

資源保全チーム

はじめに

資源保全チームは、北海道開発局開発土木研究所の土壤保全研究室であったが、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。

創設から昭和50年代までの主要な取組には、土壤侵食のメカニズムの解明や対策工の提案、農用地の造成における肥沃な表土の持ち去りを抑制する工法の開発等がある。

昭和60年代以降は、土壤の水はけや水持ちに関与する土壤水分孔隙量のデータ集積、各孔隙量の全道分布図の作成、農地に客土材として投入された場合に強酸性化し、作物に甚大な被害を与える酸性硫酸塩土壤の分布図の作成、暗渠排水機能の長期維持に関する研究、酸性硫酸塩土壤の露出した切土法面の緑化工法に関する研究、農業用ダム堆砂土の客土利用に関する研究、泥炭農地の保全に関する研究、大規模傾斜草地からの環境負荷物質流出抑制技術に関する研究、積雪寒冷地での大規模集中型バイオガスプラントシステムに関する研究、肥培灌漑による生産環境改善効果の解明等を行ってきた。

平成23年度からの第3期中期計画期間では、廃棄物系改質バイオマスの農地等への施用による土壤の生産性改善技術に関する研究、地下灌漑を伴う泥炭水田輪作圃場における土壤養分制御技術に関する研究、積雪寒冷地における疎水材型暗渠工の機能と耐久性に関する研究、泥炭農地の長期沈下の機構解明と抑制技術に関する研究、腐植性土壤流域からの水産業有用物質の供給機構に関する研究、大規模酪農地帯の牧草地における有機性肥料由来炭素の土壤貯留機構に関する研究、石礫処理工法による土壤改良の評価に関する研究を行った。

第4期中長期計画期間（H28～H33）では、第3期中期計画期間の研究の流れを受けて、好気性発酵での効率的な糞尿調整技術、大規模汎用化水田圃場全体を速やかに均一な土壤水分状態に保つ地下水位制御技術、地下水位制御による泥炭農地の沈下抑制技術の開発を進めている。また、施工上も営農上も問題となる酸性硫酸塩土壤について、各地にその分布が認められるが、施工現場での速やかな判定が難しいため、簡易判定法の開発を進めている。さらに、近年、大区画圃場の整備が各地で行われるようになってきているが、北海道の積雪寒冷な気候で泥炭、重粘土といった土壤では整備にあたって練り返し等の課題も多いため、新たにそれらに対応できる土工技術の開発も行っている。

研究概要

(1) 暗渠排水機能の長期維持に関する研究

昭和50年代以前に施工された暗渠は、暗渠管を敷設するために深さ90cm程度の溝を掘り、暗渠管の敷設後、溝掘り時の掘削土をそのまま埋め戻すものが殆どであった。これらの従来型暗渠は比較的早期から機能不良となるものが多かった。そこで、機能不良要因を調査した結果、掘削土埋め戻し部上部が営農機械による圧縮を受けるとともに、同下部は還元状態の発達による土壌団粒の破壊が生じ、埋め戻し上部、下部ともに水みちが消滅し、排水不良を起こしていることを明らかにした。その対策として、掘削土の代わりに透水性に富み、圧縮や湛水条件化で破壊され難い疎水材を掘削溝に投入する疎水材型暗渠の施工を提案し、ホタテ貝殻を疎水材に用いる暗渠(写真-1)を開発した。本成果は北海道農業試験会議の指導参考事項と評価され、全道の農業改良普及センターに情報提供された。



写真-1 ホタテ貝殻暗渠

(2) 酸性硫酸塩土壌の露出した切土法面における緑化工法

海成堆積岩や変朽安山岩を切土処理した場合、酸性硫酸塩土壌が露出する場合がある。一般に、酸性硫酸塩土壌は露出当初のpHは中性の場合が多いが、空気に触れると硫黄酸化細菌が繁殖して、酸性硫酸塩土壌に含まれる硫化鉄(FeS)



図-1 中和工法断面模式図

や黄鉄鉱(FeS₂)が酸化され、硫酸に変化し、強酸性となるため、酸性硫酸塩土壌に慣行的な緑化工法を行うと植生の枯死を招くこととなる。その対策として、中和工法(図-1)を開発した。同工法では、供試土中の硫化鉄や黄鉄鉱を過酸化水素水で完全に酸化させ、全て硫酸にした供試土を作成し、この供試土で石灰中和量を求めるため、酸性硫酸塩土壌層も十分な石灰により中和されるため、植生は厚層基材種子吹付層だけでなく、より深層の酸性硫酸塩土壌層にも根を伸ばして水分吸収を行い、正常に生育する。本成果は北海道農業試験会議の指導参考事項と評価され、全道の農業改良普及センターに情報提供された。現在は、施工現場で速やかに酸性硫酸塩土壌を判定できるよう簡易判定法の開発を進めている。

（３）農業用ダム堆砂土の客土利用に関する研究

農業用ダムに堆砂土が堆積するとダム容量の減少を招き、貯水効率が低下する。一方、水田農家では肥沃な土の客土ニーズがある。そこで、北海道各地の農業用ダムの堆砂土と地山土を採取し、両者の土壌理化学性を比較し、客土としての適性を評価した。堆砂土は、客土材として用いられることの多い地山土に比べ、肥沃で、農耕地土壌としての適性がより高く、地山土よりは堆砂土の方が客土材として優れていると評価できた。中～細粒質の堆砂土は肥沃度が高く、客土材としての適性が優れていた。粗粒質の堆砂土はこれらよりやや肥沃度が低かった。堆砂土は、土性が細粒質ないし粗粒質の極端なものが多く、作土の土性を勘案して、客土量等を決定することが重要と判断された。また、堆砂土では窒素が不足する場合や微量元素の含有量が適正でない場合もあるので、被客土農耕地作土の化学性分析を基に客土量や肥料投入量の決定を行う必要がある。本成果は北海道農業試験会議成績会議において指導参考事項と評価され、全道の農業改良普及センターに情報提供された。

（４）泥炭農地の保全に関する研究

北海道では泥炭土が広く分布する。泥炭土の一部は農地化され、大規模な排水や客土等が実施されたが、排水に伴い地盤沈下が生じ、営農に支障をきたす地域もある。泥炭農地での地盤沈下は排水に伴う脱水収縮や圧縮だけでなく、泥炭自体の分解によるものである。このため、泥炭農地での地盤沈下を抑制するには、乾燥収縮、圧縮への対策だけでなく、泥炭自体の分解も抑制することが必要となる。そこで、これらを抑制するため、圃場に附帯する明渠を堰上げし、圃場の地下水位を上昇させる試験区を設け、地下水位、地盤標高、有機物の分解及び温室効果ガスの発生量を調査した。調査の結果、附帯明渠の堰上げを行った試験区は、堰上げを行っていない試験区に比べて、地盤沈下や有機物の分解が遅れることを明らかにした。また、堰上げ区の牧草収量と非堰上げ区の牧草収量は同程度であることを明らかにした。温室効果ガスの発生も堰上げ区で、非堰上げ区より抑制された。

（５）大規模傾斜草地からの環境負荷物質流出抑制技術に関する研究

土壌が堅密化した傾斜草地では、降雨時に表面流出が発生し水質負荷が生じる恐れがある。そのため、酪農地帯における河川等に対する水質負荷を抑制するためには、草地表面から排水路へ流出する負荷物質を低減させる必要がある。糞尿スラリー散布に伴う圃場面からの肥料成分流出を抑制する対策として、散布した糞尿スラリーを速やかに土壌に浸入させることが考えられるため、浸入能が小さい傾斜草地において、糞尿スラリーを表面散布する試験区と切り込みを入れた後に糞尿スラリーを表面散布する試験区を設け、人工的に散水する現地試験を実施した。その結果、草地表面に切り込みを入れることで、降雨を速やかに土中に浸入させ、排水路への水質負荷物質の直接

流入を抑制できることを明らかにした。

（６）積雪寒冷地での大規模集中型バイオガスプラントシステムに関する研究

大規模集中型バイオガスプラントは、ドイツやデンマーク等で普及しているが、北海道はこれらの国より冬期の気温が低い
ため、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研究」を立ち上げ、北海道のような積雪寒冷地においても、大規模集中型バイオガスプラントの運用が可能かどうか検証し、技術的にも経済的にも可能であることを実証した。資



写真－２ 別海町の大規模集中型バイオガスプラント

源保全チームは、水利基盤チーム、北海道農業研究センター、北海道立根釧農業試験場、北海道立北見農業試験場の協力を受け、別海町に建設された大規模集中型バイオガスプラント（写真－２）のエネルギー収支からみた自立的運転条件及び乳牛糞尿を主原料とするバイオガスプラント消化液の特性と草地・畑地への施用法を提示し、北海道農業試験会議成績会議において普及推進事項と評価された。また、大規模集中型バイオガスプラントにおけるメタンガスの効率的な産出方法を確立し、同会議において、指導参考事項として評価を受けた。さらに、経営評価として、経済性のシミュレーションによって、成牛換算 1,000 頭規模の共同型バイオガスプラントでは、受け入れ糞尿を全てスラリーとし、固形糞尿の受け入れを停止することにより、収支均衡が図られることを明らかにし、同会議において、行政参考事項の評価を受けた。これらの成果は同会議により全道の農業改良普及センターに情報発信された。

また、乳牛糞尿を主原料とし、これ以外の地域バイオマス（廃乳製品、乳業工場汚泥、合併浄化槽汚泥、水産加工残滓等）を副原料として効率的に共発酵する技術を開発し、バイオガスとともに生成するメタン発酵消化液の性状と液肥としての肥効、圃場施用法を明らかにした。

（７）肥培灌漑による生産環境改善効果の解明

道東、道北を中心にした大規模酪農地帯では、灌漑水と乳牛糞尿を混合し、曝気処理を行って腐熟させた曝気スラリーを草地等に散布する肥培灌漑事業（写真－３）が実施されてきたが、事業終了後長期経過後に現れるであろう、土壌の生産性改善効果が、事業の性質上、モニタリングされていなかった。そこで、長期供用後の土壌生産性改善効果を曝気スラリー散布年数の異なる圃場で調査した。その結果、曝気スラリー散布後 5～6 年で散布効果が現れ、土壌の保肥力、保水性、排水性が増大することを明らかにした。また、20 年以上の長期間にわたり、高水準の牧草収量を維持することを明らかにした。



写真－３ 地下埋設型の曝気槽

（８）廃棄物系改質バイオマスの農地等への施用による土壌の生産性改善技術に関する研究

道東、道北を中心にした大規模酪農地帯では、冷涼な気候に適した草地型酪農が営まれている。乳牛が排泄した糞尿は、適切に処理した後、有機質肥料（廃棄物系改質バイオマス）として牧草地に散布されている。これは農家の土づくりとしては定着しているものの、これの長期間施用による土壌構造の改善効果を評価した事例は少なかった。そこで、乳牛糞尿を主体とする廃棄物系改質バイオマスについて、それぞれの有機物組成や圃場の土壌理化学性等を分析し、乾物率、電気伝導度、水素イオン濃度から圃場に施用される有機物量を簡易に推定する手法を開発した。また、とりわけ、嫌気発酵消化液が高い土壌生産性改善能力を有していることを確認した。消化液は、難分解性有機物の含有量が高く、微生物、糸状菌菌糸等も多くなり、土壌団粒化が促進されるためであった。

乳牛糞尿主体の廃棄物系改質バイオマスが、この様に土壌団粒化を促進し土壌生産性を改善する能力に優れていることを受けて、現在は好気性発酵での効率的な糞尿調整技術の開発を進めている。

（９）地下灌漑を伴う泥炭水田輪作圃場における土壌養分制御技術に関する研究

地下灌漑で地下水位を制御できる機能を用いて、土壌中の水分や作物栄養成分を制御することは、作物の品質向上、収量の高位安定へ効果があると考えられるが、この様な地下水位制御における土壌水分や土壌養分の変動につ

いては究明されていなかった。そこで、泥炭土壌の大区画水田輪作圃場において、水稻の出穂期に地下灌漑で地下水位の上昇、下降を繰り返して、土壌水分や土壌養分の動態を解析した。その結果、地下水位の上昇、下降の繰り返しにより、土壌中の無機態窒素量は低減する傾向になり、白米のタンパク率の低下にも効果があったと示唆された。

この様に地下灌漑が水稻の品質向上等に効果があることを受けて、また、転作作物の品質向上等をも目指して、現在は、大規模汎用化水田圃場において、地下水位や土壌水分に給排水ムラが生じず圃場全体を速やかに均一な状態に保つ地下水位制御技術の開発を進めている。

(10) 積雪寒冷地における疎水材型暗渠工の機能と耐久性に関する研究

暗渠工は、暗渠管の周囲を、過去の現地発生土で埋め戻す方式から、疎水材で埋め戻す方式に切り替わったが、普及してからの年数が短いため、各種疎水材の長期供用後の特性や耐久性、機能保全に関する調査報告が少なかった。そこで、疎水材型暗渠の機能発現の実態の解明と、疎水材の耐久性の究明を行った。火山礫を疎水材に用いた暗渠を、施工から7～11年経過後に調査した結果、圃場は整備目標の地下水位が保たれ、暗渠の疎水材の透水係数も設計値を満たしていることを確認した。それ以外の疎水材についても、降水後の排水性は良好であることを検証し、また、凍結融解、乾燥湿潤、酸性水浸漬といった積雪寒冷地や泥炭土壌で想定される過酷な条件下でも劣化はほとんど生じないことを確認し、以上から各種疎水材が十分な耐久性を有することを明らかにした。

(11) 泥炭農地の長期沈下の機構解明と抑制技術に関する研究

泥炭地の農地では排水が不可欠であるが、排水することにより地下水位が低下し、それに伴い地盤が沈下し、過湿被害を受けやすくなる。そこで、地盤沈下を抑制する手法を見出すために、泥炭地の農地における長期の地盤沈下の機構の解明を行った。その結果、泥炭はpF2.2より乾燥したときに沈下が発生し、再び湿潤になっても元の高さには回復しないこと、地下水位が80cm程度あればその様な乾燥状態に陥りにくいこと、地下水位が50cmより浅いときには圧密沈下が発生しにくいことを確認した。これらのことから、泥炭農地の地盤沈下を抑制する手法として、地下水位を50cm程度に維持することを推奨した。

この様に地下水位の維持が泥炭農地の地盤沈下抑制に有効であることを受けて、現在は、地下水位制御による沈下抑制に関する技術の開発を進めている。

(12) 腐植性土壌流域からの水産業有用物質の供給機構に関する研究

北海道沿岸では、日本海側を中心に磯焼けの発生がみられる。磯焼けの対策の一つとして、昆布や植物プランクトンの生長に貢献するフルボ酸鉄の供

給がある。フルボ酸鉄は腐植物質と鉄の錯体であるが、腐食物質を供給する腐植性土壌は、森林のほか、湿地や農地でも形成されることから、農地等からも河川を通して河口や沿岸域にフルボ酸鉄が供給されると推測された。そこで、陸域での土地利用や土壌の分布の違いによる、フルボ酸鉄等の流出への影響を、河川水質を分析することにより明らかにした。その結果、流域内に農地を多く含む河川、泥炭土壌が分布する河川の河口（磯焼けが見られない）では、そうでない河川の河口（磯焼けが見られる）に比べ、含まれるフルボ酸鉄量は大きく、その差はとりわけ平水時において大きかった。前者の河川では、流量の少ない平水時においても、含まれるフルボ酸鉄量は安定していた。

（13）大規模酪農地帯の牧草地における有機性肥料由来炭素の土壌貯留機構に関する研究

北海道の酪農地帯では、乳牛の糞尿をスラリーに処理してから牧草地に散布するようになってきている。その一つの方法としてバイオガスプラントによるメタン発酵処理がある。処理した後のスラリーは、メタン発酵消化液と呼ばれる。この消化液を牧草地に散布することにより、土壌に貯留される炭素量が増大し、土壌の団粒形成が進むと考えられるが、草地土壌で検証した事例は少ない。そこで、この検証を行った。その結果、化学肥料では土壌表層への炭素の集積は確認されなかったのに対して、消化液では散布を始めて5年程度経過した後から集積が確認されるようになった。消化液由来の炭素の貯留率は、投入量に対して23%であった。1mmを超えるマクロ団粒が増加して、その団粒内では易分解性有機物量、難分解性有機物量ともに増加した。また、牧草根重も増加していることから、消化液は、マクロ団粒の形成促進だけでなく、マクロ団粒の長期的維持にも効果があると推察された。

（14）石礫処理工法による土壌改良の評価に関する研究

農地では、作土層に石礫が多いときには、農作業機械の損傷、農作業効率の低下、作物の品質低下が生じる。その石礫を処理する工法として、近年は、従来から用いられている石礫除去のほかに、石礫破碎も行われるようになってきている。しかし、それぞれの処理に伴う土壌物理性の変化は明らかになっていなかった。そこで、その土壌物理性の変化を評価し、その変化に伴う施工適用条件を検討した。その結果、両工法とも、粒径3cmを超える石礫は、施工前は10%以上あったものが、施工後は1~2%にとどまっていた。施工および施工後の耕作を通して、土壌硬度



写真-4 ストーンクラッシャ

や固相率からは土壤が締め固められたような兆候は見受けられず、飽和透水係数もほぼ良好に推移しており、微細に破碎された礫による排水不良といった土壤物理性への経年的な悪影響は認められなかった。なお、石礫破碎においては、破碎可能な圧縮強度の 30MPa 以下であっても破碎されていない石礫が施工直後に確認されており、より確実な破碎のためには、圃場ごとに石礫の圧縮強度を確認し、破碎に用いるストーンクラッシャ（写真－4）の前進速度を求めることが重要であることが明らかになった。