

6. 北海道岩尾内ダム流域における 融雪出水量予測精度と水文特性の経年変化特性

山田朋人^{1*}・和智光貴²

¹正会員 博(工) 北海道大学大学院工学研究院准教授 (〒060-8628 札幌市北区北13条西8丁目)

²学生会員 北海道大学大学院工学院修士課程 (〒060-8628 札幌市北区北13条西8丁目)

天塩川流域に位置する岩尾内ダム管理支所では融雪直前期に積雪水量調査を長年実施しており、積雪水量から推定されるダム湖への融雪出水量の予測精度は良好であった。しかし近年になり、流出量の予測精度が低い年が見られるようになった。過去34年間の出水量の予測精度と春先の水文気象場との関係を分析したところ、温暖年において精度が低いことが判明した。特に2008年と2009年の温暖年では推定した積雪水量は実際にダム湖への流入量と比較して約66%, 74%と低い値であった。温暖年における積雪水量の過小評価の理由として蒸発散量の影響を評価することによって、気候変動下における高精度な融雪出水量の予測を行う上で春先の水熱収支の考慮が不可欠であることを示唆した。最後に現在まで長期に渡る現地観測データと全国規模で展開されている水文気象データ、陸面モデルを併用した積雪水量予測手法の提案を行った。

*Email: tomohito@eng.hokudai.ac.jp

Key Words : snow melt runoff, snow water equivalent, water resources management, air temperature, spring, prediction method, land surface model

1. はじめに

北海道内を含む豪雪地域では、融雪出水量の事前把握が春以降の安定的な水資源管理を行う上で不可欠である。本研究の対象地域である岩尾内ダムは、北海道北部の天塩川流域上流部(緯度: 44°06'53", 経度: 142°42'51")に位置している(表-1, 図-1)。岩尾内ダム管理支所では1971年から3月の融雪時期直前に積雪調査を実施している⁽¹⁾。積雪調査手法は以下のとおりである。ダム流域を4つの集水域に分割し、計25箇所、標高300m~900mまで100mごとに積雪深と密度を測定することにより、流域全体の積雪水量を算出している。これは北海道内のダム流域の中では観測数が多い部類に属し、上記調査で得られる積雪水量から推定および予測される融雪出水量は毎年高い精度を保っていた。しかし、近年になって融雪出水量の予測値よりも実際の出水量が低い年が見られるようになった。北海道内のダム湖では初夏の時期に梅雨による雨の影響が少ないため、基本的には融雪による水量を灌漑などの用途のために確保しなければならない。岩尾内ダム湖では5月下旬~8月中旬の時期に確保する水位が決められているが、ダム湖の貯水量は制限水位があるため、それをオーバーすることは不可能である。特に、7月1日は制限水位と確保水位がほぼ同じ値となっており、非常にシビアな状況と言える(図省略)。岩尾内ダム湖の貯水

容量の約8割が灌漑用水に使用されていることを考えると、融雪出水量の予測精度の低下による天塩川流域の農業や産業活動等に与える影響が懸念される。また、近年叫ばれている地球温暖化に伴う気候変動下において、豪雪地域における春以降の治水・利水管理の高精度化は極めて重要である⁽²⁾。以上より、本研究では岩尾内ダム流域における30年間以上の積雪水量調査データを元に、融雪出水量予測精度と春先の水文気象場との関係を分析する。2章では現地観測によって得られる積雪水量に基づく融雪出水量推定手法の説明、3章では融雪出水量予測精度と春先の水文気象場との関係について議論を行う。春先の融雪出水量に与える水熱収支の影響を4章において明らかにし、現地観測データや水文水質データベース、AMeDAS(Automated Meteorological Data Acquisition System)等、陸面モデルを併せた融雪出水量予測手法の提案を5章において行い、まとめを6章に記す。

2. 融雪出水量推定手法

(1) 融雪期間開始時期および終了時期の基準

国土交通省北海道開発局岩尾内ダム管理支所では、岩尾内ダム流域における融雪期間の開始時期と終了時期の判断を次のように行っている。

a) 開始時期の判断

表-1 岩尾内ダムの概要

着手年・竣工年	1963年, 1970年
水系・河川	天塩川水系・天塩川
ダム形式	重力式コンクリートダム
管理	北海道開発局
用途	洪水調整, 灌漑用水, 上水道用水, 工業用水, 発電
ダム流域面積	331.4km ²
有効貯水容量	96.3百万m ³

表-2 2008年, 2009年における積雪水量データから予測された融雪出水量(予測値)と実際のダム湖への流入量[百万m³]と, 各年の融雪比

2008	融雪比	総流入量
予測値	1.0	235.5
実際の値	0.66	174.7
予測誤差	-0.34	-60.8
2009	融雪比	総流入量
予測値	1.0	334.2
実際の値	0.74	267.0
予測誤差	-0.26	-67.2

- ダム流入量が日平均で3m³/s以上
- 似峽観測所での流量が日平均で2.7m³/s
- 茂志利観測所での流量が日平均で1.7m³/s以上
- 日平均気温が0℃以上

以上4項目のうち, 2項目以上を満たした場合, 融雪出水が開始したと判断する。

b) 終了時期の判断

- ダム流入量が6m³/s以下に減少したときに融雪出水が終了したと判断する。

(2) 融雪比

岩尾内ダムでは融雪比⁽¹⁾という値を用い, 観測によって得られる積雪水量に基づく総流入量の推定値と, 実際にダム湖への流入量の比較ならびに検討を行っている。融雪比は次式で表される。

$$[\text{融雪比}] = [\text{融雪量}] / [\text{積雪水量}] \quad (1)$$

$$[\text{融雪量}] = [\text{総流入量}] - [\text{総降雨量}] \quad (2)$$

と表すことができる。式(1),(2)の総流入量はダム流域最下流部における観測値, 総降雨量は融雪期間中に複数地点において観測された値, 積雪水量は上述の基準に基づく融雪直前期においてダム流域で調査によって得られる推定値である。以上の式から算出された1976年から2009年の融雪比を図-2に示す。融雪比が1.0以上であれば調査によって得られる積雪水量に基づく流入量予測値よりも実際にダム湖への流入量が多い。一方1.0より低ければ過小予測を示す。また, 1976年から2009年の融雪比の平均は0.99, 標準偏差は0.11であった。2007年までは融雪比が1.0以下となった年でも2002年の0.80, 高い年では融雪比の算定が可能になった1976年の1.18であった。1994



図-1 岩尾内ダムの位置と4つの集水域。図中に示す点線の内側の地域において, 毎年融雪直前期に積雪水量(積雪深さと密度)の観測が実施されている。

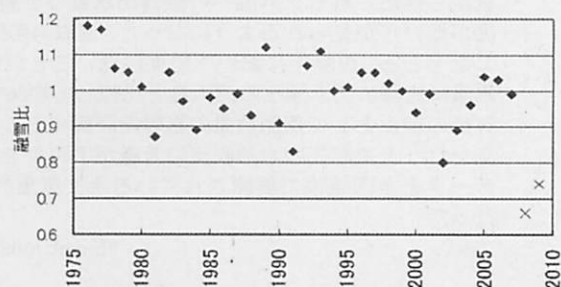


図-2 岩尾内ダム流域における1976~2009年の融雪比の経年変化。融雪比が1以下(以上)の年は, 予測値が実際の流入量が積雪水量情報に基づく予測値よりも過小(過大)であることを示す。

年から2006年においては, ほとんどの年において0.94から1.05の範囲に分布し, ある程度良好な精度を有していたことがわかる。

表-2は2008年, 2009年の積雪水量の推定値を用いたダム湖への総流入量の予測値と実際の総流入量の差を示す。仮に積雪水量の推定値が完全な予測である場合, 融雪比は1.0となる。2008年においては, 融雪比は0.66であり, 過去33年間で最も低く, 積雪水量調査結果に基づく推定手法の限界を示すものであろう。これは実際の総流入量は予測値よりも60.8百万m³小さい値であり, 実際の総流入量は予測値よりも約26%少ない。一方, 2009年の融雪比は0.74であり, 過去2番目に融雪比過小年である。2009年についても同様に計算すると, 予測値よりも約20%実際の総流入量の方が少ないことを意味する。

3. 融雪出水量予測精度と水文気象場の関係

(1) 流入量

図-3はダム湖への実際の流入量を1971年から2009年まで39年間について示す。対象期間は3月31日から7月31日とし, 3日平均値として図化した。その理由として, 日スケールの高周波成分ではなく, ある程度の時間平均スケールで議論することを目的とするためである。図中の

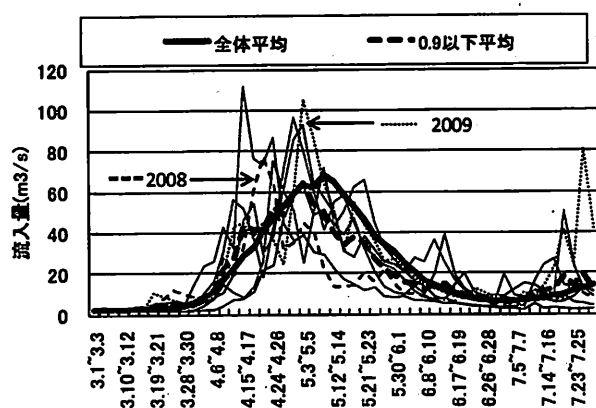


図-3 3月1日～7月31日までのダム湖への流入量の季節変化(3日平均値)。太線は対象とする39年間平均値；太い破線：融雪比が0.9以下の年の平均値；細い実線は融雪比0.9以下の各年。

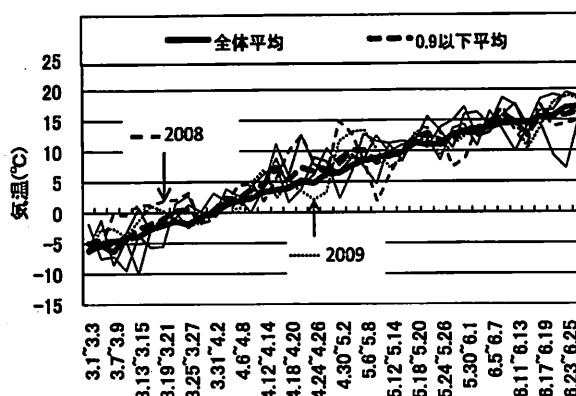


図-4 ダム湖流域ダムサイト付近における気温の季節変化(3日平均値)。図中の詳細は、図-3に記すとおり。融雪比0.9以下平均年の方が全体平均よりも早期に昇温している。

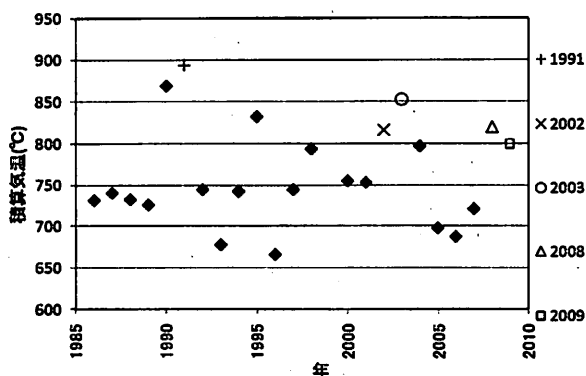


図-5 1986～2009年における融雪期間中の積算気温と融雪比過小年の関係。図中の1991、2002、2003、2008、2009年は対象期間中、融雪比が0.9以下の年を示す。

全体平均は1971年から2009年までの39年間平均、0.9以下平均は表-3に示す積雪水量推定が過小となった年(7年間)の平均値である。融雪比が0.9以下の年を選んだ理由は、2008年、2009年の融雪比が極端に低かったためであることと、融雪比の平均値と標準偏差の差が0.88であり、対象とするサンプル数を確保するためである。

図-3より、融雪比0.9以下平均の年はダム湖への流入量の立ち上がりが全体平均よりも早期化している傾向が見られる。また、流入量が最大となる日(以下、ピーク日と記す)を見ると、全体平均が5月9日～5月11日であるのに対し、0.9以下平均は5月3日～5月5日と一週間程度早い。同じく、流入量の逓減期間も0.9以下平均は全体平均よりも早期に開始されることがわかる。

融雪比が極端に低かった2008年、2009年に着目し、以下にまとめる。

- 2008年：立ち上がり、ピーク日、逓減の早期化が他の融雪比過小年よりも顕著である。ピーク日は4月21日～23日であり、全体平均よりも2週間以上もピークを早く迎える。また、ピーク後はすぐに逓減が始まる。
- 2009年：ピーク日は5月3日～5月5日であり、これは全

体平均よりも一週間程ピークを早く迎えることを意味する。流入量の立ち上がりも早く、逓減も2008年と同様にピーク後すぐに始まる。

(2) 気温

気温についての結果を図-4に示す。図の詳細は図-3と同様である。図中の値は岩尾内ダムサイト横に位置する管理支所で観測されたものである。気温については既存の観測データが1986年以降のみ存在するため、全体平均は1986年～2009年の23年間平均、0.9以下平均は表-3における1991年以降の平均となる。

図-4より、全体平均よりも0.9以下平均の年の方が3月中旬から5月下旬にかけて気温が高いことがわかる。融雪開始時期は全体平均が4月3日～4月5日、対して0.9以下平均は3月22日～3月24日である。

融雪比が極端に低かった2008年、2009年について詳細に述べる。

- 2008年：3月13日～3月15日で既に0°Cを超え、一度も氷点下を下回らずに0°Cを超える状態が3月25日～3月27日まで続く。その後、一週間程気温が氷点下に落ち込むが、全体平均を上回る日が続き、特に4月上旬や5月上旬は全体平均を5°C近く上回る。
- 2009年：3月中旬で0°Cを超える状態が一週間程続く。2008年と同様に一旦気温が氷点下に落ち込むが、それからは全体平均を上回る日が続く。

1986年～2009年までの融雪期間を平均化し(以後、平均融雪期間と記す)、その期間中での積算気温を求めた結果を図-5に示す。平均融雪期間は3月29日～6月24日であり、融雪比の精度が高い年もあるが(1990年融雪比0.91、1995年同1.01、1998年同1.02、2004年同0.96など)、温暖年上位7年間のうち5年間は融雪比が0.9以下の年である。以上より、ダム湖への実際の流入量と気温データによる融雪比過小年の特徴として、3月中旬から5月中旬における気温が平年値より高く、ダム湖への流入量は逓増時期、

表-3 融雪比0.9以下の年とその年の融雪比

年	1981	1984	1991	2002	2003	2008	2009
融雪比	0.87	0.89	0.83	0.80	0.89	0.66	0.74

表-4 蒸発散量の推定式

蒸発量の推定式

$$\lambda E_g = \lambda \rho \beta_g C_{Hg} u \{e_{sat}(T_g) - e\} \frac{0.622}{p}$$

 λE_g : 地表面からの潜熱フラックス(W/m^2) E_g : 地表面からの蒸発散量(mm/s) T_g : 地表面の代表温度($^{\circ}C$) λ : 蒸発潜熱(J/Kg) ρ : 空気密度($=1.2kg/m^3$) p : 大気圧(hpa) C_{Hg} : 地表面～大気間のバルク係数 β_g : 地表面の蒸発効率 u : 代表高度での風速(m/s) e, e_{sat} : 各々代表高度での水蒸気圧(hPa)および飽和水蒸気圧(hPa)

表-5 雪面からの総蒸発量と融雪比に与える影響

年	2005	2006	2007	2008	2009
総蒸発量	12.4	15.3	14.5	17.3	26.5
融雪比	1.04	1.03	0.99	0.66	0.74
仮融雪比	1.10	1.10	1.08	0.76	0.84

ピーク時間、通減時期ともに早期化の傾向を示していたことが明瞭である。

4. 雪面蒸発量の推定

3章では、岩尾内ダム流域における水文データの解析により、融雪比が低い年は気温が高く、ダム湖への出水時期ならびに通減時期の早期化が顕著に見られることが判明した。一方、融雪比の過小評価は、現地観測によって得られる積雪水量に対してダム湖への総流入量が小さいことを意味し、平年よりも高温傾向であるため、本来ダム湖へ流出すべき積雪水量が蒸発散等によって流出する可能性が考えられる。これについて本章において議論を行う。

(1) 水収支モデルの概要

本研究では蒸発量の推定に際し、近藤ら⁶⁾によって提案されている水熱収支モデル(表-4)を用い、2005年から2009年のダム流域における蒸発量を求めた。これは地被や植被の状態によって動的に変化する蒸発量をより高い精度で推定するため、土壌もしくは積雪面の熱収支及び植被層の熱収支を定式化するものである。ただし、本研究においては積雪面からの蒸発量の影響のみに着目し、裸地面や植生からの蒸発散量は考慮しないこととした。

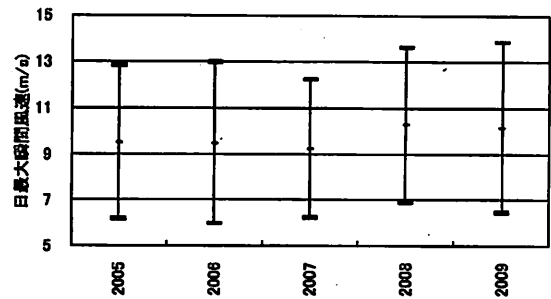


図-6 2005年～2009年における平均融雪期間中の日最大瞬間風速の平均値

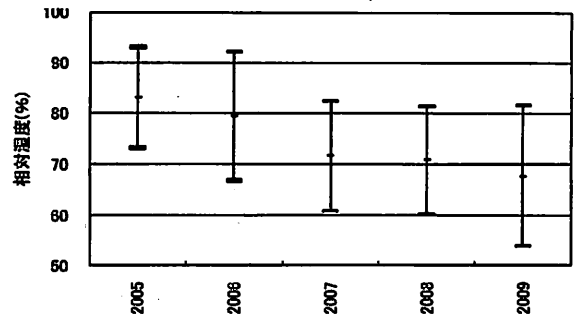


図-7 2005年～2009年における平均融雪期間中の相対湿度の平均値

このモデルを用いて定山溪ダム流域の蒸発散、融雪量の推定を行った先行研究⁵⁾がある。バルク係数 C_{Hg} 、蒸発効率 β_g は文献値^{4), 6)}を参考にし、ここでは蒸発量のオーダー量の推定を目的としているため、数値は先行研究の値である $C_{Hg}=0.02$ 、 $\beta_g=1.00$ として推定を行った。気温通減率は気象庁⁷⁾の値を参考にし、 $0.75^{\circ}C/100m$ とした。また、図-1に示すとおり岩尾内ダム流域は4つのサブ流域に分割されており、100m間隔で流域面積が算出されている。そのため、サブ流域ごとに標高別の蒸発量を算出することが可能である。それら全てを合計した値を岩尾内ダム流域内の総蒸発量とした。

(2) 融雪比に与える雪面蒸発の影響

推定結果(2008年, 2009年)を表-5に記す。表-5の仮融雪比は(2)の融雪量の式を [融雪量]=[総流入量]-[総降雨量]+[総蒸発量]と、新たに設定した式である。融雪比が過小評価された2008年, 2009年について詳細に記す。

a) 2008年: 表-2に示す予測誤差量のうち、28.4%を総蒸発量で満たす。また、雪面からの蒸発量を考慮することによって、仮融雪比は0.76となり、融雪比は0.10改善された。

b) 2009年: 表-2に示す予測誤差量のうち、39.2%を総蒸発量で満たすことがわかる。また、雪面からの蒸発量を考慮することによって、仮融雪比は0.84となり、融雪比は0.10改善された。同様に2005年～2007年の仮融雪比も求めると、融雪比は積雪面からの総蒸発量を考慮することにより、0.06～0.09程度向上することが明らかとなった。2005～2007年の融雪比は1.0以上であるが、これは積雪水

表-6 本研究において提案する積雪水量予測手法
対象年はAMeDAS及び現地観測データが利用可能な1979
～2007年までを使用。以下の予測手法による予測値(200
3)の結果は図-8の破線に示すとおりである。

$$\text{予測値}(\text{year}) = O(\text{mean}) + \frac{O(\text{anom})}{M(\text{anom})} \times (M(\text{year}) - M(\text{mean}))$$

$O(\text{mean})$: 現地観測データ(O)の平年値(mean)
 $O(\text{anom})$: 現地観測データ(O)の平年偏差(anom)
 $M(\text{anom})$: 陸面モデル(M)の平年偏差(anom)
 $M(\text{year})$: モデル(M)による対象年の値(year)
 $M(\text{mean})$: モデル(M)の平年値(mean)
 ※平年値, 平年偏差は対象年を除いた過去のデータを使用。

量調査値よりも実際の積雪水量が大きいことを示すものである。

図-6, 図-7は管理支所における融雪期間中の日最大風速及び相対湿度について観測データが存在する2005～2009年の結果を示す。図中のエラーバーは各年融雪期間中の標準偏差である。日平均風速では融雪比過小年(2008, 2009年)と他の3年間とは概ね同程度の値であったが(図省略), 得られるデータが5年間で短期間ではあるが, 日最大風速は融雪比過小年において大きい(2005～2007年: 9.4m/sに対して2008年: 10.3m/s, 2009年: 10.2m/s)。一方, 相対湿度は小さい傾向(2005～2007年: 78%に対して2008年: 71%, 2009年: 68%)が見られ, 温暖年における雪面蒸発量の重要さが伺える。

5. 陸面モデルを用いた積雪水量予測手法の提案

ダムサイトにおける水資源管理上, 融雪出水量を正確に事前把握することは非常に重要である。これまで蓄積された現地観測データや全国規模で展開されている水文気象データベースに加え, 物理的手法に基づく水文モデルを併用し, 高精度な積雪水量の予測はどの程度可能であるのか検討を行う。

(1) 実験概要

本研究では現地観測データ, 水文水質データベースやAMeDAS, さらには複雑な物理過程を考慮する陸面モデル(Minimal Advanced Treatments of Surface Infiltration and Runoff, 以降MATSIRO)⁽⁹⁾を用いた新たな予測手法を試みる。MATSIROは元来, 大気大循環モデルにおける陸面過程の時間発展をシミュレートするために開発され, 土壌水分, 積雪や土壌凍結, さらには蒸散やキャノピー上の蒸発も考慮した日本を代表する陸面モデルである。

現地観測データは点として正確なデータが得られるというメリットがある反面, 面的代表性を得ることが難しい。一方, 陸面モデルは上述の蒸発散等の複雑な物理過程を考慮し, GPV(Grid Point Value)予報値やAMeDAS等の日本全域をカバーする気象データと併用することで複数

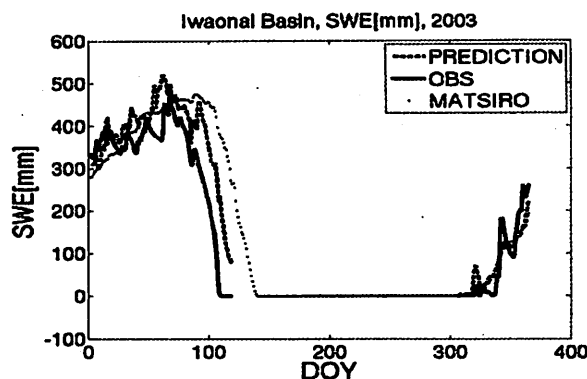


図-8 2003年の積雪水量の日変化。実線: 現地観測による積雪量; 点線: AMeDAS-陸面モデルによる推定値; 破線: 予測手法を用いた推定値。

地域における領域平均値としての水文予測ならびに再現計算が同時に可能である。しかし, 得られる結果はある程度の空間スケールの平均値であるため, 岩尾内ダム流域のような標高の変化が激しい場所での極所的な適応が難しい。著者らは山地流域における降雨流出予測手法と陸面モデルとの併用による高精度流出予測手法を提案している。ここでは, 現地観測データと陸面モデルの長所を併せ持つ水文諸量の再現および予測手法を紹介する(表-6)。本手法は全球スケールの水文気象予測を行う上で観測値とモデルによる予測結果を併せた手法として提案されている^{(10),(11)}ものを, 積雪水量予測に応用したものである。本手法の特徴はモデル予測値にはモデル固有のバイアスが存在すると仮定し, 過去の現地観測により得られる同時期の平年値に対して, モデル予測値と観測値を用いて対象とする年と平年値の差(平年偏差)の値を基準化したものを考慮することである。MATSIROに与えるAMeDASデータは岩尾内ダム周辺に位置する土別や朝日観測所等で得られる値を10km格子に平均したものである。

(2) 実験結果

対象とする年は, 使用できるデータの都合上, 融雪比が最も小さい2008年, 2009年ではなく, 2003年(融雪比0.89)とし, 結果を図-8に示す。図中の太い実線は現地観測による結果, 点線はAMeDAS等の気象データをMATSIROに与えて得られた結果, 破線は本手法による現地観測データにAMeDASデータ, MATSIROを併用した予測値である。横軸は1月からの日数を表しており, 縦軸は積雪水量(単位: mm)を表す。利用可能なデータの都合上, 現地観測の結果はダム流域最下部に位置するダム管理支所におけるデータを用いた。

現地観測による結果とモデルによる結果を比較すると, 冬場における積雪水量の推定精度はある程度の妥当性が伺える。しかし, 積雪水量がピークを迎えた後(融雪期後半), 陸面モデルによる積雪水量は観測値よりも速減開始時期が3,4週程度遅い。この原因として10kmの面的平均値として作成したAMeDASデータの精度の限界や陸面モ

デルの有するモデルバイアスの影響が考えられる。しかし、本研究における予測手法を用いることにより、再現性は大幅に改善され、通減時期も観測値よりも数日程度の遅れに留まる。従って同手法を改善し、陸面モデルの初期値場の作成にはAMeDASや水文水質データベースの利用、予測期間に関してはGPVを利用することによって、今まで困難であった融雪開始日及び積雪調査日の予測精度を向上させる可能性が示唆される。

6. まとめ

岩尾内ダム流域のような豪雪地域では、治水、利水の両面において、融雪出水量の事前把握が重要である。しかし、近年は融雪比の精度の悪化により、ダム湖への流入量が過小予測されている。その原因として、過去30年以上の観測データを用いて分析を行ったところ、温暖年ほど現在の融雪出水予測手法の精度は過小となり、その影響として雪面からの蒸発量の影響が示された。気候変動下において、現在よりも高精度な水資源量の推定を期待するには、本研究において示唆された現在の融雪出水量推定手法の精度と春先の気温との関係は極めて重要であり、他のダム流域においても検討されるべき問題であろう。

わが国のダム流域では、様々な水文諸量について時空間的に詳細かつ密な観測が継続されてきた。また全国的にもAMeDASや水文水質データベース等の情報の共有化が進んでいる。一方、今後予測されている人口の減少を鑑みると、現在よりも人的資源を必要としない効率的な融雪出水量の予測手法が不可欠である。そこで本研究において、現地観測データ、広域規模のデータセットに加え陸面モデルを用いた新たな予測手法の提案を行った。本論文では、過去の現地観測値と予測値との結果を比較するためAMeDASデータを使用した。今後は、気象庁が配信している予測データGPV等を使用することで、より現業に則した予測手法を構築する予定である。

謝辞：本研究を行うにあたり、過去30年以上にわたる貴重な

データを提供して下さった北海道開発局旭川開発建設部名寄河川事務所岩尾内ダム管理支所に感謝の意をここに記します。また研究は、文部科学省気候変動適応研究推進プログラム「北海道を対象とする総合的ダウンスケーリング手法の開発と適用」(代表 山田朋人)、JST/CREST「世界の持続可能な水利用の長期ビジョン作成」(代表 鼎信次郎)の成果の一部である。

参考文献

- (1) 北海道開発局旭川開発建設部名寄河川事務所岩尾内ダム管理支所、岩尾内ダム流域における融雪予測の精度向上について。
- (2) Intergovernmental Panel on Climate Change 4th Assessment Report (AR4): Climate Change, 2007.
- (3) 北海道開発局旭川開発建設部名寄河川事務所岩尾内ダム管理支所、岩尾内ダム各種データ。
- (4) 近藤純正, 水環境気象学, 朝倉書店, 1994.
- (5) 口澤寿, 中津川誠, 2 層モデルによる積雪と蒸発散の包括的な再現について, 土木学会第56 回年次学術講演会(講演要録), 2001.
- (6) 白谷友秀, 中津川誠, 工藤啓介石狩川全流域を対象とした水循環の定量化, 平成 16 年度土木学会北海道支部論文報告集, 61, 2004.
- (7) 気象庁ホームページ, 気象等の知識。
- (8) 甲山治, 佐原将史, 寶馨, 分布型流出モデルを用いた融雪洪水の再現計算, 京都大学防災研究所年報, 52, 2009.
- (9) Takata, K., S. Emori, and T. Watanabe. Development of the minimal advanced treatments of surface interaction and runoff (matsiro). *Global Planetary Change*, Vol. 38, pp. 209-222, 2003.
- (10) Koster, R.D., M. J. Suarez, P. Liu, U. Jambor, A. Berg, R. Reichle, M. Rodell, and J. Famiglietti, Realistic Initialization of Land Surface States: Impacts on Subseasonal Forecast Skill, *J. Hydrometeor.*, 5, 1049-1063, 2004.
- (11) Yamada, T.J., R.D. Koster, S. Kanae, and T. Oki, Hydrological Forecast Skill Associated with Land Surface Initializations, *Annual Journal of Hydraulic Engineering*, JSCE, 54, 55, 2010.

(2011. 4. 11 受付)

(2011. 7. 2 受理)

Secular Changes of Prediction Skills for Snow Melt Runoff and Hydrological Conditions at Iwaonai Dam Basin in Hokkaido

Tomohito J. YAMADA¹ and Kouki WACHP²

¹Faculty of Engineering, Hokkaido University

²Graduate School of Engineering, Hokkaido University

Accurate prediction for snow melt runoff is important for water resources management in heavy snow regions. However, the quantity of snow melt runoff using the measured snow water equivalent tended to be underestimation in warmer years at Iwaonai dam reservoir catchment area, Teshio river basin. For instance, the predicted snow melt runoff was smaller than the observed snow melt runoff particularly in 2008 (66%) and 2009(74%). Focused on these years, the timing of snow melt runoff to the dam lake reservoir became earlier than the 35-year average (climatology), and seasonal mean temperature in mid-March through mid-May also showed warmer than the climatology. Furthermore this study investigated the influence of evaporation on snowed surfaces, and showed that about 12% of the underestimation was caused by the snow-evaporation in 2008 and 2009. Therefore the accuracy of the current prediction method for snow melt runoff might be decreased due to climate change in global warming conditions, and the prediction method should be incorporated with the water-heat budget effect.