

令和 2 年 9 月 9 日現在

機関番号：34506

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2016～2019

課題番号：16K01227

研究課題名(和文) 空中写真を活用したラオス山村における土地利用と森林被覆の変化に関する研究

研究課題名(英文) A research on long-term land use and land cover changes in hilly areas of Laos utilizing aerial photography

研究代表者

中辻 享(Nakatsuji, Susumu)

甲南大学・文学部・教授

研究者番号：60431649

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,700,000円

研究成果の概要(和文)：本研究は航空写真や米軍偵察衛星写真を利用して、ラオス山地部における1945年以降の土地利用・土地被覆の変化を明らかにした。対象地域での調査からは、ラオスの森林減少に関して、既往研究が指摘する1980年代以降の市場開放の影響だけでなく、それ以前の第2次インドシナ戦争(1960年-1975年)の影響を考慮する必要があることが明らかになった。戦争中に大規模な国内避難民の移動と土地の開墾が生じたためである。また、対象地域のある村では、1940年代-50年代には村域の大半は草原や叢林が占め、森林はすでに30%以下しかなかった。こうした結果はラオスの森林減少の経過と要因に関して、再考を迫るものである。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究はワシントンDCやラオスで対象地域の1945年～2013年の8時点の航空写真や米軍偵察衛星画像を収集し、この間の土地利用・土地被覆の変動を明らかにした。さらに、聞き取り調査を中心とする現地調査からそうした変動が起きた原因を明らかにした。ラオスのみならず、東南アジアに関して、これまで本研究ほど長い期間にわたる土地利用・土地被覆の変動を明らかにした研究はなかった。ラオスの森林に関しては、昔は広大にあったものが近年の経済発展によって急激に減少したという認識が一般的である。本研究は古い航空写真の解析により、こうした認識に再考を迫るものであり、今後も同様の研究の積み上げが望まれる。

研究成果の概要(英文)：In this study, we revealed long-term land use and land cover changes in a hilly area in Laos since 1945, utilizing aerial photographs and US spy satellite photographs. Many researchers associate forest decline or degradation in Laos with developments since the 1980s, and especially since the economic liberalization that began in the late 1980s. The results of this study suggest that the Second Indochina War (1960-1975) was also an important factor of forest degradation because the exodus of internal refugees during the war had caused reclamation of uncultivated areas in a large scale. In a case of one village, we revealed that even in 1940s and 1950s most of the village land was covered by grass or bush and it was covered forest less than 30%. These results call for reevaluation of how forestland has been lost in Laos.

研究分野：人文地理学

キーワード：土地利用 森林被覆 焼畑 航空写真 米軍偵察衛星写真 ラオス 東南アジア 山住民

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

本研究は2012年に研究代表者がワシントンDCのアメリカ国立公文書記録管理局でラオスを撮影した1940年代や1950年代の航空写真が大量に保管されているのを見つけたことに始まる。研究代表者は2002年からラオス北部のルアンパバーン県シェンヌン郡カン川流域地区で調査を続けてきた。この地域に関しては1945年と1959年の航空写真を得ることができた。対象地域に関しては、さらに、1967年と1975年の米軍偵察衛星写真があり、1982年・1998年・2013年の航空写真も存在する。また、2000年以降の高分解能衛星画像も入手できる。これらの画像を利用することで、歴史的な土地利用・土地被覆の変遷を年代ごとに明らかにできると考えた。

ラオスの山地に住む人々(以下、「山地民」と呼ぶ)はカム人やモン人などの少数民族である。彼らは伝統的に山地斜面の森林を伐採・焼却して、米やトウモロコシを栽培する焼畑で生計を立ててきた。彼らの暮らしと土地利用に関する研究は、2000年代以降の調査にもとづく報告が多く、これを歴史的に振り返って報告したものはわずかしかない。しかし、上述の航空写真を解析すれば、過去の土地利用や植生について客観的なデータが得られる。これと聞き取り調査の結果を合わせることで、この間の歴史を、空間性をともなった形で描き出すことが可能となる。

この課題に研究代表者は、挑戦的萌芽研究、「ラオス焼畑山村における半世紀間の土地利用変化に関する研究」(平成25年度～平成27年度)が採択された時から取り組んできた。

2. 研究の目的

本研究は、第2次インドシナ戦争(1960-75年)、社会主義化(1975-86年)、市場開放(1986-現在)というラオスの現代史の中で、山地民の暮らしがどう変化してきたかを、主に土地利用面から考察しようとするものである。そのため、1945年から1998年までに撮影された対象地域の9時点の航空写真とCORONA衛星写真を解析し、これに住民への聞き取り調査をあわせることで、集落分布、焼畑と水田の分布と面積、植生が時代とともにどう変化したか、そこにはどんな要因があったかを明らかにする。また、今後の研究に資するため、ラオス、アメリカ合衆国、フランスの3カ国に分散するラオスの航空写真の目録と標定図を作成する。さらに、近年開発された画像解析ソフトを利用し、過去の空中写真から土地被覆の広域的な分類ができるかどうかを検討する。

3. 研究の方法

(1)画像から土地利用・土地被覆を判別する 本研究開始前までに、対象地域内のA村(約20km²)について、各時点の画像から集落・水田・焼畑などの土地利用を目視判読で抽出する作業を行っていた。しかし、土地被覆に関しては判別ができていなかった。そこで、本研究では、A村内の2.24km²の範囲に関して、森林・叢林・草原といった植生がどのように変化したかを、各年の画像から目視判読により明らかにした。また、別のB村(約13km²)に関しては、全域の土地利用・土地被覆を各年の画像について明らかにした。

(2)対象地域での現地調査 対象地域での土地利用・土地被覆の変化の実態やその要因に関しては、2014年～2016年に、A村やB村を中心に、主に古老への聞き取り調査を実施していた。さらに、2018年3月に、A村とB村で追加的な調査を実施した。

(3)ワシントンDCにおける航空写真調査 ルアンパバーン県シェンヌン郡の対象地域との比較のため、同じくラオス北部のルアンナムター県およびボケオ県を新たな対象地域に設定した。この地域に関して、古い航空写真の有無を明らかにするため、2018年8月にアメリカ国立公文書記録管理局で資料調査を行った。

4. 研究成果

(1)ラオス山村における第2次インドシナ戦争期の土地利用・土地被覆の変化の解明

挑戦的萌芽研究の研究を継続し、その成果を国際学会(学会発表)や英語論文(雑誌論文)の形で発表した。その内容は以下のとおりである。

戦争が社会や経済に与える衝撃は大きく、戦争の影響でたびたび土地利用・土地被覆の変化が引き起こされる。にもかかわらず、戦争と土地利用・土地被覆の変化の関係性については研究が不十分であり、まだわかっていないことも多い。このテーマに関する既往研究では、戦争期の土地利用・土地被覆の変化を明らかにするために、衛星画像を用いてきた。しかし、衛星画像の撮影が開始されたのは1970年代以降であり、それ以前の戦争の影響に関しては十分に考察し得ない。既往研究で対象とされた戦争は1980年代以降の戦争である。

これに対し、本研究は1970年代以前に撮影された航空写真や米軍偵察衛星写真を用いることで、第2次インドシナ戦争(ベトナム戦争に同時期のラオスやカンボジアの戦争を含めた言い方で、ラオスの場合、その期間は1960-75年)がラオスの山地部の土地利用・土地被覆に与えた影響を定量的に明らかにしようとした。このように、やや古い戦争に着目することのメリットは、戦争の影響を長期的に考察できることである。

本研究では、ラオス北部のルアンパバーン県シェンヌン郡のA村(約20km²)を対象とし、航空写真・衛星画像の解析と現地調査を行うことで、1945年以降の長期にわたる土地利用・土地被覆の変化を明らかにした。さらに、戦争がそうした変化にどう影響したかを考察した。土地利用・土地被覆の変化を明らかにするため、本研究では、航空写真(1945年、1959年、1982年、1998年、2013年)、米軍偵察衛星写真(1967年、1975年)、高分解能衛星画像(2011年)を用いた。

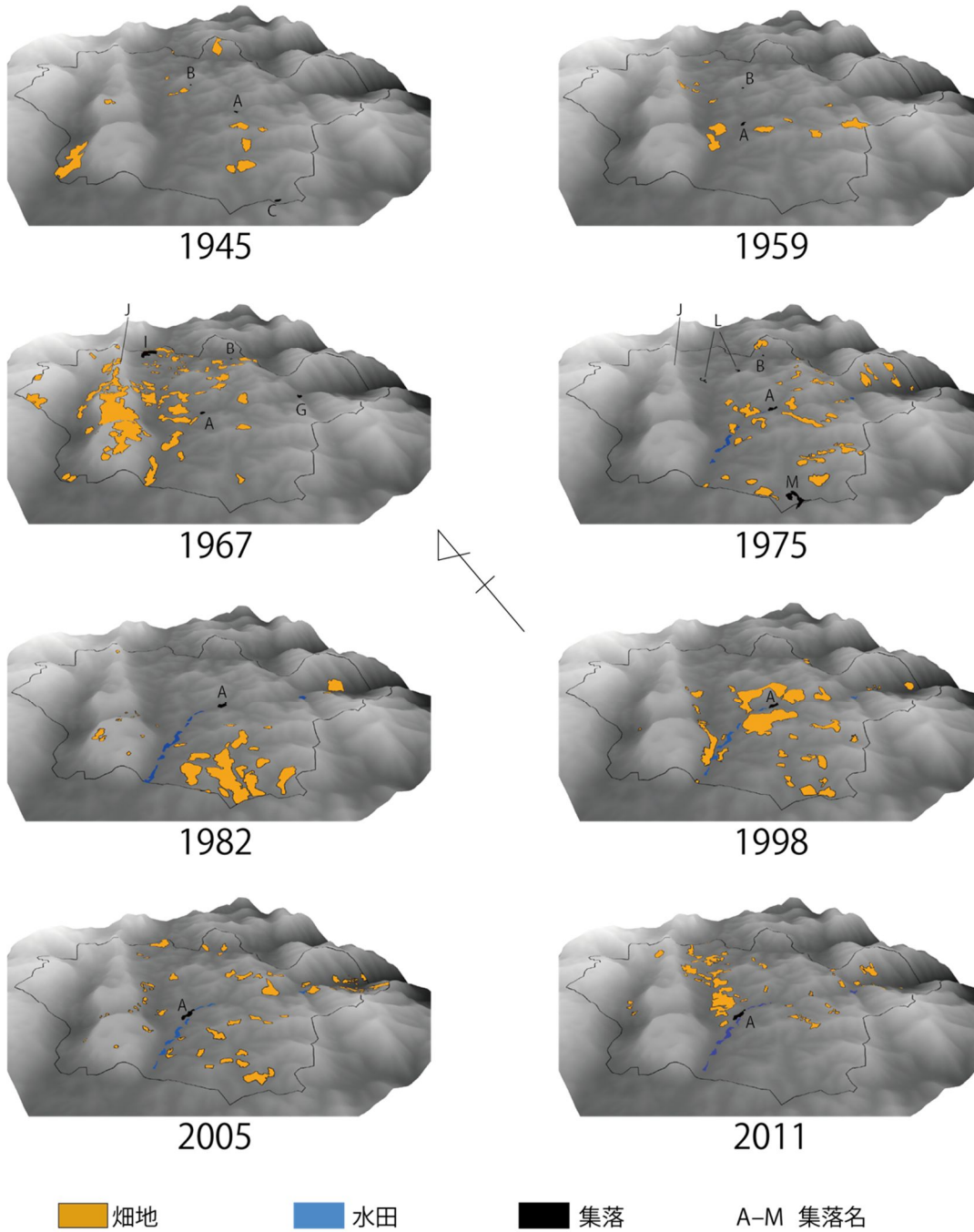


図1. A村における1945年から2011年の土地利用の変化

資料：研究代表者による目視判読，ラオス国立地図局で得たDSMデータ。

注：1) 2005年の耕地に関しては、研究代表者が小型GPSで測量を行った。

2) J村の位置は写真の解析ではなく、村人に同行してもらったの踏査により明らかにした。

3) L村は互いに近接した二つの集落よりなる。

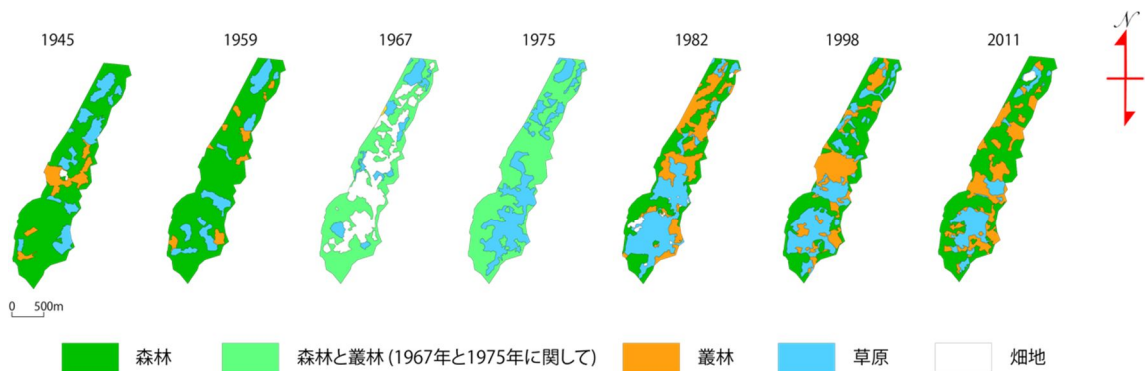


図2. 石灰岩峰上における1945年から2011年の植生と土地利用の変遷
資料：研究代表者による目視判読。

これらの画像は GIS 上での重ね合わせが可能となるよう、オルソ補正(航空写真や衛星画像の持つ中心投影の歪みを修正して、地図と重なるように変換すること)を行った。さらに、オルソ補正済みの画像について、各時点の集落と焼畑、水田を抽出する作業を行なった。これにより、集落と焼畑・水田の分布の変遷、焼畑面積の変遷、森林・叢林・草地といった植生の動態を明らかにすることができた。なお、画像から土地被覆・土地利用を判別する作業は全て目視によった。そのため、集落と焼畑・水田の分布の変遷は A 村の全域(20km²)を対象に明らかにできたが、植生の動態に関しては、全域を判別するのは時間がかかるため、戦争期の影響の著しかった 2.24km²の範囲のみを対象とした。これは村域西部の石灰岩峰の頂部(図 1 の各図の左側に示される白い高標高地)である。結果として出来上がったのが図 1 と図 2 である。

調査の結果、以下の点が明らかになった。第 2 次インドシナ戦争の前までは対象地域には 20-30 世帯のカム族世帯が住むのみであった。ところが、戦争の影響で、1960 年代に対象地域には 100 世帯以上のモン族の避難民が移住してきた。このことは対象地域でそれまでとは違った土地利用景観を現出させることになった。図 1 に示されるように、1967 年には石灰岩峰の頂部に大面積の畑地が見られる。他の年にはこうした土地利用は見られない。これは、石灰岩峰にトウモロコシやケシを栽培するというモン族型の土地利用が大規模に行われた結果である。1970 年代に入り、戦争が終結に向かうとモン族のほとんどが A 村を離れ、世帯数は大きく減少した。A 村の人口や畑地面積が最大であったのは、1967 年であった。このように、戦争は大量の異民族の流入という平時にはない状況を生み出し、独特の土地利用景観を現出させたのである。

この状況はさらに森林破壊をも招いた。村域西部の石灰岩峰頂部はカム族住民のあまり利用しない土地であり、1950 年代までは大部分が森林に覆われていた。しかし、1960 年代にはモン族の避難民により、畑地が開墾され、ケシやトウモロコシの長期の連作が行われた。その結果、1970 年代以降は草地や叢林が大半を占めるようになった。2011 年には森林が 5 割を超えているが、草地や叢林も半分近くを占めており、植生は戦争以前の状況まで回復していない(図 2)。このように、戦争期の森林破壊は A 村の植生景観を大きく変える出来事であり、その影響の痕跡は A 村の植生にまだまだ残されているのである。

ラオスでの森林破壊に関しては、これまで、市場開放政策が進められた 1980 年代後半からの変化に焦点が当てられ、木材伐採や換金作物栽培、鉱山開発やダム開発が原因とされてきた。しかし、本研究の結果からは、第 2 次インドシナ戦争期に国中で展開された人口移動(当時、国内の半分以上の村落が移動したとされる)にともなう森林破壊をも考慮するべきことが示唆されるのである。

(2) 長期的な土地利用・土地被覆の変化の解明

東南アジアの山地は 1940 年代や 1950 年代にはどんな状態だったのだろうか。ラオスのみならず、東南アジアの他国においても、この程度の過去になると森林被覆の実態を実証するデータはない。にもかかわらず、過去は森林が豊富にあり、近年それが大きく失われたという言説が一人歩きしているのである。

研究代表者が収集した古い航空写真や米軍偵察衛星画像からは、集落、焼畑、水田といった土地利用の変遷とともに、森林被覆の変遷を面的に把握することができる。これにより、過去の森林被覆の実態を把握できるし、それが現在までどのように変化してきたかを明らかにすることができる。しかし、(1)の研究では、わずか 2.24 km²の土地についてしか森林被覆の変化を明らかにしていない。しかも、この土地は戦争をきっかけに利用頻度の増したやや特殊な土地であった。森林被覆の変遷の傾向をつかむためには、もっと広域を対象にすべきである。少なくとも一村落の領域全体を対象にすべきであろう。そこで、次は A 村と同じルアンパバーン県シェンヌン郡カン川流域地区の B 村を対象とし、1945 年以降の土地利用・土地被覆の変化を村域全体(約 13 km²)について明らかにしようとした。(1)と同じく、過去の画像をオルソ補正し、GIS 上で重ね合わせた。さらに、森林、叢林、草原、畑地、水田、建造物(集落が中心)を一定の分類基準で目視判読した。この作業は現在も継続中であり、1945 年と 1959 年、1982 年に関して結果を示したのが表 1 である。

B 村も A 村と同じく、第 2 次インドシナ戦争中の避難民の流入が激しかった村であり、1970 年代初頭に多くの避難民が流入した。住民からの聞き取りでは避難民の流入により焼畑面積が増加し、多くの森林が失われたという。たしかに、表 1 からは 1959 年と 1982 年の間に若干の森林減少が起こったことがわかる。

しかし、それよりも驚くべきことは、1950 年代でも 1940 年代でも叢林や草原が村域の大半を占めており、森林は決して多くはなかったという事実である。もっとも B 村一村の事例でもって、ラオス全体の状況を語ることはできない。それでも、「昔は森林が多かった」という一般認識に再考を迫る事実と言えよう。今後は他地域でも過去の森林被覆状況を航空写真から明らかにしていくことが求められよう。

特に、1945 年には森林は村域の 1 割程度しか占めておらず、8 割以上が叢林や草原となっている。当村で人口が増加した 1982 年よりも森林面積がはるかに少ないのである。ここには何か特別な事情が考えられよう。一つ推測されるのはタケの一斉開花とそれに続く一斉枯死である。1959 年の航空写真でタケが群生している場所の多くが 1945 年には草地や叢林になっていたのである。これが事実かどうかを明らかにするためには、さらなる研究が必要である。しかし、森林減少には人為だけでなく、自然現象も大きく関わっていることに注意する必要がある。特に、

表1 B村における土地利用・土地被覆の変遷

	1945年2月6日		1959年2月7日		1982年2月24日	
	面積(km ²)	%	面積(km ²)	%	面積(km ²)	%
森林	1.4	10.7%	3.6	28.3%	2.6	20.2%
叢林	6.5	51.4%	6.2	48.7%	5.0	39.1%
草原	3.9	31.1%	2.2	17.5%	3.2	25.3%
畑地	0.9	6.8%	0.7	5.5%	1.8	13.9%
水田	0.0	0.0%	0.0	0.0%	0.2	1.2%
建造物	0.0	0.0%	0.0	0.1%	0.0	0.3%

注1) 1982年の焼畑面積は、1981年の焼畑(収穫後)と1982年の焼畑(伐採中)が混在するため、他の年よりも特に多くなっていることに注意。

注2) 建造物は1945年と1959年は集落、1982年は集落・出作り集落・道路を含む。

ラオス山地部の森林においてタケは重要な要素であるので、その一斉枯死は、土地利用・土地被覆の変化を考える場合に考慮すべき事柄であろう。

(3) 新たな対象地域の航空写真の入手

(2)でも述べたとおり、ラオスの過去の森林被覆状況は多くの事例を基に明らかにしていく必要がある。そこで、研究代表者は新たな対象地域として、ラオス北部のルアンナムター県南部およびボケオ県南東部を設定した。また、2019年8月にワシントンDCの国立公文書記録管理局で資料調査を行い、この地域の1945年の航空写真を収集した。

この地域を対象地域としたのは、1937-38年にスウェーデンの人類学者イジコウィッツが調査を行い、旅行記やモノグラフを残しており、航空写真撮影時とほぼ同時代の人口と集落の分布、焼畑・水田の分布、人々の経済状況などが詳細に描かれているためである。彼の著作の内容と照らし合わせながら、航空写真の解析ができることが期待される。このように、同時代の資料と付き合わせながら、その判読を行うことも、古い航空写真の一つの活用の仕方である。

(4) 航空写真のインデックス・マップの作成

先述したとおり、アメリカ国立公文書記録管理局には、ラオスの各地を撮影した古い航空写真が保管されている。この航空写真に関しては標定図が存在するが、緯度経度1度単位の、撮影業務ごとに作成された標定図であり、数百枚にもわたる大部のものである。また、背景に地図がないため、どの範囲を飛行機が撮影したのかがわかりにくい。

そこで、GISを用いて、この標定図をラオスの地形図上に重ね合わせる作業を行った。この作業も現在継続中である。これを見れば、各地域について、どれほど航空写真が撮影されているかがすぐにわかる。逆に、航空写真がよく撮影されている地域を調査対象地に選定することもできる。このように、インデックス・マップの作成は、航空写真を用いた研究の活性化に貢献することができよう。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計1件（うち査読付論文 1件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 1件）

1. 著者名 Susumu Nakatsuji	4. 巻 8
2. 論文標題 Land use and land cover changes during the Second Indochina War and their long-term impact on a hilly area in Laos	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Southeast Asian Studies	6. 最初と最後の頁 203-231
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.20495/seas.8.2_203	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

〔学会発表〕 計3件（うち招待講演 0件/うち国際学会 2件）

1. 発表者名 Susumu Nakatsuji
2. 発表標題 Changes in land use in Laos during the Second Indochina War
3. 学会等名 2018 International Geographical Union Regional Conference（国際学会）
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Susumu Nakatsuji
2. 発表標題 Resettlement programs and highlanders' reactions in Laos
3. 学会等名 International Workshop for the Reorganization of Rural Settlement System（国際学会）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 中辻 享
2. 発表標題 ベトナム戦争期におけるラオス山村の土地利用変化
3. 学会等名 2016年人文地理学会大会
4. 発表年 2016年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
--	---------------------------	-----------------------	----