

諏訪地域 湿害対策手引書



目次

1	はじめに	1
2	湿害とは	2
	(1) 湿害の定義	
	(2) 湿害対策の目的	
3	水田と畑の特徴、排水不良の原因について	3
	(1) 水田と畑の違い	
	(2) 水田転換畑での排水不良の原因	
4	湿害対策の考え方	4
	(1) 排水方法の分類	
	(2) 湿害対策（排水性改善）の手順	
5	対策技術について	5～
	(1) 地表排水技術	
	(2) 地下排水技術	
6	ほ場周辺やほ場内の状況確認項目 チェックシート	8
7	参考情報	10～
	(1) 土壌断面調査について	
	(2) 土壌断面調査に用いる項目例	
	(3) 主な排水改善機器の紹介	
8	新規就農者の湿害対策取り組み事例	12～
【令和6年度 追録版】		
1	カットブレイカーminiによるハウス内への施工	2-1
2	緑肥作物による土壌流入および流亡対策の検討	2-3

諏訪地域 湿害対策手引書

1 はじめに

諏訪農業農村支援センターでは、重点活動「諏訪ブランド農産物を支える担い手の育成」(令和2～4年度)にて、新規就農者8名の課題解決を支援しました。

この活動を通して確認できたことは、多くの新規就農者の苦勞している課題が、「湿害対策」であるということでした。そこで、新規就農者ほ場の調査を実施した上で、対策技術の導入指導を行い、この活動のまとめとして本手引書を作成しました。

本手引書によって、新規就農者の皆様が野菜や花きの安定生産に向けた適切な湿害対策を講じるための参考になれば幸いです。

水田で園芸作物を栽培する上では、湿害対策が重要となりますが、対策技術を講じるだけではカバーしきれない場合もあります。まずは、下記の注意点を参考に就農予定地の市町村やJ A等とよく相談して、積極的に農地選びを行うことをお勧めします。

農地の利活用の注意点

- ・農地を買ったり、借りたりするには、農地に関する法律に基づき、市町村農業委員会の許可等が必要。
- ・研修中の場合は受入農家や市町村、J A等の協力を得て早めに農地を探す。農地は就農時に取得する。
- ・ハウス等施設の設置や宿根性作物(アスパラガス)や花木、果樹を新植する場合は、地主から返還を求められる場合も考え、慎重に検討する。
- ・ほ場条件、周囲の環境を十分にチェックすること。

※詳細は県が発行している就農準備資料「農活信州」をご確認ください。

2 湿害とは

(1) 湿害の定義

土壌中の過剰水分に基づく土壌の空気不足に起因して、作物が生育障害を起こす現象。現地では、ブロッコリーほ場でのうね間の滞水(写真1)、湿害によるレタスの生育不良(写真2)、排水不良等によるブロッコリー根こぶ病の発生(写真3)、トルコギキョウの生育不良(写真4)の発生等が見られている。

湿害や排水不良の例



写真1 ブロッコリーほ場うね間の滞水



写真2 レタスの生育不良(写真手前)



写真3 ブロッコリー根こぶ病の発生



写真4 トルコギキョウの生育不良

(2) 湿害対策の目的

ア 野菜や花き等の生育環境の改善

→特に水田転換畑で、野菜や花き等を栽培する場合に、排水不良による生育障害が発生しやすい。



近年、局地的な大雨等、集中豪雨が頻発し、湿害が発生しやすいため対応が必要。

イ 作業性の改善

→うね間等ほ場内滞水を防ぎ、管理作業機械の乗り入れ等の作業性を改善する。

3 水田と畑の特徴、水田転換畑での排水不良の原因について

(1) 水田と畑の違い

水 田	畑 地
<p>・畦畔で囲まれ、均平で、水口(水尻)があり、水を溜める構造である(写真5)。</p>	<p>・畦畔は特になく、傾斜があるものもあり、水はけがよい構造である(写真6)。</p>
	
<p>写真5 水田の例</p>	<p>写真6 畑の例</p>
<p>透水性 → 小さい</p> <p>地下水位 → 高い</p> <p>排水性 → 不良</p>	<p>透水性 → 大きい</p> <p>地下水位 → 低い</p> <p>排水性 → 良</p>

(2) 水田転換畑での排水不良の原因

下の表に記載の原因によって、排水不良は発生する。下記の原因が複合しているほ場も見られる。

表1 水田転換畑の過湿原因 (農業技術体系土壌肥料4巻 野口 一部加筆)

状 況	原 因
押水	傾斜地の水田地帯で上位ほ場からの地下浸透水が境界土手を通して下位のほ場に侵入。
高地下水位	地下水位が高いため過湿になるほ場で、干拓地や平坦な低湿地に多い。
湧水	山間地域でみられ、湧水の位置、量が過湿の程度に影響する。
ブル盤	基盤整備事業の際のブルドーザ踏圧により形成した圧密層が不透水層となり過湿となる。
土壌の難透水性	強粘土の土壌地帯で、土壌そのものの難透水性が原因となり過湿となる。

4 湿害対策の考え方

(1) 排水方法の分類

排水方法は、「地表で水を排除する方法(=地表排水)」と「地下に浸透させて地下水として排除する方法(=地下排水)」がある。重要なことは、どこに排水するかである。

地表排水が排水の多くを占め、近年の長雨や局所的な降雨が降る環境条件では、速やかに水を排除することが特に重要である。

地下では水の移動が非常に遅い。水田では、畑地に比較して透水性が小さいので、地下水として排除する方法は特に能率が悪い。下の図の事例では、地表排水が排水量の70%以上を担い、地下排水は30%以下になっている。

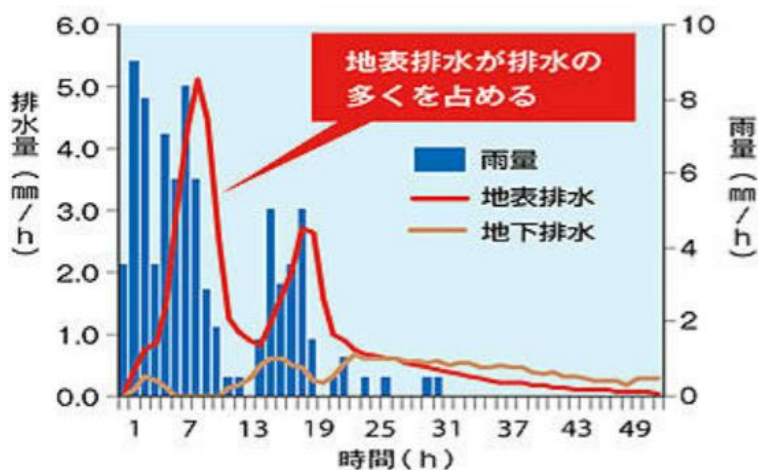


図1 地表と地下の排水量

(出典：農研機構・中央農業総合研究センター北陸研究センター)

(2) 湿害対策（排水性改善）の手順

まず、ほ場周辺からの漏水や湧水について対応し、その次に、地表排水としてできるだけ多量の過剰な水を排除する。その後、地表で排除できない水を地下で排除する(図2)。

実際では、ほ場周辺及びほ場内の観察や土壌断面調査(耕盤や礫の有無の確認等)を行なうと良い。

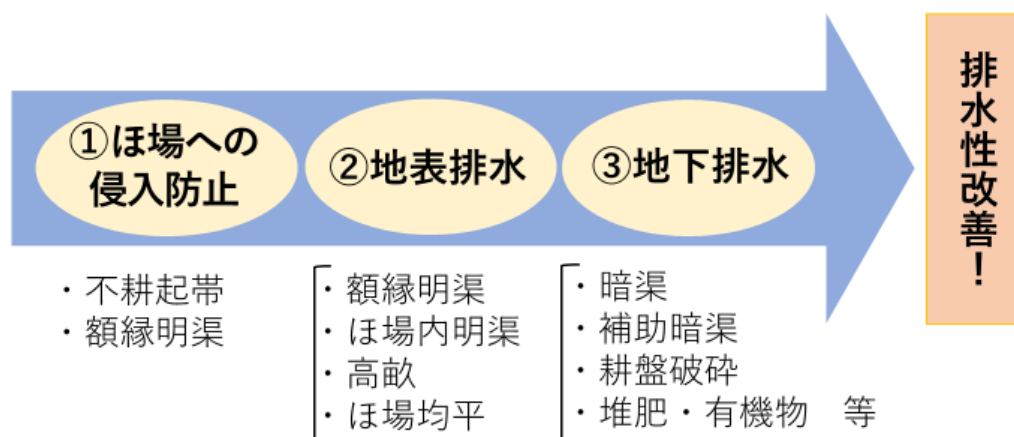


図2 排水性改善の基本的な流れ

※詳細は、「ほ場周辺やほ場内の状況確認項目 チェックシート」(P.8)を参照。

5 対策技術について

(1) 地表排水技術

ア 額縁明渠がくぶちめいきよ

- ・ 額縁明渠は、畦畔に沿って掘った排水溝。地表排水の基本、必須の技術である（図3）。
- ・ 管理機や溝掘機等を使用して20～30 cmの深さで、確実に落水口（排水口）につなぐよう施工する。
- ・ 大区画ほ場や粘土質土壌で排水条件が悪いほ場では、ほ場内にも溝を作ると、効果的に排水ができる。

※ほ場の表面水を少しでも早く除去し、次の作業（うね立て等）を円滑にするため、額縁明渠は前作が終わったら極力すぐに行うこと（乾きぐせをつける）。

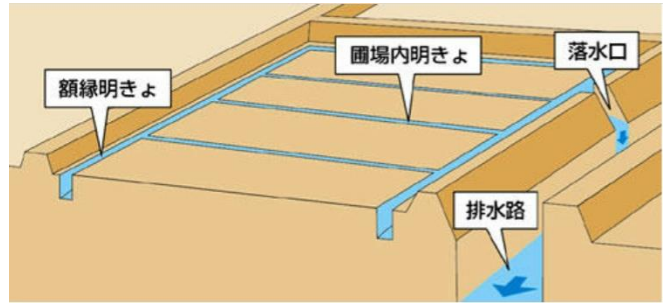


図3 ほ場内の明渠施工例 提供(株)クボタ

よくある失敗例

例1 深さが足りない（図4）

明渠は耕盤より深く掘るのが基本だが、深さが不十分なほ場もある。排水が上手くいかず、明渠からほ場内に水が浸透する恐れもある。

一般的なロータリー耕の場合、掘削の精度を考えると20 cmを目標とする。なお、補助暗渠を明渠に接続する場合は、少なくとも30 cmほど掘削する。

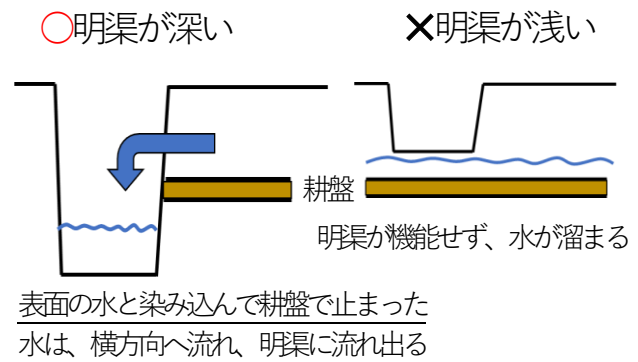


図4 深さが足りない

例2 溝に起伏があり、途中で水が溜まる（図5）

当然であるが、水は高いところから低いところに流れる。したがって、明渠は一番低い排水口に向かってスムーズにつながっていないといけない。

特に明渠は角の部分 shallow になりやすいことを意識しながら、丁寧な作業を心がける。浅くなる場合は、手作業で掘り起こすことも必要である。

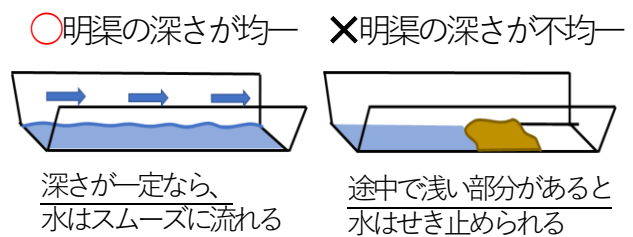


図5 溝に起伏があり、途中で水が溜まる

例3 排水口が明渠よりも高い（図6）

明渠と排水口をしっかりとつなげることが大事である。しかし、この2つの間に溝が掘られていないといった場合も見られる。また、水稻栽培用に設置された排水口は、ほ場面から10～15 cmの深さしかない場合もある。

水が溜まるほ場では、排水口を明渠の底より深く、できれば30 cm以上深く掘り直す必要がある。

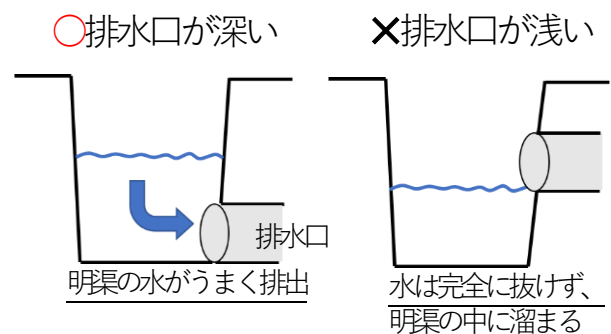


図6 排水口が明渠よりも高い

イ 高うね

- ・地下水位からの距離を確保して、湿害を防ぐ技術（写真7）。
- ・うね立てる作業は、ロータリー成型機や管理機を使用する。
 - 1条植え 18～20 cm程度。
 - 2条植え 20～30 cm程度。
- ・うね間と額縁明渠を確実に繋いで、うね間の湛水を速やかに排除する。
- ・うねが長い場合は途中でうねを切り、額縁明渠に繋ぐように施工する。
- ・うねと排水溝の落差が大きいほど効果的である。

【平高うねマルチ栽培】

- ・うねを 25 cm程度の平高にし、マルチを被覆する（写真8）。
- ・ブロッコリー栽培で試験的に導入している。



写真7 高うね（ブロッコリーほ場）



写真8 平高うねマルチ（ブロッコリーほ場）

ウ ほ場均平、ほ場傾斜

- ・ほ場にくぼみがあると、過湿になりやすい。野菜畑では中央がやや高いカマボコ形や片方に傾斜をつけて、排水性能向上を図っている場合がある。これらは農業土木的にはほ場整備の段階で計画的に実施していないと難しい。しかし、簡易的にはトラクタ直装型リアグレーダが用いられた作土の移動がなされており、大規模ほ場ではトラクタけん引式レーザーレベラが使用されている。レーザーレベラを用いると小中規模のほ場区画をまとめて大きくし、機械作業効率の向上を狙うこともできる。

エ ビニールハウス内への雨水等の浸水防止

- ・前項を参照にハウス周囲に明渠を施工した上で、ハウス間にマルチや防草シートなどの不透水性シートを展張し、雨水の浸透を防ぐ。
- ・ハウス内の周辺部に波板を埋め込むことによって、外部からの雨水の流入を防ぐことも有効な対策手段である。
- ・長年作付けをしているハウスでは、トラクタにより土壌が偏り高低が生じ、窪んだところで滞水し湿害の原因となることがある。トラクタの逆転ロータリー等によってほ場が均平になるよう心がける。



写真9 ハウス間の不透水性シート

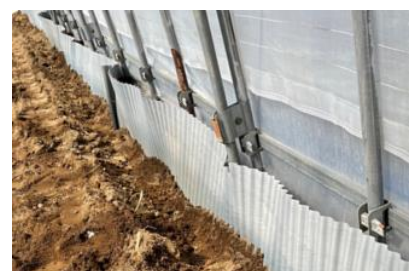


写真10 ハウス内へ波板の埋め込み

(2) 地下排水技術

ア 耕盤破碎 (補助暗渠)

- ・長年トラクタのロータリーなどで耕うんを続けていると、作土直下に非常に緻密な圧密層(耕盤)が形成される(図7)。通常、作物の根は土壌の硬さが緻密度で24mmを超えると根の伸長が困難になるとされる。それとともに透水性が低下(不透水層の形成)し、作物の生育が著しく不良になる。耕盤破碎は、この耕盤を破碎する技術であり、透水性の改善だけでなく根域の確保にもつながる。また、耕盤より下にある心土層までを破碎することを心土破碎という。

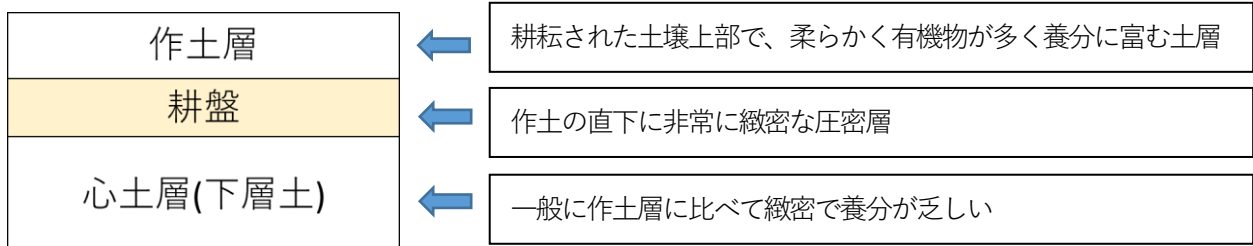


図7 土壌断面の模式図

- ・耕盤破碎ではサブソイラ、深耕ロータリー、深耕プラウ等を使用する。サブソイラは本来、本暗渠施工済みの圃場を使用するのが原則である。しかし、額縁明渠の底から施工すると、暗渠が十分機能していない場合でも額縁明渠の深さまでは排水できることになるとともに、耕盤破碎の意味も大きい。
- ・サブソイラには、ウィングや弾丸といった追加装備がある。ウィングを装着すると心土破碎範囲を広げることができ、弾丸を装着すると、簡易的な暗渠(補助暗渠)の施工ができる。

イ 深耕

- ・深さ20cm~40cm程度を起こして、作土の拡大と浸透性の向上を図る技術。深耕プラウや深耕ロータリー等を使用する。なお、通常のロータリー耕の範囲は、深さ15cm程度である。

ウ その他

農業土木的な取組(暗渠排水工事)

地下へ暗渠排水管を設置し、地下透水を改善する方法。

隣接地からの水の侵入防止も重要

雨水だけでなく、用水路、隣接圃場、道路、畦畔からの流れ込みや排水路水位の上昇(逆流の有無)を観察することも重要である。その中では、用水路の改修や排水路の底に堆積した土石の除去には地域と連携する必要があることに留意する。

ほ場周囲からの水の侵入リスクがある場合は、不耕起地帯(耕起しない地帯)を設置する(図8)。

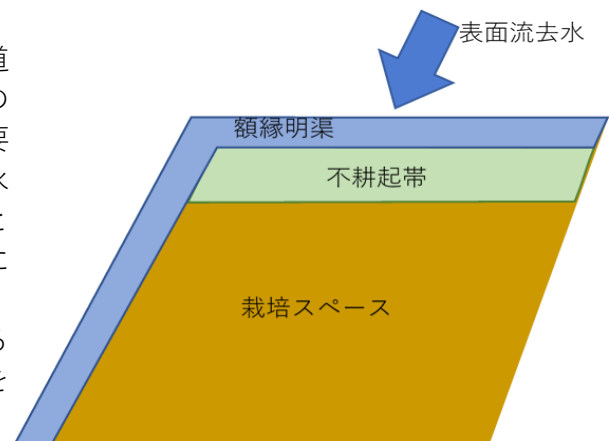


図8 不耕起地帯のイメージ

6 ほ場周辺やほ場内の状況確認項目 チェックシート

作付け予定ほ場で調べてみましょう

(1) ほ場周辺の確認項目

①作付け予定ほ場の湛水田との隣接状況	隣接していない <input type="checkbox"/>	隣接している <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> 不耕起地帯を作る
②用水からの漏水状況	漏水はない <input type="checkbox"/>	漏水している <input type="checkbox"/>	
③道路からの雨水の流入の可能性	流入はない <input type="checkbox"/>	流入の可能性あり <input type="checkbox"/>	

その他確認項目

- ・ ほ場立地条件の把握
低湿地・谷部の場合は、耕盤破碎で湧水発生リスクあり。
- ・ 農地の地目は、畑か？水田か？
畑と水田で基盤整備の方法が異なり、地下に石礫が多いことがある。
- ・ 前作の生育状況の様子
生育不良個所の有無を確認（生育不良がある場合は土壌断面調査を検討）。

(2) ほ場内の確認項目

調査項目 (□を調査、記入)	対策	施工方法 (選択)
①田面から排水口底面までの落差 <input type="checkbox"/> cm 30 cm以上あるか はい いいえ		<input type="checkbox"/> A B C D E
②田面から排水路の水面までの落差 <input type="checkbox"/> cm 40 cm以上あるか はい いいえ 畦畔を割って排水口を作れるか はい いいえ		
③礫層の田面からの出現位置 (土壌断面調査・検土杖等で確認) <input type="checkbox"/> cm 0~40 cmの間 40 cm以下またはない	徹底した地表排水 額縁明渠・高うね 額縁明渠 + サブソイラ (斜めがけ・礫層まで)	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
④本暗渠の敷設 (あり、なし) <input type="checkbox"/> あり なし	額縁明渠 + サブソイラ (斜めがけ) 額縁明渠 + (排水柵) + サブソイラ	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>

※具体的な施工方法は次のページに掲載。C~Eの場合でも、高うねの導入を検討する。

施工方法	平面図	側面図
A	<p>畦畔を割って 深い排水口施工</p>	<p>畦畔を割って 深い排水口施工</p> <p>排水</p>
B	<p>深い額縁明渠を 掘る</p>	<p>深い額縁明渠</p>
C	<p>石礫層までサブソイラを施工</p>	<p>石礫層までサブソイラを施工</p> <p>石礫</p>
D	<p>本暗渠</p> <p>深くサブソイラを施工</p>	<p>深くサブソイラを施工</p> <p>本暗渠</p>
E	<p>深くサブソイラを施工 放射状にサブソイラを施工</p>	<p>深くサブソイラを施工 放射状にサブソイラを施工</p> <p>排水槽</p>

7 参考情報

(1) 土壌断面調査について

目的及び調査方法

地下の土壌状態（耕盤や礫の有無、地下水位など）を把握するために行う。石礫の多い圃場では使用できない地下排水用作業機があるため、排水不良の原因を探る必要がある。

ほ場中央部の平均的なところに 50～60 cm の穴を掘って簡単な断面調査を行う。

【調査手順】

- ① 穴を掘る（横 100 cm 程度、縦 50～60 cm） 階段状に穴を掘ると作業がしやすい
- ② 断面を整える
- ③ 作土層と作土下の層(幅)を確認(記録)する
- ④ 土色・土性・硬度(緻密度)・礫の有無や量等を確認(記録)する

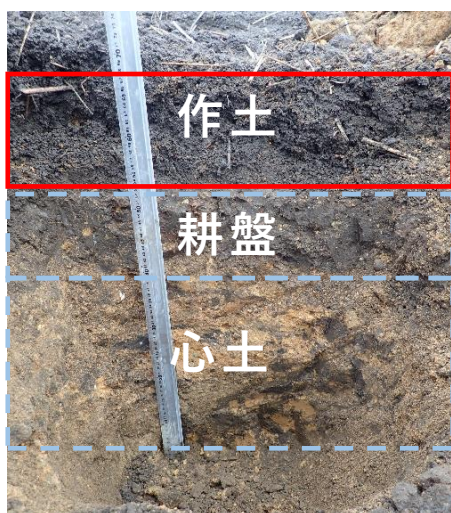


図9 実際の土壌断面の様子

おもな確認ポイント

- 作土の厚さは？ … 一般的には 15～20 cm
- 土壌硬度は？
親指が容易に押し込める深さは何cmまでか？
- 礫の有無、量は？
- 湧水の有無は？（降雨直後に見る）
- 地下水位の位置は？
断面が青灰色になっていないか確認する。

調査の結果・・・

- ・「土壌硬度が高い」
→ 堆肥・有機物投入(土壌団粒化の促進)を検討。
土壌硬度の改善
- ・「耕盤が発達している」
→ 耕盤破碎の検討。土壌の透水性・通気性の改善
(礫や湧水の発生があれば別途検討必要)
- ・「作土層が浅い」
→ 深耕の検討。土層の深さ改善。

(2) 土壌断面調査で用いる項目例

①土色と腐植含量

色	腐植含量
黒味がない	1%以下
少し黒味がある	数%程度
かなり黒味がある	5%程度
黒に近い褐色	10%程度

②土壌の硬さの区分

硬さの区分	親指で押したときのへこみの程度	土壌硬度計の読み (mm)
軟らかい(疎)	指がたやすく土層内へ入る	～18
普通(中)	はっきりと指のあとが容易にできる	19～24
硬い(密)	指のあとがわずかにしか残らない	25～28
ごく硬い(極密)	指のあとが残らない	29～

③土性の種類と粘土含量

※一般の作物の根が十分に伸長できる緻密度は 20 mm 以下。

土性	粘土含量	指先の触感など
砂土(S)	12.5%以下	ざらざらとほとんど砂だけの感じで、ねばり気を全く感じない。 かたまりや棒状にならない。
砂壤土(SL)	12.5～25.0%	大部分砂の感じ(全体の 1/3～2/3)でわずかに粘土を感じる。 まるまるが、棒状にはできない。
壤土(L)	25.0～37.5%	砂と粘土が同じくらいに感じられる。鉛筆くらいの太さにできる。
埴壤土(CL)	37.5～50.0%	わずかに砂を感じるが、大部分粘土でかなりねばる。 マッチ棒くらいの太さにできる。
埴土(C)	50.0%以上	ほとんど砂を感じないでヌルヌルした粘土の感じが強い。 コヨリのように細くできる。

※透水性…砂土：極めて良、砂壤土：極めて良～良、壤土：良、埴壤土：普通、埴土：不良

(3) 主な排水改善機器の紹介

ア 地表排水対策

管理機（簡易な方法）

管理作業全般で使用できる機械。溝掘り、うね立て、培土作業等を使用する。

溝掘機

額縁明渠等の排水溝を施工する機械。トラクタへ取り付けて使用する。プラウ型、ロータリ型、オーガ型がある。

うね立て機

高うねを形成する際に使用する機械。

トラクタへ取り付けるタイプと自走タイプがある（写真11）。



写真11 うね立て機（左）

グレーダー

均平機の一つで、圃場の均平、表土の削り取り等に使用される乗用トラクター用作業機である。トラクターの後方に装着するものをリアグレーダーと言い、前方に装着するフロントグレーダーと区別して用いる。

イ 地下排水対策

サブソイラ

作土層下の硬盤を破碎するための作業機。下層土が表層に上がらない。

ナイフをけん引して、耕盤などの緻密な層を線状に破壊して多くの亀裂を作り、排水性や通気性を改善する。サブソイラに弾丸をつけて、耕盤破碎と弾丸暗渠の施工を同時に行うのが一般的（写真12）。

プラソイラ

耕盤破碎と同時に部分的に下層土を表層に持ち上げる効果がある。標準耕深 30～60 cm。



写真12 サブソイラ

カットブレーカー

- ・ 土壌タイプを選ばずサブソイラ等従来の心土破碎機よりも広く深く破碎できる（写真13）。
- ・ 下端幅 10cm、上端幅最大 80cm となる V 字状に破碎した 1～3 連の溝を構築する。

【注意点】

- ・ 石礫が 5 % 以上含まれるほ場では効果が低く、5 % 未満ではあるが直径 30cm を 超える巨礫が含まれるほ場、埋木があるほ場では使用できない。
- ・ 破碎強度が強いため、少なくとも 3 年以内に復田するほ場への施工は望ましくないとされる。



写真13 カットブレーカー

深耕プラウ

- ・ 標準プラウより深く耕ことが可能なプラウ。
- ・ プラウは、下層の土を表面に出し、表面の土、草、わらを埋没させる反転効果と、土を砕いて生育に適した大きさにする破碎効果がある。
- ・ 反転効果によって表面の雑草や過剰養分、病原菌などは下層に埋没し、下層土が表層に現れる。
- ・ 破碎効果によって土層は適度な粗さになり、空気を含みやすく、排水も向上する。
- ・ 一般的に、標準ロータリーよりも深く耕起できる。

深耕ロータリー

標準ロータリーと異なり、深耕することが可能なロータリー。耕耘ではなく硬盤を崩すだけなので、表土の耕耘は標準ロータリーでの作業が必要。

エンジンオーガ

- ・ 栽培期間中や、大型機械が入れない施設においても利用可能な技術（写真14）。
- ・ 通路部分にエンジンオーガで 60 cm 深程度の穴を開けて耕盤を破碎し、もみ殻などを充填し、埋没を防ぐ。穿孔は 1～2 m おきに行う。
- ・ 礫が多いほ場では施工が難しいほか、オーガの操作には力があるため注意が必要。

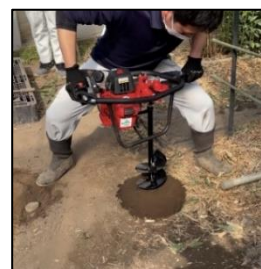


写真14 エンジンオーガ

サブソイラ等で耕盤破碎を行う場合の注意点

- ・速度が速すぎると、爪部が耕盤層より下に届かず、耕盤層の上を浅く通ってしまい効果が不十分になる恐れがある。
→十分な耕盤・心土破碎のためには、2 km/h程度で走行。
- ・礫が多い圃場(特に耕盤層～心土層に)では、サブソイラ等の使用に注意。
爪を傷める恐れがある。
- ・傾斜地や谷部の圃場では耕盤・心土破碎をすることにより湧水が多くなり、悪化させてしまう場合があるので注意する。
→地表排水の改善を優先する。高畝の効果も高い。

8 新規就農者の湿害対策の取り組み

野菜の事例

- 事例1** ブロッコリー「押水・地下水による湿害対策、明渠と平高うねマルチの活用」
富士見町 K氏
- 事例2** ブロッコリー「隣接する水田・水路からの流入水対策、
流末の確保・排水勾配を考えた明渠設置」
原村 M氏
- 事例3** パセリ「押水による湿害の対策、明渠の設置」
茅野市 K氏
- 事例4** ブロッコリー「押水による湿害対策、明渠および平高うねマルチ栽培の導入」
茅野市 F氏

花きの事例

- 事例1** トルコギキョウ「押水及びハウス間からの浸水対策、
額縁明渠、ハウス間ビニールの設置」
茅野市 S氏
- 事例2** キク「押水による湿害の対策、額縁明渠の設置」
- 事例3** キク「土壌流亡の対策、明渠・水道の設置」
茅野市 S氏
- 事例4** トルコギキョウ「ハウス間からの浸水対策および耕盤破碎による根域確保、
ハウス間明きょ設置・サブソイラ施工・高畝栽培」
原村 I氏
- 事例5** キク「押水および地下排水不良による湿害対策、額縁明渠・サブソイラ」
富士見町 Y氏

野菜 事例1 「押水・地下水による湿害対策、明渠と平高うねマルチの活用」

農家名：富士見町 K氏 就農5年目

品 目：ブロッコリー（キャベツ）

ほ場の概要

- ・地区：富士見町立沢 ・面積：12 a ・地目：水田
- ・土壌分類：黒ボク土・土壌分類：黒ボク土

○耕種概要

定植期：5月11日

収穫期：6月28日～7月6日

ほ場見取り図



写真15 ほ場平面写真
矢印（黄色）方向に下っている。

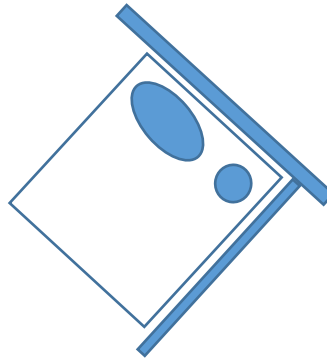


図10 滞水箇所

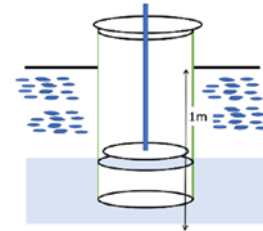


図11 地下水位の調査
1m塩ビ管を75cm埋めて水位測定

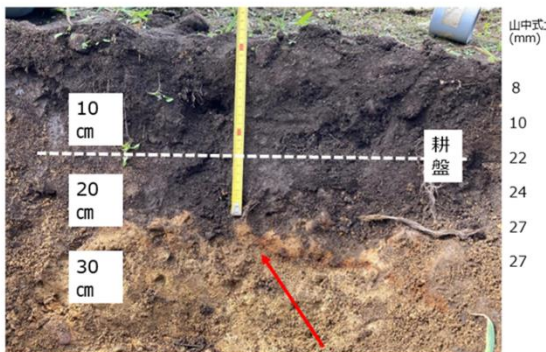
1 令和3年度の実組経過

(1) ブロッコリーを作付けしたが、押水により滞水する部分があり圃場の1/4程度を不作としていた（写真15、図10）。図10で示す2か所に縦穴（直径1m深さ1m：重機使用）を掘り、もみ殻を充てんし排水を促したが、十分な排水効果が得られなかった。

(2) 縦穴への塩ビ管を埋設し、地下水の変化を測定した。（令和3年11月から）

地上よりの水位を目視にて測定した（図11）。降水後2週間程度で最下位水位となり地上より57cmまで常時溜まっている。降水があると水位が上昇し、30mm程度降水があった翌日には地上より17cmまで水位が上昇していた。概ね地面から20cm～50cmで推移の変化が見られた。

(3) 土壌断面調査の実施



23cm深～湛水代かき層から還元溶脱した鉄が現れている＝地下水位高い
礫有り（10cm大）

図12 土壌断面調査

地質：水田化アロフェン質黒ボク土

23cm深～湛水代かき層から還元溶脱した鉄が現れている＝地下水位高い 礫有り（10cm大）

【対策案】地表面排水を重点とした対策

作土が約13cmと浅く、10cm大の礫による耕盤があり、地下水位が高いほ場のため高畝による有効土層の拡大を図ることが有効と思われた（図12）。

2 令和4年度の取組経過

(1) 1(3)の対策案により、①平高うねマルチ栽培で有効土層の拡大を図る(図13、写真16)とともに、ゲリラ豪雨等及び押水による滞水対策として②明渠を設置した(写真17)。

① 平高うねマルチによる表面对策

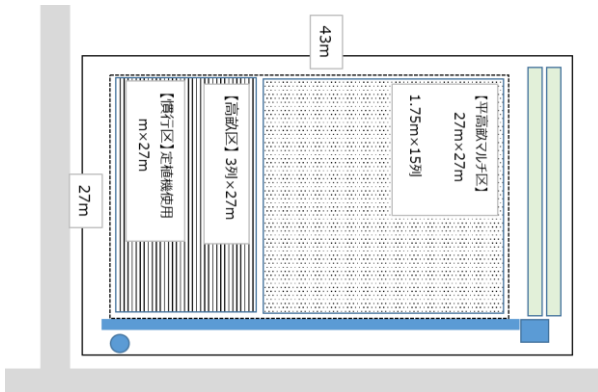


図13 平高うねマルチ栽培試験



写真16 平高うねマルチ区

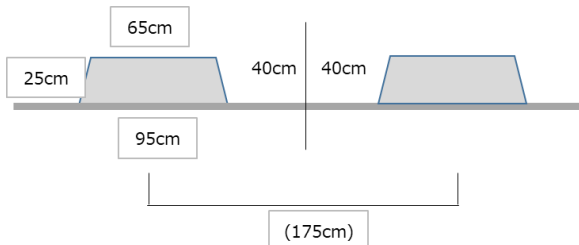


図14 平高うねマルチの側面図

(ア) 作土が13cmしかないため、うね高を25cm高とし、マルチをはる(図14)。

(イ) 水分計ロガーを設置し、含水率の変化を確認する。

(ウ) 各区の生育調査、収穫調査を実施。

表1 試験設計

	処理方法
試験区1	平高うねマルチ(うねの高さ25cm、マルチ有り)
試験区2	高うね(うねの高さ15cm、マルチ無し)
慣行区	産地慣行(うねは立てない、マルチ無し)

栽植密度：株間 35cm × 条間 40cm(平高うね) 株間 35cm × うね間 60cm(平高うね以外)

施肥設計：産地慣行による

平高うねの概要

(ア) 使用マルチ：黒生分解マルチ

(イ) 寸法：うねの高さ25cm、うね肩幅65cm、うね裾幅95cm

(ウ) 平高うね設置時の機械：管理機 YK850MK、ダブル可変平高畝整形ロータリ AKR-E15D

② 明渠の設置による排水対策



写真17 明渠の設置

(ア) うね間滞水の明渠

・ゲリラ豪雨等による畝間滞水時間を減少するため畝間の水を排水する。

(イ) 押水滞水の明渠

・上部畦畔の土手固めをしていないため、押水(土手からの湧き水)があり、明渠を掘り、用水路へ排水する。

(ウ) 表面排水対策としての明渠を実施した。降雨後に目視で確認したところ、滞水している箇所が見られた。

(2) 対策後の結果

ア 水分計による含水率の推移

- ・ブロッコリー生育期間中の、多降水は、6/5 と 6/20 前後の 2 回あった。

○ 6/5:102mm 6/6:22mm 6/8:22mm

平高うねマルチは含水率は、6/5 に 2 時間で 100mm の降水、その後も約 45mm の降水があったことで、対照区と同程度であったが、

○ 6/20:28mm 6/22:18mm 6/23:22mm

6/20 前後の降雨の場合は含水率の減少が早かった。

- 降雨時は体積含水率が平高うねマルチおよび慣行ともに増加したが、平高うねマルチは慣行区に比べ速やかに低下し、過湿状態の改善が確認できた(図 15)。

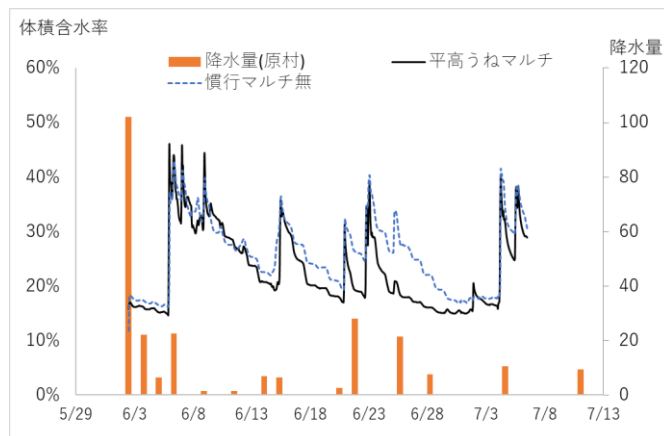


図 15 体積含水率の推移

イ 生育調査・収穫調査

生育調査は、6月22日(定植42日後)に実施した。平高うねマルチ区が最も生育が前進した(データ省略)。

収穫調査では、全重は、平高うねマルチ区が最も高く、ばらつきは少なかった。平高うねマルチ区は、全重は確保したものの花蕾重は慣行と同等程度であった。この理由は、マルチ被覆によって平高うねマルチ区の土壌水分及び地温の保持ができたことで生育が安定したものの、花蕾肥大期(6月下旬)が高温で推移し、全区で花蕾肥大が進んだことが影響したと推察される(表2)。なお、平高うねマルチ区の花蕾の品質は確保でき、根こぶ病の発病も少なかった(表3)。

表 2 収穫調査

栽培方法	調査日	全重		花蕾重		花蕾径 (cm)
		(g/株)	C.V. ¹⁾	(g/株)	C.V. ¹⁾	
試験区 1 平高うね黒	6月28日	1,122	16	272	29	11.6
試験区 2 高うね	6月29日	877	18	218	18	10.1
慣行区 慣行		989	19	285	19	12.1

1)変動係数、ばらつきの大きさを示し、数字が大きいかほどばらつきが大きいかを示す。

表 3 根こぶ病発病度調査

区名	平高うね黒	高うね	慣行
発病度	59.4	91.1	70.0

(3) 農家の感想

- ・生育及び揃いは平高うねマルチが良かったと思う。
- ・経費(平高うねマルチ機の導入、マルチの購入費)と感ずる効果と勘案して検討する。
- ・本年は高温により生育が前進し、収穫作業が間に合わず、ほ場廃棄が多くなってしまった。

野菜事例2 「隣接する水田・水路からの流入水対策、流末の確保・排水勾配を考えた明渠設置」

農家名：原村 M氏 就農5年目

品目：ブロッコリー

ほ場の概要

・地区：原村菖蒲沢 ・面積：13a ・地目：水田

・土壌分類：黒ボク土・土壌分類：黒ボク土

○耕種概要

定植期：5月5日

収穫期：6月25日～7月3日

1 令和3年度の経過

水田転作ほ場で、隣接する水田法尻部は湿害により収穫できない状態(写真18・19・20)。

ほ場見取り図



写真18 ほ場平面写真

矢印(黄色)方向に下っている。



写真19 法尻の過湿状況 <矢印赤方向から撮影>

浸透水により土色は常に暗褐色で(点線内)、水田からの流入水もある。



写真20 法尻の過湿状況と湿害による生育不良

(写真1 赤矢印の反対から撮影 2021年7月8日)

隣接する水田畦畔法尻付近は、過湿による根痛みが生じ、生育が不良となる。

外葉はストレスによるアントシアンが認められ、中心葉の生育も著しく悪い。

2 令和4年度の実施

(1) 対策技術の検討

ア 事前のほ場調査(ほ場踏査、測量による流入源、ほ場の起伏、流末の確認)

・ほ場踏査

ほ場踏査により水田畦畔の法尻の押水その他、水田のかけ口跡から流入、流末設置候補地を確認した(写真21)。

・ほ場起伏、流末の測量

水田転換畑は水が滞水しやすく、少量の降雨でも低い場所で湿害が発生する。また、明渠は排水勾配を確保するため低い流末が必要となる。そこでレベルを用いて、ほ場の起伏と流末の高さを測量した(写真22)。



写真 21 かけ口(跡)からの流入 写真 22 レベルを用いたほ場の起伏と流末候補の測量

イ 排水不良対策の検討

- ・ かけ口跡からの河川水流入は、肥料袋と練り混ぜた泥による止水処理。
- ・ 測量結果から馬入れ道下の暗渠ヒューム管脇を流末地点に決定。
- ・ ほ場北側は一定勾配の排水路設置
- ・ 畦畔法尻は明渠を設置し押水を表面水として排水
- ・ ほ場の起伏は、表層排水実施後の経過を見て、次年度以降対応

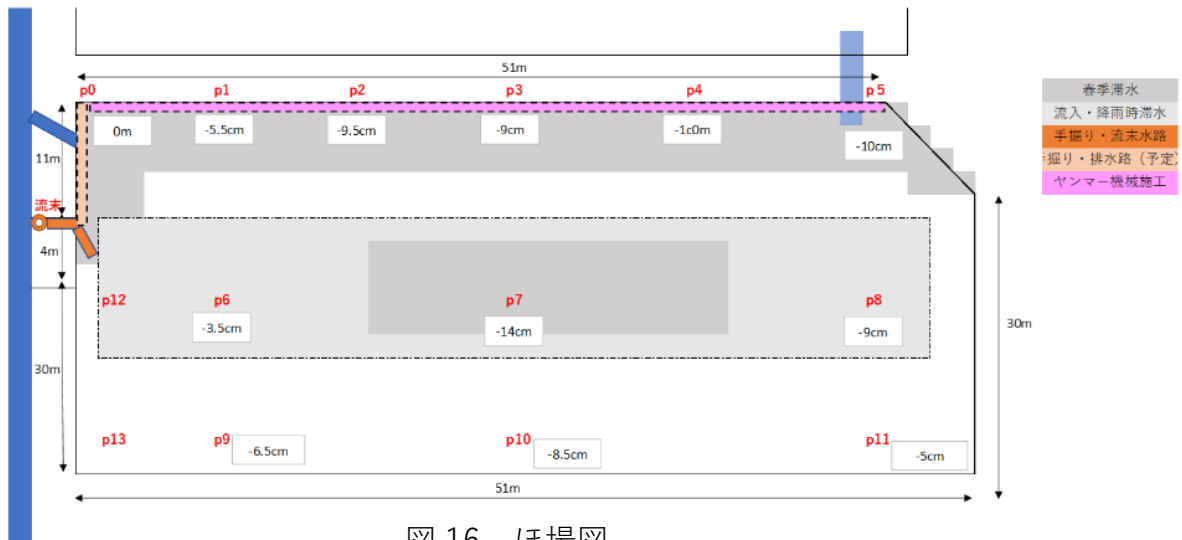


図 16 ほ場図

(2) 対策技術の導入

ア 流末の確保、北側水路の設置

- ・ 計画した流末予定地点を掘削し、塩ビ管による簡易土留めを敷設 (写真 23)。
- ・ 流末に向け、レベルにより勾配を確保しながら明渠を設置 (写真 24)。



写真 23 流末の確保 スムーズな排水のため、流末付近は 50 cm以上の掘削を実施



写真 24 明渠床掘り（左）、レベルによる勾配確認（中）北側水路掘削完了（右）

イ 畦畔法尻への明渠設置（測量、丁張敷設、逆勾配の回避）

- ・ 東側の畦畔法尻に設置する水路は施工延長が長く、勾配確保が難しいため、丁張を設置し、おおむね流路勾配を確保し、逆勾配による滞留を防止。
- ・ 作溝には野菜農家が土寄せで一般的に用いる小型管理機に片寄せローターを取り付け溝掘りし、鋤簾にて仕上げ実施（写真 25）。（協力：ヤンマーアグリジャパン株式会社）



写真 25 農家への作業機（YK300RK、片寄ローター）の説明（写真左）
対象農家による溝掘り作業（写真中央）、丁張による勾配確認（写真右）

ウ 南側水路の追加

- ・ 管理機による施工性が高いことから、農家の希望によりほ場南側に水路を追加。作業は対象農家自身で実施（写真 26）。
- ・ いわゆる額縁明渠の形状とし、土寄せ作業は額縁明渠まで行いうね間トレンチとして排水性を向上（写真 27）。



写真 26 南側水路の追加（写真左）、法尻水路の排水路への接続（写真中央、右）



写真 27 うね間トレンチの排水路への接続（写真左、中央、右）

（3）対策技術の効果

ア 排水の状況



写真 28 生育期間中の様子

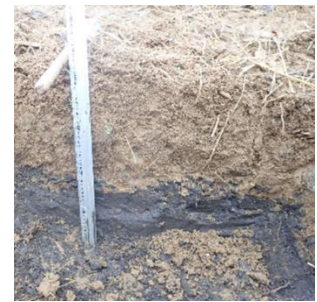


写真 29 土壌断面

イ 収量の比較など

令和 3 年度、畦畔法尻部周辺は湿害により収穫に至らなかったが、令和 4 年度は排水性が改善し収穫が可能となった。法尻に近い部分は定植を避け、緩衝地帯とした。

（4）農家の感想

湿害対策により畑の状況は大幅に改善した。きちんとした流末の確保はそれなりに労力が必要であったが、速やかな排水や流入防止によりほ場条件は大幅に改善した。土寄せ後の畝間をトレンチとして利用することにより、降雨時の排水性も改善した。額縁明渠の設置は管理機利用により比較的容易に施工ができた。土側溝は秋には一部崩れたが、翌春の復旧は鋤簾や管理機で簡単に復旧できると思う。一度、きちんとして施行すればあとは楽だと思ふ。

野菜事例3 「押水による湿害の対策、明渠の設置」

農家名：茅野市 K氏 就農4年目

品目：パセリ

対象ほ場の概要

- ・地区：茅野市湖東
- ・面積：3a
- ・地目：水田
- ・土壌分類：黒ボク土

○耕種概要

定植時期：3月下旬～5月上旬

収穫期：6月中旬～11月上旬

ほ場見取り図

[令和3年度]

1 令和3年度の経過

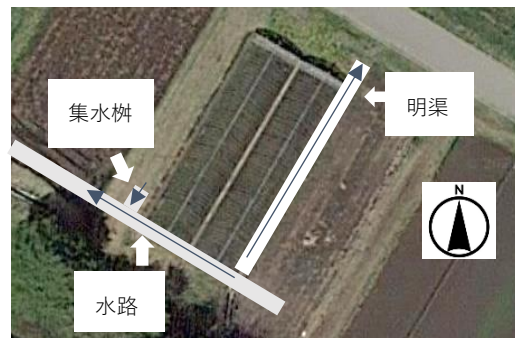
(1) 対策の概要と結果

ハウス東側に明渠を設置（写真30）。

大雨後にハウス東側で軟腐病が多発し単収は1,400kg/10a、長野県経営指標（2,350g/10a）比の約60%となった。

(2) 問題の原因

明渠を設置したもののほ場外へ繋がっておらず滞水してしまうため、長雨が続きとポンプ排水が追い付かず滞水期間が長くなり、根痛み及び軟腐病による株落ちを助長した。写真30 ほ場平面写真



2 令和4年度の成果

(1) 対策技術の導入

- ・連作障害対策のため、上記ほ場（写真30）には別品目を作付け
- ・ほ場外へ繋がる明渠の設置（ほ場①、写真31・32）
- ・明渠の増設（ほ場②、写真33）

(2) 対策技術の効果

- ・新規作付けほ場では前年との比較はできないが、露地のほ場②では降雨後の排水性が改善し、降雨翌日にほ場に入ることができるようになった。



写真31 ほ場① 明渠の様子

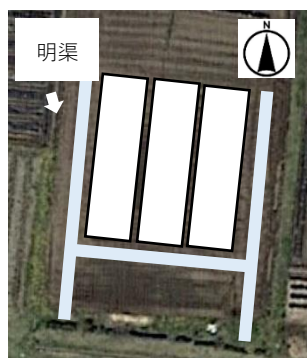


写真32 ほ場①見取り図

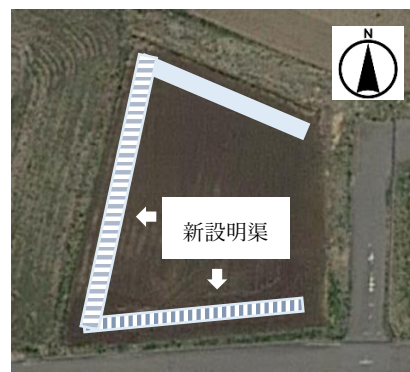


写真33 ほ場②見取り図

(3) 農家の感想

- ・令和4年度6月の大雨で他のパセリ農家が被害にあったこともあり、排水性改善の重要性を感じた。
- ・前年は、降雨翌日は湿気ってほ場②に入れなかったが、対策後は降雨翌日にほ場②に入ることができるようになったことで、明渠の効果を実感した。

3 残された課題

- ・勾配があり、大雨時スムーズに自然排水される明渠の設置。
- ・梅雨時期前までの計画的な明渠の施行と更新。

野菜事例4 「押水による湿害対策、明渠および平高うねマルチ栽培の導入」

農名：茅野市 F氏 就農5年目
 品目：ブロッコリー
 対象ほ場の概要
 ・地区：茅野市北山
 ・面積：8a
 ・地目：水田
 ・土壌分類：黒ボク土

○耕種概要

定植期：5月下旬
 収穫期：7月上～中旬

ほ場見取り図

[令和3年度]



[令和4年度]

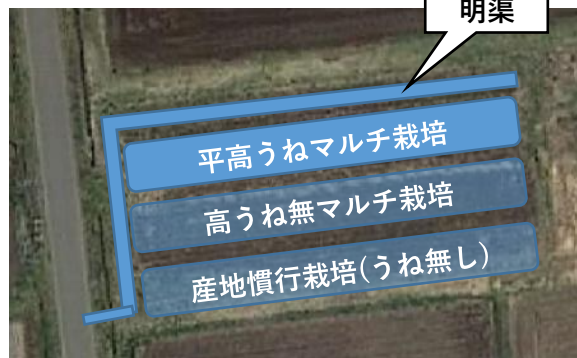


写真34 ほ場平面写真

1 令和3年度の経過

(1) 対策の概要と結果

高うねマルチ(高さ20cm、2条植え)栽培を実施。
 滞水が生じ、湿害及び根こぶ病の発生(写真35)。

(2) 問題の原因

上部水田からの押水の影響、降雨後のうね間の滞水。



写真35 根こぶ病の状況

2 令和4年度の成果

(1) 対策技術の導入

- ・額縁明渠(管理機使用)
- ・平高うねマルチ栽培を試験導入(専用マルチャー使用)
 ※JA信州諏訪、ヤンマーアグリジャパン(株)の協力の元、実演会を開催した(写真36)。



写真36 平高うねマルチ張り作業

(2) 対策技術の効果

- ・うね内の体積含水率は、降雨後、平高うねマルチ栽培の方が速やかに低下し、排水性の改善が確認できた(図17)。
- ・平高うねマルチ栽培にて収穫率を確保でき、根こぶ病の発病を抑制した(図18)。

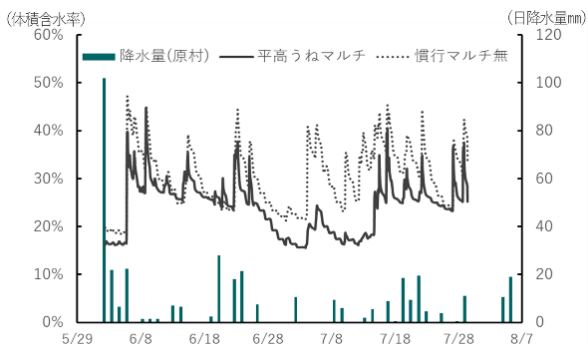


図17 うね内体積含水率

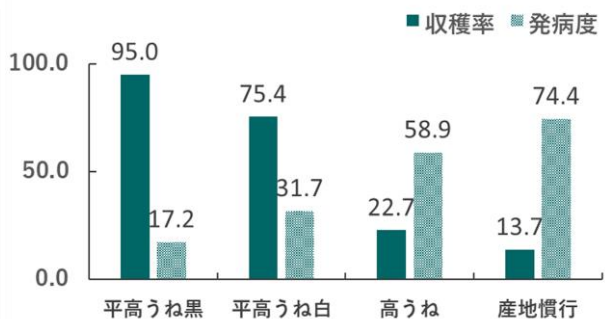


図18 収穫率と根こぶ病発病度

(3) 農家の感想

「額縁明渠+平高うねマルチによって品質・収量が安定した」
 「ほ場条件が不安定な多雨期の作業が遅れずにでき、より計画的な栽培ができそう」

3 残された課題

- ・平高うねマルチ栽培の多雨期の定植作型での導入検討
- ・うねの高さやマルチの違いでの効果の確認

花き事例 1

「押水及びハウス間からの浸水対策、 額縁明渠・ハウス間ビニールの設置」

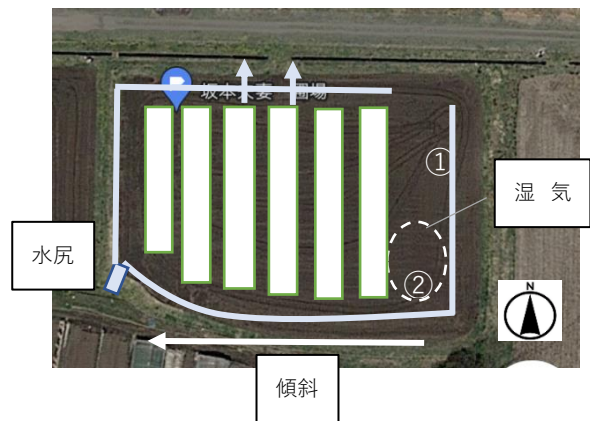
農家：S氏 就農2年目

品目：トルコギキョウ

ほ場の概要

- ・地区：茅野市湖東
- ・面積：30a
- ・地目：水田
- ・土壌分類：黒ボク土

ほ場見取り図



① 対策の導入経過

写真 37 ほ場平面写真

トルコギキョウは湿害に弱く、降雨時のハウス横からの浸水により、ハウス外側部分で生育不良や立枯病が発生しやすい。そのため、ハウス横からの浸水を防ぐことを目的に、ハウス間にビニールを設置した（図 20、表 4）。

また、ほ場の地目が水田で排水不良の可能性があり、上ほ場では水稻が作付されているため、押水対策及び表面排水されるよう額縁明渠を設置した（写真 37）。

② 対策の概要

ほ場外側に額縁明渠を設置し、額縁明渠に繋がるようハウス間に明渠を設置した。額縁明渠からは水尻及びほ場横の水路に繋がるよう排水口を設置。また、ハウス間明渠の上に不透水性ビニールを設置した（写真 38）。



写真 38 降雨後のハウス間の様子

③ 対策後の状況・効果

降雨時ハウス間からの浸水は減少したが、土壌病害の防除が不十分で立枯病の発生や短茎開花が見られる。

④ 今後の課題

ほ場東側に今後ハウスを建設する予定だが、その地点では地下からの湧水や砂岩層が確認され、地下排水による排水対策が難しい（図 19）。額縁明渠は水尻への勾配が取れていない箇所もあるため、勾配を考慮し、よりスムーズには場外へ排水されるよう改良が必要である。

また、あわせて残渣除去や土壌消毒等、土壌病害対策が必要である。

〔土性及び土壌硬度（地点①）〕

〔土性及び土壌硬度（地点②）〕

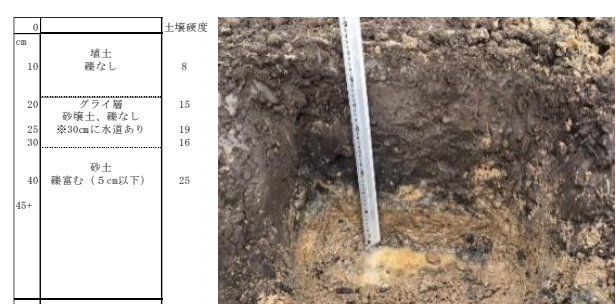
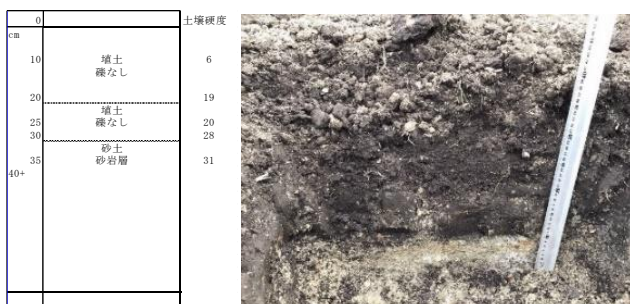


図 19 土壌断面の様子

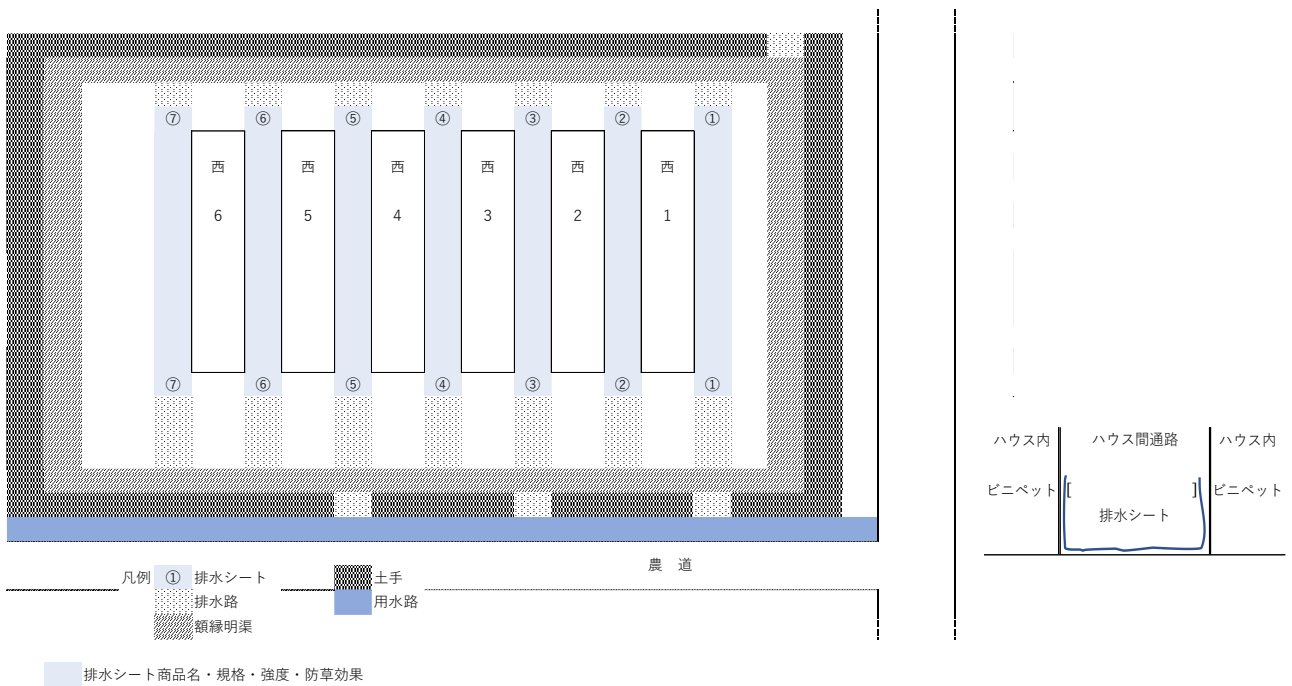


図 20 不透水性ビニールの設置

表 4 ハウスサイドからの雨水侵入防止用排水シート種類・規格・強度・除草効果

No.	商品名	規格		単価 円/m	強度	耐劣化性	防草効果	作業性	評価
		厚さmm	幅cm						
①	黒色ビニールシート	0.15	× 135	400	○	○	◎	○	○
②～③	タフシェード涼香	0.15	× 135	654	◎	◎	◎	○	◎
④～⑥	透水型マルチ	0.07	× 135	49	○	×	○	△	△
	+ 農ポリ	0.10	× 135	70					
⑦	強化黒マルチ	0.02	× 135	15	×	×	◎	○	△

<農家の感想>

- ・強度が低く、劣化が早い物、年数がもたない物は、交換のサイクルが早まり、手間が必要となる。
- ・シートの敷設、設置には1通り当たり、1人で半日ぐらいの手間がかかる。

花き事例 2
「押水による湿害の対策、額縁明渠の設置」
 農家：S 氏 就農 4 年目
 品目：キク
 ほ場の概要
 ・ 地区：茅野市
 ・ 面積：30a
 ・ 地目：水田
 ・ 土壌分類：黒ボク土

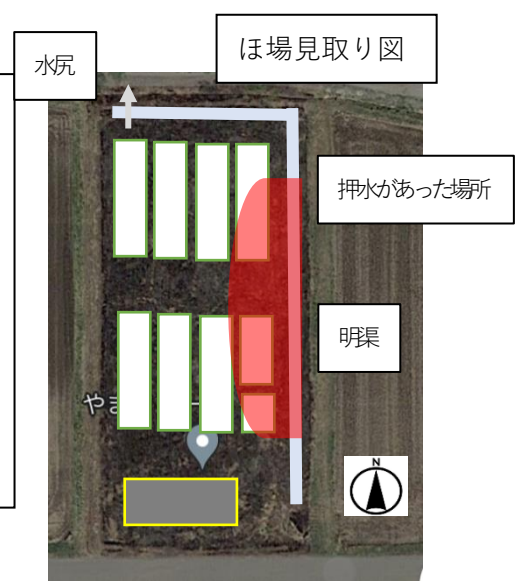


写真 39 ほ場平面写真

① 対策の導入経過

・里親研修期間中に見つけたほ場だが、耕作放棄地だったため除草や耕起作業をしていた。その際上の水田に入るとほ場東側で上からの押水が認められたため、茅野市に対策を相談した。明渠や暗渠の施行事例や費用を調べ、明渠を施工することにした。

②対策の概要

・ほ場東側から北側の水尻にかけて、バックホーを用いて明渠を設置した（委託）。もとの水尻は浅いため畔を 1 m ほど切り、水路に排水されるようにした。深さは東側が 20～30cm、北側は 50cm～1 m で、排水口に向け勾配がつくようにした。

③対策後の状況・効果

・下からの湧水も無く、明渠を設置した効果が出ており湿害の発生は無い。
 ・ハウスで栽培しているキクは秀品で出荷できている。

④農家の感想

・里親研修期間中になるべく早く農地を見つけ、例えば水田地帯であれば水が入る前→後→その後とその時々ほ場の様子を見て、湿害対策を検討することが必要。

花き事例3
「土壌流亡の対策、明渠・水道の設置」
 農家：S氏 就農4年目
 品目：キク
 ほ場の概要
 ・地区：茅野市泉野
 ・面積：①26a、②7a、③6a、④4a
 ・地目：畑
 ・土壌分類：黒ボク土

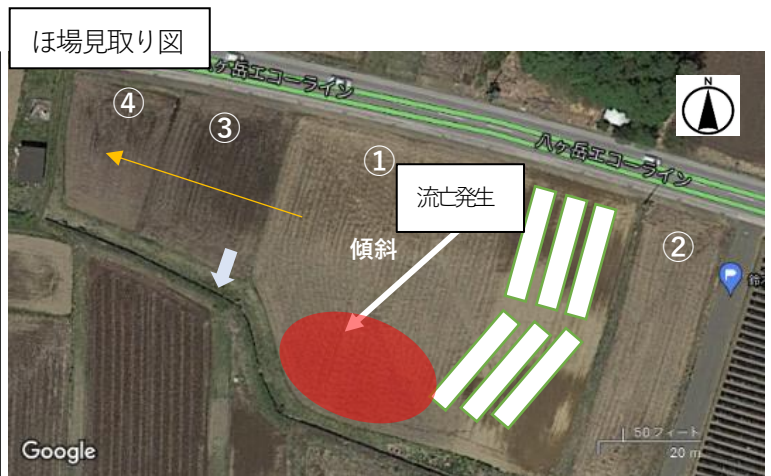


写真40 ほ場平面写真

(1) 対策の導入経過

- ・ 就農1年目から作付けしていたほ場①に隣接しているほ場②③について、大雨時に①から③④へ水が流れているのを確認した。そのため、③を借り作付けすることになった際、ほ場③の東側に明渠を設置し、ほ場外に排水されるよう畔を切った。
- ・ ほ場①では短時間の集中豪雨により土壌の流亡が発生したため、対策を取った。

(2) 対策の概要

- ・ ほ場内に降った雨が排水されやすいよう、傾斜に沿って畝を立てた。また畝が崩れないよう、畝の傾斜下に深めに水道を掘った。
- ・ 大雨時に流れてきた水がほ場③の東側からほ場外に排水されるよう、傾斜下の畔を切った。

(3) 対策後の状況・効果

- ・ 令和4年5月の集中豪雨により、ほ場①の北東から土壌の流亡が起こり、定植直後の苗が流される・土に埋まる被害が発生した。

(4) 考えられる今後の対策

- ・ ほ場①の南西端が高くなっており、集中豪雨時に流れてきた水や土壌が溜まりやすいことが考えられる。対策として、ほ場南西側に集まった土壌をほ場中央へ寄せることで、南西側に水や土壌が溜まらないようにする。また南西端の畔を切り、ほ場外に自然排水されるようにする。
- ・ マルチ無し・平床栽培から全面マルチ・高畝栽培にし、土壌の流亡を防ぐ。

花き事例4

「ハウス間からの浸水対策および耕盤破碎による根域確保、
ハウス間明渠設置・サブソイラ施工・高畝栽培」

【農家】I氏 就農4年目

【品目】トルコギキョウ

【ほ場の概要】

地区：原村柏木 面積：30a

地目：畑地

土壌分類：黒ボク土



写真 41 ほ場平面写真

① 対策の導入経過

このハウスでは毎年雨水の流入によって湿害が発生し、ハウスサイドや入り口付近で輪数の減少など品質低下が目立っていた（写真 41）。また、湿害を起因とする根腐病や立枯病など土壌伝染性病害も発生し、切り花率の低下が課題となっていた。そのため、サブソイラによる耕盤破碎と高畝栽培の導入による湿害対策に取り組み、その効果を検証した。

② 対策の概要

まずサブソイラによる耕盤破碎を行った。当該ほ場では排水不良の原因となる耕盤が深度 25～30 cmにみとめられた（図 21）ため、これを破碎し透水性を改善した。そのうえで慣行より 5 cm高い畝へ定植し、気相の確保による根域の拡大に努めた。また、ハウス間には明渠を設置し、ハウス内への雨水の流入防止を図った（写真 42）。



写真 42 ハウス間明渠の様子

③ 対策後の状況・効果

耕盤破碎と高畝の導入、明渠の設置により、雨水の流入による湿害は改善された。ハウスサイド・入口付近における品質低下や、立枯病等の土壌伝染性病害の発生が抑えられ、根痛みなど生理障害の防止効果も認められた。

一方で高畝栽培は土壌が乾燥しやすく、これまでどおりの栽培管理では過乾燥による葉焼け・株落ちが発生し、切り花率向上には至らなかった。

④ 今後の課題

高畝栽培では土壌が乾燥しやすくなるため、高畝栽培に適したかん水方法を十分検討する。また、土壌伝染性病害に対しては、湿害対策のみならず、罹病残渣の除去や土壌消毒の実施など基本的な病害対策を組み合わせることも重要である。

[土性及び土壌硬度（地点①）]



[土性及び土壌硬度（地点②）]



図 21 土壌断面の様子

花き事例5

「押水および地下排水不良による湿害対策、 額縁明渠・サブソイラ」

【農家】Y氏 就農6年目

【品目】露地きく

【ほ場の概要】

地区：富士見町立沢

面積：30a

地目：水田

土壌分類：典型普通未熟低地土

① 対策の導入経過

本ほ場でのキク作付けは2年目で、それ以前は水田として長年用いられていた（写真43）。

降雨後はぬかるんでほ場に入れないような状態が続き、防除作業に入れない等作業性の悪さが問題となっていた（図22・23）。

② 対策の概要

キクの作付け開始にあたり、上段水田ほ場との境に暗渠を、ほ場周辺部に20cm程度の額縁明渠を設置し、上段からの押水対策と排水性向上を図っている。また、毎年作付け前に有機物の施用と額縁明渠の更新を行っている。

③ 対策後の状況・効果

上記のような排水対策をとった中でも、ほ場中央部で下葉の黄化や草丈の減少が発生（写真44）し、園主曰く「ほ場両端部では比較的生育が良かったが、まともに出荷できるものが少なかった」。調査の結果、ほ場中央部分では根域が帯水層に近く生育不良の要因となっていることが判明した。さらなる湿害対策を講じる必要があった。

④ 今後の対策

ほ場のすり鉢状を改善するため、盛り土を行いかまぼこ状になるよう土木作業を実施している（写真45）。



写真43 ほ場平面写真

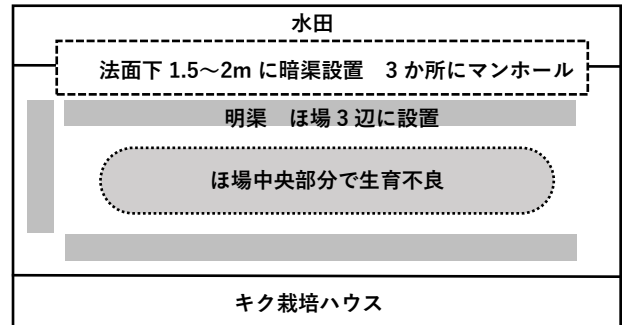


図22 ほ場図

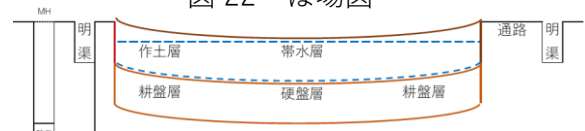


図23 キクの生育や断面調査、含水率等から推測された滞水状



写真44 R4年7月 生育不良の様子(下葉の黄化)



写真45 R5年1月 盛り土実施後の様子

野菜事例5 「基盤整備機械作業による湿害の実態調査、明渠の設置」

農家名：富士見町 S氏

品目：キャベツ（ひまわり）

対象ほ場の概要

・地区：富士見町大平 ・面積：70 a ・地目：水田 ・土壌分類：黒ボク土

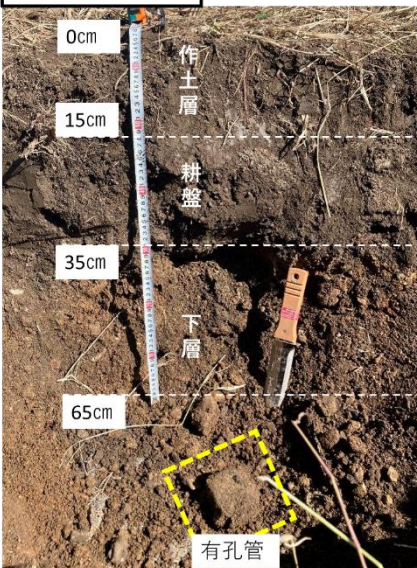
(1) 調査の目的

基盤整備機械作業によって発生するほ場の透排水性低下の要因を明らかにし、改善対策を検討する。

(2) 調査およびの概要

- ・特に 35～50cm の下層において透排水性が不良だった。また、暗渠排水の埋め戻し部分は乾燥しており、重機等による過剰な転圧は避けられていた。以上から、暗渠と暗渠の間の滞水は圧縮と締固めによる堅密化が原因と考えられた。
- ・区画整理の土壌管理指標値として、土壌の硬さは貫入抵抗値 0.4～1.5MPa (山中式土壌硬度 12～20mm) が望ましいとされる。
- ・当ほ場では、改善対策として全層心土破碎機カットブレーカーによる心土破碎が有効と考えられた。施工にあたっては暗渠を破碎しないように、暗渠の位置に留意する。

調査1 (暗渠上)



■作土層 (深さ0～15 cm)

- ・黒ボク土。畑地の一般的な腐植に富んだ黒褐色を呈した腐植層である。
- ・ソルガム等の緑肥の根が確認でき、団粒構造が発達。

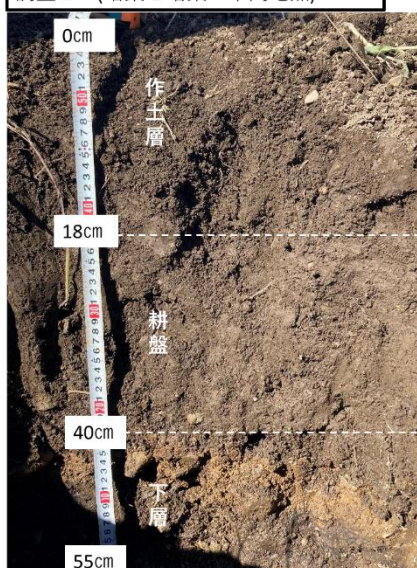
■耕盤 (深さ15～35cm)

- ・人差し指の跡がつかないほど硬い。

■下層 (深さ35～65cm)

- ・35～65 cmに暗渠があり、その下に有孔管が確認できた。赤土層に達する。
- ・直径 10 cm程度の砂礫に富む。耕盤層に比べるとち密さが低く、乾いている。

調査2 (暗渠と暗渠の中間地点)



■作土層 (深さ0～18 cm)

- ・黒ボク土。畑地の一般的な腐植に富んだ黒褐色を呈した腐植層である。
- ・ソルガム等の緑肥の根が確認でき、団粒構造が発達。

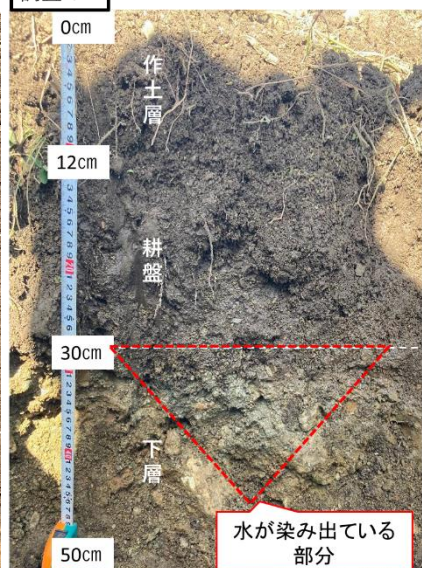
■耕盤 (深さ18～40cm)

- ・硬い層ではあるが、植物の根も一部確認される。

■下層 (深さ40～55cm)

- ・深さ 40cm 以下に赤土層があり、耕盤と下層の間での滞水を確認。
- ・直径 10 cm程度の砂礫に富む。耕盤層に比べるとち密さが低く乾いている。

調査4



■作土層 (深さ0～12 cm)

- ・黒ボク土。畑地の一般的な腐植に富んだ黒褐色を呈した腐植層。
- ・ソルガム等の緑肥の根が確認でき団粒構造が発達。

■耕盤 (深さ12～30cm)

- ・硬い層ではあるが、植物の根も一部確認できる。

■下層 (深さ30～50cm)

- ・30 cm付近に粘土含量の高い、グライ化した滞水層を確認。非常に硬い層。
- ・直径 20 cm程度の巨礫が敷き詰められている。

(3) 対策方法の概要

ア 対策前の状況

暗渠は図1のとおり、10m間隔で設置されていた。暗渠の上に硬い耕盤があり、作土層を浸透した水が暗渠へ流れるまでに時間がかかるため、作土層下部から耕盤の間で滞水が見られた(図2)。

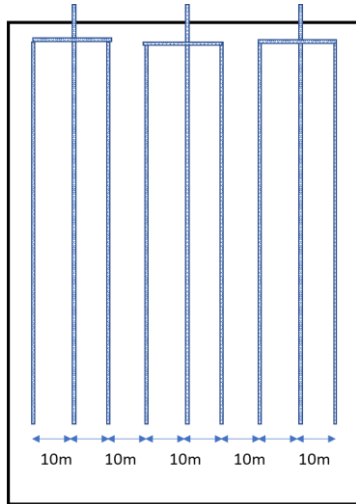


図1 暗渠の設置位置(模式図)
(青棒部分は暗渠を示す)

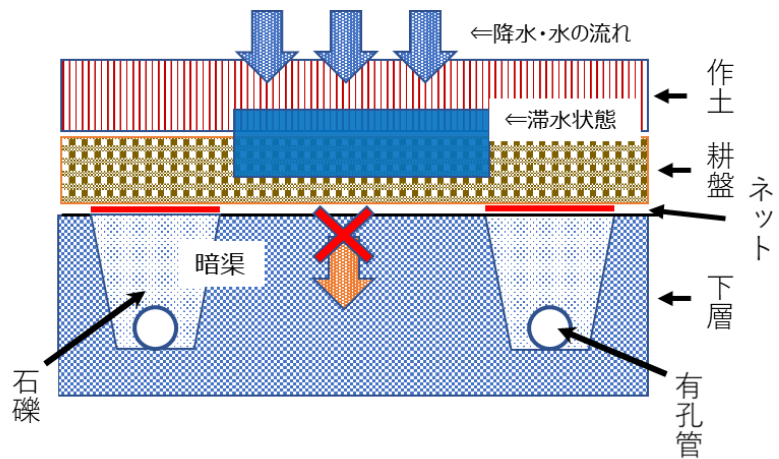


図2 施工前の暗渠周囲の様子(模式図)

イ 対策方法

本年度は、ほ場周縁と中央に明渠(作土と耕盤を除去)の設置を行った。これにより、作土層から耕盤の間で滞水する地下浸透しにくい水を、表面排水できるようにした(図3)。なお、明渠を設置する場合には必ず排水柵を設置して水を明渠内に帯水させないようにするだけでなく、排水柵からほ場外へ排水させることが重要である。

来年度は、図4のように、暗渠間にカットブレーカーで全層心土(耕盤)破碎層を形成する予定である。透水を妨げていた耕盤を壊すことで、作土層下部と耕盤の間の滞水が解消され、暗渠に水が流れやすくなると考えられる。さらには、ストーンクラッシャーとストーンピッカーの両方を利用することも検討している。

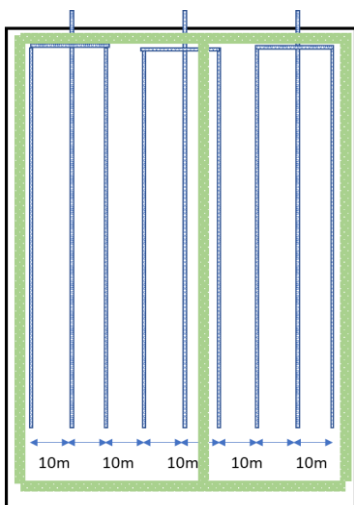


図3 明渠の設置位置(模式図)
(緑棒部分は明渠、青棒部分は暗渠を示す)

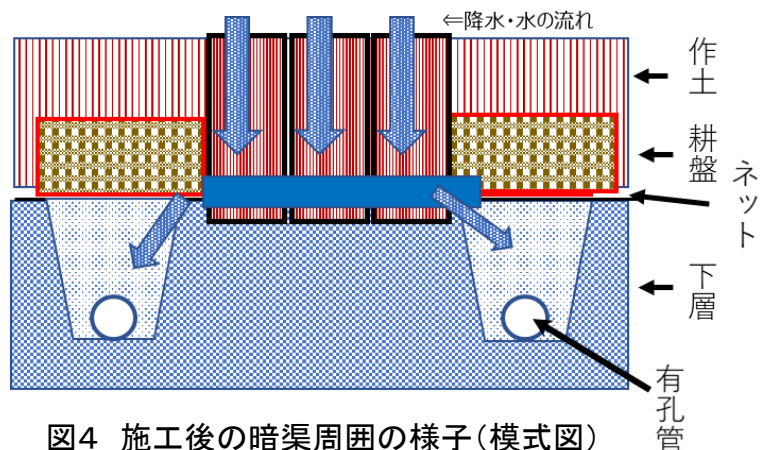


図4 施工後の暗渠周囲の様子(模式図)

2 ブロッコリー平高うねマルチ栽培試験の成果

(1) 令和4年度の経過

茅野市北山で平高うねマルチ栽培試験を行い、額縁明渠と平高うねマルチを組み合わせることでは場の表面排水が改善した。その結果、ブロッコリーの品質や収量が安定し、根こぶ病の発病が軽減した（「湿害対策手引書」の「野菜事例4」（21ページ）参照）。

(2) 令和5年度の試験内容

前述の試験を行った隣のほ場で、諏訪地域の農家が一般的に所有しているマルチャーを用いた栽培方式でも同等の効果が得られるか調査した。

ア 耕種概況

- ・ 品種 SK9-099
- ・ 栽培管理 うね立て日 5月27日、28日、
定植日 6月5日（定植時にオラクル顆粒水和剤を処理）
収穫開始日 7月25日

イ 試験区の概要

- ・ 試験区1 一般的なマルチャー（可変式平畝ロータリマルチEZR15CK）
- ・ 試験区2 平高うねマルチャー（ダブル可変平高畝整形ロータリAKR-E15D）
（両区とも、黒ポリマルチを使用）

表1 各区のうねの高さおよび栽植密度

	うねの高さ	栽植密度	【参考】栽植株数
試験区1	20cm	株間35cm×条間40cm×うね間130cm	約4390株/10a
試験区2	25cm	株間35cm×条間40cm×うね間135cm	約4230株/10a

ウ 調査方法

- ・ 体積含水率調査：各試験区のうね直下10cmの体積含水率を調査
- ・ 生育調査：7月13日（定植後38日）に草丈、最大葉長を調査
- ・ 収穫調査：7月25日（収穫開始日）に全重、花蕾重、花蕾径を調査
- ・ 発病度調査：8月4日（収穫終了後）に根こぶ病発病度を調査

エ 結果の概要・考察

うね内の体積含水率

定植から約1か月間は試験区1は試験区2よりも体積含水率が低く推移する傾向だった。それ以降は、試験区2の方が体積含水率が低く、かつ変動が少なかった（図1）。

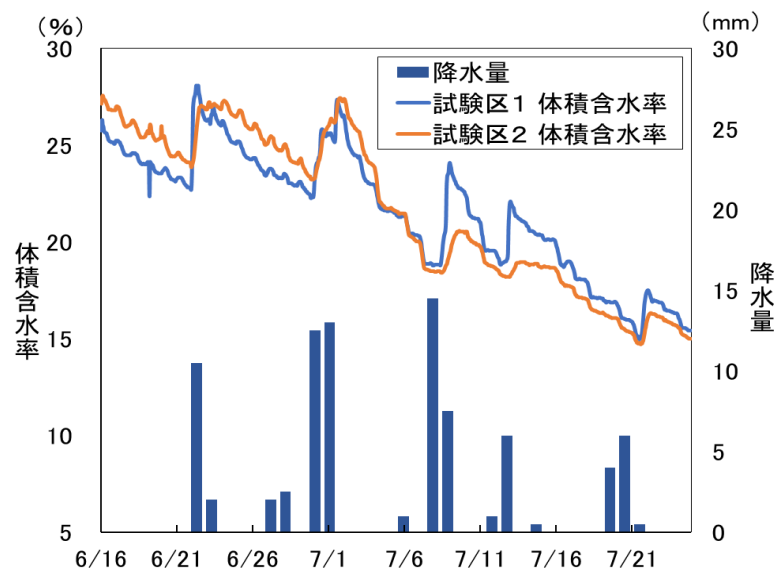


図1 うね内の体積含水率と日降水量

収穫物の品質

すべての調査項目は試験区2の方がやや優れたが、試験区1も十分な品質が得られた(表2、図2、図3)。この理由は、定植約30日後以降に試験区2の土壌中水分の変動が少なかったことで生育が安定したためと推察された。

収穫率と根こぶ病発病度

試験区1、試験区2ともに大きな差はなく、同程度であった(図2)。

表2 生育・収穫調査結果

	生育調査		収穫調査		
	草丈 (cm)	最大葉長 (cm)	全重 (g/株)	花蕾重 (g/株)	花蕾径 (cm)
試験区1	51.5	52.5	1231.4	364.8	11.8
試験区2	52.5	52.9	1321.0	394.3	12.2

※1区30株(生育調査)、または21株(収穫調査)調査の平均値



図2 ブロッコリー収穫物調査株(横側から撮影)



図3 ブロッコリー収穫物調査株(花蕾側から撮影)

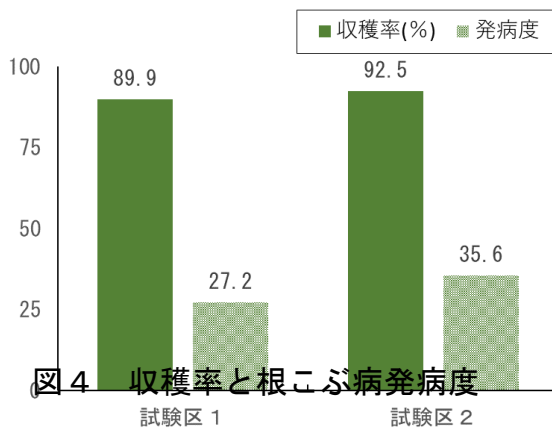


図4 収穫率と根こぶ病発病度

<まとめ>

一般的なマルチャーで20cm高さのうねを立てた場合、収穫物の品質および根こぶ病発病度は平高うね(うね高さ25cm)と概ね同等だった。

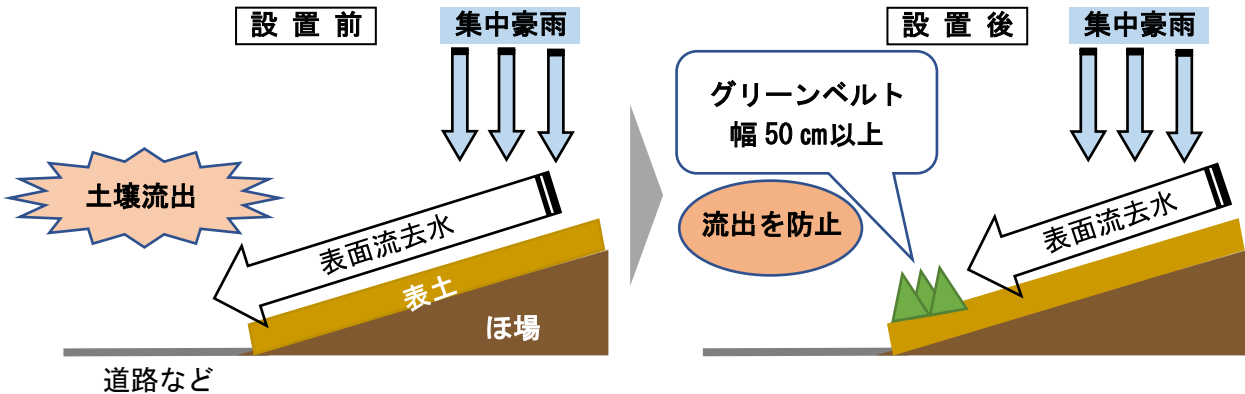
3 土壌流出対策について

近年、温暖化などの影響で集中豪雨が発生し、農地などの土壌流出被害が頻発している。短時間に大量の降雨があると水がほ場の表面を流れ（表面流去水）、土壌を傾斜下に押し流してしまい、優良土壌の流出や土壌伝染性病害虫の拡散等が懸念される。以下に土壌流出対策例を示す。

(1) 緑肥の植生帯（グリーンベルト）設置

ほ場傾斜下（道路際）に緑肥を播種して土壌流出を防ぐ方法

【イメージ図】



【具体的な取り組みの紹介】

ア 全面マルチほ場における植生帯による土壌流出防止効果

（長野県野菜花き試験場 平成24年度 普及に移す農業技術）

全面マルチほ場の傾斜下に幅50cm以上の植生帯（イネ科緑肥）を設置することにより、降雨により発生した表流水によるマルチ押さえ用土壌の流出を0.2～5%程度に抑えることができる。

イ 群馬県嬭恋村の取組事例

ほ場傾斜下に2m以上の幅で、イネ科緑肥の植生帯を設置し、管理としては年間2～3回程度の草刈りを実施。

【留意点】

畑地における土壌流出は斜度、斜面長、降雨強度、土壌硬度等の条件によって変わるため、あくまでも目安として使用する。



「全面マルチほ場における植生帯による土壌流出防止対策効果」
PDFファイル (765KB)

(2) 「土層改良＋部分不耕起帯」による土壌流亡対策

【営農作業で実施できる効果的な土壌流亡対策】（農研機構・北海道立総合研究機構）

基盤整備による勾配修正などの抜本的対策は効果的であるが、時間と費用がかかる。そこで、農研機構・北海道立総合研究機構では、(1)「カットブレーカー」等(カットシリーズ)を用いた土層改良による土壌の透水性の改善と、(2)耕運時に緑肥・刈株を部分的に温存する部分不耕起帯設置「ドットボーダー・プロテクト」による侵食耐性の改善を併用する土壌流亡対策を策定した。

現地での効果検証では、(1)と(2)を単独で実施するよりも併用することで土壌流亡が抑制され、対策しなかった場合と比べて土壌流亡量を最大8割削減している。

「土層改良」と「部分不耕起帯設置」による土壌流出対策の概要

(農研機構 HP より引用)

営農排水改良機「カットシリーズ」による土層改良

表面流去水は多い
地下への浸透量は少ない
対策なし土が堅密
土層改良
表面流去水は抑制
地下への浸透量は増加
土層改良による透水性改善

残渣を利用した補助暗渠
カットソイラーの施工例

土層改良後のほ場の状況

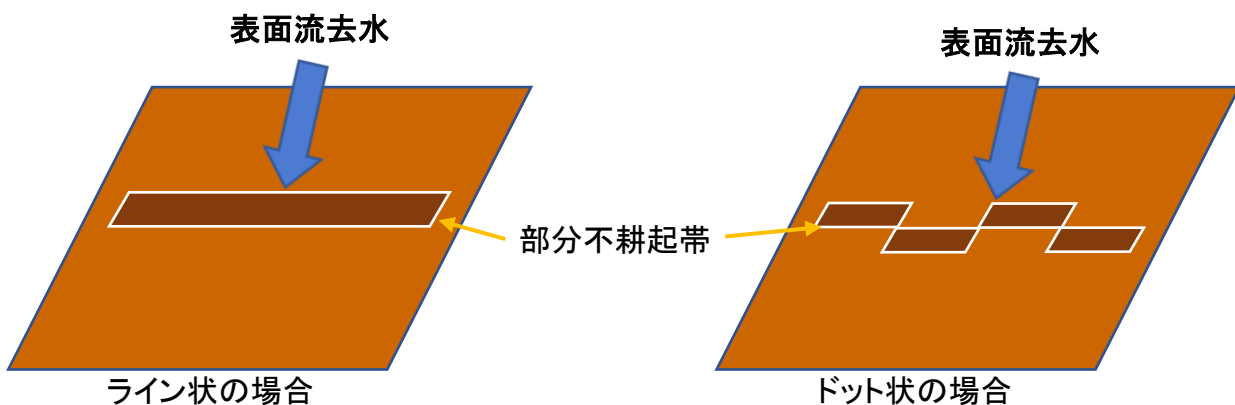


部分不耕起帯設置「ドットボーダー・プロテクト」

水の流れを抑制
表面流去水減少
貯留
部分不耕起
耕転
ドットボーダー
ドットボーダー
耕転機を上げ部分的に不耕起帯を設置
耕転時に不耕起のラインを設置

土層改良による透水性改善を併用
部分不耕起帯設置「ドットボーダー・プロテクト」の実施状況

部分不耕起帯のイメージ図



※ほ場の状況に応じて、部分不耕起帯をライン状とするか、ドット状とするか判断する。

「土層改良」と「部分不耕起帯設置」の留意点

対策	土層改良	部分不耕起帯設置
使用機械	<ul style="list-style-type: none"> ・ カットブレーカー等(カットシリーズ)による全層心土破碎等 ・ 一般的な心土破碎(サブソイラー等) 	<ul style="list-style-type: none"> ・ ロータリー、チゼルやカルチ、ディスク等の耕耘機
施工方法	<p>【方向】 傾斜に直行か若干斜め</p> <p>【間隔】 5～20m 程度</p> <p>【施工】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 施工ラインは少し勾配をつける ・ 施工ラインは複数個所で交差させる ・ 法面に排水溝を設置したときは塩ビ管を挿入して補強 <p>【施工効率】 1～4ha/h (速度 2～4 km/h)</p>	<p>【方向や位置】 等高線方向、土壌流亡多発地点</p> <p>【間隔と幅】 30～50m間隔、50 cm～5m幅</p> <p>【施工】 等高線方向の耕耘では、作業幅を空けて 帯状の不耕起ラインを設置。傾斜方向の耕耘では作業機を持上げてドット状に設置。</p> <p>【追加分の施工効率】 3～30ha/h(速度 1～2 km/h)</p>

【参考文献】

「土層改良と部分不耕起帯による土壌流亡対策標準作業手順書」(農研機構)(ネット上で公開されており、以下 URL および右の QR コードからアクセスできる。)

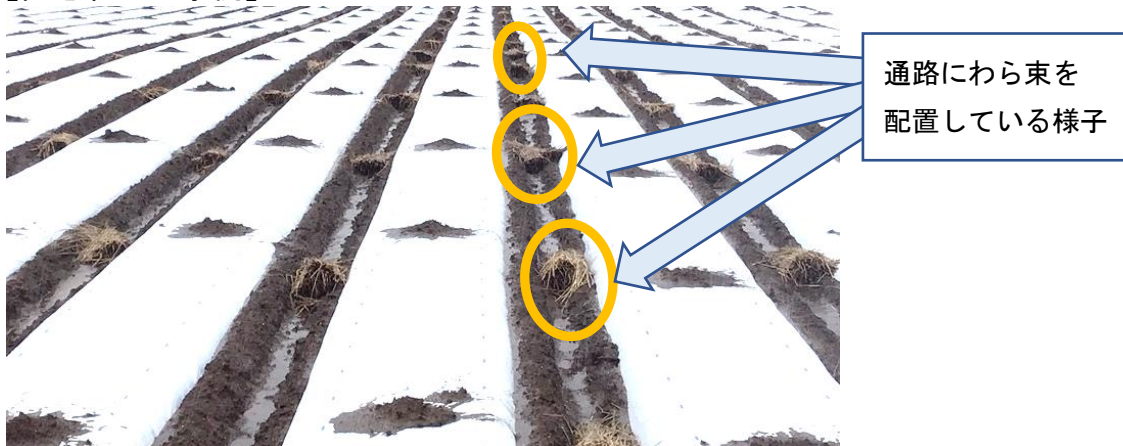


(https://www.naro.go.jp/publicity_report/publication/laboratory/naro/sop/143187.html)

(3) 置きわら等による土壌流亡対策

急傾斜または傾斜の距離が長い場合は、特に表面流去水の流れるが速くなる。そのため、水が多く流れる通路において水をせき止めるように、部分的にわらを置くか、踏みつけに強い牧草(イタリアンライグラス等)を播種する。

【置きわらの事例】



諏訪地域 湿害対策手引書

(令和6年度 追録版)



(写真：湿害ほ場での牧草栽培の様子)

目次

- | | |
|----------------------------|-----|
| ○ 緑肥作物による土壌流入および流亡対策の検討 | 2-1 |
| ○ カットブレーカーmini によるハウス内への施工 | 2-3 |

諏訪農業農村支援センター 令和6年度作成

緑肥作物による土壌流入および流亡対策の検討

諏訪園芸振興協議会（令和6年度地区野菜重点課題対策支援事業）

1 調査の目的

近年、大雨によるほ場内への汚染土壌の流入等によるセルリー疫病やアブラナ科野菜の根こぶ病等の土壌病害等の発生が問題となっている。

そこで、野菜花き試験場の研究成果（全面ほ場における植生帯による土壌流出防止効果 平成24年度に普及に移す農業技術）等を参考に、ブーム道等からの汚染土壌の流入軽減に向けた緑肥作物の導入検討を進めるため、当地域での緑肥作物の適応性等を検討した。

2 調査内容

(1) 場所 長野県農業試験場原村試験地 標高 1,017m

(2) 試験区の構成

マルチ麦「てまいらず」を 5/9、5/20、5/29、6/11 に播種し生育状況等の調査を行った。

播種量 5kg/10a 換算（種子参考価格 1,630 円/kg）

施肥 14-14-14 : 50kg/10a 換算

播種時期 5～7月（種苗メーカー推奨）

(3) 調査結果

(ア) 生育調査 草丈、被覆率、倒伏時期、枯死時期

播種日	草丈 cm (被覆率%)				倒伏時期	枯死時期
	5/20	5/29	6/11	6/27		
5/9	18cm (50%)	32cm (90%)	48cm (100%)	64cm (100%)	6月11日	7月12日
5/20		21cm (60%)	33cm (100%)	55cm (100%)	6月26日	7月26日
5/29			8cm (80%)	47cm (100%)	7月9日	8月5日
6/11				20cm (60%)	8月6日	8月26日

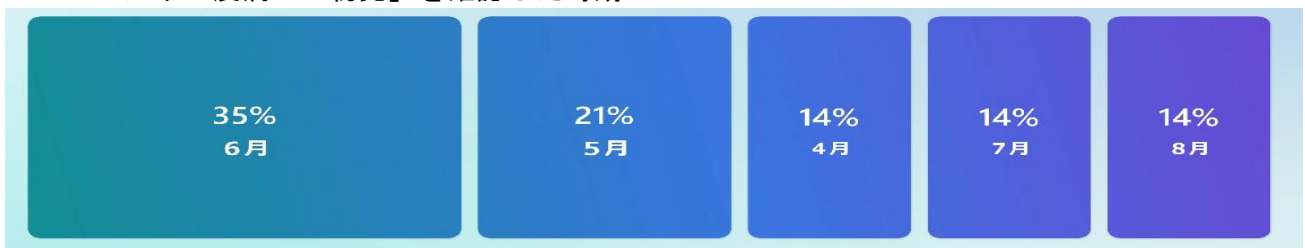


3 考察

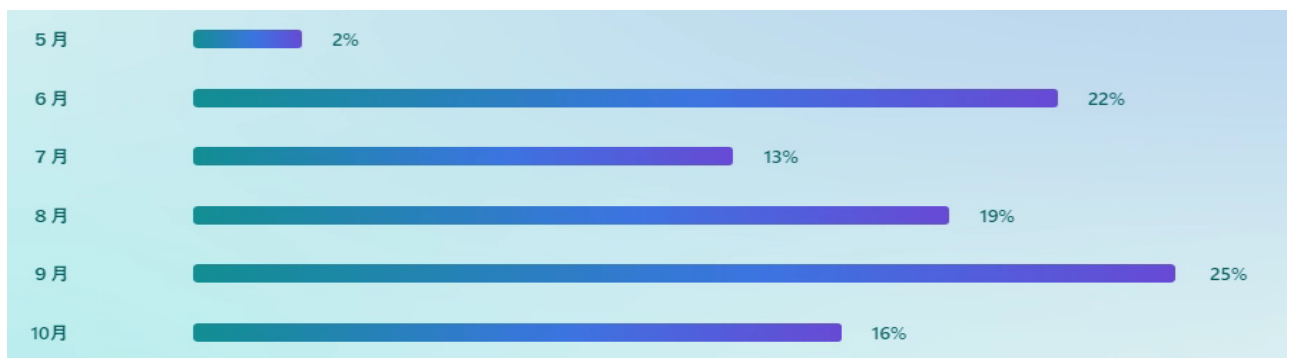
- (1) セルリー疫病アンケート〈参考〉より、ほ場における初発確認時期及び対策に苦慮した時期は6月が多い傾向である。今回の試験では5月9日播種の場合、5月中の被覆は90%程度となったことから5月上旬までの播種で十分な生育量を確保できると考えられる。
- (2) 疫病や根こぶ病対策の効果検証は来年度以降としたい。
- (3) 今回は高標高地での生育調査を主に行ったため、作業時間、作業性（マルチ麦播種作業と慣行管理作業）等の比較は来年度以降としたいが、播種作業は簡単で、生育期間中の管理は基本的に必要ないとする。

〈参考〉 農家アンケート（回答数 18）

セルリー疫病の「初発」を確認した時期



セルリー疫病の対策にもっとも苦慮した時期（複数回答あり）



4 今後の対応

今回は原村試験地での試験であったが、来年度以降、疫病等の発生状況を調査しながら効果を検証し、現地での取り組みを進めていきたい。

〈まとめ〉

標高 1,000 メートル程度の当地域において、5月 10 日から 20 日頃までに播種することで、6 月梅雨入りまでに十分な生育量を確保することができた。

【野菜事例6】

「カットブレーカーminiによるハウス内への施工」

農家名：中信地区T氏

品目：施設セルリー

対象ほ場の概要：道路からの浸入水・降雨時は畝まで浸水・1日以上滞水する場合もある。

間口5.45m×奥行90m温室ハウス 土壌分類：黒ボク土(水田転換畑礫有り・土が硬い)

(1) 取組方法

- 令和5年11月、トラクター32馬力にて牽引、施工深約50cm ※ほ場見取り図(下)
(往復で2回)
- 施工幅は約80cm間隔、長辺方向に7本、往復2回実施した。
速度は低速1～2km/h。
- 施工時の作業性に問題はなく、トラクターの浮き沈みなどは感じなかった。



(2) 効果

- 滞水時間が短縮し、通路部も含めて排水効果が確認された。
- 施工1年後の貫入式土壌硬度計による調査では、通路部を含むほぼ全面において深さ50cmまで耕盤が破碎され、土壌の膨軟化が確認できた。一部、30cm以下で硬度が高い部分があったが、これは①ハウス天井からの恒常的な雨水落下点と重なり局所的に土が締まった②新しい下層が作土になった際に腐植が少ないため締まりやすくなったと推察された。

(3) 農家の感想

- 排水改善効果を実感している。土壌の乾きが早まり、作業効率が格別に良くなった。これまでかん水頻度を控えていたが、施工後は微調整を気にすることなく出来るようになった。

(4) 今後に向けて

- 施設(黒ボク土)におけるカットブレーカーminiの施工効果が確認された。
- 特に施設では有機物(稲ワラ)の分解が早まり、マルチ下の土壌が締まる傾向にある。今後は十分な有機物施用との組合せにより腐植を高め、土壌膨軟化の維持に努める必要がある。

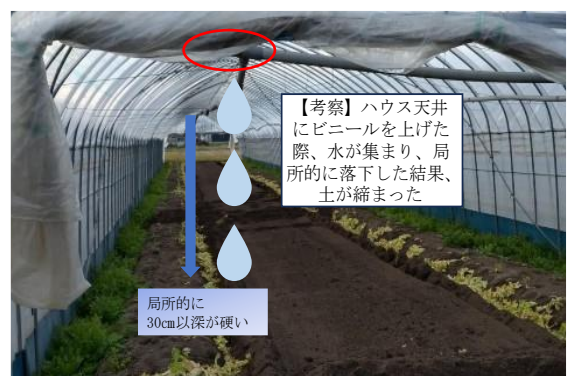
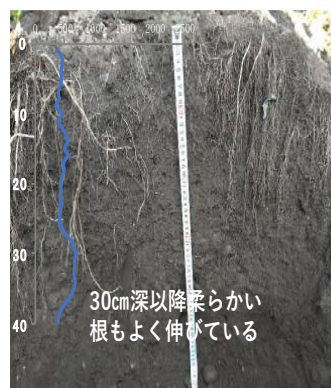
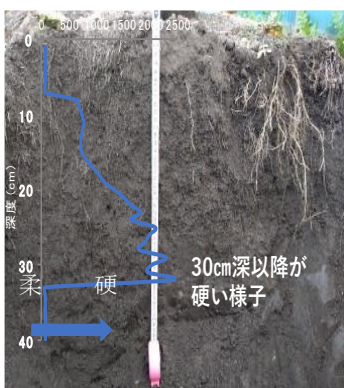
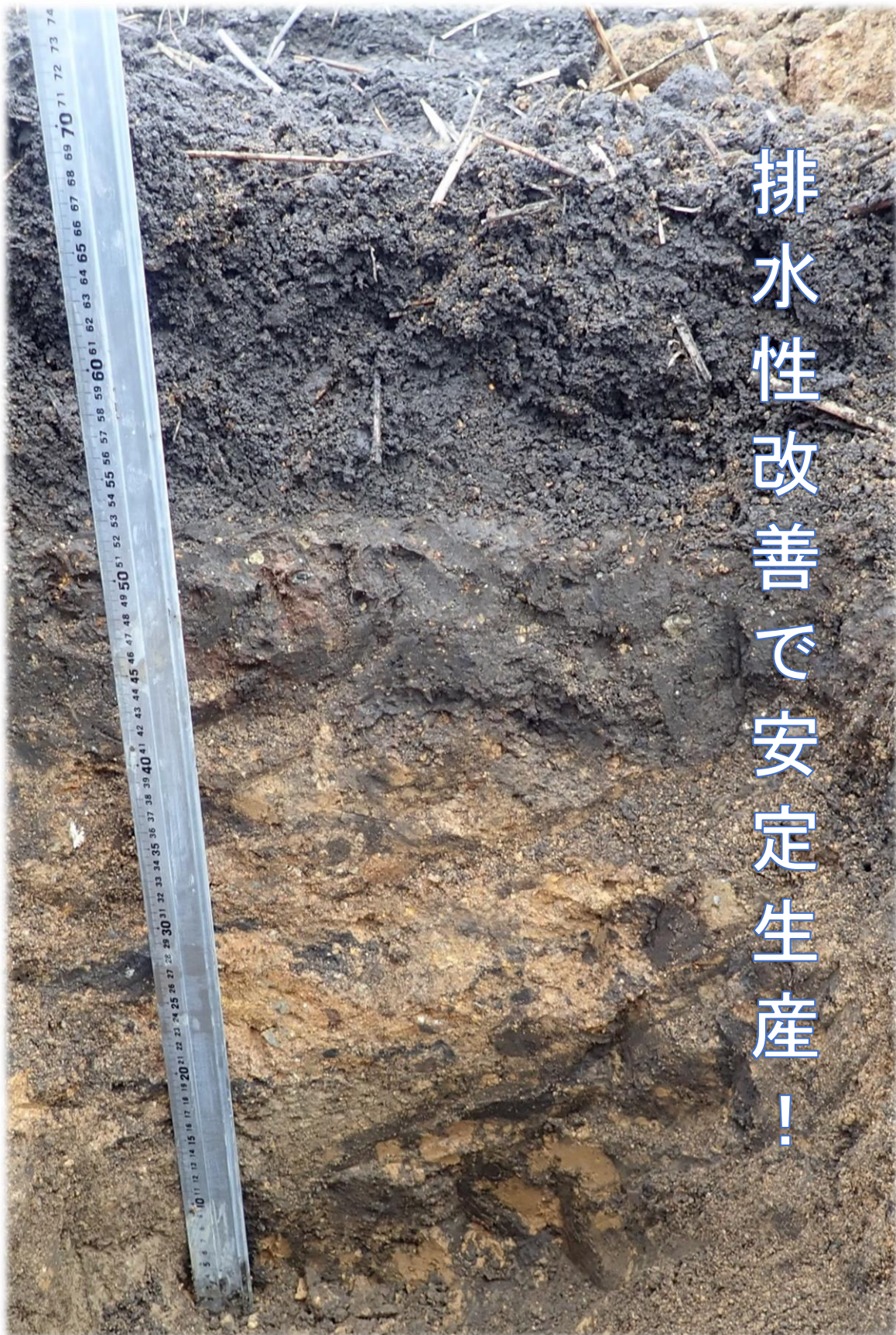


図1 セルリーの根

(左) 硬い層が形成され30cm以深に根が伸びていない
(右) 50cm以深まで根が拡大して伸びている

図2 ハウス天井からの雨水落下による土壌の締まり(施設特有の留意点)



排水性改善で安定生産！