

フィリピン・ヌエバエシハ州における 近年の乾期作農業の変化

森 島 濟
前 田 拓 志
村 上 徹 雄

1 はじめに

ヌエバエシハ州は、フィリピン最大の平野であるルソン島中部ルソン平原に位置する米作を中心とする農業が盛んな地域である（図1）。同じリージョン3に属するターラック州、パンパンガ州、ブラカン州と共にフィリピンのライスボウルとも呼ばれる場所の中で、特に米の生産量が高い州となっている。東側にシエラマドレ山脈、西側にザンバレス山地が南北に連なり、そのためこの地域に特徴的な夏の南西モンスーン、冬の北東モンスーンに対して風下となることから、周辺地域に比較すると降水量の少ない地域となっている（森島2009b）。雨季は5月の下旬から始まり10月まで続き、この間台風を含む熱帯低気圧の影響を強く受ける。

米の栽培は、この雨季の期間を利用して行われる栽培と、12月頃から始まる乾期を中心に行われる。ルソン平原全体で見ると、ヌエバエシハ州より南のパンパンガ州やブラカン州などマニラ湾に近く低平な土地を持つ地域では、洪水を避け、雨季の終わりから作付けを始めるような場所もあるが、ヌエバエシハ州では基本的に雨季の始まりに合わせて作付けが行われる。平原内において雨季の作付け時期を最も左右するのは、エルニーニョ現象などに伴う雨季開始時

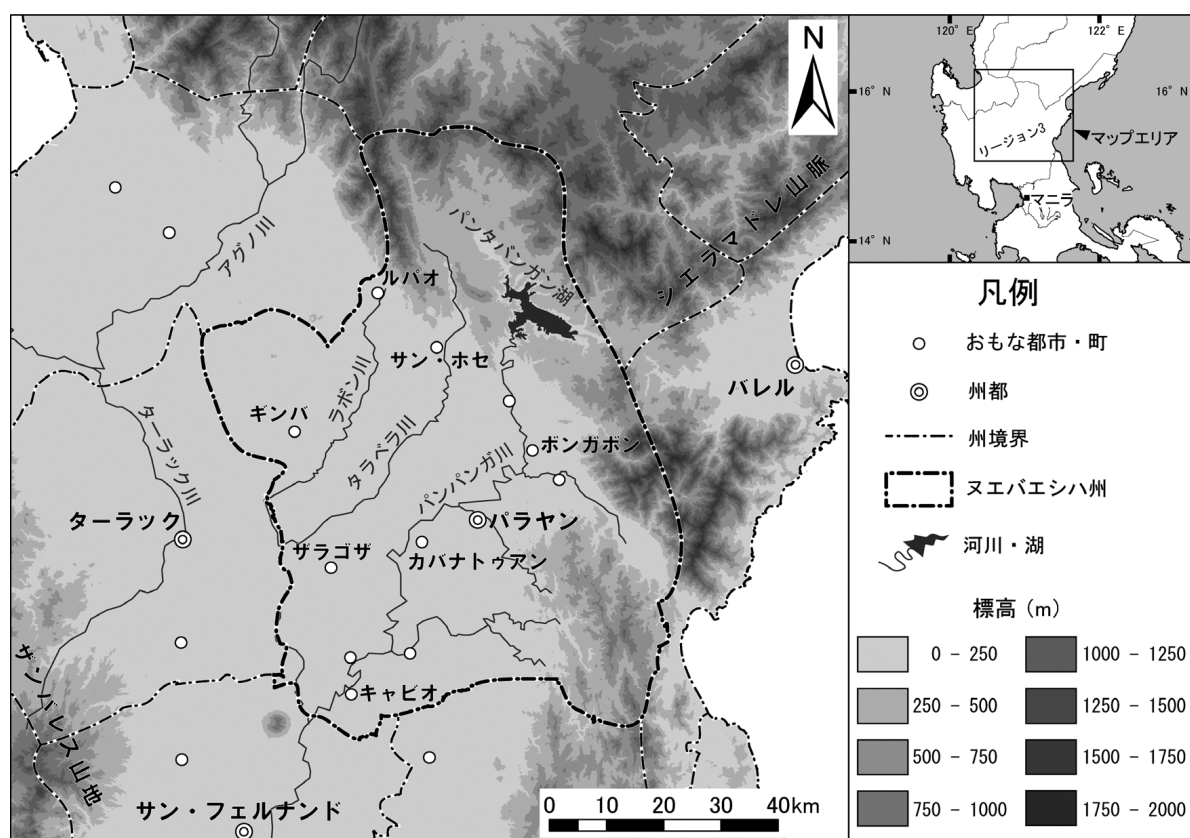


図1 対象地域

期の遅れや不規則な降水であり、こうした状況が想定される場合には、灌漑水路が敷設されている場所であっても、計画的な水路への水供給が行われる為、作付け時期に地域的な差異が生じる。さらに、主に台風を原因とする洪水は、毎年のように雨季の米収量に影響を与えている。一方、乾期の栽培は、灌漑水路の水利用が可能となる12月頃から始められる。平原内を流れる河川の流域全体において降水量が少ない時期にあるため、雨季にダムへ貯留した水や地下水が灌漑用水として主に利用される。大規模ダムに蓄えられる水は、農業用水だけでなく、発電にも使われるため、雨季に蓄えられる水だけでは十分でない。こうした事情も踏まえ1970年代半ばに建設されたヌエバエシハ州北東部に位置するパンタバンガンダムは、乾期においても北東モンスーンによる降水量が多いシエラマドレ山脈東部流域からの水を蓄えるようになっている。このダムの水も、エルニーニョ現象が発生した年には、平原内へ十分な水を供給することができなくなり、農業用水が利用できる地域も限定的なものとなる。

こうした気候変動は、現在においても米生産を中心とする地域農業に大きな影響を与え続けているものの、灌漑施設の整備とその利用の拡大は、確実に農業生産の安定化と経済的安定化に寄与してきた。米の作付けが雨季に限られると共に、その雨季においてさえ降水量変動による影響を強く受けてきた地域も、灌漑施設の利用により乾期作が行われ、これまで乾期において農業以外の収入を得る必要があった農家も、経済的に安定し、雇用される側から雇用する側への変化も生じている。ヌエバエシハ州においては、この様な変化がパンパンガ川下流から始まり、2000年代以降になって北部地域を中心として急速に拡大している。本研究は、こうした乾期における地域農業の変容を農業統計と衛星画像解析による農業的土地利用の変化から明らかにすることを目的としている。

2 農業統計からみた乾期作農業の変化

本章では、1990～2019年までの農業統計¹⁾から、最近30年における農作物栽培の推移の特徴を記述した。図2にそれぞれ雨季作、乾期作における米の収穫量、収穫面積、単位面積あたり

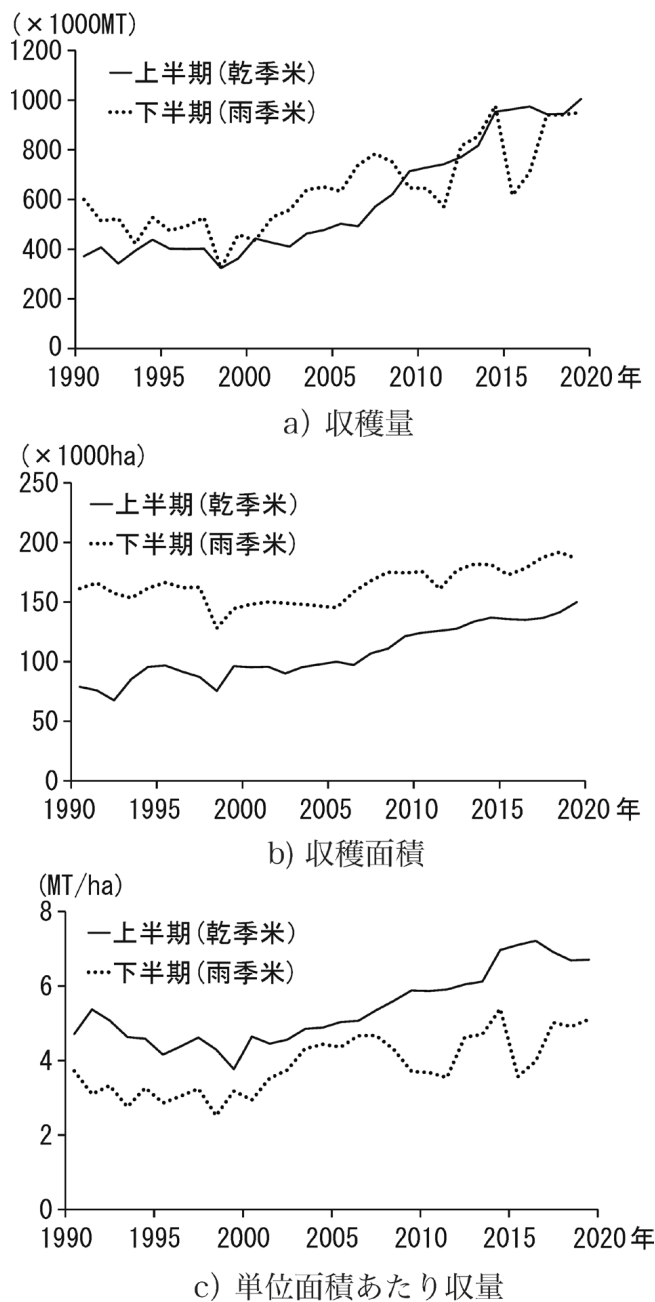


図2 米の収穫量・収穫面積・単位面積あたり収量の推移

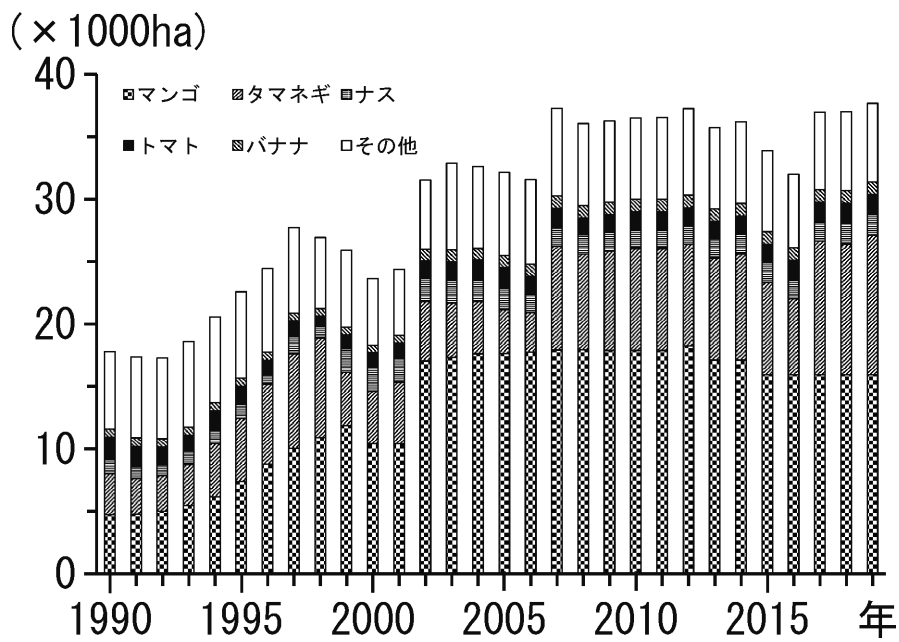


図3 野菜等作物の収穫面積の推移

の収量（以下、単収）を示す。収穫量は、2000年代始め頃まで低迷を続け、雨季米に至っては減少傾向にさえ見えるが、それ以降上昇に転じていることが分かる。雨季米と乾期米の経年変化を比較すると、雨季米の収穫量は2000年代後半まで乾期米のそれを上回っていたのに対し、それ以降は乾期米とほぼ同じか、下回るようになって来ている。雨季米の収穫量の年々変動は大きく、乾期米収穫量の変動は小さい。このような収穫量の変化を、収穫面積及び単収からみると、乾期米の収穫面積は2000年代後半まで、変化が小さいのに対し、それ以降は一定の割合で拡大し、さらに単収も同時期から増加し続けていることが分かる。一方、雨季米に関しては、変動は大きいものの収穫面積に際だった変化はない。寧ろ単収の増加が収穫量の増加に寄与し、この年々変動が収穫量の変動を左右する要因となっている。現地での聞き取り調査によれば、雨季に作付けされる米の多くは、洪水などの影響が比較的小さい在来品種であるのに対し、乾期作では高収量品種が用いられるという。

この地域において栽培される米以外の作物の収穫面積をみると、マンゴ、タマネギが広く栽培されていることが分かる（図3）。全体の収穫面積は、2000年代前半と後半に階段状に増加しているのが特徴となっており、前者はマンゴ

の収穫面積の拡大と一致する。マンゴは作付けから収穫までに最低3年は要することから、1990年代後半には栽培が始められたと考えられる。森島（2009b）にも述べているように、この地域では米買い取り価格の低迷などを主な要因として、マンゴ栽培が広く行われるようになり、その栽培地が主に米作が行われてきた土地であったことから、図2bに認められる1990年代後半における雨季作米の収穫面積の減少は、米からマンゴへの転作に起因して生じているものと考えられる。一方、2000年代後半における米以外の作物の収穫面積の拡大は、タマネギの収穫面積拡大と一致して生じており、この作物が乾期に栽培されることから、灌漑利用の拡大に伴いタマネギ栽培の面積も増加したものとして考えられる。

3 灌漑による地域の変化

3.1 衛星画像による乾期作農地の推定

前章で述べたように、近年の農業統計は、ヌエバエシハ州における乾期の農業生産が、段階的に変化を遂げてきたことを示している。本章では、灌漑利用とともに変化してきた乾期の農業の拡大を、作物栽培地域の空間的広がりの変化から明らかにする。このために、作物栽培地域を、Landsat 衛星画像から算出される正規化植生指標（NDVI：Normalized Difference Vegetation Index）と地表面水分量を用いて推定した。すなわち、NDVIによって緑被の有無から農地と非農地を区別し、また熱赤外領域のバンドを利用して地表面水分量の高い場所を水田用地として検出し、更に補足的にトゥルーカラー画像を使用して乾期作農地を抽出した。衛星画像は、Landsat-5 および Landsat-8 によって、1990年から2020年までの1月もしくは2月に撮影された10シーンの画像²⁾を使用した（表1）。具体的には Landsat-5 がバンド1～5、Landsat-8 がバンド2～6を利用し、それぞれ青・緑・赤・近赤外・中間赤外波長に該当する。解析には、ArcMap10.4（ESRI社製）を使用して、次の手順によって行った（図4）。

NDVIによる農地抽出に関しては、はじめに青・緑・赤の各バンド画像から

表1 画像解析に利用した衛星画像

スペースクラフトID	シーンID	年/月/日	使用バンド
LANDSAT-5TM	LT51160491990052BKT00	1990/02/21	
	LT51160491994015BKT00	1994/01/15	
	LT51160491998058BKT00	1998/02/27	
	LT51160492001034BKT00	2001/02/03	1~5
	LT51160492005013BKT00	2005/01/13	
	LT51160492007051BKT01	2007/02/20	
	LT51160492010043BKT00	2010/02/12	
LANDSAT-8 (LDCM)	LC81160492016044LGN01	2016/02/13	
	LC81160492019052LGN00	2019/02/21	2~6
	LC81160492020023LGN00	2020/01/23	

トゥルースカラー画像, 赤・近赤外バンド画像から次式による NDVI 画像をそれぞれ作成した。

$$NDVI = \left[(NIR + R) / (NIR - R) + 1 \right] \times 100$$

ここで, NIR は近赤外, R は赤色バンドを示す。NDVI は, 小数点以下第一位を四捨五入して整数値化して用いた。次に, 作成したトゥルーカラー画像から農地を判読して, 全シーンに共通して農地のグランドトゥルースとなる場所を設定し, この箇所からそれぞれのシーンにおいて基準となる NDVI をサンプリングした。ただし, 1月と2月では, 主に作付け時期の違いが原因となり, 検出される NDVI の値に大きな差が生じるため, それぞれの月で異なるサンプルエリアを定めた。それぞれのシーンでサンプリングされた NDVI 値の範囲を, 農地を示す閾値とみなして, この閾値を基に農地を抽出した。

地表面水分量による水田用地抽出も基本的には農地抽出と同様の手順で解析した。ただし, 地表面水分量は, 中間赤外バンド画像のデジタル値をそのまま使用した。また, 水田用地はトゥルーカラー画像による判読ができないため, 全シーンで流路が変化しない河川部分をグランドトゥルースとして用いる場所として設定した。以上の手順で求めた農地と水田用地を合成し, それぞれのシーンにおける乾期作農地とした。

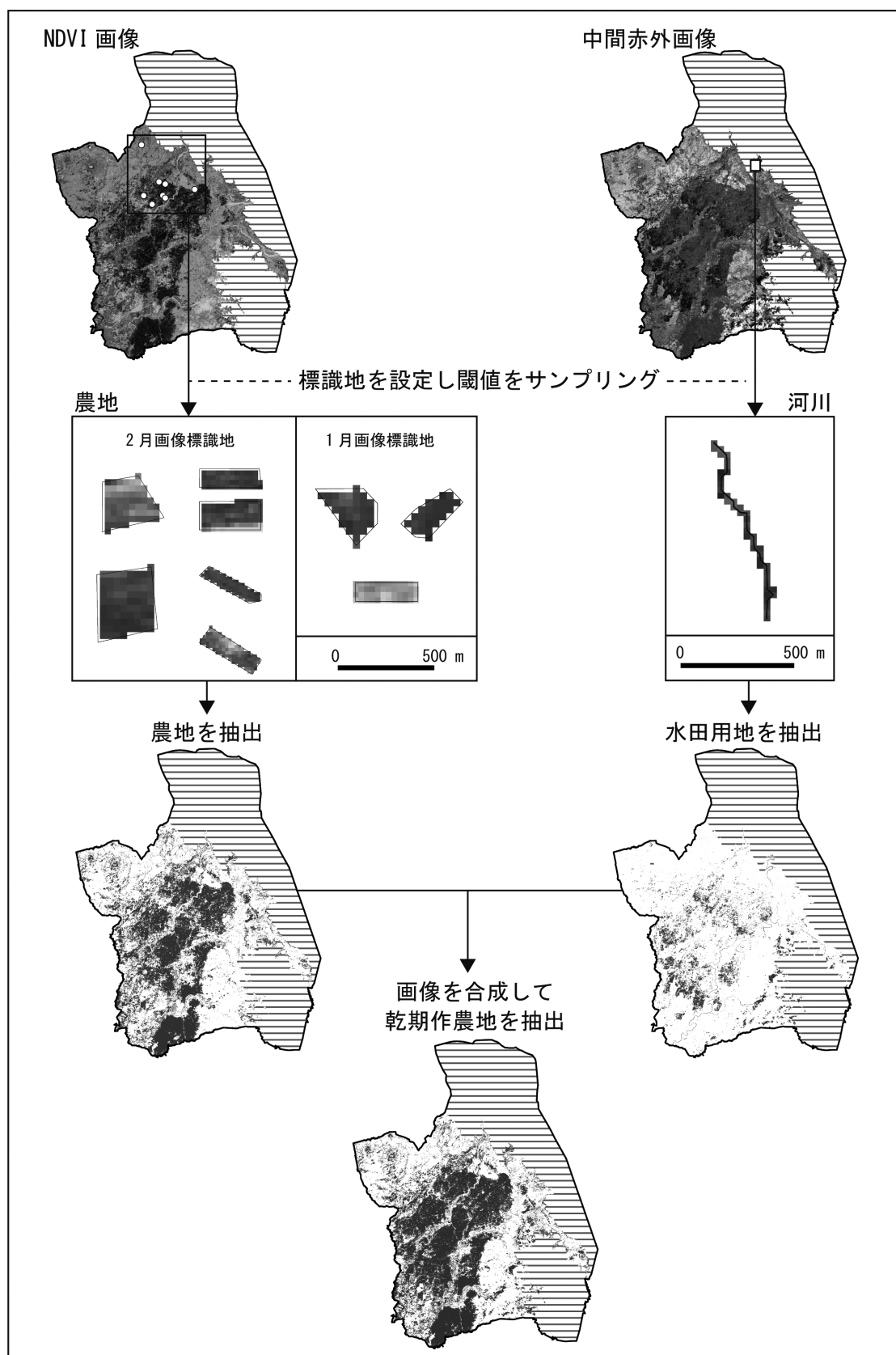


図4 乾期作農地の抽出方法

なお、本研究の手法では、農地と森林とを区別することができない。そこで、予め SRTM (Shuttle Radar Topography Mission) 1 Arc-Second Global によるデジタル標高データから作成した等高線図によって、おおよその農地の広がりを確認した。それによれば、農地はおおむね標高200m以下の領域にみられたため、標高200m以上の領域は解析対象から除外した。

3.2 乾期作農地の空間的広がりの変化

前節に示した画像解析によって得られた1990年における乾期作農地を図5に示す。この時期において乾期作が行われている地域は、ラボン川、タラベラ川、パンパンガ川とその支流に挟まれたおよそ標高が80m以下の地域に分布する。一方、乾期作の行われていないと考えられる地域は、ラボン川の北西に当たる地域や、タラベラ川とパンパンガ川が合流する州南西部、等高線間隔が狭い比較的傾斜の大きい地域および主要河川の縁辺部となっている。図6に、この時

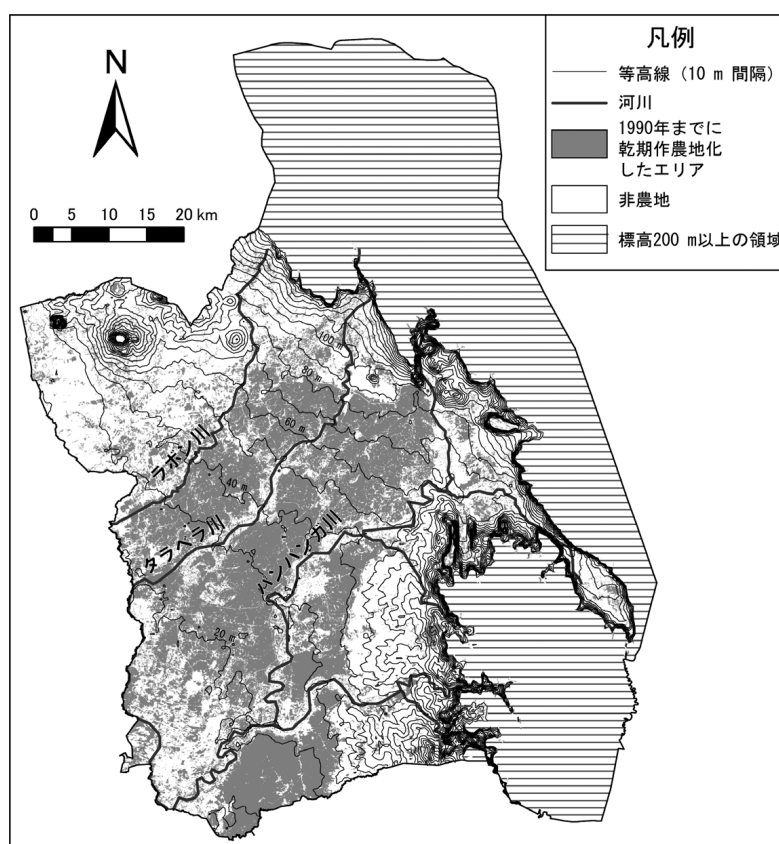


図5 乾期作農地の抽出地域と地形的特徴

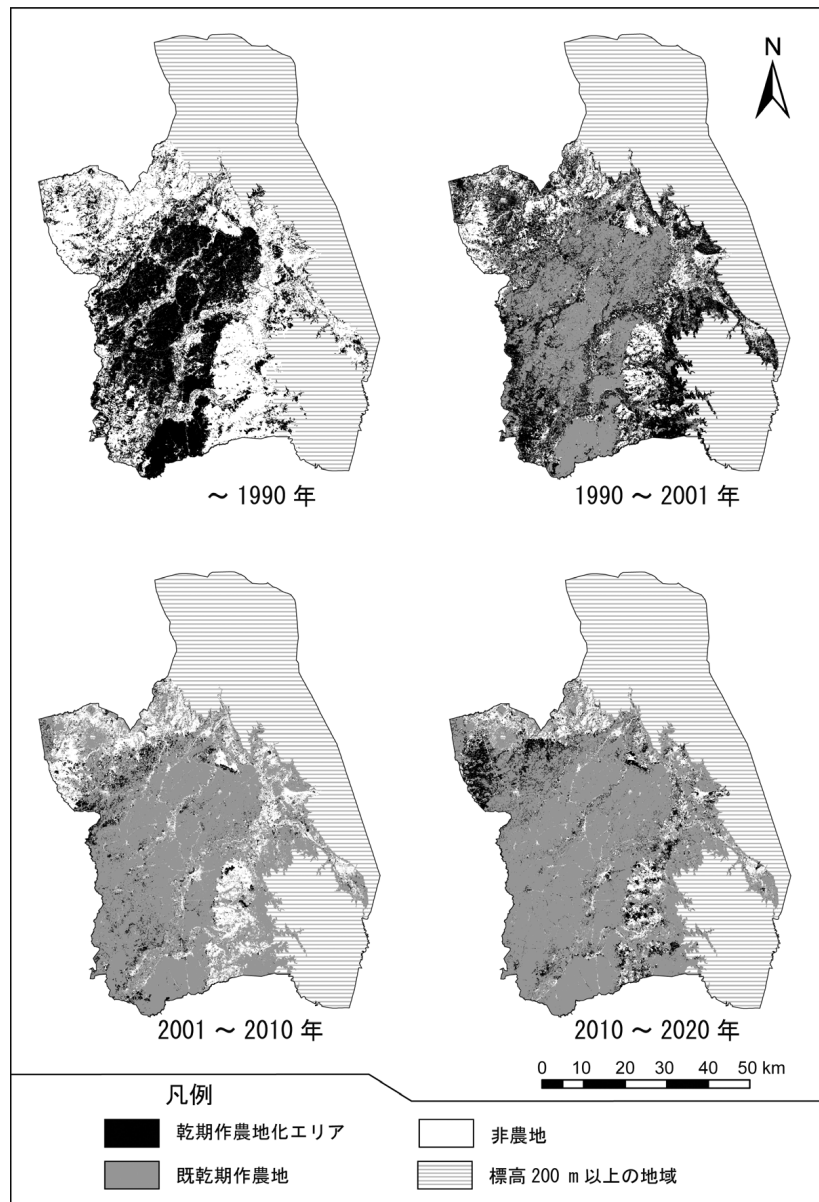


図6 年代別の乾期作農地分布の推移

期からの農地拡大を、1990年代、2000年代、2010年代の年代別に示した。また、図7に各画像間での農地拡大面積を示す。図6は、1990年まで乾期作が行われてこなかった地域のほぼ全域で1990年代には乾期作が拡大していることを示しているが、これは図7において1994年での拡大面積が他の年に比べて非常に大きく現れていることに対応している。以降の年代別の農地拡大地域を明らかにする上で、基準となる1990年代の農地の広がりを確認しておくことは重要と考えられるため、この異常とも考えられる農地拡大の要因を検討しておく。

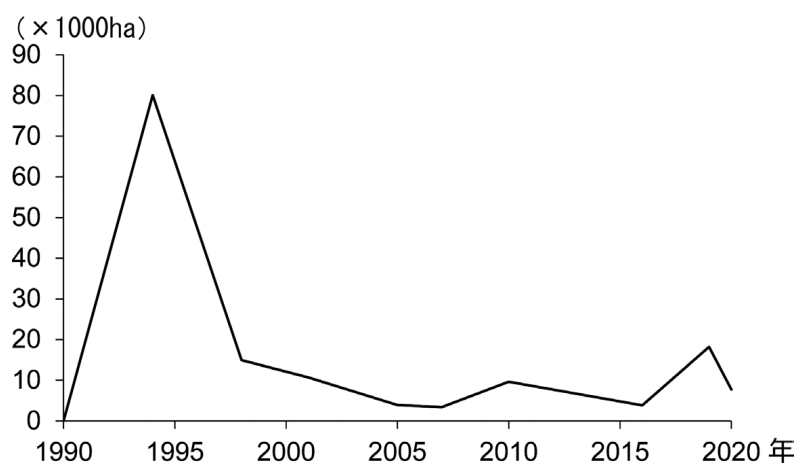


図7 画像間における乾期作農地の面積変化

上述したとおり，乾季における灌漑水の供給は，州東部に連なるシエラマドレ山脈の降水量の多寡に左右される。乾期作を左右すると考えられる11月から翌年2月までの4ヶ月合計降水量を CMAP (CPC Merged Analysis of Precipitation) によって確認した。CMAP は，複数の衛星画像と地上観測に基づく降水量データなどを利用して作成された全球的な降水量グリッドデータであり，緯度経度2.5度領域の平均降水量を日降水強度として，1979年1月から現在まで利用可能である。このプロダクトの1979～2020年における月降水量データを使用して，当該地域を含む東経121.75度，緯度18.75度のグリッドでの降水量の経年的特徴を確認した。11月から翌2月までの合計降水量を，乾期作に影響を与える季節降水量として，解析期間内の平均季節降水量を算出したところ，その値は342mmであった。1990年2月の土地被覆に影響を与える1989～1990年の季節降水量は110mm，1994年1月に対しては258mmであり，何れの季節でも平均は下回っているものの，前者の季節降水量の減少は著しく，この降水量の減少が乾期作地域を限定的にした可能性が高い。更に，図6中の1990～2001年の増加が，州東部の谷底部を中心に広がっていることは，灌漑水を賄う東部山岳部での降水量の減少が1990年に生じていたことの傍証として捉えることができる。従って，1990年の画像で乾期作農地として検出されている場所は，降水量減少の結果として著しく限定されているものと考えられる。むしろ1990年には既に図6の1990～2001年に示される領域に近い乾期作農地が広

がっていたものとして考えた方が良くとも言える。そこで1994年を基準として、以降の年代の農地拡大の特徴を見ていくものとする。

1990～2001年の画像解析結果に見られる、州東部シエラマドレ山脈を源流とする谷底での農地拡大は、前述したとおり1990年の降水量減少によって見かけ上現れたものと考えられるが、一方、ラボン川北西の農地拡大は、異なる意味を持っている。1990年代におけるフィリピンの灌漑水路の敷設は、国家灌漑庁の財政的破綻を背景として、滞っていたとされる(野沢 2000)。この代わりに、アジア銀行などからの援助を受け、小規模な溜め池灌漑施設 (Small Water Impound Project) が丘陵地を中心に造られ、乾季農業が行われるようになった(森島 2009a,b)。1990～2001年におけるラボン川北西部の農地拡大は、こうした地域を広く包含しており、溜め池灌漑施設の敷設による効果が大きかったと解釈できる。

しかしながら、2001～2010年、2010～2020年での同領域での農地拡大は、明らかに灌漑水路利用の拡大を伴ったものである。図8に、パンタバンガンダム

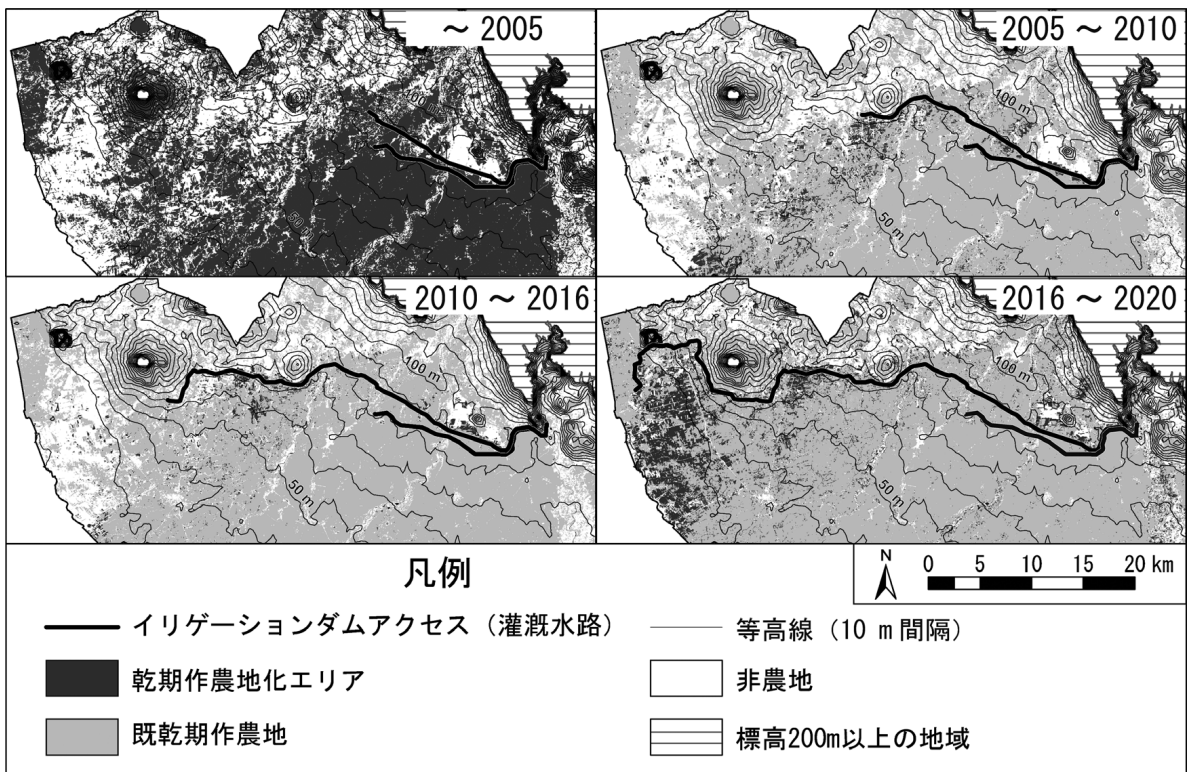


図8 ニュエバエシハ州北西部における灌漑水路延長と乾期作農地の拡大

からタラベラ川を横切り、ラボン川北西部に至る灌漑水路の敷設状況の変化と、この灌漑水路周辺での乾期作農地の拡大過程を示した。およそ標高90mの等高線に沿って西に伸張してきた灌漑水路は、2010年までにはラボン川を横切り、州北西の町ギンバの北東にまで達しており、低標高となる南側で農地は拡大している。2020年にかけて、灌漑水路の西方への伸張と共に、このような灌漑農地は水路の低標高側に向かって拡大してきたが、特に2016年以降に灌漑水路末端部を中心に急速に拡大した。本論では、この拡大要因に関して詳述しないが、灌漑水利用の無償化が行われたことが一因として挙げられる。

一方、図6には2010～2020年にかけて、シエラマドレ山脈西麓沿いに農地利用の拡大が認められる。現地調査から、これらの地域においては、タマネギ栽培の拡大が考えられるが、確かな報告は今後の調査としたい。

4 まとめ

フィリピンは、雨季・乾季の明瞭な熱帯気候区に属すると共に、太平洋西岸に位置するために台風による被害を受けやすい国である。近年、年間の米生産量に占める乾季作生産量の割合が増し、乾季における水需要も増加していると考えられる（森島・赤坂 2012）。本論で取り上げたヌエバエシハ州も、同様に乾季作収量の割合が増してきた地域の1つではあるが、特に最近10年間での変化が著しい地域となっている。1990年代から2000年代にかけて生じた米収量の低下は、エルニーニョ現象という自然要因に加え、買い取り価格の低迷や灌漑施設整備の遅れという社会要因と共に生じてきた。この期間以前の地域農業の特徴は、ヌエバエシハ州北西部の街ギンバを事例として、梅原（1992, 1994）に詳しく報告されている。これによれば、乾季においては一部の農家が地下水灌漑による米作を行っていたものの、大部分がスイカなどの野菜を栽培しているに過ぎなかったとされる。こうした状況が2000年代にかけて続くと共に、米作離れが進行し、水田の中にマンゴを植えた農地が至る処に見られるようになった。1990～2000年代に、北部ルソンを中心として流行したマンゴ栽培は、初期

には農民の収益を上げる作物となったが、2000年代終わりには過剰供給となっていた。こうした状況の中、ヌエバエシハ州北西部では、パンタバンガンダムからの灌漑水路が延長されるようになり、施設利用費用の無償化と共に、乾季の米栽培を行う農家が急速に拡大していった。

こうした急速な乾季作の拡大と収穫量の増加は、農業経営を安定化させ、地域経済への波及効果も大きかったと考えられる。その一方で、1990年と1994年における農地変化で検討したように、乾季における降水量変動の農業への影響は、より高まってくるとも考えられる。この地域での乾季の作物栽培が、パンタバンガンダムからの水供給に依存している以上、気候変動に伴う降水量の変動と供給可能な水量、農業による水需要を踏まえた持続可能な乾季農業のあり方について、再考し始める時期にあるとも言える。

本研究を進めるにあたって、令和元年度及び令和2年度の日本大学文理学部付置研究所所員個人研究費を使用した。

注

- 1) 農業統計資料は、Philippine Statistics Authority により公開されている OpenSTAT (<https://openstat.psa.gov.ph/>) を用いた。
- 2) この地域における乾期の作付けは、12～1月の間に行われ、3～4月に収穫されることから、灌漑農地が全体として緑に覆われる時期を1～2月とした。また、画像内の雲量が50%未満のものを基準として、解析対象とした画像を選定したが、2005、2007、2019、2020年についてはヌエバエシハ州南部の一部やパラヤン東方の丘陵地に雲がかかっているものを利用せざるを得なかった。本研究では、先行する年において乾期農業が行われていると考えられた場所は、それ以降の年において変化がないと見なしているが、当該地域の乾期農業の増加量の評価に対しては注意を要する。

文献

- 梅原弘光 (1992) : 『フィリピンの農村—その構造と変動』, 古今書院, 473pp.
- 梅原弘光 (1994) : フィリピン稲作農家の経営変化—中部ルソン平野の一村調査事例—, 農業経営研究, 31(4), 44-56.
- 野沢将美 (2000) : エストラダ政権期フィリピンの農業開発と灌漑政策, 国際関係紀要,

10(3), 1-39.

森島濟 (2009a) : 熱帯域における装置利用とその水資源への影響に関する一考察—フィリピン・中部ルソン丘陵地域を事例に—. 地理誌叢, 50(2), 33-43.

森島濟 (2009b) : 中部ルソン地域の抱える農業問題. 小田宏信・貝沼恵美・森島濟 共著『変動するフィリピン—経済開発と国土空間形成—』115-131, 二宮書店.

森島濟・赤坂郁美 (2012) : フィリピン中部ルソン地域の気候風土と農業. 横山智・荒木一視・松本淳編著『モンスーンアジアのフードと風土』36-50, 明石書店.