

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(一般勘定)

研究期間：平 18～平 20

担当チーム：水利基盤チーム(寒地農業基盤研究グループ)

研究担当者：中村和正、鶴木啓二、多田大嗣

【要旨】

寒冷地水田灌漑施設の送配水機能の診断・改善技術として、北海道における今後の水田用水需給の予測と安定した用水供給のための送配水機能の診断フローを示した。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、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。

大規模畑地灌漑施設の機能評価と予防保全技術については、北海道内の施設の維持管理費の傾向や劣化の特徴を整理し、バルブ等の付帯施設やパイプラインの予防保全手法を示した。

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。前者についての成果は2章と3章で、後者についての成果は4章で述べる。

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、直播栽培の導入や田畑輪換などのような用水需給の変動因子を列举し、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、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、個々で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。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、4章において、北海道の大規模な畑地灌漑施設での維持管理費の傾向や施設の劣化状況を整理し、予防的処置を含めた維持管理技術について述べる。

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、直播栽培の導入、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・旬別の標準値が示されている。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



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

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土で、30cm以深が泥炭である。排水路法面には写真-1のような浸潤線がみられたため、転換畑の暗渠排水のうちの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～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)	暗渠流出流量と 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は、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55～59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

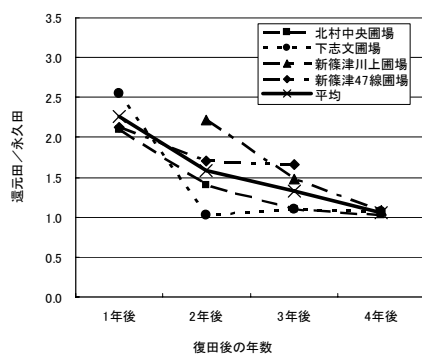


図-1 還元田と永久田の用水量の比(代かき期) (文献³⁾を改変)

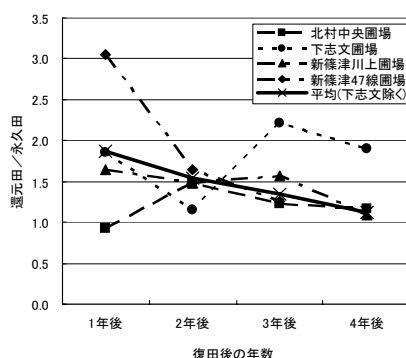


図-2 還元田と永久田の用水量の比(普通期)(文献³⁾を改変)

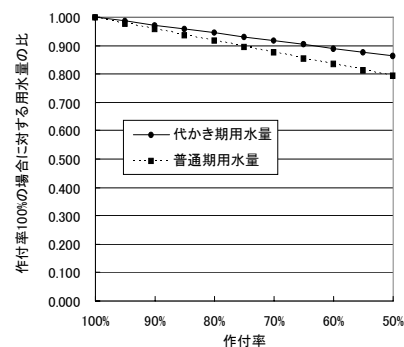


図-3 作付率 100%の場合に対する各作付率での用水量の比

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 直播栽培の導入による変化

2.5.1 直播栽培の普及の現状

近年、後継者不足などから農家1戸あたりの作付面積が増大している。1戸あたりの作付面積が15～20ha

程度を超えると、育苗や移植時期に作業労力が不足し、何らかの対応が必要となる。そのような対応の1つの方法として、水稻直播栽培の導入がある。

図-4は、北海道内における近年の直播栽培面積の推移である。平成19年以降栽培面積は急増しているが、北海道内での水田作付面積に対する割合は、平成20年でも0.4%である。

直播栽培の普及要因と今後の課題は、表-2のように整理できる。農業関係の試験研究機関や農家の積極的な取り組みにより、かなりの技術的改良がなされてき

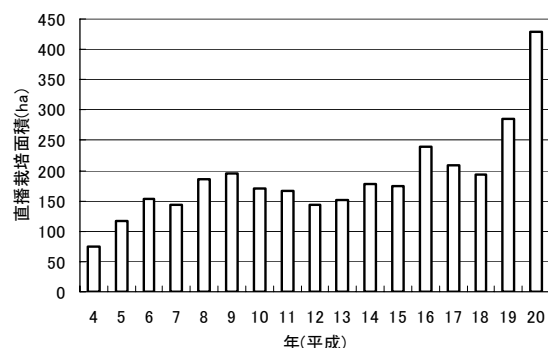


図-4 北海道における直播栽培面積の推移 (文献 4)、5)から作成)

表-2 直播栽培の普及要因と課題

直播面積が伸びる要因		直播の普及上の課題
現在まで	乾田直播(美唄など)や湛水直播(深川・妹背牛など)の試験栽培・研究開発の成果	①除草剤・除草技術 除草剤は開発されてきた。苗立ちが揃わないと複数回の除草作業が必要となり移植栽培より費用がかかることがある。
今後	経営面積が15～20haを超えると、育苗・移植に必要な労働力を賄うことが困難になり、直播の導入などの対応が必要となる。 (ただし、共同育苗施設の導入や、移植時期のみの雇用労働力に対応している農家もある。)	②直播に適する品種 これまで適当な品種の開発が待たれていたが、近年「大地の星」や「ほしまる」が開発された。 ③新たな機械装備の開発とコスト 播種機の開発等が進んだが、機械の効率的利用によるコスト縮減が必要である。 ④圃場条件 土壌の均平性や水管理機能(地下灌漑など)に優れた圃場条件が必要である。 ⑤栽培技術 安定的収量を確保するために、栽培技術の改良が進められている。

表-3 聞き取り調査による直播栽培の水管理・水需要の特徴

乾田直播	湛水直播
①代かきを行う必要がないため、代かき用水については移植栽培との競合はない。 ②播種後の入水・再入水は、土壌が乾燥した条件下での入水となる。しかし、湛水する必要がないことから、移植栽培・湛水直播栽培における代かき作業に比べ、入水量は少なくなると思う。 ③移植栽培と生育ステージがずれる。そのため、水需要の大きな時期もずれるの、移植栽培との水の競合はない。 ④代かきを実施しないにもかかわらず、減水深は移植栽培に比べて大きくなるわけではない。この理由としては、1)除草剤が有効になるためには2日程度の湛水保持が必要であるため、もともと減水深の大きな乾田直播が導入されないこと、2)大型機械により各作業(耕起、均平、播種、鎮圧)を実施することで作土直下に堅密層が形成されること、などがあげられている。	①代かき時期は、やや移植栽培より早い。 ②代かきは、入水量を少なくし、移植栽培に比べて堅めに行うよう指導している。このため、播種作業までの必要水量は移植栽培と同等あるいは少なくなる。 ③落水出芽法では播種後落水し、出芽後1.5葉まで乾燥しない程度に土壌水分を保ち、さし水程度しか用水を補給しない。1.5葉経過後は湛水し、移植栽培と同様の普通期用水管理で経過する。 ④1.5葉まで湛水しないことから、土壌の透水性の増大が想定され、1.5葉経過後の用水増加が懸念される。その場合、移植栽培との競合の可能性あり。 ⑤幼穂形成期が遅いため、通常年における水稻の冷害危険期に合致せず、深水は必要ない。移植栽培の深水の需要とは競合しない。 ⑥生育が移植栽培と比較し遅いことから、落水時期も遅い。 ⑦移植栽培に比べ生育ステージがずれることで、水利用競合時期もずれる。

たが、まだいくつかの課題が残されている。直播栽培面積の拡大傾向は、今後注目しておく必要があるが、水田作付面積の数%といったレベルまでに普及するには、まだ時間がかかると考えられる。

2.5.2 水需要の変化

直播栽培は、乾田直播と湛水直播の2つに区別される。圃場の水管理は、直播栽培と移植栽培で異なり、さらに乾田直播と湛水直播でも異なる。農家・農業改良普及センター・JA等からの聞き取りから、直播栽培が地域の用水需要に与える影響を表-3のように整理

した。

今回の聞き取り調査では、①乾田直播は代かきを行わないが、移植栽培水田に比べて減水深が大きいわけではないこと、②播種後の入水時の水需要も、移植栽培での代かき時に比べて小さいこと、がわかった。

一方、湛水直播では、移植栽培に比べて、代かき時期がやや早く、落水時期がやや遅くなる。それゆえ、湛水直播が拡大する場合には、用水供給時期の調整が必要となる可能性がある。

これらのように、乾田直播・湛水直播とも、移植栽培

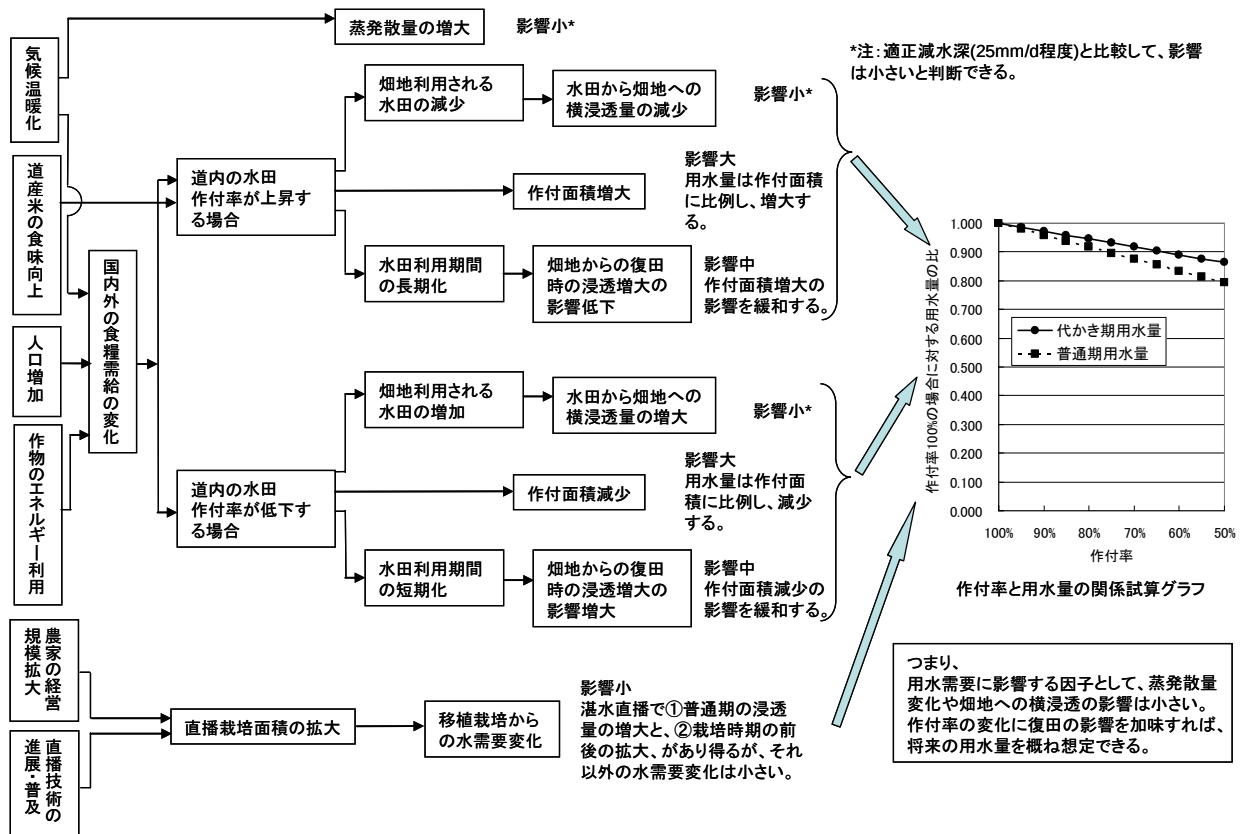


図-5 将来の北海道内の水田用水需要のシナリオ

培とは水管理・水需要の特徴が異なるものの、今後の直播栽培面積の拡大には、まだ時間を要すると考えられる。それゆえ、現時点での想定では、直播栽培が用水需要に与える影響は小さいと考えられる。

2. 6 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要変化のシナリオは図-5のようにまとめられる。

2. 7 気候変動が用水供給に与える影響⁶⁾

2.7.1 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。

2.7.2 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-6)。

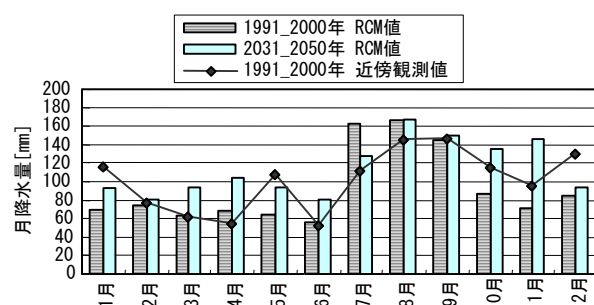


図-6 月別降水量の比較(1991～2000年の実測とモデル値、2031～2050年のモデル値)

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。

2.7.3 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-7)、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。

(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-8)。

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-9)。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、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。

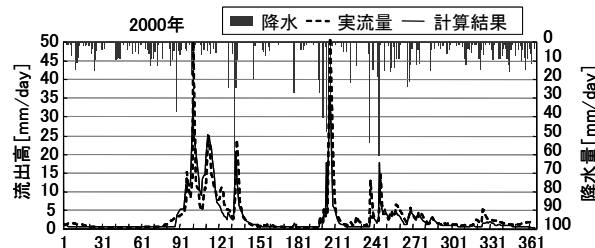


図-7 過去10年間の流出再現計算結果例(2000年、実測降水・気温使用)

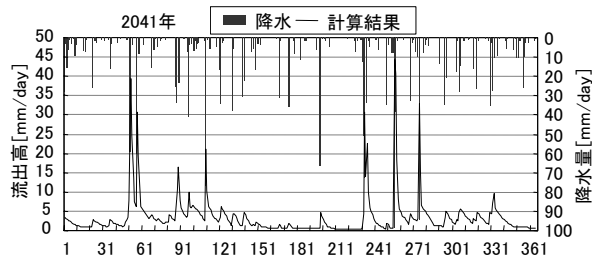


図-8 将来20年間の流出予測計算結果例
(2041年、年総量補正降水による)

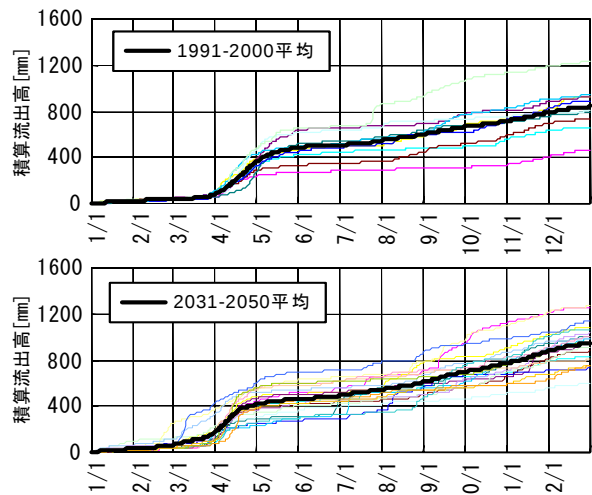


図-9 各年の積算流出高
(上図：過去10年間の実測値、下図：将来20年間の年総量補正降水による計算値)

2.7.4 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-10 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

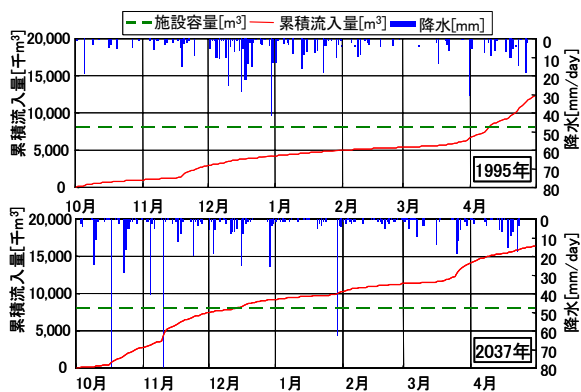


図-10 貯留期間中の流入と降水の例
(上図：過去10年間の実測値、下図：将来20年間の月別補正降水による計算値)

表-4 ダム確保容量到達月

	1991-2000年 実測 (N=10)	2031-2050年推定 (N=19)		
		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	-

ね4月であるのに対し、将来20年間の計算値では、4月より早まる傾向が強くなっていた(表-4)。

(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、半旬ごとにダム貯水容量・取水施設の取水・ダム流入量・降水量を算定した(図-11)。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 m^3)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、すべての年についてダムの確保容量を算出すると、図-12のように整理される。施設規模超過(容量不足)は、将来20年間で17~18回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ものの、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、このような容量不足の一因と考えられる。

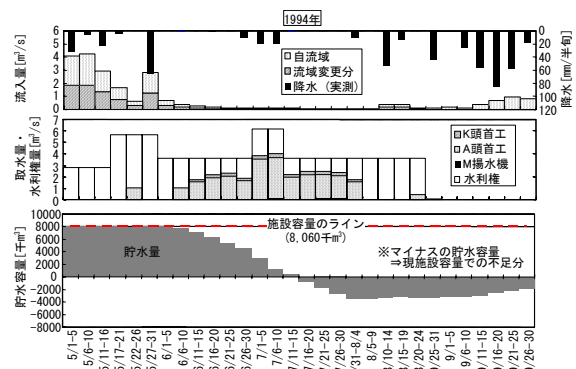


図-11 貯水容量と諸水量の半旬経過の例
(1994年の実測値)

(3) 将来の水需要変化への対応について

今回対象としたHダムは、貯留開始が前年10月から

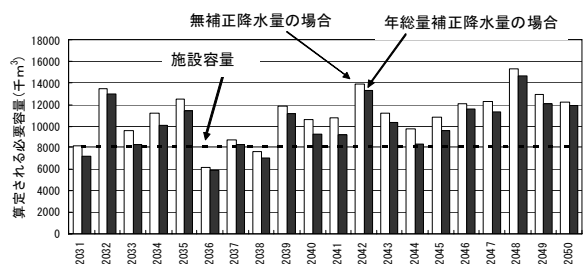


図-12 Hダムにおける将来の必要容量

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、必要水量の確保が厳しい場合もあると考えられる。このような場合は貯留開始時期の見直しや、流域内での用水利用調整が必要となる場合があると考えられる。

2. 8 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可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、貯留開始時期の見直しや、流域内での用水利用調整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⁷⁾

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-13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⁸⁾、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。

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

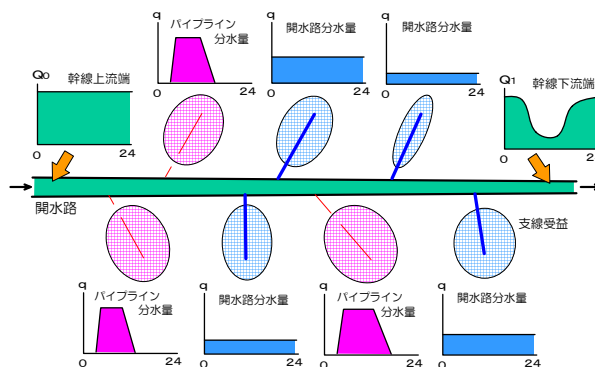


図-13 複合水路系における幹線流量や分水量の日内変動のイメージ

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%、分水管理ロス分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 方法

北海道内の代表的な長大幹線水路（送水路）から分水するA支線開水路（996ha）を参考にして、1000ha規模の支線開水路モデルを構築した。送水路から分水した水路を1次支線、さらにそれから分水したブロックを2次ブロックとよぶことにする（図-14）。モデルでは、100ha規模の2次ブロックが10区画あることを想定した。モデル全体の縦横比や地形勾配はA支線開水路での値を参考にした。たとえば、1次支線と2次ブロック内の水路勾配はそれぞれ1/1000、1/2000とした。

2次ブロック1区画当たりの計画流量は、実際の計画単位用水量をもとに代かき期0.351m³/s、普通期

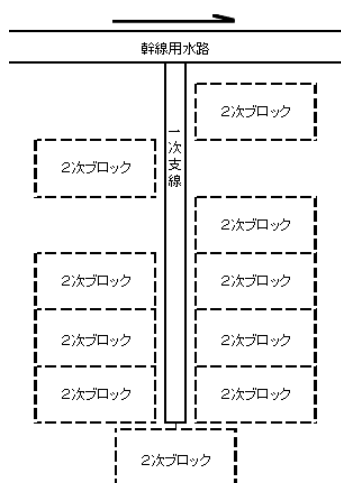


図-14 検討対象の配水系

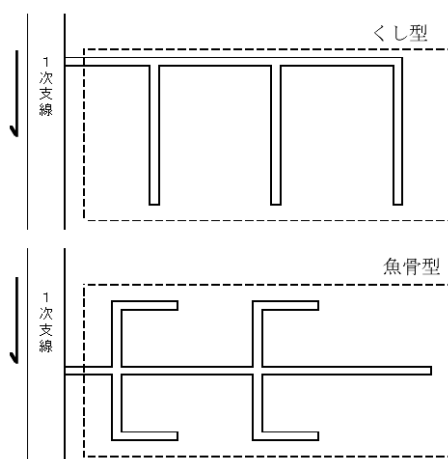


図-15 2次ブロック内の水路の平面配置

0.238m³/sとした。1次支線は現場打ちコンクリートフルーム（粗度 $n=0.015$ ）、2次ブロック内の水路は既製フルーム水路（ $n=0.014$ ）とした。水路断面は、代かき期計画流量を設計流量とし、水路勾配を考慮した等流水深に一般的なフリーボードを見込んで決定した。1次支線の水路幅と深さの比は、A支線開水路の形状にならって決めた。2次ブロック内の水路断面は、既製フルームから設計条件を満たすものを選択した。なお、2次ブロック内の水路の平面配置は、図-15に示すようにくし型と魚骨型の2通りを考えた。

冷害対策としての水管理による日内変動は、用水計画上の普通期に生じるため、シミュレーションは普通期を対象とし、次のような手順で行った。

- 1) すべての分水ゲートは普通期の計画流量どおりの分水が実現する開度で固定した。ゲートと水位の高さの比較により、オリフィス流れか否かを判定し、それに応じて分水量の計算を行った。

- 2) 1次支線水路上流端での流入流量は、日平均が計画流量通りとなるようにし、1日を周期としてサインカーブとなるような変動を与えた。変動幅は、計画流量に対して、0～50%の範囲で与えた。
- 3) 1次支線の流れと2次ブロックへの分水量は不定流解析によって計算した。
- 4) 2次ブロック内の配水状況の検討では流れの変化の到達時間を無視し、ブロック内の各分水量はそこでの等流水深と分水ゲート開度を用いて計算した。

3.3 計算結果

シミュレーションの結果を表-5に示す。「 $\Sigma Qd/Qp$ 」は、各小用水路への1日の供給水量を計画用水量で除した値である。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%、分管理ロス分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、「 $\Sigma Qd/Qp$ 」が0.85を下回る場合をみると1次支線への流入変動が±25%の変動までは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。

表-5 2次ブロック内の配水状況と溢水の有無
(計算結果)

1次支線への分水量変動	2次ブロックの $\Sigma Qd/Qp$ の max,min (魚骨型)		2次ブロックの $\Sigma Qd/Qp$ の max,min (くし型)		フリーボード不足が生じる2次ブロック数	溢水が生じる2次ブロック数
	max	min	max	min		
0%	1.00	1.00	1.00	1.00	0	0
±5%	1.02	1.00	1.01	1.00	0	0
±10%	1.06	1.00	1.04	0.99	0	0
±15%	1.15	0.99	1.09	0.99	1	0
±20%	1.29	0.99	1.17	0.99	1	0
±25%	1.46	0.94	1.27	0.96	2	0
±30%	1.65	0.84	1.40	0.87	2	0
±50%	2.56	0.73	1.91	0.77	4	1

3.4 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-6に示す。

表-6 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。
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	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
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	渇水時の送水管理	渇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、渇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 なら必要	幹線水位・流速・分水位など	渇水時の取水制限率 当該地域の過去の取水制限率から設定する。
8	渇水時の送水管理（粗度変化考慮）	渇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、渇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。）

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。

3.5 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では、2章で示したような用水需給の変動要因を考慮して、将来の水需要を幅広く想定し、3章で示した診断フローに則って送配水機能の確認を行うことが必要である。

4. 大規模畑地灌漑施設の機能評価と予防保全技術

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維持管理費や機能診断の事例を整理し、施設の老朽化状況の概要を整理した。また、建設から40年程度が経過した小口径管路の機能診断調査から、管路の全体的な劣化傾向や漏水の生じやすい条件について解析した。最後に、畑地灌漑施設の予防保全技術として、パイプラインの漏水・破損の防止のための監視手法について提案した。

4.2 畑地灌漑施設の維持管理費の事例

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・点検等に要した費用を図-16に示す。また、2000年～2005年の補修・点検費用の累積値を図-17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、現時点で経年的に補修・点検費が上昇するという傾向はみられない。また、補修・点検費の累積値の逓増傾向もこの事例ではみられない。

しかしながら、図-16でみると、「用水路の保護・復旧・漏水対応」や「バルブ類」の補修・点検費用は、年ごとの変動が大きい。それゆえ、畑地灌漑施設の維持管理においては、バルブ類の劣化の原因の検討やそ

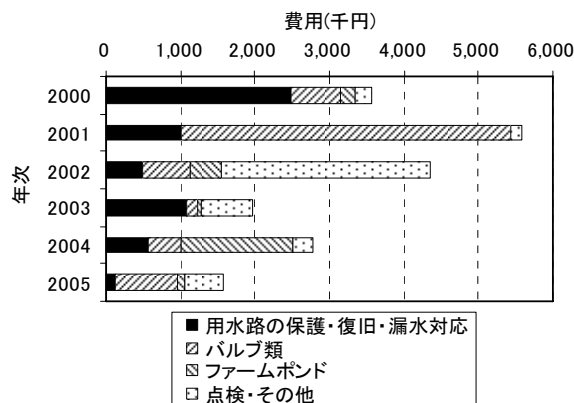
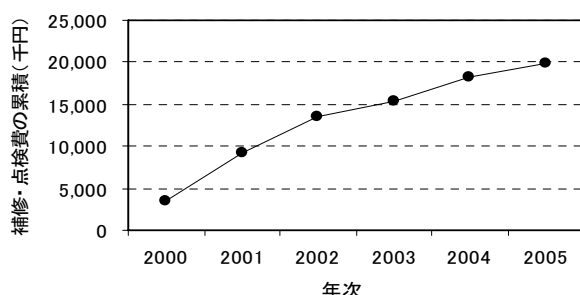


図-16 K地区における補修・点検費用の推移

図-17 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)

の防止、パイプラインでの漏水防止などが重要であるといえる。

4.3 バルブ等の老朽化状況と対策

4.2で述べたように、畑地灌漑施設の維持管理では、バルブ類の補修・点検費用の年ごとの変動が大きい。そのため、バルブ類の予防保全的管理による維持管理費の抑制が望まれる。そこで、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^{9, 10)}、バルブなどの付帯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、本節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-7に示す。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あると判断された。3地区での調査結果を表-8～10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。

これらのようにバルブ等の劣化は、弁室への水および冷気の進入を契機としている。それゆえ劣化の防止策としては、定期的な目視による水の進入の有無や進入経路の確認、弁室の上蓋・中蓋の密閉度の確認と劣化初期段階での必要に応じた補修があげられる。

表-7 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

表-8 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 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-9 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-10 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. 4 既設管水路の経年劣化の事例的検討

4.4.1 目的と方法

4.2で述べたように、畑地灌漑施設の維持管理費を大きく変動させる要素として、「用水路の保護・復旧・漏水対応」があげられる。「用水路の保護・復旧・漏水対応」に関わる費用の抑制のためには、地区全体の管路の劣化傾向や、特に劣化を促進する要因の分析が必要である。しかし、供用中の管水路では経年的な劣化に伴う漏水の発生や履歴は把握できるものの、地中に埋設されている管水路の経年劣化の状況や周辺地盤との相互関係などは把握できない。地中における管水路の劣化の実態については未だ不明な点も多く、管水路の経年劣化の形態や、漏水発生の要因を把握することは重要である。

昭和45年以降に十勝支庁管内で造成された管水路区間(総延長約110km)では、経過年数15年目から漏水が発生し、それ以降、経年的に管水路の機能低下箇所が増加していた。当該地区では、これまでの漏水発生箇所

や劣化状況の把握、試掘による既設管の観察などを行っている。それらで得られたデータを用いて、管水路の経年劣化や漏水がみられた布設地盤の傾向などを検討した。

当該地域の管水路の管種は、石綿セメント管(以下、ACP管)と硬質塩化ビニル管(以下、VP管)で構成されているが、本節での検討は、昭和45年から47年に布設された口径150～200mmのACP管を対象とした。ACP管については、管体の劣化程度を把握するため、中性化判定¹¹⁾、強度推定¹¹⁾なども実施している。

なお、既設管水路の布設路線と当該地域の地盤区分¹²⁾を照らし合わせたところ、布設路線は洪積層と沖積層の地盤を通っている。

4.4.2 結果および考察

(1) 経年による管水路の漏水発生の傾向

当該地域では、漏水は経過年数15年目から発生し、それ以降発生件数が増す傾向にあり、経年的に管水路の機能低下箇所が増加していた。ACP管の漏水が発生した時点で発生要因を特定できた管路について、劣化の形態を整理した。ACP管の経年劣化は、継手部の劣化・変状(50%)と、管体自体の劣化(42%)による要因が支配的であった。また、発生割合は少ないものの、ACP管に接続される分岐継手の腐食(8%)に起因した劣化も生じていた。

漏水箇所のACP管の中性化判定では、中性化率〔(中性化厚／管厚)×100〕は全ての管で50%以上の値を示し、老朽度ランク区分¹¹⁾は老朽度ランクⅠ(4段階のうち最も老朽度が高い)に区分された。なお、中性化による老朽度ランク区分は、口径、施工年、地盤区分などによる差異は認められなかった。また、管体密着土の含水比、管内水のランゲリア指数(炭酸カルシウム皮膜の形成されやすさの目安)などからの管体強度(曲げ、引張、圧壊)推定式¹¹⁾を用いた算出値のうち、曲げ強度が老朽度ランクⅠに該当する場合が多くみられた。

(2) 管水路の漏水箇所と埋設地盤

埋設地盤区分別にみた、ACP管の漏水の発生割合を図-18に示す。

ACP管の漏水は、第四紀の洪積層(T4、Upf、T2、T1)の地盤で発生していた。なかでも、地域内の第2段丘堆積物(T2)の路線で発生割合が高い傾向がみられたが、後述するように、T2のエリアの中でも管水路の路線沿いに有機質土の層厚変化が認められた区間で、経年劣化などによる漏水発生が多いという傾向が認められた。図-4は、ACP管路線のみの漏水について整理したもの

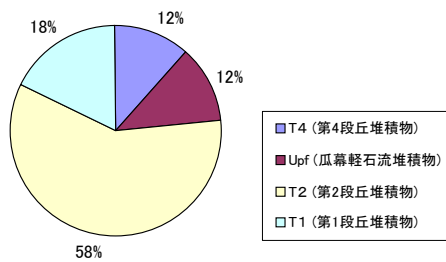


図-18 地盤区分別の漏水発生割合

であるが、VP管路線も含めると、地域内の全ての地盤区分において経年的な漏水が生じていた。

(3) 埋設地盤における有機質土の層厚変化

経年に伴い、全域で既設管水路の漏水が発生しているものの、なかでもACP管の漏水発生が比較的集中している区間がみられた。この区間には支持力が低く(N値=3程度、CBR=1程度)、自然含水比が90%を超える有機質土(土質分類:OV¹²⁾)が堆積しており、路線沿いに有機質土の層厚が変化している。有機質土の層厚が厚い箇所については、管水路の下にも有機質土が堆積している。この区間で、漏水の発生が多い理由としては、他の土層に比べ軟弱な有機質土層の沈下や変形に管水路(継手部も含む)が追従できないため、不等沈下などの地盤内変位が生じたものと推察される。管種が石綿セメント管のような剛性管(不とう性管)の場合は、とくに管水路下の土質が軟弱な箇所では不等的な変位が生じやすいため、管体自体の経年劣化に加え、継手部からの漏水が生じ、機能低下を起こしやすいものと考えられる。

(4) 地盤条件と管水路の予防保全

既設管水路の改修などの調査の際には、対象地域で過去に行われたボーリングなどの柱状図や土質試験データをもとに類似の布設地盤を概定し、さらに、追加の地盤調査を行うことで、改修などの優先区間の選定につながるものと考えられる。

4.5 パイプラインの漏水・破損の原因と予防

パイプラインにおける漏水・破損の原因としては、4.4で述べたような地盤条件のほか、傾斜地配管での継目の抜けなど地形条件もあげられるが、埋戻し土の強度不足がより一般的な要因といえる。本節では、この点について既往文献等から予防対策を述べる。

埋め戻し部が強度不足となる原因と、漏水・破損の予防のための調査には、次のようなものがある¹³⁾。

- 1) 積雪寒冷地における冬期施工では、埋戻し材料が部分的に凍結していることがあり、そのような場

合には融解後の密度は低くなる。過大なたわみが見いだされたならば、施工時期の確認を行うことが必要である。当該区間が冬期施工であれば、漏水・破損の予防として同様の条件となっている区間の変状調査が必要である。

- 2) 埋設管の近傍に他の埋設構造物がある場合には、仕様どおりの掘削断面・締固め機械による施工が困難となる場合があり、管に大きなたわみが生じることがある。このようなおそれのある区間では、たわみ率の計測・分析により安全性を確認することが有効である。
- 3) 埋戻し部周辺の地下水位が高い場合には、管周囲の土が軟弱化し、管の過大な変形につながる可能性がある。特に、管の剛性が高く土被りが大きい場合には、管体への荷重配分が大きくなるため注意が必要である。管周囲が軟弱化しているか否かは、サウンディング試験により確認できる。
- 4) 埋戻し部周辺で地下水の流動がある場合には、管路に沿って設けられているドレーンパイプの亀裂から細粒分の流亡が生じることがあり、これが管側部の土の反力低下や、礫による点載荷が生じて、管の過大なたわみや破壊につながる可能性がある。このような場合の管の変形は、管底部の連続しない水たまりや、触診で感じられるような凹凸、浅いが連続性の良い数条の亀裂、となって現れるため、予防には、管内調査による変状の有無の確認が有効である。

なお、管路内部の変状調査で着目すべき基本的な項目はたわみ率である。たわみ率の大きさと亀裂の発生傾向の関係として、供用中の管でたわみ率が3~5%となると、管頂および管底のそれぞれ内側に軽微であるが亀裂が生じている事例も報告されている¹³⁾。可能であれば定期的な計測を行い、経時的変化を分析することが有効である。また、効率的な調査を行うためには、内水圧の高さや周辺地下水位の状況、土被りの大小、冬期施工であったか否かなどの諸条件によって重点監視区間を設定することも有用である。

調査員の入ることができない中小口径管の調査では、管路の粗度係数による間接的な内面状態を把握や、水利用を停止した状態での水面変化から漏水の有無の確認が行われることが多い。既存のパイプラインでは、空気弁等を利用して流量計や水圧計を接続しているのが現状であるが、空気弁はこのような調査のためを考えた設計とはなっておらず、空気弁の保護管が小さいことや、空気弁に排気バルブがないことのため、計測

機器が接続できない場合がある。既存のパイプラインの補修・改修時には、計測機器の接続の利便性を考えた設計が求められる¹⁴⁾。

埋設管の変状調査では、一般に外面の観察は困難であり、また中小口径管では調査員が入れないことから内面の観察も困難である。このような場合には、健全度判定に利用可能な情報が限られる。たとえば、空気弁の構造上の理由から内水圧の測定ができない場合には粗度の算出ができないことから、漏水の有無だけで判定結果が S-5（変状がほとんど認められない状態）から S-3（変状が顕著に認められる状態）まで 2 段階低下してしまうことがある¹⁴⁾。すでに中小口径管の管内調査が可能なカメラやロボットがあるが、費用・性能上の理由から現時点では適用性に限界があり、今後、さらなる技術の進展が望まれている。

4. 6 小括

北海道内の畑地灌漑施設のうち、先行的な地区での維持管理費の傾向や機能診断の事例を用いて、劣化の特徴を整理した。

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り、定期的な目視点検により弁室の上蓋・中蓋を良好に保つことや水の浸入を防止することが劣化の防止にとって重要である。

また、漏水の発生は維持管理費を大きく変動させる因子になっていた。漏水の発生要因としては地盤条件や埋め戻し部の強度不足があげられ、本章では埋戻し土の強度不足の原因と診断方法について述べた。

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。

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では、2 章で示したような用水需給の変動要因を考慮して、将来の水需要を幅広く想定し、3 章で示した診断フローに則って送配水機能の確認を行うことが必要である。

第 4 章では、北海道内の畑地灌漑施設における機能評価と予防保全技術について述べた。バルブ等の付帯施設の劣化防止には、定期的な目視点検により弁室への冷気や水の浸入を防止することが重要である。また、パイプラインにおける漏水の発生が維持管理費を大きく変動させる因子になっており、漏水や破損に対する予防保全策としては、地盤条件に着目した劣化診断による計画的な補修や、埋め戻し部の強度不足の要因に着目した定期的な変状の監視が有効である。

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、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) 北海道農政部：米に関する資料〔生産・価格・需要〕、p.48、2009
- 5) (独) 農業・食品産業技術総合研究機構北海道農業研究センター北海道水田輪作研究チーム：北の国の直播 2004
(http://cryo.naro.affrc.go.jp/chokuhan/04chokuhan/index_04.htm)
- 6) 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、667、pp.12-19、2008
- 7) 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
- 8) 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
- 9) 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
- 10) 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

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

- 11) (財) 水道管路技術センター：水道用石綿セメント管診断マニュアル，pp.7-25，1989
- 12) (社) 地盤工学会：土質試験の方法と解説（第1回改訂版）、pp.215-221，1989
- 13) 秀島好昭：パイプラインの状態分析と管理・監視のための読本、-寒冷地の管水路構造機能の評価と予防保全をめざして（1）-、2008
- 14) 大津将則・寒地土木研究所水利基盤チーム：農業用パイプラインの老朽化の診断・評価法、寒地土木研究所依頼研修報告書、2008

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 : To provide technologies for the diagnosis and improvement of water conveyance/distribution functions of rice paddy irrigation facilities in cold regions, a prediction of future water demand and supply in Hokkaido and a diagnostic flow of the water conveyance/distribution function required for stable water supply were proposed. Cropping ratio variation is an important factor that affects water demand for rice paddies. It was considered that climate changes predicted for the future will affect water supply by altering the runoff levels of input rivers. Reconsideration of the time at which dam storage is started was also suggested as a method of keeping up with variations in runoff caused by climate change.

Concerning the functional evaluation of large-scale upland farm irrigation facilities and preventive/preservative technologies for them, the tendencies of maintenance and management costs and the characteristics of facility deterioration in Hokkaido are summarized, and preventive/preservative measures (including the installation of valves and other auxiliary facilities and pipelines) are presented.

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