

II-301

現地観測に基づく雪面短波長反射特性

東北電力株式会社 正会員 西舘 昌行
 長岡技術科学大学建設系 正会員 小池 俊雄
 国立環境研究所 安岡 善文

1. はじめに

地球上に入射するエネルギーは唯一太陽放射のみである。ここで、地球表面に面的に広がる雪氷は、地球上において非常に大きなアルベド（反射能）を有する。このアルベドの変動は地球上のエネルギー収支に大きな影響を及ぼし、地球環境に大きなインパクトを与える。地球上のエネルギー収支のモデル化に必要なってくるのは、アルベドのモデリングと広域的な雪面状態のモニタリングであろう。そこで本研究においては、雪面における短波長放射収支のモデル化に関して、短波長放射収支の現地観測を実行し、アルベドの特性を把握することを試みた。また将来的にリモートセンシングによる、広域的な積雪物理特性抽出のための基礎的な研究として、地上レベルでのスペクトロメーターによる雪面波長別反射率及び積雪物理特性の現地観測を行った。

2. 短波長放射収支の現地観測

本研究においては、1991年及び1992年において、新潟県長岡市に位置する長岡技術科学大学の屋上、また1991年において新潟県古志郡山古志村、及び富士山7合目・8合目において短波長放射収支観測を実行した。観測項目は、全日射量、反射日射量、散乱日射量である。散乱日射計は、太陽からの直達光を遮る遮光バンドを有し、太陽赤緯が季節と共に変化するために、2～3日毎の調整を要する。なお、長岡技術科学大学屋上および山古志村においては、短波長放射収支観測と同期して雪粒子径を計測した。計測方法は雪面をカメラで接写し、平面的な情報として粒径を読み取るか、あるいは雪面部分を乱れないように切り出して、 -20°C の灯油中に保存し、後日実体顕微鏡によって計測した。雪の粒子径はグリーン粒径とし、これを直径とする球形粒子を仮定した。

日射環境において、散乱日射が支配的な場合のアルベドを散乱アルベドと定義すると、日平均散乱アルベドに関して、以下のような結果が得られた。

●日平均散乱アルベドは、雪粒子径の $1/2$ 乗に比例して減少する。すなわち、散乱アルベドを a_d 、雪粒子半径を R (mm) とすると、

$$a_d = 1 - 0.3918 \cdot R^{1/2} \quad (1) \quad (\text{相関係数 } r=0.878, \text{ 観測範囲: } 0.781 < a_d < 0.489, 0.365 < R < 1.485 \text{ mm})$$

●日平均散乱アルベドは、降雪あるいは降雨が無ければ、時間(日)と共に減少し、それは例えばKondoら²⁾によって提案されている、時間(日)に関する指数関数でよく近似することができた。 n を日数、 $a_d(n)$ を n 日後の散乱アルベドとすれば、本観測より得られた結果は、

$$a_d(n) = a_{d\min} + (a_d(0) - a_{d\min}) e^{(-n/K)} \quad (2) \quad (a_{d\min}=0.50, a_d(0)=0.87, K=2.492)$$

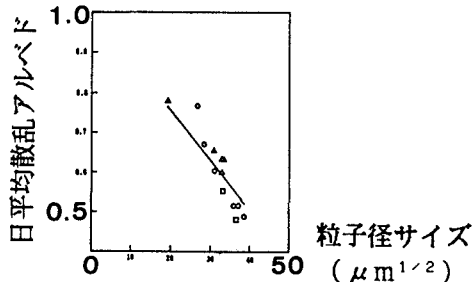


図1 日平均散乱アルベドと雪粒子径の関係

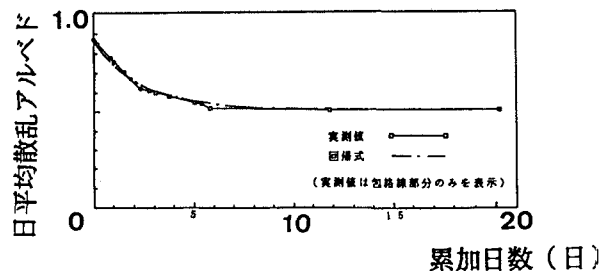


図2 日平均散乱アルベドの低減曲線

3. スペクトロメーターによる雪面波長別反射率及び積雪物理特性の現地観測

1992年においては長岡技術科学大学屋上にて、スペクトロメーターによる雪面波長別反射率、及びそれと同期して積雪物理特性(雪粒子径、積雪含水率)観測を実行した。

スペクトロメーターは、対象物の放射照度を波長別に計測するものである。本研究に用いたスペクトロメーター(2703MM)は観測波長帯400-1050nmを有し、最小観測波長幅25nmである。雪面の波長別反射率を求めるためには、雪面及び硫酸バリウムを均一に塗布した基準完全拡散板、双方の波長別放射照度を計測し、比をとることによって得られる。雪粒子径の計測に関しては①と同じである。積雪含水率に関しては秋田谷式含水率計を用いた。

スペクトロメーターによる全観測ケースにおいて、同一環境の観測状況は皆無であり、従って波長別反射率変動に関わるのは積雪物理特性と入射放射環境の変動である。ここで本研究においては、入射放射環境の変動成分の一つである太陽高度の影響を取り除くために、2波長の反射率の比を計算するPair Wise法¹⁾を用いる。本研究では600nmと1050nmの波長別反射率の比を用いて、積雪物理特性(粒子径、積雪含水率)の変動が波長別反射率比に及ぼす影響について検討する。

本研究においては、一方の変動因子がほぼ一様で他方が変動するという観測ケースは少なかった。ここでは、含水率13%の場合の波長別反射率比と粒子径、及び雪粒子径1.7mm、2.1mmのケースについて、それぞれ図3、4に結果を示す。

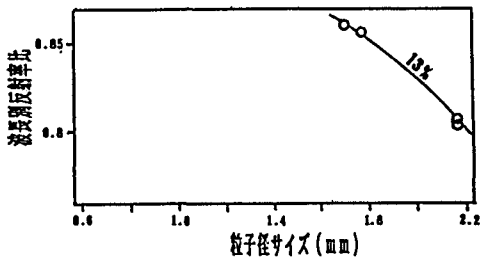


図3 波長別反射率比と粒子径の関係

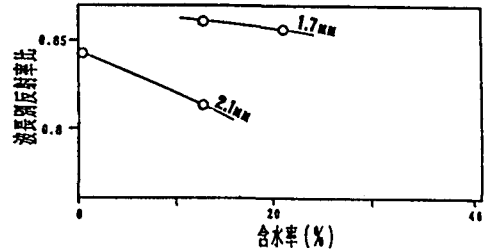


図4 波長別反射率比と含水率の関係

- 含水率が一樣、かつ粒子径が変動するケースに関しては、粒子径の増大と共に波長別反射率比は低下傾向を示している。
- 粒子径が一樣、かつ含水率が変動するケースに関しては、含水率の増大と共に波長別反射率比は低下傾向を示している。また、この効果は粒子径が大きくなるほど大きくなる傾向にある。

3. 結論 以上双方の現地観測から得られた結果をまとめると、

- 1)短波長放射収支の現地観測を実行することにより、散乱アルベドの日低減関係が示されると共に、それが粒子径の増大に起因することが示された。
- 2)雪面における積雪物理特性、及び波長別反射率の同時観測により、粒子径の増大、含水率の増大は共に、波長別反射率比の低減に寄与している傾向にあることが明かとなった。

参考文献: 1) Jeff Dozier (1987) : Remote Sensing of Snow Characteristics in the Southern Sierra Nevada. Large Scale Effect of Seasonal Snow Cover, IAHS Publ., No.166, pp. 305-314.

2) Kondo, J. and T.Yamazaki(1990) : A Prediction Model for Snowmelt, Snow Surface Temperature and Freezing Depth Using A Heat Balance Method. J. Appl. Meteor., 29, pp. 375-384.