

## 科学研究費助成事業（学術研究助成基金助成金）研究成果報告書

平成 25 年 4 月 19 日現在

機関番号：13101

研究種目：若手研究（B）

研究期間：2011～2012

課題番号：23701033

研究課題名（和文） 天山山脈における氷河湖目録作成と氷河湖決壊の危険度評価

研究課題名（英文） Study of glacier inventory and glacier lake outburst flood in Tien Shan

研究代表者

奈良間 千之（Narama Chiyuki）

新潟大学・自然科学系・准教授

研究者番号：50462205

研究成果の概要（和文）：

本研究では、近年の氷河縮小にともない氷河前面に出現した天山山脈の氷河湖のデータベースを作成した。2007～2010年に撮影されたALOS/AVNIR-2の衛星データを用いて、天山山脈全域の氷河前面にある0.001km<sup>2</sup>以上の氷河湖を対象に、マニュアルによるデジタル化で氷河湖のポリゴンデータを作成し、ポリゴンの属性データには氷河湖ID、使用した衛星画像、撮影日、緯度経度、流域名、面積、高度、氷河湖タイプ、修正日などの基本情報を加えた。また、Hexagon KH-9やLandsat7/ETM+の画像を用いて天山山脈の氷河湖の出現時期を明らかにした。

研究成果の概要（英文）：

In this study, in order to create a database of glacier lakes in Tien Shan that appeared in glacier front due to glacier shrinking in recent years, an inventory of glacier lakes in the Tien Shan was made using high-resolution satellite data of ALOS/AVNIR-2 taken between 2007 and 2010. A glacier lake inventory including basic data on glacier lakes (>0.001 km<sup>2</sup>) would be very useful for monitoring, disaster planning, prevention, and glacier lake studies in general. The database included the glacier lake ID, satellite path, observation date, latitude, longitude, watershed name, area, altitude, type of glacier lake, and modified date. The number of glacier lakes is larger in the outer ranges of the Tien Shan, due to the large amount of glacier shrinkage there.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
交付決定額	3,300,000	990,000	4,290,000

研究分野：複合領域

科研費の分科・細目：地理学・地理学

キーワード：氷河、氷河湖、氷河湖決壊洪水、ALOS、天山山脈、中央アジア

## 1. 研究開始当初の背景

(1) 近年のアジア山岳地域の氷河変動は、多時期に撮影された数値標高モデルや高度計を搭載した ICESat の標高データなどから地域的な質量収支変動の差異が明らかになりつつある (Kääb et al., 2012). 東ヒマラヤでは氷河表面の低下量が報告される一方、カラコルムでは正の質量収支が報告されるなど、近年の氷河の質量収支や末端変動は一様ではない。調査地域の中央アジアの天山山脈においては、多時期の衛星データにより広域の氷河の面積変動が明らかになっている (Narama et al., 2010). その変動は地域によって大きく異なり、年降水量が多く山脈高度が低い天山山脈外縁部で氷河の縮小量が大きい傾向がある。このような近年の氷河縮小にともない、中央アジア山岳地域の氷河前面には、氷河からの融け水が溜まった氷河湖が多数出現している。

(2) 氷河湖決壊洪水といえば、巨大な氷河湖が分布する東ヒマラヤ (ネパール東部やブータン) が、10 年に 1~2 度の割合で氷河湖が決壊し、下流域で大きな被害が出るなど深刻な自然災害として国際的に認知されている。この地域では 1994 年にブータン北部のルグ湖の氷河湖決壊洪水を最後に犠牲者をともしない氷河湖決壊洪水は生じていない。一方、多数の小規模な氷河湖が分布する中央アジアでは、1998 年、2002 年、2008 年に多くの犠牲者をともしない氷河湖決壊洪水が生じており、むしろ小規模な氷河湖分布地域のほうが大きな被害が生じている。これまで小規模な氷河湖分布地域は注目されていなかったが、近年の状況から基礎データを含めた氷河湖台帳の作成は早急に取り組むべき課題である。

## 2. 研究の目的

(1) 本研究の目的は、近年氷河湖の発達が著しい中央アジアの天山山脈の小規模氷河湖地域において、氷河湖台帳を作成することである。氷河湖台帳には、衛星画像を基に作成した氷河湖ポリゴンに、属性データである氷河湖 ID、使用した衛星画像、撮影日、緯度経度、流域名、面積、高度、氷河湖タイプ、修正日などの基本情報を加える。

(2) 氷河湖の危険度評価について考える際、これまでの中央アジア山岳地域での氷河湖決壊洪水の犠牲者数と氷河湖のサイズは必ずしも一致しない。最も注意すべきは、土地利用や自然災害の知識であり、本研究ではこの点に着目して氷河湖の危険度評価を考察する。

## 3. 研究の方法

(1) 氷河湖台帳作成には、日本の陸域観測技術衛星「だいち」(ALOS) に搭載された PRISM と AVNIR-2 の光学センサによって 2007~2010 年に取得された高分解能衛星画像を用いた。対象地域は、天山山脈の 9 つの山城 (プスケム地域、タラス地域、キルギス地域、イリ・クンゴイ地域、テスケイ地域、アクシラック地域、コクシャール地域、アトバシ地域、フェルガナ地域) である。氷河前面にある  $0.001\text{km}^2$  以上の氷河湖を対象に、ArcGIS 上でマニュアルによるデジタイジングで氷河湖のポリゴンデータを作成した。氷河湖ポリゴンのシェープファイルの属性データには、撮影日、使用した衛星画像、流域名、面積、氷河湖 ID、使用した衛星画像、撮影日、緯度経度、流域名、面積、高度、氷河湖タイプ、修正日などの基本情報を加えた氷河湖台帳を作成した。使用した衛星画像の位置精度の検証には、Global Positioning System (GPS) レシーバーである ProMark3 (Ashtech Co., Ltd) と Leica GPS900 (Leica Geosystems) の高精度 GPS を用いて、山岳地域の氷河湖周辺などを歩いて位置情報を取得し、比較した。

(2) テスケイ・アラト山脈中央部には小規模な山岳氷河が分布しており、1970~2000 年で氷河面積は 8% 減少した (Narama et al., 2006). この地域の氷河前面には多数の小規模な氷河湖が分布しており、 $0.005\text{km}^2$  以下の小規模な氷河湖が 90% を占める。20 の氷河湖で現地調査をおこなった。現地調査では、氷河湖周辺のモレーンの地形観察、高精度 GPS 測量、湖盆図測量、アイスレーダー観測を実施した。山脈北斜面側の下流域にはバカンバエボヤトルトゴルなどの小都市があり、河川や道路沿いには家屋やカシャール (家畜小屋) が点在する。農地では、ジャガイモや大麦の栽培がおこなわれている。

(3) 氷河湖の特徴を知るため、Hexagon KH-9 や Landsat 7/ETM+ の衛星データを用いて氷河湖の発達履歴を明らかにした。最後に、過去に決壊した氷河湖の現地調査や被害の特徴と危険度評価について考察した。

## 4. 研究成果

### (1) 氷河湖台帳の作成

天山山脈全域では、1600 ほどの氷河湖 ( $0.001\text{km}^2$  以上) を確認した。その分布は、氷河の縮小量が大きい天山山脈外縁部で顕著な発達を示す。特に氷河湖数の多い地域は、氷河縮小が大きいプスケム地域ではなく、岩屑被覆氷河も分布するイリ・クンゴイ地域やテスケイ地域であった。一方、年降水量の少ない乾燥した天山山脈内陸部のアクシラック地域、アトバシ地域、フェルガナ地域では、氷河湖数はわずかであった。

天山山脈の氷河湖のサイズ分布は、巨大な氷河湖が分布する東ヒマラヤに比べるとかなり小さい。0.001~0.005km<sup>2</sup>のサイズが全体の7割を占める。氷河湖サイズが違う理由として、東ヒマラヤでは、巨大な氷河湖は岩屑被覆氷河の氷河上湖から発達するケースが多く、それら氷河湖は平坦な地形場に位置する。一方、天山山脈では、氷河の平衡線が山脈の稜線付近にかかる小規模な山岳氷河が形成するモレーンの規模は小さく、稜線付近の急傾斜な山岳斜面の地形場は巨大な氷河湖を生み出す空間がない。さらに氷河湖を堰き止めるモレーンは、小氷期後半~1900年代前半に形成されたため、多量のデッドアイスを含んでいる。デブリに覆われた氷河前面のデッドアイス地帯には小規模なサーモカルスト湖が発達する。

#### (2) 氷河湖の出現時期

1970年代に撮影されたHexagon KH-9と2007~2010年のALOSの衛星データから取得した氷河湖数を比較したところ、両時期の氷河湖数はほぼ同じであった。しかし、1970年代から現在まで継続して存在する氷河湖は全体の50%以下であり、現存する氷河湖の多くは1980年代以降に出現したものであった。この地域では、1950~1970年代に氷河湖決壊洪水が多発しており、その後報告がなく、2000年頃になり小規模な氷河湖決壊洪水が再び報告されはじめた。これは1980年代以降に出現した次世代の氷河湖が決壊を生じているものと考えられる。また、数か月間~1年ほどで急激に発達して決壊する短命氷河湖も確認した。

#### (3) 氷河湖決壊洪水

2006年7月26日~8月11日の間に、テスケイ・アラトー山脈南斜面のカシユカスウ谷上流のカシユカスウ氷河湖で氷河湖決壊洪水が生じた。このGLOFでは、川沿いを走る山岳道路がGLOF堆積物に覆われて、一時不通になった。またカシユカスウ谷と本谷の合流地点には、狩猟基地として夏季のみ運営している家屋が一軒あるだけで、被害は道路と橋だけであった。Landsat7/ETM+とALOS AVNIR-2によるカシユカスウ氷河湖の発達過程をみると、2004年9月6日の衛星画像では氷河湖はわずかな水たまりほどの大きさである。それが2005年6月21になると急激に拡大し、2006年7月26日には2倍ほどの大きさになり、その後2006年8月11日の画像では水がなくなっている。高精度GPSで現地測量した結果、この決壊により氷河湖から14.4万m<sup>3</sup>の水量がモレーン内部のアイストンネルを通して出水したことがわかった。

このような短期間で形成された氷河湖の事例はイタリアン・アルプスと天山山脈とラ

ダーク山脈で報告されている(Haeberli et al., 2002; Tambunini et al., 2003; Narama et al., 2010b)。イタリアン・アルプスのベルヴェデーレ(Belvedere)氷河では、岩屑被覆氷河上に発達した氷河湖が2001~2002年にかけて出現し、その後湖水は出水により減少した。氷河湖面積は2001年9月に0.0035km<sup>2</sup>、2002年5月に0.04km<sup>2</sup>、2002年6月半ばに0.15km<sup>2</sup>に達し、最大水量は3百万m<sup>3</sup>であった(Kääb et al., 2004)。2008年7月24日には、テスケイ・アラトー山脈北面に位置するズンダン西氷河湖で氷河湖決壊洪水が生じた。この氷河湖は、上述したカシユカスウ氷河湖と同様に短命氷河湖で、2008年5月12日に0.0023km<sup>2</sup>であったものが、2008年6月13日に0.026km<sup>2</sup>、決壊した7月24日に0.0422km<sup>2</sup>まで達し、水量は43.7万m<sup>3</sup>であった(Narama et al., 2010b)。ズンダン西氷河湖でも氷河湖をせき止めるモレーン内部に発達したアイストンネルが確認されており、冬季の凍結あるいはトンネル内の崩壊などで水路が封鎖され、雪融けにより春から夏にかけて氷河湖が急激に拡大したと考えられる(Narama et al., 2010b)。最近では、インド北西部のラダーク山脈で突然出現した氷河湖の報告がある(奈良間ほか, 2012)。このように数か月から1~2年間で急激に発達し決壊することから、このような氷河湖は短命氷河湖(short-lived glacier lake)と呼ばれる(Tambunini et al., 2003)。短命氷河湖は衛星画像データでさえモニタリングが難しいので、防災上危険な氷河湖といえる。

#### (4) 氷河湖の湖盆調査

テスケイ・アラトー山脈中央部の氷河湖の下流部のGLOF災害の大きさを把握するため、現地調査(モレーンの地形観察、GPS測量)した20の氷河湖のうち、10の氷河湖で湖盆図調査をおこなった。湖盆図調査には、アキレス製のゴムボート(PVL-260)とGPS付属の魚群探知機(LOWRANCE HDS-5)を用いて氷河湖の水深測量を実施した。取得した魚探データ(緯度経度、水深)を用いてArcGISで湖盆図を作成し、湖水量を算出した。モレーンの地形調査では、モレーンの地表面状態、埋没氷の確認、漏水、アイストンネルの存在を調べた。GPS測量では、ProMark3やLeica GPS900を用いてモレーン表面の地形測量や氷河湖の面積測量をおこなった。さらに、氷河湖周辺の地形観察、過去の決壊履歴のデータ収集、過去にGLOFを生じた氷河湖で現地調査をおこない、この地域の氷河湖決壊洪水の主要因と被害の特徴を明らかにした。氷河湖の水深はすべて30m以内であり、これまで調査した天山山脈の別の地域の氷河湖も同様であった。ここでは、東ヒマラヤでみら

れる水深 100m 以上ある大規模な氷河湖はほとんど存在しない。例外としてアクシイラック山脈のペトロフ氷河湖（水深 80m）やイニルチェック氷河のメルツバッハ氷河湖がある。

湖盆の縦断面図をみると、氷河と接している氷河湖では氷河側で急激に水深が深くなるという特徴がある。縦断面形から氷河湖内部に存在するモレーンは、ズンダン東氷河湖以外で確認できなかった。氷河湖の内部に過去に形成されたモレーンが水没されている場合、決壊しても排水される水は内部のモレーンの高さまでであり、すべての湖水が流出されるわけではない。調査地の湖盆形は急激に水深が深くなるすり鉢状の形態のものが多く、最大水深は、チョング・アイランパ氷河湖の 26.7 m であった。本研究で観測したテスケイ・アラトー山脈中央部の 10 の氷河湖、天山山脈の別の場所で観測した氷河湖、先行研究のデータを含めた天山山脈の 20 の氷河湖の面積と体積の相関関係は良く、両者の関係式を求めることができた。この近似式を用いることにより、未調査の氷河湖の体積の推定が可能になる。同様な調査をおこなったインド・ヒマラヤ地域では近似式の傾きが少し異なり、面積に比べて氷河湖の体積が大きい傾向がみられた（奈良間ほか，2011）。

#### （5）GLOF 被害の特徴

これまでに生じた氷河湖決壊洪水（GLOF）の被害状況をまとめるとこの地域の被害の特徴がみえてくる。テスケイ・アラトー山脈の北側斜面と南側斜面では、北側斜面に多くの都市や村が点在し多くの人々が暮らしている。一方、南側斜面にある居住地はわずかで、夏の放牧のために夏季のみ暮らしている人がほとんどである。山脈の南側斜面は、豊かな牧草が生い茂り、温泉もあり、スルトの放牧地と呼ばれ昔から夏の放牧地として利用されている。2006 年のカシュカスウ氷河湖と 2008 年のズンダン西氷河湖で生じた GLOF を比較すると、2008 年のズンダン西氷河湖の GLOF では、3 人の犠牲者をはじめ、家屋、家畜小屋、橋、電柱、道路、灌漑施設、魚の飼育施設、農地が破壊されるなど大きな被害が生じ、多くの人々を混乱させた。下流部のバカンバエボの町の人々は洪水のうわさを聞いて多くの人々が山を駆け上がったたり、車で移動した。この GLOF では 3 人の犠牲者が出ているが、この 3 人は決壊から 6 時間後に落水しており、洪水が起こった時点での情報伝達の遅れと、道路封鎖など二次災害防止策が取られなかったのが原因だった。一方、2006 年のカシュカスウ谷では被害は少ない。自然災害とは、人間が暮らす場所で自然現象である誘因の発生があって生じるものであり、氷河湖という誘因の現象解明だけでなく、

自然災害を軽減するための、誘因と人間活動の関係性を探る必要がある。

トン川沿いには洪水堆積物がみられ、1980 年のアングサイ氷河湖の GLOF 範囲を知ることができる。2008 年に生じたズンダン西氷河湖の GLOF では、二つの家屋が破壊された。さらに、下流部で一部被害のあった家屋周辺の家では 30~40 cm の泥水の浸水があり、農地は完全に土砂で破壊された。これら被災した家屋で暮らす人々は、1960~1980 年に生じた氷河湖決壊洪水を経験していない新しい移住者であった。今回の調査で家屋分布を調べてみると、1980 年の洪水が起きたトン川沿いでは、依然多くの家屋が川沿いや扇状地上に立地する。山麓で暮らす人々は、家畜を所持し、放牧をおこなうため、草場に近い川沿いや扇状地上で暮らしている。河川と居住地の比高差がほとんどないトン川やズンダン川では、川沿いに立地する家屋は非常に危険である。牧畜民へのインタビューでは、過去の GLOF を経験した人々は、川沿いや扇状地上での暮らしを選択しないという答えが返ってきた。このような居住地選択（土地利用）は、自然災害に関する知識が大きく影響していると考えられる。トッソール谷の下流部に位置するトッソール村の家屋は河床から比高 50m ほどの段丘面上に立地する。段丘崖では上流から運ばれた砂礫層を観察することができ、先行研究から最終氷期の河床面であることが明らかになっている。ここではほとんどの家屋が河床よりもだいぶ高い位置に立地するため、洪水の被害はほとんどない。

調査地の 6 つの河川の縦断面図を作成したところ、氷河湖から居住地までの距離は短くて 8~10 km ほどである。さらに中腹部は急傾斜になっており、ズンダン西氷河湖やカシュカスウ氷河湖の GLOF のケースをみると、中腹部は急勾配で河床の下刻が激しく、土石流となる地形勾配をもつ。土石流による被害は山麓の扇状地上に限られ、土砂を堆積してさらに流れる洪水流は川沿いの家屋や農地を破壊する。ズンダン西氷河湖の GLOF では、本来洪水流はズンダン川を流れるはずがコースを変えたため、トゥラスウ村やその下流に位置する貯水池への被害はほとんどなかった。もし洪水流がコースを変えなかったら大きな被害になっていた可能性は十分ある。また、20 の氷河湖の体積と面積の関係式からテスケイ・アラトー山脈北側斜面の氷河湖の体積を求めたところ、50 万 m<sup>3</sup> 以上の水量を持つ氷河湖は存在しなかった。2008 年 7 月に生じたズンダン西氷河湖で 43.7 万 m<sup>3</sup> であるので、最大でも洪水範囲はそれを少し上回る程度である。この結果は、この地域全体の氷河湖決壊洪水で生じた土石流は山麓の扇状地付近でとどまり、その後の洪水流が下流の河

川から少しあふれる程度であると考えられる。

トッソール谷の上流は、家屋が立地する最上流部の谷低地である。一部の家屋は河川沿いに立地しており非常に危険である。近くの住民に話を聞くと、チョン・アイランバ氷河湖の存在を認知している。ソビエト時代の調査時に危険だと言われていたがずっと同じ場所に住み続けており、災害の意識はない。トッソール谷の下流部では、最終氷期の段丘面は河床から50mほど高い位置にあり、家屋のほとんどは段丘面上に立地する。このような場所はインク・クリ湖（ウスック・ゴル）周辺で多く観察でき、GLOF被害の影響をほとんど受けない。これら調査した結果をまとめると、危険地域は土石流の影響がある山岳部の谷低地の川沿いや谷の出口である扇状地上であり、さらに河床と居住地の比高差のない河川沿いで洪水流の影響を受けることが考えられる。

#### (6) 自然災害と社会的脆弱性の関係

これまでの中央アジアで生じた GLOF の氷河湖の大きさ（水量）と下流域の被害状況をみると、被害の規模（Disaster）と氷河湖の大きさ（Hazard）に相関関係はない。1998年7月にギッサール・アライの100人以上の犠牲者をだした GLOF の流出量は、ズンダン川上流の3人の犠牲者をだした GLOF の1割にも満たない。被害規模は、氷河湖の大きさに加え社会的脆弱性（Social vulnerability）が大きく関与する。ギッサール・アライの GLOF では多くの人々が川沿いの低地で暮らし甚大な被害を受けたが、ズンダン川の山麓で暮らす人々は1960～1970年代に集中して生じた GLOF を経験しており、川沿いで被災した人々は過去の GLOF を知らない新しい移住者であった。GLOF 被害を軽減するためにはどうしたらいいだろうか？我々は誘因（自然現象）の発生“氷河湖の決壊”をコントロールすることは難しいが、社会的脆弱性である川沿いで暮らす土地利用形態や GLOF 災害の知識（氷河湖の存在、洪水流の特徴、危険な地形場）の改善により自然災害を軽減することができる。その解決策として以下の2つが挙げられる。

①誘因である氷河湖の地域的な特徴とその現象を詳細に知ることである。例えば、この地域の氷河湖決壊の要因は、アイスコードモレーン内部に発達した水路を通して出水することがこれまでの調査で分かっている。このような出水形式は流出口の大きさが制限されているので一気にすべての水が出水されることはない。そのため、出水後も水量が増加する過程で逃げる時間は十分あると考えられる。

②氷河湖災害の知識を蓄えることである。発達と消滅を繰り返す氷河湖一つ一つに防止対策であるハード面（抑止工）の対応をすることは現実的に難しく、個々の対応力の向上が最も有効であると考えられる。つまり、自然災害に対する対応力の向上は、社会的脆弱性による要因を減らすことにつながる。現在の氷河湖のほとんどは1980年代以降に出現したため、氷河湖と居住地が非常に隣接しているにもかかわらず、住民は氷河湖の存在を完全には把握していない。どこにどの程度の大きさの氷河湖があるのか。その氷河湖が出水した場合どの範囲にその被害は及ぶのかを把握できれば、今後の土地利用の見直しや土地選びや災害時の対応（避難・応急時の対応）に生かされるだろう。さらに、個々の対応力の向上だけでなく、地域的な対応力の向上（自治体による緊急対策網の整備、医療、交通などの災害対応）も改善していく必要がある。また、自然災害に対する知識向上のための情報公開を積極的におこなっていかねばならない。ズンダン西氷河湖の際も調査結果は地元新聞（2008年）に掲載され、2012年の氷河湖の調査結果も新聞に掲載予定である。インド北西部のインド・ヒマラヤの一部を構成するラダーク山脈では、氷河湖調査を実施し、その成果を基に2012年5月に村人を対象に氷河湖ワークショップを開催した。地元の住人が120人参加し、氷河湖の現状報告や洪水対策が話し合われた。この様子は地元ラジオでも紹介された。ラダーク語で作成した2冊の報告書を地元住民に配布し、知識の改善と向上に努めた。このような災害教育活動は今後重要になるだろう。

#### 5. 主な発表論文等

（研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線）

〔雑誌論文〕（計6件）

(1) Tadono, T., Kawamoto, S., Narama, C., Yamanokuchi, T., Ukita, J., Tomiyama, N., Yabuki, H., Development and validation of new glacial lake inventory in the Bhutan Himalayas using ALOS 'DAICHI, Global Environmental Research, Vol.16(1), 2012, 31-40. (査読あり)

(2) Sakai, A., Inoue, M., Fujita, K., Narama, C., Kubota, J., Nakawo, M., Yao, T. Variations in discharge from the Qilian Mountains, northwest China, and its effect on the agricultural communities of the Heihe basin, over the last two millennia, Water History, 4(2), 2012, 177-196. DOI 10.1007/s12685-012-0057-8 (査読あり)

(3) 奈良間千之, 田殿武雄, 池田菜穂, Sonam Gyalson, 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, 2012 年, 13, 166-179. (査読あり)

(4) 奈良間千之, 氷河編年研究の展望—南半球・アジア山岳地域の最近の事例—, 地学雑誌, 121, 2012 年, 215-234.  
DOI10.5026/jgeography.121.215 (査読あり)

(5) Ukita, J., Narama, C., Tadono, T., Yamanokuchi, T., Tomiyama, N., Kawamoto, S., Abe, C., Uda, T., Yabuki, H., Fujita, K., Nishimura, K.,  
Glacial lake inventory of Bhutan using ALOS data: part I: methods and preliminary results, *Annals of Glaciology*, 52(58), 2011, 65-71.  
DOI10.3189/172756411797252293  
(査読あり)

(6) 奈良間千之, 田殿武雄, 谷田貝亜紀代, 池田菜穂, インド・ヒマラヤ, ラダーク山脈のドムカル谷における氷河湖と氷河湖決壊洪水の現状, ヒマラヤ学誌, 13, 2011 年, 166-179.  
(査読あり)

[学会発表] (計 9 件)

(1) 奈良間千之, 浮田甚郎, 山本美奈子, 田殿武雄, 中央アジア・天山山脈の氷河湖と氷河湖決壊洪水の特徴, 日本地理学会春季学術大会, 2013 年 3 月 29~31 日, 立正大学

(2) 奈良間千之, ALOS データを用いたブータン・ヒマラヤの氷河湖台帳の作成, 第 4 回 ALOS-2/3 ワークショップ, 2012 年 12 月 12~13 日, つくば国際会議場

(3) 奈良間千之, ALOS データによる中央アジア及び西ヒマラヤの氷河災害の現状, 第 4 回 ALOS-2/3 ワークショップ, 2012 年 12 月 12~13 日, つくば国際会議場

(4) 山本美奈子, 奈良間千之, 浮田甚郎, 卯田強, 田殿武雄, 山之口勤, 富山信弘, 河本佐知, 藤田耕史, 西村浩一, 小森次郎, ALOS データを用いたブータン・ヒマラヤの氷河湖台帳作成, 地理情報システム学会, 2012 年 10 月 12~13 日, 広島修道大学

(5) 奈良間千之, 田殿武雄, 浮田甚郎, 山之口勤, 河本佐知, 山本美奈子, 矢吹裕伯, 藤

田耕史 ALOS データによるブータン・ヒマラヤの氷河湖インベントリ公開に向けて . 地球惑星科学連合大会, 2011 年 05 月 22 日~05 月 27 日, 幕張メッセ

(6) 奈良間千之, 承志, 窪田順平 歴史地図を用いた中央アジアの過去 1000 年間の湖面変動 (Aral, Issyk-Kul, Balkhash) . 地球惑星科学連合大会, 2011 年 05 月 22 日~05 月 27 日, 幕張メッセ

(7) Narama, C. Environmental changes and human activities in Central Eurasia during the last 1000 years. Toward a Sustainable Society for the Future: Dialogues in Almaty, 10-11, Jan. 2012, Kazakh Economic University.

(8) Narama, C., Tadono, T., Ikeda, N., Gyalson, S. Glacier lake studies in the Ladakh Range, Indian Himalayas. Quality of life and optional aging learning from wisdom of highland civilizations in the second high-altitude project international conference, 25-26, Nov. 2011, Research Institute for Humanity and Nature, Kyoto.

(9) 奈良間千之, 海外での氷河地形学の研究課題. 日本地理学会春季学術大会. シンポジウム「寒冷地形最前線」, 2011 年 5 月 21 日, 専修大学

[図書] (計 2 件)

(1) 奈良間千之, (編) 帯谷知可, 北川誠一, 相馬秀廣, “朝倉世界地理講座 5 卷『中央アジア』”, 朝倉書店(2012 年), 担当部分:水がめの役割を担う中央アジアの氷河とその分布 pp24-36.

(2) 奈良間千之, (監修) 窪田順平監修, (編) 奈良間千之, “『中央ユーラシア環境史』, 「第一巻 環境変動と人間」”, 臨川書店(2012 年), 担当部分:中央ユーラシアの自然環境と人間—変動と適応の一千年史— pp268-312.

6. 研究組織

(1) 研究代表者

奈良間 千之 (Narama Chiyuki)

新潟大学・自然科学系・准教授

研究者番号: 50462205