

17.1 寒冷地水田灌漑および大規模畑地灌漑に適した送配水機能の診断・改善技術の開発

研究予算：運営費交付金・受託研究費

研究期間：平 18～平 20

担当チーム：水利基盤チーム

研究担当者：中村和正、鷗木啓二、多田大嗣

【要旨】

積雪寒冷地である北海道の水田用水施設と用水資源を効率的に使用するために必要な送配水機能とその診断方法を検討した。水田用水需要に影響を与える因子としては、作付率の変動が重要であり、将来予測がなされている気候変動は、同時に水源河川の流出を変化させることで用水供給に影響を与えると考えられる。ここでは、寒冷地水田に特徴的な水需要を満足させるための評価フローやこれに必要な計算方法を提案した。また、気候変動による流出の変化への対応方法としてはダム貯留開始時期の再検討があげられた。

畑地灌漑施設の予防保全に関する研究では、施設の劣化の特徴の整理と維持管理の実態解析を行った。

キーワード：水田用水、積雪寒冷地、水管理、気候変動、畑地灌漑

1. はじめに

本個別課題では、府県に比べて特徴的な水需要形態を持つ北海道の水田灌漑施設における送配水機能の診断手法及び送配水機能改善技術の開発と、大規模畑地灌漑施設の維持管理の低コスト化を目的とした予防保全技術の開発を行う。

積雪寒冷地である北海道の水田灌漑施設に必要な送配水機能は、2つの面から評価診断する必要がある。

第1は、作付率の変化により、用水路組織全体での用水需要総量に変化する場合への対応である。長期にわたって国内でのコメの消費は減少傾向にあり、近年は空知支庁管内や上川支庁管内でも作付率は約60%にとどまっている。そのため、現時点では水田用水の送配水管理には支障が少ない状態といえる。しかしながら、国際的な食糧需給動向への懸念などがあり、今後の北海道内の水稻作付面積は、減少・増加の両面の可能性を有している。水利施設の耐用年数が数十年であることを考えれば、そのような近い将来に、用水需要がどのように変化する可能性があるのかを想定しておく必要がある。そのためには、用水需給の変動因子を列挙し、それぞれが用水需給に与える影響の大きさを検討しなければならない。そこで、第2章において、20～30年先の近い将来を検討範囲とし、用水需給に影響を与えると考えられる因子について、その影響の大きさを検討する。

第2は、主として、24時間を周期として変動する圃場用水需要への対応である。北海道内の水田地帯では、

農家が冷害対策としての間断取水を励行している。これは、早朝あるいは夜間に取水し昼間は取水を停止することで、水田内の水温上昇をはかるものであり、農業改良普及センター等からの指導に従った水管理である。用水路組織のすべてが開水路である場合には、個々の農家が間断取水を行っても、用水路組織全体の送配水に支障を与えることはない。しかしながら、用水路組織に管水路が含まれている場合には、圃場の給水栓の開閉が、管水路区間全体の流量・圧力に影響を与えるため、用水路組織全体の送配水が不均等になることがある。それゆえ、開水路の管水路化が進んでいる現況では、個々の圃場で間断取水が用水路組織全体での用水供給を阻害しないような、安定した送配水機能が求められる。寒冷地水田用水で必要となる送配水機能には、間断取水への対応のほかにも、いくつかの項目が挙げられる。第3章では、これらを含めて、寒冷地水田用水で必要となる送配水機能の各種項目について、妥当な評価基準を提示し、その基準をもとにした送配水機能の診断手法について述べる。

北海道内の大規模畑地灌漑施設では、建設中の施設がある一方で、先行的な地区での供用期間が10年を超えるようになってきた。これらの先行地区では、通水施設・水管理施設の老朽化が徐々に始まっており、今後、送配水機能の適切な診断と予防保全を考慮した経済的維持管理が求められるようになる。そこで、北海道の大規模な畑地灌漑施設に適用できる予防的処置を含めた維持管理技術を構築するため、第4章において、

先行的地区の維持管理実績データの収集分析を行う。

2. 積雪寒冷地における水田用水需給の変動要因

2.1 目的

20～30年後までの近い将来に水田用水の需給に影響を与える因子としては、気候変動に伴う蒸発散量の変化や、生産調整に伴う田畑混在状態での減水深増大、畑作利用から水田に復元した直後の用水量増大、気候変動による降水量や気温の変化による水源河川流出量の変化などが考えられる。本章では、既往の研究データも参照しながら、将来の用水需給変動を想定するうえでの各因子の重要性について述べる。

なお、気候変動の影響については、将来の気象に関する入手可能な予測データを活用して、水源河川の流出量を推定し、これと水田用水量を比較し、さらに将来における用水計画上の対応について検討した。

2.2 気候変動に伴う蒸発散量の増大

農業用水（水田）の計画基準¹⁾には、蒸発散量の地方別・旬別の標準的が示されている。これによれば、もし気候変動によって北海道の気温が現在の関東・近畿・九州と同程度になったとしても、蒸発散量の増大は1mm/d程度であると考えられる。この値は減水深(蒸発散量+浸透量)の適正值とされる25mm/d程度に対して小さい。それゆえ、気候変動による蒸発散量の増大は、圃場単位用水量を増大させる因子として大きなものではない。

2.3 生産調整に伴う水田・畑地隣接状態での横浸透量の影響

畑地に隣接する水田では、畑地に向かう水の横浸透が生じる。このような圃場の用水量は、両隣が水田である場合に比べて大きいと想定される。それゆえ、コメの生産調整が進むと、畑地と接する水田畦畔の延長が増大し、地域の平均的な減水深を増大させると想定される。このような横浸透量が地域の水田用水量に与える影響についての調査が、平成16年度～18年度にかけて、空知支庁管内の北村（現在は岩見沢市）において北海道開発局により実施された²⁾。調査圃場は、作土および耕盤層が砂質埴壌土で、30cm以深が泥炭である。排水路路面には写真-1のような浸潤線がみられたため、転換畑の暗渠排水管のうちで最も水田に近いものからの流出流量が、水田からの横浸透量に相当すると見なされ計測された。

調査の結果から、水田と畑地の境界となっている畦畔延長の単位長さあたりの横浸透量が計算された。また、調査圃場周辺の57.6haの区域における平成16年



写真-1 輪換畑の排水路路面における浸潤線
(平成16年5月12日、文献²⁾より引用)

～18年の畑地利用状況から、横浸透の生じる畦畔延長が計算された。さらに、これらを用いて、この地域全体の平均値として、横浸透量による水田用水量の増大の程度が、表-1のように整理された。

平成18年時点での空知・上川等の水田地帯における作付率は、おおむね60%である(転作率40%)。表-1によれば、現況の転作率40%程度では、横浸透による減水深の増大が約0.6mm/d程度であり、適正減水深(20～30mm/d)と比較すると、圃場単位用水量に与える影響は小さいといえる。

表-1 調査区域内の横浸透量計算
(文献²⁾から作成)

年度	転作率 (%)	区域内の水田面積 (ha)	暗渠流出量と田畑が接する畦畔長さから求めた横浸透量 (m ³ /d)	横浸透による減水深の増大 (mm/d)
	a	b	c	d=c/b/10
H16	47.0	30.52	222	0.73
H17	38.7	35.31	197	0.56
H18	46.8	30.62	240	0.78

2.4 田畑輪換に伴う圃場単位用水量の変化

生産調整で水田の畑地利用が行われると、数年ごとに水田と畑地の利用形態が入れ替わる。一般に、畑地利用されていた圃場が水田利用に戻されると用水量が増大するといわれている。それゆえ、生産調整によって作付率が変化する場合の用水量の変化を検討する場合には、このような還元田の影響を考慮する必要がある。

図-1と図-2は、北海道開発局札幌開発建設部が昭和55年～59年にかけて行った調査の結果を用いた徳若³⁾の再整理結果である。これらの図のように、畑地利用から水田利用に転換した後3年間程度は、永久田に比べて用水量が大きい状態が継続する。

還元田における用水量の増大として、図-1と図-2に示す平均値を用いて、田畑輪換が地域の水田用水量に与える影響を試算した。この試算では、田畑輪換のパターンとして、水田利用3年間と畑地利用3年間の繰り返しを基本と想定した。

試算結果は図-3に示すとおりである。転作率と用水量の減少割合は一致しない。すなわち、作付率が100%から50%まで低下しても、用水量は代かき期で13%程度、普通期で20%程度しか減少しないと想定される。転作率の大小は、用水を供給する面積の変動であるから、いうまでもなく地域の用水量を変動させる因子として大きなものと考えられる。

なお、作物栽培上の理由から、畑地利用は3カ年程度までの継続が望ましいとされているが、コメの販売価格が低下していること、当面は作付率を増大させる要因がないことから、復田時の不陸修正にかかる費用を節減するために、現在のところ農家は畑作利用の期間を3年間よりも長くとしている傾向がある。

2.5 水田用水需要変化のシナリオ

前節までの検討から、将来の北海道内の水田用水需

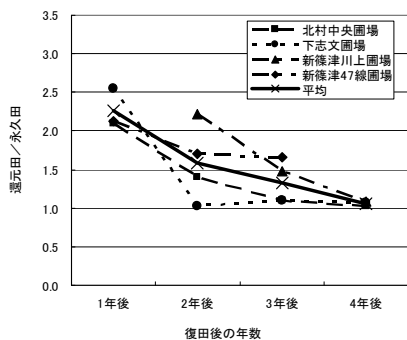


図-1 還元田と永久田の用水量の比(代かき期)(文献³⁾を改変

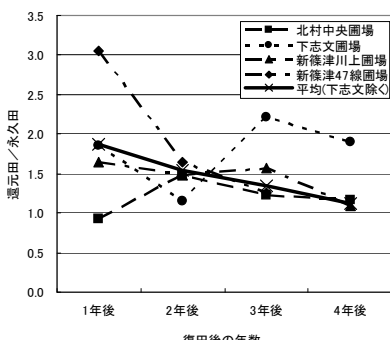


図-2 還元田と永久田の用水量の比(普通期)(文献³⁾を改変

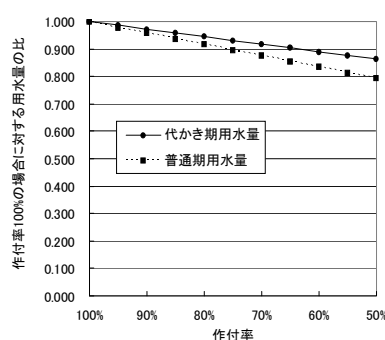


図-3 作付率100%の場合に対する各作付率での用水量の比

要変化のシナリオは図-4のようにまとめられる。

2.6 気候変動が用水供給に与える影響

2.6.1 データセットの収集

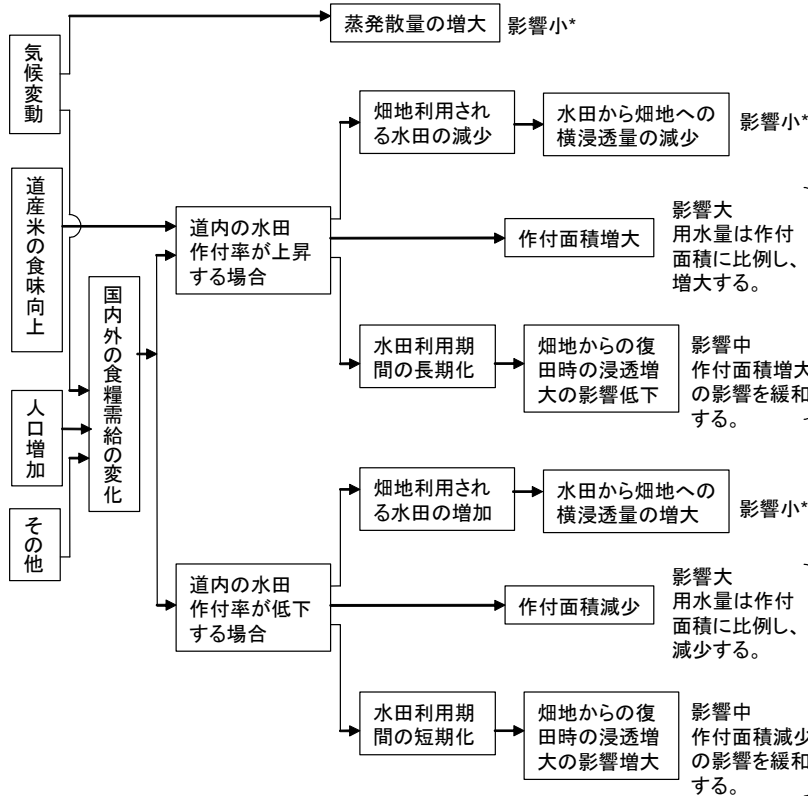
(1) 気象変動モデル計算結果の収集

温暖化シナリオは、気候変動に関する政府間パネル(IPCC)の温室効果ガス排出シナリオのうち、経済重視で地域志向が強まると仮定した「SRES A2シナリオ」とした。

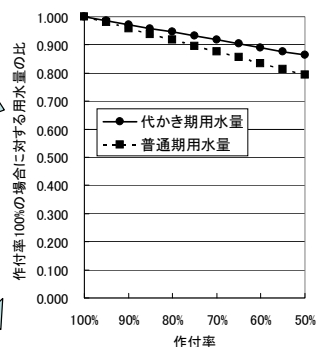
気候変動予測モデルは、日本付近の詳細な気候変化を再現するために気象庁・気象研究所により開発された水平解像度20kmの地域気候モデル(以下、RCM20と記す)とし、将来流出量の予測には、気象庁保有のRCM20の日データを利用した。

(2) 対象地区のデータ収集

将来予測の対象としたのは、水田用水供給を行って



*注:適正減水深(25mm/d程度)と比較して、影響は小さいと判断できる。



作付率と用水量の関係試算グラフ

つまり、用水需要に影響する因子として、蒸発散量変化や畑地への横浸透の影響は小さい。作付率の変化に復田の影響を加味すれば、将来の用水量を概ね想定できる。

図-4 将来の北海道内の水田用水需要のシナリオ

いるHダム流域及びその灌漑区域とした。対象期間は、1991～2000年（以下、過去10年間と記す）と2031～2050年（以下、将来20年間と記す）で、RCM20データは当該区域メッシュの日平均気温、日降水量（以下、モデル気温、モデル降水量と記す）、観測所データはHダム近傍の測候所の日平均気温、日降水量（以下、実測気温、実測降水量と記す）、Hダム上流の日流量（流域面積=4.3km²）である。なお、Hダムは、施設容量が8,060千m³、水利用期間が5月1日から9月30日、貯留期間が10月1日から翌年8月24日である。

2.6.2 モデル気温・モデル降水量の補正

将来20年間のモデル降水量は過去10年間に比べて、年間降水量が増加しており、とくに、3・4月と10・11月の増加が顕著であった（図-5）。

対象流域の気象観測所を含む20kmメッシュのRCM値と、気温・降水量の実測値は、水収支（降水量=蒸発散量+河川流出量）が成り立つように、月統計値が近似する補正量を与えたのちに、各月の補正量を各日に案分する月別補正を行った。これに加え、降水量については、月別補正では月変動の傾向自体も変化してしまうため、年間の総流出高が合うような年総量補正と補正を行わない無補正の計3パターンを採用した。また、降雪による降水量については、水収支上の降水不足とならないように、30%の割増を行った。

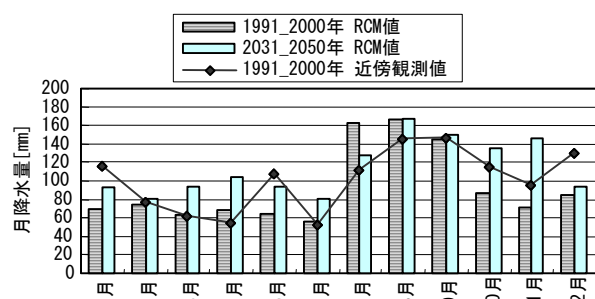


図-5 月別降水量の比較（1991～2000年の実測とモデル値、2031～2050年のモデル値）

2.6.3 将来流量の予測

(1) 流出モデルによる流量観測点での流出量算定

日流出量の再現モデルとして、4段のタンクモデルを採用した。まず、日平均と日降水量により、タンクモデルへの入力値（降水量-蒸発散量）を与えて流量を再現し（図-6）、実測流出高とモデルによる計算流出高を比較してHダムにおけるタンクモデル定数を決定した。

次に、決定されたタンクモデルを用いて、モデル気温とモデル降水量による過去10年間の流出高の計算を行った。実測流出高と実測降水量による計算流出高、

モデル降水量による計算流出高を比較したところ、年ごとの差はみられたが、10年間の平均で比べると、月別補正・年間総量補正した降水量による計算流出高は実測流出高と同程度となった。以上より、モデル値による再現計算が可能と判断した。

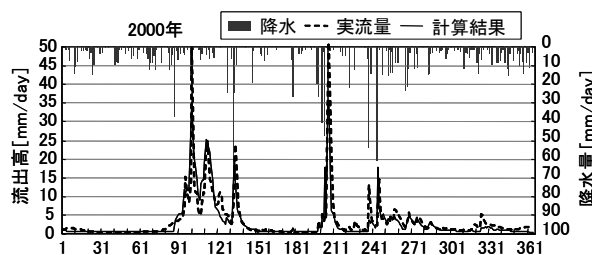


図-6 過去10年間の流出再現計算結果例（2000年、実測降水・気温使用）

(2) 取水地点での将来流量の予測

上記によって決定されたタンクモデルによって、モデル気温、モデル降水量を用いて将来20年間の流出高を推定した（図-7）。

各年の積算流出高を算出すると、融雪に起因する春の立ち上がりが過去10年間では4月初旬から急激であるのに対し、将来20年間では年始から徐々に立ち上がり始めていた（図-8）。また、融雪流出が終了する時期は春先の顕著な傾きが緩くなる変曲点付近とすると、

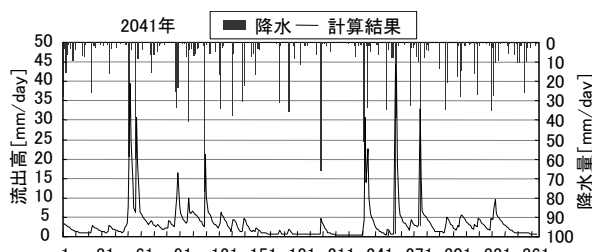


図-7 将来20年間の流出予測計算結果例（2041年、年総量補正降水による）

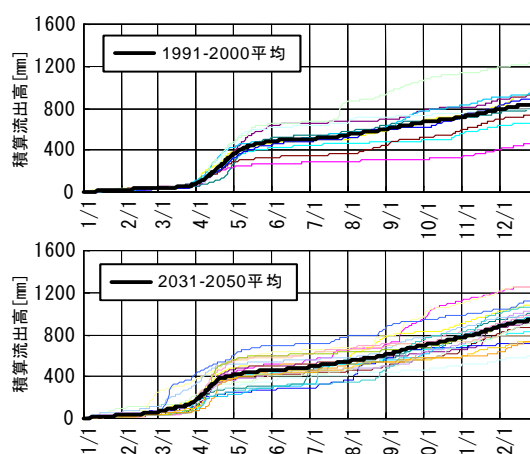


図-8 各年の積算流出高（上図：過去10年間の実測値、下図：将来20年間の年総量補正降雨による計算値）

過去 10 年間では 5 月中旬頃までであるのに対し、将来 20 年間では 5 月より以前であるのも特徴的である。

2.6.4 現況用水計画と将来予測流量

(1) 取水開始までのダム貯留量

貯留開始の 10 月 1 日から水利用開始の 5 月 1 日までのダムへの累積流入量を算出すると、図-9 のようになる。過去 10 年間、将来 20 年間いずれも水利用開始前までに施設容量に達していたが、累積流入量がダム施設容量に達する時期は、過去 10 年間の実測値では概ね 4 月であるのに対し、将来 20 年間の計算値では、降水量の補正方法によって傾向は若干異なっていたが、4 月より早まる傾向が強くなっていた（表-2）。

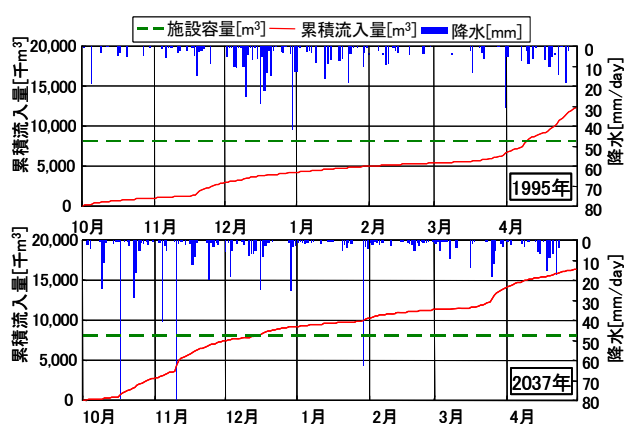


図-9 貯留期間中の流入と降水の例
(上図：過去10年間の実測値、下図：将来20年間の月別補正降雨による計算値)

表-2 ダム確保容量到達月

	2031-2050年推定 (N=19)			
	1991-2000年 実測 (N=10)	降水補 正無し	降水月 別補正	降水年 総量補正
11月	-	-	1	9
12月	-	4	8	4
1月	-	6	2	2
2月	-	-	1	2
3月	2	5	4	1
4月	8	3	2	1
未達	-	1	1	-

(2) 水利用期間のダム貯水容量の推移

当該地区の水利用計画に基づき、半月ごとにダム貯水容量・取水施設の取水量・ダム流入量・降水量を算定した（図-10）。降水が少ないと田畑の消費水量をまかなう分の取水が行われることでダム貯水量が減少し、降雨が多いとダム貯水量が増加しているのがわかる。また、期間中ですでに貯水量がなくなり、マイナス値となっているのは、当該地区に必要な水量のうち、当該ダムの貯水量の不足を表すものである。なお、ダム

貯水容量の最小値と施設容量 (8,060 千 m³) との差が、水利用期間において当ダムで確保すべき容量であり、確保容量と定義される。

つぎに、すべて年についてダムの確保容量を算出すると、図-11 のように整理される。施設規模超過（容量不足）は、過去 10 年間では 8 回、将来 20 年間では 17~18 回で同程度の発生頻度となった。将来 20 年間の降水量は補正の有無によらず過去 10 年間よりも増加しているが、施設容量超過の頻度が同程度であったのは、融雪の終了が早まり、水利用期間初旬に融雪による流入が減少することが一因と考えられる。

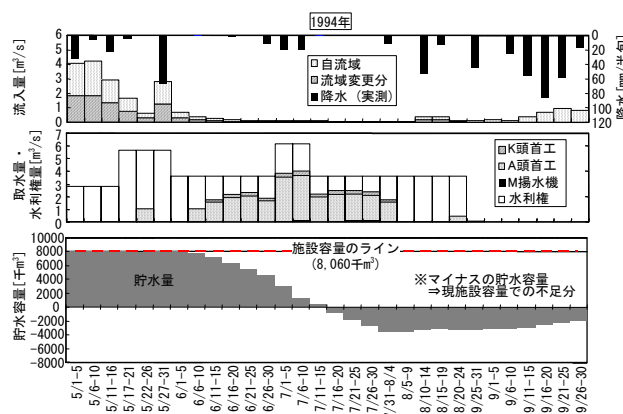


図-10 貯水容量と諸水量の半月経過の例
(1994年の実測値)

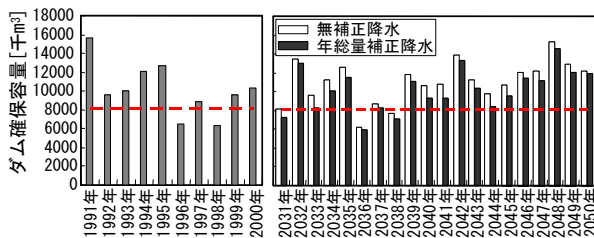


図-11 Hダムにおける確保容量
(過去10年間と将来20年間、図中の波線はダム施設容量8,060千m³を示す)

(3) 将来の水需要変化への対応について

上記したように、将来 20 年間では、ダムの確保容量が逼迫する状況は過去 10 年間とあまり変わらないが、年間降水量では概ね増加しており、特に秋から冬の降水量増加によりダムへの流入量も増加するため、確保容量分の流入は十分見込まれる。現施設容量 (8,060 千 m³) については、近年でもすでに容量不足ではあるが、源流量は増加することを考慮した計画変更（たとえば容量増加など）による対応は可能と考えられる。

今回対象としたHダムは、貯留開始が前年 10 月からと、他のダムに比べて時期が早い。道内の農業ダムの多くでは取水当年の春頃から貯留開始となることを考えれば、将来 20 年間では融雪時期が早まる年や明確で

ない年もみられることから、貯留の開始時期によっては、施設容量確保が厳しい場合もあると考えられる。このような場合は流域の用水利用全体について再考が必要となるものと思われる。

2.7 小括

北海道内における近い将来の水田用水需給に影響を与える因子のうち、重要なものは作付率の変動であるといえる。作付率は、国内外の食糧需給や国内でのコメの需要の変化などに左右されるため、予測は困難である。しかしながら、作付率の上昇する場合とは低下する場合のそれぞれで、その変動幅を想定し、いずれの場合でも送配水を可能とするため、幹線水路の水位調整ゲートなどの要否を検討することが有用である。

近い将来の気候変動については、気象シミュレーションによって降水量の増加が予測されており、用水供給量が大きく不足する懸念は小さいと考えられる。しかし、融雪時期の早期化を生じるため、ダムの貯留開始時期の再検討が必要となる場合があると考えられる。

3. 寒冷地水田用水の送配水機能評価手法⁴⁾

3.1 支線開水路への分水量の許容変動量

北海道内の水田では、活着期から幼穂形成期ごろにかけて、遅延型冷害を回避するために夜間あるいは早朝に取水することが指導されている。そのため、図-12のように支線水路にクローズドタイプの管水路が導入される場合には、これらの支線水路への分水量に大きな日内変動が生じ⁵⁾、これにともない幹線水路の水位・流量が変動するようになる。その結果、開水路形式の支線水路への分水量も日内変動を生じてしまう。

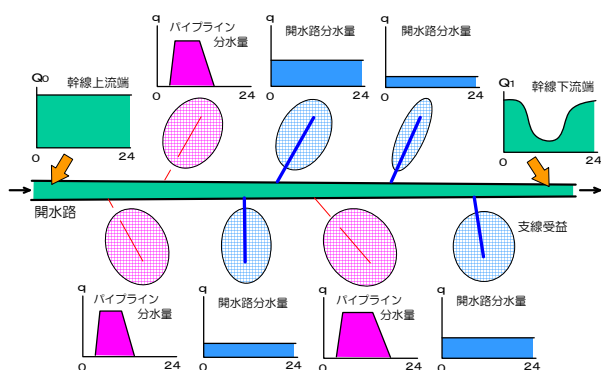


図-12 複合水路系における幹線流量や分水量の日内変動のイメージ

このような送配水管理上の問題に対しては、支線管水路の上流端に調整池を設置するのが根本的な解決策である。しかし、既設の水利施設の管路化においては用地や水頭配分の問題から調整池の設置が困難である

ことが多い。その場合には、支線の管路化が、水利施設系全体の送配水の支障となるのか否か検討する必要がある。

支線の管路化を想定した送配水管理のシミュレーションは、不定流解析によって可能であるが、開水路形式の支線への分水量がどの程度の日内変動を生じると配水管理に支障を生じるかの判定基準は現在のところ示されていない。このような背景から、開水路形式の支線への分水量に日内変動を与えた解析を行い、配水管理に与える影響を検討した。

水田灌漑における用水計画では、圃場用水量に灌漑効率として搬送ロス分10%、分水管路ロス分5%を考慮して用水量が決められている。これらのことを考慮して、すべての圃場への日供給水量が計画の85%以上となることを必要条件とすると、1次支線への流入変動が±25%までであれば許容できる範囲と考えられる。一方、安全管理の面からの評価では、2次ブロック内ではフリーボードが不足となる区間が発生するのは±15%の条件からである。

3.2 送水機能の診断フロー試案

前節で示した分水量変動の許容範囲を反映させて作成した寒冷地における水田用水施設の送配水機能評価のフロー（案）を表-3に示す。

この表では、暫定的に開水路支線への分水量の許容変動範囲を±25%としているが、フリーボードの不足の観点などを重視すると±15%となる。

3.3 小括

支線用水路のパイプライン化が進みつつある幹線水路の水管理機能の評価項目として、幹線水路の水位・流量変動に起因する支線開水路への分水量日内変動の許容変動範囲を、シミュレーションによって事例的に明らかにした。また、この許容範囲を反映させて、送配水機能の診断フローの試案を提示した。

将来を想定した水田用水施設の送配水機能診断技術の確立には、2章で示した用水需給の将来変動と、3章で示した診断フローの組み合わせが必要であり、これについては最終年度である平成20年度に行う。

4. 畑地灌漑施設の維持管理状況

4.1 目的

北海道内の畑地灌漑施設では、今後、送配水機能の適切な診断と予防保全を考慮した経済的維持管理が求められるようになる。本章では、予防的処置を含めた維持管理技術を構築するため、先行的畑地灌漑地区の機能診断事例を収集し、施設の老朽化状況を整理した。

17.1 寒冷地水田灌漑および大規模畑地灌漑に適した送配水機能の診断・改善技術の開発

表－3 寒冷地における水田用水施設の送配水機能評価のフロー（案）

ステップ番号	目的	対象流量	管水路支線の日内変動の考慮	粗度係数	不定流解析の要否	検証項目	特記すべき評価基準、対応策等、その他
1	水路断面の妥当性	すべての期別の計画流量（防災流量含む）	考慮しない	計画値	不要	幹線水位・流速・分水位など	特記すべき評価基準 開水路支線への分水量の許容変動範囲 →普通期計画分水量の±25%（暫定値）以内、ただし、日合計分水量は計画を満たすこと。 対応策等 ①水位、流量の調整 →チェックゲートや中間貯留池等 →本線水位の調節が不可能な場合には、分水側が本線水位の変動の影響を受けない施設（下流水位一定ゲート等）の検討もあり得る。 ②余水処理の安全性 →適切な規模の余水吐及び放流工、放流先の容量確保 濁水時の取水制限率 当該地域の過去の取水制限率から設定する。
2	水路断面の妥当性（粗度変化考慮）	すべての期別の計画流量（防災流量含む）	考慮しない	区間ごとの経年変化の実態値	不要	幹線水位・流速・分水位など	
3	日内変動の影響程度	普通期流量	考慮する（水需要の台形モデルなど）	計画値	必要	幹線水位・流速・分水位、開水路支線への分水安定性	
4	日内変動の影響程度（粗度変化考慮）	普通期流量	考慮する（水需要の台形モデルなど）	区間ごとの経年変化の実態値	必要	幹線水位・流速・分水位、開水路支線への分水安定性	
5	管水路支線への分水量減少時間での降雨流入時の余水処理	普通期流量＋降雨時流入水（脚注参照）	考慮する（水需要の台形モデルなど）	計画値	必要	幹線水位・流速、放余水工での処理流量と放余水先での処理可能流量	
6	管水路支線への分水量減少時間での降雨流入時の余水処理（粗度変化考慮）	普通期流量＋降雨時流入水（脚注参照）	考慮する（水需要の台形モデルなど）	区間ごとの経年変化の実態値	必要	幹線水位・流速、放余水工での処理流量と放余水先での処理可能流量	
7	濁水時の送水管理	濁水時の取水制限率を反映させた流量	－（支線ごとの分水規制など、濁水時の対応方法を反映させる）	計画値	管水路支線の日内変動を考慮するならば必要	幹線水位・流速・分水位など	
8	濁水時の送水管理（粗度変化考慮）	濁水時の取水制限率を反映させた流量	－（支線ごとの分水規制など、濁水時の対応方法を反映させる）	区間ごとの経年変化の実態値	管水路支線の日内変動を考慮するならば必要	幹線水位・流速・分水位など	

（注：降雨時には管水路支線への分水量が0になるおそれがある。豪雨時でも、何らかの理由で頭首工での取水量の減少させられない用水施設では、管水路支線への分水量がゼロになる時間帯で最も余水処理量が多くなる期別計画流量を選定する必要がある。）

また、維持管理費の実績について、事例地区のデータを収集し整理した。

4.2 施設の老朽化状況

北海道内の畑地灌漑施設の機能診断事例を3地区分収集し^{6,7)}、施設の劣化状況を整理した。

A地区は、北海道南部に位置する畑作を中心とした農業地帯である。この地区では、国営事業によりダムから末端圃場配管までの整備と農地造成が実施されたが、施設築造後25～30年以上が経過し、近年は施設の不具合等が発生している。このため、現状を把握するとともに、今後の長寿命化に向けた検討を行うことを目的として、平成17年度に施設の機能診断調査が実施された。

B地区とC地区は、いずれも北海道東部の畑作地帯であり、土地生産性の向上と農業経営の安定を目指し、国営事業によるダムや用排水路の整備が行われた。両地区とも施設供用後10年以上が経過していることから、平成17年度に施設の機能診断調査が実施された。

これら3地区の調査内容のうち、本章では、パイプラインおよびその付帯施設について、老朽化状況を紹介する。

事例地区である3地区の調査対象施設の概要を表－4に示す。

表－4 調査対象施設の概要

項目	A地区	B地区	C地区
管路延長(m)	16,533	39,433	46,237
管種	PCP, FRPM, STPY	DCIP, VP	DCIP, FRPM, VP
最大口径(mm)	1,200	1,000	1,100
最大通水量(m ³ /s)	0.900	0.452	1.075
付帯施設数(カ所)	117	201	210

PCP：PC管、FRPM：強化プラスチック複合管、STPY：アーク溶接炭素鋼管、DCIP：ダクタイル鋳鉄管、VP：硬質塩ビ管

A地区では、通年で水利用が行われており、落水して管内の目視調査を行うことができないため、管体の機能診断は水利用に支障のないような作業手順で水張り試験により行われた。その結果、漏水は認められなかった。B地区およびC地区の管体の機能診断では、施設管理者への問診および現地踏査から漏水が生じていないと判断された。

3地区とも管体には目立った老朽化がなかったのに対し、付帯施設については保全対策が必要な状況が

17.1 寒冷地水田灌漑および大規模畑地灌漑に適した送配水機能の診断・改善技術の開発

あると判断された。3地区での調査結果を表-5~7に示す。

典型的な劣化としては、弁室への水の浸入による錆びの進行と外面塗装の劣化があげられる。このような劣化が進行すると、空気弁では吸気・排気不良や漏水が生じるおそれがあり、制水弁等では開閉不良に至っているものがあつた。また、空気弁では凍結に起因すると考えられるフロートのクラックがみられ、中には漏水に至っているものもあつた。弁室への水の浸入や冷気の浸入（防寒効果の低下）の原因としては、マンホールの上蓋・中蓋の破損や目地の剥離などがあると指摘された。

表-5 A地区のバルブの劣化状況

バルブ種類	全体数	外面塗装劣化	開閉不良	フロートのクラック	うち漏水あり
制水弁	21	20	4	—	—
空気弁	58	55	11	5	2
排泥弁	28	27	9	—	—
分土工	9	9	0	—	—

空気弁の開閉不良とは副弁に関するもの

表-6 B地区での付帯施設の劣化状況

工種	劣化状況	発生箇所数 / 調査総数
弁室マンホール	マンホールの目地剥離等で外水が浸入	18 / 198
	上蓋破損(落下事故の危険)	2 / 198
	中蓋破損(防寒効果低下)	2 / 198
空気弁	フロートが破損して漏水	1 / 93
空気弁と制水弁	錆の進行	89 / 125

表-7 C地区での付帯施設の劣化状況

工種	劣化状況	発生箇所数 / 調査総数
弁室マンホール	マンホールの目地剥離等で外水が浸入	1 / 199
	上蓋破損(落下事故の危険)	3 / 199
空気弁と制水弁	錆の進行	69 / 113

4.3 施設の維持管理費の傾向

道内で実施された大規模畑地灌漑施設における機能診断調査のデータについて、K地区の事例を収集し、補修・点検等した費用データを整理した(図-13)。また、2000年~2005年の補修・点検費用の累積値を図-14に示す。K地区は、供用を開始して10年以上

を経過しているが、突発的な故障に対する補修等による変動はあるものの、現時点で経年的に補修・点検費が上昇するという傾向は見られない。また、補修・点検費の累積値の通増傾向もこの事例では見られない。今後、他事例も用いた検討が必要である。

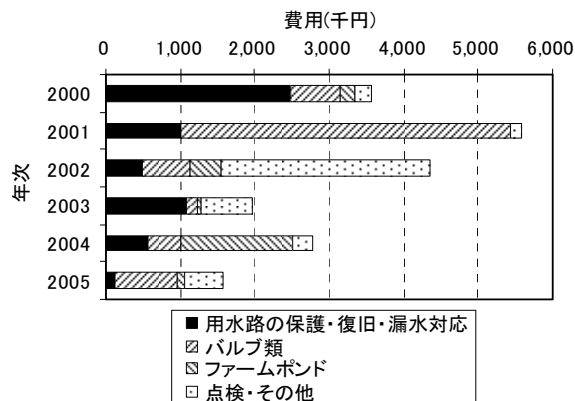


図-13 K地区における補修・点検費用の推移

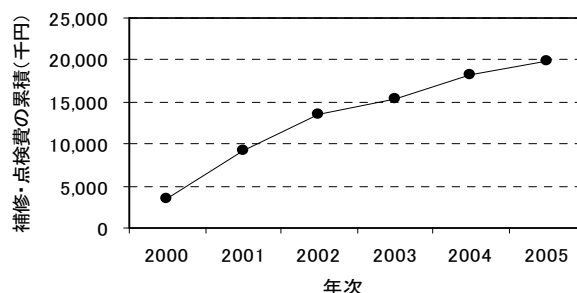


図-14 K地区における補修・点検費用の累積(2000年以降のデータが使用可能)

4.4 小括

北海道内の畑地灌漑施設のうち、先行的な地区で行われた機能診断の事例を収集し、劣化の特徴を整理した。管体自体の劣化進行は現時点では問題となっていないが、付帯施設においてマンホールの蓋の破損等による水・冷気の浸入に起因するバルブの錆び・固着、空気弁フロートの破損などがあることがわかった。また、1地区の事例ではあるが維持管理費データを収集し、費用の経年変化を示した。

畑地灌漑施設の予防保全技術に関しては、さらに調査事例を収集して、劣化と原因の因果関係や、維持管理費の傾向の整理を進めたい。

5. まとめ

水田用水需要に対し、気候変動が直接的に与える影響は小さい。気候変動は、国内外の食糧需給や国内でのコメの需要の変化などに影響を与え、道内の作付率を変動させることにより、水田用水需要を変動させる。

将来の作付率を予測することは難しいが、作付率の上昇・低下をある程度の幅を持たせて想定し、いずれの場合でも送配水を可能とするため、幹線水路の水位調整ゲートなどの要否を検討することが有用であると考えられる。

気象シミュレーション結果を用いた事例検討からは、近い将来に用水供給量が大きく不足する懸念は小さいと考えられた。しかし、融雪時期の早期化を生じるため、ダムの貯留開始時期の再検討が必要となる場合があると考えられる。これについては、さらなる事例検討が望ましい。

第3章では、寒冷地水田用水で送配水が課題となる、開水路とパイプラインが混在する複合水路系を対象にして、送配水機能の診断フローの試案を提示した。将来を想定した水田用水施設の送配水機能診断技術の確立には、2章で示した用水需給の将来変動と、この診断フローの組み合わせが必要であり、これについては最終年度である平成20年度に行う。

第4章では、北海道内の畑地灌漑施設のうち、先行的な地区で行われた機能診断の事例を収集し、劣化の特徴を整理した。また、1地区の事例ではあるが維持管理費データを収集し、費用の経年変化を示した。畑

地灌漑施設の予防保全技術に関しては、さらに調査事例を収集して、劣化と原因の因果関係や、維持管理費の傾向の整理を進めたい。

参考文献

- 1) 農林水産省構造改善局：土地改良事業計画設計基準 計画農業用水(水田)、pp. 47-48、1993
- 2) 北海道開発局：平成18年度 用排水・ほ場整備基礎諸元調査用水(水田)『豊正地区』調査報告書、41p、2007
- 3) 徳若正純：水田地域における取水・排水量と地域水環境に関する研究、北海道大学農学部農業工学科土地改良学研究室卒業論文、1999
- 4) 中村和正・山田修久・磯部武・土橋博幸・手嶋真澄：支線開水路に対する分水量の日変動の許容範囲、平成19年度農業農村工学会大会講演会講演要旨集、pp. 290-291、2007
- 5) 中村和正：北海道の水田用水路の管路化による水需要の集中と対策、水利科学、No. 244、pp. 34-49、1998
- 6) 北海道開発局函館開発建設部：平成17年度駒ヶ岳外水利施設機能診断調査業務報告書、2006
- 7) 北海道開発局網走開発建設部：平成17年度網走地域施設機能診断保全対策検討業務報告書、2006

DEVELOPMENT OF TECHNOLOGY FOR DIAGNOSING AND IMPROVING WATER CONVEYANCE AND DISTRIBUTION SYSTEMS FOR IRRIGATION OF COLD-REGION RICE PADDIES AND LARGE-SCALE UPLAND FIELDS

Abstract : Necessary functions of the conveyance and distribution of water and the methods for the evaluation of the function for the paddy field irrigation system in Hokkaido are examined to realize efficient use of water resources and irrigation facilities. One of the major factors which affect the irrigation water demand is the fluctuation of the ratio of the acreage for rice planting. The predicted climate change was thought to affect the runoff and, as a result of it, the irrigation water supply. An evaluation procedure for the function of water conveyance and distribution to the paddy fields in Hokkaido are proposed. Furthermore, it was shown that one of the countermeasures against the change of runoff is reconsidering of the beginning date of water storage to reservoirs.

For the examination of the preventive maintenance of upland field irrigation systems, the feature of deterioration and the component and proportion of maintenance cost were studied.

Key words : rice paddy irrigation, snowy and cold region, water management, climate change, upland field irrigation