

京都大学大学院

○手島宏之

京都大学防災研究所

堤大三・藤田正治

NPO 法人山の自然文化研究センター

澤田豊明

1. はじめに

流砂系において、流域一貫した土砂管理を行なう際、山地流域における土砂生産量を予測することは必要不可欠である。山地では、斜面崩壊などの突発的で大規模な土砂生産と、凍結融解と降雨により毎年起きる土砂生産があるが、本研究では、高原川流域における後者の現象による風化基岩の土砂化量を推定した。

2. 土砂量の推定

2-1 推定モデルの概略

土砂量は既往のシミュレーションモデル<sup>1)</sup>によって推定する。このモデルは地表面温度を境界条件とし、地中温度変化を計算した上で、凍結融解の経験回数を基に土砂量を算出する。よって、地表面温度変化を推定することが必要である。その推定法を以下に示す。

2-1 地表面温度の推定法

図-1 に高原川流域に位置する穂高砂防観測所での各観測値を示す。積雪が観測されない 12 月下旬までは、地表面温度は大気温度とほぼ同じ変化を示すが、積雪が約 25cm を超えると地表面温度が一定になる。そこで、図-2 に大気温度が 0℃を下回った時の地表面温度と大気温度の相関を示す。図-3 の (a) ~ (c) は積雪深により以下のように分けられる。

- (a) 積雪あり/深さ 25cm 以下
- (b) 積雪無し
- (c) 積雪あり/深さ 25cm 以上

(a) のように 25cm 以下の積雪では、大気温度と比べて地表面温度が高く、温度変化が小さくなる傾向があり、(c) のように積雪が 25cm を超えると地表面温度はほぼ一定(-0.3℃)になることがわかる。また、積雪が無い場合でも、(b) のように地表面温度が大気温度より高い。しかし、これらの積雪と温度は異なる場所で測られおり、25cm という閾値にはさほど意味があるわけではない。そこで次にシミュ

レーションにより、積雪深さと地表面温度の関係を検討した。

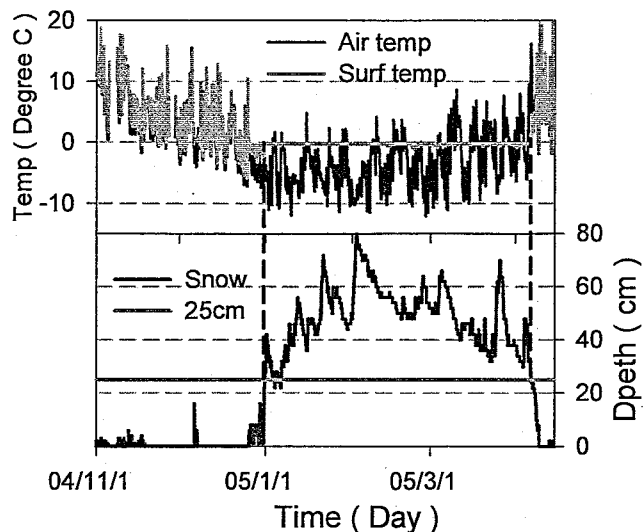


図-1 気温・地表面温度・積雪の観測値

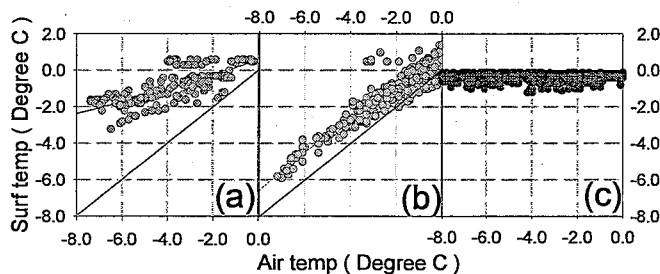


図-2 地表面温度と気温の相関

2-2 シミュレーションによる積雪深の影響評価

積雪の影響を検証するため、地表面に任意の積雪深を与え、熱伝導計算により積雪の効果を検証した。計算条件として、

- 1) 積雪の相変化は無視する
  - 2) 積雪表面に大気温度を与える
  - 3) 積雪の熱拡散係数を  $4.40 \times 10^{-7} [m^2/s]$  (積雪の一般的な値) の一定値として与える
- とし、積雪深として 0cm(積雪なし), 1~5cm, 10cm の 7 パターンを与え、積雪の違いによる地表面温度変化を計算した。

計算結果を図-3, 4 に示す。観測値と同様に、

積雪があると温度変化が小さくなっている。また、観測値では 25cm で変化が見られなくなったが、ここでは 5cm で温度変化がほぼなくなる結果となった。ここで、地表面温度を一定とする積雪深さを  $S_d(\text{cm})$  として、厳冬大雪である 1995-1996 年と、暖冬細雪である 1997-1998 年の大気温度を用いて、図-5 の手順により大気温度から地表面温度を推定した (図-6:  $S_d=25\text{cm}$ , 1995-96 の推定地表面温度)。そして、その地表面温度を境界条件として生産土砂量を計算した。

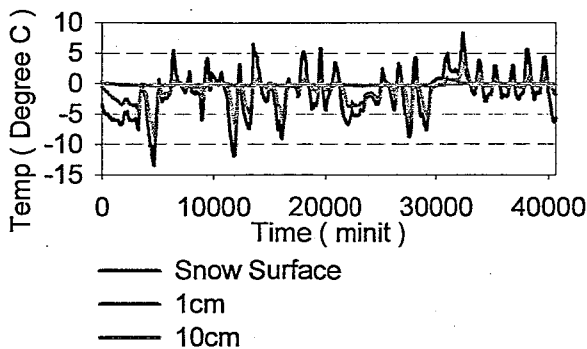


図-3 積雪を考慮した地表面温度変化

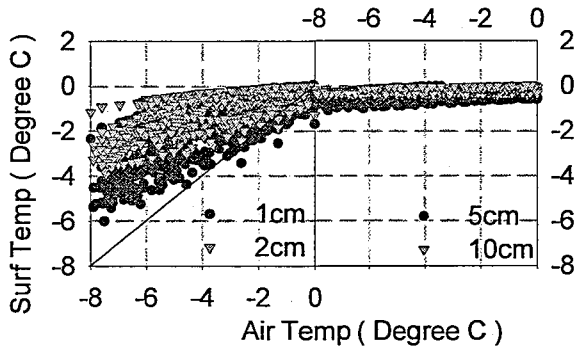


図-4 地表面温度と気温の相関

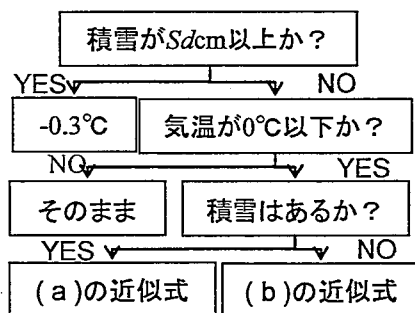


図-5 大気温度から地表面温度の推定

### 3. 土砂生産量の計算結果

図-7 に計算結果を示す。凍結融解を  $n$  回経験したものを土砂化したとし、5 回、10 回の場合を示した。図より厳冬(95-96 年)の方が多くの土砂が生産され、

$S_d$  を小さくすると土砂量の計算値も小さくなること分かる。これらは雪の断熱効果によるものであり、積雪が多い年ほど地表面が覆われ凍結しにくくなり、結果として土砂生産量が小さくなることが原因と思われる。観測値も 95-96 年が  $2668[\text{g}/\text{m}^2/\text{year}]$ , 97-98 年が  $3762[\text{g}/\text{m}^2/\text{year}]$  (深谷) であり、同様の傾向が見られた。また、計算値は観測値よりも多く、積雪の局所的な違いや、基岩の物性値の違いなど、今後検討していく必要がある。

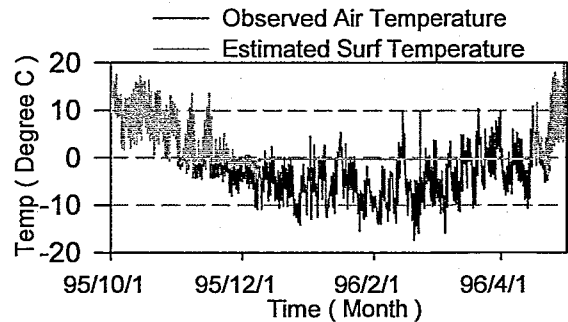


図-6 観測大気温度と推定地表面温度

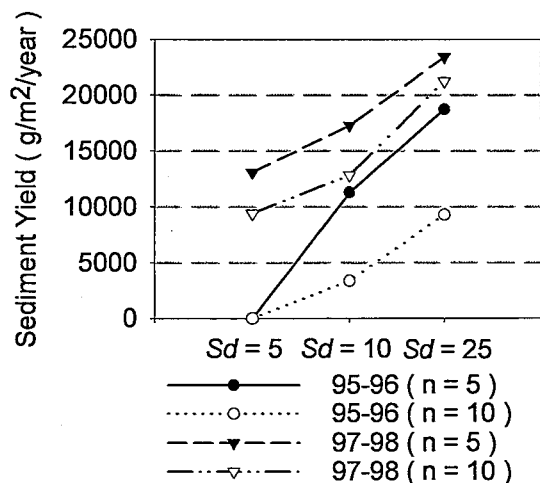


図-7 計算土砂量

### 4. 終わりに

以下に得られた知見を示す。

- 1) 約 5cm の積雪で地表面温度は一定になると思われる。
- 2) 暖冬で積雪が少ない年は土砂量が増え、厳冬で積雪が多い年は減る可能性がある。

今後は、積雪の局所的な違いや、雪や岩の物性値などを考慮し、より正確な土砂生産量を予測する必要がある。

### 参考文献

- 1) 堤大三ほか：凍結融解による土砂生産に関する基礎的研究，砂防学会誌第 59 巻第 6 号