

高解像度衛星データを用いた土地利用分析の人類学への応用

要旨

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緊急の課題である。ランドサットなどの衛星によって記録された地上情報分析を利用した土地利用・土地被覆推定の研究はリモートセンシングと呼ばれる新しい研究領域の重要な一分野として急成長しつつある。しかし、この方法論は都市空間のように詳細な情報が得られる場合や、地球全体の植生変化を把握する場合には成果をあげているものの、地球環境変化に重要な影響を及ぼす発展途上国の農村部における土地利用の変化や環境破壊のモニタリングには、基本的な地上情報の欠如のために十分に応用されていないのが現状である。本研究は、代表者・分担者が人類生態学あるいは生態人類学の視点から途上国の小集団において収集したデータとリモートセンシングデータとを同時に分析することにより、人間活動と土地利用・土地被覆との関連性の分析方法を確立することをめざした。特に、2000年より利用が可能となった超高解像度衛星データをもちいた分析の可能性と限界性を明らかにすることを最大の目的とした。

目 次

1. はじめに	
2. 人類学に応用可能な空間情報科学の技術	
2-1. リモートセンシング	
2-2. 地理情報システム (GIS)・GPS	
3. 分析の事例	
3-1. 地図の作製	
3-2. 択伐による商業伐採が熱帯林に与える影響の評価	
3-3. 過去の土地利用図の復元	
3-4. バンド比演算による植生指標の推定	
3-5. 民俗知識の利用による超高解像度衛星データの分析	
3-6. 地理的変数を軸としたデータベースの統合：パラオ共和国の事例	
3-7. 人口と食料生産のバランス評価：パプアニューギニア高地の事例	
4. まとめと展望	
付. 本研究の基礎となる論文など（本研究期間中に公表したもの）	

1. はじめに

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緊急の課題である。ランドサットなどの衛星によって記録された地上情報分析を利用した土地利用・土地被覆推定の研究はリモートセンシングと呼ばれる新しい研究領域の重要な一分野として急成長しつつある。しかし、この方法論は都市空間のように詳細な情報が得られる場合や、地球全体の植生変化を把握する場合には成果をあげているものの、地球環境変化に重要な影響を及ぼす発展途上国の農村部における土地利用の変化や環境破壊のモニタリングには、基本的な地上情報の欠如のために十分に応用されていないのが現状である。本研究は、代表者・分担者が人類生態学あるいは生態人類学の視点から途上国の小集団において収集したデータとリモートセンシングデータとを同時に分析することにより、人間活動と土地利用・土地被覆との関連性の分析方法を確立することをめざした。特に、2000年より利用が可能となった超高解像度衛星データをもちいた分析の可能性と限界性を明らかにすることを最大の目的とした。

2. 人類学に応用可能な空間情報科学の技術

2-1. リモートセンシング

リモートセンシングとは、直訳すれば遠隔探知であり、非接触の計測技術である。広義には写真測量や天文観測も含まれるが、一般には人工衛星からの地球観測技術に対して用いられている（日本リモートセンシング研究会 2000）。衛星を利用したリモートセンシングの分野では、マクロなレベルで、森林の減少、土地被覆パタンの変化、バイオマスの変動などを分析する方法が確立しており、たとえば地球上の熱帯林の減少のモニタリングでは大きな成果をあげてきた（たとえば、Archard et al. 2002）。しかしながら、村落のような小地域を対象にした衛星画像分析がなされた例はほとんどなく、どのような分析が可能で、なにがわかるのか、という具体的なイメージはいまだ明瞭になっていない。

リモートセンシング衛星のなかで、光学センサーを搭載するランドサット（Landsat）やスポット（SPOT）などは、植物や土壌に反射した太陽光を波長帯別に測定することが可能である。したがって、極相林と二次林の識別、水田と畑の識別など、かんたんにいえば色のちがうものを識別する能力をそなえている。また、可視光線以外の波長帯についてのデータも収集できるため、たとえば熱赤外線に対応するバンド（ランドサット TM であれば 10.4-12.5 マイクロメートル）のデータから、地表温度の推定も可能である。

ただし、このような衛星データを、村落を対象とする詳細なフィールドデータで得られたデータと対応させるには、地上解像度が不十分である。また、人類学者をはじめとする、

土地利用について豊富なデータをもつ研究者が、専門的で高価なソフトウェア操作を必要とするリモートセンシングの領域に越境することは、現実には困難であった。しかし、この数年間に、超高解像度の商業用のリモートセンシング衛星データが入手できるようになり、分析ソフトウェアの操作性の改善や適正価格化も進んでいる。このような状況のなかで、リモートセンシング技術は、やっと人類学を含む応用領域の研究に本格的に活用する条件が整った段階にあるといえる。

ここで、いくつかの用語についてかんたんに説明しておきたい。本章では、地理学の定義にしたがい、「土地利用」とは地表面の社会的な利用状況あるいは利用が規定された状態を、「土地被覆」とは地表面の物理的な状況を指すことにする。共有地（コモンズ）や個人所有地などは土地利用の区分であり、コンクリートや杉林などは土地被覆の区分である。

2-2. 地理情報システム (GIS) ・ GPS

GIS は、コンピュータに取り込んだ地図データや属性データを、効率的に蓄積・検索・変換して、地図出力や空間解析、さらには意思決定の支援ができるように設計されたツールである（高阪・村山 2001）。端的に言えば、リモートセンシングなどで作成したデジタル地図を格納し分析するソフトウェアである。一方、GPS (geographical positioning system、汎地球測位システム) とは、カーナビゲーション・システムにも利用されている測位システムで、地球全体をカバーするアメリカの GPS 衛星と交信することによって、地球上のほとんどの場所で測位をおこなうことができる。ただし、正確な位置情報を得るには、測位誤差を取り除くための補正をおこなう必要がある。

なお、関連する文献として、Evans and Moran (2002) の論攷は、人間-環境系の研究におけるGISの役割を論じており興味ぶかい。GISの一般的な概念・方法については、野上ほか(2001)及びVerbyla(2002)、リモートセンシングの基礎については、長谷川(1998)、日本リモートセンシング研究会(2000)、Wilkie and Finn (1996)、Tso and Mather (2001)、Lillesand and Kiefer (2000)などに詳しい。金田ほか(2001)にはGISソフトウェア、GIS関連ホームページなど、GIS研究についての実用的な情報が含まれている。また、Fox et al. (2003)、Liverman et al. (1998)には人類生態学、人口学、地理学におけるGIS/リモートセンシングの応用として、アマゾン、ケニア、タイなどにおける具体的な研究成果が紹介されている。

3. 分析の事例

3-1. 地図の作製

農村部で調査をおこなう研究者にとって、地図は重要な情報であり、プラットフォームともいえる。ところが、さまざまな縮尺の地図が整備されていて入手できるという点で、

日本は数少ない例外であり、ほとんどの国や地域では、目的とするような情報と縮尺をそなえた地図をみつけるのはむずかしい。

パプアニューギニアの農村部でおこなった調査では、家屋と耕作地の分布をプロットするために、1 km² 四方の村落の領域の詳細な地図が必要となった。ところが、パプアニューギニア国で入手可能な地図は 10 万分の 1 の縮尺のものに限られており、それ以上の詳しい地図が必要なときは自分で作成するしかなかった。近くの上から写真を取り利用することも考えたが、山の上からは畑のまわりに生えているモクマオウの木に視界が妨げられ、全体を見わたすことはできなかった。そこで、村のなかの主要な道と川を、目盛りをつけた 40 メートルのナイロンロープとコンパスを用いて測量した。つづいて、ひとつひとつの畑を地図にプロットする作業を繰り返した。地図としての精度は低いものであったが、この作業に 2 ヶ月近くを費やすことになった。

その後、この地域を対象に世界銀行が主導して 1970 年代におこなわれた開発援助プロジェクトのさいに撮影された、縮尺が 9,000 分の 1 の航空写真を入手することができ、それを目視で判読することで比較的正確な土地利用図を作成した。これは、航空写真によるリモートセンシングである。その後、調査のたびに村落内の土地利用情報を、この地図に記録することで、経時的な土地利用パタンの変化を明らかにすることができた。さらに、このデータを地図に投影し緯度・経度などの座標情報を与えることによって、GIS を利用した管理が可能になった。

つぎに、衛星リモートセンシングのデータを加えることで、継続的な環境変化のモニタリングを目指した。しかしながら、当時、入手できた調査地を含む衛星データは、1972 年に撮影されたランドサット MSS データ、1988 年に撮影されたスポット衛星データ、そして 1994 年に撮影されたランドサット TM データだけであった。これらの衛星の地上解像度は、ランドサット MSS が 80 メートル、ランドサット TM が 30 メートル、そしてスポットが 20 メートルである。デジタルカメラで撮影した写真を想像するとわかりやすいが、この程度の解像度では、村の土地全域を対象に平均的な森林被覆の指標を求めることはできても、ひとつひとつの畑を対象にした分析は不可能である。

その後、超高解像度商業衛星であるイコノスが打ち上げられたことで、リモートセンシングによる、耕作地のような小区画のモニタリングは現実的な技術となった。イコノスは、白黒データで 1 メートル、マルチバンドデータで 4 メートルの解像度をもつ。このことによって、商業衛星データが航空写真に匹敵するほどの地上情報をもたらすことになり、世界のほとんどの地域で地図作製が可能になった。

ただし、デジタル形式で記録されているデータを地図に加工するには、いくつかの作業が必要である。ここで、その作業についてかんたんに説明をしておこう。もっとも重要なのは、地球の曲率による影響や地表の高低にによって生じるゆがみを補正することをおして、衛星データに座標系を定義する作業である。これは専門用語で「幾何補正」といわれる。これは、デジタルカメラで撮影した人物の身長を推定するために、写真に縮尺をい

れるのとおなじ作業である。そのためには、デジタルカメラの1ピクセルと現実の長さとの対応についての情報が必要になる。厳密に言えば、カメラのレンズから写真の中央部までの距離と、縁までの距離が異なることによるゆがみを補正する必要もある。

リモートセンシング衛星が取得したデータに、このような処理がほどこされてはじめて、地理情報システムへの取り込みや距離・面積の測定が可能になる。幾何補正においては、衛星データ上のいくつかの基準点における緯度経度の情報が必要とされる。地図が得られる地域であれば、この情報を地図から取得することも可能であるが、パプアニューギニア（海南島でもおなじであるが）では地図が入手できない。したがって、衛星データによって地図をつくるのだから、GPSを用いて緯度・経度の情報をみずから収集する必要がある。幾何補正をおこなった地図ができると、GISによるさまざまな分析が可能となる。さらに、必要とされる時間も短く、前述したナイロンロープとコンパスを用いて2ヵ月かかった畑の測量は、GISソフトをつかうことによって3日間で完了した（図1）。

3-2. 択伐による商業伐採が熱帯林に与える影響の評価

択伐（選択的伐採：selective logging）はアジア太平洋地域熱帯雨林における商業的伐採活動の主流となっている。この伐採手法では対象が特定の樹種やサイズに限られていてほかの樹木は切り出さないため森への影響を最小にとどめていると考えられてきたが、最近になってそれによる森へのダメージが潜在的には大きいことが指摘されはじめた。本研究では、ソロモン諸島ニュージョージア島にある慣習地（居住クランによって伝統的に管理されている土地）において1993-94年に行われた択伐の影響を2002年（伐採後8年）に撮影された超高解像度のイコノス衛星画像（パンクロマチック：1m、マルチスペクトラル：4m）と1991年（伐採前）に撮影された航空写真（2万5000分の1）を用いて明らかにした（Furusawa et al., 2004）。

まず、ジオレファレンス処理されたイコノスのマルチスペクトラル画像のデジタル分類（スーパーヴァイズド分類）から樹冠に覆われていないピクセルを見出した。そのピクセルのうち1000をランダムにサンプリングし、現地調査からそれぞれのピクセルが何の原因で樹冠が取り除かれたかを同定した。また、同じ地点について航空写真を目視判読し、伐採前の土地利用を分類した。これによって伐採前に森だった部分の何%の樹冠が取り除かれたか、そして8年後にそれが残っているかを計算することができた。

分析の結果、択伐による樹冠の消失は、林道やキャンプ地の影響を除いても、慣習地中の88 ha（95%信頼区間：79~98 ha）に相当し、これはもともとの森の7.4%に相当した。これは住民による農耕による森林減少（49 ha；95%信頼区間：42~57 ha）などほかの原因よりも有意に大きいことが明らかになった（表1）。

択伐が森林減少に大きく貢献していた事実はこれまでの一般的な理解に大きく反するものである。択伐の影響を熱帯雨林減少率に含めることでCO₂吸収量の推計を改める必要があると考えられる。

3-3. 過去の土地利用図の復元

3-3-1. 中国海南島の調査

ここで紹介するのは、中国・海南島におけるリモートセンシング応用の事例である。この事例をとおして、村落を対象として衛星画像分析を地域研究に応用した場合の、有用性と限界性を明らかにした。

私たちの海南島での調査は、自然環境および社会的環境が異なる4つの郷・鎮（市の下部行政単位）から、それぞれ1つの村が選定され、それぞれに1~2名の調査者が住み込むことによってデータが収集された。衛星画像分析とデジタルエレベーション・モデルの作成は、リモートセンシングの専門家であるクリシュナ=パハリ（当時東京大学、現在 South Asian Institute of Technology, Kathmandu）との共同作業によって進められた。

海南島は1988年に広東省から独立して海南省となり、中国政府より経済特区に指定された。このことにより、外国から比較的自由に資本投入が可能となり、一方で、「中国で唯一の亜熱帯気候」を宣伝文句に上海や北京からの観光客を誘致することで、急速な経済発展を経験している。私たちの聞き取り調査によると、五指山市（海南島の中央南部に位置し、私たちの調査対象であるリー族が居住する中心地）では、人民公社時代の1960年代から1970年代にかけて森林の伐採が盛んにおこなわれ、さらには水田耕作に加え焼畑農耕もおこなわれていたため、村落周辺の森林はずいぶん少なかったという。さらに、家畜である水牛の餌場にするためと、家の屋根を葺くカヤを生育させるために、村から離れた場所では定期的な火入れによる草原の維持がおこなわれていた。その結果、1970年代末の五指山市の景観は現在とはずいぶん異なり、山々には広い範囲にわたって草原が広がっていたという。

ところが、1980年代にはいると人民公社による集団農業経営の時代がおわり、各世帯が国から農地を請け負い、それぞれの裁量によって農業経営をおこなうシステムに移行した。1980年代半ばに、五指山市の南西部に位置する五指山（標高1,867メートル）およびその周辺部に残る極性林を対象に、国家による自然保護政策がはじまった。さらに1990年代にはいると、政府のいわゆる「退耕還林」政策によって、焼畑農耕と草原への火入れが基本的に禁止された。聞き取りによると、そのころには五指山市の中央部にある高い山の頂上に政府の見張り小屋が設置され、焼畑や草原を焼く煙がみえると警察官が現場へ急行して村人を逮捕するという、徹底した「退耕還林」管理がおこなわれていた。今日では、かつての草原あるいは焼畑跡地には、標高の高い地域を中心に楓（フー）が優占する二次林がみられ、また一部の地域では政府主導による外来種のアカシアやカリブ松などの植林事業もおこなわれている。

調査対象とした4つの郷・鎮は、水満郷、毛陽鎮、番陽鎮、紅山郷であり、各行政単位の代表性を考慮しながら、それぞれ水満村、初保村、保力村、太平村を調査対象村に選んだ。水満郷の特徴は、標高600メートルから上の部分に広い森林ゾーンをもつことであり、

標高の低い場所にはかつての草原に二次林が成育し、高い部分には五指山の頂上にかけて極相林が残されている。紅山郷の特徴は、標高 500～600 メートルに位置する村落と、標高 300～400 メートル付近に位置する町とのあいだに灌木ゾーンがあること、村落から垂直高度にして 200 メートルまでの場所で大規模な政府主導の植林事業がおこなわれていることである。標高 800～900 メートルより高い部分には、水満郷とおなじように極相林が残っている。一方、番陽鎮と毛陽鎮には、標高 200 メートル付近を流れる昌化河の付近に村落があるために、水満郷と紅山郷に比べると土地利用の垂直分布が広い範囲にわたっている。標高 200～300 メートル付近の村落の後背地では、この 20 年間に政府主導による換金作物の導入が進み、バナナやパラゴムなどの大規模な畑（林）が広がっている。毛陽鎮には、標高の高いところに位置する村落も含まれ、そのような村落の後背地にはバナナ畑がつかられ、標高 800 メートルをこえるゾーンではかつて火入れによって維持されていた草原がみられた。

中国のように、地図も航空写真も入手が困難な国においては、聞き取りによる調査結果を過去にさかのぼって確認するための手段として、リモートセンシング衛星データを分析し土地被覆のパターンを再現するのが有力となる。データ検索をおこなってから、五指山市を含む衛星データとして、1980 年 12 月 31 日に撮影されたランドサット衛星 MSS データ、1999 年 1 月 1 日に撮影されたランドサット ETM+データ、2000 年に撮影されたイコノスデータを入手した。なお、海南島のように農耕に季節性があり、冬季に一部の樹木が落葉するような地域で、1 年のなかでおなじような時期のデータを取得することが、データ間の比較をおこなうさいの前提になる。

これらの衛星データを分析し、1980 年と 1999 年の土地利用図を作成することによって、1980 年からの 20 年間における土地利用パターンの変化を再現し、自然保護政策による二次林の再生がどのような場所でおこったかを検討した。土地被覆・利用の分類クラスは、使用する衛星データの解像度を考慮して、森林（樹冠の閉じた森林）、灌木林、草原、水田、水域、居住地域・裸地の 6 カテゴリーとした。五指山市の許可を得て入手できた 50,000 分の 1 の縮尺の地図には、座標系の情報が欠如していたため、GPS で基準点（グランドコントロール・ポイント）における位置情報を収集することで、衛星データの幾何補正をおこなった。さらに、50,000 分の 1 の地図を幾何補正した後に衛星データと重ね合わせ、100 メートル間隔の標高線をデジタル化することで、デジタルエレベーション・モデルを作成した (Pahari et al. 2002)。

3-3-2. 画像分類

画像分類では、「教師つき分類」をおこなった。この方法は、分類クラスである極相林、草原、水田などの存在する衛星画像上の既知の領域を抽出し、統計的な特性を手がかりに画像全体を分類することに基づいている。抽出された分類クラスの領域は、トレーニング・データと呼ばれる。1999 年撮影のランドサットデータを分析するためのトレーニング・データの取得は、2001 年の調査において直接観察と村人への聞き取りによって収集した。第

1段階では、できるかぎり多く（およそ 100 ヶ所）のトレーニング・データを収集し、その後、母集団の特性を片寄りなく代表するように試行を繰り返し、最終的に 25 のトレーニング・データを分析に用いた。一方、1980 年撮影のランドサットデータ分析のためのトレーニング・データは、村人の記憶を聞き取ることで得られ、最終的に 31 のデータを分析に用いた。

図 2 は 1980 年と 1999 年の土地利用分類の結果を示している (Pahari et al. 2002)。1980 年には、五指山市の北西部と南西部にだけ存在していた森林が、1999 年には全域に拡大していること、かつて広く分布していた草原が減少していることが読みとれる。この結果は、村人の説明による、20 年間の土地利用・被覆の変化と合致している。

ただし、このような分類結果を解釈する前に、精度分析による分類の信頼性を検証する必要がある。理想的には、対象とした地域全体に十分な数のポイントをランダムに配置し、それぞれのポイントにおける実際の土地利用・被覆カテゴリと、画像分類の結果がどの程度一致するかを検討すべきである。しかしながら、対象地域のように道路が整備されていない場合には、ひとつのポイントにおける土地被覆を確認するのに半日を費やすことになり、「十分な」数のポイントについて精度評価をおこなうのは現実的ではない。そこで、今回は私たちが住み込み調査をおこなった 4 村落において、各調査者がプリントアウトした 1999 年の分類結果をもち、村人と共同で「主観的な」精度評価をおこない、現実をほぼ反映していることを確認した。

問題は、1980 年の衛星画像の分類結果の評価である。精度を検討するための唯一の手段は、プリントアウトした分類結果をもって、各村落の村人とともに現場で検証することである。すなわち、「1980 年といえば人民公社による農業経営がおわり、土地の請負契約がはじまる少し前の時期なのだけど、そのころはこの辺は森林だったか、それとも草原だったか」などと聞いて確認した。この作業の結果、4 村落の周辺部については、村人の記憶とほぼ一致することがわかった。

それ以外に方法がなかったとはいえ、私たちがおこなった精度評価は「客観的な方法」とはいえないであろう。すなわち、情報の得られる 4 村落の周辺で、トレーニング・データを収集し画像分類をおこなったわけで、村に住み込んで聞き取りをする調査者が、トレーニング・データを取捨選択し、画像分類をおこない、精度評価をするプロセスで、各調査者の「主観」に由来するバイアスを除くことはできないであろう。

この精度評価の問題は、地域研究をおこなう調査者がリモートセンシングを用いる場合に対し、かなり本質的な疑問をつきつけている。たとえば、リモートセンシングの利用目的が、各調査者が対象とする村落の現在の土地利用あるいは自然環境を、地域全体のなかで位置づけることであれば(前述した、1999 年の土地利用分類をおこなった場合のように)、調査時点になるべく近い時期に撮影された衛星データを分析し、できる範囲を歩き回って分類結果を評価することで、精度についてある程度の確信を得ることができる。すなわち、精度評価を定量的な指標で裏打ちすることが困難であっても、少なくとも地域をよく知る

調査者の認識レベルにおける精度は保証される。しかし、リモートセンシング衛星の絶対的な利点である「過去のデータ」を利用することで、ふつうは聞き取りでしか知りえない対象集団の歴史的変化を再現しようとする場合、分析そのものは可能でも、その結果の信頼性を検討する手段は本来的に存在しない。私たちは、五指山市で 1980 年の分類結果を村人と共同で検証したと述べたが、この方法は、厳密に言えばトレーニングデータの取得と制度評価におなじ情報を用いたという意味で、たんなるトートロジーにすぎないといえよう。

このような状況を考慮すると、とくに過去を対象にしたリモートセンシングの分析においては、なるべく分析者の判断を必要としない手法が望ましい。多くのリモートセンシングの分析技術は、「データの乏しいところで、どこまでわかるか」というよりも、「理論的にどこまで可能か」という立場で開発されてきた傾向が強い。教科書や論文には、リモートセンシング技術による、植生の詳細な分類の成功例を多くみつけることができるが、現実にはそれがどのような条件において可能なのかについても、整理しておく必要がある。

3-4. バンド比演算による植生指標の推定

リモートセンシング衛星は、可視光から赤外線のあいだを複数のバンドにわけて、地表の反射率をある一定の解像度においてデータを収集する。たとえば、ランドサット衛星の TM センサーは、バンド 1 (波長域: 0.45~0.52 マイクロメートル)、バンド 2 (0.52~0.60 マイクロメートル)、バンド 3 (0.63~0.69 マイクロメートル)、バンド 4 (0.75~0.90 マイクロメートル)、バンド 5 (1.55~1.75 マイクロメートル)、バンド 6 (10.40~12.50)、バンド 7 (2.08~2.35 マイクロメートル) の 7 つの波長域において、地上解像度 30 メートルでデータを収集する。わかりやすくいえば、バンド 1 が青色域、バンド 2 が緑色域、バンド 3 が赤色域に対応し、それぞれのバンドに青、緑、赤をわりあてて表示すると、現実のみえかたに近い色 (トゥルー・カラーと呼ばれる) で表示することができる。

これまでの先行研究では、複数のバンドを用いた演算によって求められる指標が、特定の地上情報と対応関係をもつことが知られている。このなかで植生の評価につかわれるのが、いわゆる「植生指標」である。いくつかの植生指標のうち、たとえば **normalized difference vegetation index (NDVI)** をランドサット TM を対象に計算する式は以下のとおりである。

$$NDVI = (\text{Band 4} - \text{Band 3}) / (\text{Band 4} + \text{Band 3})$$

この指標 (NDVI) は、植物に含まれるクロロフィル量と正の相関関係をもつことが知られており、植物の活性度の指標として利用することができる (Lillesand and Kiefer 2000)。前述した議論を受ければ、土地被覆・利用分類の分析と信頼性の評価が、調査者・分析者の主観により影響されるのに対して、NDVI による植生指標は単純な数式で計算できるとい

う利点をもっている。ただし、得られる情報は、植生の活性度と相関が強いと予想される1つの変数に限られる。

ここでは、海南島の五指山市で過去20年間におこった土地被覆・利用の変化を、植生指標を計算することで検討し、なにがわかるのかを紹介したい。まず、土地被覆・利用分類をおこなったのとおなじ、1980年に撮影されたランドサット衛星データと、1999年に撮影されたランドサット衛星 TM データについてバンド間演算をおこない、NDVI を属性値としてもつラスター・データを作成した。MSS データには、残念ながら雲に覆われた部分があったので、それを除去するため、その部分に対応するラスター・データも一方で準備した。また、デジタルエレベーション・モデルをもとに、標高を100メートル間隔で区分したラスター・データを生成した。NDVI データと標高のデータを重ね合わせ、さらに鎮・郷の行政的境界線を定義したベクター・ファイルを重ねることで、郷・鎮ごとに標高帯別のNDVI の要約統計量を求めた。

ここで問題になるのは、1980年のNDVI はランドサット MSS データを用いて計算したのに、1999年のNDVI はランドサット TM データを用いて計算していることである。2つの衛星センサーから得られるバンドは、異なる波長帯を対象にしているため直接的な比較はできない。厳密に言えば、MSS から計算されたNDVI と、TM から計算されたNDVI を比較可能にするには、1980年と1999年の両方の時期において、おなじ反射特性を示すエリアについて、MSS と TM のNDVI 値を求め、回帰直線によって得られる補正式から推定する必要がある。しかしながら、1980年時点での土地利用状況がわからない以上、そのような補正は原理的に不可能である。そこで、本研究では、五指山周辺で標高が1,100~1,500メートルの部分にある極相林（登山道を含まない部分）のNDVI が、1980年から1999年にかけて変化しないという前提をおいた。前に述べたように、この範囲は1980年代なかごろから自然保護区に設定されたこともあり、定められた道をたどる観光客の登山以外には人間活動の影響はなかったと考えられるからである。該当する部分の極相林について、TM と MSS の平均NDVI を1とおくことにより、ほかの標高におけるNDVI を補正した。

伝統的な村落の基本構造は、周辺は水田に囲まれ、後背の山地には、焼畑および二次林が成育する地域と、定期的に火入れがおこなわれた草原が広がっていた。調査地域では、ほとんどの村落が標高600メートル以下に位置している。このような標高では、水田をはじめ、焼畑とパラゴム、バナナ、リュウガン、ライチなどの換金作物畑（林）、草原、森林などの多様な土地利用が混在している。それより標高が高い場所では、わずかに焼畑、草原、二次林がみられるだけであり、さらに標高1,000メートルをこえると極相林になる。分析の結果、1980年ごろには、標高1,000メートルあたりを境にして、それより低い標高ではNDVI 値が低い傾向がみられた。これは、人びとが標高1,000メートル付近までの土地をいろいろな目的に利用した結果、その部分の植生が減少していたことを示唆している。1999年になると、水満郷では600~1,000メートルの標高帯、毛陽鎮では1,000メートルより低い標高帯全域、紅山郷では標高300~1,400メートルの広い範囲にわたって、植生指

標が大きく増加している。このことは、森林保護政策、すなわち焼畑と野焼きの禁止が実効性をもっていたことを裏づけている。1980年ころの番陽鎮では、NDVIから判断して、ほかの鎮・郷でみられたような植生の破壊は進んでいなかったようである。それでも、1999年にかけて全体的に植生指標は増加しており、これはこの鎮で政府が熱心に推進した、パラゴムをはじめとする換金作物の集約的な植え付けを反映している。

土地利用分類の結果は、分析者の主観的判断に左右されるという弱点がある一方で、どの部分で草原が二次林に変わったか、二次林が極相林に遷移したかを、具体的に検討することが可能になる。対照的に、NDVI値などのバンド間演算値を用いた分析では、計算そのものに分析者の主観的判断がはいり込まないかわりに、提供されるのは植生の活性についての情報に限られており、結果の解釈には村落調査の結果を適用せざるをえないというジレンマをかかえている。長期間の住み込みによって得られた情報を、いかに衛星画像分析に活かすかという側面から考えれば、画像分類による土地利用図の推定とバンド間演算による植生指標の計算は目的を共有しながらも、互いにある程度の独立性をもったアプローチといえる。ある意味では当然のことながら、画像分類とバンド間演算、そして聞き取り調査の結果を全体的に判断することで、もっともたしかと思われるシナリオをつくりあげることができよう。このことが、地域研究における衛星画像分析の正当な応用法とってよいであろう。

私たちの経験からしても、現地の言葉を習得した調査者が1年近く住み込むことによって得られるデータは、通訳を介した調査者が1週間ほどで得るデータとは比べものにならないほど、深く厚いものである。これは衛星画像の分析のためにインプットできる情報という意味でも、前者の方式をとる調査者と後者の方式をとる調査者とは、比較にならないほどの差があることを意味している。これまでの衛星画像分析のためのフィールドワークでは、後者による方法が一般的であったことを考えると、前者による調査者が収集したデータを画像分析に用いることでなかがみえるのか、さまざまな地域における研究者が衛星画像分析をおこなうことによって、今後明らかになっていくであろう。

3-5. 民俗知識の利用による超高解像度衛星データの分析

ここまで紹介してきた衛星画像分析は、ランドサット衛星などを利用し土地利用や環境変化を経時的に復元すること、あるいは対象村落と隣接する地域との関係を検討することを目的としていた。これは、地図作製における衛星画像分析の応用を紹介したところでふれたように、ランドサット衛星などの提供するデータが、解像度が不十分なことのトレードオフとして、時間的・空間的な広がりをもつことに着目した応用である。ところが、1999年から利用可能になった高解像度商業衛星イコノスのデータは、ランドサットなどとはまったく異なる特性をもっている。すなわち、白黒であれば1メートル以下の地上解像度をもつために、村落調査で収集したデータとの直接的な突き合わせができる可能性がある。実際、水満村を対象にしたイコノス衛星をみると、火入れが中止された草原に生育する楓

の1本1本を識別し、またバナナ畑では1つ1つの株を数えることもできる。

海南島・水満村に居住する人びとの民俗知識によると、現在では楓が優占する場所には、かつては草原が例外なく広がっていたといわれる。水満村付近の植生がほとんど常緑樹によって構成されているなかで、楓は12月ごろに紅葉し、1月に落葉し、3月ごろに鮮やかな黄緑色の新葉をだすという年間サイクルをもっている。このような特徴を利用して、楓の分布を推定することができれば、かつて草原だった場所の推定ができるであろうと考えた (Umezaki et al. 2002)。

2001年3月24日に撮影されたイコノス衛星データを用い、画像分類を試みた。まず、水域、コンクリートで覆われた部分、瓦屋根、道、河川敷、耕作中の水田、放棄された水田、バナナ畑、杉林（換金作物として植林された）、サトウキビ畑、草原、灌木林、楓の優占する二次林、楓以外の二次林、自然林（樹冠の閉じた）の15の分類クラスについて、複数のトレーニング・データを取得し教師つき分類をおこなった（図3）。最初に直面した問題は、イコノス衛星データの解像度が高いことに起因するものであった。すなわち、私たちが斜面畑と分類している場所には、現実には雑草に覆われている部分もあれば土壌が露出している部分もあり、またサツマイモ畑のなかに数本の果樹が生えていることもある。

イコノス衛星データは、このような斜面畑におけるミクロな土地被覆パタンの分類に適しており、斜面畑と分類されるべきエリアには、土壌、草原、二次林が混在する現実にかきわめて近い結果が得られた。このことは、トレーニング・データは、「スペクトラム・パターンが均一で、ある大きさをもった空間から取得すべきである」とする教師つき分類の大原則に反していることに起因しており、ある意味では予想されたことである。しかしながら、「スペクトラムパターンが均一で、ある大きさをもった空間」という基準は、解像度が相対的に低い衛星が、300メートル四方の焼畑を100のピクセルに平均化して表現する場合には妥当性をもっているが、数メートルの範囲で土地被覆が変化するパターンに超高解像度衛星データを対応させるのはむずかしい。しかも、イコノスがランドサットのバンド1～4に対応する4バンドしかもたないことも、統計的な検出力が低い1つの背景になっている。

結局、従来の教科書的な分析手法による画像分類では、結果を目視判読で解釈することによって、統計的に得られる土地被覆パターンを、土地利用パターンと読み直す作業が必要となる。そうすると、村落周辺部の調査者の知識の多いところと、村落から遠いところの分類結果に「主観」に由来するバイアスが生じることになる。

3-6. 地理的変数を軸としたデータベースの統合：パラオ共和国の事例

パラオ共和国は1994年の独立以降、アメリカ合衆国との自由連合協定のもと、首都移転に代表されるインフラ整備をすすめている。首都移転は、人口集中のすすんだコロール島から人口密度の低いバベルダオブ島の中央部へ政府機能の大部分を移すものであり、それにともない新首都とコロール島を連絡する周回舗装道路が建設されている。著者は、パラ

オ政府と共同で、大規模インフラ整備にともなう人口学的インパクト、特に人口移動への影響と、自然環境・社会環境、ライフスタイルの変化にともなう健康影響の解明を目的とした共同プロジェクトを進めてきた。基本的なアイデアは、GISを利用することによって、パラオ側がこれまでに収集してきた環境、健康、社会、経済にかんする様々なデータベースを統合し、それらの相互関係を整理した上で、インフラ整備の進展にともなう変化を追跡するためのプラットフォームとして機能させることである。パラオ共和国においては、1983年に刊行された地図をもとにしたGISデータベースが完備されており、その中には道路、河川、海岸線、土地利用、等高線、10メートルメッシュの標高値、行政上の境界線、土壌の種類などのデータが格納されている。これに、1999年に撮影されたランドサット衛星ETM+データの分析結果を重ね合わせることで、1980年代から20年間におけるインフラ整備・土地利用の変化を把握し、また首都移転と周回道路建設の環境保健的な影響評価を行うためのベースとした。さらに、パラオ政府の環境保健局がこれまで収集したデータのなかから、世帯レベルの衛生状態、飲食店の衛生状態、デング熱の発症記録などを地理的情報を軸にデータベースに統合した。異なったデータベースを世帯レベルで対応させることができない場合は、その世帯の所属する集落（パラオではハムレットと呼ばれる）、あるいは州を単位としてデータの対応を図った。人口の8割近くが居住する首都コロールについては、超高解像度衛星であるクイックバード（解像度60センチメートル）を利用することで、世帯あるいは飲食店の正確な位置情報を把握することが可能となっている。

予備的な検討によると、デング熱の発症した54人をケースとして、性、年齢、居住地をマッチングさせた同数のコントロールを選び、それぞれの個人の世帯にかんする衛生状態の比較を行ったところ、デング熱を媒介する蚊の発生場所と考えられる台所及び水浴び場の衛生状態がデング熱の発症した個人の家屋において有意に悪いという結果が得られている。これは、今後の人口移動にともなう家屋の建て替えなどによってその衛生状態が変化した場合に、それがデング熱発症に影響する可能性を示唆するものである。今後は、2000年度に実施された国勢調査の世帯個票をGISデータベースに統合しそれをプラットフォームとすることで、それぞれの世帯における出生・死亡・移住のモニタリングを継続する予定である。また、パラオ政府の環境保健局が日常的に実施しているデング熱発症にかんするモニタリングデータをGIS上で管理し空間統計解析を適用することによって、感染源の特定・感染ルートの解明などに寄与できると期待している（図4）。

3-7. 人口と食料生産のバランス評価：パプアニューギニア高地の事例

パプアニューギニア高地に居住するフリの人々は、3000メートル級の山に囲まれた盆地において、サツマイモ耕作を主たる生業としながら生存している。ここ数十年間は、年増加率2%を超えるペースで人口が増加しており、盆地の大部分では1平方キロメートルあたり人口密度が100を超えている。特に、飛行場のある盆地の中心部では1平方キロメートルあたり人口密度が400を超える場所もあり、持続的な食料生産の維持が人々の直面す

る課題である。

フリの居住地は生態学的に2つに分けることが可能である。ひとつは火山灰におおわれた斜面の多い地域で、ここでは5～10年の耕作期間のあと10～15年間の休耕期間をおくことによってサツマイモが耕作されてきた。もうひとつは、河川沿いに広がる湿地帯を中心とした地域であり、この畑では休耕期間をおくことなく持続的なサツマイモ耕作が続けられてきた。1990年代に行った著者の研究では、地域における人口増加が人々の生存に及ぼす影響を具体的に明らかにすることを目標に、斜面の多い地域と湿地帯からそれぞれ1つの村落を選び、人々の生態学的な側面について比較を行った。その結果、(1)人口あるいは食料需要の増加は、2つの対象村落とも同じ程度であった。(2)斜面の多い地域では、食料需要の増加に対する短期的な対応策としてサツマイモ耕作の休耕期間を短縮させたために、単位面積あたりのサツマイモ生産量が低下し、それを補うためにさらに休耕期間を短縮させるという悪循環がみられた。対照的に、(3)湿地帯の村では、休耕期間をそもそも必要としない耕作システムにより、食料需要の増大には耕作面積を拡大することで対応することが可能であった。ただし(4)湿地帯の村では、土地資源への需要が増大したことで、潜在的な耕作地の大部分が耕作権をめぐる裁判の対象となりつつある。(5)長雨によってサツマイモ生産性が低下した時期に、斜面の村の人々が食料不足に陥ったのに対して、湿地帯の村では食料不足が発生しなかった。これはふだんの余剰生産量の違いによって説明できる(梅崎, 2002)。

この分析の中心になったのは、経時的な人口の移り変わり及び土地利用の変化についてのデータである。タリ盆地では1970年代に医学研究所が設立され、1980年から1993年にかけてのべ4万人を対象に出生・死亡・移動にかんするデータが収集されている。また1970年代の終わり頃、世界銀行の主導による農村開発プロジェクトが行われ、その基礎資料として1:9000縮尺のカラー航空写真が盆地全体を対象に撮影された。分析においては、それぞれの村落で収集した家系図と医学研究所の人口データをつきあわせることによって1980年から調査時点までの人口動態と人口の変化を把握した。また、航空写真の目視判読(リモートセンシングのひとつの技術)によって、極相林、耕作中の畑、休耕地、湿地の4カテゴリからなる1978年時点の土地利用図を作成し、現在の土地利用との比較をおこなった。土地利用図は、幾何補正を行うことによってGISソフトウェアにとりこまれ、それぞれの土地利用カテゴリの面積を計算することで土地利用変化を定量化するとともに、継続的な耕作パターン調査のベースマップとしても利用した。

人口変化の要因分析を行ったところ、この地域では人々が一生の間に何度も居住地を変えること、したがって移入数と移出数のバランスが村落の人口サイズを決定する重要な要因であることが明らかになった(Umezaki and Ohtsuka, 2002)。個別の村落調査からわかったのは、盆地の中に食料の足りない地域と食料の足りている地域があるということである。すなわち、現実的な対応策として足りない地域から足りている地域へ人々が移動しているのか、あるいは食料の足りない地域への歴史的な人口移動があったのかなど、それ

それぞれの地域の食料生産と人口のバランスに対する人口移動の寄与を明らかにすることが、タリ盆地に居住するフリ全体の適応を理解するためには不可欠である。対象とした村落において家系図を再構成することで出生地と現住地／死亡地を比較した結果、1950年代に始まった近代化の初期に再生産期間を過ごした世代では、盆地の周辺部（食料の足りない村の位置する地域）から中央部（食料の足りる村の位置する地域）への人口移動が多かったのに対して、若い世代ではむしろ盆地周辺部への人口移動が中央部への移動よりも多い傾向がみられた。このことは、村落調査で得られた知見を、盆地全体など、より大きな地域でおこっている変化の中に位置づけて見直してみる視点の重要性を示唆している。

人類生態学は「ヒトの集団としての環境への適応を解明すること」を主たる目標としている。この論理的な帰結として、村落などの小集団を対象に詳細なデータを収集しながらも、その結果を通婚圏を形成するような集団全体の適応というコンテストで位置づける努力が不可欠である。著者は、リモートセンシング及びGPSを含めた広義のGISは、人類生態学のこの部分に対して貢献する可能性があると考えている。タリ盆地における研究では、まず1972年に撮影されたランドサット衛星MSSデータ、1988年に撮影されたスポット衛星データ、1994年に撮影されたランドサット衛星TMデータ、2001年に撮影されたイコノス衛星データを入手した。これらの解像度はMSSデータが80メートル、スポットデータが20メートル、TMデータが30メートル、そしてイコノスデータは1メートルである。したがって、MSS、スポット、TMの比較により、タリ盆地全体の自然環境あるいは人為的土地利用パターン（耕作地、休耕地）の変化を推定し、イコノスの分析により村落レベルの詳細な土地利用パターンの分析を行うことを想定した。さらに、村落の境界線、等高線、河川、道路のGISデータ（10万分の1縮尺の地図をもとにオーストラリア国立大学の人文地理学者が作成したもの）を、衛星データと重ね合わせることによって、経時的な変化と地理的変数の両方を含むデータベースを構築した。GISデータベースの利点は、地理情報を軸とすることによって様々なデータベースを統合できることにある。タリ盆地において1980年から1993年にかけて収集された出生・死亡・移動にかんする人口データは、村落という地理情報を軸にして、GISデータベースに統合され、その結果、盆地の全体を対象に、衛星データの分析によって得られた村落ごとの耕作面積の変化と人口の変化の対応関係を検討するなどの分析が可能となっている（図5）。

一方で、イコノス衛星は解像度が高いために、村落のなかにある家屋、小道、畑の畝、排水溝などを判別することが可能であり、フィールドで収集されるデータと直接的に対応させることができるという利点をもっている。作物の混作パターン、斜度による耕作パターンの違いなど、食料生産の持続性に寄与する要因として人文地理学で理論化がすすめられている「アグロダイバシティ」の定量的な評価にも応用が期待されている（Brookfield, 2001）。

4. まとめと展望

人類学にとってリモートセンシングは個別の研究を時間的・空間的に一般化する方法論として意味をもっているといえるだろう。土地利用分類における調査者の主観的判断に起因するバイアスは、バンド間演算などの客観指標と組み合わせて解釈することにより、ある程度の妥当性を確保することができる。具体的には1972年より今日までに入手可能なリモートセンシング衛星の分析結果をGISで分析すること、対象集団をとりまく環境条件・地理情報を統計的に分析することにより、フィールドワークによる村落研究をより普遍的なコンテキストでとらえなおすことが可能となるだろう。

近年、コンピュータ・GISソフトウェアともに性能の向上と低価格化が著しい。リモートセンシング衛星データの解像度は飛躍的に改善されつつあり、代表的なリモートセンシング衛星であるランドサットTM（マルチスペクトル：解像度30メートル）に比較すると、超高解像度衛星イコノス（マルチスペクトル：解像度4メートル）の単位面積あたり情報量は50倍以上に達している。それにともない、1辺が20メートルの畑、村の小道、家屋などランドサットでは考えられなかったような詳細な地上情報の識別が現実となりつつある。また、安価なGISソフトウェアが入手できることで、GIS導入における経済的障壁はとりはられつつある（金田ほか、2001）。

もちろんリモートセンシングで判別できるのは基本的には土地被覆であり、それを人間がどのように利用しているか、すなわち土地利用についての情報を得るためには、詳細なフィールドワークが不可欠なのはいうまでもない。地理情報がデジタル化され、それぞれの地理情報間の空間的な相関関係、あるいは分布パタンの空間的特徴を定量化する作業は簡便化していくにしても、その解釈にはやはりフィールドワークが必要である。その意味において人類学の研究は、広義の地理情報システムをさまざまな分野に応用するにあたってのメディエーターとして機能することが期待されているともいえるであろう。

[参考文献]

- Achard, F., Eva, H. D., Stibig, H. J., Mayaux, P., Gallego, J., Richards, T. and Malingreau, J. P. (2002) Determination of deforestation rates of the world's humid tropical forests. *Science*, 297: 999-1002.
- Brookfield, H., 2001, *Exploring Agrodiversity*, New York, Columbia University Press.
- Evans, T. P. and Moran, E. F. (2002) Spatial integration of social and biophysical factors related to landcover change. *Population and Development Review*, 28 (Supplement): 165-186.
- Fox, J., Rindfuss, R. R., Walsh, S. J. and Mishra, V. (Eds.) (2003) *People and the Environment: Approaches for Linking Household and Community Surveys to*

- Remote Sensing and GIS. Kluwer Academic Publishers, Boston.
- 長谷川均 (1998) 『リモートセンシングデータ解析の基礎』 古今書院.
- 金田明大, 津村宏臣, 新納 泉 (2001) 『考古学のための GIS 入門』 古今書院.
- Lillesand, T. M. and Kiefer, R. W. (2000) Remote Sensing and Image Interpretation (4th Edition). John Wiley and Sons, New York.
- Liu, J., M. Linderman, Z. Ouyang, L. An, J. Yang, and H. Zhang., 2001, "Ecological degradation in protected areas: the case of Wolong Nature Reserve for giant pandas". Science, 292, pp. 98-101.
- Liverman, D., Moran, E F., Rindfuss, R. R. and Stern, P. C. (Eds.) (1998) People and Pixels: Linking Remote Sensing and Social Science. National Academy Press, Washington, D. C.
- 日本リモートセンシング研究会 (2000) 『リモートセンシング通論』 日本リモートセンシング研究会.
- 野上道男, 岡部篤行, 貞広幸雄, 隈元崇, 西川治, 2001, 『地理情報学入門』, 東京大学出版会。
- Ohtsuka, R., 1994, "Geological-demographic analysis of the long-term adaptation of a human population: methodological implications", Anthropological Science, 102, pp.49-57.
- Pahari, K., Umezaki, M. and Jiang, H. (2002) A study on land use and environment in Tonza city area in Hainan Province, China: Twenty years of change. Proceedings of 23rd Asian Conference of Remote Sensing, Katmandu, pp. xx-xx.
- Tso, B. and Mather, P. M. (2001) Classification Methods for Remotely Sensed Data. Taylor and Francis, New York.
- Umezaki, M., Pahari, K. and Jiang, H. (2002) Land use of the Li-speaking people in a mountainous area of Hainan Island, China: Impact of national nature reserve established in 1986. Proceedings of 23rd Asian Conference of Remote Sensing, Katmandu, pp. xx-xx.
- Umezaki, M., and R. Ohtsuka., 2002, "Changing migration patterns of the Huli in Papua New Guinea Highlands: A genealogical-demographic analysis", Mountain Research and Development, 22, pp. 256-262.
- 梅崎昌裕, 2002, 「高地ー人口稠密なフリを襲った異常な長雨」, 大塚柳太郎編, 『ニューギニアー錯綜する伝統と近代』, 京都大学出版会, 167-203 ページ。
- Wilkie, D. S. and Finn, J. T. (1996) Remote Sensing Imagery for Natural Resources Monitoring: A Guide for First-Time Users. Columbia University Press, New York.
- Verbyla, D.L., 2002, Practical GIS Analysis, London, Taylor and Francis.

内容に関連した業績

研究発表

(1) 学会誌等

Furusawa, T., Pahari, K., Umezaki, M. and Ohtsuka, R. (2004). Impact of selective logging on New Georgia Island, Solomon Islands evaluated using very-high-resolution satellite (IKONOS) data. *Environmental Conservation*, 31: 349-355.

Umezaki, M., Jiang, H.W. and Liang, J.Y. (2005). Transformation of human-environment relationships in Wuzhishan region, Hainan, China: 1930s to present. *PLEC News and Views*, 7: 6-11.
(<http://rspas.anu.edu.au/anthropology/plec.html>)

Fu, H., Umezaki, M., Nakamura, K., Chen, P., Chen, J., Shi, H.J., and Takano, T. (2004). Pilot study of using GIS to visualize health status distribution: case study of Songjiang District, Shanghai. *Journal of Medical and Dental Science*, 51: 179-185.

Fukuda, Y. Umezaki, M., Nakamura, K. and Takano, T. (2005) Variations in societal characteristics of spatial disease clusters: examples of colon, lung and breast cancer in Japan. *International Journal of Health Geographics*, 4: 16. (Online Journal: <http://www.ij-healthgeographics.com/content/4/1/16>)

Jiang, H.W., Umezaki, M., and Ohtsuka, R. (2006) Inter-household variation in acceptance of cash cropping and its effects on labor and dietary patterns: a study in a Li hamlet in Hainan Island, China. *Anthropological Science*, in press.

Furusawa, T. and Ohtsuka, R. 2006. Inter-household variation in subsistence strategies within a rural society of Roviana, Solomon Islands: An analysis of agricultural production and cash income in relation to socio-demographic factors. *Tropics*, in press.

Liang, J.Y., Umezaki, M. and Ohtsuka, R. (2003). Advantageous and disadvantageous impacts of tourism development on the living of Li ethnic minority villagers in Hainan Island, China. *Journal of Human Ergology*, 32: 1-7.

Tanaka, M., Umezaki, M., Natsuhara, K., Yamauchi, T., Inaoka, T., Hongo, T., Nagano, M., Watanabe, C., and Ohtsuka, R. (2005) No difference in serum leptin concentrations between urban-dwelling Austronesians and Non-Austronesians in Papua New Guinea. *American Journal of Human Biology*, 17: 696-703.

Umezaki, M., Sengebau-Kinzio, J.M., Ridep, E., Sikyang, B., Ngiruchelbad, D., Tadao, R., Watanabe, M., Nakamura, K., and Takano, T. (in press). Microbiological safety of ready-to-eat foods in Republic of Palau. *Pacific Health Dialog*, 12.

Umezaki, M. and Ohtsuka, R. (2003). Adaptive strategies of Highlands-origin migrant settlers in Port Moresby, Papua New Guinea. *Human Ecology*, 31: 3-25.

Umezaki, M. and Ohtsuka, R. (2002). Changing migration patterns of the Huli in Papua New Guinea Highlands: A genealogical-demographic analysis. *Mountain Research and Development*, 22: 256-262.

梅崎昌裕 (2003) GIS の人類生態学への応用. *人口学研究*, 32: 8-13.

梅崎昌裕 (2006) 「記録」でよみがえる「記憶」ー人類学における衛星画像の利用ー 歴博 134: 6-10.

梅崎昌裕 (2003) コミュニティーの変化を追う : パプアニューギニアでの調査より 熱帯医学会雑誌 31: 150-154.

梅崎昌裕 (2005) 与環境保全并存的生業的可能性:水満村の事例. *广西民族学院学报*, 27: 9-18. (中国語)

(2) 口頭発表

Pahari, K., M. Umezaki, and K. Jiang., 2002, "A study on land use and environment in Tonza city area in Hainan Province, China: twenty years of change", *Proceeding of 23rd Asian Conference of Remote Sensing*, Katmandu.

梅崎昌裕(2002) スペースエイジ・テクノロジーは人類学に寄与したか? 日本民族学会第36回研究大会合同シンポジウム 2002年6月1-2日(金沢大学)

Umezaki, M., Pahari, K., Jiang, HW. (2002) Land use of the Li-speaking people in a mountainous area of Hainan Island, China: Impact of national nature reserve established in 1986. The 23th Asian Conference of Remote Sensing, 25-29 November, 2002. Katmandu, Nepal.

梅崎昌裕 (2003) 「コミュニティーの変化をおう」第27回日本熱帯医学会九州支部大会シンポジウム 「Longitudinal Community Study (LCS) の熱帯地域での展開」長崎大学熱帯医学研究所 2003年2月1日.

梅崎昌裕 (2004) 「パラオ共和国におけるデング熱コントロールにたいする地理情報システムの応用」, 長崎大学医学部熱帯医学研究所研究集会 「熱帯疫学における観察データと複数数理モデルの対峙」, 長崎. 2004年2月14日.

梅崎昌裕 (2004) 「ランドサット/イコノス衛星データの分析による人間-環境系の評価: 中国海南島における自然保護と開発にかかわる国家政策の影響について」, 日本衛生学会ワークショップ『GIS および GPS 技術の衛生学における応用』, 順天堂大学. 2004年3月25日.

古澤拓郎 「知識と資源は減っているのか? : ロヴィアナ言語集団における近代化と植物知識と熱帯雨林の分析から」 資源人類学認知・加工班研究会、2005年11月、鹿児島

古澤拓郎 「ソロモン諸島ロビアナラグーン住民が認識する生態系」第8回生態人類学会、2003年3月、静岡.

蔣宏偉 「生業の市場経済化による農村開発: 海南島・リー族の村落調査より」第9回生態人類学会、2004年3月、滋賀.

梅崎昌裕 「外部主導の開発による人間生態系の変容-中国・海南島の事例-」公開シンポジウム 「アジア太平洋の環境・開発・文化-アジアのなかの沖縄・沖縄からみるアジア-」沖縄大学地域研究所 2002年2月9日.

梅崎昌裕 (2002) 行動および認識における個人間差の人類学的考察: パプアニューギニア高地・フリの事例をてがかりに. 東京外国語大学アジア・アフリカ言語文化研究所・共同研究プロジェクト 「土地・自然資源をめぐる認識・実践・表象過程」第3回研究会. 2002年12月7日.

Umezaki M. (2003) Working with the small farmers for conservation: PLEC experience in Papua New Guinea. UN Day 2003, Session II, 2003OCT24, Tokyo.

梅崎昌裕 (2003) 「パプアニューギニア高地におけるサツマイモ耕作の変容」 第112回東南アジアの自然と農業研究会. 2003年10月17日 京都大学東南アジア研究センター、京都.

梅崎昌裕 (2003) 「居住環境がデング熱の感染リスクに与える影響: パラオ共和国におけるアウトブレイクの分析」 第68回日本民族衛生学会, 2003年11月27-28日, 熊本.

梅崎昌裕 (2004) 「自然を観光資源とした受動的な開発: 中国海南島の事例」, 日本オセアニア学会第21回研究大会シンポジウム『南太平洋の商品価値-開発と経済的自立への道-』. 嬉野, 佐賀 (佐賀大学). 2004年3月23日.

梅崎昌裕 (2004) 「『植えたもの』と『生えたもの』: 海南島リー族の資源利用規範について」, 特定領域 (代表者: 内堀基光) 松井健班研究会. 2004年5月8-10日. 福島, 飯坂温泉.

梅崎昌裕 (2005) 「GIS とリモートセンシングは地図づくり以外にも役にたったか」 GIS/RS ワークショップ, 東京外国語大学アジア・アフリカ言語文化研究所. 2005年3月10日.

梅崎昌裕 (2005) 「焼畑農耕の変遷: パプアニューギニアと海南島の事例」 国立歴史民俗博物館共同研究会. 2005年11月3日. 佐倉, 国立歴史民俗博物館.

梅崎昌裕 (2005) 「人類生態学にとっての『集団』について」. 東京外国語大学共同研究会, 2005年12月3日.

(3) 出版物

梅崎昌裕 (2004) 「衛星画像分析はなにを明らかにするか」. 大塚柳太郎・篠原徹・松井健 編著 『生活世界からみる新たな人間-環境系』 東京大学出版会, pp. 113-136.

梅崎昌裕 (2004) 「環境保全と両立する生業」. 篠原徹 編著 『中国・海南島-焼畑農耕の終焉』 東京大学出版会, pp.97-135.

梅崎昌裕 (2004) 「酒とフィールドワーク」. 篠原徹 編著 『中国・海南島-焼畑農

耕の終焉』 東京大学出版会, pp.35-50.

蒋宏偉 (2004) 「換金作物と貧困克服の試み」. 篠原徹 編著 『中国・海南島—焼畑農耕の終焉』 東京大学出版会, pp.139-164.

古澤拓郎 (2004) 「民俗知識に基づく人間・植物・動物の関係」. 大塚柳太郎 編著 『ソロモン諸島—最後の熱帯林』 東京大学出版会, pp. 55-81.