

## 疎水材暗きょ機能保全検討調査について（中間報告）

北海道上川総合振興局北部耕地出張所 先崎 晃久  
北海道農政部農村振興局農村計画課 ○藤原 弘昭・桃井 謙爾  
地方独立行政法人北海道立総合研究機構  
農業研究本部 中央農業試験場 竹内 晴信・塚本 康貴

### はじめに

近年の農業農村整備事業を取り巻く厳しい情勢の中、日本の食糧供給基盤である北海道農業の持続的な発展を図るためには、事業予算の削減や新たな予算制度の創設などに対応した、より効果的・効率的な整備を推進することが重要であり、農業用施設のみならず農地についてもストックマネジメントの手法を活用しながら、機能を診断・評価した上で、機能の低下状況に見合った「保管理型整備」を進めていく必要がある。

そのため北海道農政部では、過去の整備履歴や機能評価結果など、農地・施設の情報在地図情報システム（GIS）を用いて一体的に電子化し、これらの情報を活用して地域の整備構想づくりを支援する「農地・施設保全整備情報<sup>\*1</sup>」の取組をスタートさせたところである。

この取組の中で、農地に係る機能評価の一つの手法を確立する目的で、疎水材暗きょの機能保全検討調査を平成22年度～平成24年度までの3ヶ年計画で実施しており、今年度が調査最終年となっている。

本報告は、昨年度までの調査結果についてまとめたものである。

### 調査の概要

本調査は、空知・胆振管内の転換畑を含む水田21箇所と、上川・オホーツク・十勝管内の畑19箇所を選定し、平成22年度に13箇所、平成23年度に27箇所の合計40箇所を実施した（図-1）。

水田はすべて低地土で、施工後年数は4～14年、疎水材の種類はモミガラ、木材チップ、ビリ砂利、火山礫である。

畑は低地土と台地土であり、施工後年数は5～14年、疎水材の種類は木質チップ、ビリ砂利、火山礫、火山灰、ホタテ貝殻である。なお、疎水材については同種で施工後年数の異なるほ場を選定した。

調査内容は、各ほ場において暗きょ管上部が確認できる深さまで掘削し、疎水材の腐朽程度や断面形状を確認するとともに、土壌断面調査を行って土壌を採取し、土壌物理性の測定を行った。

また、掘削位置の近傍の暗きょ直上部において、シリンダーインタークレートによる現場透水試験を行い、ベーシックインタークレート Ib が水田 10mm/h、転換畑を含む畑で

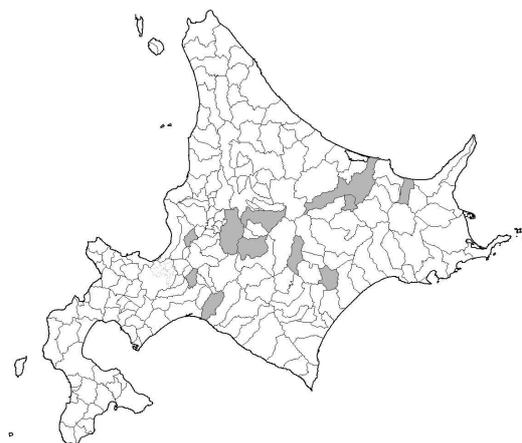


図-1 調査ほ場地点

100mm/h 未満を排水不良として判定した（表－1）。

表－1 調査項目

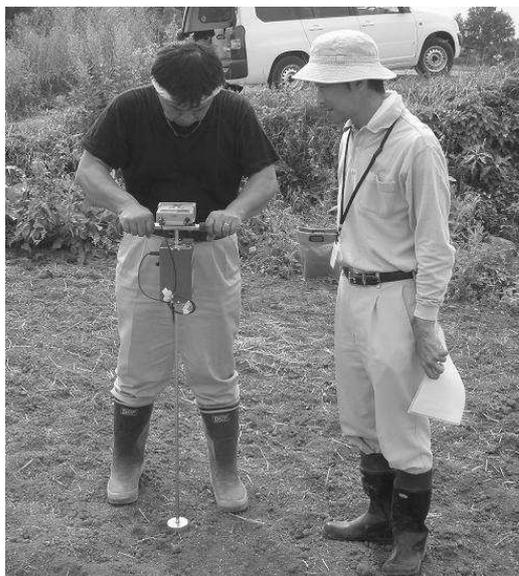
暗きょ管直上部の調査	<ul style="list-style-type: none"> <li>・疎水材の断面形状、腐朽程度の目視確認と計測</li> <li>・疎水材直上部（埋戻し土）の土壌硬度測定</li> <li>・疎水材、埋戻し土の攪乱土・不攪乱土（採土管）を採取し室内試験（土壌理化学性）</li> </ul>
代表断面の調査	<ul style="list-style-type: none"> <li>・層位分け</li> <li>・各層位毎に土色<sup>※2</sup>、土壌硬度<sup>※3</sup>、腐植程度、土壌構造<sup>※4</sup>、斑紋の有無、孔隙状態、可塑粘着性<sup>※5</sup>、土性<sup>※6</sup>、グライ反応<sup>※7</sup>による還元程度を観察</li> <li>・各層位毎に攪乱土・不攪乱土（採土管）を採取し室内試験（土壌理化学性）</li> </ul>
現場透水試験	<ul style="list-style-type: none"> <li>・シリンダーインテークレート試験</li> </ul>

さらに、平成23年度の調査より、現場担当者が比較的簡易にはほ場の排水機能等を調査できる手法として、貫入式土壌硬度計（写真－1）や検土杖（写真－2）による調査を行い（以下、簡易調査と記す）、土壌断面調査結果との整合性を検証することとした（表－2）。

表－2 簡易調査項目

貫入式土壌硬度計	<ul style="list-style-type: none"> <li>・土壌の硬さ</li> </ul>
検土杖	<ul style="list-style-type: none"> <li>・粘り、土性、グライ反応（還元程度）</li> </ul>

\*調査深度：0～80cm



写真－1 貫入式土壌硬度計



写真－2 検土杖

## 調査の結果

本調査において排水不良と判定されたほ場は、全ほ場数のうち 57.5%であり、水田で 66.7%、畑で 47.4%であった。また、排水不良ほ場の土壌物理性や土壌断面の特徴は、水

田と畑で異なる傾向が見られた。

#### <排水不良ほ場の特徴（水田）>

水田における排水不良ほ場では、土壌物理性の特徴として、粗孔隙<sup>※8</sup>や飽和透水係数<sup>※9</sup>が低い傾向が見られたほか、泥濘層の存在によるものと思われる表層の土壌硬度の極端な低値が認められた。

また、土壌断面の特徴については次のとおりである。

- ・グライ反応（グライ層）が浅い位置から出現する
- ・土壌構造が未発達である
- ・地下水位が高い
- ・泥濘層または堅密層が存在する

その他の要因として、排水口の水没や水閘管理の不備などが散見された。

#### <排水不良ほ場の特徴（畑）>

畑における排水不良ほ場では、土壌物理性の特徴として、乾燥密度が高く、特に次層や下層の飽和透水係数が低く、土壌硬度が高い結果となった。

また、土壌断面の特徴については次のとおりであり、土層全体がち密な状態であった。

- ・堅密層が存在する
- ・グライ反応（グライ層）がある

その他の要因として、排水口の水没や埋没などが散見された。

#### <疎水材の経年変化>

モミガラや木質チップなどの有機質疎水材については、炭素窒素比<sup>※10</sup>（以下 C/N と記す）と土砂混入量で腐朽程度を評価した。その結果、施工後年数の経過とともに C/N が低下し、土砂混入量は増加する傾向が見られた。また、同じ施工後年数でも排水性が良好なほ場の方が C/N が低く、土砂の混入量が多い傾向が見られた。さらに、水田と畑で C/N を比較すると、畑の方が低い傾向となった。

これらのことから、有機質疎水材については施工後年数の経過とともに腐朽し、減少するが、その減少程度は土壌水分環境による影響を強く受けることが示唆された。そのため、有機質疎水材の経年変化については、水田や畑といった土地利用形態や排水性の良否などの土壌水分環境を考慮する必要がある（図-2～図-4、写真-3）。

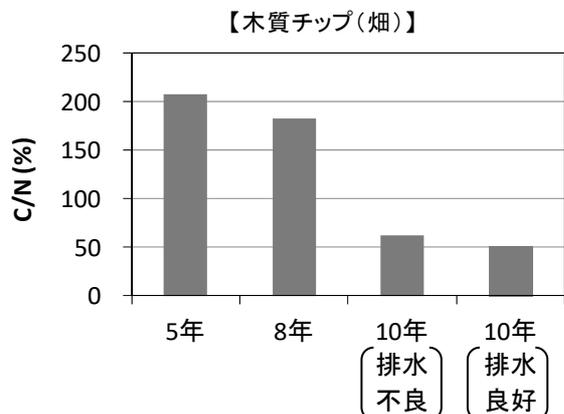


図-2 C/N

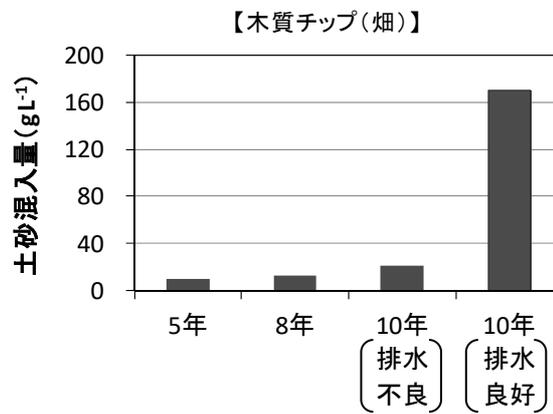
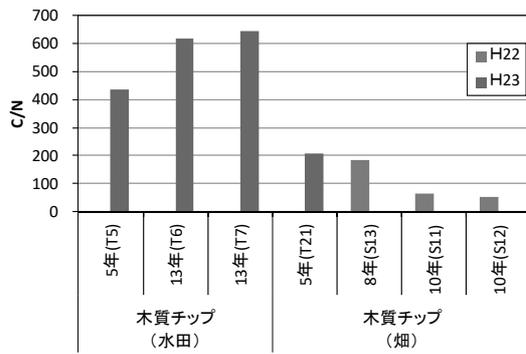


図-3 土砂混入量



※H23調査地点に関してはモミガラや火山灰との二層構造(下部チップ)

図-4 水田と畑におけるC/N比較

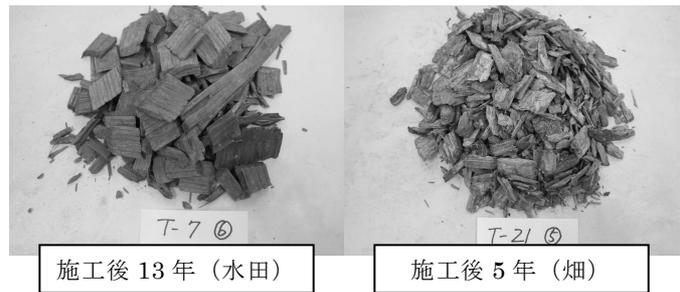


写真-3 水田と畑における木質チップ腐朽程度

一方、ビリ砂利や火山礫などの無機質疎水材については、断面の空洞化や崩落は見られず、安定的に施工時の断面を維持していた。

また、有機質疎水材、無機質疎水材といった疎水材の種類や施工後年数に関わらず、疎水材の厚さが設計値より少ないほ場が半数以上あった。この原因は、深起こし、圧密、客土、資材の投入量不足などが考えられるが、本調査では解明できていない。

疎水材自体の透水性については、火山灰以外は全て基準値である  $10^{-3}$  以上を満たしていた。今回調査した火山灰では **2mm** 以下の粒径割合がいずれも **80%** と多く、シルトや粘土が **20%** 程度含有する資材もあったことから、火山灰を疎水材として使用する際は粒径の調整が必要であり、注意しなければならない (図-5)。

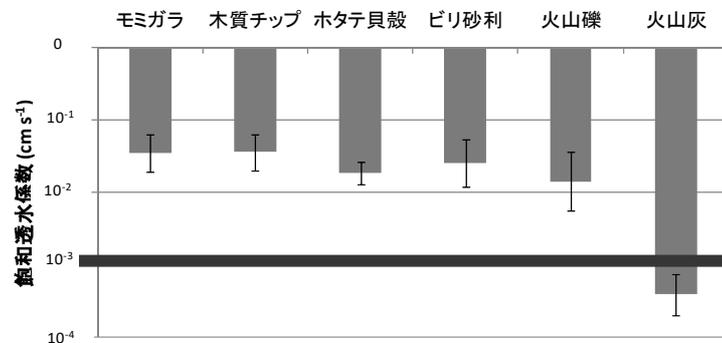


図-5 採取した疎水材の飽和透水係数

### <簡易調査の整合性>

貫入式土壌硬度計による測定値 (堅密層 : 1.5MPa 以上) と土壌断面調査での山中式土壌硬度計による測定値 (堅密層 : 20mm 以上) を対比すると、整合率は約 71% (不整合要因があるほ場は除外) であり、土壌の堅密化を確認する目的で貫入式土壌硬度計を用いることについては問題ないと判断した (ただし、高価なため実用化には課題がある)。

検土杖による土壌の還元状態、土性、粘りの判定については、土性と粘りの調査方法が統一できていなかったため一部分で不整合があったが、それらを補正すれば高い整合性を得ることができた (表-3)。

平成24年度の調査においては、よりスムーズな調査ができるよう調査記録紙を改良するとともに検土杖で土壌硬度を推定することも検討している。

なお、検土杖は鉄工所等で製作することにより比較的安価に入手できると思われるため、現場ですぐに調査できる手法として採用したいと考えている。

表－3 簡易調査と土壌断面調査結果との整合性

圃場名	地目	土壌断面調査結果との整合性					圃場名	地目	土壌断面調査結果との整合性				
		グライ反応	土性	土性 (作土を除く)	粘り	粘り (作土を除く)			グライ反応	土性	土性 (作土を除く)	粘り	粘り (作土を除く)
T1	水田 (畑利用)	○	○	○	×	○	T15	畑	○	×	○	×	○
T2	水田 (畑利用)	○	○	○	×	○	T16	畑	○	×	○	×	○
T3	水田	○	○	○	×	○	T17	畑	○	×	×	×	×
T4	水田	○	○	○	○	○	T18	畑	○	×	○	×	○
T5	水田	○	○	○	○	○	T19	畑	○	○	○	×	×
T6	水田	×	○	○	○	○	T20	畑	○	○	○	○	○
T7	水田	×	○	○	×	×	T21	畑	○	○	○	○	○
T8	水田	○	○	○	○	○	T22	畑	○	○	○	×	×
T9	水田 (畑利用)	○	○	○	○	○	T23	畑	○	○	○	×	○
T10	水田 (畑利用)	○	○	○	×	○	T24	畑	○	○	○	×	○
T11	水田 (畑利用)	○	○	○	○	○	T25	畑	○	○	○	×	○
T12	水田	×	○	○	○	○	T26	畑	○	○	○	×	○
T13	水田	○	○	○	○	○	T27	畑	○	○	○	×	○
T14	水田	○	○	○	○	○	T28	畑	○	○	○	×	○

## まとめ

疎水材が有機質である場合、経年変化で腐朽が進み断面が縮小することから、機能を回復させるためには、技術的に可能であれば定期的に疎水材を補充するか、あるいは全面更新するかなどの対策が必要となる。一方、疎水材が無機質である場合は、深起こしなどによるトレンチ部の破壊がない限り、疎水材暗きょ施設としての機能は、暗きょ管の耐用年数まで安定的に発揮すると考えられる。

排水不良対策としては、ほ場の排水不良の主要因が疎水材上部の耕盤層である場合や、作土又は作土下に形成される練返し層の場合は、溝切りなどによる地表排水対策によりほ場を乾燥させた上で、サブソイラや弾丸暗きょなど営農機械による対策が有効である。また、土層の深い部分まで堅密であるような硬盤層や、土壌還元が強く透水不良が主要因の場合は、パンブレーカや有材心土改良耕など、事業による補助暗きょの整備が必要と考える。

簡易調査については、排水不良要因の大部分が把握できるなど、現場担当者が調査を行う上で有効な手法であることが分かった。

平成24年度は、水田、畑ともに調査数が不足している木質チップについて14箇所を調査し、3ヶ年間の調査結果をまとめるとともに、簡易調査による機能診断方法及び診断結果に基づく機能回復対策の提案をしたいと考えている。

## 今後の課題

今後の課題として、次のような取組が必要と考えている。

- ・排水不良要因に対する対策について体系的にまとめた手引書の作成
- ・暗渠排水の機能診断方法をまとめた手法書の作成
- ・農家への情報提供として、疎水材の材質による特徴や営農作業での排水機能維持・回復手法をまとめた管理手法書の作成
- ・疎水材の補充工法を選択する場合、容易かつ安価に実施できる工法の確立
- ・機能回復手法の現地実証試験

## 【用語解説】

- ※1 農地・施設保全整備情報：農地や農業水利施設等の整備実績や機能評価結果などを地理情報システム（GIS）に蓄積し、関係団体等に情報提供しながら、地域の中長期的な整備構想づくりを支援する北海道農政部の取組。
- ※2 土色：黒みが強くなるほど腐植が多く、青みが強くなるほど還元状態の傾向。
- ※3 土壌硬度：プッシュコーンによる土の硬さ。20mm以上で堅密層（耕盤層や硬盤層）と判断。
- ※4 土壌構造：今回使用した分類名では大まかに「団粒状」>「亜角塊状」>「角塊状」>「無構造」の順で良い状態。構造の安定性については、塊が簡単に崩れないほど「強度」であり、かろうじて塊を維持しているものほど「弱度」。
- ※5 可塑粘着：土の粘りや付着の程度を弱から極強の範囲で分類。可塑、粘着性が強いほど粘質で易耕性に劣る傾向。
- ※6 土性：土の細かさ。砂、シルト、粘土の割合から分類。
- ※7 グライ反応：鉄は、土壌が還元状態であると二価鉄イオンとして存在するため、二価鉄イオンと反応すると赤色に変わる $\alpha$ 、 $\alpha'$ ジピリジル液を利用。赤色になる程度によって反応なしのマイナス（-）から即時鮮明の3プラス（+++）までで表示。
- ※8 粗孔隙：比較的大きな隙間の割合で、重力水が排除された状態の割合。畑の土壌診断基準は15～25%
- ※9 飽和透水係数：土の中の隙間が水で満たされたときの水の移動の早さ。土壌診断基準では水田、畑ともに $10^{-3} \sim 10^{-4} \text{cm/s}$ 。
- ※10 炭素窒素比（C/N）：有機物などに含まれている炭素(C)量と窒素(N)量の比率（質量比）。同一資材においては、C/N比が小さくなるほど土壌微生物による分解が進んでおり、疎水材の腐朽程度が大きいと判断できる。