

山岳科学総合研究所 ニュースレター

2012年 12月
第35号



Contents

国際シンポジウム「地球温暖化をめぐる世界の氷河」特集	2～7
Shrinking glaciers of the Himalaya – consequence of the climate change	
Tribhuvan University	Bishal N. Upreti
地球温暖化によるアフリカの熱帯高山の氷河縮小と生態系の変化	京都大学 水野一晴
20 th century glacier changes with regard to the formation of glacier lakes and their hazard potential in the Central Andes	
University of Göttingen	Lasafam Iturrizaga
南米・パタゴニアの氷河変動と地球温暖化	筑波大学 安仁屋政武
地球最大の氷床の謎：南極氷床の変化と地球環境に与える影響	
国立極地研究所	三浦英樹
Past and future of Alpine glaciers	
The University of Tokyo	Heinz Blatter
広報・コラム	8
「2012年度信州フィールド科学賞」授賞式及び記念シンポジウムの報告	
表紙の写真：ネパール・ヒマラヤ、ゾンラ氷河の変化	
山岳科学総合研究所	朝日克彦

Shrinking glaciers of the Himalaya—consequence of the climate change

ヒマラヤの氷河後退—気候変動の結果

Tribhuvan University, Nepal
(ネパール トリブヴァン大学)

Bishal N. Upreti (ビシャル・ウプレティ)



Glaciers in the Hindu Kush–Himalayas

Himalaya is the Water Tower of Asia. The greater Himalayan region has nearly 37,000 km² of glacier coverage. There are about 15,000 glaciers in the Himalaya alone. They provide great amount of water annually. With a predicted increase in global temperatures, glaciers are expected to melt faster leading to an initial increase in river flows. As glaciers disappear completely, the short-lived surge could be followed by the eventual disappearance of glacial meltwater altogether.

The Himalaya: without the Him?

(Him: Snow, Alaya: the home, Him+Alaya, hence the word Himalaya). A global warming calamity is building-up in the Himalaya. Glaciers in the Himalaya are receding faster than in any other part of the world, Himalayan glaciers are retreating at rates ranging from 10 to 60 m per year. Many small glaciers (<0.2 km²) have already disappeared. Vertical shifts (permanent snow line) as great as 100 m have been recorded during the last fifty years. IPCC reported that if current trends continue, very large % of the Himalayan glaciers, the water source for a sixth of the world's population, could disappear in the coming few decades if the current rate of emissions is not reduced. It will create massive economic and environmental problems for people in Western China, Nepal, Pakistan and Northern India.

Nepal: The innocent victim of global warming

Nepal insignificantly contributes to global warming. According to climate change vulnerability index carried out by Maplecroft, a British Risk Analysis firm in 2010, Nepal is the 4th most climate vulnerable country in the world due to the global warming. If the average annual temperature increases as per the current annual rate of 0.06°C, all aspects of Nepalese life and livelihoods will be affected. Climate Change is already threatening Nepal's food security, ecosystems, water resources, human settlements and tourism sectors seriously.

“Tsunami From the Sky.” GLOF (Glacial Lake Outburst Flood)

The retreat of the ice forms so-called glacial lakes in the Himalayas. Twenty six glacial lakes (out of the 2315 lakes in Nepal) are reported to be potentially dangerous for Glacial Lake Outburst Flood (GLOF). The risk of potential disasters inflicted by GLOFs, pose a new dimension of threats to lives, livelihoods and development.

ヒンズークシューヒマラヤ山地の氷河

ヒマラヤはアジアの給水塔とされる。ヒマラヤ山脈広域での氷河の数は約15,000、面積は37,000 km²に及ぶ。これら氷河は毎年大量の水資源を供給している。全球的な気温上昇によって、氷河の融解が進み、まず河川水量が増加する。氷河が完全に融解すると、一時的な水量増加の後には氷河の融解水が完全に干上がってしまう。

ヒムのないヒマラヤ?

「ヒム (雪)」 + 「アラヤ (棲み家)」 = ヒマラヤ。地球温暖化の災いはヒマラヤで大きく現れる。ヒマラヤの氷河は世界のほかの氷河より速く融けており、年間10から60mの速さで後退している。面積0.2 km²以下の小型氷河の多くは既に消滅している。過去50年間で氷河の雪線高度は100 m程度上昇した。二酸化炭素の排出量が減らず現在の気温上昇が継続すれば、世界の人口の1/6の水資源であるヒマラヤの氷河の相当の面積は、数十年後にはなくなるだろうと IPCC は報告している。中国西部、ネパール、パキスタン、北インドの人々にとって、これは大変な問題である。

ネパール：温暖化による無実の被害者

ネパールは地球温暖化にはほとんど影響を与えていない。英国の危機分析企業「メープルクロフト」が2010年に計算した気候変動脆弱性指数によると、ネパールは温暖化によって世界の中で4番目に危険性が高い国とされた。現状の年0.06°Cの気温上昇率が増加すればネパールにおける生命や生活手段は全面的に影響を受けるだろう。気候変動は既にネパールにおける食の安全や生態系、水資源、居住、ツーリズムを相当程度に脅かしている。

空からの津波：GLOF (氷河湖決壊洪水)

氷河の後退によって、ヒマラヤではいわゆる氷河湖が形成されている。ネパールにある2315の氷河湖のうち26は氷河湖決壊洪水 (GLOF) の潜在的な危険性があるとされている。GLOFによる潜在的な災害の危険性は、生命や生活手段、開発にとって新たな危機側面を突きつけている。

(訳：朝日克彦)

地球温暖化によるアフリカの熱帯高山の氷河縮小と生態系の変化



京都大学
水野一晴

1. ケニア山の氷河縮小と植生遷移

アフリカに氷河がある山はアフリカ最高峰のキリマンジャロ (5,895 m)、第二の高峰ケニア山 (5,199 m)、第三の高峰ルウェンゾリ山 (5,008 m) のみである。この3つの高山から現在氷河が急速に縮小し、消滅しつつある。それらの氷河の縮小には気温の上昇と降水量の減少が想定されるが、ケニア山山麓 (高度1890 m 地点) の気温は1963年から2010年までの47年間で2℃以上上昇している。一方、過去50年間の顕著な降水量の減少はなく、ケニア山の氷河縮小はおもに温暖化が原因と考えられる。

ケニア山の第一の氷河であるルイス氷河は、1992年の観測開始以降急速に後退している。第二の氷河であるティンダル氷河では氷河後退過程と植物遷移の調査を1992年から実施している。ティンダル氷河の後退速度は、1958-1996年には約3 m/年、1997-2002年は約10 m/年、2002-2006年は約15 m/年、2006-2011年は約8 m/年であった。その氷河の後を追うように、先駆的植物種4種は、それぞれの植物分布の最前線を斜面上方に拡大させている。とくに、氷河が融けた場所に最初に生育できる第一の先駆種セネキオ・ケニオフィトゥム *Senecio keniophytum* は、氷河の後退速度と類似する速度で前進している。1996年に氷河末端に接して設置した永久プロット (幅80 m × 長さ20 m) で植物分布の調査を開始したが、セネキオ・ケニオフィトゥムの個体数と植被率とともに、15年後の2011年には大幅に増加していた。また、1996年にはプロット内の生育種はセネキオ・ケニオフィトゥムの1種のみであったが、2011年には分布の大半は同種であったものの、他にも3種が生育していた。

2. 温暖化とケニア山の植生遷移

2006年までティンダル・ターン (池) の北端より斜面上方には生育していなかったムギワラギクの仲間ヘリクリスム・シトリスピヌム *Helichrysum citrispinum* が、2009年にはティンダル・ターン北端より上方の、ラテラルモレーン上に32株が分布していた。これは、近年の氷河後退にともなう植物分布の前進ではなく、気温上昇による植物分布の高標高への拡大と推定される。ヘリクリスム・シトリスピヌムは、通常暖かくなる12-2月に開花する植物であるが、2009年には8月に開花していた。これは2009年の3-9月の気温が平年より1℃以上高かったため、一気に生育範囲が斜面上方に広がり、2009年の4-8月の気温が、平年の12月並の暖かい気温に達したため、8月に開花したものと推定される。気温が平年値であった2011年8月には、ヘリクリスム・シトリスピ

ヌムは49株 (プラス17株) に増えていたものの、つぼみを持つものが1株あったのみで他は開花していなかった。

また、大型の半木本性ロゼット型植物であるジャイアントセネシオ (セネキオ・ケニオデンドロン *Senecio keniodendron*) は1958-1997年には分布が斜面上方に拡大するという傾向は見られなかったが、1997-2011年には拡大して、山の斜面を登っている。この種は氷河後退が直接遷移に関係しているとは考えられないが、先駆種の斜面上方への拡大による土壌条件の改善と温暖化がジャイアントセネシオの生育環境を斜面上方に拡大させていると考えられる。ジャイアントセネシオは、通常、12月中旬に暖かくなるとつぼみが出て、1-2月に開花し、種子が放出される。しかし、2011年は8月に開花していた。例年7-8月は乾季であるが、2011年の7-8月は雨続きであったため、それが関係していると推定される。

3. キリマンジャロとルウェンゾリ山の氷河縮小

キリマンジャロの1970年代の氷河分布図と2002年に調査された氷河分布図を比較するとその面積は半分以下になっている。ケニア山 (5,199 m) の氷河は主に気温上昇による融解によって縮小していると推定されるが、それより1000 m 近く標高の高いキリマンジャロ (5,895 m) では、積雪量の不足にともなう乾燥化によって、太陽放射による融解 (水が太陽放射そのものを吸収し、水そのものが昇温する結果生じる融解) が垂直な氷壁を後退させ (Mölg *et al.*, 2003)、氷河の水平な頂部の減量はおもに氷が直接気化する昇華 (乱流潜熱フラックス) によって (Mölg and Hardy, 2004)、乱流顕熱フラックス (気温そのものの上昇に伴い、気温が融点 (0度) に達することによって、その熱が伝わり氷を溶かす) による気温の影響はあまり受けていない (Kaser *et al.*, 2004) と言われてきた。実際に、キリマンジャロではそのような氷河縮小の形態である階段状の氷河や氷壁が見られ、キリマンジャロ山頂での50年に及ぶ気温データにおいても近年の上昇傾向は見られない。しかしながら、2009年には、氷柱など、融解水が再凍結した現象が頻繁に観察され、近年はどのような影響にせよ、融解による氷河縮小が進んでいると推定される。

アフリカ第三の高山であるルウェンゾリ山 (5,008 m) においても、スタンレー山群の氷河の減少は近年著しく進行している。これらアフリカの3つの高山の氷河は20年以内にはすべて消滅することが予想される。

20th century glacier changes with regard to the formation of glacier lakes and their hazard potential in the Central Andes

氷河湖の形成と災害危険度にかかわる中央アンデスにおける20世紀の氷河変動

University of Göttingen, Germany

(ドイツ ゲッチンゲン大学)

Lasafam Iturrizaga (ラサファム・イトリツァガ)



During the 20th century a dominant trend of glacier retreat has occurred throughout the Central Andes (8 - 35°). One of the most obvious signs of the ongoing glacier retreat is the formation of proglacial lakes developing in front of the receding glacier tongues. In particular the Cordillera Blanca, located in the outer tropics (8 - 10° S), experienced in the last century an exponential increase in the amount of proglacial lakes. Sudden catastrophic outbursts of these lakes, which have an average size of about 10 - 50 Mio m³, have caused a significant number of human losses and devastating effects for settlement areas and infrastructure. New proglacial lakes are still in the process of formation posing a challenge for an appropriate hazard management in times of a growing amount of settlements in areas designated as risk zones by glacier lake outbursts.

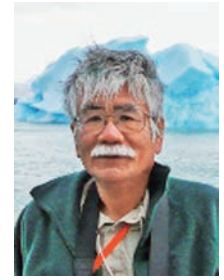
However this glacial hazard situation is not representative for the entire mountain range of the Central Andes. The Southern Central Andes of Chile, situated in subtropical latitudes (33 - 35° S), shows a similar glaciation cover as the Cordillera Blanca, but proglacial lakes are almost absent even though glacier retreat is also prevailing in this mountain range. Nevertheless, a distinct type of glacier lake exist which forms by tributary glaciers impounding the main river. The glacier-dammed lakes may attain the same size as proglacial lakes but show a different outburst pattern. The presentation will give an insight into the regional differences in the topographical, climatic and sedimentological settings which are responsible for the glacier lake formation in each of the study areas and consider the different settlement situations in regard to the hazard potential.

南緯8 - 35°に位置する中央アンデスでは、20世紀中、ほとんどの氷河が後退傾向にあった。こうした氷河の後退をもっとも象徴するのが、氷河末端部での氷河湖（氷河前縁湖）の形成である。特に、南緯8 - 10°の熱帯外縁に位置するコルディエラ・ブランカでは、氷河湖の数が指数関数的に急激に増加した。平均水量1000~5000万m³にも及ぶ突発的で壊滅的な氷河湖の決壊によって、多くの人命損失や集落、インフラ損壊が引き起こされてきた。氷河湖は今日もなお新たに形成されており、氷河湖決壊の危険域指定を受けた地域の集落数が増加する状況にあって、適切な災害対応への取り組みが課題である。

しかし、氷河にかかわるこの災害は、アンデス中央の山岳域全体での典型的な状況ではない。チリにある中央アンデス南部、南緯33 - 35°の亜熱帯地域では、コルディエラ・ブランカと同じような氷河が分布している。同じ様に氷河の後退が優勢なのにもかかわらず、氷河湖はほとんど形成されていない。一方で、支流から溢れ出た氷河が谷本流を堰き止めて形成する特有なタイプの氷河湖が存在する。このような氷河の堰き止めで湛水した「氷河湖」も氷河前縁湖と同規模に拡大しうるが、氷河湖の決壊は違った様相になる。講演では、中央アンデスそれぞれの地域で、地形、気候、堆積状況の地域的な違いが氷河湖形成の要因となっているか、また災害の可能性について村落の立地状況の違いから、それぞれ考察する。

(訳：朝日克彦)

南米・パタゴニアの氷河変動と地球温暖化



筑波大学
安仁屋 政 武

パタゴニア氷原の特徴

南米の南端に発達するパタゴニア氷原は、南北合わせて面積約17,200 km²の規模を持つ世界でも有数の氷体である。西経73°30′付近に沿って、北は南緯46°30′付近から南は南緯52°付近まで南北約500 km、幅約60 kmから8 kmで広がっている。現在は南緯47°付近のフィヨルドで面積4200 km²で主な溢流水河28個を持つ北パタゴニア氷原と、面積13,000 km²で主な溢流水河48個を持つ南パタゴニア氷原に分かれている。標高は海拔0メートルから3910 mまで変化するが、氷原の大部分は1000～1500 m付近に分布している。偏西風帯を遮るように分布しているため降水量が非常に多く、6000～10,000 mmと見積もられている。これが温暖な気温にも関わらず大きな氷原が発達している要因である。多涵養・多消耗の温暖氷河である。

変動の研究手法

演者はこれらの氷河を対象として1945年以降の詳しい氷河変動を、各種のリモート・センシング・データを使ってモニターしてきた。この地域で最も古いリモート・センシング・データはアメリカ軍が1945年に航空機で撮影したもので、これが近年の氷河変動のベースとなっている。

北パタゴニア氷原では1974–75年にチリ軍地理局が空中写真を撮影し、1980年代に5万分の1の地形図を作成した。これらを使い、28の主な溢流水河（氷原から流れ出る氷河）の詳しいインベントリー（台帳）を作成し、変動のモニターを1980年代後半から始めた。そして、現在まで小型航空機をチャーターして斜め写真の空撮を行い、21の氷河の変動を頻繁にモニタリングして、衛星データと併せて細かい変動を捉えその傾向と特徴を明らかにしてきた。

南パタゴニア氷原ではチリ軍地理局が1980年代の前半に空中写真を撮影したが、詳しい地形図は1990年代後半まで作成されなかった。このため1986年に撮像されたほぼ雲なしのランドサットTM画像をベースとして用い、空中写真判読によって48の主な氷河のインベントリーを作成し、1986年までの変動を明らかにした。その後、衛星データを使っていくつかの氷河の変動をアップデートした。

主な氷河の変動と海面変動への寄与

北パタゴニア氷原の溢流水河は全て後退しているが、後退量と後退傾向には大きな違いがある。例えば、北氷原で1位と2位の規模を持ち南北に隣り合っているサン・キンティン氷河（765 km²）とサン・ラファエル氷河（760 km²）である。前者は1980年代から後退スピードが増したのに対し、後者は1960年代～1980年代にパタゴニアで有数のスピードで後退したが、1990年代には小さな前進を何回か見せていて、最近では停滞傾向にある。1945年から2011年（2010–2011の夏）までの66年間で末

端後退の最大はレイチェル氷河の6.1 kmであるが、3 km以上の氷河は8つある。因みに最小は350 mである。末端後退による氷原の面積減少は118 km²（1.79 km²/年）である。個別ではサン・キンティン氷河の33.3 km²がずば抜けて大きく、次にサン・ラファエル氷河の12.6 km²、シュテフェン氷河（面積第3位の規模）の10 km²、レイチェル氷河の8.8 km²が続く。

南パタゴニア氷原の48の溢流水河のほとんどは1945年以降後退しているが、2つ例外がある。一つはペリート・モレーノ氷河で短期間の前進後退を細かく繰り返し、長い目で見るとほぼ停滞、もう一つは南米最大のピオXI氷河（面積1265 km²）で、現在でも前進している。これらの要因・理由は不明である。また、2～3の氷河の変動に大きなコントラストが認められる。すなわち1945年以降1986年までに12 km以上とパタゴニアで最大の末端後退をしたオヒギンズ氷河は86年以降、わずかな後退に止まっているのに対し、ウプサラ氷河は逆に1980年代から末端崩壊を伴う大きな後退を始め、その傾向は2000年代に入り加速されている。また、北端に位置するホルヘ・モント氷河も1990年頃から急激な後退を始め、20年間で10 km以上後退した。

Aniya (1998) は1945年からの氷河後退量と、幾つかの氷河表面高度低下の実測データと推測値を組み合わせ、1945–1996年の氷河後退休積を求め、南北パタゴニア氷原全体の海面変動への寄与を初めて推定した。これによると、51年間で1.93 ± 0.76 mm、年間に直すと0.038 mm ± 0.015 mmであった。これは同時期の海面変動の3.6%に相当する。

地球温暖化の議論が活発になったのに伴い、1990年代後半からパタゴニア氷原は注目され始め、さまざまな人工衛星により画像・高度データが取得されるようになった。そして、氷原の標高変化が衛星データを使ってある程度の精度で求められるようになり、失った水量がより正確に推測されるようになった。Rignot *et al.* (2003) は1968/1975–2000の水量減少は年海面変動（上昇）0.042 ± 0.002 mmに相当すると言っている。さらに最新の研究によると (Willis *et al.*, 2012)、2000–2012では年間0.067 ± 0.004 mmの海面上昇に寄与している。これらの研究により、氷河後退が加速されていることが示された。パタゴニアの氷河は単位面積当たりで見ると、アラスカの氷河よりも海面上昇への寄与が大きい。

後退要因

このようにパタゴニア氷原では1945年以降、大規模な氷河後退が進んでいる。これを直接説明するような氷原上、あるいはすぐ側での気温・降水量などの気象データは皆無である。しかし、パタゴニア地域全体の気温解析では20世紀に入り、0.4–2.0℃の気温上昇が報告されている。従って、パタゴニア氷原の大規模な後退に地球温暖化が大きく寄与していることは間違いないと言える。

地球最大の氷床の謎：南極氷床の変化と地球環境に与える影響



国立極地研究所
三浦英樹

南極氷床は、現存する地球上の氷河の約90%を占める地球最大の氷床である。南極氷床は、南極横断山地以東の東南極氷床とその西側の西南極氷床に区分される。東南極氷床は大部分が陸上に位置するのに対して、西南極氷床は氷床底面が海水準より低い海洋性氷床となっており、両者の性質は大きく異なる。

もし、南極氷床がすべて融解すると、海面は約60m上昇すると考えられている。すべて融解することがなくても、この巨大な南極氷床のわずかな変動は、海水準の変動ばかりでなく、海洋循環の変化を引き起こすことで広域の気候変動を生じさせる可能性もある。そのため、南極氷床がいつ、どのようなときに変動（拡大や縮小）するのかを知ることは重要である。この変動の原因とメカニズムを明らかにするためには、現在と比較して、過去に生じた南極氷床の変化の実態を知ることが鍵になる。過去数十年程度の最近の変動の様子は、近年進展した、氷床高度や衛星重力、氷床の流動速度の観測を行う人工衛星データによって明らかにされている。しかし、広大な南極氷床に対してデータが少ないために、いずれの方法においても様々な見解や解釈、問題点が存在しており、いまだに統一した見解は得られていない。地球の平均地表気温の上昇が観測されている過去10数年間では、標高が高く寒冷な東南極氷床の内陸部では降雪が増大することで氷厚が増大しているが、海岸部では氷床表面の融解や棚氷の流出によって氷厚が減少しているのに対して、西南極氷床は全体として縮小してきたことが報告されている。一方、衛星重力データによる観測では、これまで安定あるいはわずかに増加していると考えられてきた東南極氷床も融解しているとする報告もある。しかし、衛星データの手法ごとに観測結果のばらつきが大きく、将来の海面変化の予測を行うには、まだ精度が不十分であり、衛星データの検証のためにも、地上観測がますます重要になってきている。

南極氷床の変動の実態が十分に明らかにされていないために、変動のメカニズムについても多くのアイデアが提示されるとともに疑問も残されている。例えば、氷床が縮小するメカニズムについては、気温の上昇によって雪氷が融解して水になり氷河全体の雪氷の質量収支が減少してゆくといった単純な現象だけではなく、逆に、降雪の増大が雪氷の収支を増加させることもある。また、最近の研究では、氷床表面の融解水が氷床中の通路を通じて氷床底面に到達することで、それが一種の潤滑剤となって、特定の場所の氷の流動を加速させて、陸から海に排出する氷床量を短時間に増大させるメカニズムも提示されている。さらに、海水温の上昇や氷床融解水が棚氷に浸透することで棚氷が脆弱化して崩壊し、棚氷の支持を失った陸上氷床末端が急激に海に流出するメカニズムも注目されている。特に、西南極氷床は、氷床底面が海水準より低いために、周囲の棚氷の崩壊によって支持を失うとともに浮力が働くことで、より一層不安定になって、急速に氷床全体が崩壊する可能性を指摘する研究者もいる。氷床底面における流動メカニズムや棚氷の崩壊が氷床変動に与える意味の評価は現在も活発に議論されている。

地球温暖化に対する南極氷床の変動と海面変化の上昇量や上昇速度をより具体的に検討するためには、現在や近い過去の観測と並んで、地質学的な記録から明らかにされる長いタイムスケールの氷床変動の歴史も、重要な鍵になる。特に、現間氷期より温暖であったとされる約13万年前の最終間氷期と呼ばれる時代には、グリーンランド氷床とともに西南極氷床の一部も融解していた可能性が指摘されており、この時代の古環境や氷床変動、海水準変動の研究は、将来の温暖化した地球環境下の南極氷床の変化を予測するうえでのアナロジーとして現在注目されている。

Past and future of Alpine glaciers

山岳氷河の過去と将来

The University of Tokyo (東京大学)
Heinz Blatter (ハインツ・ブラッター)



About 2365 glaciers are recorded in the Swiss Alps, from the largest Aletsch Glacier with 23 km length down to many small ice fields of a few 100 meters in size. Direct observations of a few glaciers in the Swiss Alps started as early as the beginning of the 18th century, systematic monitoring of glacier lengths of up to 100 glaciers started around 1880 and is continued today. Since a maximum extent of glacier area and volume in the early 19th century, the glaciers generally retreated and thinned except for shorter periods of smaller advances. It is estimated that roughly half of the ice disappeared that existed in the Swiss Alps in the early 19th century. The trend has intensified in recent years and is expected to continue in the future even if the climate were not warming further. The estimated total ice volume in Swiss glaciers is estimated at $74 \pm 9 \text{ km}^3$ in 1999 and 12 % of this ice disappeared until 2008, in only 10 years. Systematic radar sounding and volume estimates of selected large glaciers in Switzerland showed that 88 % of the volume of glacier ice is contained in the 59 largest glaciers. To predict the future evolution of the amount of glacier ice it is therefore sufficient to investigate the largest glaciers and a small sample of smaller glaciers.

In recent years, we developed a numerical model to compute the evolution of thickness and length of glaciers, if a map of the glacier surface and of the base are available, if the mass balance input is given. The mass balance can be derived from a meteorological input in the form of snow precipitation and air temperature. With this mass balance model, model runs can be performed for future climatic scenarios. The model results show that even for the present climate (2000–2008), the large glaciers may disappear or only survive in small areas above about 3500 m above sea level by the end of this century, small glacier below this altitude will totally disappear. The same trend of glacier retreat and shrinking ice volumes is observed and predicted for the future in the entire Alps (France, Italy, Germany and Austria), and likely worldwide.

スイスアルプスには、長さ23 kmで最大面積のアレッチ氷河から数百メートルサイズの小氷河まで、2365の氷河が存在する。早くも18世紀初頭にはいくつかの氷河で観測が始まり、1880年頃までには組織的な氷河観測が100ヶ所ほどで行われるまでになった。これらの調査は今日まで継続している。氷河の大きさや氷の体積が19世紀初頭に拡大して以降、短期的に小さな前進があった以外、全般的には氷河は後退し薄くなってきた。19世紀初頭と比べ、おおよそ氷河域の半分が消滅したと見積もられている。氷河の融解は近年ますます進む傾向にあり、仮に気候が温暖化しない場合でも、将来も融解は継続するだろうと推測される。1999年のスイスの氷河の推定総体積 $74 \pm 9 \text{ km}^3$ のうち、2008年までの僅か10年でその12%が融解した。スイスのいくつかの氷河で実施したレーダー探査による氷の総量の見積もりによると、59番目までの大型氷河でスイス全氷河の体積の88%を占めていることが分かった。したがって、最大面積の氷河と少数の小型氷河での観測で将来の氷河水の量の変化を見積もれる。

最近私たちの研究室では、氷河の表面と氷河底の地形図をもとに、氷の涵養量を入力すれば、氷河の長さや氷厚の変化を予測する数値モデルを開発した。ここで、氷河の質量収支は、降雪量と気温のデータから得られる。この質量収支モデルを使って、将来の気候変化のシナリオを計算できる。この結果、仮に2000～2008年の現在の気候状態であってさえ、今世紀末までには、大型氷河でも消滅あるいは標高3500 m以上の場所にわずかな面積が残存するだけになり、3500 m以下の標高にある小型氷河は完璧に消滅するであろう。こうした氷河の末端後退と体積の減少傾向は、フランス、イタリア、ドイツ、オーストリアを含むアルプス全域で観測され、予測もされている。また世界的な傾向でもあろう。

(訳：朝日克彦)

「2012年度信州フィールド科学賞」授賞式及び記念シンポジウムの報告

11月10日(土)信州大学松本キャンパスにおいて「2012年度信州フィールド科学賞」授賞式及び記念シンポジウムを開催致しました。

今年度の信州フィールド科学賞には、産業技術総合研究所の西来邦章さん(研究課題:中部山岳地域、諏訪ハヶ岳火山地域の火山発達に関する研究)、信州フィールド科学奨励賞I種(高校生)には、青森県立名久井農業高等学校・草花班の皆さん(調査課題:津波被害を受けた青森県八戸市のサクラソウ自生地に関する研究)が選ばれました。また、今年度は、群馬県立尾瀬高等学校・理科部の皆さん(調査課題:尾瀬のニホンジカ調査2012—ライトセンサス・フィールドサイン調査と採食植物の変化—)が、これまで積み重ねてきた調査への努力とその成果及びさらなる研究に励んでいただくことを期待し、信州フィールド科学努力賞I種(高校生)に選ばれました。

授賞式では、各賞の受賞者へ賞状及び賞金が手渡され、調査課題の内容紹介をしていただきました。

引き続き、「フィールド事象から見た中部山岳地域の形成史と火山活動」をテーマに記念シンポジウムが行われ、信州フィールド科学賞を受賞した西来邦章さんより受賞記念講演「火成活動場の変遷から見た諏訪—ハヶ岳火山地域の形成史」をご講演をはじめ、高知大学の藤内智士さん、日本原子力研究開発機構の末岡 茂さんからご講演いただきました。

多くの皆様にご来場いただき、ありがとうございました。

受賞者の研究内容およびシンポジウムの講演要旨は、前号のニュースレター第34号に掲載しております。



表紙の写真：ネパール・ヒマラヤ、ゾンラ氷河の変化

ネパールでは組織的な氷河調査が1970年代に日本人研究者によって始まり、これ以降氷河の変化を継続的に観測している。その中のひとつ、エベレスト山域のゾンラ氷河の変化を紹介する。この氷河は面積1.18 km²、氷河は標高6159 mの山頂から掛かり、末端の高度は5280 m(いずれも1992年)。かなり小さな氷河の部類に入る。

この氷河では1975年に観測基点が設置されたものの、逸失、1989年にあらためて設置し直し、それ以降の氷河の変化が記録されている。1989年から今年、2012年までの23年間で182 m、氷河の末端が後退した。1年あたりの氷河の後退速度は、1989年から1997年までの8年間では9.1 m、その後2004年までの7年間では11.8 m、さらに2012年までの8年間では3.3 m、後退が加速しているとまでは断定できないが、少なくとも後退は継続している。末端付近の氷が薄くなった様子も写真に見取れる。

こうした現場での観測記録はきわめて貴重。空気の薄い高所まで、測量機材を背負って延々歩くのは「ずく」のいるシゴト。継続は力なり、かもしれない。

(山岳科学総合研究所 朝日克彦)

研究所 行事日誌 (2012年12月)

- 12月8日(土) 国際シンポジウム「地球温暖化をめぐる世界の氷河」
「挨拶」(山岳科学総合研究所・鈴木啓助)、「趣旨説明」(山岳科学総合研究所・朝日克彦)、「Shrinking glaciers of the Himalaya-consequence of the climate change」(ネパール トリブヴァン大学・ビシャル・ウブレティ)、「地球温暖化によるアフリカの熱帯高山の氷河縮小と生態系の変化」(京都大学・水野一晴)、「20th century glacier changes with regard to the formation of glacier lakes and their hazard potential in the Central Andes」(ドイツ ゲッティンゲン大学・ラサファム・イトリツァガ)、「南米・パタゴニアの氷河変動と地球温暖化」(筑波大学・安仁屋政武)、「地球最大の氷床の謎：南極氷床の変化と地球環境に与える影響」(国立極地研究所・三浦英樹)、「Past and future of Alpine glaciers」(東京大学・ハインツ・ブラッター)
- 12月14日(金) 中部山岳地域環境変動研究機構一般講演会「私たちの山が教えてくれること」(於 飛騨・生活文化センター/芸術堂)

山岳科学総合研究所ニュースレター 第35号

発行日：2012年12月19日

発行責任者：鈴木啓助

編集・発行：信州大学山岳科学総合研究所 情報企画チーム

〒390-8621 長野県松本市旭3-1-1

TEL:0263-37-2342 FAX:0263-37-2438

E-mail: suims@shinshu-u.ac.jp



掲載されている内容全ての無断転載を禁じます。著作権は著者及び信州大学山岳科学総合研究所に帰属します。