

ディグリー・デー法と季節予報を用いた消雪日予測方法の確立

瀬田川真也¹・河島克久¹・丸山ひかる¹・竹内由香里²・平島寛行³・本谷研⁴・佐野浩彬³

(1:新潟大学 2:森林総合研究所 3:防災科学技術研究所 4:秋田大学)

1. はじめに

新潟地方気象台では、1988年から「今春の雪消えの見通しについて」という消雪日予測を行っている。消雪日とは長期積雪が終了して無積雪となった日である。消雪日予測は、農作業の準備、消雪資材の購入計画等の目的のため、予報発表を原則2月25日頃と3月10日頃（以降基準日と表す）の計2回行っている。従来の気象台の予測方法は重回帰式を用いた手法であり、2月25日予測の場合、目的変数を消雪日までの日数、説明変数を基準日の積雪深と2月中旬の気温としている。しかし基準日の積雪の密度を考慮していない点や、基準日以降の気温と降雪量を十分には考慮していない点などから予測精度が十分ではない状況にある。このような状況を受けて本研究では、積雪深ではなく積雪水量で消雪日予測を考えるとともに、基準日以降の気温と降雪量は季節予報を用いて定量的に与えることで、予測精度の向上を試みた。

2. 消雪日の予測方法の検討

2.1 基本的考え方

基準日の積雪水量が分かっている場合、その後の融雪量を推定できれば消雪日を予測できる。そこで積雪水量に関しては、雪おろシグナルのデータを使用することにした。同システムは日本海側地域において1kmメッシュ毎に積雪水量の推定値の情報を発表している。

融雪量の推定方法は、実用性を考慮してディグリー・デー法を採用した。ディグリー・デー法は、ある程度長期間の融雪量を気温のみを用いて推定する簡易的な手法であり、一般化すると次式で表される。

$$\Sigma M = k \Sigma (Ta - Tc)$$

(ただし $Ta - Tc > 0$)

ここで M は日融雪量 (mm)、 ΣM は積算融雪量 (mm)、 Ta は気温 (°C)、 Tc は融雪限界気温 (°C) (本研究では $Tc = 0$ とする)、 k はディグリー・デー・ファクター ($\text{mm}^\circ\text{C}^{-1} \text{ day}^{-1}$) である。またディグリー・デー法に用いる基準

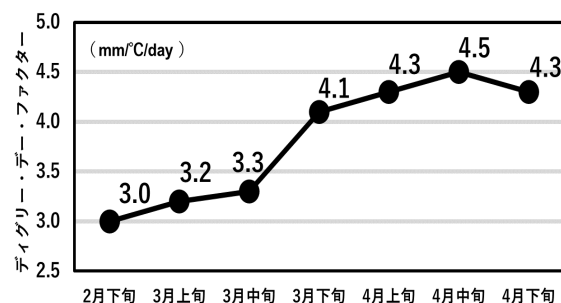


図1 ディグリー・デー・ファクターの旬平均値

日以降の気温と降雪水量については、気象庁が発表する季節予報を適用して定量的に与えることにした。

2.2 ディグリー・デー・ファクターの与え方

ディグリー・デー・ファクターは時期によって最適な値が変わるため、旬別に値を変えて与えることにした。使用する値は、森林総合研究所十日町試験地において基準日から消雪日までの期間を対象に算出した旬平均値である(図1)。算出にあたり使用したデータは、1980年～2021年までに観測された気温、積雪水量及び降雪水量である。降雪水量は、竹内ら(2016)を参考にして降水量を気温によって雨雪に判別することで算出した。

2.3 基準日以降の気温と降雪水量の与え方

気温と降雪水量は旬平均値を使用し、季節予報の出現確率に応じて与えることにした。出現確率は過去30年間の値のうち、11番目から20番目までの範囲を「平年並」として、それより低ければ「低い(少ない)」, 高ければ「高い(多い)」と定められている。そこで「低い(少ない)」・「平年並」・「高い(多い)」の各階級の平均値をそれぞれ $A \cdot B \cdot C$ とし、過去30年の値のうち下位10%の平均値を A' , 上位10%の平均値を C' と定めた。これらの値を新潟県の AMeDAS ごとに算出し、出現確率に応じて図2に示す7段階の適用値で気温・降雪水量を与えることにした。降雪水量は、竹内ら(2016)を参考にして AMeDAS ごとに降水量を気温によって雨雪に判別することで算出した。

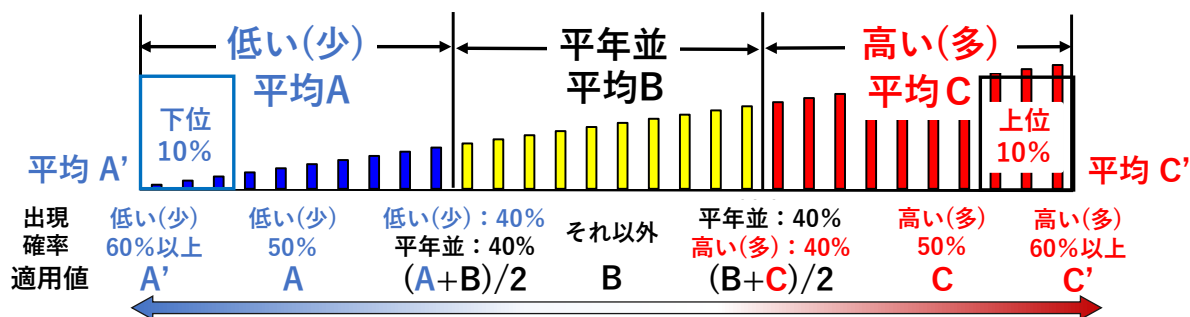


図2: 季節予報の出現確率に応じた気温・降雪水量の与え方

表 1 2021 年の季節予報の出現確率と適用値

気温	低い(%)	平年並(%)	高い(%)	適用値(°C)
2月下旬	10	30	60	C'
3月	10	30	60	C'
4月	30	40	30	B
降雪水量	少ない	平年並	多い	適用値(mm)
～3月中旬	70	20	10	A'

3. 消雪日の予測・検証方法

3.1 十日町における予測と検証

森林総合研究所十日町試験地において、季節予報の出現確率に従い、図 2 に示す方法で気温と降雪水量を与えて消雪日を予測した。その精度を 2017 年～2021 年の過去 5 年で検証した。

3.2 雪おろシグナルを用いた予測と検証

2021 年の雪おろシグナルのデータを用いて新潟県全域で 1 km メッシュ毎に予測を行い、消雪日予測マップを作成した(図 3)。気温と降雪水量に関しては最寄りの AMeDAS の値を使用し、図 2 の方法で季節予報の出現確率に応じた適用値(表 1)を与えた。その予測精度の検証を新潟県の AMeDAS 11 地点と研究機関等の観測所 7 地点において行った。

4. 予測結果と評価

森林総合研究所十日町試験地における過去 5 年の消雪日予測の検証について、予測日と実測日の関係を示す(図 4)。予測日と実測日の誤差は、2 月 25 日予測では平均 4.0 日、3 月 10 日予測では平均 4.8 日であった。つまり季節予報の出現確率に応じて表 1 の方法で気温と降雪水量を与えることで、平均 5 日以内の誤差で消雪日を予測できることを確認できた。一方、新潟地方気象台の AMeDAS 十日町における過去 5 年の予測誤差は、2 月 25 日予測が平均 8.6 日、3 月 10 日予測は平均 4.5 日であるため、2 月 25 日予測に関しては大幅に精度が向上した。

次に 2021 年の雪おろシグナルのデータを用いた 1 km メッシュ毎の消雪日予測マップの精度について、2 月 25 日予測の AMeDAS と研究機関等の観測所における予測日と実測日の関係を示す(図 5)。2 月 25 日予測の AMeDAS と研究機関等の観測所における予測の誤差は、AMeDAS では平均 4.7 日、観測所では 6.6 日であった。図 3 によれば、3 月下旬以前に消雪日を迎えた地点では 9 地点中 6 地点で予測日の方が実測日より早く、逆に消雪日を 4 月上旬以降に迎えた地点では、全 9 地点が予測日の方が実測日より遅い結果になった。この最も大きな原因としては、3 月全体の予測気温を図 2 の 7 段階中 1 番大きい C' で与えたことにより、3 月上旬・中旬は予測気温が実測値を上回った。それに加えて 3 月下旬は数十年に一度の高温が観測され、実測値が予測値を大幅に上回ったことで誤差が生じたと考えられる。特に 3 月に消雪日を迎えた観測所では基準日の積雪水量が少ない上に、実測値より高い予測気温を与えたため、誤差が大きくなったと考えられる。一方、新潟地方気象台の AMeDAS に

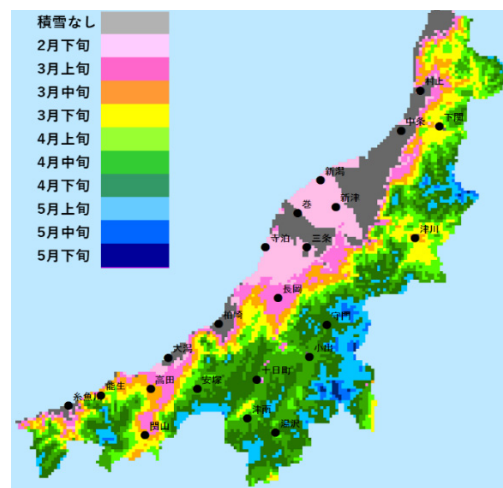


図 3 新潟県の消雪日予測マップ (2/25 予測)

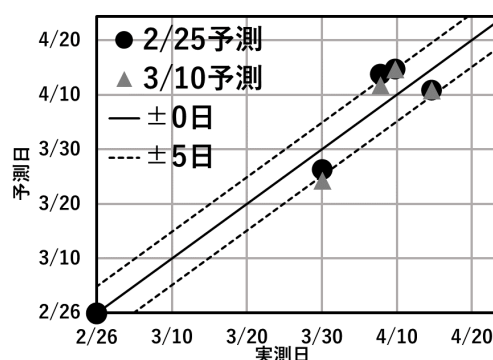


図 4 十日町における予測と検証

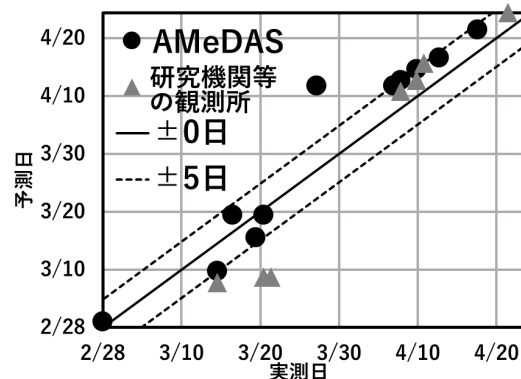


図 5 雪おろシグナルを用いた予測と検証 (2/25 予測)

における 2 月 25 日の予測誤差は平均 9.2 日であるため予測精度は大幅に向上したと言える。

5. まとめ

本研究では新潟県における消雪日予測の精度向上を目的として、ディグリー・デー法と季節予報を用いた消雪日予測方法を確立した。その結果、ディグリー・デー・ファクターに関しては森林総合研究所十日町試験地において算出した旬平均値、気温と降雪水量に関しては季節予報の出現確率に応じて定量的に与えることで、従来の新潟地方気象台の予測方法より精度の良い方法を提示することができた。さらに雪おろシグナルのデータを用いることで、新潟県全域で 1 km メッシュ毎に消雪日を予測した消雪日予測マップを作成することができた。