

## 永年草地における低コスト排水対策基礎調査について（中間報告）

北海道農政部農村振興局農地整備課	○三上	智之
北海道立総合研究機構 酪農試験場	松本	武彦
	同上	板垣 英祐
北海道立総合研究機構 中央農業試験場	塚本	康貴
	同上	八木 哲生

### 1. はじめに

北海道の草地では、競合力の強い地下茎型イネ科雑草の侵入により牧草生産性が低下しており、効果的な草地整備と適切な草地管理を通じて草種構成を良好に維持することが求められている。牧草生育を良好に維持するうえで重要となる化学性は、維持管理時の施肥対応により適正化しやすいが、土壌の物理性は維持管理時に改良することが難しいため、草地整備時の基盤整備対策が重要である。

特に近年、気候変動により降水量や短時間降雨量が増加しているなか、基盤整備での排水対策の重要性が増している。

しかし、暗渠施工による排水性の改良は、起伏修正工事と比較して単位面積当たりの施工単価が高いことから、一筆面積が大きい草地では局所的な施工にとどまることが多い。排水性が不良な草地では、湿害により草地が劣化し、牧草収量・品質の低下を招くとともに、適期作業に支障を来している。

また、畑地で補助暗渠として施工されているパンブレーカによる心土破碎は、60cm 深度までの土壌物理性を改善する効果が高いことが示された<sup>1</sup>が、経年利用される草地における効果は不明である。

そのため、根釰地域の火山性土を対象に、永年草地における土壌の緊密化や排水不良の実態把握とその物理的要因を調査するとともに、草地整備時に起伏修正と併せて実施する低コストの基盤整備手法（パンブレーカによる心土破碎及び埋設深を浅くした浅層暗渠）の効果検証を行っている。

本報では、2018年～2019年の間で実施した基礎調査内容について中間報告をする。

### 2. 低コスト排水対策基礎調査

#### 2-1 調査の概要

##### (1) 調査の実施

「地方独立行政法人 北海道立総合研究機構 中央農業試験場、酪農試験場」に準委任

##### (2) 調査期間

2018年から2021年（予定）

##### (3) 試験地

酪農試験場、根室振興局管内、オホーツク総合振興局管内に試験圃場を設置し各調査を実施

#### 2-2 試験の概要

##### (1) 経年草地における土壌物理性の実態調査（以下、実態調査）

草地整備後の経過年数や草地管理法が異なる草地を対象に、土壌断面調査および土壌物理性調査を実施し、牧草生産性、土壌物理性および排水性に及ぼす土壌物理的要因を明らかにする。

・調査場所：別海町生産者(A,B,C) 8カ所・標津町生産者(D) 圃場 2カ所、酪農試験場内 5カ所の合計 15カ所

(2) 草地整備時の心土破碎が牧草生産性および土壌物理性に及ぼす影響の検討（以下、心土破碎調査）

草地整備時に施工する心土破碎が牧草生産性、土壌物理性に及ぼす影響を明らかにする。

・調査場所：酪農試験場内 1圃場、別海町生産者 4圃場の合計 5カ所

(3) 草地整備時の浅層暗渠が牧草生産性、土壌物理性および排水性に及ぼす影響の検討（以下、浅層暗渠調査）

草地整備時に施工する浅層暗渠が牧草生産性、土壌物理性および排水性に及ぼす影響を明らかにする。

・調査場所：酪農試験場内 1圃場、根室市生産者 1圃場、湧別町牧野内 2圃場の合計 4カ所

### 3. 調査結果

#### (1) 実態調査

2018年（生産者C以外）および2019年（生産者C）に15カ所の実態調査を実施した。

透水係数については、整備後経過年数（以下、経過年数）との関係が判然とせず（表1）、作土の透水係数では、 $10 \times 10^{-5}$ 、 $10 \times 10^{-6}$  cm/sが多く、心土より低い圃場が多かった。

断面調査における緻密度は、心土では経過年数との関係は判然としなかったが、作土では各生産者内で経過年数が長い方が高くなる傾向にあり（表1）、全圃場を対象に解析すると両者に正の相関関係が認められた（図1）。

また、全孔隙率は、経過年数と作土のとの間に負の相関関係が認められた（図1）。

表1 草地整備後の経過年数が土壌物理性におよぼす影響

生産者	年数	作土				心土			
		緻密度 mm	全孔隙 %	粗孔隙 %	透水係数 cm/s	緻密度 %	全孔隙 %	粗孔隙 %	透水係数 cm/s
A	2	16	68	6	$4.4 \times 10^{-5}$	20	76	22	$2.7 \times 10^{-3}$
	5	18	73	3	$2.5 \times 10^{-5}$	18	77	17	$1.1 \times 10^{-3}$
	9	23	65	2	$1.7 \times 10^{-5}$	20	78	16	$5.0 \times 10^{-4}$
B	3	19	70	5	$2.2 \times 10^{-5}$	20	73	20	$1.0 \times 10^{-3}$
	6	23	67	2	$6.2 \times 10^{-6}$	21	75	15	$2.7 \times 10^{-4}$
	9	21	68	7	$1.2 \times 10^{-4}$	19	79	17	$9.9 \times 10^{-4}$
C	3	18	71	6	$8.3 \times 10^{-5}$	22	70	2	$1.8 \times 10^{-4}$
	7	19	71	2	$9.8 \times 10^{-6}$	23	73	2	$1.1 \times 10^{-6}$
D	7	22	64	2	$1.2 \times 10^{-5}$	22	69	10	$4.1 \times 10^{-4}$
	10	24	65	4	$2.3 \times 10^{-4}$	23	74	14	$1.4 \times 10^{-3}$
酪農試	2	20	74	11	$3.1 \times 10^{-5}$	17	79	12	$1.2 \times 10^{-4}$
	5	21	67	10	$2.1 \times 10^{-4}$	23	66	6	$7.3 \times 10^{-6}$
	9	23	65	4	$3.0 \times 10^{-4}$	19	73	11	$4.0 \times 10^{-4}$
	10	19	67	3	$1.2 \times 10^{-5}$	18	77	12	$2.3 \times 10^{-4}$
	17	25	67	5	$3.6 \times 10^{-6}$	21	72	9	$5.6 \times 10^{-5}$

生産者A, B, Dおよび農試は黒色火山性土（以上、完全更新）、生産者Cは厚層黒色火山性土（表層攪拌更新）。年数は、草地整備後の経過年数。作土は、心土との境界直上。

緻密度は断面調査時の山中式硬度計による測定、粗孔隙はpF0-1.8における水分量から計算、透水係数は飽和透水係数。

土壌硬度調査について、経過年数と土壌硬度の相関関係を深さ別に調べた（図 2）。深さ 10cm までは経過年数に関わらず、大部分の圃場の土壌硬度は 1500 kPa 未満であった。深さと相関係数の関係は、調査対象の団体によって異なった。全体としては、35cm より浅い層における土壌硬度は経過年数の影響が認められた。

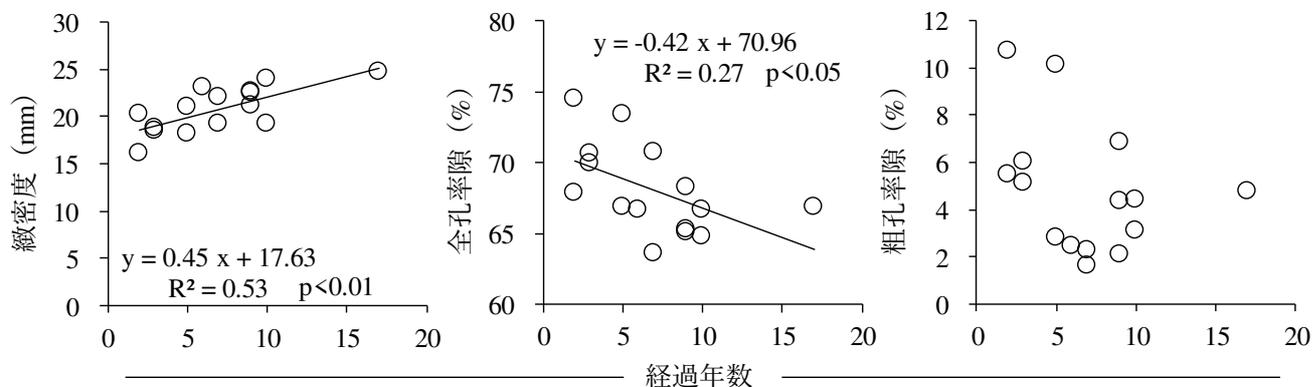


図 1 草地整備後の経過年数が作土の緻密度、全孔隙率および粗孔隙率におよぼす影響

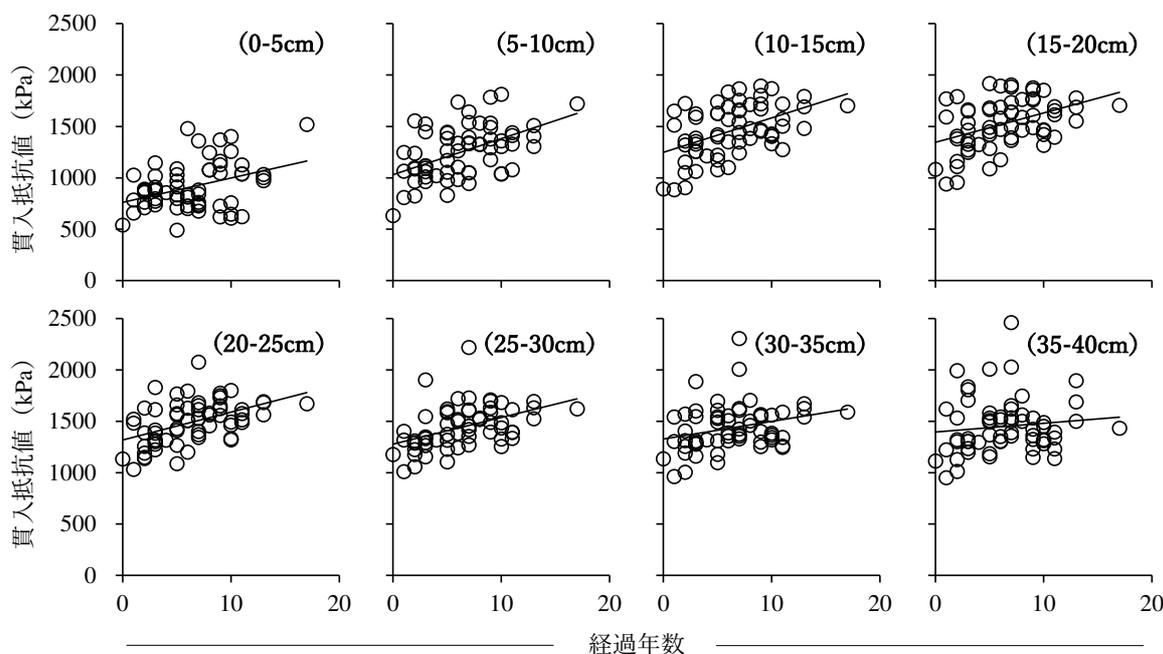


図 2 物理性実態調査圃場における更新後経過年数と土壌貫入抵抗値の関係（2018～2019 年調査）N = 62。貫入抵抗値の値は、深さ 5cm ごとの平均値。

## （2）心土破碎調査

### 1）酪農試験場試験区（2018 年施工・播種）

#### ①設置工程

試験区における心土破碎を含む工程は以下のとおり。

心土破碎（パンブレーカ 60cm 深）→除草剤散布→耕起（20cm 深）→碎土  
→炭カル散布→碎土→鎮圧→除草剤散布→施肥・播種

#### ②調査経過（2019 年調査）

設置後の施肥および収穫時期は以下のとおり。

早春施肥 5/1、1 番草収穫 6/17 手刈り・6/21 機械刈り。

1 番草後施肥 7/3、2 番草収穫 8/15 手刈り・8/27 機械刈り。

### ③ 試験結果

生収量（機械収穫）（施工翌年）は、心土破碎施工区より非施工区の方がわずかに多かったが、ほぼ同等であった（図 3）。手刈りによる生収量についても同様の傾向であった。

土壌硬度について、処理間の違いはなかった（図 4）。

土壌水分張力は、処理間で大きな違いはなく、いずれの処理区でも pF 値は長期間低く推移することはなかった（図 5）。降雨直後の水分張力が pF0 に達する頻度は、深さ 40cm では対照区で心土破碎区より多かった。

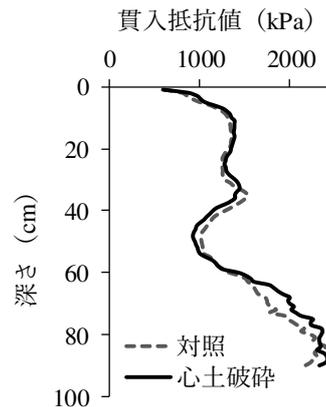
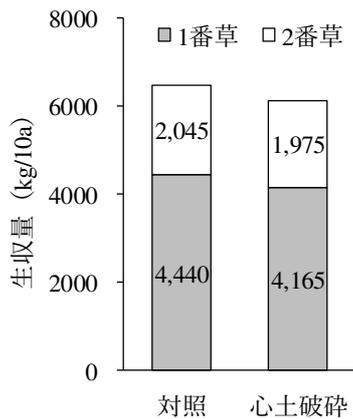


図 3 心土破碎施工圃場における牧草の生収量（酪農試験場内、機械収穫）

図 4 心土破碎施工圃場における土壌硬度（貫入式土壌硬度計）（酪農試験場内、10月）

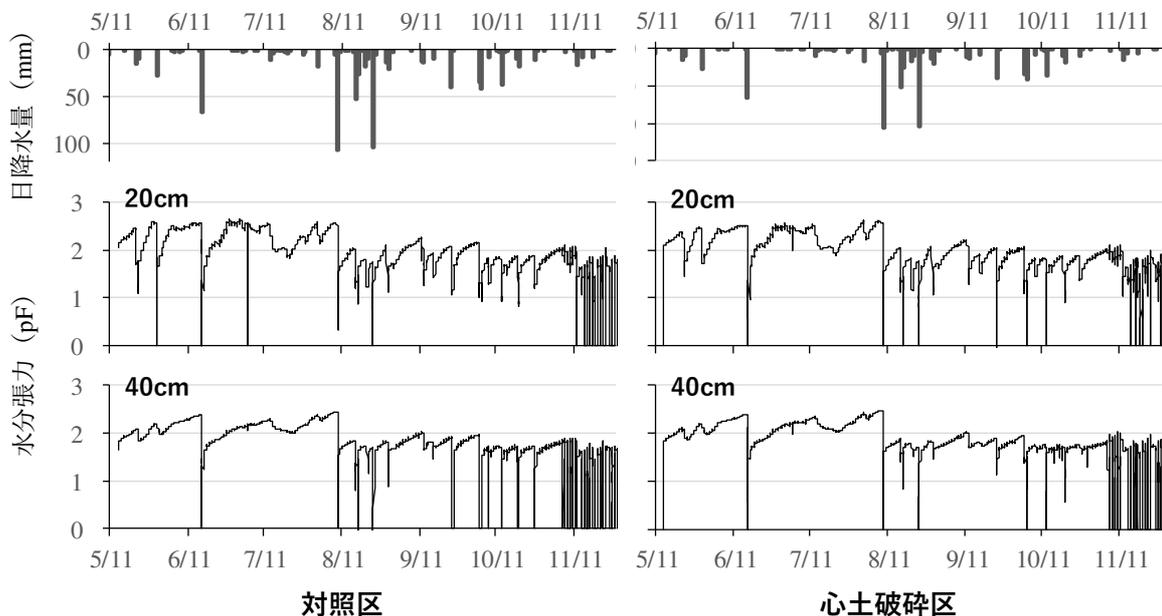


図 5 心土破碎施工圃場における土壌水分張力の推移（酪農試験場内）

## 2) 別海町試験区（2019年施工・播種）

### ① 設置工程

試験区における心土破碎を含む工程は以下のとおり。

心土破碎（パンブレイカ 60cm 深）→耕起（20cm 深）→碎土→炭カル散布  
 →碎土→鎮圧→施肥・播種

② 調査経過

試験区設置および調査時期は以下のとおり。

調査圃場は、8/28 に草地整備が完了。10/15 生育調査および土壌硬度調査

③ 試験結果

地上部生重量（チモシーとマメ科牧草の合計量）は、心土破碎区で対照区より多かった（図 6 左）。

また、牧草の被度割合は、同時期に両区で大きな差は認められなかったが、心土破碎区では対照区より、裸地割合がわずかに低かった（図 6 右）。

貫入抵抗値（10/15 測定）は、深さ 20~30cm および 40~50cm において、心土破碎区で対照区より小さい傾向にあった（図 7）。

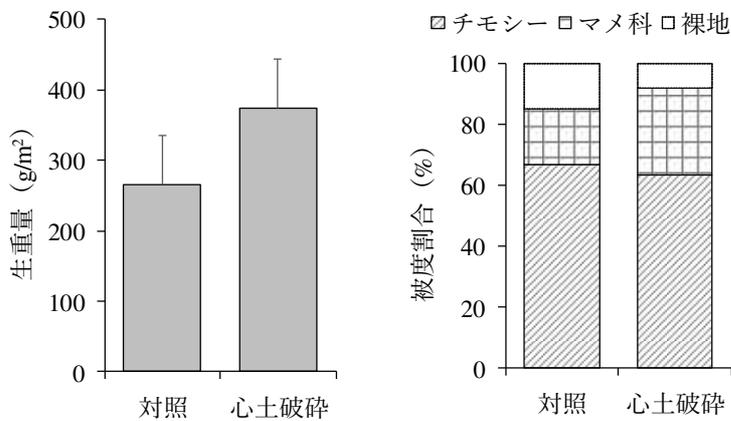


図 6 心土破碎施工圃場における牧草の生重と被度割合

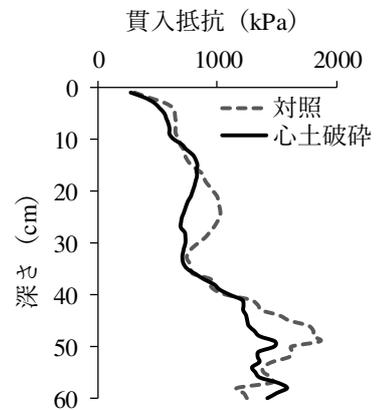


図 7 心土破碎施工圃場における貫入抵抗値

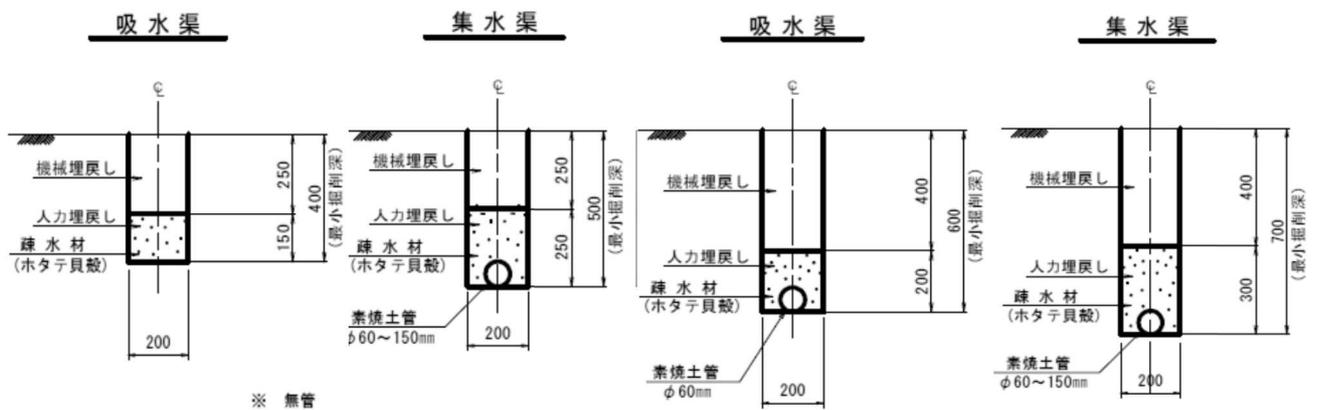
(3) 浅層暗渠調査

1) 掘削断面（スリム型バケット）（湧別試験区）

浅層暗渠および通常暗渠の掘削断面を以下に示す。

【浅層暗渠の断面】

【通常暗渠の断面】



## 2) 施工費の比較

1 ha あたりの施工費について参考として示す。

試験区：湧別試験区、疎水材：ホタテ貝殻、暗渠管：素焼き土管

施工費：通常暗渠 1,421,280 円/ha 浅層暗渠 895,779 円/ha

## 3) 酪農試験場試験区（2018 年施工・2019 年播種）

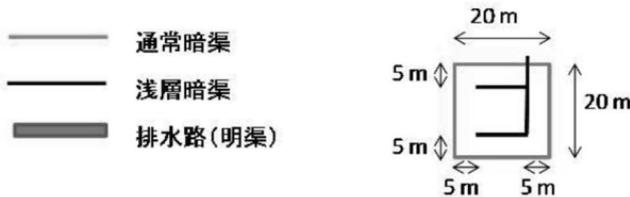
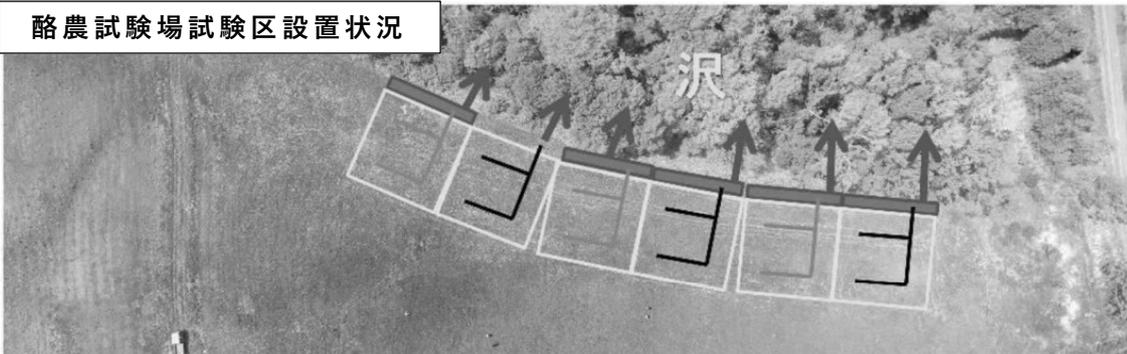
### ①作業経過

暗渠施工後の作業経過を以下に示す。

2018 年：秋に暗渠を施工し播種床造成後越冬。

2019 年：除草剤散布 7/3。施肥・播種・鎮圧 7/4。生育調査 8/27。

### 酪農試験場試験区設置状況



### ②試験結果

チモシーの茎数およびクローバの個体数は、処理間でほぼ同等であり（図 8）、牧草出芽状態が均一な圃場が造成されたことを確認した。

土壌水分張力は、処理間で大きな違いはなくいずれの処理区でも pF 値は長期間低く推移することはなかった（図 9）。

土壌水分張力の低下度合や pF0 に達する頻度は、降雨直後、深さ 20cm において浅層暗渠区で通常暗渠区よりわずかに高い傾向にあった（図 9）。なお、無施工区の土壌水分張力は、浅層暗渠区の推移に近かった（データ略）。

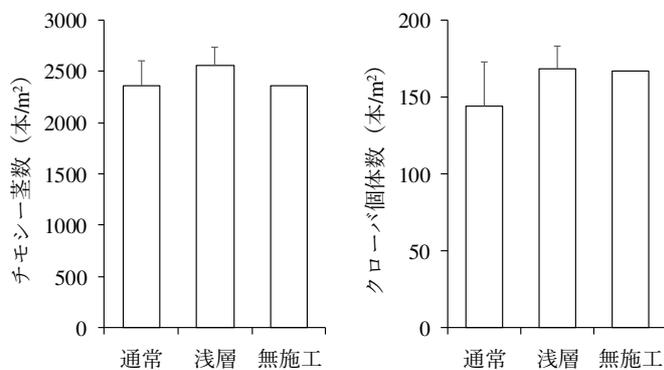


図 8 暗渠施工圃場における牧草の茎数または個体数（酪農試験場内）

通常区および浅層区は 3 反復、対照区は 1 反復。エラーバーは標準偏差。

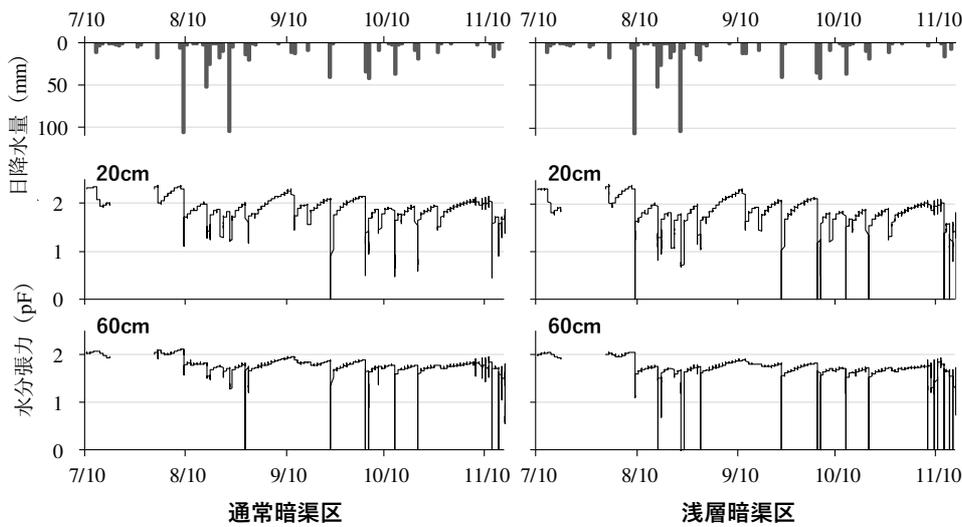


図 9 暗渠施工圃場における土壌水分張力の推移（酪農試場内）

4) 根室試験区（2019年施工・播種）

①作業経過

調査および浅層暗渠設置時期は以下のとおり。

土壌断面調査 4/24、浅層暗渠施工 7月中旬、草地整備完了 9/6

生育調査 10/15。

②試験結果

10/15の調査において、チモシーおよびマメ科牧草の株数は、浅層暗渠施工区で対照区より多かった（図10）。

また、同時期における被度割合について、浅層暗渠区では対照区と比較して、裸地の割合がわずかに低い傾向にあった（図11）。

対照区では、スギナやカヤツリグサなど湿性を好む植物を確認したが（写真1）、浅層暗渠区ではこれらの植物は確認できなかった。

貫入抵抗値は、浅層暗渠区で対照区より大きかった（図12）。施工された暗渠により排水が促進され（写真2）、地耐力が高まったと推察された。

水分張力は、処理間差が判然としなかった（図13）。

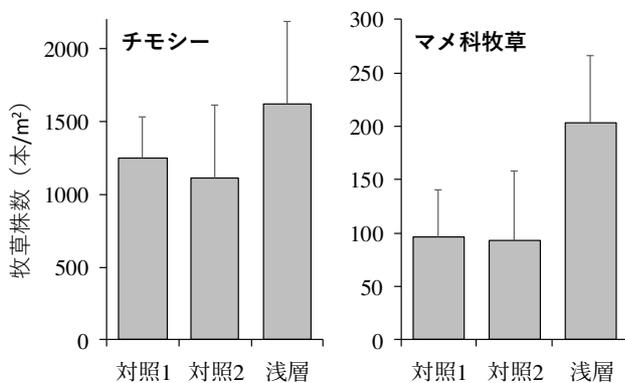


図 10 浅層暗渠施工圃場における牧草の株数と被度割合

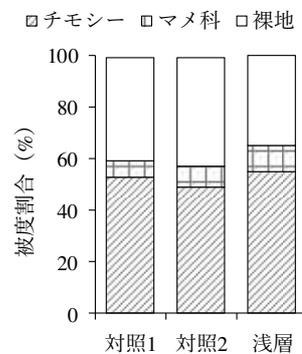


図 11 浅層暗渠施工圃場における牧草の被度割合

写真1 暗渠施工圃場の対照区で確認した湿性植物

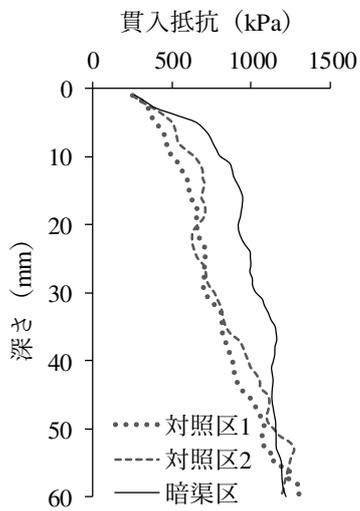


写真2 暗渠排水の様子



図12 浅層暗渠施工圃場における貫入抵抗値

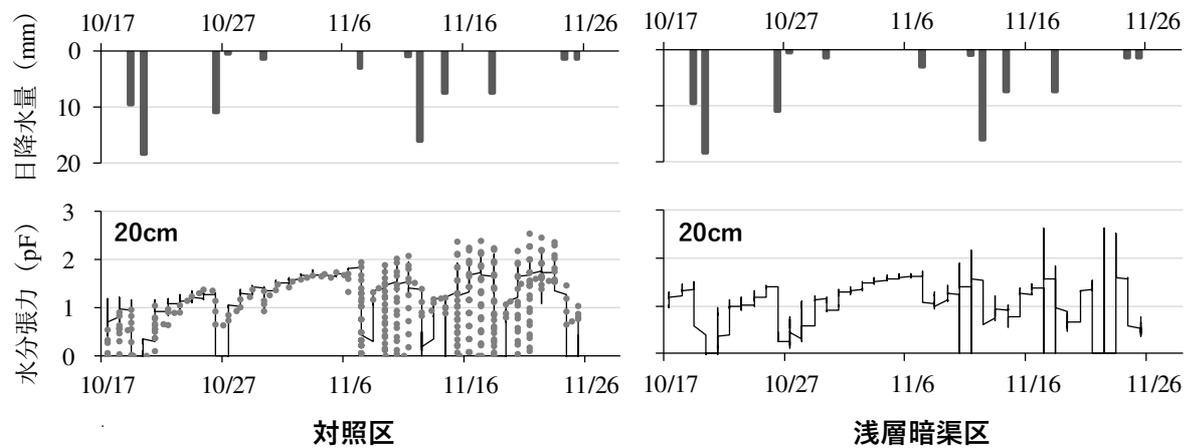


図13 暗渠施工圃場における水分張力の推移  
対照区において、実線は対照区1、破線は対照区2。

## 5) 湧別試験地区 (2019年施工・播種)

### ① 作業経過

試験区の設置および調査時期は以下のとおり。

草地整備完了 7/19

少雨の影響もあり牧草生育は遅延。土壌水分などの測定は2020年から開始。

施工当年の越冬前被度調査は10/25に実施。

### ② 試験結果

播種牧草であるチモシー (TY)、メドウフェスク (MF) およびシロクローバ (WC) の越冬前被度 (合計) は、R1年度施工圃場において通常暗渠区で88%、浅層暗渠区で66%であった (図14)。いずれの試験区においても、TYの被度は低かった。なお、シバムギおよびリードカナリーグラスはわずかに確認できる程度 (5%未満) であった。

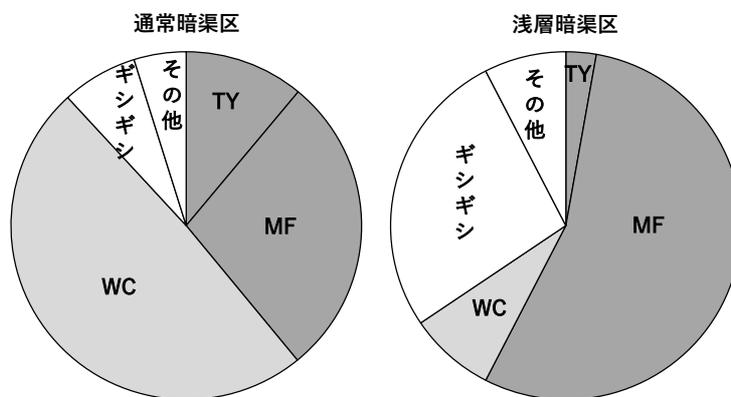


図14 暗渠施工圃場における越冬前の被度調査の結果 (湧別)  
TY, チモシー; MF, メドウフェスク; WC, シロクローバ。

## 3. まとめ

### (1) 実態調査

透水係数は、心土より作土の方が低い圃場が多かった。また、整備後経過年数と土壌物理性の関係についてみると、経過年数が長いほど、作土の緻密度は大きく、全孔隙率は小さくなる傾向にあった。

土壌硬度調査は、深さ35cmまでは、整備後経過年数が長くなると土壌硬度が増大する傾向にあった。

今後、本調査を継続するとともに、これまでの調査データを解析し経過年数や維持管理が土壌物理性に及ぼす要因を検討する必要がある。

### (2) 心土破碎調査

一部の生産者圃場では、牧草生育量は心土破碎区で対照区より多い場合があり、土壌硬度は心土破碎区で対照区より小さかった。

今後も心土破碎の処理が整備後の排水性や牧草生育に及ぼす影響を調査しその有効性を検証する。

### (3) 浅層暗渠調査

一部の生産者圃場の浅層暗渠施工区では、牧草の被度割合が暗渠未施工区より良好であり、湿性植物が見られず地耐力の向上も見られた。

浅層暗渠、通常暗渠、暗渠未施工の処理間で土壌水分張力に大きな違いは見られていない。

今後も同様の調査を継続し、浅層暗渠区、通常暗渠区、暗渠未施工区における排水性や牧草生育などの効果を調査しその有効性を検証する。

#### 4. おわりに

本年度も各種調査について追跡調査行っているところである。

今後、2021年まで調査を進め、火山性土における低コスト排水対策の効果をまとめる。2022年以降は、火山性土において本成果を実証するとともに、火山性土以外にも排水対策圃場を設置し、効果の発現条件を整理する。

本成果については、将来的に取り組みやすい安価な排水対策工法や維持管理までの一体的な取組について広く普及を図るためPR資料を作成し、全道の営農者や事業関係者などに向けて発信していきたい。

---

#### 【参考文献】

- <sup>1</sup>北海道立総合研究機構 中央農業試験場 農業環境部環境保全グループ(2018)  
：畑での補助暗渠による疎水材暗渠の機能回復効果と持続性

---

#### 【協力機関】

北海道オホーツク総合振興局産業振興部整備課

北海道オホーツク総合振興局産業振興部西部耕地出張所

北海道オホーツク総合振興局産業振興部網走農業改良普及センター遠軽支所

北海道釧路総合振興局産業振興部農村振興課

北海道釧路総合振興局産業振興部釧路農業改良普及センター釧路中西部支所

北海道根室振興局産業振興部農村振興課

北海道根室振興局産業振興部根室農業改良普及センター