

# 一般研究 51 積雪寒冷地における気候変動下の農業用水収支に関する研究

研究予算：運営費交付金  
 研究期間：平 21～平 22  
 担当チーム：水利基盤チーム  
 研究担当者：中村和正、鶴木啓二、古檜山雅之

## 【要旨】

積雪寒冷地では、気候変動による融雪時期の変化が、農業用水の管理に影響を与えることが懸念されている。本研究では、まず北海道内における近年の約 30 年間の年間最大積雪深や積雪終了日の経年変化の傾向を整理して、北海道を 5 地域に区分した。また、これらの各区分でモデル的な農業用ダムを選び、そこでの融雪期の流入水量や貯水位管理の経年変化を比較・類型化した。これらのダムでは、貯水開始日やダム依存開始日が早まる傾向が見られた。

融雪時期が全体に早期化するならば、今後の農業用ダムの管理にとって、ダム貯留開始時点の集水域の水資源量の推定が重要となる。そのため、入手しやすい気象データを用いた集水域の積雪量の推定手法を提案し、3 カ所のダムに対して適用性を確認した。その結果、気象官署やアメダスの冬期の降水量によって、精度よく予測できた。

さらに、北海道内にある水田灌漑用の 2 ダムを選び、将来の気象予測値 (RCM20) を用いた流出解析を行った。両ダムは、将来の利水安全度の増減傾向が異なっていた。これらのダムの将来の水管理において生じる可能性のあることからして、①通年貯留を行う場合には灌漑初期の貯水池水温が現在よりも低下すること、②ピーク流入量生起日の早期化により満水到達日の洪水吐越流量が現在よりも急増しやすくなること、等があげられた。

最後に、送配水管理による対応策の検討について情報収集し、節水管理の事例を示した。

キーワード：積雪、水資源、融雪流出、北海道、水田灌漑

## 1. はじめに

北海道においては、灌漑のための水資源として融雪水が重要である。気候変動により降雪量・積雪量・融雪時期などが経年的に変化する場合、灌漑用水の安定供給のために農業用水管理がこれらに対応していく必要がある。

本研究では、まず第 2 章において過去約 30 年間の積雪・融雪の変化傾向に着目して北海道を 5 地域に区分する。第 3 章では、それぞれの地域区分の農業用ダムにおける融雪期の流入量や貯水管理の経年変化を考察する。

第 4 章では、農業用ダムの流域における積雪水量推定手法を提案し、その適用事例について述べる。北海道内の水田灌漑用ダムにおける将来の水収支の試算例<sup>1)</sup>では、融雪時期が早まる可能性があること、融雪開始時期の年々変動が大きくなる可能性があることが述べられている。それゆえ、将来の気候変動下での水管理にとって、ダムの貯水開始時期において流域に存在する積雪水量の推定が重要となる。しかしながら、山間部にあたる集水域で積雪量調査を行っている農業用ダムの事例は少ない。このような背景から、平地の近傍気象データおよび当該ダムにおける過去の融雪時期の流量データを用いた積雪水量推定手法を検討した。

第 5 章では、2 箇所のダムを対象として、気象庁・気

象研究所による将来の気象予測値を用いた流出解析を行い、将来の水管理で生じる可能性のある課題を検討する。

最後に第 6 章において、節水対応を実施しやすい送配水施設の事例を紹介する。

## 2. 積雪に関する基本統計の整理

### 2. 1 積雪に関するデータの経年変化

北海道内の気象官署およびアメダスから、合計 32 地点を選定した (表-1)。これらの地点における積雪初日、年最深積雪深の出現日、消雪日、年最大積雪深、積雪深 5cm 以上の積雪日数の経年変化を図化し、それぞれの 1 年当

表-1 積雪の基本統計の整理に用いたデータ地点

地点名	種別	資料収集開始年
稚内、北見枝幸、羽幌、雄武、留萌、旭川、網走、小樽、札幌、岩見沢、帯広、釧路、根室、寿都、室蘭、苫小牧、浦河、江差、函館、倶知安、紋別、広尾、	気象官署	1977年～
名寄、滝川、夕張、今金	アメダス	1983年～
穂別、大滝		1984年～
白滝、留辺蘂、糠平		1985年～
川湯		1986年～

たりの変化を、回帰直線の傾きとして求めた。これらの

うち4地点の事例を図1~4に示す。

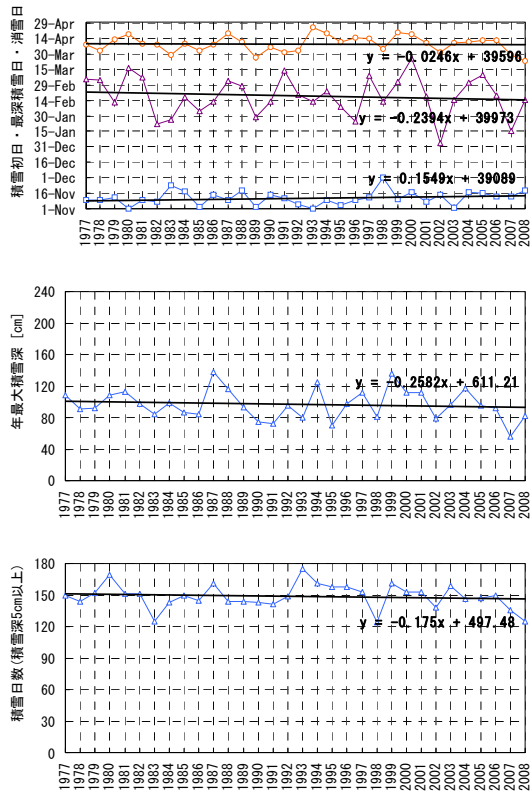


図-1 積雪初日・最深積雪日・消雪日・年最大積雪深・積雪日数 (旭川)

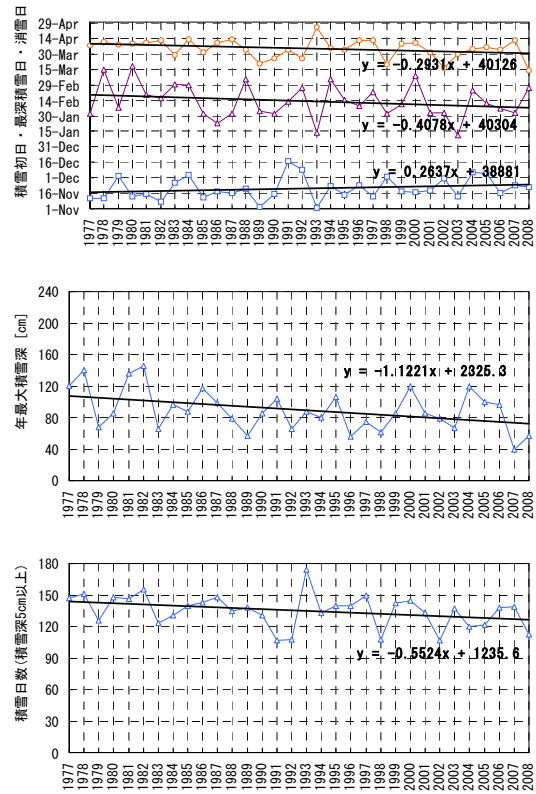


図-3 積雪初日・最深積雪日・消雪日・年最大積雪深・積雪日数 (留萌)

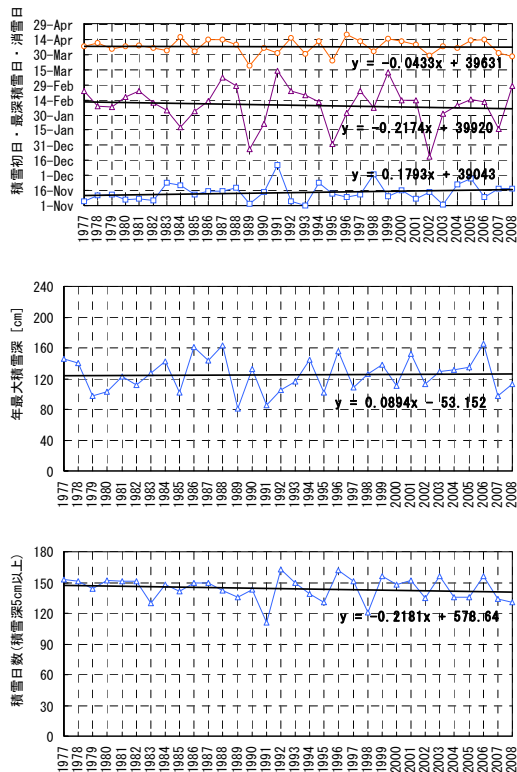


図-2 積雪初日・最深積雪日・消雪日・年最大積雪深・積雪日数 (岩見沢)

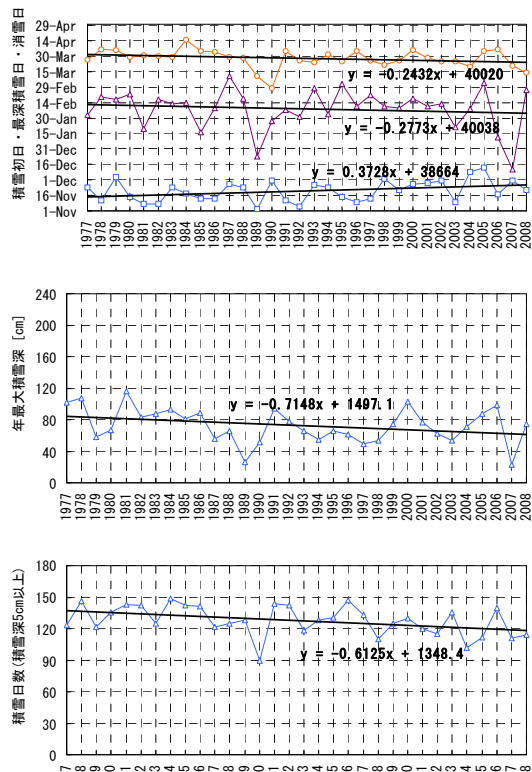


図-4 積雪初日・最深積雪日・消雪日・年最大積雪深・積雪日数 (寿都)

## 2. 2 経年変化が特徴的な地域の検討

### 1) 地域的な傾向分析の方法

北海道内の農業用ダムでは、主として融雪水を利用した貯留により満水位に到達する。その後、ダム流入量が豊富であれば満水位を維持していられる期間が長くなり、下流への必要水量の補給要請で貯水位低下が始まるダムへの依存開始が遅くなる。暖冬少雪の場合にはダム流入量が少なくなり、早期の貯留開始の実施やダム依存開始日が早まる。

国営直轄管理の大夕張ダムでは、融雪期の貯水池管理において①ダム流域積雪調査(積雪深)から包蔵量を算定し、日々の流入量と②包蔵量(残雪)を見ながら、満水到達日を調整している。この事例を参考にして、融雪期のダム流入量管理に最も関与する項目として①「最大積雪深」(融雪出水発生量)と②「積雪終了日」(融雪出水発生時期)に限定した傾向分析を行った。

積雪の基本統計で得られた道内 32 地点の積雪「最大積雪深」と「積雪終了日」について、最大積雪の減少や消雪日(積雪終了日)の早期化傾向を把握するため、下記の考え方で点数化を行った。

- ・「最大積雪深」と「積雪終了日」の両項目とも回帰直線傾きマイナス値の観測地点の観測地点に点数を与えるものとし、プラス値は0点とする。
- ・各項目の回帰直線傾きマイナス値を対象とする配点は、上位 25%に 4 点、上位 25%~50%に 3 点、上位 50%~75%に 2 点、上位 75%~100%に 1 点とする。
- ・積雪の量・時期の経年変化の評価対象を「最大積雪深」と「積雪終了日」の両項目の点数の合計値とする。

### 2) 最深積雪深と積雪終了日の早期化傾向の地域区分傾向分析点数を、A : 8 点~6 点、B : 5 点~2 点、C :

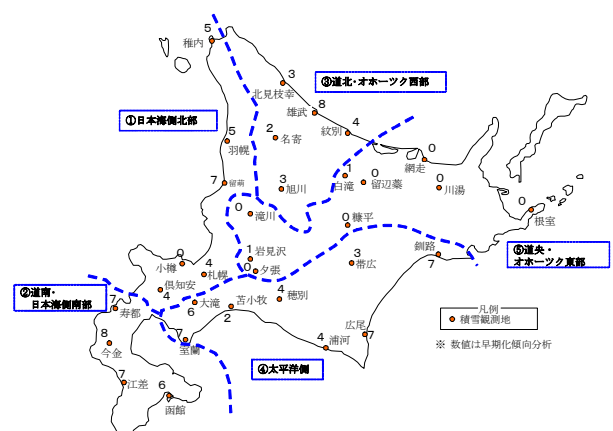


図-5 最大積雪深及び積雪終了日の早期化傾向分析に基づく地域区分

1 点~0 点の 3 区分とすると、それぞれに含まれる地点数は、10、12、10 となり概ね等分布となる。そこで、3 区分のそれぞれに対して、A : 傾向が顕著に見られる地域、B : 傾向が見られる地域、C : 傾向が見られない地域、と評価した。

得られた点数をもとに、最深積雪深および積雪終了日の早期化傾向の地域区分図を作成した(図-5)。この区分図の作成では、上記の点数を基本とし、そのほか秀島<sup>3)</sup>による寒候期の降水気候区および気象庁の「メッシュ気候値 2000」による北海道内の最深積雪、根雪期間および根雪の終日の統計期間平均値分布図を参考にした。

## 3. 地域別のダム水収支の経年変化

### 3. 1 目的と方法

近年の気候変動が農業用ダムの水収支・水管理に与えている影響を検討するために、前章で示した、積雪の経年変化傾向で区分した 5 つの地域ごとにモデルダムを選定して、融雪期のダム流入量や貯水位のデータを分析した。モデルダムは、地域区分別に 1 ダム(ただし、①日本海側北部については 2 ダム)を選定した。

モデルダムの選定にあたっては、供用開始からの長期間の管理データを有していることを必要条件とした。また、5 区分の地域区分のうち、最大積雪深の現象や積雪終了日の早期化傾向が見られる、①日本海側北部、②道南・日本海側南部、③道北・オホーツク西部、④道央・オホーツク東部の 4 地域については、傾向分析点数が高い積雪観測所の近傍のダムを抽出した。一方、最大積雪深の減少や積雪終了日に早期化傾向が見られない地域に相当する、⑤道央・オホーツク東部については、傾向分析点数が低い積雪観測所の近傍のダムを抽出した。

抽出したダムについて、融雪期のダムへの流入パターンの変化をみるために次の 1) と 2) を整理した。なお、1) および 2) の算出のための観測データない年については、近傍流量データまたは流出モデルにより推定した。また、水田灌漑用ダムについて、ダム運用状況の変化を見るために 3)、4)、5) の項目を整理した。さらに、これらの 5 項目の傾向をもとに、融雪期のダムの流入パターンおよび貯水位変動パターンの特徴を整理した。

#### 1) 融雪期総流入量

融雪期総流入量の算定期間は、それぞれのダムの数十年間の資料で共通してデータが存在する期間とした。

#### 2) 融雪期ピーク流入量および生起日

#### 3) 貯留開始日

貯留開始日は、貯留期間内において、貯水位がLWLから上昇傾向を示す初日とする。

#### 4) 満水到達日

満水到達日は、貯留開始後の溜込運用で貯水位がFWLに達する初日とする。

#### 5) 依存開始日

依存開始日は、満水位到達後に余水吐越流が無くなり、利水のための取水・放流の実施で満水位からの下降傾向を示す初日とする。

### 3. 2 融雪流出のパターンの変化

Bダムを事例として、融雪期総流入量、融雪期ピーク流入量および発生日を図-6～8に示す。これらの図から、融雪期の総流入量とピーク流入量が減少傾向にあること、ピーク流入量の生起日が早まる傾向にあることがわかる。これらの特徴から、融雪期のダムへの流入パターンを経年変化を概念的に示すと、表-2の中段のグラフのようになる。経年変化の特徴は地域ごとに異なり、またAダムとBダムのように同一地域でも異なる。

### 3. 3 貯水位変動パターンの変化

貯留開始日、満水到達日、依存開始日の変化について、Bダムを事例として図-9に示す。Bダムにおいては、これらのいずれの項目も早期化している。各ダムについて、このような特徴から、貯水位変動パターンを概念的に示すと、表-2の下段のようになる。いずれのダムでも、管理規定に定める範囲内で貯留開始日を早めている。Aダムを除く4ダムでは、満水到達日や依存開始日が早期化している。Aダムについては、融雪時期の変化に対応して、近年は貯留開始可能日を1ヶ月早めるような管理規定の変更がなされた。

これらのダムの事例では、従前に比べて貯留開始や満水到達日、依存開始日が全体的に早まっている傾向があるといえる。

## 4. ダム流域の積雪水量推定

### 4. 1 目的

北海道内の水田灌漑用ダムにおける将来の水収支の試算例<sup>1)</sup>では、融雪時期が早まる可能性があること、融雪開始時期の年々変動が大きくなる可能性があることが述べられている。それゆえ、将来の気候変動下での水管理にとって、ダムの貯水開始時期において流域に存在する積雪水量の推定が重要となる。そこで、平地の近傍気象データおよび当該ダムにおける過去の融雪時期の流量データを用いた積雪水量推定手法を検討した。

## 4. 2 推定手法

提案した推定方法の概要を図-10に示す。

融雪開始から融雪が終了するまでの水収支は次式で与えられる。

$$\Delta S = P_m + M - E - Q \quad (1)$$

ここで、 $\Delta S$ ：流域貯留量の変化量、 $P_m$ ：融雪期間の降水量、 $M$ ：融雪期間の融雪量、 $E$ ：蒸発散量、 $Q$ ：流出高。

融雪期間は土壌が飽和に近いことから、貯留量の変化量 $\Delta S$ を無視する。融雪期間の融雪量 $M$ は融雪開始時点の積雪水量に等しい。積雪水量は冬期降水量 $p_w$ と係

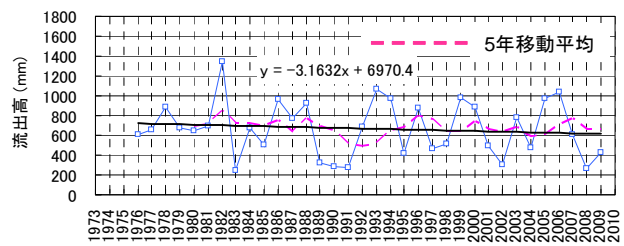


図-6 融雪期総流入量経年変化 (Bダム)

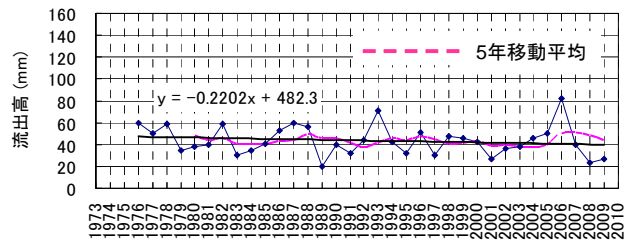


図-7 融雪期ピーク流入量経年変化 (Bダム)

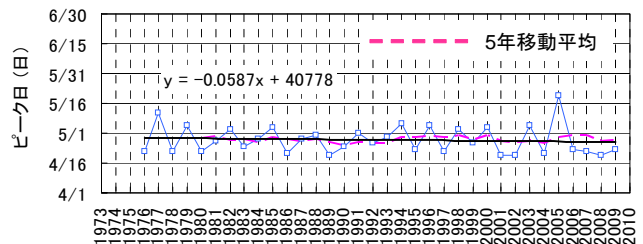


図-8 融雪期ピーク流入量生起日経年変化 (Bダム)

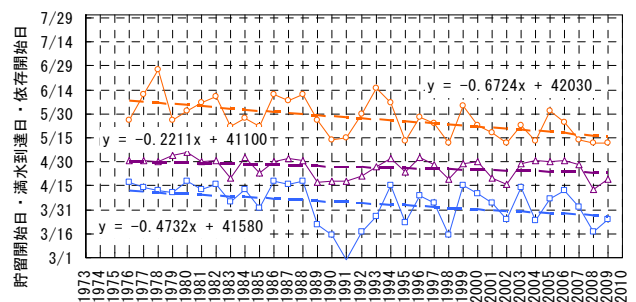


図-9 貯留開始日・満水到達日・依存開始日 (Bダム)

表-2 過去のデータから整理した農業用ダムの流入量・貯水位変動の特徴の経年変化

地域区分 (ダム名)	①日本海側北部 (Aダム)	(Bダム)	②道南・日本海側南部 (Cダム)	③道北・オホーツク西部 (Dダム)	④太平洋側 (Eダム)	⑤道央・オホーツク東部 (Fダム)
融雪期総流入量の経年変化	●融雪期総流入量は、増加傾向を示す(30年間で430→520mm程度)。	●融雪期総流入量は、減少傾向を示す(33年間で720→620mm程度)。	●融雪期総流入量は、やや減少傾向を示す(22年間で800→780mm程度)。	●融雪期総流入量は、増加傾向を示す(22年間で420→480mm程度)。	●融雪期総流入量は、やや減少傾向を示す(36年間で360→330mm程度)。	●融雪期総流入量は、やや減少傾向を示す(12年間で440→420mm程度)。
融雪期ピーク流入量および生起日	●融雪期ピーク流入量は、増加傾向を示す。 ●融雪期ピーク流入量の生起日は、遅くなる傾向を示す(1年間当たり約0.05日)。 ●Aダムの融雪期の出水特性として、ピーク時期が若干遅くなり、融雪期総流入量増加傾向とピーク流量の増加傾向より融雪期出水の立ち上がり時期の早期化が推察される。	●融雪期ピーク流入量は、減少傾向を示す。 ●融雪期ピーク流入量の生起日は、わずかに早まる傾向を示す(1年間当たり約0.06日)。 ●Bダムの融雪期の出水特性として、ピーク時期の若干の早まり傾向(4月下旬頃)、融雪期総流入量減少傾向とピーク流量の減少より融雪期出水の減少と融雪期出水終了の早期化が推察される。	●融雪期ピーク流入量は、増加傾向を示す。 ●融雪期ピーク流入量の生起日は、わずかに早まる傾向を示す(1年間当たり約0.05日)。 ●Cダムの融雪期の出水特性として、ピーク時期が若干早まり(1→16頃)で変動が大きい、融雪期総流入量減少とピーク流量の増加傾向より融雪期出水終了の早期化が推察される。	●融雪期ピーク流入量は、増加傾向を示す。 ●融雪期ピーク流入量の生起日は、遅れる傾向を示す(1年間当たり約0.4日)。 ●Dダムの融雪期の出水特性として、ピーク時期の遅れ傾向(4月下旬→5月上旬)、融雪期総流入量増加傾向とピーク流量の増加傾向より融雪期出水の立ち上がり時期の遅れ傾向が推察される。	●融雪期ピーク流入量は、増加傾向を示す。 ●融雪期ピーク流入量の生起日は、早まる傾向を示す(1年間当たり約0.1日)。 ●Eダムの融雪期の出水特性として、ピーク時期の早まり傾向(5/10前後→5/1前後)、融雪期総流入量減少傾向とピーク流量の増加傾向より融雪期出水の立ち上がり時期及び融雪期出水終了時期の早期化傾向が推察される。	●融雪期ピーク流入量は、わずかに増加傾向を示す。 ●融雪期ピーク流入量の生起日は、早まる傾向を示す(1年間当たり約0.5日)。 ●Fダムの融雪期の出水特性として、ピーク時期の早まり傾向(5/10前後→5/5前後)、融雪期総流入量減少傾向とピーク流量の増加傾向より融雪期出水の立ち上がり時期及び融雪期出水終了時期が僅かに早まっているものと推察される。
融雪期のダム流入パターンの変化概念図						
水田灌漑用ダムにおける貯留開始日・満水到達日・依存開始日・貯水位変動パターンへの傾向	●近傍の観測所の積雪データでは、融雪の早期化傾向が顕著である。 ●ダム総流入量及びピーク流入量の増加傾向は、融雪期間の短縮(融雪流量の増大)を示唆すると考えられ、春季の気温上昇に伴う影響を受けているものと推察される。 ●Aダムでは、流出パターンの変化に対応して、管理規定を変更し、貯留開始可能日が1ヶ月早められた。	●近傍の観測所の積雪データでは、積雪量の減少と融雪の早期化が顕著である。 ●ダム総流入量の減少およびピーク流量の減少傾向は、積雪資源量の減少を示唆し、ピーク流量発生時期の早まりは春季の気温上昇の影響である推察される。 ●貯留開始日を早めてきており、満水到達日も早まった。また、満水到達後のダム流入量の減少が依存開始日を早期化させている。	●近傍の観測所の積雪データでは、積雪量の減少と融雪の早期化が顕著である。 ●ダム総流入量の減少傾向は、積雪資源の河川への流出量の減少を示唆し、ピーク流量の増加は春季の気温上昇に伴う影響と推察される。 ●貯留開始日を早めてきており、満水到達日も早まった。また、満水到達後のダム流入量の減少が依存開始日を早期化させている。	●近傍の観測所の積雪データでは、融雪の早期化が顕著である。 ●ダム総流入量とピーク流量の増加傾向は、融雪期間の短縮(融雪流量の増大)を示唆しており、春季の気温上昇による影響と推察される。 ●ピーク発生日の遅れは、5月の総降水量の増加傾向が要因と考えられる。 ●満水到達後のダム流入量の減少が依存開始日を早期化させている。	●近傍の観測所の積雪データでは、融雪の早期化が顕著である。 ●ダム総流入量の減少傾向は、積雪資源量の減少を示唆し、ピーク流量の増加は春季の気温上昇に伴う影響と推察される。 ●このため、貯留開始日の早めてきており、満水到達日も早まった。また、満水到達後のダム流入量の減少が依存開始日を早期化させている。	(畑地灌漑用ダム)
貯水位変動パターンの変化概念図						(畑地灌漑用ダム)

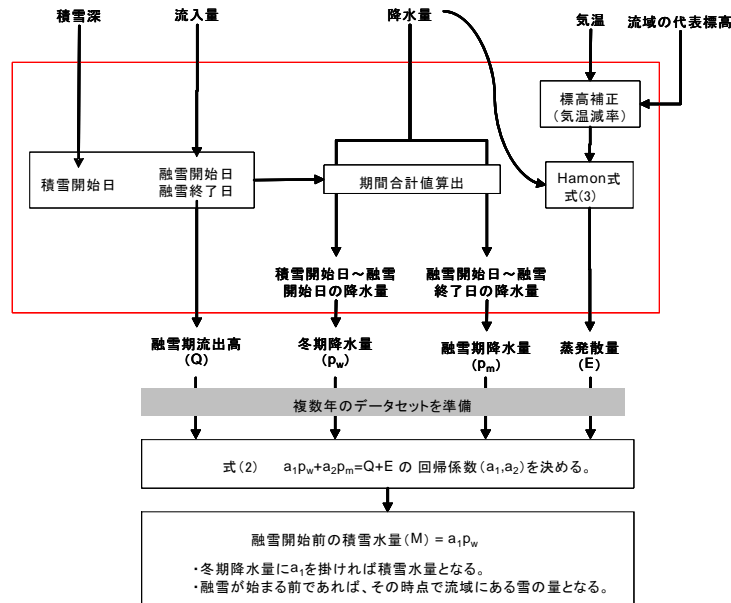


図-10 積雪量と流出量の推定手法の概要

数  $a_1$  を用いて  $M = a_1 p_w$  で表すこととする。融雪期間の降水量  $P_m$  は流域平均値であるが、山地を含むダム流域の降水量は近傍の平地のアメダスより多いのが一般であるため、係数  $a_2$  を乗じて  $P_m = a_2 p_m$  で求めることとする。ここで、 $p_m$  は、流域における融雪開始から融雪終了まで間の、近傍アメダスにおける合計降水量である。これらを式(1) に代入して式(2)を得る。

$$a_2 p_m + a_1 p_w = E + Q \quad (2)$$

したがって、式(2)の係数  $(a_1, a_2)$  が入手可能なデータから決まれば、 $M = a_1 p_w$  によって融雪前の積雪水量が定まる。融雪期間の流出量  $Q$  は過去の流量データから得られる。一方、蒸発散量  $E$  は次の Hamon 式を用いて推定する。なお、日降水量が 10 mm を超える場合は蒸発散量を 0 mm/d とし、それ以外では蒸発散量は  $E_p$  とした。

$$E_p = 0.14D_oP_t \quad (3)$$

ここで、 $E_p$  : 日平均蒸発散能(mm/d)、 $D_o$  : 日照時間(h/d)、 $P_t$  : 日平均気温に対する飽和絶対湿度( $g/m^3$ )

であった。この図に示すように、各年の変動の様子は概ね再現できる。流出高の相対誤差の平均は、Bダムで12%、Cダムでは21%であった。

なお、Cダムでは1997年と1998年が過大推定になっ

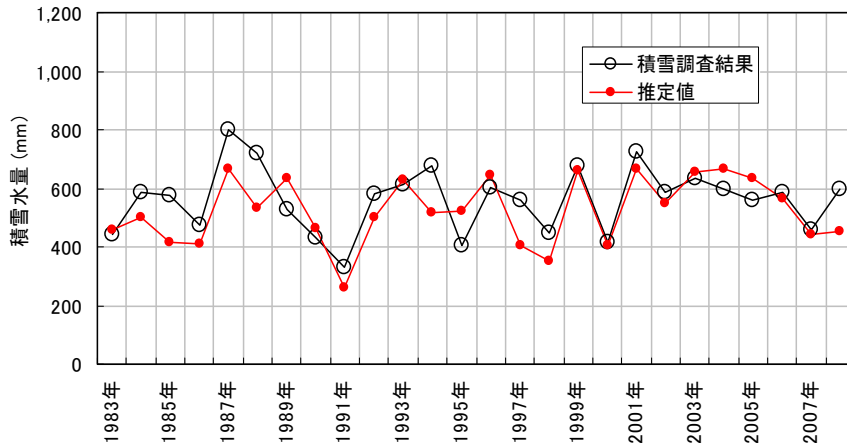


図-11 Aダムでの積雪水量の実測値と推定値

以上によって式(2)の右边が定まる。また、降水量 $p_m$ 、 $p_w$ には近傍のアメダスデータを与えることができるため、複数年のデータを用いれば、係数( $a_1, a_2$ )を決めることができる。

#### 4. 3 積雪量データを有する流域への適用

本節では、3.1で述べた方法を、積雪量データを有するAダムに適用し、積雪水量が推定できるかを検討する。このダムの流域は、平均標高が595m、流域面積が433km<sup>2</sup>である。また、ここでは約30年間にわたって積雪量調査が行われてきた。検証対象期間は、近傍のアメダスデータが入手可能な1983年～2008年とする。なお、蒸発散量を推定する際には、ダム流域の平均標高での気温が必要となる。これは、近傍アメダスの気温に、気温減率(-0.6°C/100 m)による補正を行い算出した。

積雪水量の推定値と実測値の比較を図-11に示す。係数 $a_1$ と $a_2$ は、それぞれ1.22と1.12であった。また、推定誤差の平均値は-39mm、標準偏差は87mmであり、概ね推定が可能と考えられる。

#### 4. 4 積雪量データのない流域への適用

本節では、3.1の方法を積雪量データのないBダムとCダムの流域に適用してみる。BダムとCダムの流域面積は、それぞれ約80km<sup>2</sup>と約40km<sup>2</sup>である。また、流域の平均標高は、それぞれ約550mと290mである。

適用結果として、両ダムの実績の流出高と推定の流出高を図-12と図-13に示す。係数 $a_1$ と $a_2$ は、Bダムでそれぞれ1.90と2.33、Cダムでそれぞれ1.88と1.97

ていた。融雪期の流出高が過大に推定されたこの結果は、春先に期待できる水量を多く見込むことになり、利水管理の観点では危険側の推定である。過大な推定となった原因として、冬期間に降雨が多く流域にとどまらなかった降水量の割合が高いという可能性を検討した。図-12と図-13には、近傍の気象官署(旭川)における「冬期

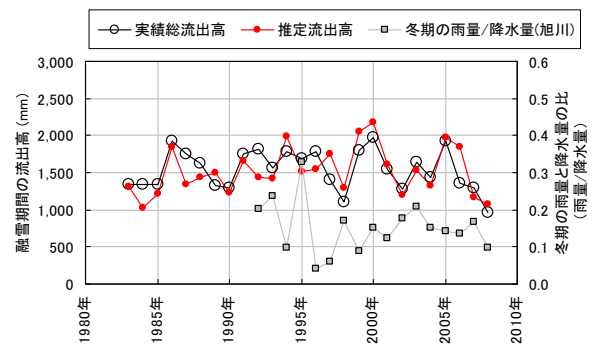


図-12 Bダムでの実績流出高と推定流出高

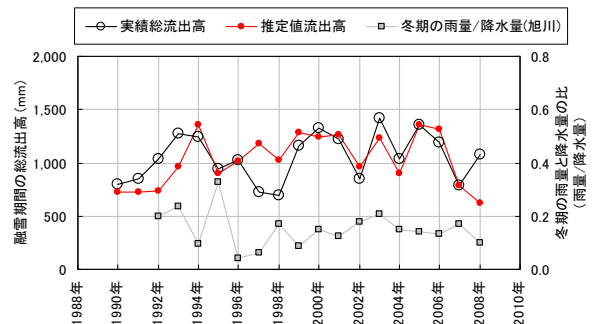


図-13 Cダムでの実績流出高と推定流出高

の雨量/降水量」をあわせて示した。図-13 で、Cダムの1997年と1998年の値をみると、他の年に比べて冬の雨量の割合が高いわけではなかった。それゆえ、両年において流出量が過大に推定された原因は、現在のところ不明である。今後、複数地点の降水量データを用いるなど、危険側の推定を回避できる方法について検討する。

## 5. 将来の気候変動に伴う用水管理の課題の事例検討

### 5.1 方法

4章のモデルダムのうち、BダムとCダムについて、近年(1991~2010年)と将来(2031~2050年)の気象条件を用いた流出解析を行い、将来に生じる可能性のある用水管理の課題を検討した。近年の気象条件はダム近傍のアメダスあるいは気象官署のデータを用いた。また、将来期間の気象条件は、気象庁・気象研究所によるRCM20の値のうち、ダム近傍のメッシュの値を用いた。

流出解析の概要は次の通りである。

- 1) 流出モデルは4段のタンクモデルとした。
- 2) ダム流域の気温・降水量は、アメダス等とダム流域の標高差を考慮して補正した。
- 3) ダム流域の降水は、日平均気温がマイナスの場合に雪と判別した。
- 4) ダム流域の日融雪量は、日平均気温がプラスの場合にDegree-day法で算出した。

### 5.2 Bダムにおける用水管理上の問題点

Bダムでは、将来は現在よりも利水安全度が低下する結果となった。近年20年間では、常時満水位に到達しない年が1年であるが、将来20年間については6年に増加する。この場合の対策として経年貯留が考えられる。ただし、積雪寒冷地の問題として、経年貯留を行う場合には、湖面に生じる氷板による貯水池法面の損傷と、貯水池水温の低下があげられる。

これらの問題のうち貯水池水温の低下については、つぎのようなことが想定される。融雪時期に貯留を行う場合には、灌漑開始時には貯水池水面付近に温度躍層が形成される。Bダムの場合には、水面付近の水温は8~9℃程度と推定される。これに対し、経年貯留を行う場合には、水面の氷板の融解直後には、水面付近の水温が0℃程度となり、その後は水面付近の水温が上昇するものの、水温躍層が形成される前に、約4℃の1様水温分布が形成される(図-14)。このような状態から灌漑開始までの期間が短いと考えられるため、現況に比べて灌漑開始時の低水温が稲作に悪影響を与える可能性がある。

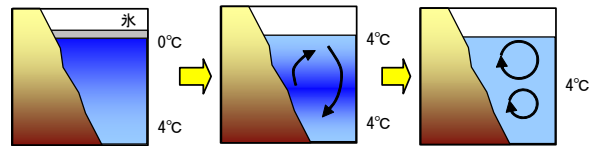


図-14 経年貯留で生じる水温分布(概念図)

### 5.3 Cダムにおける用水管理上の問題点

Cダムについては、将来は現在よりも利水安全度が向上する結果となった。2031-2050年の降水量の増加で6月以降のダムへの流入量が増大することによる。LWLまで貯水位が低下する年の回数を計算すると、近年では14年となるのに対して、将来は4年に減少する。

Cダムで将来に生じる可能性のある問題として、満水到達日の下流河川への越流量の増大があげられる。近年では貯水位が満水に到達した日から10数日でピーク流入量が生起しているのに対し、将来は満水到達日とピーク流入量生起日が近接することで、洪水吐からの越流開始時の越流量が大きな値になるおそれがある。満水日の越流量は、Cダムでは近年が約8m<sup>3</sup>/sであるのに対し、将来は約12m<sup>3</sup>/sに増大する可能性がある。この場合、満水到達日に下流河川の水位が急上昇することになり、安全対策が必要になる。

## 6. 送配水管理での節水事例

北海道内の農業用ダムにおける近年の節水頻度を図-15に示す。この図は、約50箇所のダムにおけるデータを用いて、図-5に示した5つの地域区分で整理した。節水が必要となる頻度は、最近の10年間で平均して2~3年である。今後、気候変動により水文条件が変化し、利水安全度が低下する地区の場合には、これらと同程度以上の頻度で節水対応が求められると考えられる。

土地改良区からの聞き取りによると、節水対応を行い

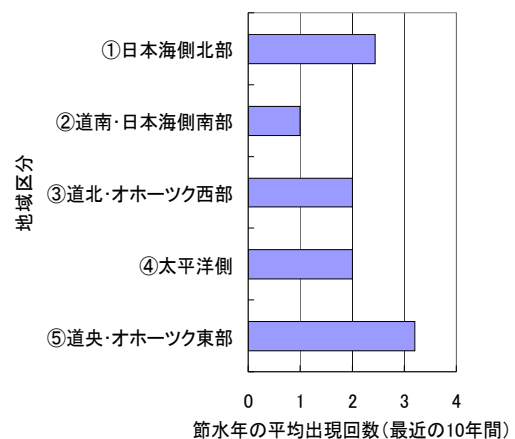


図-15 水田灌漑を含む農業用ダムにおける近年の節水頻度

やすい水路系の形の一つとして、分水比率を柔軟に調整できるようなオープンスタンドを持つパイプラインがあげられる(図-16)。このオープンスタンドでは、2箇所ある堰のうち一方に、高さの調節の可能な角落としを設置して、分水量を調節している。また、支線用水路末端からの余水量を日常的に監視して、余水が生じている場合には、当該支線用水路への分水を抑制するような管理がなされる。さらに、番水が必要な渇水状況になった場合にも、オープンスタンドの調節により支線用水路ごとの分水量の有無を容易に調節できる。

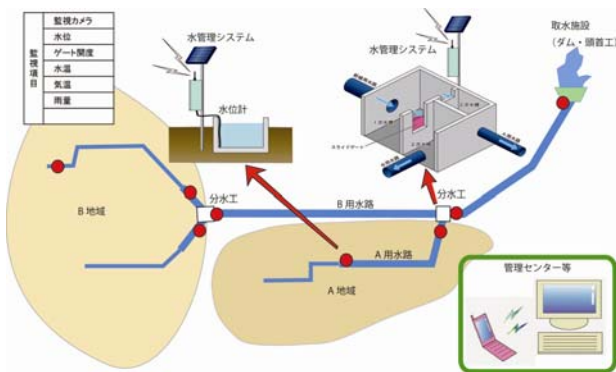


図-16 渇水対応の管理が実施しやすい水利施設の事例

## 7. まとめ

本研究では、まず北海道内における近年の約30年間の年間最大積雪深や積雪終了日の変化を整理した。その結果、全体的に大きな変化はみられないものの、道北の日本海側や道南で年最大積雪深の減少や消雪の早期化がみられた。

また、今後の農業用ダムの管理にとって必要となる集水域の積雪量の推定手法を提案し、3カ所のダムに対して適用性を確認した。その結果、入手の容易な気象官署やアメダスの冬期の降水量があれば、山地のデータがなくても、実用的に十分な精度で予測可能であることがわかった。

## 参考文献

- 1) 中村和正・多田大嗣・鶴木啓二・齋藤正美・松岡直基：北海道内の水田灌漑用ダムにおける将来の水収支の試算，寒地土木研究所月報，第667号，pp.12-19，2008
- 2) 中村和正・鶴木啓二・多田大嗣・齋藤正美・臼谷友秀：農業用ダム集水域における積雪水量推定手法，平成22年度農業農村工学会大会講演会（発表予定）
- 3) 秀島好昭：山岳地流域の積雪賦存量の監視と融雪水の農業利水に関する研究，開発土木研究所報告第102号，p.56，1994