

報 告

2004-2007 年寒極東シベリア山岳周辺地域における 雪氷観測報告

杉浦幸之助¹⁾, 高橋修平²⁾, 亀田貴雄²⁾, 榎本浩之²⁾,

Yuliy KONONOV³⁾, Maria ANANICHEVA³⁾

要 旨

国際極年 2007-2008 に向けて、寒極東シベリア山岳周辺地域の雪氷学的観測データを取得するために、スントル・ハイアタ山脈とオイミヤコンを中心とした観測研究を 2004 年から 2007 年まで実施した。この山岳周辺地域は、半世紀前の 1957/58 年国際地球観測年に旧ソ連により集中的に観測が実施されたものの、その後はほとんど観測が実施されていない地域である。今回の観測では各地に各種観測測器を設置して、気温、地温、降水量、積雪深、日射、風向風速、スントル・ハイアタ山脈氷河の形態などの観測データを得ることができた。これにより国際地球観測年から約 50 年後の寒極東シベリア山岳域の雪氷変動の実態を把握することができると期待される。また本実地踏査の結果、ヤクーツクから観測地までの空路は天候に左右されること、一方マガダンから観測地までの陸路はかなり脆弱で、今後夏期のルート選定には注意を要することがわかった。

キーワード：国際極年 2007-2008, 寒極, シベリア, 雪氷観測

Key words: International Polar Year 2007-2008, the pole of cold, Siberia, cryospheric observation

1. はじめに

2004 年から 2007 年までの 4 年間、科研費「研究課題：国際極年における東シベリアの氷河分布調査および雪氷学的観測、高橋修平研究代表（北見工大）」の観測研究を実施した。

北半球の寒極と呼ばれている地域を中心の観測地とし、氷河が分布するスントル・ハイアタ山脈や -71.2°C の最低気温を記録したオイミヤコン、オホーツク海北端のマガダンを含む、北極海とオホーツク海の分水嶺が対象である。1957/58 年の

国際地球観測年（IGY : International Geophysical Year）には旧ソ連によってスントル・ハイアタ山脈地域に気象観測所が設置され、氷河観測が集中的に実施された地域である。その後、旧ソ連では南極や北極で観測が実施されたのに対して、2001 年 7 月に日本とロシア共同の予察調査が行われたものの（Yamada *et al.*, 2002）、ここではほとんど観測が実施されていなかった。そして 50 年後の国際極年 2007-2008（International Polar Year 2007-2008）に各国は再び極域観測を国際共同で実施することになり、本観測研究が開始した。

観測初年 2004 年度の現地状況および活動内容は杉浦（2005）で紹介し、最終年度の地域観測を 2007 年 9 月に終えた。今回はこれまでの実地踏査をまとめて報告する。

1) 海洋研究開発機構・地球環境観測研究センター

〒237-0061 横須賀市夏島町 2-15

2) 北見工業大学

〒090-8507 北海道北見市公園町 165

3) Institute of Geography, Russian Academy of Sciences,

Staromonetny 29, Moscow, 109017, Russia

2. 観測方法

2.1 観測体制と期間

2004 年から 2007 年まで実際に現地観測に参加した観測班を下記に示す (敬称略)。

初年度 2004 年の観測班は、高橋、亀田、杉浦、Kononov, Koudriavtsev (ロシア地理学協会), Kizyakov (ロシア科学アカデミー・地球雪氷圏研究所シベリア支所) の 6 名である。7 月 25 日に出国し、8 月 10 日に帰国した。

2005 年の観測班は、高橋、杉浦、Kononov, Ananicheva, Sanborsky (モスクワ大学) の 5 名で、9 月 4 日に出国し、20 日に帰国した。

2006 年の観測班は、高橋、榎本、杉浦、Kononov, Sanborsky の 5 名、出国 9 月 2 日、帰国 18 日という日程であった。

最終年度 2007 年の観測班は、亀田、杉浦、Kononov, Sanborsky の 4 名で、9 月 7 日に出国し、24 日に帰国した。

通信手段としては、一般の国際ローミング対応携帯電話に加えて、イリジウム衛星携帯電話も携行して、複数の手段を確保した。

2.2 観測行程

オイミヤコンは、ヤクーツクからオホーツク海沿岸のマガダンを経るコリマ街道のほぼ中央に位置しており、それぞれから約 1000 km の距離である。マガダンからオイミヤコンは陸路で続いているが、ヤクーツクからの場合、レナ川とアルダン川を渡る必要がある。冬期は川が凍結するため地続きとなるが、夏期にはフェリーを利用することになる。しかしフェリーの発着時間は現地でないと得ることができないため、日本からはオイミヤコンまでの到着日数が計画しづらいという難点がある。いずれの年もオイミヤコンを拠点として観測を実施した。これまでの行程を図 1 に示す。

移動手段として、2004 年はヤクーツクからウスチネラまで、プロペラの航空機 (AH-24) を利用した。ここから小型ボート (YAMAHA, 25 馬力, 図 2a) でその日のうちにオイミヤコンに到着する予定であった。しかし大雨のためインジギルカ川が増水して洪水となり、途中で 3 日も待機することになった。その後、オイミヤコンからスantal・ハイアタ山脈までの行程と復路のヤクーツクまではヘリコプター (Mil-8, 図 2b) を利用した。2004 年と

2005 年のいずれも、オイミヤコン内の移動にはロシア製 UAZ-452 の 4WD トラックを使用した。また 2005 年は、ヤクーツクからオイミヤコンとスantal・ハイアタ山脈までの区間、往復ヘリ (Mil-8) を利用した。なおヤクーツクまでは、いずれの年も新潟からウラジオストックを経由している。

2004 年と 2005 年は、ヤクーツクからオイミヤコンに向かったが、2006 年と 2007 年は、マガダンからオイミヤコンに向かい、コリマ街道を通る陸路で移動した。コリマ街道を使いオイミヤコンに向かうには、トムトル (オイミヤコン地区ではあるが最低気温 -71.2°C を記録したところではない) からは北方面へ細道をたどることになる。万が一に備えて、現地の運転手でレスキューオフィサーでもある 2 名を加えた体制でオイミヤコンへ向かった。悪路で移動距離が長く、また途中キャンプの必要があることなどのため、大型のトラック (6WD の KAMAZ U310, antelope, 280 馬力のディーゼルで、タンクは通常 250 L を 500 L に改造, 図 2c) を使用した。なおマガダンまでは、2006 年はウラジオストックを、2007 年はハバロフスクを経由した。ウラジオストック経由とハバロフスク経由とではフライトの曜日が異なるため、観測内容とスケジュールとの兼ね合いで、いずれかが選択された。

2.3 観測機器

今回の水河および雪氷観測では以下の測器を用いた。なお、広域に多地点を計測する場合は盗難、故障、輸出入規制などを想定してできるだけ被害を少なくするように、安価なものを用いている。

気温および地温は、自動で通年の気温を計測・記録でき、防水性が高く、小型で、低温の測定範囲が広い (-60°C まで) サーミスタ温度計 (TR-52S, ティアンドデイ) を用いた。気温を計測する際には、直達および散乱日射や降水を遮断するためにシールドが取り付けられている (図 3)。地温を計測する際には、シリカゲルとともに密閉プラスチック容器内に温度計自体を入れ、地面に埋め込んでいる (図 4)。

降水量は、通年の総降水量を計測するために、貯水部分は現地で市販されている飲料水ペットボトル、受水部分は 45 mm 径ロートで構成される、簡易降水量計を作成した (図 5)。ここでロートの

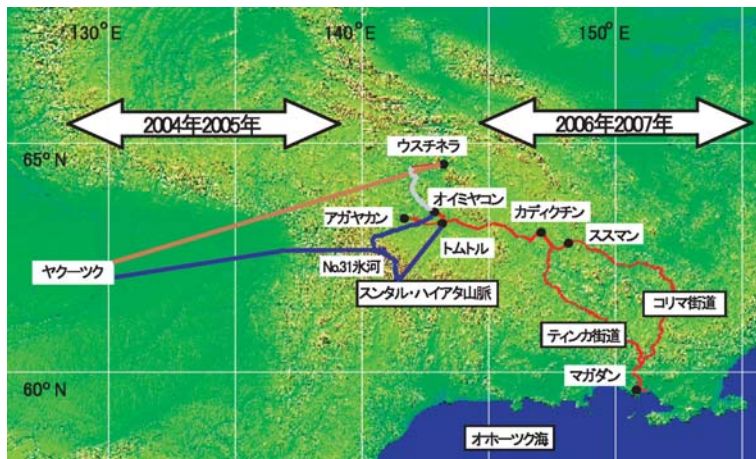


図 1 2004 年から 2007 年までの観測行程. ■の軌跡はプロペラ航空機, ■は小型ボート, ■はヘリコプター, ■は大型トラックを利用.



図 2 観測で利用した主な移動手段. (a) 小型ボート, (b) ヘリコプター, (c) 大型トラック.



図 3 気温計. 北見工大作成の自然通風式シールドが付いている.

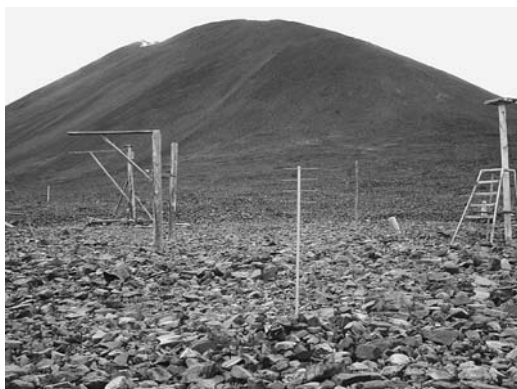


図 6 最大積雪深計 (中央部分に見える). なお両端には 1957/58 の国際地球観測年当時に使用された測器の残骸が見える.



図 4 地温計. 密閉プラスチック容器で防水している.



図 5 簡易降水量計. ここではロシア製 1 L のペットボトルを使用した.

口径が 45 mm と小さいのは, 現地で容易に入手することができる 1 L 程度のペットボトルを貯水器として利用するには, 年間降水量を 500 mm,

ロートの捕捉率を 50% と想定すると, 降水の貯留は 398 mL になり, サイズがちょうど適しているためである. 設置時, 降水の蒸発防止のため, 貯水部分にケロシンを入れている. ここで捕捉されるのは主に雨である. 雪は捕捉率が悪いことを考慮すると, 貯留水が雪起源である割合は十分小さいと考えられる.

積雪深に関しては, 針金を用いた簡易最大積雪深計を設置した (図 6). 積雪の自重で針金が下方に折れ曲がるが, 折れ曲がりの境界の位置から最大積雪深を計測するものである.

なお日射 (KDC-S 11-PCM 01 と KADEC-UP, コーナーシステム) と風向風速 (KDC-S 4 と KADEC-KAZE, コーナーシステム) に関しては, 氷河周辺とオイミヤコンの 2 点で, 正確に計測できるようなシステムを組んでいる (図 7).

氷河の形態や温度分布は, ヘリコプターからビデオカメラ 3 台と赤外線カメラ 1 台を用いて計測した.

また海水の生成や発達時期, さらに積雪深を調べるために, 自動で通年にわたり一定時間ごとの状況画像を撮影して記録できるカメラ機能内蔵のデータロガーを用いた (KADEC-EYE, コーナーシステム). 内蔵電池にリチウム電池を加え, 耐環境仕様 IC カードにより, 低温に対応できるように構成している (図 8).



図 7 日射計と風向風速計. ここには気温計 (Pt100 と KADEC-US, コーナーシステム), 簡易降水量計, 積雪深計, カメラ機能内蔵データロガーも設置している.



図 8 カメラ機能内蔵のデータロガー. 盗難などを避けるため樹木と同じ色彩にしている.

3. 実地踏査

3.1 観測機器設置と回収結果

2004 年に, スンタル・ハイアタ山脈およびオイミヤコン街道沿いに観測測器 (日射計, 風向風速計, 気温計, 積雪深計, カメラ機能内蔵データロガー, 簡易降水量計, 最大積雪深計) を設置し, 2005 年に回収した. No. 31 氷河末端付近とスンタル・ハイアタ山脈の斜面に広域に設置した測器はすべて回収でき, またオイミヤコンとトムトルの民家敷地内に設置した測器もすべて回収できた. 気温計もすべて回収できたものの, 特に, オイミヤコンとトムトル間に設置した簡易降水量計と最大積雪深計は, 破壊または紛失していたものもあった. 街道からやや奥まった地点に設置した

が, ある程度人の行き来がある場所であり, 家畜も広い範囲に放牧されていたことなどが原因と思われる. オイミヤコンとトムトル間の街道沿いに通常の測器を設置する際には, 街道から離れた地点に柵を設けて設置するなどの工夫が必要であろう.

2006 年にはマガダンからオイミヤコンを過ぎたアガヤカンまでのコリマ街道沿い (気温計, 地温計, 簡易降水量計) とマガダン近郊のオホツク海沿岸 (カメラ機能内蔵データロガー, 気温計, 地温計, 簡易降水量計) に観測機器を設置し, 2007 年に回収した. 最終的には, 簡易降水量計 1 地点のみが熊などの大型動物によって壊されていたものの (動物の毛が付着していた), 他はすべて回収することができた. 測器を設置したコリマ街道に関しては, 人もあまり通らず, 放牧されている家畜も見当たらなかったため, 被害はほとんどなかった.

3.2 空路 (ヤクーツク-スンタル・ハイアタ山脈とオイミヤコン間)

ヤクーツクからオイミヤコンまで, ヘリコプターを利用して 1 日でたどり着くことは可能であるが, 途中ハンディガで燃料を補給することになる. オイミヤコンとスンタル・ハイアタ山脈 No. 31 氷河までは 1 時間半程度である. ヘリコプターは目視操縦のため, 視程が悪い時や, 雲の高さが低い場合などは飛行できず, 実際 2004 年に No. 31 氷河周辺に観測機器を設置した際には, オイミヤコンからの出発が 2 日延びた.

また 2004 年から 2005 年にかけて, ヘリコプターのチャーター代は高騰している. 2004 年は 1 時間当たり約 43,600 ルーブル (約 165,000 円相当), 2005 年は約 50,400 ルーブル (約 203,000 円相当) であった.

3.3 陸路 (マガダン-オイミヤコン間)

マガダン市内中心部からマガダン空港までの道路はよく整備されており, 比較的高速で通行できる. マガダンを過ぎるとススマンという大きな街がある. 道中, 街道からやや離れたところに, 壊れた防雪柵が設置されていた. 吹きだめ柵のようなものである (図 9). 聞くとところによると, 旧ソ連スターリン時代に設置されたが, それ以来補修されることなく, そのまま放置されているということであった.

ススマンを過ぎ, カディクチンという街で T 字路を西に左折する道が, オイミヤコンまでの陸路



図 9 コリマ街道沿いに設置された防雪柵。道からやや離れた奥の写真左中央付近に壊れた防雪柵が見える。

になる。ここで左折しないと、ウスチネラを経由して、オイミヤコンの北側を迂回する方向へ進むことになる。新コリマ街道と呼ばれているこの道は、いずれ完成するとキューベメという街でコリマ街道につながる計画であり、比較的道路状態のよいこの道を利用してオイミヤコンまで行けるようになるらしい。市販の地図帳では、現在のコリマ街道がこの地域唯一の道として載っているが、カディクチンからサハ共和国の国境までは、かなり道路状態が悪い。

カディクチンから左折し 3km ほどのところに、ほとんど原形をとどめていない壊れた橋がある。そのため、トラックは川の中を通ることになる。しかし川岸はえぐられており、川底との段差も大きいことから、流量が多いとトラックでも渡ることができなくなる。2006 年はタイヤの空気を一部抜いて、地面との接触面積を増やすことにより川を渡りきったが、2007 年は川岸がさらにえぐられており、かつ川はより急流になっていた。100m ほど上流に川幅がやや広く、流れも遅く、浅い箇所があったので、そこまで林の中を通り抜け、そこから川を渡りきることができた。このような箇所は所々見受けられた (図 10)。

その後は所々水溜りのある凹凸道が続いているが、途中平野が広がっており、そこではかつて気温や降水量などの気象観測を行っていた形跡があった。

そこからのコリマ街道の状態はさらに悪化して



図 10 崩れ落ちた橋。右に黒い壊れた橋の残骸が見える。



図 11 ひび割れたコリマ街道。

いき、トラックの車輪幅ぎりぎりまでひび割れが迫っていたり (図 11)、道幅全体が陥没していて、何本もの倒木で陥没部分が埋められている箇所もあった。

マガダン州とサハ共和国の境界周辺は湿地帯となっており、所々深い水溜りができていた。底が泥のため、水溜りの深さが確認できない。時には大きくへこんでいて、深い泥穴に陥ると抜け出すのは容易ではない。国境を過ぎ、サハ共和国に入ると道は比較的よい状態になるが、国境付近にはさらに大きな水溜りがあった。2007 年には我々と同じタイプの 6 輪車トラックがこの水溜りに埋まり、まったく動きが取れなくなっていた (図 12)。

オイミヤコンに近づくとインジギルカ川に架かる大きな橋を渡ることになるが、この橋もだいぶ古びており、一部、橋面の木材部分が壊れていた。

コリマ街道のトムトルからオイミヤコンに通じる道も、細く凹凸があり、車 1 台が通るだけの幅



図 12 窪みにはまった白いトラック。牽引を試みる。



図 13 ティンカ街道の防雪対策構造。

になっていた。トムトルからオイミヤコンまでは片道 1 時間半程度である。

マガダンからオイミヤコンは、片道およそ 1000km で、特に大きな事故がなく、また移動するだけであれば、最短 2 泊 3 日で辿り着くことができる。測器を設置しながらの場合は 3 泊 4 日となる。途中のカディクチンから国境を過ぎてオイミヤコンに向かう悪路では、2006 年も 2007 年も一度も対向車とすれ違わなかった。

マガダンからオイミヤコンまでの陸路のうち、マガダンからカディクチン付近までは南方面に伸びているティンカ街道を利用することも可能である。この山道の方がコリマ街道より 100 km 程度近いが、コリマ街道と比べると道路状態が少し悪く、その分低速となってしまう。ティンカ街道では所々、古い橋にかわって新しい橋が建設中で、工事が進んでいた。この道は高い盛土になっていて、それが冬期には吹雪による視程悪化を防ぐ防雪構造となっているようだ (図 13)。

現在壊れている橋は、1980 年代後半にはすでに、すべて壊れていたようである。このように、カディクチンからオイミヤコンまでのコリマ街道に関しては、年々状態が悪化しており、修復の見込みもないため、近いうちに夏期には通行できなくなる可能性があると思われる。

3.4 宿泊施設

コリマ街道のススマンにはホテルがあり、2006 年に宿泊したが、お湯は出ない。料金は、5 名 2 室 1 泊で 1 名当たり約 270 ルーブル (約 1,200 円相当) であった。

トムトルにはホテルが 1 つある (「The Pole of Cold」Hotel)。そこは 3 年前に完成したばかりで、完成する前は民家に宿泊した。新しくできたこのホテルはコリマ街道沿いのトムトルを流れる川岸にあり、料金は、2 名 1 室 1 泊朝・夕食込みで、2006 年は 1 名当たり約 1,100 ルーブル (約 5,200 円相当)、2007 年は約 1,500 ルーブル (約 7,200 円相当) で、1 年で 40% 弱値上がりしていた。しかも 2007 年のルーブルの換算レートは 1 ルーブルおよそ 5 円で、以前に比べ円安となっている。

4. 最後に

初年度 2004 年にヤクーツク入りした際に、レーニン大通りの市役所の向かいの地図店から、ヤクーツク-ハンディガ-マガダン間の 20 万分の 1 のロードマップを購入した。緯度経度は記載されていないが、方位と道路距離が明記されており、観測時に有用であった。ヤクーツクからは空路と河川路を、マガダンからは陸路を利用したが、いずれのルートでも日程を組み立てる際には十分な余裕が必要である。

なお、各種データの解析結果に関しては、今後個別に発表される予定である。

最後に、これまで回収した気温の記録によれば、オイミヤコンでは 2005 年 1 月に -59.2°C を記録し、2007 年 1 月には -59.7°C を記録した。過去の記録の -71.2°C には及ばなかったが、ここはやはり南極以外での世界の「寒極」なのかもしれない。

文 献

杉浦幸之助, 2005: 寒極東シベリアのオイミヤコンおよび
ブシタル・ハイアタ地域観測. 雪氷, **67**, 66-69.
Yamada, T., Takahashi, S., Shiraiwa, T., Fujii, Y.,

Kononov, Y., Ananicheva, M.D., Koreisha, M.M.,
Muravyev, Y.D. and Samborsky, T., 2002: Recon-
naissance on the No. 31 Glacier in the Suntar-
Khayata Range, Sakha Republic, Russian Federa-
tion. Bulletin of Glaciological Research, **19**, 101-
106.

**Cryospheric observations in the mountainous regions of eastern Siberia,
the pole of cold, for 2004-2007**

Konosuke SUGIURA¹⁾, Shuhei TAKAHASHI²⁾, Takao KAMEDA²⁾, Hiroyuki ENOMOTO²⁾,
Yuliy KONONOV³⁾ and Maria ANANICHEVA³⁾

*1) Institute of Observational Research for Global Change (IORGC)/Japan Agency
for Marine-Earth Science and Technology (JAMSTEC),
2-15, Natsushima-cho, Yokosuka, 237-0061*

*2) Kitami Institute of Technology,
165, Koen-cho, Kitami 090-8507*

*3) Institute of Geography, Russian Academy of Sciences,
Staromonetny 29, Moscow, 109017, Russia*

(2008 年 5 月 14 日受付, 2008 年 5 月 30 日受理)