

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成25年6月28日現在

機関番号：82706

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2010～2012

課題番号：22540456

研究課題名（和文）雪氷圏における吹雪昇華が大気に与える影響

研究課題名（英文）Effects of blowing snow sublimation on the atmosphere in the cryosphere

研究代表者

杉浦 幸之助 (SUGIURA KONOSUKE)

独立行政法人海洋研究開発機構・地球環境変動領域・主任研究員

研究者番号：80344307

研究成果の概要（和文）：

本研究では、野外観測及び低温風洞実験を実施して吹雪モデルを構築し、吹雪からの昇華が大気に対してどれくらい影響があるのか、長期再解析の気候データセットを用いて全球スケールで調べた。吹雪発生の地域特性、吹雪昇華の季節変動及び年々変動を明らかにし、近年の気候変化に伴う吹雪昇華の応答性が示された。

研究成果の概要（英文）：

Field and wind-tunnel observations were carried out and a blowing snow model to estimate blowing-snow sublimation was developed. Using reanalysis products, the effect of blowing-snow sublimation was investigated on a global scale. The regional characteristics of blowing-snow occurrence, the seasonal and interannual variations of blowing-snow sublimation were clarified, and response of blowing-snow sublimation under conditions of recent climate change was shown.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2010年度	2,500,000	750,000	3,250,000
2011年度	600,000	180,000	780,000
2012年度	500,000	150,000	650,000
年度			
年度			
総計	3,600,000	1,080,000	4,680,000

研究分野：数物系科学

科研費の分科・細目：地球惑星科学・気象・海洋物理・陸水学

キーワード：モデル化、水圏現象、自然現象観測・予測、気象学、吹雪

1. 研究開始当初の背景

積雪域に強風が吹くと、堆積している雪粒子は再び空中を舞い、大気及び積雪とエネルギー交換をしながら、風下に運ばれていくことになる。この吹雪現象は、陸上のみならず海氷上を含む広大な雪氷圏積雪域に発生することから、雪粒子と大気及び積雪とのエネルギー交換の影響は広範囲に及ぶと考えられる。

一方、近年では吹雪の構造に関するモデル化も進んでおり、様々な物理法則を組み込んだ吹雪モデルが国内及び国外で発表されている。しかし、局所的に発生する吹雪を、広域なスケールで把握するといった観点からの吹雪研究はまだ少ない。全球雪氷圏の大気最下層を表現する物理過程の1つとして吹雪を捉え、吹雪からの昇華が大気に対して、全球雪

氷圏スケールではいったいどのような影響を及ぼすのかといった研究までには至っていない。

このようなことからこれまで、大気とのエネルギー交換を明らかにする吹雪の物理モデルを構築してきたが、今後はこのモデルを拡張して全球雪氷圏スケールに対応させる必要がある。

2. 研究の目的

全球雪氷圏において、吹雪からの昇華が大気に対してどれくらい影響があるのか、低温風洞実験・野外観測・吹雪モデルを駆使して多角的に解明する。

3. 研究の方法

(1) 低温風洞実験

防災科学技術研究所雪氷防災研究センター新庄支所の雪氷防災実験棟に設置されている大型低温風洞装置(断面積1m×1m、測定長12m)を使用した。野外に実際降り積もった雪を風洞床に敷き詰め、任意の速さの風を発生させて、風上端から雪を供給し、同時に気温及び湿度を変化させて、吹雪の再現実験を実施した。

(2) 野外観測

吹雪観測のために、空中を舞う雪粒子のナンバーストックスを粒径毎に非接触で自動カウントする装置(スノーパーティクルカウンター、SPC)を使用した。ステップ気候に相当するモンゴルの北東部Tuul川流域、ツンドラ気候に相当するアメリカのアラスカ州Toolik湖域、さらに国内の札幌と芽室に設置して、冬季に長期間にわたって野外観測を実施した。

(3) 再解析データ

長期間にわたり、全球雪氷圏スケールで、吹雪が大気や積雪に対してどのような影響を及ぼすのかを明らかにするため、長期再解析の気候データセット(JRA25)を使用した。

4. 研究成果

低温風洞実験及び野外観測から、吹雪が発生すると雪粒子からの昇華により水蒸気密度が増大するものの、飽和状態には達していないことが確認された。そして雪粒子からの昇華量を見積もるために、風速、気温、地表面温度、積雪深、海水の有無を関数とした数値モデルを構築した。1979年から2004年までの26年間のJRA25再解析データセットを用いて、全球で吹雪から大気への昇華蒸発量を6時間毎に求めた。吹雪発生の有無に関するパラメタリゼーションをさらに高精度化する必要が

あるものの、吹雪昇華は南半球に比べて北半球で広範囲に低緯度まで生じていること、緯度と共に単調増加せずに特に極域沿岸と山岳部で増加することが明らかになった(図1)。気候値を求めたところ、季節変動並びに年々変動が確認できた。吹雪昇華は一定程度の影響を大気に及ぼしていることが示唆される。

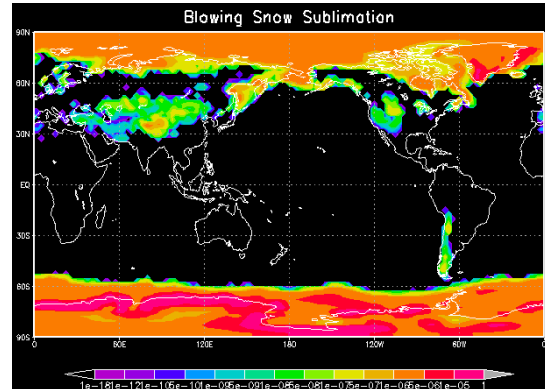


図1 全球における吹雪昇華(1979年1月1日から2004年12月31日までの平均値)

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3件)

- ① Konosuke Sugiura, ほか3名, Application of time-lapse digital imagery for ground-truth verification of satellite indices in the boreal forests of Alaska. *Polar Science*, 査読有, 7, 2013, 149-161, <http://dx.doi.org/10.1016/j.polar.2013.02.003>.
- ② Taro Nakai, Konosuke Sugiura(8番目), ほか7名, Characteristics of evapotranspiration from a permafrost black spruce forest in interior Alaska. *Polar Science*, 査読有, 7, 2013, 136-148, <http://dx.doi.org/10.1016/j.polar.2013.03.003>.
- ③ Konosuke Sugiura, ほか2名, Rapid change of tundra snow hardness in Alaska. *Annals of Glaciology*, 査読有, 52, 2011, 97-101, DOI:10.3189/172756411797252040.

[学会発表](計22件)

- ① Konosuke Sugiura, Cryospheric cohesive regions as terrestrial research in Alaska for a collaborative framework between JAMSTEC and IARC. Third International Symposium on the

- Arctic Research-Detecting the change in the Arctic system and searching the global influence- (ISAR-3), 2013年01月15日, 日本科学未来館, 東京都.
- ② Konosuke Sugiura, Analysis of global-scale distribution of the blowing snow sublimation. 2012 AGU Fall Meeting, 2012年12月05日, Convention Center, サンフランシスコ, アメリカ.
 - ③ 杉浦幸之助, 昇華過程のモデリングのための大型低温風洞装置を用いた吹雪実験. 第35回極域気水圏シンポジウム, 2012年11月29日, 国立国語研究所, 東京都.
 - ④ 杉浦幸之助, 領域気象モデルWRFによるアルタイ山脈域の降水変動. 日本気象学会 2012年度日本秋季大会, 2012年09月30日, 北海道大学, 北海道.
 - ⑤ 杉浦幸之助, インターバルカメラによるアラスカ横断観測網. 雪氷研究大会(2012・福山), 2012年09月26日, 福山市立大学, 広島.
 - ⑥ 杉浦幸之助, 北極域スノーサーベイの活用による積雪特性の研究に関する取り組み. 雪氷研究大会(2012・福山), 2012年09月25日, 福山市立大学, 広島.
 - ⑦ Konosuke Sugiura, Accuracy of the seasonal snow distribution in the Lena River basin, Siberia, International Symposium on Seasonal Snow and Ice 2012, 2012年05月31日, Sibeliustalo, ラハティ, フィンランド.
 - ⑧ Konosuke Sugiura, Application of a land surface model coupled with a blowing snow model to the semi-arid region, Nalaikh, Mongolia. 2011 AGU Fall Meeting, 2011年12月9日, Convention Center, サンフランシスコ, アメリカ.
 - ⑨ 杉浦幸之助, 地上インターバルカメラと衛星観測によるアラスカの根雪時期とNDVIとの関係. 第2回極域科学シンポジウム, 2011年11月15日, 国立極地研究所, 東京都.
 - ⑩ 杉浦幸之助, 領域気象モデルWRFによるモンゴル西部の積雪分布. 雪氷研究大会(2011・長岡), 2011年9月21日, ハイブ長岡, 新潟.
 - ⑪ 杉浦幸之助, 赤外線サーモグラフィを用いた水みちの野外観測. 雪氷研究大会(2011・長岡), 2011年9月20日, ハイブ長岡, 新潟.
 - ⑫ Konosuke Sugiura, Field observations of short- and long-wave radiation in blowing snow. IUGG 2011, 2011年7月1日, Melbourne Convention and Exhibition Centre, メルボルン, オーストラリア.
 - ⑬ Konosuke Sugiura, Data set of physical snow parameters obtained by snow surveys in Siberia. 日本地球惑星科学連合 2011年大会, 2011年5月26日, 幕張メッセ国際会議場, 千葉.
 - ⑭ Konosuke Sugiura, One-dimensional land surface model coupled with a blowing snow model and its application to the snowy region. 2010 AGU Fall Meeting, 2010年12月15日, Convention Center, サンフランシスコ, アメリカ.
 - ⑮ Konosuke Sugiura, Monitoring of snowpack conditions by in-situ observations in the mountainous regions of the North Pacific Rim. Second International Symposium on the Arctic Research (ISAR-2), 2010年12月9日, 一橋記念講堂, 東京都.
 - ⑯ 杉浦幸之助, 2009/10年冬のフェアバンクス及び札幌における積雪の推移. 日本気象学会 2010年度秋季大会, 2010年10月27日, 京都テルサ, 京都.
 - ⑰ 杉浦幸之助, 吹雪プロセスの組み込みによる陸面過程モデルの精緻化. 雪氷研究大会(2010・仙台), 2010年9月29日, 東京エレクトロンホール宮城, 宮城.
 - ⑱ 杉浦幸之助, モンゴル広域積雪観測による積雪物理量データセット. 雪氷研究大会(2010・仙台), 2010年9月28日, 東京エレクトロンホール宮城, 宮城.
 - ⑲ Konosuke Sugiura, Snowpack conditions in the mountainous regions of the North Pacific Rim. International Joint Conference by the CliC and IACS, Cryospheric Change and its Influences -Cryospheric Issues in Regional Sustainable Development, 2010年8月12日, Treasure Harbor International Hotel, Lijiang, China.
 - ⑳ Konosuke Sugiura, Rapid change of snow surface hardness in tundra, Alaska. International Symposium on Snow, Ice and Humanity in a Changing Climate, 2010年6月21日, 北海道大学, 北海道.
 - ㉑ 杉浦幸之助, シベリア・レナ川流域における積雪分布の確からしさ. 日本地球惑星科学連合, 2010年5月28日, 幕張メッセ国際会議場, 千葉.
 - ㉒ 杉浦幸之助, シベリア及びアラスカでのトラバース観測による積雪の実態把握. 日本地球惑星科学連合, 2010年5月27日, 幕張メッセ国際会議場, 千葉.

6. 研究組織

(1) 研究代表者

杉浦 幸之助 (SUGIURA KONOSUKE)
独立行政法人海洋研究開発機構・地球環境
変動領域・主任研究員
研究者番号：80344307

(2) 研究分担者

山崎 剛 (YAMAZAKI TAKESHI)
東北大学・理学研究科・准教授
研究者番号：80220317

(3) 連携研究者

保坂 征宏 (HOSAKA MASAHIRO)
気象庁気象研究所・気候研究部・主任研究
官
研究者番号：70354454

佐藤 威 (SATO TAKESHI)
独立行政法人防災科学技術研究所・雪氷防
災研究センター・センター長
研究者番号：30142920