

水利基盤チーム

はじめに

水利基盤チームの前身は、北海道開発局開発土木研究所の農業土木研究室である。平成13年4月の独立行政法人化を経て、平成18年4月に現在の名称となり今日に至っている。

昭和34年6月に特殊土壌開発研究室として創設されてから昭和50年代までの主要な取り組みには、農業用フィルダムの築堤材料に関する調査・試験、コンクリート製用水路や農道の凍上対策に関する研究などがある。例えば、用水路側壁背面土の置換工法や農道の構造設計方法の研究成果は、北海道開発局の「積雪寒冷地における用水路の設計技術基準(案)」(昭和54年)などに反映され、建設技術の向上に大きく寄与した。昭和60年代以降には、フィルダムへの軟質岩の利用、農業用ダムの管理、コンクリート製開水路の維持管理、管水路の建設・維持管理、農業用水の需要特性と送配水管理、酪農地帯における家畜ふん尿の循環利用と水質保全などに研究を展開してきた。

さらに、最近の10年間では、鉄筋コンクリート製の農業水利施設の凍害劣化の診断・補修技術、鋼矢板排水路の劣化メカニズム、泥炭性軟弱地盤等におけるパイプラインの機能診断、気候変動が将来の農業用水資源に与える影響、地下灌漑が可能な大区画圃場における水管理や用水量、大規模畑作地帯における土砂流出対策、酪農地帯における水質保全、農業水利施設を活用した小水力発電などに関する研究を進めている。

研究概要

(1) 農業用ダムの管理に関する研究

農業用ダムの建設数の減少に伴い、研究ニーズも建設に関わるものから管理に関する内容に移ってきた。

農業用のダムや調整池では、アスファルトやゴムシートを遮水壁として利用しているものがある。厳しい気象環境下でもそれらの材料が所要の耐久性を有していることの検証が求められる。水利基盤チームでは、北海道開発局農業水産部と連携して、供用開始後約10年を経過したAダムのアスファルト表面遮水壁から採取した試料を試験し、材料性状の変化が小さく、遮水壁として十分な耐久性を期待できることを示した。また、ゴムシートについても、貯水池水面の氷盤との接触による損傷が生じないこと、継ぎ目の接着力が冬期で維持されることなどを明らかにした。

農業用ダムを長期にわたり効率的に管理するためには、貯水池内の堆積土の有効利用が必要である。そのため、資源保全チーム及び防災地質チームとともに道央・道南の貯水池において土砂の堆積量や物理的・化学的性質を調査し、それらが農地の客土として利用可能であることを提案した。この成果「北海道の農業用ダムにおける堆砂土の特徴」は、北海道農業試験会議において指導参考事項に認定され、農業関係者に発信された。

農業用ダムの管理に関するその他の研究としては、成分分離AR法を適用した融雪期のフィルダム漏水量管理技術の開発などがある。

現在は農業用ダムを扱う研究は実施していないが、北海道開発局からの依頼に対応して技術的な指導・助言を行っている。

(2) コンクリート製開水路の凍害劣化の診断技術や補修技術に関する研究

農業水利施設の適切な保全・更新は、農業生産を支える不可欠な条件である。これに対して、現在、北海道内の農業水利施設は徐々に老朽化が進んでいる。たとえば、北海道内で受益面積100ha以上の農業水利施設の資産価値をあわせると、平成26年3月時点で約3.1兆円にのぼる。このうち、すでに標準耐用年数を超過した施設と今後10年で標準耐用年数を超過する施設をあわせると0.89兆円(全体の29%)に相当する。こ

のような背景から、水利基盤チームでは、水利施設の維持管理分野の研究を行ってきた。

コンクリート製開水路の補修工法の研究は、平成 11 年度に着手し現在も継続している。初期には、室内実験で、ポリウレタンや発泡廃ガラス等を表面被覆材として用いた場合の凍結融解抵抗性の検証を進めた。また、平成 18 年度には、上川地域北部のフリーム水路において、民間企業との共同研究によって樹脂系・セメント系・パネル系の 3 種の補修工法の試験施工を行い、成果の一部は工法として北海道内外に普及している。また、平成 17 年度からは各種の表面補修材の耐久性手法の開発に着手し、平成 23 年度には凍結融解に対する耐久性評価の試験方法を提案し、さらにこの方法を用いて各種の表面被覆工法の耐久性を評価した。

積雪寒冷地におけるコンクリート製開水路（写真－1）の維持管理では、凍害劣化の状況を適切に診断することが重要である。開水路はコンクリートの部材厚が薄いことから、凍害劣化の深さの違いが、劣化部の対策が補修で十分なのか、あるいは改築が必要なのかの判断を左右する。それゆえ、凍害劣化深さを精度良く診断する技術が必要とされている。このような背景から、平成 18 年度から現場における凍害劣化状況の調査に着手し、さらに平成 23 年度からは超音波法（表面走査法）、機械インピーダンス法、衝撃弾性波法などを活用した、側壁内部の凍害劣化診断技術の研究を実施した。

コンクリート製開水路の補修工法・更生工法に関する研究にも、近年、精力的に取り組んでいる。たとえば、平成 25～27 年度には、農林水産省の官民連携新技術研究開発事業を活用し、民間企業や大学と共同で、寒冷地におけるコンクリート開水路の将来的なモニタリングが可能な更生工法を開発した。

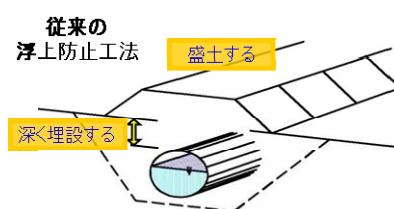
平成 28 年度から始まった第 4 期中長期計画期間においては、凍害劣化を受けて補修されたコンクリート開水路のモニタリング技術の研究等を進めている。

（3）管水路の建設・維持管理に関する研究

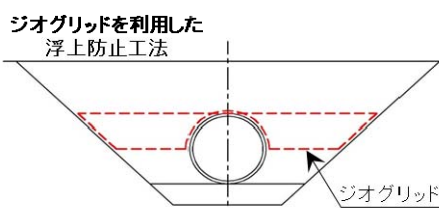
北海道内における管水路の建設は、畑地灌漑施設の整備として昭和 40 年代に始まり、その後畑地灌漑施設の建設進捗や水田灌漑施設の管水路化などによって進んできた。管水路の建設技術の課題のうち北海道特有のものとしては、火山灰土や泥炭の埋め戻し材としての利用方法や泥炭性軟弱地盤における管体の沈下・浮上対策があった。火山灰土の利用については、平成 8 年度から 5 年をかけて、砂質火山灰土の液状化抵抗性の向上のための碎石混合法や固化材改良法を開発した。平成 10 年度には火山灰土及び泥炭を埋め戻し材として用いる場合の反力定数を提案した。泥炭性軟弱地



写真－1 コンクリート開水路が曝される環境（夏期・冬期）



管上に盛土したり、管を深く埋設するなどの対策により管体の浮上に対応してきたが、コスト面や農地の効率的利用において支障があり、改善を求められてきた。



ジオグリッドを管体の上に敷設することで管体の浮力を抑えることができる。土工量が減り、建設コストの縮減、農地の効率的利用が期待できる。

ジオグリッドの現地敷設状況



図－1 泥炭地におけるジオグリッドを用いた管の施工

盤における管水路の建設技術については、平成4年度ころから空知地域の水田地帯において、ジオグリッドを用いた管体の施工の現地実証を行った（図-1）。

また、管水路の維持管理に関する研究では、平成19～21年度に、軟弱地盤において矢板施工で建設した管水路の長期的な沈下観測とその解析手法の提案などを行った。さらに、平成23年度からは火山灰土を用いて施工した管水路、平成26年度からは泥炭性軟弱地盤に建設された管水路に適用できる機能診断技術に関する研究に取り組んだ。

（4）畑地における水分消費量の定量的評価と予測に関する研究

畑地において土壌水分を適切に管理するためには、蒸発散量や下方からの補給水量を把握することが必要である。また、畑地灌漑用水の効率的利用のためには、土壌水分の数日先までの予測情報が有用である。そのため、平成8年度から、十勝地域の畑地において蒸発散量や土壌水分の観測を開始した。その結果、バレイショ、キャベツ、大豆など多様な作物の水分消費量を把握した。また、この観測で蓄積した微気象データと天気予報情報を結びつけて、1週間先までの土壌水分の予報を農家に発信するシステムを開発し、農家にFAX送信を行って情報の有効性を実証した。

（5）農業用水の管理に関する研究

水田灌漑施設の整備では、開水路が管水路化される事例が多い。管水路から水田に取水する場合、管水路の流量は農家の給水栓操作の影響を受けて大きく変動する。幹線用水路が開水路形式のまま、支線以下の用水路が管水路化されるような複合水路系のシステムでは、管水路での流量変動が幹線用水路の安定した送水管理を阻害する要因になりやすい。そのため、平成6年度から管水路での流量変動を定量的に把握し、平成9年度以降に複合水路系での送配水シミュレーション技術を提案した。さらに、平成21年度には水需要の日内変動への対応性に着目して、送配水機能の診断手法を提案した。

また、近年は農家1戸当たりの水田経営面積が増大し、作業効率の改善を目指して、地下水位制御や地下灌漑が可能な大区画水田の整備が進められている。このような整備を契機として水稻の直播栽培面積が増えてきている地域もある。整備後も用水が安定供給できることを検証するために、平成23年度から直播栽培の水需要特性の研究を進めた。平成23～27年度には妹背牛町をフィールドとして調査を進め、直播栽培と移植栽培では水需要の大きな時期が異なること、灌漑期間中の用水量に大きな差がないことなどを明らかにした。平成28年度からは、美唄市に調査フィールドを移すとともに、広域の水環境の保全に配慮した灌漑排水技術の研究に取り組んでいる。

畑地灌漑施設については、平成8年度からはオウトウなどの樹園地帯において、また平成15年度からは干ばつを受けやすい土壌条件にあるタマネギ産地において、それぞれ水利用実態を明らかにした。両者とも、干天が継続すると用水計画に近い用水量が利用されるため、安定した用水供給のためにはファームポンドの水位監視が有効であることを提案した。前者の樹園地帯における研究では、電



写真-2 圃場の大区画化（上：整備前、下：整備後。線で囲んだところは同一区域。）

話によってファームポンド水位を把握できるような音声合成を利用した監視システムを開発した。

将来の気候変動は、農業用水資源の管理にも影響を与える。そのため、将来の温暖化が積雪水量や農業用ダムの管理に与える影響のシミュレーションを平成 20 年度に開始した。その後、この分野の研究を進めて、平成 27 年度には、複数の気候モデルを用いたシミュレーションにより、将来の農業用ダムの水資源量の評価や、近傍の複数のダムの連携による渇水の緩和策の提案などを行った。

(6) 軽しょう火山灰地帯における畑地からの土砂流出抑制技術に関する研究

北海道の大規模畑作地帯では、侵食を受けやすい軽しょうな火山灰が分布する地域がある。それらの地域では、畑地における排水機能維持のため、排水路への土砂流入抑制策が求められていた。このような背景から、網走地域において平成 9 年度から国営農地防災事業が実施された。水利基盤チームでは、この事業で必要となる土砂流入抑制工法の研究や現地観測による評価を行った（写真－3）。



写真－3 畑地の土砂流出状況と沈砂池での堆積土砂量調査

第 3 期中期研究計画期間には、音響式掃流砂計を用いた掃流砂の観測技術の検証を行って、農地流域からの流出土砂の大部分が浮遊砂であることを明らかにした。また、網走地域で取得した土砂流出量を用いて、WEPP による土砂流出量の予測を行うとともに、土砂流出抑制技術の提案などを行った。

第 4 期中長期研究計画期間では、後志地域や上川地域にも調査フィールドを設けて、予測精度の向上や圃場の排水性向上が土砂流出の抑制に与える影響に関する研究を進めている。

(7) 肥培灌漑における工学的技術に関する研究

乳牛ふん尿を草地に還元利用するための肥培灌漑の分野では、貯留・搬送に関わる工学的事項の研究に取り組んできた。貯留施設に関しては、コスト低減を図るため、ゴムシートを利用したスラリー貯留施設であるラグーンの基盤を固化処理により建設する技術を開発した。また、乳牛ふん尿スラリーの管路搬送時の損失水頭の早見図を提案した。スラリーの損失水頭は、濃度や液温の影響を受けるため、計算による推定は煩雑であるが、早見図を用いると簡便に推定できる。

(8) 乳牛ふん尿を利用したバイオガスシステムに関する研究

資源保全チーム及び水利基盤チームでは、行政機関や北海道内の研究機関の協力のもと、平成 12 年度～16 年度に特別研究「積雪寒冷地における環境・資源循環プロジェクト」を実施した。これは、酪農専業地帯及び畑作・酪農地帯で発生する乳牛ふん尿を嫌気性発酵させ、草地や畑地への循環利用を実現するための実証研究である。水利基盤チームでは、湧別資源循環試験施設の管理とエネルギー収支や機械システムに関する研究を担当した。

バイオガスプラントのエネルギー収支については、嫌気性発酵で産出されるバイオガスから得られる熱・電力を用いれば、北海道東部のような寒冷地域でも、プラントのエネルギー自給が可能であることを明らかにした。さらに、エネルギー収支の分析をもとに、バイオガスプラントの各種運転条件に対するエネルギー収支のシミュレーションプログラムを開発した。また、機械システムに関する研究では、湧別資源循環試験施設で生じた各種のトラブルに対して、想定される因果関係をトラブルカルテとして整理した。

「積雪寒冷地における環境・資源循環プロジェクト」を通じて得られた「共同利用型

バイオガスプラントのエネルギー収支からみた自立的運転条件」などの成果は、北海道農業試験会議において普及推進事項等に位置づけられ生産現場に普及された。また、得られた成果を反映させて、システム検討を行う技術者の参考になるよう、「積雪寒冷地における乳牛ふん尿を対象とした共同利用型バイオガスシステム導入の参考資料」（平成 18 年、北海道開発土木研究所）としてとりまとめた。

（９）酪農地帯における水質保全に関する研究

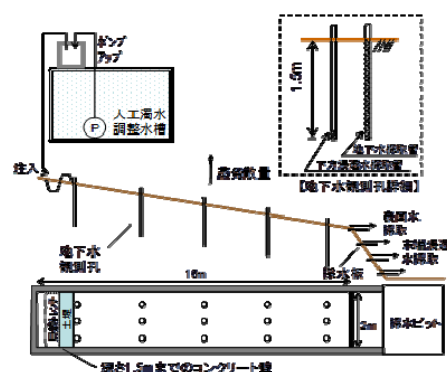
北海道の大規模酪農地帯では、近年の農家 1 戸当たり飼養頭数の増大にともない、家畜ふん尿の適切な処理・利用の実現が、地域の水質保全上の課題となっている。北海道開発局では、平成 11 年度から、道東の大規模酪農地帯において、国営環境保全型かんがい排水事業を推進している。この事業では、肥培かんがい施設のほかに、排水路の水質保全のための排水調整池や遊水池といった水質浄化池、土砂かん止林などの整備が行われている。水利基盤チームでは、これらの対策施設の効果評価と設計手法の提案を行うため、平成 10 年度に林帯の有する水質浄化機能等の現地調査を開始した（図－2、3）。その後、事業による施設整備の進捗に伴う流域の水質変化の把握などに研究を展開した。

平成 18 年度からの 5 カ年は、この分野の研究を流域負荷抑制ユニットの研究課題の一部として実施した。一連の研究では、林帯や水質浄化池の平水時・降雨流出時の負荷流出抑制効果などが定量的に評価できた。また、重点的な調査対象とした 7.2km² 小流域で、各種施設の整備前から整備後にかけての長期間の水質調査を継続し、夏期降雨時の負荷流出削減効果が、全窒素で 38%、全リンで 45%、SS で 36%と推定されることを明らかにした。

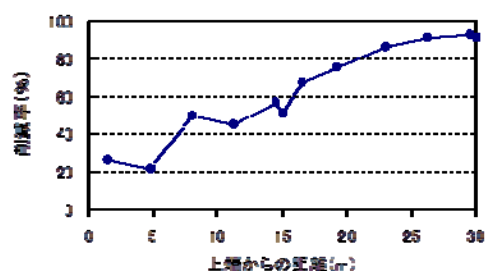
平成 23～27 年度には、水質浄化池の機能の長期的評価や林帯の維持管理方法に関する研究を行った。その結果、水質浄化池は立地条件により浄化機能が異なることを明らかにした。また林帯の造成に適用性のある樹種や成長までの養生の方法などを提案した。

（10）その他の研究展開

平成 20 年度以降に開始した研究として、そのほかに次のようなものがある。平成 20～25 年度には、排水路落差工や頭首工の魚道における魚類の移動状況を、遺伝情報等も活用して検証した。また、平成 20～25 年度に北海道内の農業水利施設における小水力発電の発電原価試算を行い、管水路や農業用ダムで発電の実現可能性があることを明らかにした。農業用ダムに関する試算事例は、その後、小水力発電の事業計画の検討の参考に供された。また、平成 20～26 年度には、北海道の大規模畑作の生産基盤として不可欠な明渠排水路について、代表的な型式である連節ブロック型排水路等の機能診断手法を提案した。この診断手法は、北海道内の排水路の機能診断で試行的に活用された。



図－2 土砂かん止林を模擬した水質浄化機能実験用ライシメータ



図－3 ライシメータ上端からの距離と T-N 負荷削減率（結果の 1 事例）