

## 森林・農業班 A

## ラオス北部山地における土地利用変容－パック川源流域を事例として－

安田理恵<sup>1</sup>・富田晋介<sup>2</sup>・縄田栄治<sup>3</sup>・河野泰之<sup>2</sup>( <sup>1</sup> 京都大学農学部・<sup>2</sup> 京都大学東南アジア研究所・<sup>3</sup> 京都大学大学院農学研究科 )

キーワード：土地利用、リモートセンシング、焼畑

調査期間と場所：2004年11月7日～17日、ラオス国ウドムサイ県ナモー郡

**Analysis of the spatial patterns of land use in the mountainous Northern Laos using remote sensing data – A case study in the watershed of Phak-river –**\*R. Yasuda<sup>1</sup>, S. Tomita<sup>2</sup>, E. Nawata<sup>3</sup>, Y. Kono<sup>2</sup>( <sup>1</sup> Fac. Agric. Kyoto, Univ., <sup>2</sup> CSEAS, Kyoto Univ., <sup>3</sup> Grad. Sch. Agric., Kyoto Univ. )

Keywords: Landuse, Remotesensing, Shifting cultivation

Research period and sites: 7-17 Nov, 2004, Namo district Oudomxai province, Laos

## 要旨

1971年、1993年、1997年の衛星画像を用いてパック川源流域を事例にラオス北部の土地利用変容を考察した。1971年から1997年の期間に二次林化が進んでいたが、森林面積の減少はみられなかった。これは、高地、低地ともに同じような傾向であった。一方で、低地における耕地面積は、1971年から1993年の間にいったん増加し、その後減少するという傾向がみられた。

高地村、低地村ともに人口が徐々に増加していた。よって、低地における1971年から1993年の間の耕地面積拡大は、人口増加では説明ができない。この時期は、革命の直後で社会的に不安定であったらうと予想される。そのひとつは低地村のみで行われた農業集団化であり、米不足を補うために焼畑が行われたことがこの時期に耕地面積が拡大した要因である可能性が高い。

## 1. 緒言

東南アジア大陸部における森林面積の減少の最も大きな要因として、人口増加による耕地面積の拡大、市場経済の浸透による商業伐採や商品作物栽培の拡大があげられることが多い (Mats et al., 2001)。ラオスにおいても、同じ要因によって、森林面積の減少や劣化が進んでいるといわれている (北村, 2003)。特に山地部である北部地方は、農外雇用機会が少ないことが人口増加を吸収できず、ラオスの中でも減少が顕著であると報告されている (Gopal, 1998)。人口は年々増加しているため食糧を増産する必要があり、そのため耕地面積を増やすため森林を開拓し耕地へ転換しているという。特に、山地部に優占する焼畑耕作は、休閒期間の短縮によって地力の低下など土地の劣化を招き、森林の減少を招くといわれている。このような説明は一見分かりやすいが、技術的な要因や社会的な要因を考慮していない。この地域では、戦争、革命、農業の集団化など社会的な変動をうけており、過去の森林面積の減少が人口増加だけであるとは考えにくい。

この報告では、ラオス北部を対象とし、1960年代後半からのリモートセンシング画像を用いて土地利用の変容を明らかにし、人口増加と土地面積の関係、土地の分布パターンの地形的な要因と変容の社会的な要因を考察する。

## 2. 調査地と調査方法

2004年11月7日から17日の期間、Pak川源流域を対象に調査を行った。調査地域内に位置するAy村(居住民族；ヤン、標高約700-800m)、HuayLak村(居住民族；カム、標高約800-900m)を対象に聞き取り調査を行った(図1)。前者は主に水田耕作を行っている村であり、後者は焼畑耕作を主にしている村である。2004年のAy村の統計は、世帯数：126世帯、人口：697人、全土地面積：2312ha、保護林：949ha、水源涵養林：681ha、再生林：247.5ha、墓地林：2.5ha、儀礼林：10ha、生産林：247.5ha、水田：283.67ha、その他：35.75haである。2003年の家畜頭数は、水牛：350頭、牛：150頭、ブタ：192頭、家禽類：5887頭であった。この村は、3-4世代前に4家族が現在のPonsaly県Bunnua郡から移住してきた。HuayLak村の人口は、2004年11月現在183人(39家族、29世帯)である。この村の人々は以前にも近くに住んでいたが、多くの死者がでたため1951年に現在の場所に移り住んだ。1952年に、ある程度の休閑期間をおいて焼畑ができるくらいの範囲で村の領域が決められたが、2001年に政府によって土地区分され村の境界が決定した。家畜は、水牛：30頭、ブタ：45頭、家禽類(ニワトリ、シチメンチョウ、アヒル)：200頭が飼育されていた。

また、人工衛星画像の土地分類を行うために、GPSを用いて、源流域の土地利用の位置を記録した。

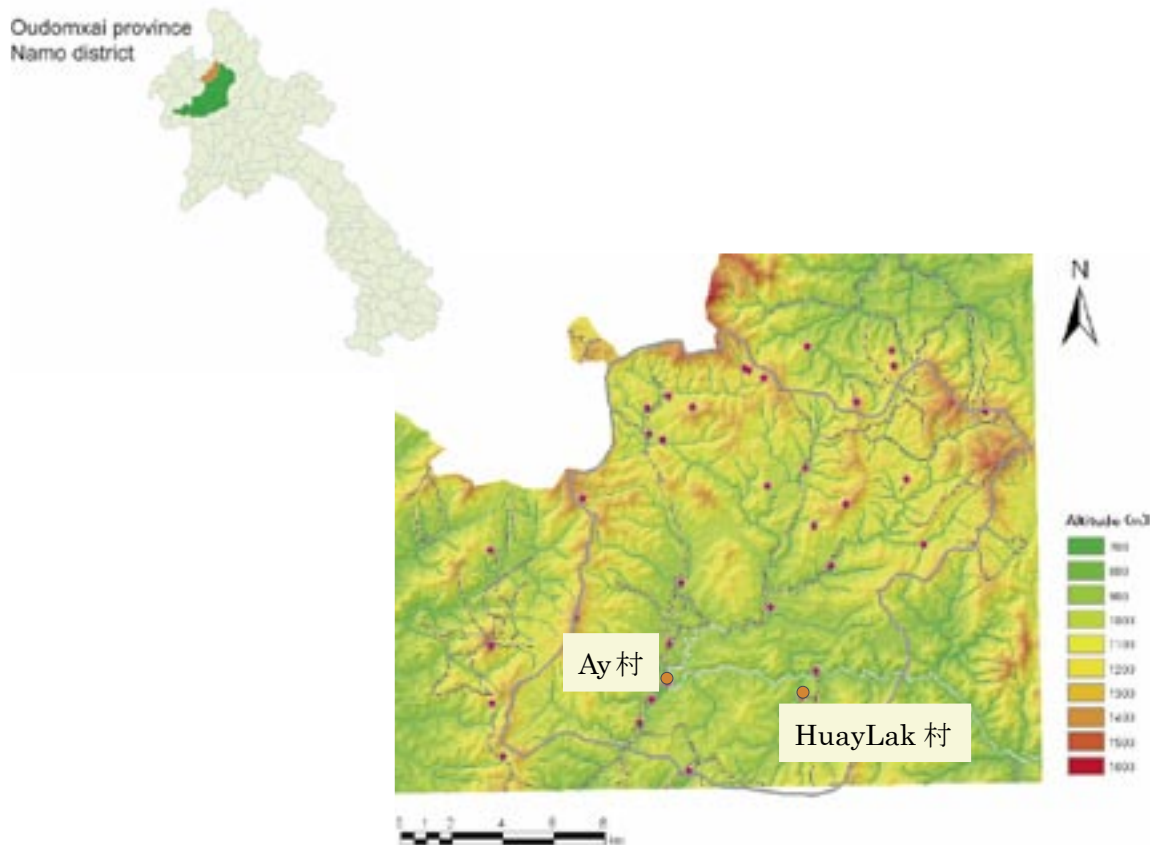


図1. 調査地

### 3. 画像解析・土地分類の方法

Corona(衛星画像；1971年3月30日)、Jers-1(衛星画像；1993年2月7日)、MekongGISのSpot-3(パナクロマティック画像；1997年5月6日)を用いて、1971年、1993年、1997年の土地利用図を作成した。また、解析にはMekongGISに含まれているDEMも用いた。土地利用区分として、Deep forest、Open forest、Bush、Upland field、Paddyの5つを設定した。土地利用図作成の手順は以下の通りである。作成后面積比較などを行うため、土地利用図は衛星画像を30m×30mの解像度に変換して作成した。ソフトはESRI社のArcViewとそのエクステンションであるImage Analysisを用いた。Ay村、HuayLak村周辺の土地利用は、それぞれの集落を中心とした半径3km円内を対象に解析をおこなった。

### <土地利用図作成の手順>

- 1 Mekong GIS 中に含まれていた Spot-3 を基準に、Image Analysis のオルソ補正を利用してそれぞれの画像の補正を行った。
- 2 Corona、Spot-3 は、教師なし分類を行ってそれぞれの画像を 16 クラスに分類した後、Deep forest、Open forest、Bush、裸地の 4 クラスに目視で再グループ化を行った。再グループ化後、最頻値で近隣解析を行った。  
Jers-1 は、GPS データをシグネチャーとして、教師つき分類を用いて Deep forest、Open forest、Bush、裸地に分類した。分類手法については、ユークリッド最短距離法、マハラノビス最短距離法、最尤法を比較した結果、最尤法が最も適正であると判断したため、最尤法を用いた。分類後、最頻値で近隣解析を行った。
- 3 Image Analysis の主題の変化 / 比較を用いて、裸地の場所が画像によって移動しているかどうかの判定を行った。移動のなかったものから、1999 年の高解像度の航空写真を用いて、道路、河川を除き、Paddy を同定した。それ以外の部分と移動のあったものを Upland field に分類した。

## 4. 結果と考察

### パック川源流域の土地利用変容

Deep forest が 1971 年から 1997 年にかけて 32.2% 減少しているものの、Deep forest と Open forest を合わせた面積の占有率は、1971 年に 84.3%、1993 年に 81.5%、1997 年に 81.6% であり大きな変化はなかった(表 1)。また、1971 年から 1993 年にかけて Deep forest の減少と Open forest の増加がみられた。これらのことから、Deep forest が減少し Open forest が増加しているという森林の質的な変化はあるが、森林面積は減少していないことがわかった。次に、Bush、Upland field、Paddy を耕作地として、耕作地面積の変化をみると、耕作地面積は 1971 年から 1993 年にかけてわずかに増加したあと、1993 年以降は変化していなかった。以上のことから、1971 年から 1993 年の期間に農地拡大が進められた時期があったことが示唆される。

源流域内では、土地利用の変化の地域差がみられた(図 2)。北部で 1971 年から 1997 年にかけて植生が回

表 1. パック川源流域の土地利用

土地利用区分	1971 年		1993 年		1997 年	
	面積 (ha)	占有率 (%)	面積 (ha)	占有率 (%)	面積 (ha)	占有率 (%)
Deep forest	20283.21	52.2	15459.66	39.7	13742.01	35.3
Open forest	12489.3	32.1	16241.85	41.8	17996.31	46.3
Bush	3595.14	9.2	5413.86	13.9	4915.71	12.6
Upland field	1626.21	4.2	678.06	1.8	1098.72	2.8
Paddy	890.01	2.3	1106.28	2.8	1146.42	3.0

復しているのに対し、南部では Deep forest の減少が目立つ。また、1971 年に中央に広がっている Deep forest は、東部や西部では比較的变化が少ないのに対し、北部では耕作地の拡大がみられる。以上のような空間的な差異が起こった理由として、局所的な人口の集中が起こった可能性、土壌などの自然環境的な要因が考えられる。しか

し、明確な説明をあたえるために、今後調査を続けていく必要がある。

Dense forest の減少量は、斜面の緩急にかかわらず、高地で約 20%、低地では 10% から 15% である (図 3)。つまり、減少量は、斜面の緩急にかかわらず、高地で高く、低地で低い。ただし、Dense forest の減少分、Open forest が増加しているの、森林面積は、低地の緩傾斜が若干減少していることを除いて、他の地形では 1971 年から 1997 年の 26 年間でほとんど変化していない。よって、この 26 年間の主な変化は、高地、低地ともに森林の二次林化である。また、Bush と Crop field (Upland field) を含めて耕作地とすると、耕作地面積は、高地ではほとんど変化していない。しかし、低地では、1971 年と 1993 年の間に傾斜の緩急にかかわらず Bush が増加し、その後減少した。

### 生業の概要

<水田> 水田稲作は全世帯で行われている。井堰灌漑が行われている水田が多い。水田は個人の所有で、親から相続する場合はほとんどである。1980 年代には、農業の集団化が行われた。その時期、新品種の導入、農業技術の普及等はみられなかった。この期間中は税金が課せられなかったが、生産効率が低下し、米不足が起こった。約 10 年後には政府が廃止した。水田稲作における作付カレンダーを表 2 に示した。イネは在来品種と改良品種が栽培されている。化学肥料は、改良品種のみに使用されている。収穫した米は、自家消費や翌年の栽培用として保存されるほかに、親戚や村人の間で貸し借りされることや販売されることも多い。

<焼畑> 焼畑は 1980 年代にのみ行われた。1980 年代に水田稲作に対して農業の集団化が行われ米不足が起こったために、昼間は水田を行い、夕方から周辺の森林を切り開いて焼畑を行った。この状況は近隣の水田村でも同様であった。

<商品作物> Ay 村では様々な商品作物が栽培されている。トウモロコシは長い間栽培されており、1994 年からは販売も始めた。2000 年にハイブリッドトウモロコシが導入され、本格的に生産販売が開始された。サトウキビは、1960 年代から栽培されていたが、中国の工場が種茎をもってきたことをきっかけに、同じく 2000 年から販売が始まった。サトウキビ栽培とトウモロコシ栽培における作付カレンダーを表 2 に示した。また、1980 年代にナモーに市場が開設されてからは、ニンニク、タマネギ、ネギなども売り始めたが栽培面積は多くない。

< NTFPs > 自家消費用のほかに現金収入源として複数の NTFPs を採集、販売していた。Mak Neng、Puak Muak、Ya Bairai、Puak Bon、Mai Ketsana、Mai Jon Horm などがある。これらの NTFPs はラオス人の仲買人が



図 2. パック川源流域の土地利用図

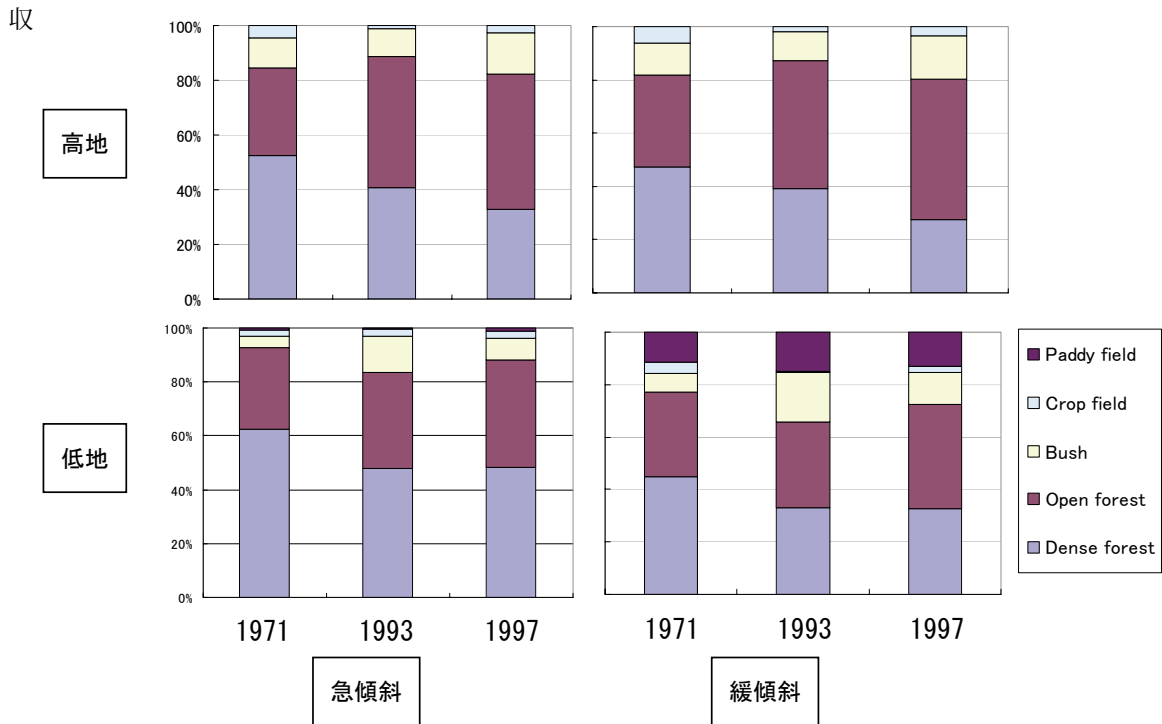


図3. 高地と低地における傾斜と土地利用

し、隣村の Khuwang 村のトラックを借り上げ、中国国境 (B.Mutuen) を超え、Sanyorn まで運ぶ。

表2 B-Ay の水田稲作とサトウキビ・トウモロコシ栽培における主な作業時期

種類	作業	時期
水田稲作	耕起	5 月
	田植え	6 月
	除草	7~8 月(1~2 回)
	収穫	10~11 月
サトウキビ栽培	伐採	4 月
	火入れ	5 月
	植え付け	5~6 月
	収穫	1~3 月
トウモロコシ栽培	伐採	2~3 月
	火入れ	4 月
	植え付け	5 月
	除草	6~8 月
	収穫	9~10 月

土地利用変容

土地利用

1971 年から 1993 年にかけて Deep forest が約 47.2% 減少し、Open forest が約 3.2 倍に増加しており、この間に耕地の拡大が起こったと考えられる。人口は 1980 年代に多く、その後減少したという傾向がみられない (図 4)。この時期は、革命の直後で社会的に不安定であったらうと予想されるが、農業の集団化の影響で、この期間に焼畑が行われたことが原因である可能性が高い。近年では、Deep forest の占有率に多少変化はあるものの、Open forest の占有率はほぼ一定である。また、Deep forest と Open forest を合わせた面積も、1993 年に約 67.6%、1997 年に 73.7% と大きな差はなく、森林面積は変化していない。また、水田面積は、1971 年から 1997 年の間にほとんど増加していない。

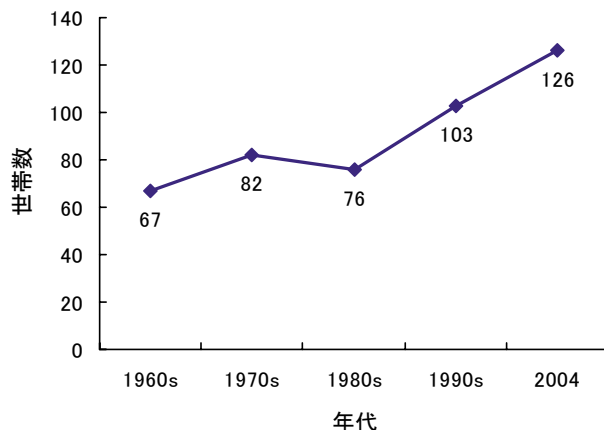


図4. Ay 村における世帯数の推移

高地村の土地利用変容 (HuayLak 村)

生業活動



表3. Ay村周辺の土地利用

土地利用区分	1971年		1993年		1997年	
	面積	占有率	面積	占有率	面積	占有率
	(ha)	(%)	(ha)	(%)	(ha)	(%)
Deep forest	2044.26	72.2	1079.28	38.1	1208.25	42.7
Open forest	264.78	9.4	835.11	29.5	876.33	31.0
Bush	84.42	3.0	451.44	15.9	256.41	9.1
Upland field	43.74	1.5	15.12	0.5	27.27	1.0
Paddy	393.75	13.9	450	15.9	462.69	16.3

<焼畑> 焼畑は昔から全世帯で行われており、焼畑地は集落から徒歩1時間半までの範囲に分布している。2004年に利用された焼畑面積は11.3haを占める。個々の調査世帯の焼畑面積は0.3-1.0haで、一世帯あたりの平均面積は約0.73haである(聞き取りから、1haに約60kg播種するとして計算した)。ただし、調査世帯10世帯のうち9世帯は水田も所持している。畑は個人、森林は村の所有となり、作業はヌアイと呼ばれる労働単位ごとの共同作業で行われる。焼畑稲作における作業時期を表4に示した。トウモロコシやゴマ、サトウキビ、ラッカセイ、ダイズ、ショウガ、ニンニク、キュウリ、トウガラシ、ハトムギを陸稲と混植している。陸稲は在来品種のモチ米とウルチ米が栽培されている。耕作地として利用するのは1年間のみで、肥料や殺虫剤、除草剤は使用していない。休閑期間は1980年代までは20-30年だったのに対し、現在では8年のところが多く、世帯調査でも最短で6年、最長で13年だった。村人たちは焼畑地として土が黒くて深い森を好んで選び、労働力に見合った面積を耕作地として決定する。米の収量は、約2t/haで昔から変化はないが、最大で、3t/haであるという。

<水田> 現在水田稲作を行っている世帯は16世帯である。1960年代には4世帯のみが水田稲作を行っていたが、その数は年々増加している。水田は集落から徒歩1時間半までの範囲に分布している。井堰灌漑が行われているが、水田を所持している調査世帯9世帯のうち2世帯が2004年は水が引けずに耕作できなかった。水田は個人所有で、新しく開墾したり購入したりする人もいるが、親から相続することが多い。調査世帯の水田面積は0.5-1.5haで、一世帯あたりの平均面積は約0.97haである。作業は家族単位で行われ、除草は行っていない。水田稲作における作業時期を表4に示した。水田でも焼畑と同様、肥料や殺虫剤、除草剤は使用していない。在来品種のモチ米とウルチ米が栽培されており、収量は1950年代には約1t/haだったが現在は約2t/haである。村人の話によると、この収量増加は栽培品種を変更したことによるものである。農業の集団化が行われた

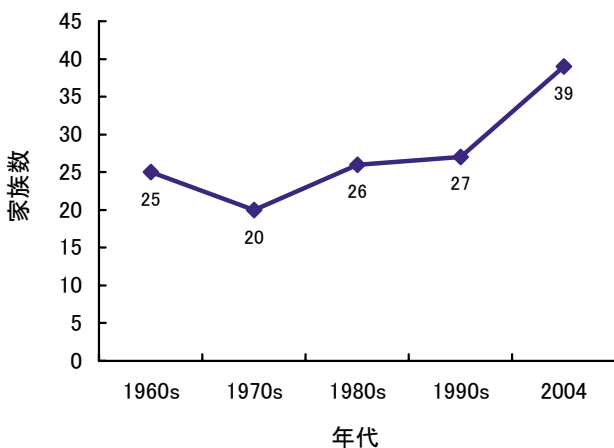


表4. HuayLak村の焼畑稲作と水田稲作における主な作業時期

種類	作業	時期
焼畑稲作	伐採、火入れ	2月
	植え付け	5月
	除草	5~11月(2~4回)
	収穫	11月
水田稲作	耕起	5~6月
	田植え	7月
	収穫	11月

図5. HuayLak村における家族数の推移

表5. HuayLak 村で販売用に採集されている NTFPs

名前	採取開始年	採取場所	休閑年数	世帯数	備考
Mak Nen	1979	深い森、二次林	3年以上	10	カルダモン
Puak Muak	1998	深い森、二次林	3年以上	8	ショウガ科植物の実
Puak Bon	2002	深い森	20-30年	9	
Ya Bairai	2002	森	8年以上	8	
Het Moot	2003	焼畑地		9	キノコ的一种
Het Deang	2003	森		9	キノコ的一种
Dok Duai	2002	水辺の森		0	
Mak Kha	1979	深い森、二次林	3年以上	0	

ことはない。

< NTFPs > 自家消費用のほかに、調査した全世帯で現金収入源として複数の NTFPs を採集、販売していた。販売用に採集されている NTFPs について表5にまとめた。表中の世帯数は、世帯調査を行った10世帯の中で、その NTFPs を採集していた世帯数を示す。Dok Duai と Mak Kha に関しては、村で採集している NTFPs ではあるものの、調査世帯の中には採集している世帯はなかった。調査世帯では、2004年には平均約1,250,000kipの現金を NTFPs の販売で得ている。ほとんどの NTFPs が近年になって採集しはじめたものである。これらの NTFPs は近隣村の仲買人に販売される。

< 家畜 > 村人の話によると、ウシは病気にかかりやすいため飼っていない。スイギュウ、ブタは課税の対象である。家畜は新たに購入する場合もあるが、ほとんどの場合親からの相続である。スイギュウは小川の周辺、ブタ、ニワトリ、シチメンチョウ、アヒル、イヌは村内で飼われている。スイギュウやブタは家の建築や農具の購入など、まとまった現金が必要になる際に売られることが多い。

#### 土地利用

HuayLak 村を中心に半径3km以内の各年代の土地利用を表6に示した。1971年から1993年にかけて、Deep forest が約34.7%、Open forest が約15.1%減少しており、Deep forest と Open forest を合わせた面積も約26.1%減少している。しかし1993年から1997年にかけては、Deep forest と Open forest がそれぞれ約26.2%、約29.1%増加している。

1971年には全体に占める割合が約6.1%だった耕作地 (Bush、Upland field、Paddy) が、1993年には全体の約30.7%まで増加していた。1975年に政府の命令により Jomsan 村から移動させられた人たちが、HuayLak 村のすぐ近くに Wangween 村を設立した。その際、森林を切り開いたことが、耕作地面積の増加に寄与したも

表6. Huaylak 村の土地利用

	面積 (ha)	占有率 (%)	面積 (ha)	占有率 (%)	面積 (ha)	占有率 (%)
Deep forest	1496.7	52.9	977.31	34.5	1233.09	43.6
Open forest	1160.37	41.0	984.96	34.8	1271.97	44.9
Bush	106.56	3.8	755.37	26.7	222.93	7.9
Upland field	66.69	2.3	100.71	3.6	83.61	2.9
Paddy	0.72	0.0	12.69	0.4	19.44	0.7

のと考えられる。

1990年代以降、村の世帯数が増加しているのにも関わらず(図7)、1993年から2002年にかけて、耕作地面積が減少している。聞き取り調査からは、詳しい時期は不明だが、水田稲作の栽培品種を変更したことにより単位面積当たりの収量が増加したことがわかっている。これが耕作地面積の減少に影響している可能性がある。また水田に関しては、近年わずかながら面積の増加がみられ、聞き取り調査でわかった水田稲作従事世帯数の増加と、結果が一致した。

## 5. まとめ

1971年、1993年、1997年の衛星画像を用いてパック川源流域を事例にラオス北部の土地利用変容を考察した。1971年から1997年の期間に、二次林化が進んでいたが、森林面積の減少はみられなかった。これは、高地、低地ともに同じような傾向であった。一方で、耕地面積は、1971年から1993年の間にいったん増加し、その後減少するという傾向がみられた。この傾向は低地のみでみられ、高地ではみられなかった。

高地村、低地村ともに人口が徐々に増加していた。よって、低地における1971年から1993年間の耕地面積拡大は、人口増加では説明ができない。この時期は、革命の直後で社会的に不安定であったことが予想される。そのひとつは低地村のみで行われた農業集団化であり、米不足のために焼畑が行われたことがこの時期に耕地面積が拡大した要因である可能性が高い。

低地村、高地村にかかわらず、村の世帯数が増加しているが、1993年から1997年にかけて耕作地面積が減少していた。栽培品種の導入や栽培技術の改良により収量が増加した可能性がある。

パック川源流域では、土地利用の変化に空間的な差異がみられた。理由として、局所的な人口の集中が起こった可能性、土壌などの自然環境的な要因が考えられる。しかし、明確な説明をあたえるために、今後調査を続けていく必要がある。

## 参考文献：

### Abstract:

The land-use of Phak river watershed in northern Laos was examined through satellite images of 1971, 1993, and 1997. The area of open forest has expanded in 1997 compared to those in 1971, however, decrease in forest area was not observed. It was the same tendency both in upland and lowland. On the other hand, cultivated area in lowland first expanded during 1971 to 1993, then tended to decrease after.

The population was gradually increased both in upland and lowland villages. Thus expansion of cultivated land from 1971 to 1993 cannot be explained by population increase. It is thought to be a socially unstable period right after the revolution. One of the factors for the expansion of the cultivated area is the agricultural collectivization held only in lowland, which lead to slash and burn to supplement rice shortage.