

機関番号：12601

研究種目：基盤研究(B)

研究期間：2008～2010

課題番号：20310146

研究課題名(和文) 最新の空間情報科学技術を用いた土地利用分析法の確立

研究課題名(英文) New Technology of Geoinformatics for Land Use Analyses in Small Regions

研究代表者

梅崎 昌裕(UMEZAKI MASAHIRO)

東京大学・大学院医学系研究科・准教授

研究者番号：30292725

研究成果の概要(和文)：

地域研究者が土地利用図を作成するために必要な空間情報科学の最新技術について、その有用性と限界を検討した。具体的には、正規化法による地形補正、オブジェクトベースの分類法による土地被覆分類、数値表層モデルの分析による地理的変数の生成が、小地域を対象にした土地利用図の作成に有用であることが明らかになった。さらに、アジア・オセアニア地域における土地利用・土地被覆の変化にかかわるメカニズムの個別性と普遍性を整理した。

研究成果の概要(英文)：

In the present study, we investigated the applicability of some of new technologies of geoinformatics to land use/cover analysis in small regions. Object-based land cover classification method worked to produce land cover maps in humid tropical regions, while digital surface model produced by satellite images provided sufficient information for the geographic analysis of land use patterns at community level. It was also reported that mechanisms of land use change in Asia-Pacific regions have both global and regional contexts.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2008年度	6,200,000	1,860,000	8,060,000
2009年度	4,100,000	1,230,000	5,330,000
2010年度	3,200,000	960,000	4,160,000
年度			
年度			
総計	13,500,000	4,050,000	17,550,000

研究分野：複合新領域

科研費の分科・細目：地域研究・地域研究

キーワード：土地利用、土地被覆、空間情報、開発、地理情報システム、地域間比較研究

1. 研究開始当初の背景

開発と環境保全にかかわる地域研究において、空間利用分析の重要性は古くから指摘されてきたものの十分な成果はあげられて

いない。とくに途上国における人口急増により人間-環境系の持続が危機に瀕している現在、人間活動による土地利用・土地被覆への影響を詳細に解明することは急務といえよう。研究が立ち遅れている主たる理由は、フ

ワールドワークに基づく小集団での詳細なデータがあるにもかかわらず、それを広域に敷衍する、あるいは一般化する方法論が欠如していたためである。

本研究課題の代表者ならびに分担者は、これまでアジア・オセアニアのさまざまな環境条件に生きる人類集団を対象に、人々の土地利用・資源利用・行動適応に関する調査実績を積み重ねてきた。その過程で、衛星リモートセンシングによる地上情報の分析技術、地理情報科学(GIS)をもちいたデータ管理ならびに分析、汎地球測位システム(GPS)を利用した土地利用調査など、いわゆる空間情報科学の方法論に着目し、小集団を対象にした調査・研究に応用することの有効性を検討してきた。特に、2000年より運用が開始されたイコノスははじめとする超高解像度衛星データは、ランドサットなどの中解像度衛星の900倍の地上情報を有しているために、地上踏査によって得られた詳細な資源利用データとの統合が可能となった。

2. 研究の目的

本研究課題の目的は、めざましい速度で発展する空間情報科学の最新技術を地域研究者による空間利用分析に応用することによって、集団レベルの土地利用・土地被覆、さらには資源利用を明らかにするための新しい方法論を確立し、アジア・オセアニアにおける人間-環境系モデルを構築することにある。この目的を達成するために、代表者のグループ(梅崎:パプアニューギニア、蔣:中国・海南省)に加えて、複数の分担者のグループ(河野:タイ・ベトナム、西谷:中国雲南省、大久保:インドネシア、富田:ラオス)との共同による研究組織を立ち上げた。これによって、それぞれのグループがこれまで独自に確立させてきた方法論を比較検討すること、またアジア・オセアニアのさまざまな社会自然環境条件における人間の行動と土地利用・資源利用のダイナミズムを整理することが可能となった。

最近の空間情報科学の展開のなかで、地域研究者による空間利用分析に貢献する可能性の高い技術は、(1)オブジェクトベースの土地被覆分類手法、(2)衛星観測によって可能となった地球全域を対象とした数値標高モデルあるいは数値表層モデル(たとえば、SRTM、ALOS)、(3)空間クラスターの検出手法に代表される空間統計学の3つに大別される。

オブジェクトベースの土地被覆分析は、医学領域における画像診断の分野で発展してきた技術を応用するものであり、ドイツのDIFINIENS社のもつ特許技術に依拠したソフトウェア(DEFINES)によって、地上のスペク

トラムパターン(太陽光線の反射特性)に加えてテクスチャ情報(視覚的認識に近い構造パターン)を分析に用いるものである。地上のスペクトラムパターンだけに依存した従来の技術を高解像度衛星の分析に適用すると、土地の色、土壌の水分量、植生などの微細な違いを土地被覆の違いとして認識するために、土地被覆の分類結果と実際の土地利用が対応しないという問題が生じる。オブジェクトベースの土地被覆分類は、理論的にはこの問題に対して有効に対処できることが空間情報科学の分野で予想されているが、詳細な地上データによる検討は不十分であり、その利点と欠点を整理することによる方法論の確立が望まれている。

数値標高モデルあるいは数値表層モデルは、任意のメッシュごとに地表あるいは地表被覆物の表層部の標高値を記録したものである。たとえば、スペースシャトルのミッションで作成されたSRTMは、地球のほぼ全域を対象に90メートル×90メートルごとの標高値を提供するものである。簡単にいえば、これは土地利用・土地被覆データに3次元の情報を付加するものであり、地理情報科学のアルゴリズムを適用することにより、地表の任意のポイントごとに標高、斜度、方向などの属性情報を計算することができる。これらの情報は、人間活動の結果としての土地利用・土地被覆が、どのような地理的な制約を受けているか(たとえば、どのような斜度の場所に畑がつけられるか、そのような場所が集団のテリトリーのどのくらいの面積を占めるか)についての分析を可能にする。

空間クラスターの検出手法は、空間統計学のなかでも急速に発展している分野である。たとえば、対象とするイベントが集積している空間を統計的に検出する方法により、原因不明の疾患の発生(たとえば、変異型クロイツェフヤコブ病)が集積する空間を検出することで、発生に関係する可能性のある環境要因を探索する分析などにおいて成果をあげている。

本研究課題では、代表者ならびに分担者が調査の実績をもち、土地利用・土地被覆についての地理情報システムのデータベースを構築してきた地域(パプアニューギニア、中国・海南省、タイ、ベトナム、中国・雲南省、インドネシア、ラオス)を対象に、まず、従来の分析方法論を検討することにより問題点を整理し、さらに、オブジェクトベースの土地被覆分類法を適用した結果との比較検討をおこなう。さらに、数値標高モデル/数値表層モデルを用いて地理的属性とのかかわりを分析し、土地被覆・土地利用パターンに空間統計学的を適用する。最終的な目標は、アジア・オセアニアにおける土地利用・資源利用にかかわる人間活動の多様性を説明す

る要因を整理することである。

3. 研究の方法

本研究課題で対象とする6地域においては、代表者ならびに分担者が地域研究の実績を有しており、地域レベルを対象にした、コロナ衛星・航空写真・ランドサット衛星をもちいた土地利用の経年変化データベース、あるいは村落レベルを対象にした詳細な土地被覆・土地利用データベースが構築されている。

本研究課題においては、新たな現地調査によってこのデータベースを更新するとともに、新しい空間情報科学の技術（オブジェクトベースの土地利用分類、数値標高データ、空間統計学）を適用した再分析をおこなうことで、地域研究者にとって利便性のたかい方法論を確立する。さらに、6地域を対象にした分析結果を比較検討することにより、アジア・オセアニア地域の多様な社会自然環境条件における土地利用・土地被覆あるいはそれを生み出した人間活動の多様性を説明する要因を探索する。

4. 研究成果

本研究課題の成果を、以下の4つに大別して説明する。

(1) 簡便な地形効果補正法の検討

衛星データの「地形補正」手法として、正規化法（小野法）の適用可能性を検討した。正規化法では、まず、それぞれのバンドのDN（元データ）を反射率に変換し、レイリー散乱を除いたバンド値をもとめる。そのバンド値の相加平均で、バンド値を除算することにより地形効果の補正が可能となる。

分担研究者である星川がランドサット TM衛星を対象に検討した結果によると（未発表データ）、裸地では全てのバンドに対して高い補正効果があるものの、植生域ではバンド3およびバンド4に対してのみ高い補正効果があることが明らかになった。このように、地表の状況により正規化法（小野法）の適用範囲は限定されるものの、他の補正手法では前提とされる数値標高モデルが正規化法では必要とされないため、地形図の整備が不十分な途上国を対象とする研究者には適用範囲の広い方法であると判断された。

(2) オブジェクトベースの土地被覆分類法の検討

一般的な土地被覆分類法は、地表の土地被覆分類ごとのスペクトラムパターンが異なることを前提としている。したがって、圃場整備が完了した畑のそれぞれに単一の作物が植えられているような地域など、土地被覆の

分類が明確で、その境界線がはっきりしているような地域においては有効である。しかしながら、この方法は、湿潤熱帯地域においておこなわれる焼畑農耕のように、畑のなかにさまざまな作物が混植され、しかも耕作中の畑から二次林前の植生遷移が連続的にすすむような農耕がおこなわれている地域では、必ずしも有効ではない。

本研究課題では、このような地域において有効な土地利用分類法として、オブジェクトベースの土地利用分類法の検討をおこなった。分担研究者の大久保は、水田耕作と焼畑を含むさまざまなタイプの畑が耕作されるインドネシア・ジャワ島の1地域において、クイックバード衛星データによる土地被覆/利用分類を試みた（文献：1）。大久保は、テクスチャ情報を取得するための適切なウィンドウサイズの検討、適切な判別ルール of 階層構造の構築により、対象とした地域を12カテゴリーの土地被覆/利用に分類することに成功した（分類精度はおおよそ90%）。現在、大久保の手法を他の地域に応用するための検討を継続している。

(3) 衛星観測によって整備された数値標高モデル/数値表層モデルの検討

本研究課題では、ALOS衛星の取得したデータより生成された数値表層モデル（10メートルメッシュ）の有用性を検討した。具体的には、数値表層モデルよりメッシュごとの地理的変数（標高、斜度、方位、水の集積量）を抽出し、雲南省・者米谷において分担研究者の西谷が収集した4つの民族集落ごとの詳細な土地利用データとの関連を分析した（文献：2）。その結果、数値標高モデルの分析により、それぞれの民族集落のおかれた生態学的な環境を評価することが可能になったほか、土地利用分類ごとの地理的変数のパターンが明らかになった。たとえば、緩斜面の少ない民族集落では、レモングラスなどの換金作物に依存する傾向があり、また耕作に適した土地の面積は、現場でイメージされるよりも少ないこと、すなわち対象とした民族集落ではその環境の人口支持力に近いレベルでの環境利用が行われていることが明らかになった。

ALOSの生成する数値表層モデルの地表解像度は10メートルであり、SRTM（スペースシャトルのミッションによって収集されたもの；地表解像度90メートル）に比較すると、地域研究者にとっての有用性は大きい。そこから地理的変数を生成するためのアルゴリズムは一般的な地理情報システムのソフトウェアにも実装されており、今後、広く活用されることになると思われる。

(4) アジア・オセアニアにおける土地利用

変化のメカニズム

本研究課題の代表者・分担者は、中国、ベトナム、ラオス、タイ、インドネシア、パプアニューギニアでの詳細な土地利用分析の経験を有していた。研究会では、代表者と分担者が、それぞれの分析した土地利用と変化、その背景と要因についての知見を報告した。それに加えて、ソロモン、バングラデシュ、日本、イギリス、モンゴルなどで調査経験をもつゲストスピーカーを招聘し、アジア・オセアニアを中心とする地域の土地利用とその変化のメカニズムに近接することを試みた。

この過程で明らかになったことは、土地利用とその変化のメカニズムは、グローバルレベルで土地利用変化に関連する要因と、それぞれの地域のおかれたコンテキストごとに土地利用変化に関連する要因に分けて考えるのが適当だということである。

グローバルレベルで土地利用変化に関連する要因として重要なのは、インドネシアの「緑の革命」、中国の「ハイブリッド種の導入」、バングラデシュの「ボロ」と呼ばれる米品種の導入に象徴されるような、集団の生存基盤となる作物の生産性の向上である。この背景には、食料問題への懸念を背景にすすめられた農学分野における基礎研究が予想以上の成果をあげたという事情がある。アジア・オセアニア地域では全体としての食料生産が安定し、余剰となった土地と労働力が市場経済と連結した活動（換金作物栽培、手稼ぎ労働）へと転用されることとなった。結果的に、本研究課題で検討した全ての地域で市場経済に連結した活動のための土地利用が増加していた。

一方、道路、電気、飲料水など、ベーシックヒューマンニーズ（BHN）にかかわるインフラ整備が急速にすすんだことも重要な背景となっていた。このことは、アマルティア・センなどによって提唱された「下からの」開発論が、1980年以降、国際労働機関（ILO）をはじめとする多くの国連機関における主要な開発戦略となったことと無関係ではないだろう。インフラが整備されたことで、市場経済への参加にかかわる個人間の公平性が確保されることになり、世帯あるいはコミュニティで余剰となった土地・労働力が市場経済活動へと生かされる基本的な条件が整い、市場経済にかかわる土地利用が増加した。

結果として、人々の社会・認識・信仰を裏打ちする存在であった「自然」にかかわる土地利用が減少した。ここでいう「自然」とは、バイオマスなど狭義の意味に加えて、「人々の生活の場」という意味を含むものである。在来農耕が「自然」のなかでおこなわれるという性格上、在来農耕に従事する人々は「自

然」のジェネラリストとして深い知識と理解をもっていた。このことは、村の長老にかつての生業について話を聞く際に、とめどなく語られる森や川の生き物、そこに住む霊的な存在、生業にかかわる論理についてのナラティブからうかがいしることができる。市場経済化とインフラ整備がもたらしたものは、そのような「自然」にかかわる土地利用の消失であった。

(5) 今後の展望

空間情報科学の技術の進歩とその利便性の向上により、地域研究者がみずから衛星データを購入し、土地利用図を作成する時代が到来したといえる。本研究課題では、衛星データの補正法、土地利用分類法、数値標高モデル/数値表層モデルの活用法などの方法論を、リモートセンシングを専門としない地域研究者を想定し、その視点から検討した。その結果、いずれの方法も適用限界をもつ一方で、それを超える実用性をもつことが明らかになった。地域研究が、土地利用図を前提としておこなわれ、その結果として、さらには収集されるデータがジオコーディングされるようになると、分野を超えたデータの活用が活発になり、新たな研究の進展につながると考えている。その段階になれば、本研究では十分に検討ができなかった空間統計学の応用可能性についても明らかになるだろう。

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 16 件)

1. Okubo S, Dendi Muhamad P, Harashina K, Takeuchi K, and Umezaki M. (掲載確定”印刷中”) Land use/cover classification of a complex agricultural landscape using single-dated very high spatial resolution satellite-sensed imagery. *Canadian Journal of Remote Sensing*. (査読有)
2. 梅崎昌裕, 西谷大 (2011) 雲南省者米谷における土地利用パタンの空間情報科学分析. 国立歴史民俗博物館研究報告 164: 159-176. (査読有)
3. Sidle RC, Furuichi T, Kono Y. (2011) Unprecedented rates of landslide and surface erosion along a newly constructed road in Yunnan, China. *Natural Hazards* (DOI: 10.1007/s11069-010-9614-6) (査読有)

4. Song X, Duan Z, Kono Y, and Wang M. (2011) Integration of remotely sensed C factor into SWAT for modeling sediment yield. *Hydrological Process* (DOI: 10.1002/hyp.8066) (査読有)
 5. Yagihashi T, Otani T, Tani N, Nakaya T, Rahman KA, Matsui T, and Tanouchi H. (2010) Habitats suitable for the establishment of *Shorea curtisii* seedlings in a hill forest in Peninsular Malaysia. *Journal of Tropical Ecology*, 26: 551-554. (査読有)
 6. Nakaya T (2010) Geo-morphology of population health in Japan: Looking through the cartogram lens. *Environment and Planning A*, 42: 2807-2808. (査読有)
 7. Nakaya T and Yano K. (2010) Visualising crime clusters in a space-time cube: an exploratory data-analysis approach using space-time kernel density estimation and scan statistics. *Transactions in GIS*, 14: 219-277. (査読有)
 8. Umezaki M and Jiang HW. (2009) Changing adaptive strategies of two Li ethnic minority villages in a mountainous region of Hainan Island, China. *Southeast Asian Studies*, 47: 348-349. (査読有)
 9. Leisz SJ, Kono Y, Fox J, Yanagisawa M and RamboAT (2009) Land use changes in the uplands of Southeast Asia: Proximate and distant causes. *Southeast Asian Studies*, 47: 237-243. (査読有)
 10. Dao MT, Kono Y, Yanagisawa M and Leisz S. (2009) Linkage of forest policies and programs with land cover and use changes in the Northern mountain region of Vietnam: A village-level case study. *Southeast Asian Studies*, 47: 244-262. (査読有)
 11. Saphangthong T and Kono, Y (2009) Continuity and discontinuity in land use changes: A case study in Northern Lao villeges. *Southeast Asian Studies*, 47: 263-286. (査読有)
 12. 星川圭介 (2009) フィールドで見る・情報的手法で解くー東北タイにおける稲作変化の軌跡ー. *東南アジア研究*, 46: 564-577. (査読有)
 13. 西谷 大 (2009) 水田と焼畑. 国立歴史民俗博物館研究報告, 153: 87-128. (査読有)
 14. 西谷 大 (2009) 棚田の灌漑システムからみた水利用と環境利用の多様性ー多民族が暮らす雲南国境地帯を事例として. 国立歴史民俗博物館研究報告, 145: 63-100. (査読有)
 15. Kondo K, Lee JS, Kawakubo K, Kataoka Y, Asami Y, Mori K, Umezaki M, Yamauchi T, Takagi H, Sunagawa H, and Akabayashi A. (2009) Association between daily physical activity and neighborhood environments. *Environmental health and Preventive Medicine* 14: 196-206. (査読有)
 16. Parajuli RP, Umezaki M, and Watanabe C. (2008) Behavioral and nutritional factors and geohelminth infection among two ethnic groups in the Terai region, Nepal. *American Journal of Human Biology*, 21: 98-104. (査読有)
- [学会発表] (計 3 件)
1. 梅崎昌裕. 小型 GPS と加速度計を組み合わせた身体活動の空間時間パターン評価. 日本循環器予防学会. 2010 年 5 月 28 日. 東京大学 (東京都)
 2. 富田晋介 土地の保有・分与と耕地面積の拡大: ラオス北部の水田村の事例から 生態人類学会. 2010 年 3 月 17 日. 琵琶湖グラントホテル (滋賀県).
 3. Dao MT, Kono Y. Impacts of Population Growth on Land Use in the Northern Mountain Region of Vietnam: A Village-level Analysis. International Conference on GeoInformatics for Spatial-Infrastructure Development in Earth and Allied Sciences. 2008 年 12 月 4 日. Hanoi, Vietnam.
- [図書] (計 6 件)
1. 渡辺知保・梅崎昌裕・大塚柳太郎・関山牧子・中澤港・門司和彦・吉永淳 著 (2011) 人間の生態学. 朝倉書店, 409ページ.

2. Kono Y, Badenoch N, Tomita S,
Douangaavanth L and Nonaka K. (2010)
Agency, Opportunity and Risk:
Commercialization and Human-nature
Relationships in Laos. Center for
Southeast Asian Studies, Kyoto University,
133 ページ.

3. 梅崎昌裕 (2010) 「自然」を食べる：
ニューギニア焼畑農耕民の食生活」。津金昌
一郎 編著『「医食同源」一食とからだ・こ
ころ』。ドメス出版, pp. 24-45.

4. 遠藤央、印東道子、梅崎昌裕、中澤港、
窪田幸子、風間計博 (編) (2009) 吉岡政徳
(監修) 『オセアニア学』京都大学学術出
版会.

5. 蒋宏伟, 梅崎昌裕 (共著) (2009) 地域研
究のための GIS 入門. 古今書院. 51-65 ペー
ジ.

6. 秋道智彌 (監修)、河野泰之 (責任編
集) (2008) モンスーンアジアの生態史 第
1 巻 生業の生態史. 弘文堂, 227 ページ.

[その他]

ホームページ等

http://www.humeco.m.u-tokyo.ac.jp/individuals/umezaki/Project_landuse2008_2011.html

6. 研究組織

(1) 研究代表者

梅崎 昌裕 (UMEZAKI MASAHIRO)
東京大学・大学院医学系研究科・准教授
研究者番号：30292725

(2) 研究分担者

河野 泰之 (KONO YASUYUKI)
京都大学・東南アジア研究所・教授
研究者番号：80183804

大久保 悟 (OKUBO SATORU)
東京大学・大学院農学生命科学研究科・助教
研究者番号：30334329

富田 晋介 (TOMITA SHINSUKE)
東京大学・大学院農学生命科学研究科・助教
研究者番号：60378966

蒋 宏伟 (JIANG HONGWEI)
国立歴史民俗博物館・研究員
研究者番号：50436573
(H20→H21: 連携研究者)

西谷 大 (NISHITANI MASARU)
国立歴史民俗博物館・研究部考古系・准教授
研究者番号：50218161

中谷 友樹 (NAKAYA TOMOKI)
立命館大学・文学部・准教授
研究者番号：20298722

星川 圭介 (HOSHIKAWA KEISUKE)
京都大学・地域研究統合情報センター・助教
研究者番号：20414039
(H21 より：研究分担者)