

学 位 論 文 題 名

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

学位論文内容の要旨

近年、北海道では水田および畑地圃場の大型化および機械化の進捗、営農面における良質米および良質野菜の生産を目標に、栽培品種の改良とこれに応じた適期作付が行われており、水の需要量とその時期が変化している。

本論文は、北海道の代表的な米作地帯である石狩川流域を中心に多種業種の河川水の利用状況および農業分野における水資源利用動向の分析を通じて、融雪水が今後とも益々重要な水資源となることを指摘し、山岳地域における水資源の推定、管理および監視手法について論じている。

本論文は全7章から構成されている。

第1章は序論であり、研究の目的、既往の研究および論文の構成と手法を述べている。

第2章は、北海道の水資源の融雪水への依存状況、水利用状況および積雪資源の監視現況を調査し、農業利水に関して以下のような問題点が存在していることを明らかにしている。

- 1) 北海道の農業用水の取水方式は、ダム貯留の利用形態が多い。利水需要パターンの変動と河川自流量との比較から、融雪流出量はダムの貯水容量および農業用水管理方式を大きく左右し、融雪流出量を精度よく推定することが必要である。
- 2) 石狩川水系では灌漑期に農業用水の河川水利用率が高いことから、今後の水源開発においては広域的な利水計画に基づく水資源の配分と管理、さらに山岳地を含めた未開発流域での積極的な水資源開発の必要がある。

第3章は、北海道内における長年の降水資料を用いて、長期水利用計画立案に必要な水文資料の要約を行っている。すなわち、農業用水では融雪水の貯留利用と灌漑期の降水流出水の利用が主体となるので、前年12月～3月までの寒候期と5月～9月までの灌漑期に分け、その期間の降水量・日雨量などの等分布図に基づいて北海道の降水気候区分図を作成した。降水気候区分図は、冬期の北西季節風に伴う降雪と夏期の南西風の流入に伴う降雨および北海道中央部の地形的特徴を反映したもので、灌漑期では日本海側、太平洋側西部、太平洋側東部、オホーツク海側の4つ

の気候区、寒候期では内陸部気候区を含んで5つの気候区の降水特性を明らかにするとともに、水資源に利用できる降水量の期待値を示している。特に、日本海側気候区の寒候期の降水量の変動係数は、灌漑期のそれよりも小さく、降雪が安定した水資源であることを明らかにしている。さらにアメダス甲・乙・丁観測所の降水量資料を基に、各気候区ごとに標高と期間降水量の関係図を作成し、気象・水文資料の未整理な場所で参考となる山岳地の降水量補正倍率値を求めた。

第4章は、流域の気象資料が十分に得られない山岳地の積雪量の推定手法を提案している。山岳地に位置する流域では、気象・水文要素を精度よく観測することは一般に困難である。特に、降雪の場合は近傍平地部の観測所の気象資料より懸案地域の降雪、積雪状況の推定には大きな誤差をとまう。まず、石狩川の支流である徳富川流域を解析の対象とし、流出量から流出機構および降水量を逆推定する成分分離AR法を適用する手法を述べ、これによって水収支量が実測値とよく適合することを示している。また、4章で得られている降水量補正倍率値とARモデルから得られる結果がよく符合することを確かめている。

第5章では、融雪期の利水管理に日融雪流出量を再現できる流出モデルの必要なことを指摘している。まず、山間部に設けた融雪流出試験地の観測資料に基づいて流出モデルが備えるべき以下の条件を提示している。

- 1) 積雪量の多い山岳地域では融雪流出ピークの遅れが大きく、時間融雪量および時間融雪流出量を基に日融雪流出量を計算する必要がある。
- 2) 積雪深の変化に応じて到達時間を変化させる必要がある。
- 3) 時間融雪量を求めるには気温の熱伝達と日射の2要素の測定値が必要であるが、山岳地域では時間日射量のデータを入手することが困難であり、日照時間から時間日射量を換算することが必要である。

つぎに、上述の3つの条件を満足する実用的で簡便な流出モデルとして、従来の流出関数法を改良することを提案し、これによって実測融雪流出量を説明できることを示している。

第6章は、積雪賦存量、すなわち、春の融雪期直前までに流域に残留している積雪量を精度よく推定するためには、初冬の融雪を考慮しなければならないことを指摘している。まず、初冬の融雪期間の日平均気温、日最高気温の累計曲線および降水量資料を用いた簡易積雪賦存量の推定手法を提案している。次に、ランドサット画像の積雪量分布と上述の推定積雪賦存量を比較し、推定手法の妥当性を検証している。

第7章では、中山間地に位置する開墾畑地における融雪水の灌漑利用手法を提案している。すなわち、中山間地の農地は標高が高く、面積・規模が小さいことや散在していることもあって、

ダム等による十分な農業用水の確保が困難な場合が多く「天水利用型の農業」である。中山間地は一般に豊富な積雪資源に恵まれ、この融雪水を圃場近傍の水源に集水し、灌漑水として利用する手法を提案している。開墾農地の給水可能水量の推定方法を述べるとともに、ワイス、当麻地域では灌漑必要水量の25～33%を供給可能であり、この集水施設の有効性を明らかにしている。

第8章は結論で、各章の主たる結果をまとめている。

以上、本研究は、北海道における農業構造・営農管理の変化に伴う水需要の時間的・空間的変動を分析し、その対応策を論じたものである。

学位論文審査の要旨

主 査 教 授 藤 田 睦 博
副 査 教 授 板 倉 忠 興
副 査 教 授 佐 伯 浩

近年、北海道では水田および畑地圃場の大型化および機械化の進捗、営農面における良質米および良質野菜の生産を目標に、栽培品種の改良とこれに応じた適期作付が行われており、水の需要量とその時期が変化するとともに、厳格な水管理が要求されるようになってきている。

本論文は、北海道の代表的な米作地帯である石狩川流域を中心に河川水の利用状況および農業分野における水資源利用動向の分析を通じて、融雪水が今後とも農業用水の益々重要な水資源となることを指摘し、山岳地域における水資源の推定管理および監視手法について論じている。

先ず、北海道の農業用水の融雪水への依存状況、水利用状況および積雪資源の監視現況を調査し、農業利水に関して以下のような問題点の存在することを明らかにしている。

- 1) 北海道の農業用水の取水方式は、ダム貯留の利用形態が多い。利水需要パターンと河川自流量を比較し、流域からの融雪流出量はダムの貯水容量および農業用水管理方式を大きく左右し、融雪流出を精度よく推定することが必要である。
- 2) 石狩川水系では灌漑期に農業用水の河川水利用率が高いことから、今後の水源開発においては広域的な利水計画に基づく水資源の配分と管理、さらに山岳地を含めた未開発流域での積極的な水資源開発の必要がある。

次に、水文資料の十分に整備されていない山岳地域で農業利水施設の計画に関して、北海道内

における長年の降水資料を用いて、長期水利用計画立案に必要な水文資料の整備を行っている。すなわち、農業用水では融雪水の貯留利用と灌漑期の降雨流出水の利用が主体となるので、前年12月～3月までの寒候期と5月～9月までの灌漑期に分け、降水気候区分図を作成している。降水気候区分図は冬期の北西季節風に伴う降雪と夏期の南西風の流入に伴う降雨および北海道中央の地形的特徴を反映したもので、灌漑期では日本海側、太平洋側西部、太平洋側東部、オホーツク海側の4つの気候区、寒候期では内陸部気候区を含んで5つの気候区の降水特性を明らかにするとともに、水資源に利用できる降水量の期待値を示している。日本海側気候区の寒候期の降水量の変動係数は、灌漑期のそれよりも小さく、降雪が安定した水資源であることを明らかにしている。さらに、アメダス観測所の降水量資料を基に、各気候区ごとに標高と期間降水量の関係図を作成し、気象・水文資料の未整備な場所で計画立案の指標となる山岳地の降水量補正倍率法を提案している。また、降雪の場合、近傍平地部の観測所の気象資料より懸案地域の降雪・積雪状況の推定には一般に大きな誤差をとまう。著者は石狩川の支流である徳富川流域を試験流域とし、流出量から流出機構および降水量を逆推定するフィルター分離AR法を適用する手法を提案し、水収支が実測値とよく適合することを示している。また、先に述べた降水量補正倍率法とARモデルから得られる結果がよく符合することを確かめている。

積雪賦存量、すなわち、春の融雪期直前までに流域に残留している積雪量を精度よく推定するためには、初冬の融雪を考慮しなければならないことを指摘している。初冬の融雪期間の日平均気温、日最高気温の累計曲線および降水量資料を用いた簡易積雪賦存量の推定手法を提案している。

さらに、山岳地における広領域の積雪賦存量をランドサット画像資料を用いた結果より、本研究で提案している降水量補正倍率法、積雪賦存量の簡易推定法が実用的な精度を持っていることを確かめている。

次に、融雪期の農業利水施設の管理に日融雪流出量を再現できる流出モデルの必要なことを指摘している。まず、山間部に設けた融雪流出試験地の観測資料に基づいて流出モデルが備えるべき以下の条件を提示している。

- 1) 積雪量の多い山岳地域では融雪流出のピークの遅れが大きく、時間融雪量および時間融雪流出量を基に日融雪流出量を計算する必要がある。
- 2) 積雪深の変化に応じて到達時間が変化する。
- 3) 時間融雪量を求めるには気温の熱伝達と日射の2要素の測定値が必要であるが、山岳地域では時間日射量のデータを入手することが困難であり、日照時間から時間日射量を換算する

ことが必要である。

上述の3つの条件を満足する実用的で簡便な流出モデルを提案している。

以上、本研究は、北海道における農業構造・営農管理の変化にともなう水需要の時間的・空間的変動を分析し、その対応策を論じたものである。

これを要するに、本論文は、気象・水文資料の入手が困難である山岳地域の農業利水施設の合理的な計画・運営・管理法に関して新知見を得ており、水資源工学・水文学の進歩に寄与するところが大きい。

よって、著者は、博士（工学）の学位を授与される資格あるものと認める。