

平成 22 年 6 月 16 日現在

研究種目：若手研究（スタートアップ）

研究期間：2008～2009

課題番号：20810043

研究課題名（和文） ラオスにおける森林破壊の規模と要因

研究課題名（英文） Extent and Cause of deforestation in Lao P.D.R.

研究代表者

東城 文柄（TOJO BUMPEI）

総合地球環境学研究所・研究部・プロジェクト研究員

研究者番号：90508392

研究成果の概要（和文）：本研究では、ラオス・サヴァンナケート県における森林変化とその要因を検証するための重要な基礎データの整備を行った。画像の事前分類結果にもとづいて調査地点を選定し、コドラート法による毎木調査を行った。これによって得られた林相データにもとづいてトレーニングサンプルを選定し、ALOS/AVNIR-2衛星画像をオブジェクトベース法によって分類した。結果、県平野部の現在の典型的な森林タイプ分類を定義し、それらの分布を図化することが可能になった。これらのデータを土台にして、所属研究機関で所有するCorona衛星画像との重ねあわせが進むことで、将来的には研究において当初計画していた、森林破壊の規模と要因分析が可能になる。

研究成果の概要（英文）：This study aims to develop important basic data for verification of the factors of forest change in Savannakhet Province, Lao P.D.R.. ALOS/AVNIR-2 satellite imagery was employed. Research point were selected on the basis of image classification, performed tree census using quadrat method, image classification by object-base method. Result, we define the typical classification of forest types present in the plains of province, and was able to figure the distribution of them.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2008年度	1,330,000	399,000	1,729,000
2009年度	1,200,000	360,000	1,560,000
年度			
年度			
年度			
総計	2,530,000	759,000	3,289,000

研究分野：人文学

科研費の分科・細目：地域研究

キーワード：森林破壊, GIS, リモートセンシング

1. 研究開始当初の背景

（1）ラオスを含めた発展途上国においては、「かつての豊かな森林が森林周辺の住民（農

民）の急増とともに大規模に失われてきた」という定説が広く支持されてきた。そして国際機関や現地政府機関による森林保全戦略

は同国を含めて、森林周辺の人口を強制的に排除しても森林を保護し植林を進めるという点に重点を置いてきた。

(2) しかし不正確な統計に依拠した森林破壊面積の見積もりが、発展途上国における森林破壊の要因の分析結果を不確かなものにしてきた疑いが強くなっている。

2. 研究の目的

(1) 本研究ではラオス・サヴァンナケート県における森林変化とその要因を地理情報システム (GIS) での分析と現地調査により実証的に検証し、森林破壊の実態とその社会的背景を解明し、ラオスにおける実効的な森林保全戦略の重点を探ることを目的とした。サヴァンナケート県の森林面積は県の全面積に占める比率が 73% で (1981 年時点)、全県でも上位に位置している。これらの広大な森林は南北に走るルアン山脈とそこからメコン川に流れ込む河川流域に主に分布し、ラオス全土の気候や水資源の涵養、生物多様性などの生態系サービスの質の維持に重要な役割を果たしているが、その同県においても近年では、開発や森林周辺住民による不法伐採による森林破壊が深刻化していると言われている。

(2) 本研究では同県における森林破壊の実態とその社会背景を解明するために不可欠な、正確で実際の土地被覆 (林相) をよく反映した土地被覆 (森林) 分布の定量化 (分布図作成) を行うことを目的とした。ラオス国内でも比較的森林が豊富に残るサヴァンナケート県を分析対象とすることで、本研究の研究結果は同国の今後の森林保全戦略の重点を再構築し、ラオス全体の森林保全への効果的な取り組み方を展望していく上で有用なデータになることが予想された。

3. 研究の方法

(1) 衛星画像には 2006 年より運用の始まった、ALOS 衛星画像 (AVNIR-2 と PRISM) という、比較的高分解能の衛星画像をサヴァンナケート県全体について購入して用いた。

(2) 土地被覆 (林相) の適切な分類のために、画像分類にオブジェクトベース分類 (所属研究機関が所有する DEFINIENS ソフトウェアを使用) を採用して画像分類を行った。オブジェクトベース分類では、画像を様々な特徴によって分割 (オブジェクト化) する。分割された各オブジェクトはピクセル輝度の平均値など (Pixel Value) に加えて、均一性、エントロピーといった面的統計量

(Texture Value) を分析に用いることが出来る。

(3) 衛星画像の分類作業を進める上で必要な、補助的な地理情報 (地図、GIS データベース等) を収集・整備した。

(4) 森林タイプを分類するために、植物被覆度・林相・林床部・土壌・植種などの総合的な調査 (毎木調査) を行った。具体的には購入したALOS/AVNIR-2衛星画像を前分析した結果に基づき、サバナケット県内において広域なグラントゥールースと、数十点でのコードラート調査を行った。コードラート調査の内容は、毎木調査、魚眼写真による樹冠撮影、林床植生調査、林床バイオマスとリター量計測、土壌調査である。

(5) (4) の調査結果と ALOS/AVNIR-2 衛星画像を画像分類した結果の整合性を評価し、最終的な分布図を作成した。

4. 研究成果

(1) ラオス・サバナケット県の平野部に位置するソンコン郡と、山地部に位置するセボン郡 (図 1 参照) 対象として、分布図作成のための基礎的な RS 分析を GIS 上で 2008 年度から 2009 年度初頭にかけて行った。



図 1 サバナケット県ラハナム郡 (①) およびセボン郡 (②) の位置



(2) 画像分類の結果を解釈し、正確なクラス定義付けを行うには、目的の地点まで行き土地被覆を観測する作業 (グラントゥールース) が不可欠である。ALOS/AVNIR-2 画像の前分析 (セグメント生成、教師無し分類画像の作成) を経て、ソンコン郡とセボン郡における森林のどの部分でグラントゥールー

スを行えばよいかを意思決定し、2009 年度第 3 四半期までに 3 回の現地調査を行った。

特に森林被覆に関しては、コードラート (20×20m) 内の ①森林計測 (各樹木の位置、高さ、胸高直径)、②魚眼写真による開空度等測定、③樹種調査 (各樹木の種類の同定及び標本採取)、④林床植生調査 (2×2m のコードラート内の全植物種名の同定とそれらの被覆度計測、標本採取)、⑤林床バイオマス及びリター量計測 (1×1m のコードラート内の生きた灌木及び草本の総質量、枯れ枝・落ち葉等の総重量)、⑥土壌調査 (土壌硬度、A0 層の厚さ) の 6 種類に関するデータを収集した。

上記のうち特に①と② (しばしば③) の調査結果は、ほぼ樹冠部分のみを写している衛星画像の分類にとってもっとも重要な項目である。④から⑥の項目は、①と②の組み合わせによって分類される森林タイプが持つ環境属性として、重要なデータベースとしての価値を持つ。

(3) (2) の①及び②のデータから、サバナケット県ラハナム郡の典型的な林相を選び (表 1 参照)、それらを画像分類のトレーニングサンプルに出した。

コードラート内からの天空撮影画像 (魚眼写真)	調査結果
	<p><u>林相</u></p> <p><u>(緯度経度)</u></p> <p>a) 胸高断面積合計</p> <p>b) 材積</p> <p>c) 開空度</p>
	<p><u>Open Forest (M)</u></p> <p><u>(105.258094, 16.297529)</u></p> <p>a)24.07m²/ha</p> <p>b)301.6m³/ha</p> <p>c)38~46%</p>
	<p><u>Open Forest (S)</u></p> <p><u>(105.246267, 16.257043)</u></p> <p>a)8.16m²/ha</p> <p>b)82.9m³/ha</p> <p>c)72~81%</p>




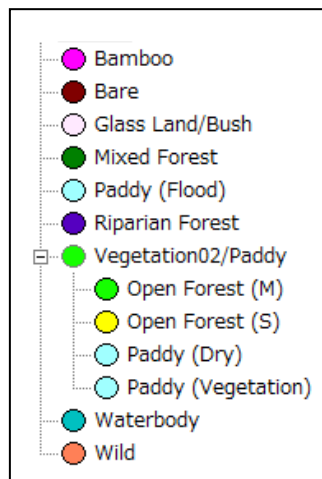
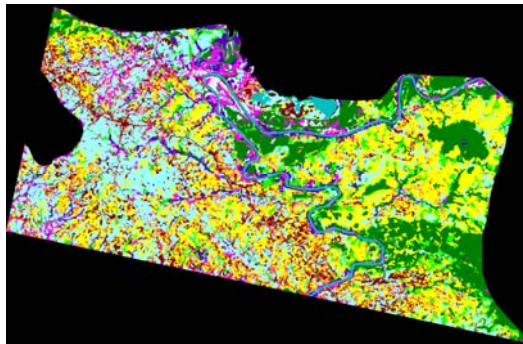
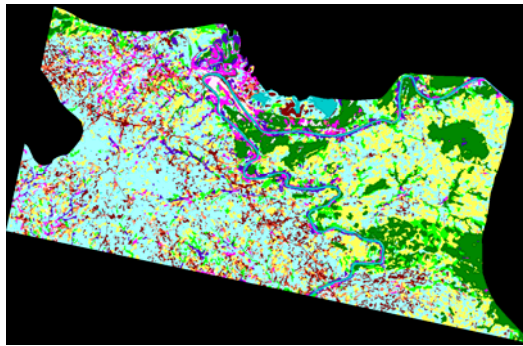
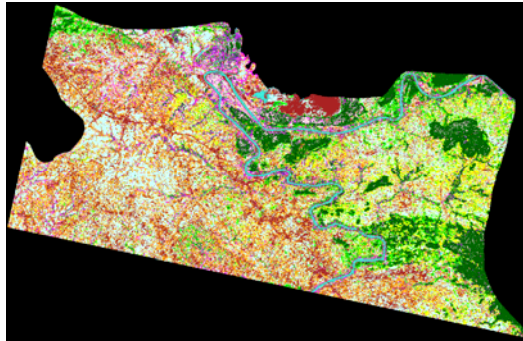
	<p><u>Bamboo</u></p> <p><u>(105.260899, 16.289328)</u></p> <p>a)28.2m²/ha</p> <p>b)287.6m³/ha</p> <p>c)37~39%</p>
	<p><u>Bush</u></p> <p><u>(105.293118, 16.273368)</u></p> <p>a)2.22m²/ha</p> <p>b)9.3m³/ha</p> <p>c)17%</p>
	<p><u>Mixed Forest</u></p> <p><u>(105.29198, 16.244733)</u></p> <p>a)50.06m²/ha</p> <p>b)1083.8m³/ha</p> <p>c)19~33%</p>

表 1 トレーニングデータの調査結果表 (一部)

林相分類は具体的には、魚眼レンズによって測定した開空度 40%をおおよその境として、森林全体を開放林 (40%以上) と閉鎖林 (40%以下) に大分した。その上で、開放林 (Open Forest) を材積の大小 (S~M) で、また閉鎖林を植生の相違によって (竹林 Bamboo、竹林の混在比の高い混交林 Riparian Forest、混交林 Mixed Forest) それぞれの中で細分化している。上記以外の植生被覆域としては、草原や灌木林 (Glass Land/Bush)、荒地 (Wild) を設定し、植生被覆以外では裸地 (Bare)、水田 (Paddy)、水面 (Waterbody) などを設定した。

(4) 天空撮影画像による開空度測定について補足すると、魚眼写真とは魚眼レンズ (Fisheye Lens) と呼ばれる特殊なレンズを使って撮影される画像の総称であるが、ここでは特に a) 画面対角線よりもイメージサークル径が小さく (全周魚眼レンズ)、b) 画角が 180 度以上、のものを指す。このレンズはレンズ面より前部の極めて広い空間を写し取ることが可能な上に、画面上の面積が立体角に比例する等立体角射影方式 (Equisolid

Angle Projection) を採用しているものがあるため、撮影された画面上の面積を測定することで視界に対する被写体の割合を求めることが出来る。開空度等の測定は魚眼レンズのこの性質を利用して行っている。



上) ピクセルベース分類より

中) オブジェクトベース分類 (Pixel Value のみ) より

下) オブジェクトベース分類 (Texture 併用) より

(5) (3) のトレーニングサンプルを使ったピクセルベース分類 (最尤法) による分類結果、オブジェクトベース分類 (Pixel Value のみを用いた) による分類結果、同じくオブジェクトベース分類 (Texture Value も併用した) による分類結果を比較したところ (図2)、次のようなことが整理できた。

第一に、オブジェクトベース分類結果 (図2中) では、ピクセルベース分類結果 (図2上) の結果が面的に集約された。ピクセルベース分類の分類結果は、ピクセル単位で土地被覆情報を分離するので、土地被覆を「景観」としてまとめた空間単位で捉えて認識する上ではマイナスに働く。具体的には、「水田」を「水田」に含まれる「泥と水の被覆部分」「土の被覆部分」「植物の被覆や樹木被覆部分」に分解して捉えるのがピクセルベース分類結果だとすると、これらの一定のパターンを統合して「水田被覆」と捉えるような分類結果を、ピクセルベース分類では出す事ができないという意味である。付け加えると、この分類手法の差が図2で具体的に、裸地/荒地と水田間の分類比率の差として大きく表れた。ピクセルベースでは空間的に微少な裸地・荒地を拾った上に、裸地のトレーニングサンプルの取り方の難しさなどが要因となって、分類結果に裸地や荒地の過大分類が生じている。

第二に、オブジェクトベース分類に Texture Value を併用した結果 (図2下) は、Pixel Value のみを使った結果 (図2中) と比べると開放林と水田の分離比率がかなり異なった。これは植生をオブジェクト内に多く含む水田オブジェクトと、開空度の高い開放林オブジェクトは、Pixel Value (平均値) のみで観察すると差異を見いだせないことに由来しているが、ここに幾つかの Texture Value (特に植生被覆に大きく吸光される近赤外領域の Texture Value) を導入したことで、図2に示したようにこれらの間の分類精度にきわめて大きい改善が見られた。

ここまでの研究成果によって、研究のまず大きな目的であった、県全体の現在の正確な森林タイプ分類とその分布図作成への見通しが立った。このデータを土台にして所属研究機関で所有する Corona 衛星画像との重ねあわせが今後進むことで、将来的には研究において当初計画していた、森林破壊の規模と要因に関する有意な分析結果が提示できるだろう。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

〔雑誌論文〕 (計1件)

① 東城文柄、発展途上国における「地域住

図2 各種分類手法によるラオス・サバナケット県平野部の土地被覆分類結果比較

民による森林破壊」問題の再考、アジア
経済、査読有、第 50 巻第 2 号、2009、
2-25

〔学会発表〕(計 4 件)

- ① 東城文柄、門司和彦、小林繁男、
Object-base分類による森林被覆分類に
おける最適SPの考察、日本国際保健医療
学会、2010年3月13日、長崎
- ② 東城文柄、地域研究/環境問題研究にお
ける土地利用と土地被覆変化研究、「資
源ガバナンスと利害協調」研究会、2009
年10月30日、東京
- ③ Bumpei TOJO、GIS and Ecohealth、The 3rd
National Health Research Forum to
Promote the Health Research Systems
Strengthening in Lao PDR.、2009年10
月2日-3日、Champasak, Lao P.D.R.
- ④ 東城文柄、発展途上国における二次林保
全、第120回日本森林学会大会、2009
年3月25日-28日、京都

〔その他〕

ホームページ等

<http://archives.chikyu.ac.jp/archives/AnnualReport/Viewer.do?prkbn=R&jekbn=J&id=237>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

東城 文柄 (TOJO BUMPEI)

総合地球環境学研究所・研究部・プロジェ
クト研究員

研究者番号：90508392