

令和 2 年 6 月 5 日現在

機関番号：14301

研究種目：基盤研究(A) (海外学術調査)

研究期間：2016～2019

課題番号：16H02714

研究課題名(和文) 近年の温暖化によるケニア山の氷河縮小と水環境の変化が地域社会に及ぼす影響の解明

研究課題名(英文) Impact of Glacial Reduction and Change in the Water Environment on a Local Community on Mt. Kenya

研究代表者

水野 一晴 (MIZUNO, Kazuharu)

京都大学・文学研究科・教授

研究者番号：10293929

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 32,500,000円

研究成果の概要(和文)： 標高によって変化する降水量分布は、雨季・乾季では異なっていた。ルイス氷河前面のルイス期モレーンは19世紀後半、ティンダル氷河前面のルイス期モレーンは19世紀前半と後半に形成されたと推察された。2016年2月から2018年8月までの30ヵ月間の雪氷体の質量収支は-3.6m w.e.であった。ケニア山の標高ごとに採水された降水サンプルの180による高度効果から、高標高の氷河帯の水が地下水・河川水として流下していることが示唆された。大型半木本性植物は日射量が多い場所ほど個体数が多くなっていた。ケニア山の山麓では過去半世紀の間に土地利用が大きく変化し、それにもともなって水利用も変化した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究により、ケニア山の氷河が温暖化の影響で急速に縮小していることや生態系の変化が生じていることが明らかになった。また、山麓の湧水や河川水には高標高の氷河帯の融氷水が大きく寄与していることが解明された。山麓の住民は湧水や河川水を農業や生活用水に利用している。氷河の縮小は単に自然の変化のみならず、地域社会に大きく関わっていることを明らかにした。本研究の成果は、現実に生じている温暖化の影響を定量的に明らかにした点で学術的に意義があり、また水環境を通して、その影響が地域社会に及んでいる点を提示し、社会的にも意義があると考えられる。

研究成果の概要(英文)： The precipitation distribution, which changes depending on the altitude, was different in the rainy season and the dry season. It is estimated that the Lewis moraine in front of the Lewis Glacier was formed in the latter half of the 19th century, and the Lewis moraine in front of the Tyndall Glacier was formed in the first half and the latter half of the 19th century. The mass balance of snow and ice bodies during the 30 months from February 2016 to August 2018 was -3.6 m w.e. The altitude effect of 180 on the precipitation samples taken at each altitude of Mt. Kenya suggested that the water in the high-altitude glaciers is flowing down as groundwater and river water. Large semi-woody plants were more abundant in areas with higher solar radiation. At the foot of Mt. Kenya, land use has changed significantly over the last half century, with a corresponding change in water use.

研究分野：自然地理学

キーワード：温暖化 氷河縮小 水環境 植生遷移 農業 地域社会

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

ケニア山は赤道直下の東アフリカ中央部に位置し、アフリカ大地溝帯の火山である。アフリカで氷河を有する高山は、キリマンジャロ、ルウェンゾリ山とケニア山のみである。研究代表者は、1992年より温暖化によるケニア山の氷河縮小とその周辺植生の遷移について研究を進めてきた。ケニア山の高度1890m地点の過去47年間の気温は約2℃の上昇が見られ、氷河は急速に後退し、各植物種の分布の最前線の位置が上昇していた(Mizuno 1998、2005、2014)。

2012 - 15年度の科研費研究(基盤A)「地球温暖化による熱帯高山の氷河縮小が生態系や地域住民に及ぼす影響」では、アンデスにおいて氷河周辺の地形、土壌、植生環境を解明し、近年の氷河縮小と植生遷移の関係や、植生変化と放牧活動との関係を明らかにした。この研究を通じて、氷河縮小が生態系に及ぼす影響として、植生変化の他に、水環境の変化を解明することの重要性を痛感し、近年の氷河縮小が水環境と地域社会に及ぼす影響を解明する本研究課題を設定した。

2. 研究の目的

近年、温暖化によりケニア山の氷河が急速に縮小し、山麓の水環境や植生など、自然環境に影響を及ぼしていることが推測される。ケニア山山麓の住民はケニア山山体から湧出する水に依存した生活を行い、農業活動を行っている。したがって、ケニア山の水環境の変化を検討することは地域社会にとって重要な課題である。また、温暖化や氷河縮小によって植生を中心とした生態系に変化が及んでいると考えられる。本研究課題では氷河の縮小過程やその融氷水の山麓湧水への影響、水環境の変化や温暖化による生態系の変化、それらが地域社会や住民の生業に与える影響について解明することを目的としている。

3. 研究の方法

(1) ケニア山の標高帯に依存した降水量分布と降水特性、およびケニア山の周辺域における降水の季節変化と循環場との関連性を明らかにするために、観測調査として西麓斜面に簡易雨量計を設置すると共に、衛星赤外画像による高解像度の降水量データであるCHIRPSと客観解析データJRA-55を用いて解析を行った。標高2400から4400mの間に簡易雨量計を5箇所設置し、降水イベントを観測した。また、5km四方の空間解像度を持つCHIRPS降水量データの半月平均値(1981~2018年)に対してEOF解析を適用し、平均的季節変化に掛かるケニア山周辺域の降水量の時空間構造を分析し、特に2つの雨季に関連した大気循環場との関連性を調査した。

(2) ケニア山山麓南斜面に位置するルイス氷河およびティンダル氷河前面の地形について現地調査および空中写真判読をもとに地形分類を行った。その結果1893年の氷河末端位置とヤングドリラス期のモレーンの間に複数のモレーンを確認した。これらのモレーンの年代を先行研究との比較および地衣編年法で検討した。さらに年代が推定された異なる時代の地形上においてピットを作成し、土壌断面を観察記載した。観察した土壌断面を時系列の上に配置し、土壌の生成過程を検討した。

(3) ケニア山において、セスナ機から山腹氷河の空撮を実施した。一眼レフカメラで、1秒間隔で氷河の上空で周辺の地形も含めた鉛直写真の撮影をおこなった。セスナ機からの空撮画像と2次元の形状から3次元形状を特定するSfM-MVS(Structure from Motion - Multi-View Stereo)ソフトのPix4D mapperを用いて、氷河の地形表層モデル(DSM: Digital Surface Model)を作成した。DSMおよびオルソ補正画像の作成には、2017年10月13日に取得されたPleiades衛星のオルソ画像とDSMから取得した地上基準点(GCP)を用いた。GCPは、氷河を囲むように長期的に不動である場所を選定した。

(4) ケニア山西麓、ナロモル地域の水文学的特性を把握するために対象地域の湧水、河川水、氷河融解水、湖水、降水の採水を行なった。

湧水はケニア山のナロモルの市街地から2km弱離れた湧水ポイント(メレル、カブダ地域)の計4ヶ所の地点で採水した。河川水はいずれも登山ルートであるナニユキルート、ナロモルルート、チョゴリアルルート上の標高4,500m~2,000mに流れる河川から計23サンプル採水された。氷河融解水は標高4,600mに位置するティンダル氷河から2サンプル採取した。湖水はいずれも標高4,500m帯に位置する氷河湖から計8サンプル採水した。降水はナニユキ・ナロモルルートの5,000m~2,000m帯の7地点(7サンプル)において、ポリエチレン製ビニルシートに雨水を貯め、採水を行なった。

(5) 2016年8月及び2018年8月にティンダル氷河の後退域に約100年前に形成されたモレーンリッジよりも内部を踏査し、そこに出現した背丈3cm以上の *Senecio keniodendron* (SK)と *Lobelia telekii* (LT)の位置・背丈を記録した。また、2018年にはそれらの消長及び生育状況を記載するとともに、新規個体も合わせて記録した。また、調査地域周辺の全世界デジタル3D地形データ(NTT DATA、RESTEC Included JAXA)より作成された5mメッシュのDTMを用いて、SK及びLTの分布図を作成するとともに、標高・傾斜・斜面方位・日射量などとの関係性を検討した。

(6) ケニア山地域の水環境の変化に対する住民の認識、山麓の農業地帯の土地と水利用の現状、そして水環境の変化に対する地域住民の対応を明らかにするために、ケニア山西側の山麓に位置するナロモル地区を対象に聞き取りと参与観察を行なった。山麓農業地帯の初期入植者と長年登山ガイドを務めた地域住民を対象に、山麓地域の自然環境の変化、土地と河川水の利用の変化について聞き取り調査を行った。また、山麓唯一の河川であるナロモル川を利用する地域住民が組織する9つの水管理組合を対象に、河川水の水量の変化に対して、組合の間にどのように調整し水を分配しているのかを調査した。

4. 研究成果

(1) ケニア山に設置した雨量計データからみると、西側山麓での年降水量は、2400m地点で200mm、3000mから4000mの標高で700~800mm程度あり、4000mに近い標高で最も多く、4400mでは600mm程度となる。標高によって変化するこのような降水量分布の特徴は、雨季に共通して現れるわけではなく、3~5月の長い雨季には3000m付近で最も多いのに対し、10、11月の短い雨季では4000mに近い標高での降水量が多く、雲霧帯と考えられる3000~4000mの中でも降水量の極大となる標高がそれぞれの雨季で異なることが確認された。

ケニア山及びその周辺の降水量分布の特徴は、長い雨季、短い雨季共に、ケニア山やアパーデア・レンジの南東山麓部に中心を持つ地形性降水に関連した降水量分布にあり、降水量の主要な季節変化モードとなっているが、長い雨季は両山岳の南部にも降水量の増大がみられることに違いがある。雨季・乾季の開始・終了時期やピークとなる時期におけるケニア山周辺域の風系の変化に注目して、高度場及び風系との関係を確認した結果、850hPa面より下層の風向は一年を通じてほぼ東寄りの風が維持されているのに対して、700hPa面には雨季、乾季に対応した特徴的な風系の季節変化がみられる。乾季となる6~9月と1~2月における700hPa面の主風向は、それぞれ南西と北東であり、共に陸地を吹走する風であるが、一方雨季にインド洋からの東風が卓越する。

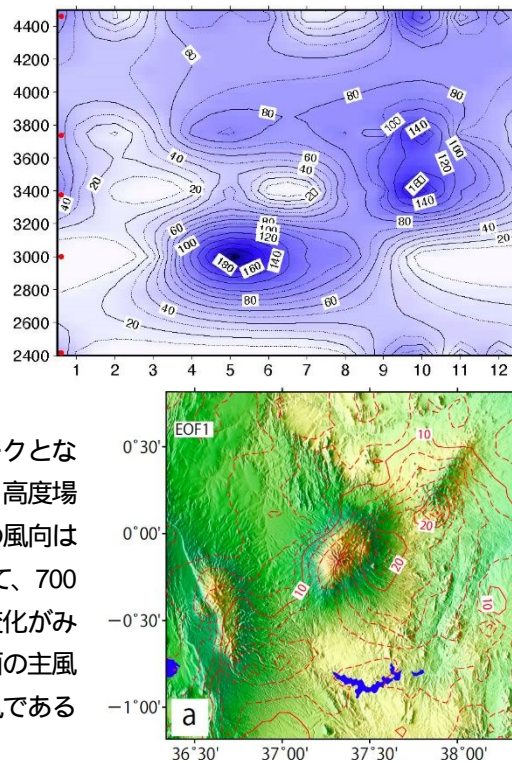


図1 ケニア山西側斜面における降水量の月-標高アイソプレス(上)とケニア山周辺域における降水量の主要な季節変化モード(下)

(2) ルイス氷河およびティンダル氷河前面に分布するモレーンは、植生被覆および土壌発達の状態の違いからルイス期とティンダル期に分けられる。ルイス氷河前面ではルイス期モレーン1列、ティンダル期モレーン4列を確認した。ティンダル氷河前面においては、ルイス期モレーン2列、ティンダル期モレーン5列を確認した。

ルイス期のモレーンの年代を地衣編年法で検討した結果、ルイス氷河前面のルイス期モレーンは19世紀後半、ティンダル氷河前面のルイス期モレーンは19世紀前半と後半に形成された小氷期のモレーンであると推察される。植生被覆および土壌層厚の違いから、ティンダル期のモレーンは、ルイス期のモレー

ンよりも有意に古いものと考えられる。ヤングドリラス期と小氷期のモレーンの間に位置することから 1 ka 以前のネオグラシエーション期の氷河拡大を示すものと考えられる。

土壌断面の比較から、形成年代が古い地点ほど土壌層厚が大きくなる傾向が認められた。氷河から開放されて 4 年たった地点において、現在の氷河末端から最も近い地点で土壌の形成が確認された。土壌が下位の氷成堆積物とは異なり淘汰がよく細粒の物質から構成されていることから、植物に風成塵などがトラップされ土壌の生成が開始するものと推定される。

各地形単位上の土壌層厚から土壌生成速度を求めると 0.03 ~ 5mm/年の範囲になった(表 1)。特に土壌生成初期に生成速度が大きい傾向が認められた。

表 1 ティンダル氷河前面における各地形単位の年代、土壌層厚、土壌生成速度

モレーン	2011	1997	Lewis	Tyndall	Liki	Liki /
地表面年代(year)	4	18	100	1000	12,500	20,000
土壌層厚(mm)	20	60	100	480	330	650
土壌成長速度(mm/y)	5	3.3	1	0.48	0.03	0.03

(3) 2016 年 2 月 17 日に取得された Pleiades 衛星データの地形表層モデル (DSM; 解像度 0.5 m) と、2018 年 8 月 19 日、2019 年 8 月 26 日にセスナ空撮で得られたデジタル画像から作成した DSM (解像度 0.2m) を比較した。その結果、明瞭な地表変化を示す雪氷体を確認した。2016 年の氷河台帳では 9 つの氷河が確認されているが (Prinz et al., 2018)、Northey 氷河で明瞭な地表面変化を確認できなかったため、現在の氷河は 8 つであることを確認した。

2016 年 2 月から 2018 年 8 月までの 30 ヶ月間の Cesar 氷河と Forel 氷河を除く雪氷体の質量収支は -3.6m w.e. であり、この期間すべての氷河表面で質量の収支は負であった。表面低下を示した雪氷体のうち、Darwin 氷河 (0.0039km²)、Heim 氷河 (0.0025km²)、Diamond 氷河 (0.00034 km²) の面積はかなり小さく、雪渓の可能性もある。最大面積の Lewis 氷河は二つに分離するなど氷厚はかなり小さいことが推定され、すべての氷河で流動が小さく、縮小傾向にあると考えられる。

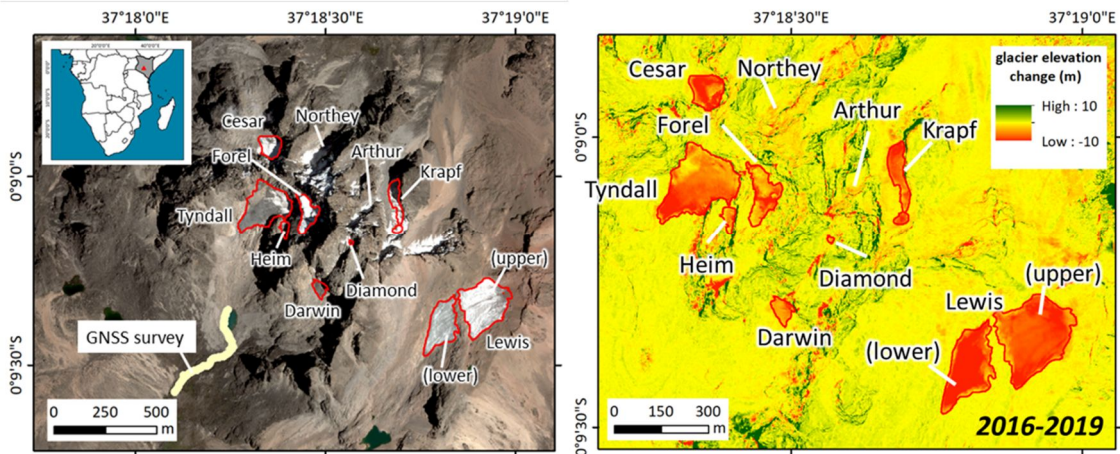


図 2 左図の赤線のポリゴンは本研究で確認された氷河、右図は Pleiades DSM (2016 年 2 月 17 日) とセスナ空撮 DSM (2019 年 8 月 26 日) の比較から求めた表面低下量を示す。

(4) ケニア山の標高ごとに採水された降水サンプルの ¹⁸O は、高度効果 (標高が高くなるにつれ D・¹⁸O の値が低くなる効果) を示した (図 3)。氷河を形成する水は降雪由来であるため、高度効果を受ける。そのため 4,600m はケニア山の氷河の ¹⁸O を用いた。キリマンジャロに降水をもたらす水蒸気塊はケニア山と同じくインド洋から来ており (Mckenzie 2010; Levin et al. 2009)、キリマンジャロの山頂付近の氷河融解水と 4,600m の降水の ¹⁸O は -3.7‰ (Moser and Stichler 1970) で、これらが図 3 の高度効果直線に調和的であることから、5,895m ではキリマンジャロのサンプルを用いた。

また、先行研究(Riitti-Shati et al. 2000) で得られている標高毎の2地点の ^{18}O の値と今回得られた降水サンプルの値を併せることにより、高度効果直線 ($E(m) = -380.96 * \delta^{18}\text{O} + 3496.4$) を算出した(図3)。これにより山麓湧水の涵養標高の推定を試みた。山麓湧水(1,943m、1,965m、1,972m、2,085m)の ^{18}O の値は-3.89‰、-3.60‰、-3.33‰、-4.12‰であった。これらの値を高度効果直線に代入すると、それぞれ5,065m、4,978m、4,867m、4,761mと算出された。また山麓河川水の ^{18}O の平均値(-3.03‰)を高度効果直線にあてはめると、その河川水の涵養標高は平均4,650mと推測され、これらの結果から、高標高の氷河帯の水が地下水・河川水として流下していることが示唆された。

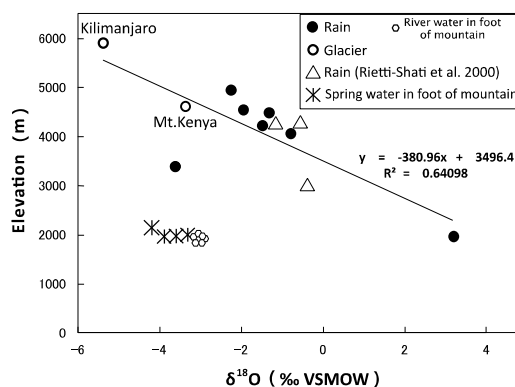


図3 ケニア山における降水の高度効果 実線は降水の ^{18}O と標高の近似直線を表す。

(5) 調査対象地であるモレーンリッジ内部の氷河後退域には、2018年時点で *Senecio keniodendron* (SK)が171個体、*Lobelia telekii* (LT)が217個体出現した。2016年と比較すると、SKでは14個体が枯死し、15個体が新たに出現した。またLTでは31個体が枯死し、34個体が新たに出現していた。出現したSKの背丈の平均は21.0cm、最大の個体は112cmであり、LTの背丈は平均が17.7cm、最大の個体が199cmだった。多くの個体が2年間で背丈を増加させていたが、特にLTでは2年間で100cm以上増加する個体がみられ、生育型の違いが生長量と関わっていることが示唆された。

両種の分布は、標高が低い(氷河から離れている)ほど個体数が多い傾向を示した。また地形情報から算出した日射量との関係を見ると、日射量が多い場所ほど両種ともに個体数が多くなっていた。また、背丈が高い個体も日射量が多い場所に分布していた。

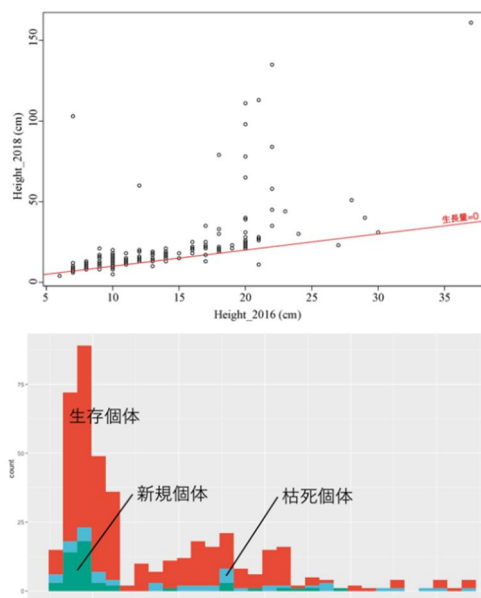


図4 ケニア山ティンダル氷河前面におけるLTの生長量(上) および標高別のSK・LTの個体数(下)

(6) ケニア山の環境変化とともに、山麓では過去半世紀の間に土地利用が大きく変化し、それとともに水利用も変化した。2000年代のはじめまで、水不足をめぐる流域内の住民間の争いはナロモル地区の大きな社会問題であった。それを解決するために、行政指導のもとでナロモル川流域の灌漑水路の利用はすべて禁止された。その代わりに9つの灌漑プロジェクトからなる水管理委員会が共同で川の水を管理・利用するようになった。各プロジェクトは川に直結するパイプラインと貯水タンクをもち、貯水タンクとプロジェクトメンバーの家はパイプで結ばれ、それぞれの家では生活用水のための蛇口と農地に散水するスプリンクラーが備えられている。乾季に川の水が不足すると、水管理委員会が会合を開き、各プロジェクトが取水できる日時を決め、全プロジェクトでローテーションを組む。これによって住民の最低限の生活用水が確保され、水争いは避けられた。

しかし農業用水の不足問題は解決されていないため、農民は各自の農地面積と供給される水量を考慮して耕作地を区画し、乾燥に強い作物と水が必要な作物を分けて植え付けしたり、農地に雨水をためる水タンクや溜池をつくったりして、個々人の努力で対応していることが明らかになった。また、灌漑プロジェクトの加入には高額な初期費用がかかるため、約4割の農民はプロジェクトに加入していない。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計5件（うち査読付論文 3件/うち国際共著 2件/うちオープンアクセス 2件）

1. 著者名 大谷侑也	4. 巻 91
2. 論文標題 ケニア山における氷河縮小と水環境の変化が地域住民に与える影響	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 地理学評論	6. 最初と最後の頁 211-228
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 水野一晴	4. 巻 38 (4)
2. 論文標題 アフリカの気候と植生	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 地図情報	6. 最初と最後の頁 9-13
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 山縣耕太郎	4. 巻 38 (4)
2. 論文標題 アフリカの地形	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 地図情報	6. 最初と最後の頁 4-8
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Narama Chiyuki, Daiyrov Mirlan, Duishonakunov Murataly, Tadono Takeo, Sato Hayato, Kaab Andreas, Ukita Jinro, Abdrakhmatov Kanatbek	4. 巻 18
2. 論文標題 Large drainages from short-lived glacial lakes in the Teskey Range, Tien Shan Mountains, Central Asia	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Natural Hazards and Earth System Sciences	6. 最初と最後の頁 983-995
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） https://doi.org/10.5194/nhess-18-983-2018	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 該当する

1. 著者名 Daiyrov, M., Narama, C., Yamanokuchi, T., Tadono, T., Kaab, A., Ukita, J.	4. 巻 8(3)
2. 論文標題 Regional Geomorphological conditions related to recent changes of glacial lakes in the Issyk-Kul Basin, northern Tien Shan	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Geosciences	6. 最初と最後の頁 99
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/geosciences8030099	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている(また、その予定である)	国際共著 該当する

〔学会発表〕 計22件(うち招待講演 1件/うち国際学会 2件)

1. 発表者名 水野一晴・大谷侑也
2. 発表標題 キリマンジャロとケニア山における近年の氷河縮小とその自然や社会に与える影響
3. 学会等名 2018年日本地理学会秋季学術大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 水野一晴
2. 発表標題 ケニア山とキリマンジャロの近年の氷河縮小とその自然や社会に与える影響
3. 学会等名 日本アフリカ学会第55回学術大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 森島 済
2. 発表標題 東アフリカにおける近年の降水量変動とその季節性
3. 学会等名 第70回気候影響・利用研究会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 森島 済
2. 発表標題 ケニア山周辺域における近年の降水量変動の特徴とその季節性
3. 学会等名 2019年日本地理学会春季学術大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 孫 暁剛
2. 発表標題 ケニア山西麓の農業地域における土地利用と水環境の変化
3. 学会等名 日本アフリカ学会第55回学術大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 孫 暁剛
2. 発表標題 ケニア山地域の水環境と土地利用の変化に対する地域住民の認識と対応
3. 学会等名 2019年日本地理学会春季学術大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 手代木功基
2. 発表標題 ケニア山, Tyndall 氷河の後退域における大型半木本性植物の実生の動態と分布の特徴
3. 学会等名 2019年日本地理学会春季学術大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 奈良間千之, 大谷侑也, 水野一晴
2. 発表標題 ケニア山のチンダル氷河における近年の氷河変動とデブリ地形の形成
3. 学会等名 日本地球惑星科学連合大会2018年大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 大谷侑也
2. 発表標題 アフリカ熱帯高山における近年の氷河・水環境の変化
3. 学会等名 日本アフリカ学会第55回学術大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 大谷侑也
2. 発表標題 ケニア山における氷河縮小と水環境の変化
3. 学会等名 日本山の科学会2018年度秋季研究大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 山縣耕太郎・奈良間千之
2. 発表標題 ケニア山山稜南斜面における氷河周辺の地形
3. 学会等名 2019年日本地理学会春季学術大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 水野一晴
2. 発表標題 ケニア山とポリビア・アンデスにおける植物分布に関わる氷河後退と地球温暖化
3. 学会等名 JpGU(日本地球惑星科学連合)-AGU Joint Meeting 2017(招待講演)(国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 水野一晴
2. 発表標題 ケニア山とキリマンジャロの近年の氷河縮小、植生変化、環境保護
3. 学会等名 日本アフリカ学会第54回学術大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 山縣耕太郎
2. 発表標題 ケニア山Tyndall氷河前面における土壌発達過程
3. 学会等名 日本アフリカ学会第54回学術大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 手代木功基
2. 発表標題 ケニア山, Tyndall氷河後退域における大型半木本性植物の分布
3. 学会等名 日本アフリカ学会第54回学術大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 手代木功基
2. 発表標題 ケニア山, Tyndall氷河後退域における大型半木本性植物の分布とその要因
3. 学会等名 2018年日本地理学会春季学術大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 大谷侑也
2. 発表標題 ケニア山における同位体高度効果を用いた氷河融解水と山麓河川, 湧水の関係性の解明
3. 学会等名 JpGU(日本地球惑星科学連合)-AGU Joint Meeting 2017(国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 大谷侑也
2. 発表標題 ケニア山における氷河縮小が山麓地域の水資源に与える影響
3. 学会等名 日本アフリカ学会第54回学術大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 大谷侑也
2. 発表標題 キリマンジャロ、ケニア山の「熱帯の氷河」の縮小が周辺水資源に与える影響
3. 学会等名 第27回日本熱帯生態学会年次大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 水野一晴
2. 発表標題 ケニア山とキリマンジャロの近年の自然環境の変化
3. 学会等名 日本地理学会2017年春季学術大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 山縣耕太郎
2. 発表標題 ケニア山、Tyndall氷河前面における土壌発達過程
3. 学会等名 日本地理学会2017年春季学術大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 大谷侑也
2. 発表標題 ケニア山における氷河縮小と水環境の変化が地域住民に与える影響
3. 学会等名 日本地理学会2017年春季学術大会
4. 発表年 2017年

〔図書〕 計3件

1. 著者名 水野一晴・藤岡悠一郎編	4. 発行年 2019年
2. 出版社 海青社	5. 総ページ数 318
3. 書名 朽木谷の自然と社会の変容	

1. 著者名 水野 一晴	4. 発行年 2018年
2. 出版社 筑摩書房	5. 総ページ数 320
3. 書名 世界がわかる地理学入門 気候・地形・動植物と人間生活	

1. 著者名 水野一晴	4. 発行年 2016年
2. 出版社 NHK出版 (NHKブックス)	5. 総ページ数 285
3. 書名 気候変動で読む地球史 - 限界地帯の自然と植生から -	

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	森島 済 (MORISHIMA Wataru) (10239650)	日本大学・文理学部・教授 (32665)	
研究分担者	手代木 功基 (TESHIROGI Koki) (10635080)	摂南大学・外国語学部・講師 (34428)	
研究分担者	孫 曉剛 (SUN Xiaogang) (20402753)	京都大学・アジア・アフリカ地域研究研究科・特任准教授 (14301)	

6. 研究組織（つづき）

	氏名 (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	奈良間 千之 (NARAMA Chiyuki) (50462205)	新潟大学・自然科学系・准教授 (13101)	
研究分担者	荒木 美奈子 (ARAKI Minako) (60303880)	お茶の水女子大学・基幹研究院・准教授 (12611)	
研究分担者	小坂 康之 (KOSAKA Yasuyuki) (70444487)	京都大学・アジア・アフリカ地域研究研究科・准教授 (14301)	
研究分担者	山縣 耕太郎 (YAMAGTA Kotaro) (80239855)	上越教育大学・大学院学校教育研究科・教授 (13103)	
研究協力者	大谷 侑也 (OTANI YUYA)		
研究協力者	ムワウラ フランシス (MWAURA FRANCIS)		