

山地における農業と気候に関わる通年観測体制の構築 —ラダークの村落における簡易気象観測機器と定点カメラの設置—

山口哲由¹⁾、竹田晋也²⁾

- 1) 独立行政法人農業環境技術研究所
- 2) 京都大学大学院アジア・アフリカ地域研究研究科

山地農業は、標高差にともなう自然環境の違いに応じて展開されてきた。山地農業において気温は非常に重要な要素であり、その重要性は近年の商品作物導入の場面でも変わりはない。それゆえに、近年取り沙汰されている気候変動はこれらの農業システムに影響を及ぼすことが予想されるが、山地では気象の観測体制が十分には整えられておらず、農業実践に関しても通年で状況を把握した報告に乏しい。これらの問題意識に基づいて我々は、インド北部ラダークの村落に簡易の気象観測機器と定点カメラを設置した。本報告ではその概要を示すとともに、これらの機器から得られたデータによってどのような地域理解をおこなえるのか、そのいくつかの事例を報告する。

1. はじめに

山地における農業と気候との関わりは古くから地理学や人類学の研究対象とされてきた¹⁾。山地では標高の変化にともなって気温が変化するため、標高帯ごとに異なった自然環境が形成される。

それゆえにここで生活する人びとは、これらの多様な自然環境を農耕や牧畜によって使い分けて、さらにこれらの生産活動を複合させることによって生活の基盤を築いてきたとされる²⁾。本報告の対象地域であるラダークは、インド共和国

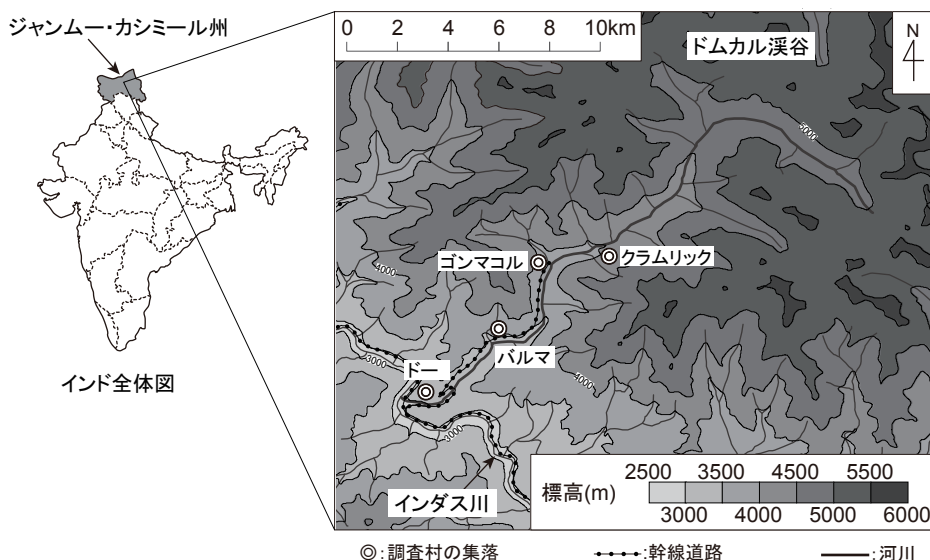


図1 ドムカル村の見取り図

ジャンムー・カシミール (J&K) 州に位置する山岳地域であるが (図1)、この地域でも同様の伝統的な農業がおこなわれてきたことが報告され³⁾、さらに近年の商品作物の導入の場面でも標高による気候の違いは重要な役割を果たしており、標高帯に応じてそれぞれの気候に適した商品作物が導入される事例が確認されている⁴⁾。

一方で近年は、山地における気候変動とそれが地域に及ぼす影響が取り沙汰されている。山地は極地と並んで地球規模での気候変動の影響を受け易い地域とされているが、山地と極地の違いとしては、人口密度が極めて低い極地に対して山地では現在でも多くの人びとが暮らしている点が挙げられる。例えば ICIMOD の報告によると、ヒンドークシュ=ヒマラヤ周辺の山地では現在でも2億人以上の人びとが生活しているとされる⁵⁾。しかも、山地では経済発展が遅れているために多くの人びとは農業から主な収入を得て暮らしており⁶⁾、その農業形態は上述のように標高ごとの気候と関連させたものであるため、将来的な気候変動は農業のあり方全体に影響を及ぼすことが予想される。

また山地では、常に土地の隆起と崩壊を繰り返されており、河川を通して斜面からは下流部へと土砂が供給される。この地形形成のプロセスのため、山地は洪水や地すべりなどの災害リスクが高い地域であるが⁷⁾、近年のヒマラヤ南面地域などでは気候変動と関連した豪雨や早魃の増加が報告されており、それにともなって多大な農業被害も生じているとされる⁸⁾。ラダークでも、氷河湖の増加が報告されており、その決壊にともなう洪水によって川沿いの家屋や農耕地が流出した村落もみられた⁹⁾。こういった災害以外にも、乾燥地であるラダークでは農業用水の多くを雪解け水に頼っているため¹⁰⁾、気候変動とともに山上の氷雪の動態が変化すれば、地域の重要な産業である農業に大きな影響を与えることは言を俟たない。

しかしながら、山地における気象観測施設は一般的に非常に乏しい。ラダークでは、2010年8月に大規模な豪雨災害が発生したものの、政府の気象観測がおこなわれていたのは中心の市街地の一箇所のみであり、域内で最も重篤な被害を受けた地区 (Chokramsai) でどの程度の降雨があったのかは不明であり、衛星画像のデータに基づいて

当時の状況を推測する以外に方法がなかった¹¹⁾。このようにラダーク地域内で気象観測がおこなわれている場所は非常に限られるため、周辺村落における気候に応じた農業技術の詳細は十分には把握されておらず、また、将来的な気候変化が人びとの生活にどのような影響をおよぼすのかを推測する材料にも欠けている。

加えて山地では調査・研究を実施していくうえでの困難も多い。山塊に囲まれた遠隔地であるラダークへの冬季のアクセスは空路のみに限られる。冬季のラダークの気温はマイナス20℃を下回り、宿泊設備なども限られるため、多くの現地調査はほぼ夏季に集中的におこなわれている。そのため、限られた調査期間の結果に基づいてまとめられた論説も多く、農事暦や栄養摂取に関する記載のように年間を通した観察が必要な事象に関しても、夏季の短期間に集められた限られたデータに基づいて議論している場合もみられる¹²⁾。

箕浦はフィールドワークの基本的な技法として「観察」と「面接 (インタビュー)」を挙げ、「フィールドワークのみならず、研究一般において一番重要なことは、どのような問いを立てるかということである。(中略)よく観察することで、また新たな問いが生まれてくる」と述べている¹³⁾。現地での調査期間が制限される場合には観察の機会も少ないために新たな問いも生まれにくく、調査者の価値観や既存の知識だけに基づいた聞き取り調査になり易い。そういった現地調査では、調査地に関する理解も一面的なものになる可能性を否定できない。

もちろん、辺境の村落で詳細な気象観測をおこなうことは経済的負担となるし、一年間継続してラダークの村落で調査することにも相当な労力が必要であることは言を俟たない。しかし、近年は情報技術が非常に進化し、現地調査を支援する機器が比較的安価で入手できるようになっており、小型の簡易気象測器による気象観測をおこなった報告や、災害や農作業の状況把握のために定点カメラを設置した報告もみられるようになってきている。これらの技術を用いてできるだけ多くの種類のデータを継続的に収集できれば、調査地に対するより適切な理解も可能になると考えられるし、これらのデータは、将来的に予想される気候変動とそれが人びとの生活に対して及ぼす影響を考察

する際にも有効であると考えられる。

このような考えに基づいて、我々は、これまで調査をおこなってきたラダークの村落に簡易的な気象観測機器と農耕地観察のための定点カメラを2012年から設置し、継続的なデータ収集をおこなってきた。地域における気象データや農業に関わる写真は、それだけでは単なる情報に過ぎないが、その場所での調査経験を有する研究者が利用することによってより正確な考察をおこなううえでの材料となり得る。本報告では、設置した機器やそこから得られたデータの概要を示すとともに、これらの取り組みが地域理解において果たし得る可能性を呈示したい。

2. 調査地と設置機器

(1) ドムカル村の概要

ラダークという呼び方には様々な意味合いが含まれるためにその範囲は明確ではないが、一般的にはJ&K州のレー県とカルギル県の一部からなる範囲とされる。この地域は、ヒマラヤ山脈の東端から延びるザンスカール山脈とカラコルム山脈に挟まれており、最も低い部分でも標高が2500 m以上であり、険しい山岳地域となっている。モンスーンが及ぼす影響はトランス・ヒマラヤを超えると非常に小さくなるため、ラダークの年間降水量は200 mm以下と非常に少なくなり¹⁴⁾、砂漠のような景観を呈している。

ラダークの中心都市はレー県の中心であるレー市街地である。ラダークの中央部を南東から北西に向けてインダス川が貫流しているが、ラダークの集落の大部分はインダス川の本流か支流の近くに位置している。インダス川沿いの地域で暮らす人びとの生活は、上述したように雪解け水を利用した灌漑農業と家畜飼養によって支えられてきたとされる¹⁰⁾。我々が調査をおこなってきたのはレー市街地からインダス川に沿って北西方向に80 km離れたドムカル村である。ドムカル村はインダス川の一支流であるドムカル溪谷に位置しているが、この溪谷は源頭からインダス川との合流点までの長さが25 kmに達する。

ドムカルはカルツイ（Khaltsi）ブロックに属する行政村であり、2009年の資料に基づく2013年193世帯1269人が属している。この行政村はいくつかの集落に分かれており、インダス川との合流点

近くに分布するドー（Do：標高2870～3110 m）、そこから5 km上流に遡った場所に位置するバルマ（Barma：標高3110～3410 m）、さらに5 kmほど遡った場所に位置するゴンマ（Gongma）の3つに分かれ、さらにゴンマ村は集落の中心部であるゴンマコル（Gongam Khor：標高3410～3930 m、以下、ゴンマとのみ述べる場合にはゴンマコルを指すものとする）と最も上流に位置するクラムリック（Kramric：標高3930～4100 m）と分けるのが一般的である。

インダス川との合流点に位置するドーから最も標高が高いクラムリックまでの距離は11 kmに達し、標高差は1000 mを超える。このような標高差は村落内での異なる気候を生み出しており、それらの差異を利用してドムカルの伝統的な農業は営まれてきた。標高差を利用した農耕と家畜飼養およびその複合形態がラダークも含めた山地農業に共通する特徴であるとされる³⁾。近年の社会経済情勢に応じてラダークの農業も変化しているが、新たな商品作物を導入するにあたっては集落ごとの気候の違いは重要な要素となる⁴⁾。

(2) 気温と相対湿度の観測

気象観測にはT&D コーポレーションから市販されている簡易の気温湿度計RTR-53Aを用いた。この機器は設定した時間ごとに気温と相対湿度を自動的に記録し、それぞれ8000回分の測定データを保持することができる。測定データの記録方法には、データ容量が飽和した時点で測定を停止する設定（ワнтаイム設定）と、古いデータの上に順次上書きしながら測定を継続する設定（エンドレス設定）がある。1つの測定箇所にはワнтаイム設定とエンドレス設定の2つの機器を設置し、それぞれ1時間ごとに一度記録するようにした。ワнтаイム設定だけではおよそ333日の連続観測でデータ容量は飽和してしまうが、エンドレス設定の観測機器を同じ場所に設置することにより、データの回収ができなかった場合でも観測を継続できる。

RTR-53Aは、測定精度を上げるために別途センサーを装着することもできるが、測定には初期装備のセンサーを用いた。設置前、この機器による温度データと他の温度計の測定結果とを比較して大きな誤差がないことを確認し、2014年9月の

表1 ドムカル村における簡易気象観測機器と定点カメラの設置の概要

設置場所 (標高)	観測期間	データ回収済み期間
簡易気象観測機器		
クラムリック (4100m)	2012年9月9日～現在	2012年9月9日～2014年9月20日
ゴンマ (3743m)	2012年10月16日～現在	2012年10月16日～2014年9月21日
バルマ (3232m)	2012年10月17日～現在	2012年10月17日～2014年9月21日
ドー (2875m)	2012年10月17日～現在	2012年10月17日～2014年9月20日
定点カメラ		
クラムリック*	2014年9月20日～現在	なし
ゴンマ*	2013年3月20日～ 2014年9月20日	2012年3月20日～2014年9月21日
バルマ	2012年9月20日～現在	2012年3月20日～2013年9月21日
ドー	2012年9月20日～現在	2012年3月20日～2013年9月20日

*: ゴンマに設置していた定点カメラは2014年9月20日以降はクラムリックに移動させた。

データ回収の際にも同様の手法で大きな誤差がないことを確認した。機器はクリマテック社製の簡易自然通風シェルター (CO-RS1) 内に2つをまとめて収納し、直射日光の影響が極力小さくなるようにした (図2)。設置場所はドー (2875 m)、バルマ (3232 m)、ゴンマ (3743 m)、クラムリック (4100 m) の4箇所であり、それぞれの集落に属する世帯にお願いして地上高2～3 mの2階の軒先などに設置したが、これは不在の間のいたずらや盗難などの被害を避けるための措置である。

初めて機器を設置したのは2012年9月9～10日にかけてであり、2013年9月14～16日に1回目の、2014年9月20～21日にかけて2回目のデータ回収とバッテリー交換をおこなった (表1)。RTR-53Aは専用バッテリーを用いているが、1年間観測を継続しても正常に作動していた。これらの機器の設置とメンテナンスは日本人の研究者がおこなった。ただし、最初にドー、バルマ、ゴンマに設置されたワンタイム設定の機器は、理由は不明であるがデータが保存されていなかった。

(3) 定点カメラの設置

Brinno社製のGarden Watch Camは設定した時間ごとに撮影が可能なカメラであるが、このカメラを4時間ごとに1回撮影するように設定して設置した。カメラの防護ケースとしては、湿気や埃を遮断できるシカノ社製ガーデンケースRを用い

た。ラダークでは紫外線が非常に強いので、ケースの表面をアルミ素材で覆い、内部の温度が上がり過ぎないように気をつけた (図3)。カメラは、通常の状態では単三電池4本で動作するが、長い期間の撮影を可能にするために外付けの電池ボックスを追加して合計12本の電池を装着できるようにし、電池には長時間の使用が可能なりチウムイオン電池を用いた。これによって1年以上の撮影を継続することができた。

3台のカメラを用い、2012年3月から2014年9月まではドー、バルマ、ゴンマにおいて撮影した。ゴンマに設置したカメラは正常に作動しており、上述の全期間で撮影することができたが、残り2つは何らかの不具合によって2013年9月から2014年9月までの期間は撮影されていなかった (表1)。カメラは家屋の2階の屋根に設置し、プライバシー保護の観点からできるだけ家屋が映ることがないように農耕地や樹木を主な撮影対象とした。2014年9月からはクラムリック、バルマ、ドーに設置場所を変更した。

撮影される写真は1280×1040ピクセルの比較的明瞭な画像であり、例えば、農耕地における灌漑や種撒きといった農作業の様子や作物の成長なども確認できる (図4)。また、画角によってはその日の天候や積雪の様子、河川の水量なども判読することが可能であった。画面の下には撮影した日時が表示されるため、農事暦や気候を具体的に把握できる画像となっている。



図2 バルマに設置した簡易の気象観測機器

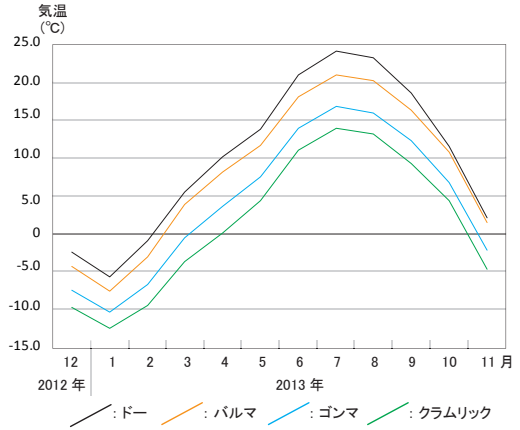


図5 2012年12月から2013年11月までの月平均気温の推移



図3 バルマに設置された定点カメラ



図4 ゴンマに設置した定点カメラの画像
写真の下部には「2013/08/26 11:31:06」と表示されており、撮影した日時を示している。農耕地ではムギを干す様子が確認できる。中央の建物は建設中のゴンバ（仏教寺院）である。

3. データの概要といくつかの知見

気温データに関しては2年間分のデータが回収されているが、図5には4地点での2012年12月から2013年11月までの1年間にわたる月平均気温の推移を示している。溪谷に沿って分布する村落内には1000 m以上の標高差があるために標高が低いドーと標高が高いクラムリックでは年間平均気温で8.7℃、夏（7～9月）の平均気温は10.1℃、冬（12～2月）の平均気温は7.5℃の差が生じている。これらのデータを用いて気温の低減率を推定したところ、通年では0.72℃/100 m、冬季（12～2月）では0.62℃/100 m、夏季（6～8月）では0.82℃/100 mとなった。また図5では、1月から7月までの気温はいずれの設置場所でもほぼ直線的に上昇することを示しているが、その上昇の割合は1ヶ月ごとにおよそ4.8℃であった。気温の逡減率を合わせて考えると、100 mの標高差はおおよそ4.5日間の気温のずれに相当することになる。ドーとバルマの主要な集落の標高差はおおよそ300 m、バルマとゴンマの主要な集落の標高差はおおよそ500 mなので、ドーとバルマの間はおおよそ13日、バルマとゴンマではおおよそ22日のずれがあることになる。

オオムギの作期に関して、我々の前稿では「ドムカル中村（バルマ）や下村（ドー）では4月上旬に、ドムカル上村（ゴンマ）では4月下旬から

表2 ドムカル村における主要な栽培植物の分布

集落	栽培作物	果樹・樹木
クラムリック (標高3930~4100m)	オオムギ, エンドウ	ヤナギ(少ない)
ゴンマ (標高3410~3930m)	オオムギ, エンドウ, ジャガイモ	ヤナギ
バルマ (標高3110~3410m)	オオムギ, エンドウ, ジャガイモ, ソバ, カブ, ヒラメ, ソラメ, セイヨウアブラナ	ヤナギ, ポプラ, アンズ, オニグルミ
ドー (標高2870~3110m)	オオムギ, コムギ, エンドウ, ソバ, ヒラメ, ソラメ, セイヨウアブラナ, トマト, ニンジン	ヤナギ, ポプラ, アンズ, オニグルミ

筆者が2)3)を一部改変。

播種が始まる。標高に応じて村落ごとの作業の時期が1ヶ月ほどずれる場合がある」としか記述していない9)。しかし、オオムギの播種と成熟に関しても定点カメラではその日付を確認でき、上述のアンズと同じドーの農耕地では播種が3月23日、登熟完了が7月8日前後、同様にバルマの農耕地では4月5日播種、7月21日前後に登熟完了していた。ゴンマのカメラによって撮影した農耕地(標高3783m)ではオオムギの播種が4月25日、登熟完了が8月9日前後であった。標高差に基づくドーとバルマでは上述のように15日、ゴンマとバルマで20日ほどの農事暦の差があると推測できるが、実際の農事暦もそういった気温の変化をほぼ正確に反映していた。

ドムカル村では、ドーやバルマに位置する世帯でも飛び地的な家屋と農耕地(yarsa:ヤルサ)^{注1)}をゴンマやクラムリックに保有しており、1つの世帯が本村(rgunsa:グンサ)とヤルサのそれぞれでオオムギを耕作していた。ヤルサを保有してきた理由としては、グンサにおける農耕地の不足の他、ゴンマやクラムリックに位置するヤルサの方が放牧地に近いために良質な肥料を得られる点などを指摘する場合が多かった。異なる場所でオオムギの播種や収穫時をおこなうには多くの労働力が必要となるが、上述のように作期のズレを利用して上手く耕作していたことが分かる。

また、イネ科作物に関して、登熟期の高温は品質の低下を招くことが知られているが¹⁵⁾、2013年のドーにおけるオオムギの登熟期(6月)には最高気温が30℃を超えた日が12日もあり、最高気温36℃を達した日もあった。ドムカル村では、ドーで栽培されたオオムギはクラムリックで栽培

されたものよりも品質が劣ることが認識されており、ヤルサを保有する理由としてドーの農耕地はオオムギ栽培に適さない点を挙げる人もみられる。さらにオオムギに関しては花粉形成期に高温環境(日中30℃、夜間25℃)に5日間暴露されると不稔になることが報告されている¹⁶⁾。2013年のドーにおける花粉形成期(5月)の最高気温は月平均20.1℃であり30℃を超える日はないが、将来的には温暖化によってオオムギ栽培が難しくなる可能性も考えられる。

これまでにおこなった調査では、ドムカル村においても標高に応じた土地利用がおこなわれており、栽培される作物や果樹が異なることが明らかになっている(表2)。例えばアンズの場合、気温が上昇し始めて平均気温10℃前後で開花するとされるが¹⁷⁾、ドーに設置したカメラで撮影していた農耕地(標高2919m)では4月11日咲き始め、4月16日に満開を迎えていた。一方でバルマのカメラで撮影した農耕地(3258m)では、アンズの花は4月23日に咲き始めて4月30日に満開を迎えていた。両地点の標高差は340mほどであるため、上述の標高差と温度環境のずれに基づく15日ほどの差があることが推測できるが、定点カメラのデータはほぼそれを正確に反映していた。

アンズ栽培はバルマよりも標高が高いゴンマではほとんどみられなくなり、数少ないアンズの木でも収穫量がかなり減少する。アンズは、開花の時期に氷点下に見舞われると作柄が大きく低下することが知られているが¹⁷⁾、2013年の春から夏にかけて気温が上昇する際に、ドーで最も遅く氷点下を記録したのが4月6日、バルマでは4月4

山地における農業と気候に関わる通年観測体制の構築（山口哲由ほか）

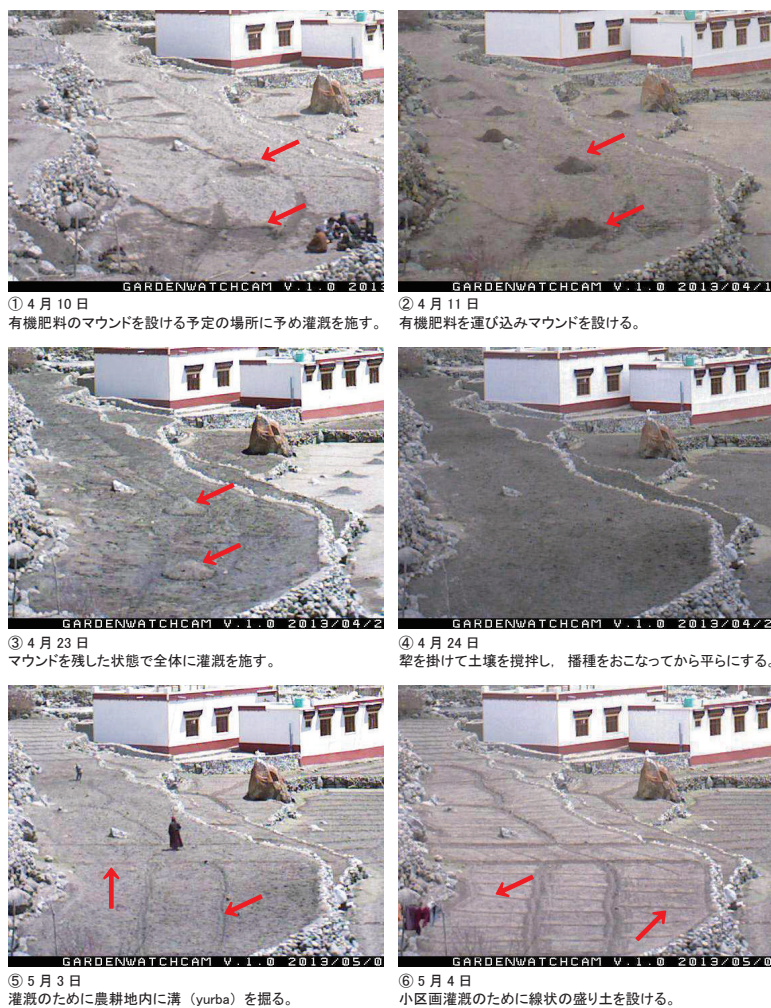


図6 ゴンマに設置した定点カメラによる播種前後（4月10日～5月4日）の農作業の様子



図7 ゴンマに設置した定点カメラによる収穫後の農作業（sachad）の様子

日であったのに対して、ゴンマでは5月29日まで氷点下が記録された。また、定点カメラでは、最も遅いバルマでの積雪は3月27日であったのに対して、ゴンマでは5月28日まで散発的な積雪が観察された。平均気温はいずれの集落でも春から夏にかけて上昇し、ゴンマでも5月中旬には平均気温が10℃を上回るようになるが、この時期でもゴンマでは突発的な気温の低下や積雪が生じており、開花期の冷害を受け易いために安定したアンズ生産が難しくなっていると推測できる。

このように簡易の気象観測機器と定点カメラのデータを用いることによって、ドムカル渓谷でおこなわれている農業システムをより具体的に考察することができる。

定点カメラのデータは、これまで不明確であった農作業の詳細を確認する際にも活用できる。例えば、ドムカル村のオオムギ栽培に関して「播種に先立ち、1月中に人糞と家畜糞を耕作地にばら撒く」¹⁸⁾ という報告があるが、定点カメラでは、3つの集落のいずれの農耕地でもこれらの有機肥料がばらまかれることはなく、いずれの農耕地でもマウンド状に積まれている様子を確認できた。定点カメラの画像に基づいておこなった聞き取り調査でも、伝統的なドムカル村の農業では播種前の農耕地に有機肥料をばらまくことは決してないという話を聞くことができた。これは、有機肥料をばら撒いてから農耕地に水を引き入れると肥料がそのまま流出してしまうためである。

実際の農作業では(図6)、まず、有機肥料のマウンドを作る場所に十分に水を含ませうえて農耕地に有機肥料を運びこむ。マウンドを作った状態で農耕地に水を引き入れた場合、マウンドがある場所の土壌には十分に水が染み込まないため、後にマウンドがあった場所に播種しても発芽に悪影響が出るのである。そこで予め水を含ませた土壌のうえに有機肥料のマウンドを作り、その状態で農耕地に水を入れて灌漑をおこなう。土壌に水が十分に染み込んだ1-2日後に肥料のマウンドを崩しながら犁耕をおこない、土壌と有機肥料を攪拌していく。

同じ論考では¹⁸⁾、農耕地内に水路を作る作業をシャウ(*shaoo*)と呼んでいる。定点カメラの写真(図6)をドムカル村の人びとに見せながら農作業の手順を確認したところ、シャウとは小区画

灌漑をやり易くするために線状の盛り土を作る作業、もしくは線状の盛り土そのものことであり、農耕地内の水路はユルバ(*yurba*)と呼ばれていることが確認できた。農耕地内の灌漑は単に水を引き入れるだけではなく、水の節約のために盛り土で区切った区画ごとにおこなわれており、ドムカルの農業における水資源利用のシステムを理解するにはシャウとユルバの組み合わせが重要なのである。先行研究ではシャウではなくシャグ(*shaggu*)と呼ばれているが¹⁹⁾、シャグとは農耕地ごとの境界線であり、世帯間の区画を分けたり、灌漑をやり易くするために線状の盛り土もしくはそれを作る作業と述べられている。

また、我々が前稿^{4,20)}を執筆する際におこなった調査でもいくつかの農作業を見落としていたことが明らかになった。その1つがサチャト(*sachad*)である。収穫が終わった後に農耕地に軽く犁をかけて冬を迎えるが、犁をかける前に土壌表面に残った有機物(麦わらなど)をかき集めてマウンドを作る(図7)。このマウンド、もしくはこれらを作る作業がサチャトと呼ばれている。有機物が風で吹き飛ばされたりして無駄にならないようにするためであり、かき集められた有機物は民家のトイレや農耕地に隣接する家畜囲い(*las*)のなかにいれられて糞尿とともに翌年の肥料となる。

山地農業は寒冷や傾斜といった不利な条件のなかで営まれてきたが、それゆえに生産を安定させるための様々な工夫がちりばめられている²¹⁾。そういった細やかな配慮の元で成立してきた生業や生活は、わずかな気候の変化に対しても鋭敏に反応しやすいと考えられている²²⁾。ラダークの農業もまた、乾燥と寒冷の極限に近い環境で営まれるために土地生産性は低く、水とともに肥料を確保することが最大の課題となってきた。上述の気象観測機器や定点カメラのデータに基づく上述の指摘は小さな点かも知れないが、ラダークの伝統農業の基盤はここで指摘した細やかな技術の集積のうえに成立してきたものであり、それゆえにわずかな変化に対しても影響を受ける可能性があることを知るうえで重要な知見ではないかと考えられる。

4. まとめ

以上、本報告では簡易的な気象測器と定点カメラの設置によるデータの概要と、そこから得られたいくつかの知見を示した。

ラダークは、寒冷と乾燥という厳しい環境であり、そこで農業生産をおこなうには多くの困難がある。そのためラダーク農業にはいくつもの細やかな工夫が散りばめられており、それらの集積こそが彼らの農業システムである。将来的な気候の変化が農業に対してどのような影響をもたらすのかは、このシステムを把握できて初めて考察可能になるのではないかと我々は考えている。

近年はフィールドワークがもてはやされており、フィールドワークに基づく報告は多くみられるが、実質的には極めて短期の滞在でしかなく、データやその背景事情に関する理解が不足しているにも関わらず様々な考察をおこなっている報告もみられる。また、以前におこなった我々の報告でも様々な要素を見落とししていたことを上に述べたが、これら以外にも事実の見落としや間違っただけの解釈をおこなってしまっている可能性も考えられる。それゆえにより適切な調査地の理解に向けた努力を続けていくべきであろう。

通年で調査やデータ収集は経済的にも社会的にも難しいことは明らかであるが、簡易の気象観測機器や定点カメラはその問題点の一部の補ってくれる可能性を有している。もちろん、温度や湿度のデータ、定点カメラによる写真だけに基づいて論考を進めることは難しく、データや写真の解釈には実際の現地調査が必須であるが、これらのデータを有効に活用できればより効率的で正確を期した現地調査が可能になるであろう。

今後は、気象観測機器や定点カメラから得られたデータを用いて、ドムカル村の農業の全体像を再検討していく予定であるが、ここで得られたデータをインターネット上で公開していく作業も同時に進める予定である^{注2)}。同様のデータの収集は、ラダーク内でもいくつかの研究グループが取り組んでおり、これらのデータを統合し、データベースとして共有できる体制を整えば、調査地の適切な理解を進めるうえで強力なツールになるであろう。

謝辞

ドムカル村における気象観測機器や定点カメラは各集落の人びとの協力を得て設置することができた。また、データ回収やメンテナンスでは東北大学の池田菜穂氏、京都大学の野瀬光弘氏からの多大な助力を得た。継続的な観測や撮影がおこなえるのはこれらの人びとの協力のおかげである。ここに記して謝意を示す。

なお本研究活動の一部は、トヨタ財団研究助成プログラム「インド北部ラダークの村落における「物産誌」の製作—山地村落からの顔の見える地域像の発信—」によっておこなわれた。

注

- 1) ヤルサは一般的には「夏の土地」を意味しており、ドムカル谷では一般的に飛び地的に所有している農耕地のことを指すことが多かった。ただしラダーク内でも場所によっては、農耕地よりも標高が高い場所に位置する夏用の放牧地を指し示す事例もみられた。
- 2) 今後、取得したデータの共有化を進めていく予定である。詳細に関しては筆頭著者 (pastoralism@gmail.com) に問い合わせのこと。

文献

- 1) 高山龍三 1989. 山地の文化地理. 大島襄二・浮田典良・佐々木高明編『文化地理学』. 153-182. 古今書院.
- 2) Rhodes, R. E. and Thompson, S. I. 1975. Adaptive strategy in alpine environments: beyond ecological particularism. *American Ethnologist* 2(3): 535-551.
- 3) 月原敏博 1994. 有畜農業と家畜種—インド、ラダークの農-牧連関—. *人文地理* 46: 1-21.
- 4) 山口哲由・野瀬光弘・竹田晋也 2012. ラダーク山地社会における農林牧複合の農業形態と土地利用の変容. *ヒマラヤ学誌* 14: 102-113.
- 5) Singh, S. P., Bassignana-Khadka, I, Karky, B. S. and Sharma, E. 2011. *Climate Change in the Hindu Kush-Himalayas: The State of Current Knowledge*. Kathmandu: ICIMOD.
- 6) Jodha, N. S. 1997. Mountain agriculture. In *Mountain of the World*, ed. B. Messarli and J. D.

- Ives, 313-336. New York: Parthenon Publishing Group Inc.
- 7) Hewitt, K. 1997. Risk and disasters in mountain lands. In *Mountain of the World*, ed. B. Messarli and J. D. Ives, 371-408. New York: Parthenon Publishing Group Inc.
 - 8) Selvaraju, R. 2014. *Managing Climate Risks and Adapting to Climate Change in the Agriculture Sector in Nepal*. Kathmandu: FAO.
 - 9) 奈良間千之 2012. インド・ヒマラヤ西部、ラダーク山脈の氷河湖の特徴. *ヒマラヤ学誌* 13: 166-179.
 - 10) Nusser, M., Schmidt, S. and Dame, J. 2012. Irrigation and development in the upper Indus Basin: characteristics and recent changes of a socio-hydrological system in central Ladakh, India. *Mountain Research and Development* 32(1): 51-61.
 - 11) Kumar, M. S., Shekhar, M. S., Rama-Krishna, S. S. V. S., Bhutiyani, M. R., and Ganju, A. 2012. Numerical simulation of cloud burst event on August 05, 2010, over Leh using WRF mesoscale model. *Natural Hazards* 62: 1261-1271.
 - 12) Crook, J. H and Osmaston, H. 1994. *Himalayan Buddhist Villages: Environment, Resources, Society and Religious Life in Zangskar, Ladakh*. Bristol: Bristol Classical Press.
 - 13) 箕浦康子 1999. 『フィールドワークの技法と実際—マイクロ・エスノグラフィー入門』. ミネルヴァ書房.
 - 14) District Statistics Evaluation Agency Leh (DSEAL) 2007. *District Statistical Handbook for the year 2005-2006, 27th*. Leh: District Statistics Evaluation Agency.
 - 15) Passarella, V. S., Savin, R. and Slafer, G. A. 2005. Breeding effects on sensitivity of barley grain weight and quality to events of high temperature during grain filling. *Euphytica* 141: 41-48.
 - 16) Sakata, T., Oshino, T., Miura, S., Tomabechei, M., Tsunaga, Y., Higashitani, N., Miyazawa, Y., Takahashi, H., Watanabe, M., Higashitani, A. and Estelle, M. 2010. Auxins reverse plant male sterility caused by high temperatures. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 107(19): 8569-8574.
 - 17) 農文協編 1985. 『果樹全書：クリ・クルミ・オウトウ・アンズ』. 農山漁村文化協会.
 - 18) 平田昌弘 2011. ヒマラヤ・ラダークの移牧の特質—農耕・牧畜・交易複合システム—. *ヒマラヤ学誌* 12: 40-59.
 - 19) Labbal, V. 2000. Traditional oases of Ladakh: a case study of equity in water management. In *Sharing Water*, ed. H. Kreutzmann, 163-183. Bangalore: Oxford University Press.
 - 20) 山口哲由 2010. ラダーク地域における村落の変容—山地における人と環境の結びつきに関する考察—. *ヒマラヤ学誌* 11: 78-89.
 - 21) MacDonald, K.I. 1998. Rationality, representation, and the risk mediating characteristics of a Karakoram mountain farming system. *Human Ecology* 26-2: 287-321.
 - 22) Bury, J. T., Bryan, G. M., McKenzie, J. M., French, A., Baraer, M., Huh, K. I., Luyo, M. A. Z., López, R. J. G. 2011. Glacier recession and human vulnerability in the Yanamarey watershed of the Cordillera Blanca, Peru. *Climatic Change* 105: 179-206.

Summary

A Framework to Observe Microscale Climate and Agrarian Practice Year-Round in a Ladakhi Village, Jammu and Kashmir, India

Takayoshi Yamaguchi¹⁾, Shinya Takeda²⁾

1) National Institute for Agro-Environmental Science

2) Graduate School of Asian and African Area Studies, Kyoto University

Mountain environment varies with altitude. The variation of temperature with altitude results in diverse flora and fauna in different altitudinal zones. Agriculture has long been practiced in mountainous regions and also varies with altitudinal zones. Although mountain agriculture has recently been changing owing to economic globalization, small-scale climate is still important when considering the introduction of commercial crops. In addition, global warming has significant impacts on these regions, and mountain agriculture based on microscale climate would be prone to suffer from such climate change.

However, because meteorological observations are usually conducted at limited stations, characteristics of small-scale climate—in most parts of the mountainous regions—are still unclear. Moreover, field research in mountain regions is generally conducted during limited seasons owing to harsh natural condition and difficult accessibility, thus agrarian practice is seldom observed year-round. Hence, further research is necessary to understand the relation between agrarian practice and small-scale climate.

To address these issues, we have installed simple equipments to measure peripheral temperature and relative humidity in mountain villages of Ladakh, located in north India. Automatic cameras to observe agrarian practice have also been installed in the same village. This study aims to report the outline of the collected data and make brief discussion with these data.