

分布型融雪流出モデルを用いた融雪流出予測に関する研究

八 田 茂 実*・藤 田 睦 博**・嵯 峨 浩***

Study on the snowmelt runoff prediction based on the distributed model

Shigemi HATTA, Mutsuhiro FUJITA, Hiroshi SAGA

要 旨

これまでに分布型の融雪流出モデルがいくつか提案されてきているが、これを用いて融雪流出予測を試みている例はない。これは、融雪流出量の予測に融雪に関わる気象要素の予測が不可欠となるためである。本研究では、天気予報資料から将来の気象要素を推定し、分布型融雪流出モデルを用いた融雪流出予測を試みる。

Abstract

Snowmelt distribution models usually compute river flows, taking into account the daily cycles of temperature and solar radiations. Runoff simulation uses historical data to assess the performance of model by comparing simulated runoff with measured runoff. In contrast to simulation, discharge forecasts must use the current data in real time and project runoff into the future.

The objective of this paper is to apply the distributed snowmelt runoff model using the weather forecast data and to forecast the snowmelt runoff for 1-day or 1-week ahead.

1. はじめに

融雪流出解析は初期値である流域積雪水量の推定・入力値である流域融雪量の推定・変換系である流出過程の検討の3段階に分けて考えることができる。このうち、流出解析の入力値となる融雪量は積雪の存在する地点の斜面向き・標高・勾配などの地形特性によって大きく異なっている。これは融雪を発生させる熱源（気温・日射量など）がこれらの地形条件によって大きく異なるためである。このため、融雪量の算定においては、流域の地形特性に応じて融雪に働く熱源を適切に評価し、それぞれの位置での融雪量分布から全体量を評価する分布型の融雪量算定モデルが必要である。また、近年のリモートセンシング技術の発達は、従来では困難であった広域の積雪域データを瞬時に

に収集することを可能にし、分布型融雪流出解析手法の汎用性も高まりつつある。

このように分布型融雪流出解析手法の必要性が認識され、その適用例が増加してきてはいるが、依然流出量の再現に留まっており、融雪流出予測に拡張して適用された例は少ない。これは、分布型融雪流出解析手法を予測を目的として適用するためには、気象要素の予測が必要不可欠なためである。本研究では、我々が日常的に利用している天気予報から予測期間の気象要素を予測し、これを分布型融雪流出解析の入力値とした融雪流出予測を試みる。

2. 対象流域及び観測資料の概要

本研究で対象とした流域は、札幌市を流れる豊平川の中流部に位置する観音沢川上流域で、流域面積1.0km²、流域の高度分布が390–800mの南向き斜面の卓越する小流域である。流域内は主に植林された落葉樹の疎林地が大半を占めており、融

* 助 手 土木工学科

** 教 授 北海道大学

*** 助教授 北海学園大学

雪期にはそのほとんどが積雪荷重によって押し倒されている。

流域内の積雪調査は1992年の融雪開始直前の3月22, 24日の2日間で行い, 谷沿いと林道沿いに設定したスノーコース上の比較的開けた地点で, 積雪深・積雪水量・積雪全層密度を収集した。また, 積雪調査地点では融雪期にも同様の調査を行っており, 流域内の融雪量の観測資料としている。一方, 融雪量及び融雪に関わる気象要素については, 砥山ダムのダムサイトで観測されている資料を用いた。流域の概要とスノーコースを図-1に示す。

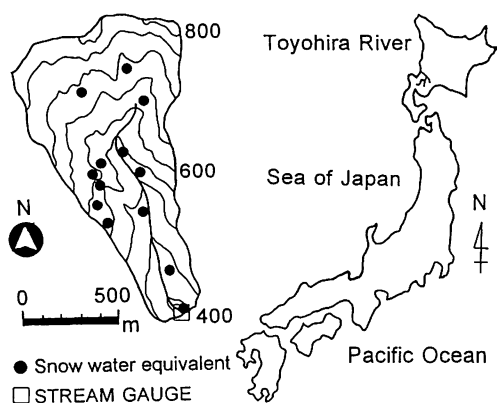


図-1 解析対象流域の概要

3. 融雪流出量の推定

著者ら¹⁾は, 砥山ダムのダムサイトにて観測された融雪関連調査から, 雪面に働く熱収支を考慮した分布型の融雪量算定モデルを構築している。本節では, 融雪流出予測手法構築の第1段階として, 既に構築されている分布型融雪量算定モデルの実流域への適用方法とその結果について検討する。そして更に, 擬似河道網モデルとタンクモデルを組み合わせた流出モデルを用いて融雪流出量の再現を試みる。

3.1 融雪量算定モデル

91年の融雪期の観測結果に基づき構築されている融雪量算定モデルは, 放射収支モデル・Degree-hour 法から構成されるモデルで, 降雨のある場合には降雨の伝達熱量を考慮するものである。モデル式を以下に示す。

$$M = M_R + M_d + M_p \quad (1)$$

$$M_R = \{ I \cdot (1 - \alpha) + \Delta R \} / L_m \quad (2)$$

$$M_d = 0.03 \cdot d \cdot h \quad (3)$$

$$M_p = \frac{p \cdot T_p}{10 \cdot L_m} \quad (4)$$

ここに, M : 融雪量, M_R : 正味放射収量による融雪量, M_d : 気温融雪量, M_p : 降雨による融雪量, I : 全天日射量, ΔR : 有効長波放射量, T_p : 雨滴の温度 ($^{\circ}\text{C}$), α : 雪面のアルベド, L_m : 氷の融解潜熱

上式において, 有効長波放射量は太田ら²⁾の式によって計算する。

図-2は, 砥山ダム地点において92年の融雪期に観測された融雪関連調査資料を用いて式(1)~(4)を適用し, 時間単位の融雪量を計算した結果を示している。実測された融雪量と計算値はよく一致しており, 91年の観測結果に基づいて構成された融雪量算定モデルの適合性が示された。

3.2 分布型融雪量算定モデルの流域への適用

本節では, 分布型融雪量算定モデルの実流域への適用方法とその結果について述べる。前節で述べた分布型融雪量算定モデルは, 日射量・降水量・気温・相対湿度・積雪全層密度の入力が必要である。本研究では, 融雪量の算定に大きな影響を与えない降水量・相対湿度は流域内で一定であると考ええる。また, 92年の観音沢川流域における積雪調査から, 積雪全層密度は融雪期においては流域内ではば一定の値を示すことから, これも流域内一定と考え, 気温・日射量を計算する地点の地形特性に応じた補正をして融雪モデルへの入力値とする。

(1) 気温の補正

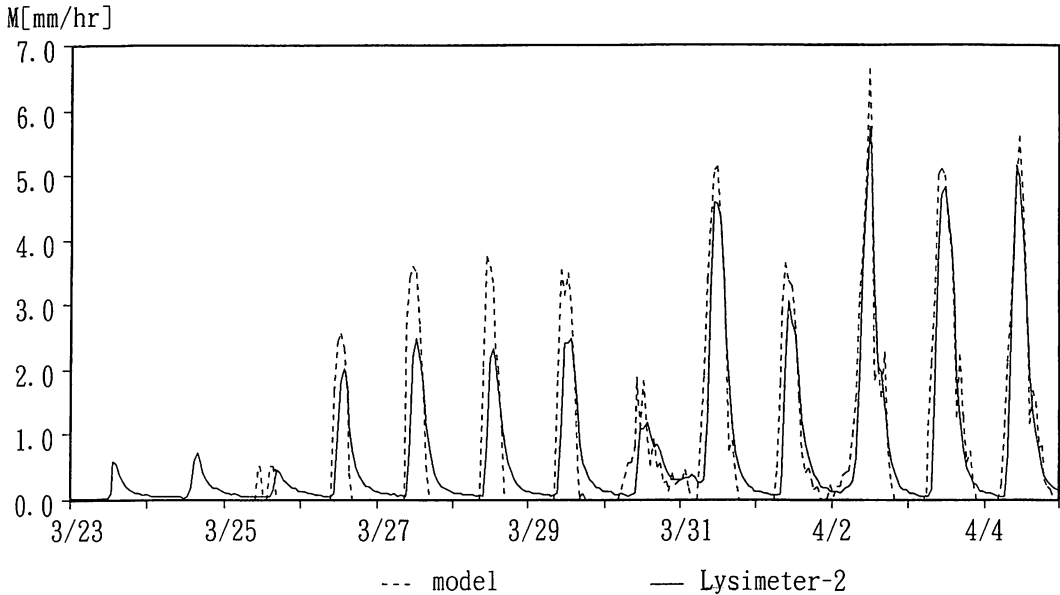
一般に, 気温は標高の増加に対して直線的に低下することが広く知られている。本研究では, 気温は計算地点の標高から気温減率を用いた次式によって補正するものとした。

$$T_h = T_a - \gamma \cdot (h - h_0) \quad (5)$$

ここに, T_h : 標高 h (m) における気温 ($^{\circ}\text{C}$), T_a : 観測地点の標高 h_0 (m) における気温 ($^{\circ}\text{C}$), γ : 気温減率 (ただし, 融雪期の一般的な値として $-0.006^{\circ}\text{C}/\text{m}$ を用いる。)

(2) 日射量の補正

斜面の受ける直達日射量の数値計算については村井の研究がある³⁾。村井は緯度・透過率・日照度・赤緯を用いて日出・日没時を定め, それぞれ16, 6分割された斜面の方向・勾配と併せて日直達日射量を求めている。本研究では, 平坦地の日射量の観測値を斜面に適用する場合の補正值とし



図－2 融雪量の計算結果（92年砥山ダム）

て、小池ら⁴⁾により示されている太陽南中時の受光係数を考える。受光係数とは任意地形のある地点における日射量の強さを表す係数で、赤道上の平坦値が春分の南中時に受ける日射量の強さを1として太陽を受ける斜面の入射角に比例する。任意のN地点における受光係数 S_N は次式によって表される。

$$S_N = \sqrt{1 - \cos^2 \lambda \sin^2 \beta} \sin(\epsilon + \theta) \quad (6)$$

ただし、 $\tan \epsilon = \tan \lambda \sec \beta$ 、 θ ：斜面勾配（南斜面：＋，北斜面：－）， β ：斜面向き（真北或いは真南からの角度）， λ ：太陽南中時の入射角
従って、任意の地点Nにおける日射量 I_N は観測日射量を受光係数で補正することにより、

$$I_N = \frac{S_N}{S_0} I_0 \quad (7)$$

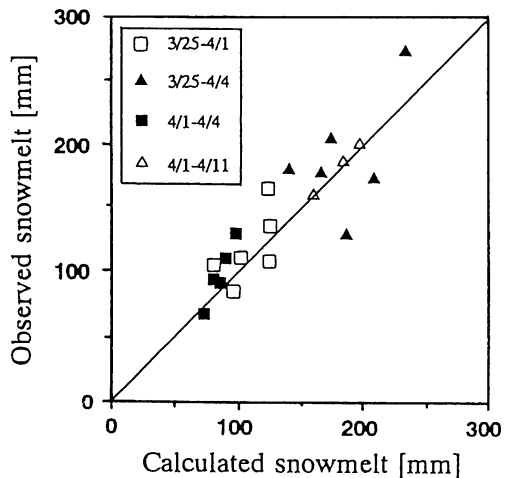
ただし、 S_0 ：観測地点の受光係数、 I_0 ：観測日射量
で得られる。

日射量を推定する際には直達日射量のみを受光係数で補正することも考えられるが、本研究では全日射量に受光係数を直接乗じて補正している。

(3) 積雪調査地点における融雪量の算定結果

以上の方法で補正された気象データを用いて実流域における融雪量の算定を試みる。実流域への適用は、流域を20m間隔のメッシュを掛け、メッシュ交点の標高を読み取ったdigital mapを作成しておき、メッシュ交点毎に融雪量を算定する。

図－3は積雪調査地点で観測した融雪量と、斜面特性を考慮して計算した融雪量を比較したものである。モデルによって流域内の融雪量をほぼ推定できることが示された。



図－3 流域内融雪量の計算結果

3.3 流出モデル

融雪流出量の検討は、流出モデルへの入力値となる融雪量がメッシュ交点毎に計算されることを考慮して、流域digital mapの交点を結ぶ流路網系を考える。これは、各格子点の回りの8点のうち

最急勾配方向を選定し、この間を仮想流路で結んだものである。河道網は20mメッシュ標高データから自動的に算出された。観音沢川流域の河道網を図-4に示す。

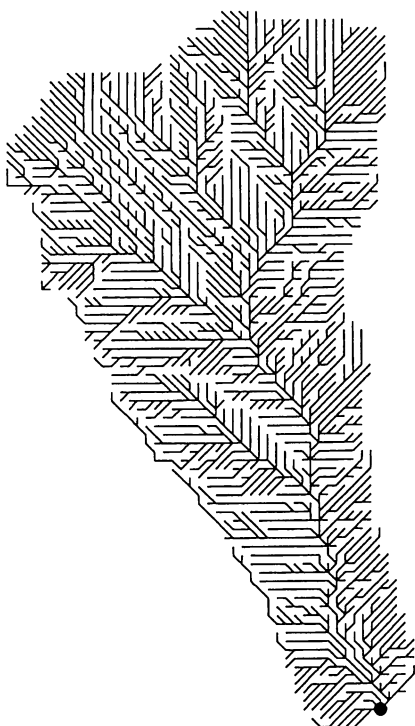


図-4 流路網の構成 (20mメッシュ)

流路への入力格子点のみで考え、融雪モデルにより計算された融雪水は直列2段のタンクモデルを介して流路への流入水に変換される。一方、山田ら⁵⁾は、石狩川流域に洪水の伝搬速度を一定とした線形重ね合せの式を適用し、流域面積が4000km²程度以下であれば、洪水伝搬速度を一定とした場合でもハイドログラフをほぼ再現できること示している。本研究では、対象とする流域の流域面積が十分小さいため、流域の流出量は、各格子点からの流出が流路に沿った距離をある伝播速度で流下し、途中の河道効果による出水波形の変化は考慮せず、河道末端で合成して得られるものとした⁶⁾。

3. 4 融雪流出量の検討

積雪域は融雪の進行に従って減少していくため、融雪流出量算定にあたっては積雪域の変化を考慮する必要がある。図-5は92年の観音沢川流域の積雪調査の結果から得られた標高と積雪水量の関

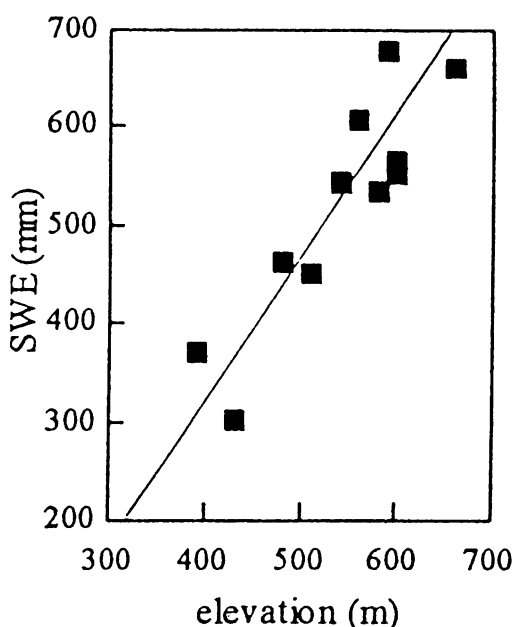


図-5 積雪水量と標高の関係
(92年観音沢川流域)

係を示したものである。ばらつきは大きいものの、積雪水量は標高に対して直線的に増加する傾向が見られる。本研究では、流域の初期積雪水量分布を積雪調査によって得られた標高との一次式で与え、各地点の融雪量の総和が当該地点の初期積雪水量に達したとき、その地点は無雪域になるものとして積雪域の推定を行った。

積雪の推定を加え、融雪モデル・流出モデルを比較的降雨の影響の少ない期間に適用して融雪流出量を算定した結果、図-6が得られた。降雨日では流出量をやや少なめに評価しているが、全体的には流出量をよく再現することができた。

4. 天気予報を利用した融雪流出予測

一般に融雪流出予測は目的に応じて、洪水対策のための短期融雪流出予測、貯水池操作のための中期融雪流出予測、水資源管理のための長期融雪流出予測の3つに分けて考えることができる。このうち、短期融雪流出予測では、予測の対象とする時点までの融雪量と流出に至るまでの time lag⁷⁾、長期融雪流出予測では、予想する時点までの流域積雪水量をどの程度の精度で見積もれるかが問題となる⁸⁾。これらの、短期・長期融雪流出予測はこれまでに検討されている例はあるが、貯水池の操作上有用と考えられる日単位・週単位の

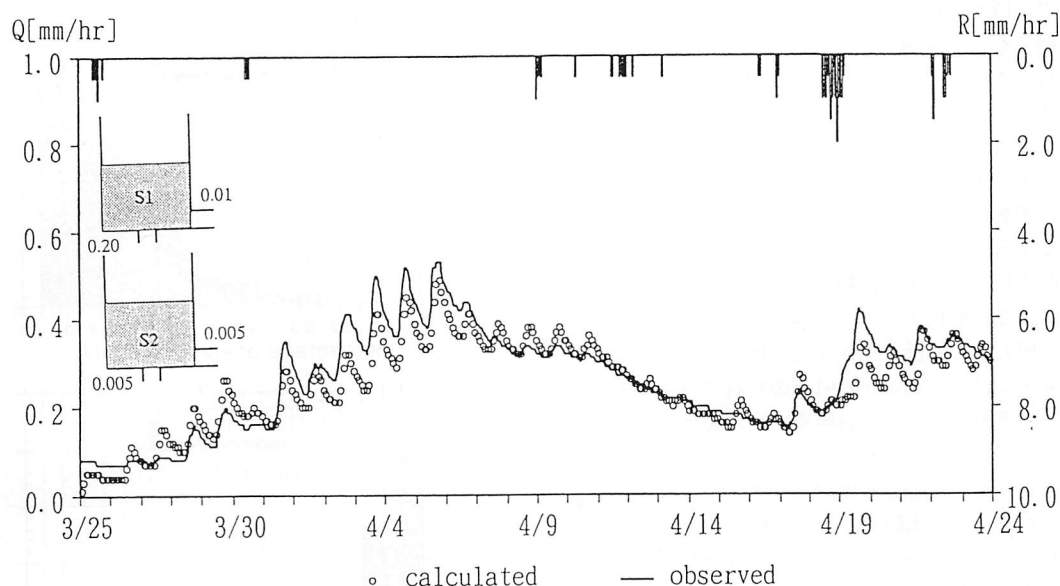


図-6 融雪流出量の推定

予測といった中期融雪流出予測は検討されている例は少ない(例えば Rango⁹⁾)。これは、中期の融雪流出予測に、融雪量を計算すべき地点の予測、融雪量の計算に必要な気象要素の予測の2つの予測手法を必要とするためである。このうち、融雪量を計算すべき地点(積雪域)に関しては、流域の初期積雪水量の分布を推定し、これと分布型融雪モデルを組み合わせることによって融雪にともなう積雪域の変化を推定することが可能である¹⁰⁾。一方、我々が日常的に利用している気象予測としては、気象庁発表の天気予報がある。天気予報は前日に発表される一日先予報、毎日発表されている週間予報、更に数カ月間に渡る長期予報などがあり、我々は目的に応じてその情報を使い分けている。本節では、このような天気予報を積極的に利用して、実用的な融雪流出予測手法の開発を目的とする。

4. 1 天気予報を利用した気象データの予測

天気予報には予測の期間に応じていくつかの種類がある。本研究で目的とする融雪流出予測は、一日先・数日先までの中期の流出予測である。このため、天気予報は一日先予報と週間予報の利用を考えることとする。

天気予報から得られる情報は、天候に関する情報と気温に関する情報の大きく2つに分けられる。本研究では、これら2つの情報から分布型融雪量

算定モデルに必要な日射量・気温の予測値を導き、これを入力値として前節で述べた融雪流出解析手法を適用して流出量の予測値を計算する。但し、積雪全層密度は融雪最盛期の値を、相対湿度は融雪期間中の平均値を用いることとした。ま

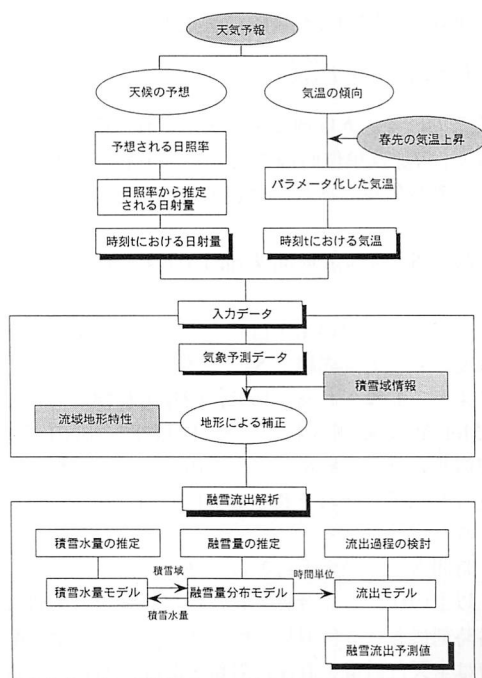


図-7 融雪流出予測の解析手順

た、降水量については、その時空間的な分布を予測することは困難なため、ここでは考慮していない。本研究での融雪流出予測フローを図-7に示す。

(1) 日射量の予測

天気予報から得られる情報のうち、天候に関する予報は予測の対象とする期間に雲がどのくらいかかるかという日照率（可照時間に対する日照時間の比）に関する情報と考えることができる。このように解釈すれば、天候と一日の日照率の間には何らかの関係が存在すると推測される。図-8(a)~(c)は、1988年から91年の札幌における天気概況（実況）別にみた日照率の出現頻度を示したものである。それぞれ出現頻度にばらつきはあるものの、天候に応じて出現しやすい日照率があることが分かる。本研究では天気概況を天気予報に合わせた15パターンに分類し、それぞれの出現する日照率の平均値をとり、天候に対する日照率を表-1の様に定めた。

一日あたりの全天日射量の推定

全天日射量については、日照時間・雲量・積雪日数等を用いた経験式がこれまでに数多く提案されている。しかし、これらは月平均値または月間量を推定するために導かれた式であり、日単位の推定には検討を要する。一般に全天日射量は日照時間（ n ）と可照時間（ N ）の比である日照率（ n/N ）を用いて経験的に次式のように表される。

$$I = I_{00} \left(a + b \frac{n}{N} \right) \quad (8)$$

ここで、 a 、 b は地域毎に決定される係数である。また、 I_{00} は単位時間あたりに水平面に入射する大気外放射量であり、地表・太陽運行の幾何学的条件から、

$$I_{00} = S_0 (24/\pi) (\omega \sin \phi \sin \delta + \cos \phi \cos \delta \sin \omega) \quad (9)$$

ここに、 ω ：日の出・日の入りの時角、 ϕ ：地点緯度、 δ ：太陽赤緯、 S_0 ：太陽定数によって計算される。1991、92年の札幌におけるAMeDASで観測されている日照時間と砥山ダムで観測された日射量データを用いてこの定数を同定した結果、それぞれ $a = 0.129$ 、 $b = 0.677$ が得られた。

1時間あたりの全天日射量の推定

以上の様にして計算された一日の全天日射量は、各時刻における日射量に配分される。日射量の配分は全天日射量を直達日射量・散乱日射量に分離し、散乱日射量は時刻 t における時角の関数とし、

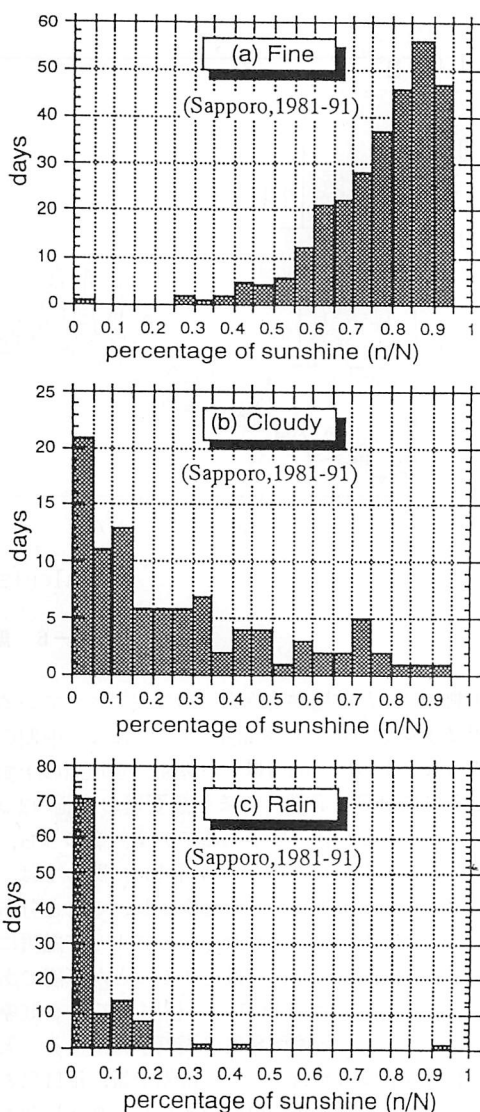


図-8 天気概況と日照率の出現頻度
(1989-91年, 札幌)

- (a) 「晴れ」の場合
- (b) 「曇り」の場合
- (c) 「雨（降水）」の場合

直達日射量を日照率で重み付けする小池ら^{11), 12)}による方法を用いた。

(2) 気温の予測（週間天気予報の利用）

図-9は1992年の融雪期の日最高・最低気温の変化を示している。ばらつきは大きいものの、融雪開始日からの経過日数に従って、気温は直線的に高くなる傾向がみられる。一方、週間天気予報から得られる気温に関する情報は、平年値に対し

表一 天気概況による日照率の平均値
(1989—1991年, 札幌)

notation '/' means 'occasional' and '>' means 'later'

weather	n/N	weather	n/N
Fine	0.771	Cloudy>Fine	0.366
Fine/Cloudy	0.521	Cloudy>Rain	0.106
Fine/Rain	0.498	Rain	0.059
Fine>Cloudy	0.507	Rain/Fine	0.269
Fine>Rain	0.468	Rain/Cloudy	0.145
Cloudy	0.264	Rain>Fine	0.346
Cloudy/Fine	0.349	Rain>Cloudy	0.103
Cloudy/Rain	0.163		

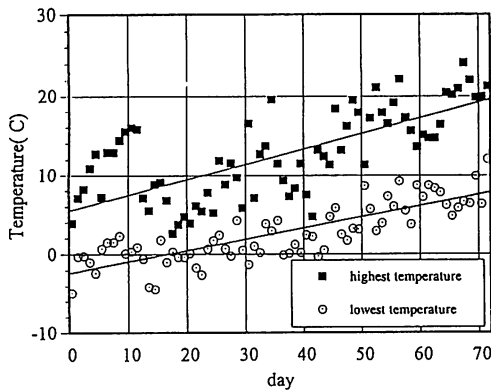


図-9 融雪期における気温の上昇

て高いか・低いという傾向として与えられる。本研究では、日最高・最低気温は融雪開始日からの経過日数に従って直線的に上昇するものとし、この直線に対するばらつきを週間予報からの情報で補正することとした。よって、融雪開始日から d 日目の最高・最低気温は次式で与えられる。

$$T_{HI,d} = 13.1 + 0.173 \cdot d + \Delta T_{HI} \cdot f \quad (10)$$

$$T_{LO,d} = 0.56 + 0.138 \cdot d + \Delta T_{LO} \cdot f \quad (11)$$

ここに、 $T_{HI,d}$ 、 $T_{LO,d}$ ：融雪開始日から d 日目の日最高・最低気温、 ΔT_{HI} 、 ΔT_{LO} ：週間天気予報による最高・最低気温の補正值、 f ：補正にかかる係数（平年並：0，平年高：+1，平年低：-1）

1992年の週間天気予報と観測されている日最高・最低気温の記録から残差の平方和が最小になるように ΔT_{HI} 、 ΔT_{LO} を同定した結果、それぞれ5.2、1.2 (°C) が得られた。図-10(a)、(b)はそれぞれ経過日数のみから推定した場合、週間予報による補正を加えた場合の日最高・最低気温の予測値と実測値の関係を示したものである。図か

ら、週間予報による補正を加えることで気温の予測値の精度が向上することが分かる。

一方、一日の各時刻における気温は、気温の日変動パターンを予め最高・最低気温を用いて、

$$T^*(t) = \frac{T(t) - T_{\min}}{T_{\max} - T_{\min}} \quad (12)$$

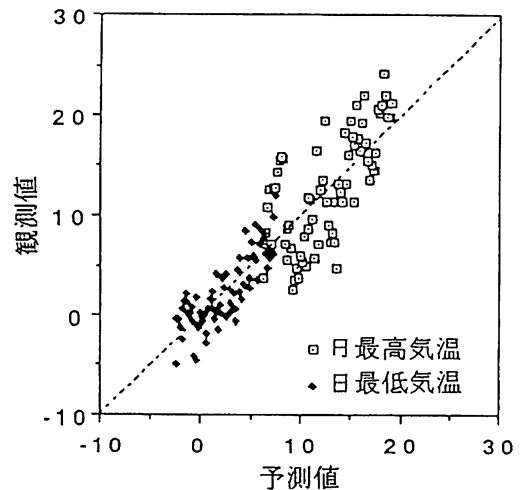
ここで、 $T^*(t)$ ：無次元化した気温、 $T_{\max}$ 、 $T_{\min}$ ：日最高・最低気温の実測値

$T(t)$ ：時刻 t における気温

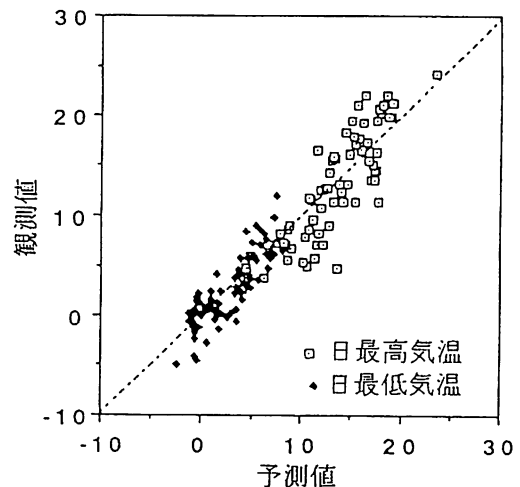
で無次元化する。これに式(10)、(11)で予測された最高・最低気温を次式に入力して、各時刻における気温を推定することとした。

$$\hat{T}(t) = T^*(t) \cdot (\hat{T}_{\max} - \hat{T}_{\min}) + \hat{T}_{\min} \quad (13)$$

ここで、記号「 $\hat{}$ 」は予測値を示す。



(a)経過日数のみを考える場合



(b)週間予報による補正を加える場合

図-10 日最高・最低気温の予測
(1992. 3. 27—6. 5)

(3) 気温の予測 (日予報の利用)

毎日21時に発表される天気予報では、翌日の予想最高・最低気温も併せて発表されている。図-11は解析対象期間中に観測された日最高・最低気温の実測値と、前日に発表された予想気温との関係を示したものである。最高気温はやや低めに、最低気温はやや高めに予測されているものの、実用的な精度で考えると予測値は実測値と良く一致しているといえる。

一日の各時刻に対する気温は、4. 1(2)で述べた(12), (13)式を用いて計算される。

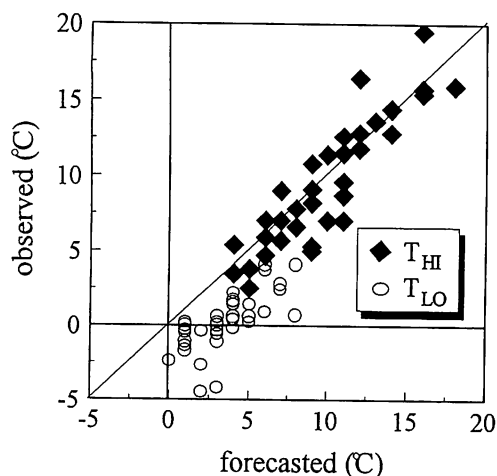


図-11 日最高・最低気温の予報値と実測値の比較 (1992年, 札幌)

4. 2 融雪流出予測

4. 1節で得られた方法を用いて、気温・日射量を天気予報から予測して一日先・一週間先までの融雪流出量予測を試みる。

(1) 一日先の融雪流出量の予測

図-12及び図-13は、4. 1(1), (3)に示した方

法を用いて前日の天気予報から推定した一時間毎の日射量・気温の予測値と実測値を比較したものである。一日の日射量を一定として扱っているため、晴天日の正午付近では日射量を小さく予測する傾向があるが、実用的にはほぼ満足な精度が得られた。

このように推定された日射量気温を融雪モデルへの入力値として融雪量を算定し、一日先の各時刻における融雪流出量を算定した結果、図-14が得られた。流出モデルのパラメータは3. 4で得られたものを用い、各格子点に配置するタンクモデルの2段階目の初期貯留量のみを前日の流出量にあうように定めている。降雨の予測を行っていないため、後半の降雨期間では予測精度は落ちるものの、それ以外の期間では予測値と実測値はよく一致しており、実用的に満足のいく結果が得られた。

(2) 一週間先までの融雪流出量の予測

図-15及び図-16は、4. 1(1), (2)に示した方法を用いて毎週金曜日に発表される週間天気予報から一時間毎の日射量・気温を一週間先まで予測した結果と実測値を比較したものである。解析期間を通してみると、気温・日射量とも予測値と実測値はほぼ一致しており、週間天気予報を用いた場合でもこれらの気象要素を予測可能であることが示された。

図-17は、同様の方法で一週間先までの各時刻における流出量を予測した結果を示している。無降雨期間では予測値は実測値とよく一致しているが、降雨を考慮していないため、予測期間の前半部分でまとまった雨が降ると、予測期間の後半部分では流出量を小さく予測するのがうかがえる。週間予報は毎日発表されているため、これを利用して逐次修正を加えながら、リードタイムの長い融雪流出量の予測を行うことが可能である。

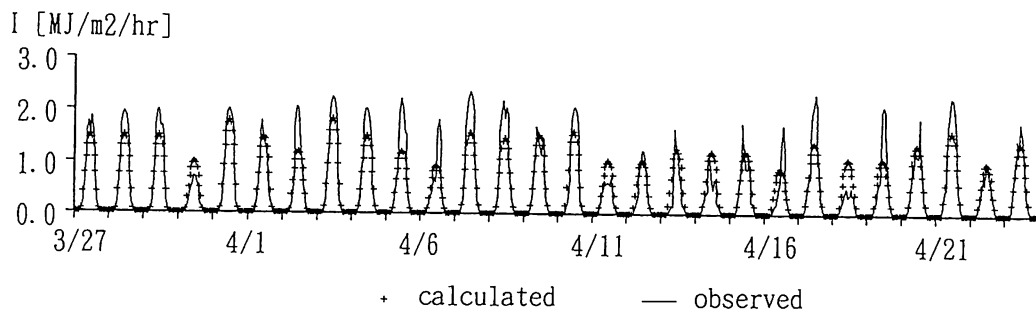


図-12 一日先の日射量の予測結果 (1992. 3. 27—4. 23)

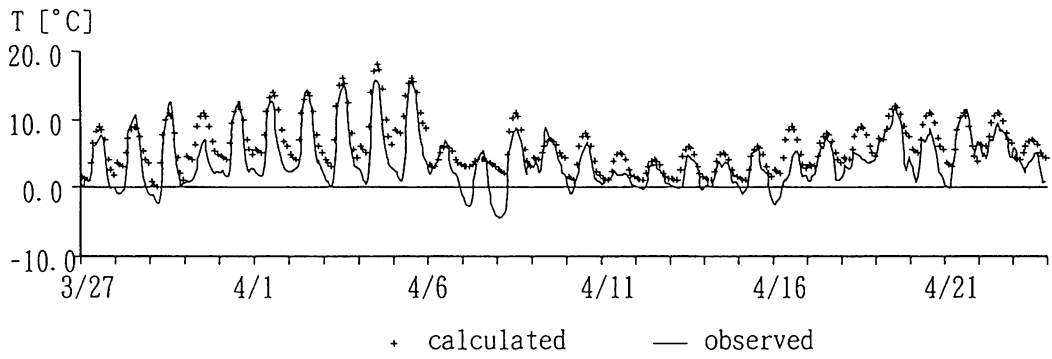


図-13 一日先の気温の予測結果 (1992. 3. 27-4. 23)

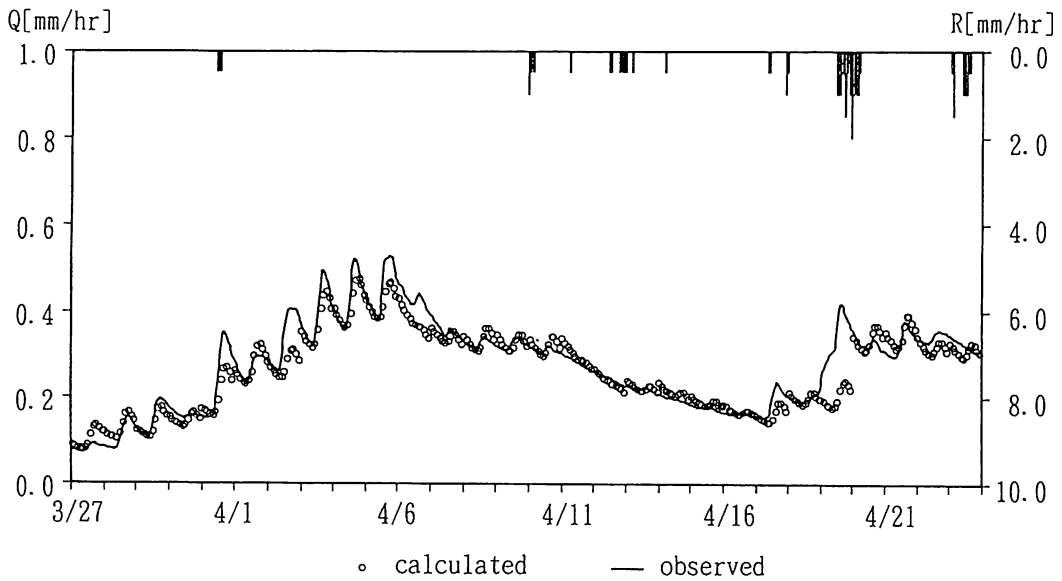


図-14 一日先の融雪流出量の予測結果 (1992. 3. 27-4. 23)

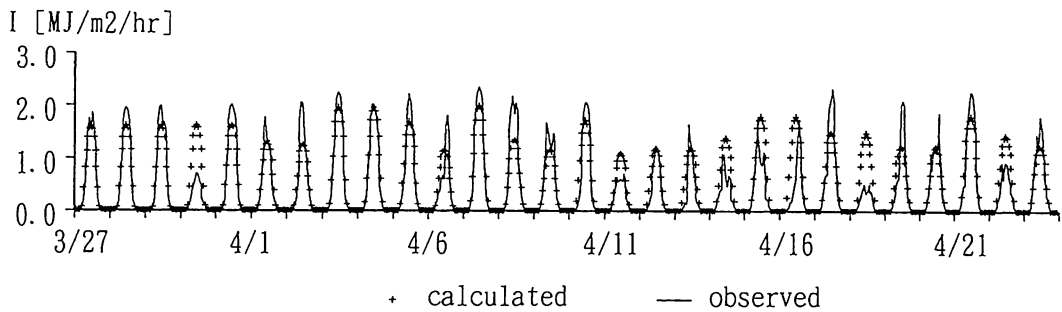


図-15 一週間先の日射量の予測結果 (1992. 3. 27-4. 23)

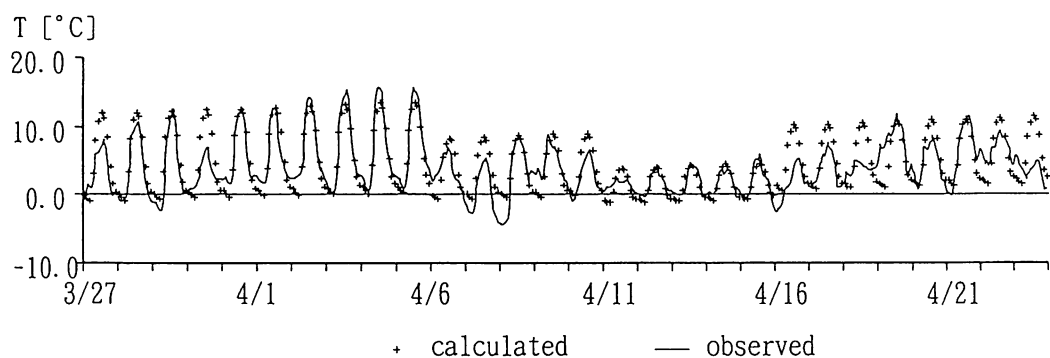


図-16 一週間先の気温の予測結果 (1992. 3. 27-4. 23)

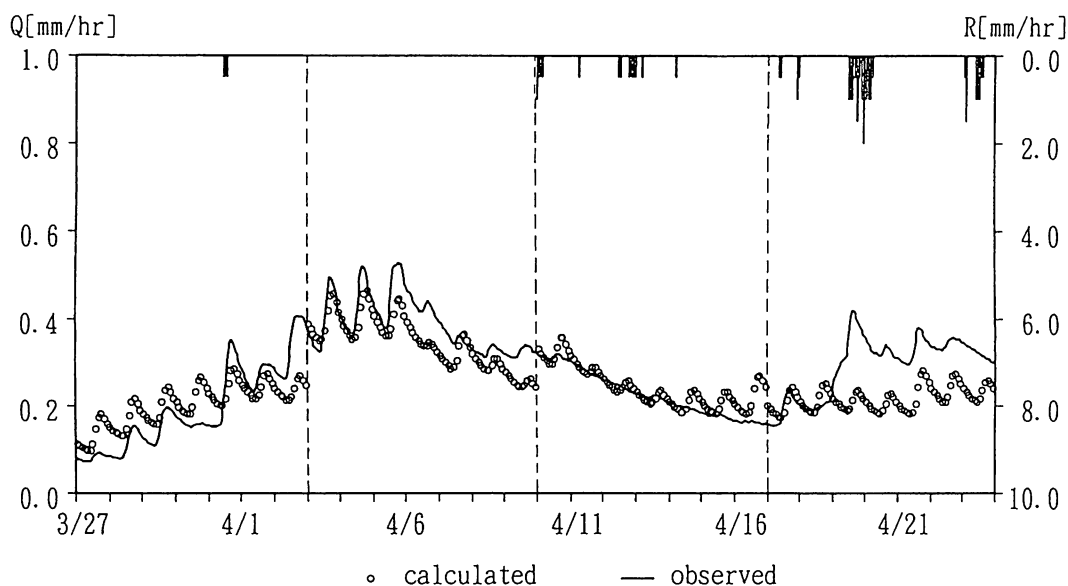


図-17 一週間先の融雪流出量の予測結果 (1992. 3. 27-4. 23)

5. おわりに

本研究では、1992年の融雪期に観測を行った観音沢川上流域を対象として、天気予報を利用した融雪流出予測手法の構築を行った。3節では、融雪量算定モデルの適合性を確認した後、実流域への適用と、これを用いた融雪流出解析を行い、本研究で提案した分布型融雪流出モデルの適合性を検討した。また、4節では天気予報データから得推定される気象データを入力値として分布型融雪流出解析手法に基づく融雪流出予測を試み、降雨のない期間では実用上十分な精度で一週間先までの流出量を予測できることを示した。

本研究で提案した分布型融雪流出モデルによる

融雪流出予測手法を実流域で適用するには、観測体系が整備されていることが条件となる。このため、より多くの流域へ適用するためには観測資料の少ない、より厳しい条件で適用できる予測手法の開発が必要と考えられる。

謝 辞

本研究で使用しました水文資料の一部は北海道電力(株)から提供されました。また、積雪調査にあたりましては本校土木工学科柳谷技官・高橋技官、AMeDAS データの収集にあたりましては小高建太郎・船田直也両氏(平成5年3月卒業)の協力を得ました。ここに記して関係各位に感謝の意を

表します。

参考文献

- 1) 八田・西村・藤田：豊平川支流部における融雪観測とその解析，土木学会北海道支部論文報告集，**48**，pp. 479－482，1992.
- 2) 太田・橋本：落葉樹林内外における雪面上純放射収量の推定と表面融雪量，水文・水資源学会1991年研究発表会概要集，pp. 18－21，1991.
- 3) 村井：日照・日射の効果に関する基礎研究，土木学会論文報告集，**215**，pp. 49－59，1973.
- 4) 小池・高橋・吉野：融雪量分布のモデル化に関する研究，土木学会論文報告集，**363**，pp. 195－174，1985.
- 5) 山田・豊田：洪水におけるハイドログラフの特性とその形成過程に関する研究，水工学論文集，**35**，pp. 143－148，1991.
- 6) 嵯峨・西村・藤田・坂本：豊平川上流域の疑似河道網による流出解析，第47回土木学会年次学術講演会概要集，pp. 478－479，1992.
- 7) 盛田・丹羽：融雪流入量の予測精度向上に関する検討」：第45回土木学会年次学術講演会概要集，pp. 106－107，1990.
- 8) 小池・高橋・吉野：積雪面積情報による流域積雪水量の推定：土木学会論文報告集，**357**，pp. 159－165，1985.
- 9) A. Rango, V. Katwijk : Development and testing SNOWMELT-RUNOFF forecasting technique, Water Resources Bulletin, 26, 1 , pp. 135-144, 1990.
- 10) 八田・小池・陸：積雪水量分布の推定と融雪流出解析，水工学論文集，**36**，pp. 617－622，1992.
- 11) 小池・早川・後藤・古谷・八田：魚野川流域における融雪流出解析の総合化，水理講演会論文集，**33**，pp. 127－132，1989.
- 12) 小池・佐渡・橋本・西舘：AMeDAS 日照時間による日射量推定の総合化，水文・水資源学会1991年研究発表会概要集，pp. 26－29，1991.
(平成6年11月16日受理)

