

人類生態学における GIS/リモートセンシング利用

古澤拓郎・梅崎昌裕・蔣宏偉

GIS/Remote-Sensing Applications in Human Ecology Takuro FURUSAWA, Masahiro UMEZAKI, HongWei JIANG

Abstract: Human adaptation to environment has been a central research interest of the Human Ecology. The research has been recently covering environmental problems and relevant global socioeconomic issues. In this regard, there are the increasing number of studies which integrate the GIS and remote sensing. This paper reviews the human ecological studies which integrated GIS and/or remote sensing and discuss the usefulness of these methods in this discipline. The case studies shown in this paper includes satellite image classification of subsistence land cover/land use, GIS analysis of economic activities, and GPS tracking of human behaviors. Integrated studies using GIS/remote sensing and fieldworks have added new dimension in the Human Ecology and are expected to be more developed by communicating the concepts and methods with other disciplines.

Keywords: 行動観察 (behavior observation), 生態系利用 (ecosystem use), 土地利用変化 (land use change), フィールドワーク (fieldwork)

1. はじめに

人類生態学は、人間が環境にどのように適応しているかを研究する学問である。進化の過程を通して、その環境の中で生存を維持できる、身体的特徴を備えていることは、ヒトに限らず全ての生物種に共通して、みられることである。また、その環境から生存に必要な資源を獲得することも、多くの生物に共通している。人間に特徴的なのは、環境を利用したり、時に管理したりする技術などを、文化として持っていることである。このようなことから、人類生

態学は、自然人類学、生態学、医学に根ざしつつも、文化や社会経済といった側面にも接点を持ってきた (渡辺ほか, 2011)。

方法論においては、フィールドワークが重要である。これは人間の集団または個人が、周辺の無機的環境や生物群集とどのように関わりあっているかを、観察し、計量するためである。そのなかで、生業社会において、食糧資源がどこに分布しているか、生産性が高い土地はどこか、それぞれの場所で狩猟や農耕などをどのように組み合わせているか、という空間的な解析も行なわれてきた。人類生態学は近年では、グローバリゼーション、自然環境に関わる様々な課題、住民の健康問題といった、現代的諸問題にも取り組んできている。地理情報システム (GIS) やリモートセンシング技術の発展に伴い、

古澤拓郎 〒606-8501 京都市左京区吉田本町総合研究 2
号館 4 階 AA431

京都大学大学院アジア・アフリカ地域研究研究科

T : 075-753-7835 | M : furusawa@asafas.kyoto-u.ac.jp

より高度な空間解析も行なわれるようになっていく。

本稿は、GIS やリモートセンシングが、人類生態学でどのように活用されるかを、特にフィールドワークとの融合に注目しながら論じる。

2. 萌芽的な研究

生業社会の資源利用を空間的に解析する試みは1970年代から行なわれてきた。たとえば、Ohtsuka (1977)はパプアニューギニア・オリオモ台地において、集落を含む地域一帯を、地図上で1 km 間隔のメッシュ状に分割し、その区画ごとに、住民の活動頻度を観察・聞き取りして記録した。これにより、農耕は集落近辺で行なわれるのに対し、サゴヤシの採集は集落から数 km 離れたところでも、多く行なわれるなどの、空間利用パターンを解明した。

90年代になってから、Umezaki ら (2000) は、パプアニューギニア高地・タリ盆地において、現地で農耕生産性を計量すると同時に、1978年と95年に撮影された航空写真を目視判読し、耕作地、休耕地、森といった土地利用に分類した。人口増加した場合に、安定した農耕生産性を維持できるかは、過去の土地利用の状態（耕作に転用できる休耕地の広さ）が関わっていることを指摘した。

これらの研究は、あくまでフィールドワークに基づくものであり、それを補強するために地図や航空写真が使われてきた。また、分析も比較的単純なものであったと言える。しかしながら、90年代半ばからはコンピュータの高性能化・低価格化が進み、さらに非専門家でも扱いやすい GIS/リモートセンシング・ソフトウェアが普及してきたことから、より高度な解析が成されるようになってきた。

3. 土地被覆・土地利用分類の研究

ブラジル・アマゾンの開拓を研究してきた Moran

らは、90年代前半からすでに Landsat TM を用いた土地被覆・土地利用分類を行なってきた (Brondizio et al., 1994)。2000年以降、いくつもの人類生態学的調査が行なわれた中国・海南島についても、フィールドワークに基づいて Landsat ETM+画像を ERDAS IMAGINE ソフトによって、教師付き分類する研究が行なわれた (Umezaki et al., 2002)。このようなデジタルな手法は、広範囲を、同じ水準で分類できる点が、研究に取り入れられた新しい点であった。一方で、フィールドワークによる現地観察とは必ずしも一致しない結果が出力される場合があることや、TM/ETM+レベルの解像度では、現場での細かな生業パターンや行動を反映できないことが、見受けられた。また、複数の時点を比較する場合、幾何補正や大気補正といった技術面で、非専門家では越えるのが難しい障壁があった。

表 1. IKONOS を用いたソロモン諸島森林被覆変化分析の結果

土地利用	森林被覆変化率[95%信頼区間] (1991-2002)
林業会社	
伐採ギャップ	-7.4 [-6.7~-8.2]
林道・貯木場	-0.7 [-0.5~-1.0]
住民	
畑	-1.6 [-1.0~-2.3]
居住地	-0.3 [-0.1~-0.6]
商業造林	-0.1 [-0.0~-0.2]
合計	10.2 [-9.3~-11.0]

Furusawa ら (2004) は、IKONOS 画像を用いて、ソロモン諸島の熱帯雨林で行なわれた択伐の影響を調べた。択伐は、特定の樹種のみを伐採する商業的方法であり、すべての樹木を伐り出す皆伐と異なり、伐採跡は、森の中に数々のギャップが残った状態になる。この高解像度画像を使えば、森林の中からそのようなギャップを抽出することが可能であった。しかし、デジタルな分類では樹冠と裸地や草地を見分けることはできたが、解像度が高すぎると、

そのようなギャップと住民による農耕地とではピクセルの光学的パターンが似ており、判別できなかった。そこで、現地踏査に基づく目視判読を組み合わせることで、草地・裸地を伐採跡と住民活動等とに分けた（表1）。

このようなラスターからの研究について、近年では、超高解像度画像を活用するために、Definiensソフト等を用いたオブジェクト・ベース分類の活用についても試みられている。

4. GIS によるアプローチ

中国・海南島における調査からは、現地踏査に基づくベクター的な解析により、土地利用変化や、住民の行動を分析した研究もでている。Jiang ら（2006）は、村の各世帯がもつ畑や水田の細かいプロットをひとつひとつ訪問して観察し GPS を用いた記録を行ない、それを Quickbird 衛星画像上で、ArcGIS ソフトを用いてポリゴンにした。こうして、調査地を隙間無くポリゴンで埋め、それぞれの現在の土地利用を入力するとともに、聞き取りに基づいて過去の土地利用を特定した。こうして、中国の改革開放と並行して進んだ、換金作物栽培の活性化を、時間的経過と空間的分布から明らかにした。また、標高・斜度・村からの距離といった変数との関係を、解析することも可能になった（蔣・梅崎，2009）。

5. 行動観察

このように、環境をラスター・ベクターから解析することが進んだ一方で、人間の行動を追跡する手法についても検討が進んだ。調査参加者に小型の GPS と加速度計を装着して日常活動を送ってもらい、活動場所を正確に追跡しつつ、それぞれの場所での活動強度を分析する試みが行なわれた（梅崎ほか，2010）。

また、ソロモン諸島の漁撈という採食行動の観察

に、小型 GPS と心拍数計が用いられた（Furusawa, 2011）。潜水作業では精度が落ちるものの、水上での漁撈活動では比較的正確な追跡が可能であった。環境に応じた行動の変化や、活動強度の変化を把握することができた（図1）。この研究は、無料ソフトであるカシミール3Dソフトと、一般的な表計算ソフトだけで可能であった。

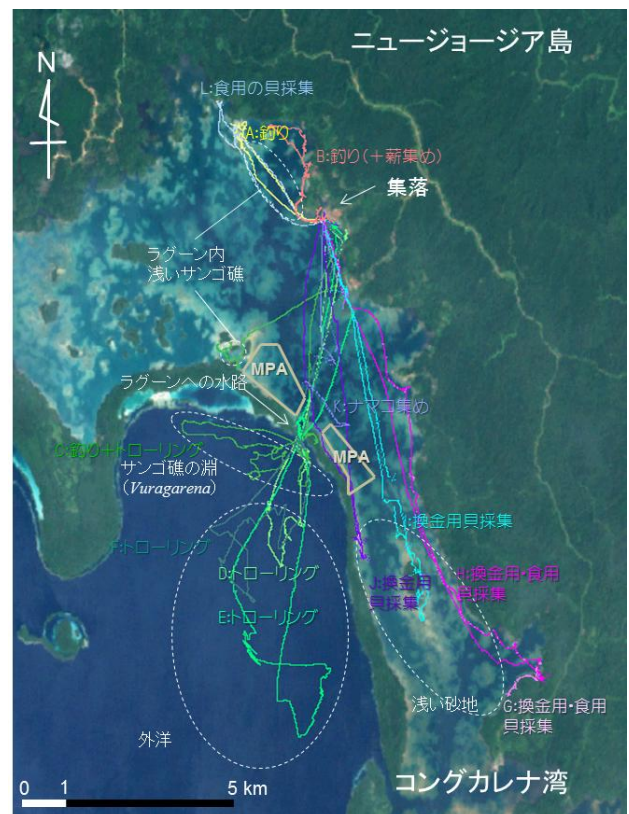


図1. ソロモン諸島で12人の村人が漁撈活動した軌跡をGPSで記録した地図

6. おわりに：人類生態学フィールドワークとの融合

ここに挙げた事例は、数々の研究の一部に過ぎないが、人間と生態系の関わりを空間的に解析するために、このようにさまざまなアプローチが行なわれてきた。共通していることのひとつは、GISやリモートセンシングの専門家からすれば技術的なレベルが低いということであり、人類生態学を専門とす

るフィールドワーカーが実施する以上、この限界は超えがたい。その一方で、市販のソフトが高機能化していることから、非専門家ながらも従来よりも高度な解析が可能になってきている。

ベクターデータを取り入れる意義は、点・線・ポリゴンである地理情報に、フィールドでの詳細なデータなど他の情報を重ねることで、新しい解析が可能になることだといえよう。また、ラスターデータは、ピクセルのデータ値に応じた広範な分類が可能である利点がある。役立て方は目的や、研究者に応じて異なるが、メインのテーマになる場合もあれば、補助的ツールとして用いられることもある。このように、フィールドワークと GIS/リモートセンシングを組み合わせることで、新しい展開が生まれつつある。ただし、これまでは方法論的な発展が中心であったことから、これから理論的なブレークスルーが生まれることが期待されている。

今後、乗り越えなければならない課題も多くあるが、GIS 分野の専門家との連携も進め、他の分野の動向も把握しながら、人間の環境への適応と、その現代的側面の研究に取り組んでいくことになるであろう。

参考文献

- 梅崎昌裕・李廷秀・川久保清・蔣宏偉 (2010) 加速度計と GPS を組み合わせた活動郷土の時間空間パターン評価手法, *デサントスポーツ科学*, 31, 42-48.
- 蔣宏偉・梅崎昌裕 (2009) 市場経済化する中国農村の土地利用変化. 水島司・柴山守 (編) 「地域研究のための GIS」, 古今書院.
- 渡辺知保・梅崎昌裕・中澤港・大塚柳太郎・関山牧子・吉永淳・門司和彦 (2011) 「人間の生態学」, 朝倉書店.
- Brondizio, E.S., Moran, E.F., Mausel, P., and Wu, Y. 1994. Land use change in the Amazon estuary: Pattern of caboclo settlement and landscape management. *Human Ecology*, **22**, 249-278.
- Furusawa, T., Pahari, K., Umezaki, M. and Ohtsuka, R. 2004. Impacts of selective logging on New Georgia Island, Solomon Islands evaluated using very-high-resolution-satellite (IKONOS) data. *Environmental Conservation* 31(4):349-355.
- Furusawa, T. (2011) Tracking fishing activities of the Roviana population in the Solomon Islands using a portable global positioning system (GPS) unit and a heart rate monitor. *Field Methods*, in press.
- Jianf, H.W., Umezaki, M., and Ohtsuka, R. 2006. Inter-household variation in adoption of cash cropping and its effects on labor and dietary patterns: a study in a Li hamlet in Hainan island, China. *Anthropological Science*, **114**, 165-173.
- Ohtsuka, R. 1977. Time-space use of the Papuans depending on sago and game. In Watanabe ed. *Human Activity System: Its Spatiotemporal Structure*. Tokyo: University of Tokyo Press.
- Umezaki, M., Kuchikura, Y., Yamauchi, T., and Ohtsuka, R. 2000. Impact of population pressure on food production: An analysis of land use change and subsistence pattern in the Tari Basin in Papua New Guinea Highlands. *Human Ecology*, **28**, 359-381.
- Umezaki, M., Pahari, K., and Jiang, H.W. 2002. Land use of the Li-speaking people in a mountainous area of Hainan Island, China. *Proceedings of 23rd Asian Conference on Remote Sensing*, Kathmandu.