのカリマンタン島など広い範囲で焼畑農業が行われている。なかでも国境をタイ、中国、ベトナムなどと接しているラオスでは北部を中心として主食である米（主としてもち米）の栽培を焼畑の陸稲栽培に依存している。一方、ラオスには国土の 53%（1993 年）を占める広大な森林が残されており、豊かな緑を有する国である。しかし近年ラオスでは、1) 1986 年以降チンタナカーン・マイ（新思考）のもと経済開放路線をとるようになり、換金作物の栽培や余剰作物売買など農村にも徐々に貨幣経済が浸透しつつあること、2) 土地分配政策により、あいまいであった土地利用がある程度規定されつつあり、その政策によって焼畑地、休閑地、保護林、保全林などが決められたため、限られた面積のなかで焼畑を行う必然性が生じるようになってきたこと、3) 人口の増加により食料需要が高まっていること、4) 売電による外貨獲得のためにダム建設予定地の森林伐採が大規模に行われていることなどから今後大きく森林を取り巻く土地利用の変化が予想される地域である。

<研究対象地域及び目的>

焼畑が森林に及ぼす影響は、国際社会、政府、地域住民といった異なるレベルで様々な利害関係が影響しあって形成している問題であるため、ラオスの焼畑地の 70%が分布している北部のなかでも最も焼畑が多いルアンプラバン県を研究対象地域として、

- 1) 焼畑地を取り巻くプロセスを調査・整理・分析し、焼畑が拡大するプロセスを空間モデルにより表現し、
- 2) 上記モデルにより焼畑の拡大や空間分布の変化の再現を試みる事を目的とした。

<現地調査>

ラオスにおける現地調査は 2000 年 11 月 1 日に首都のヴィエンチャンに到着し、11 月 16 日までの日程でルアンプラバンでの聞き取り調査及びヴィエンチャンでのデータ収集を行った。聞き取り調査はルアンプラバン市を拠点にして、シングン郡内 Nam Khan 流域の 12 の村にて人口動態、栽培面積・収穫量及び収入等に関して聞き取り調査を行

い、その結果をモデルに反映させた。

<モデルの概要>

本研究ではいくつかの村落の集合体である「村落クラスター」エージェントを構築し、村落クラスターを基本単位として焼畑地域の選択や休閑期間の決定などを行うモデルを構築した。また土地・環境条件は 500m グリッドを用いて表現した。グリッドセルのサイズに関して実際には 100m グリッド程度の解像度がないと焼畑の分布は正確に表現できないものの、利用可能な地形データなどが限られていることから、500m グリッドを採用した。尚、モデル化の対象となる作付け作物としては米（灌漑水田、天水田、陸稲（焼畑））とその他の穀物類（トウモロコシを代表値として用いた）を対象としている。

モデルは米の需要と供給のバランスを中心に作成した。これは貨幣経済が浸透しつつあるが、依然として相互扶助や物々交換の習慣が残っており、農村での米不足が毎年起こっているという状況から主食である米の確保が人々の生活大きな位置を占めているためである。モデルは土地利用決定モジュールを中心として灌漑水田・天水田モジュール、焼畑モジュール、農業収入モジュール及び人口／移住モジュールの 5 つのモジュールから構成され、ある年の土地利用を決定は、前年の土地利用をもとにそれぞれのモジュールによって計算された情報から、エージェント行動が決まり、その年の土地利用が決定される。この繰り返しにより経年的な土地利用変化シミュレーションをおこない、1989 年の土地利用図を修正してベースマップとして利用し、ルアンプラバン県について 500m のグリッドサイズで 1990 年から 1999 年の土地利用変化のシミュレーションを行った。

<モデルによる現状再現性の評価>

1990 年から 1999 年のモデルのシミュレーション結果、統計データや衛星リモートセンシングによる焼畑分布データとの比較、及び生産性を用いた感度解析において明らかとなった事項を以下にまとめる。

- 1) 県レベルの集計量（耕作地面積、生産量）を用いたモデルの検証においては、いくつかの項目について過大・過小推計があったもの、傾向はおおむね整合していることがわかった。食料の需給バランスを使って土地利用変化を駆動するというモデルメカニズムで、ルアンプラバン県の農業的な土地利用変化をおおむね説明できると判断できる。衛星リモートセンシングにより焼畑分布の作成された約 50km 四方の地域（ルアンプラバン市東方を中心）についても、地域全体の集計レベルでは、比較的良好的な精度を有しており、これを裏付けていると言える。

- 2) しかし、生産性、一人あたりの米需要量などの原単位を合理的、かつ統計データと整合的に設定するという観点から見ると、若干の過大がある。すなわち、これらを改善することで、前述の過大推定、過小推定を改善できる可能性がある。
- 3) 衛星リモートセンシングから得られた焼畑地分布図を利用した焼畑地の空間分布に関する検証では、500mから1km四方程度のミクروسケールにおいてモデルの説明力はほとんどないものの、5kmから10km四方のほぼ個別村落の大きさに適応するレベルでは比較的高い適合度があることが示された。これは、500m単位といった詳細な焼畑位置を決めるメカニズムはモデルに十分反映されていないものの、村落単位の食糧需給バランスから焼畑地面積を決めていくというメカニズムは、現状を説明する上で有効であり、そのスケールであれば、十分な説明力を有するというを示していると考えられる。500m程度のスケールで焼畑地の位置を予測するためには、より詳細な土地条件の調査やそれと焼畑地選択との関連などをより詳細に分析する必要があるが、5~10km程度のスケールで十分な場合には、村落の境界線や村落に関する社会経済統計や人口指標データをより詳細に集めることが、説明力の改善には有効であると考えられる。
- 4) 焼畑耕作の経年的な連続性に関する分析の結果、衛星リモートセンシングによる観測結果からは多少の経年耕作が見られるものの、偶然変動と見なしてもよい程度のオーダーであり、モデルにおける「休閒期間を遵守した一年耕作」ルールと大きな矛盾しないことがわかった。よりモデルを現実近づけるためには、上記ルールを厳密には適用せず、確率的に連続耕作が生じたりするようにすることで対応できる。しかし、連続耕作がどのような場所で生じやすいかに関する分析までは今回行うことはできず、今後の課題である。
- 5) 生産性を用いた感度解析では生産性は面積にはほとんど影響はないが、生産量には大きく影響する事が分かった。よってモデルの精度を上げるためには現在統計データから条件によって生産性を与えているが、地域によって異なる生産性を土壤図や気候データなどを利用してモデルによる推定値を与えること、更に現地調査に夜里土地利用を決定する意思決定について詳細な調査、本当の村落境界線などのデータを収集できればモデルの精度を向上できると考えられる。

<本研究の成果>

本研究の成果を以下にまとめる。

- 1) ラオス北部の山岳地域（ルアンプラバン県）を中心に、現地調査を中心に焼畑農業を取り巻く様々な社会条件などを整理し、焼畑を含めた農業的な土地利用が変化するプロセスをモデルによって表現した。モデルは米を中心とした食料の需給バランスが土地利用変化を駆動するというメカニズムを基本としている。また、米の生産が焼畑（陸稲）から生産性の圧倒的に高い河川沿いの天水田、灌漑水田に次第にシフトしていくことを前提としている。

2) モデルシミュレーションを行い、統計データや衛星リモートセンシングから得られた焼畑分布データと付き合わせることで、検証を行った。その結果、以下のようことがわかった。

(ア) 県レベルの集計量（面積・生産量）を用いた検証においては過大・過小推定があったものの傾向についてはモデル計算値と統計値とは整合している。食料（米）の需給バランスを基本とする土地利用変化メカニズムが一応の説明力を有していると考えられる。一方、過大・過小推計は生産性原単位の与え方、米やその他作物の消費原単位の与え方などにより改善できると思われ、今後の課題である。

(イ) 焼畑地の空間分布を衛星リモートセンシングによる焼畑分布図と比較した結果、500mから1kmメッシュのスケールではモデルの説明力は乏しいことがわかった。しかし、より空間的に集計した5kmから10kmメッシュスケール（個々の村落に対応する空間スケール）では高い適合度があることが示された。すなわち、個別の村落レベルでも焼畑を含んだ土地利用の変化は食糧（米）需給バランスをベースとするメカニズムにより、ある程度は説明できることがわかった。

(ウ) 以上モデルの説明力についてまとめると、5km以上のスケールであれば、ケーススタディ対象地域における焼畑の分布をおおむね説明できる。

<今後の課題>

最後に今後の課題は以下のとおりである。

- 1) 土地生産性を空間分布も含めてより正確に推定する。
- 2) 作付けパターンのより正確な把握し、モデルに反映する。
- 3) 商品経済の浸透に伴う人々のライフスタイルの変化をモデルに反映する。
- 4) 人口変化や移住などを検証する。
- 5) 土地利用を通じた村落の農業活動と環境との相互作用、あるいはインパクトを定量的なシナリオ分析で描く。