

## 森林の融雪遅延機能の評価について Evaluation of the function of forests to delay snowmelt

○藤原洋一<sup>1</sup>・高瀬恵次<sup>1</sup>・平田智道<sup>2</sup>・伊藤優子<sup>3</sup>・小倉晃<sup>4</sup>

○Y. Fujihara<sup>1</sup>, K. Takase<sup>1</sup>, T. Hirata<sup>2</sup>, Y. Itoh<sup>3</sup>, and A. Ogura<sup>4</sup>

**1. はじめに** 森林内外の消雪日の違いは気象条件、森林特性といった様々な要因によって生じるが、森林が国土面積の3分の2を占める日本国内では、森林内の積雪が長く残ること（貯雪・融雪遅延機能）は春先の水資源確保に寄与する。したがって、森林内外の消雪日の違いが何によって説明されるのかといった森林と雪との関係を理解することは、森林の貯雪・融雪遅延機能を評価するための基本的な知見となり得る。本研究では、森林内外の消雪日の差に注目したメタ解析、積雪・融雪モデルを用いた森林内外の積雪・融雪シミュレーションによって、森林の有する貯雪・融雪遅延機能を評価することを試みた。

### 2. 森林内外の消雪日のメタ解析

森林内外における消雪日の差の指数である $\Delta SDD$  ( $\Delta SDD = SDD_{\text{forest}} - SDD_{\text{open}}$ )に着目した。 $SDD_{\text{forest}}$ は林内の消雪日、 $SDD_{\text{open}}$ は林外の消雪日であり、 $\Delta SDD$ がプラスの場合は林内の積雪が長く残り、マイナスの場合は林外の積雪が長く残ることを意味する。まず、国内全域を対象に森林内外の消雪日を観測した論文・資料から、消雪日を抽出することで計36個の $\Delta SDD$ の情報を集めた<sup>1)</sup>。そして、観測地点から最寄りの気象庁の観測所、もしくは現地観測された気象データを利用して $\Delta SDD$ と気象との関係を分析した。気象データの期間は対象地の気候特性を抽出する目的から、一般的な冬期に該当する12月～2月とし、冬期平均気温(°C)、冬期平均風速(m/s)、冬期平均日射量(MJ/m<sup>2</sup>)、最大積雪深(cm)、冬期積算降水量(mm)の5項目とした。

$\Delta SDD$ と気象条件の相関分析を行った結果、冬期平均気温と $\Delta SDD$ に最も強い相関が見られた(**Fig.1**)。さらに、日本国内の冬期平均気温と $\Delta SDD$ の関係性を全球スケールのそれと比較したところ、世界的に見ると日本は比較的温暖な気候帯に属し、 $\Delta SDD$ はプラスにもマイナスにもなり得ることが分かった。また、 $\Delta SDD$ の地域特性の大部分は冬

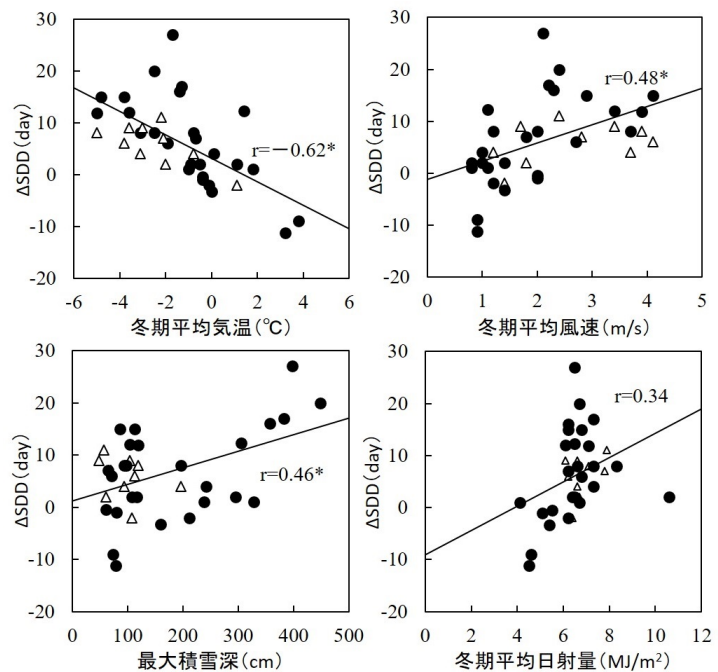


Fig.1 Weather conditions and  $\Delta SDD$

気象データの期間は対象地の気候特性を抽出する目的から、一般的な冬期に該当する12月～2月とし、冬期平均気温(°C)、冬期平均風速(m/s)、冬期平均日射量(MJ/m<sup>2</sup>)、最大積雪深(cm)、冬期積算降水量(mm)の5項目とした。

$\Delta SDD$ と気象条件の相関分析を行った結果、冬期平均気温と $\Delta SDD$ に最も強い相関が見られた(**Fig.1**)。さらに、日本国内の冬期平均気温と $\Delta SDD$ の関係性を全球スケールのそれと比較したところ、世界的に見ると日本は比較的温暖な気候帯に属し、 $\Delta SDD$ はプラスにもマイナスにもなり得ることが分かった。また、 $\Delta SDD$ の地域特性の大部分は冬

1 石川県立大学

2 寒地土木研究所

3 森林総合研究所

4 石川県農林総合研究センター

キーワード：積雪・融雪、水資源、森林、シミュレーション、気候変動

Ishikawa Prefectural University

Civil Engineering Research Institute for Cold Region

Forestry and Forest Products Research Institute

Ishikawa Agriculture Research Center

期平均気温によって説明されることから、冬期平均気温が異なれば森林と積雪・融雪の関係性および森林の貯雪・融雪遅延機能が発揮される森林構造が変化すると考えられる。

**3. 森林内外における積雪・融雪シミュレーション** 論文・資料に基づくメタ解析の場合、森林特性や地形特性が異なっている。そこで、積雪・融雪モデルを用いて、森林や地形特性の条件を揃え気象条件のみを変化させて積雪・融雪をシミュレーションして $\Delta$  SDDを求めることにした。ここでは、米国・ワシントン大学によって開発されたDHSVM (Distributed Hydrology Soil Vegetation Model<sup>2)</sup>)を用いた。このモデルは、積雪面と植被層における熱収支をそれぞれ解く2層モデルとなっており、わが国での適用事例はほとんどないが欧米においては数多くの適用事例<sup>3)</sup>がある。モデルの適用対象地は、石川県農林総合研究センター林業試験場(標高約210m)とし、気象観測露場を林外観測場、隣接するスギ人工林内を林内観測場とした。対象期間は2018年および2019年の2冬期とした。DHSVMへの気象インプットデータは時間単位の風速、気温、湿度、降水量、短波・長波放射で、森林特性データはLAI、樹高などである。そして、DHSVMによる林内と林外における積雪深の再現性を確認した後に、 $\Delta$  SDDと冬期平均気温との関係について調べるために、インプットデータである気温を一律に+3℃上昇させたケース、-3℃および-6℃低下させたケースを設定して林内と林外における消雪日の差( $\Delta$  SDD)を求めた。

まず、気温を上昇/低下させなかった実際のケースは、 $\Delta$  SDDは-1日であるのに対して、+3℃上昇させたケースの $\Delta$  SDDは-4日、すわなち林外の雪が長く残った。一方、-3℃低下させたケースの $\Delta$  SDDは+7日となり林内の雪が長く残った(Fig.2)。さらに、-6℃低下させたケースの $\Delta$  SDDはさらに大きくなり+20日なった。これらをまとめて、冬期平均気温と $\Delta$  SDDとの関係をFig.3に示す。これを見るとメタ解析の場合(Fig.1)とほぼ同様の関係が得られており、冬期平均気温が低いほど $\Delta$  SDDは大きい。また、現在は融雪遅延機能がある森林であっても気温が上昇するとその機能が失われてしまうともいえる。

**4. まとめ** 森林内外の消雪日の差( $\Delta$  SDD)に着目して、消雪日のメタ解析、モデルによる積雪・融雪解析を行った。冬期平均気温が低いほど林内の積雪が林外よりも長く残り、日本では $\Delta$  SDDがプラスにもマイナスにもなり得る。モデルによるシミュレーションから、冬期平均気温が低い地帯では、林内の雪が林外よりも長く残る(貯雪機能を有する)が、気候変動により気温が高くなると森林の有する貯雪機能が低下することが示された。

**引用文献** 1) 平田ら, 水文・水資源学会誌, 34(1), 2021. 2) Wigmosta et al., Water Resources Research, 30(6), 1994. 3) Sun et al., Earth's Future, 12, e2023EF003868, 2024.

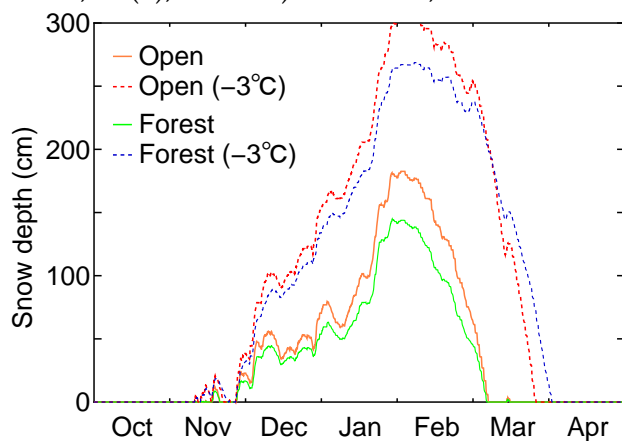


Fig.2 Simulation of -3℃ lower case

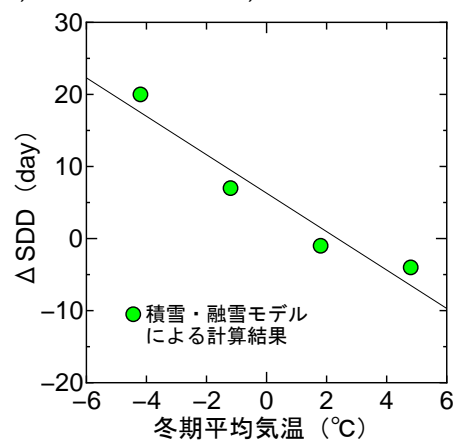


Fig.3 Weather conditions and  $\Delta$  SDD