

暗渠排水施工後のほ場管理について

十勝総合振興局南部耕地出張所
平成26年3月版

1. はじめに

十勝地域のほ場に分布する湿性土壌を示す多湿黒ボク土等のほ場は、耕盤層形成により排水不良が生じやすい土壌であり、他の土壌（淡色黒ボク土、黒ボク土、褐色低地土等）においてもトラクターの大型化等により、耕盤層が形成されほ場に排水不良が生じることがあります。

平成23、24年帯広市の暗渠排水施工ほ場を調査した結果、約9割のほ場で耕盤層形成が確認されました。

耕盤層が形成されたほ場では、暗渠排水整備後でも、降雨が地表面に滞水し湿害をもたらすだけでなく、土壌が硬いことで作物根が下層土に伸びることができないため、干ばつ時には下層から水を吸収できないことにもなり、透排水性が悪化することで地温の上昇を妨げさらに根域が狭くなることで作物の収量、品質にも影響することにもなります。

よって心土破碎は耕盤層が形成されている深さを確認し、耕盤層を破碎する適切な深さで実施することが重要です。

・作土下層(20~30cm以深)の土壌硬度を測定することにより、そのほ場に耕盤層が形成されているか判定できます。

※土壌硬度による耕盤層の判定基準、
黒ボク土、低地土 20mm以上から
多湿黒ボク土 16~18mm以上
で耕盤層が形成されていると判定できます。

山中式土壌硬度計
土の硬さをはかる



親指の貫入程度と土壌硬度の関係

赤枠内は、耕盤層形成の可能性が高い。

区分	硬度計測定値	親指の貫入程度
極疎	10mm以下	ほとんど抵抗なく貫入できる。
疎	11~15mm	やや抵抗はあるが貫入する
	15~18mm	第1関節以上はかなりの抵抗はあるが貫入する
中	18~20mm	第1関節まで貫入する。
	20~24mm	かなりの抵抗があり、貫入せずへこむ程度
密	25~28mm	指あととはつくが貫入しない。
	29mm以上	指あととつかない。

非常に硬い耕盤層が形成された場合、トラクターで牽引するサブソイラー等では破碎深が不足する可能性がありますので、棒や「ものさし」等を心土破碎溝に挿入し作業深さを確認し深さが不足している場合は、ブルドーザーによる心土破碎を検討して下さい。

土壌硬度計の数値とサブソイラーの破碎深について

ほ場	測定項目	深さ	土壌硬度	破碎深	
Aほ場	作土	10cm	18mm	表土戻し50cm	
		20cm	19mm		
		30cm	21mm		
	心土	40cm	20mm		サブソイラー施工深 40~45cm
		50cm	19mm		
		60cm	16mm		
Bほ場	作土	10cm	11mm	表土戻し40cm	
		20cm	12mm		
		30cm	14mm		
	心土	40cm	17mm		サブソイラー施工深 45~50cm
		50cm	18mm		
		60cm	19mm		
Cほ場	作土	10cm	17mm	表土戻し50cm	
		20cm	20mm		
		30cm	23mm		
	心土	40cm	23mm		サブソイラー施工深 30cm
		50cm	21mm		
		60cm	19mm		
Dほ場	作土	10cm	17mm	表土戻し40cm	
		20cm	19mm		
		30cm	20mm		
	心土	40cm	20mm		サブソイラー施工深 45~50cm
		50cm	19mm		
		60cm	16mm		

- ・Aほ場は、疎水材上端までが50cmの深さなので、破碎深が不足している。
- ・B、Dほ場は、疎水材上端まで40cmの深さなので、破碎深が確保されている。
- ・Cほ場は、土壌硬度が非常に硬く破碎深が不足しているため、ブルドーザーによる心土破碎実施を検討する。

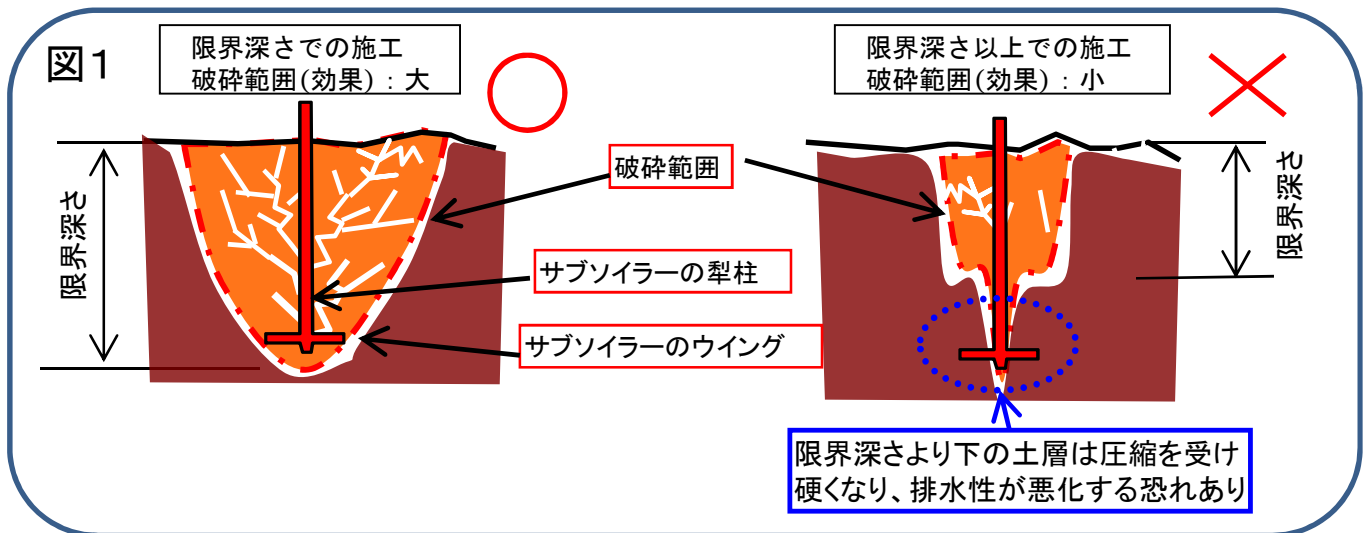
2. 適切な心土破碎について

心土破碎は『できるだけ乾燥した時期』に、『吸水渠の配線と直交』するよう『ゆっくり歩く位の速度(適正速度は2～3 km/h)以下』で実施するのが望ましいです。

なお、心土破碎の作業速度が速いと碎土効果が高まり、破碎された目詰まりしやすい細かな土塊が増加するため、注意が必要です。

暗渠排水整備後におけるサブソイラー等の心土破碎深さは、「限界深さ」程度が望ましいとされ、「限界深さ」は図1に示した様に、サブソイラーの破碎効果が認められる範囲の深さです。

「限界深さ」を越えた場合は、破碎効果の範囲はあまり増加せず、むしろ圧縮された土層が形成されてマイナスの作用が大きくなります。「限界深さ」は土質や土壤水分などによって変動するため具体的な数値を示すことが困難ですが、海外の資料では、作業深さはサブソイラーの先端が耕盤層の下側3 cmから5 cmの位置を通過する深さに設定するのが望ましいとされています。



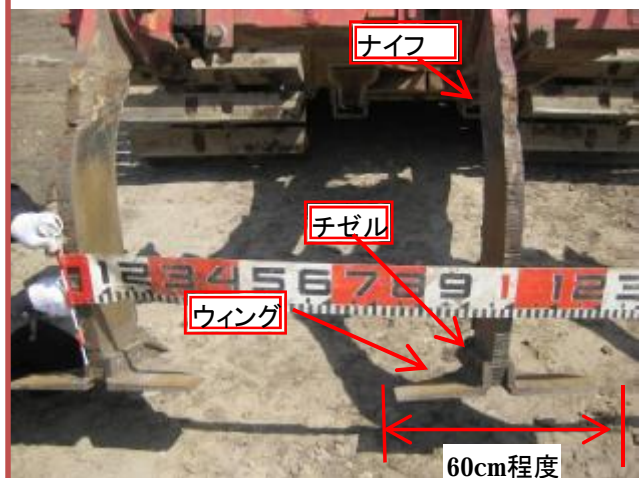
3. ブルドーザーによる心土破碎

ブルドーザーによる心土破碎は、破碎効果を大きくするため、ウイングに角度(3°から5°)を持たせており、ウイングにより土が少し持ち上げられ、土中の亀裂(ミズミチ)が増加します。

また、サブソイラーに比べるとウイング幅も大きいので、破碎範囲(効果)も大きくなります。

下層に土壤硬度20 mm以上を超える耕盤層が確認される場合は、小麦収穫後の乾燥状態にブルドーザーによる心土破碎を実施し、土中の亀裂(ミズミチ)を発達させる期間をあけることで、より高い破碎効果が得られます。

パンブレーカー



4. 暗渠排水の施工時期と、心土の確認方法

今後、道営畑総事業で暗渠排水整備を希望しているほ場では、早期に排水効果を発揮させるため適切な心土破碎が実施できるような時期に施工を行うことが望ましく、豆やビート収穫後に暗渠排水施工を予定しているほ場や、暗渠排水施工後の翌春に作付作物が早い時期のイモやビートのほ場では、適切な心土破碎(作業時期及び破碎後の乾燥期間)が実施できないことから、排水不良となる恐れもあるため、注意が必要です。

◎理想的な暗渠排水施工時期とその後の営農作業体系
小麦収穫後 → 暗渠排水施工 → 心土破碎 → 緑肥、堆肥散布 → 秋起し時、緑肥等の根張り具合や耕盤層の有無、土中の亀裂発達状況を観察 → 必要に応じ翌春に心土破碎実施。

耕盤層の簡易確認方法

耕盤層確認状況



地表面から30-40cm以深に耕盤層があるので、指が簡単に入らない。

耕盤層直上の作土



地表面は乾燥していたが、耕盤層直上の20-30cm以深は、土壤水分が高く指も容易にはいる。

作物根の伸長状況確認



心土は白色の粘性土であるが、心土破碎が適切に実施されているため、作物根が40-60cmまで伸長していた。

下層土の色で排水の良否を判断



心土が褐色土のほ場



心土が灰色土のほ場



心土の斑紋(鉄さび)

下層土全体が褐色系であれば、透排水性が良好と考えられるが青灰色や青緑色は著しく不良と考えられる。両者の中間で地下水位が季節的に変動して定期的に過湿となる場合は、灰色系で斑紋(赤さび)が土層中に見られる。

『心土が灰色系や青灰色で乾燥時は堅くなる排水不良を示す土壤は、小麦収穫後の乾燥状態に、ブルドーザーの心土破碎を行い、亀裂の発達(ミズミチ確保)のため期間をあけることも必要である。』

下層土の色	排水の良否
褐色系	良
灰色系(斑紋)	不良(過干、過湿)
青灰色	著しく不良(過湿)

非常に堅い耕盤層が形成されたほ場は、小麦の根張りが20~30cm程度でしたが、耕盤層がないほ場では、根張りは40~60cmまで確認されました。

耕盤層形成の有無は作物の根張り具合でもある程度、判断することができますので、作物の生育が特に悪い箇所は穴を掘って、「根張り、耕盤層の硬さや深さ、心土の土質」を観察し、適切な心土破碎を実施をすることが重要です。

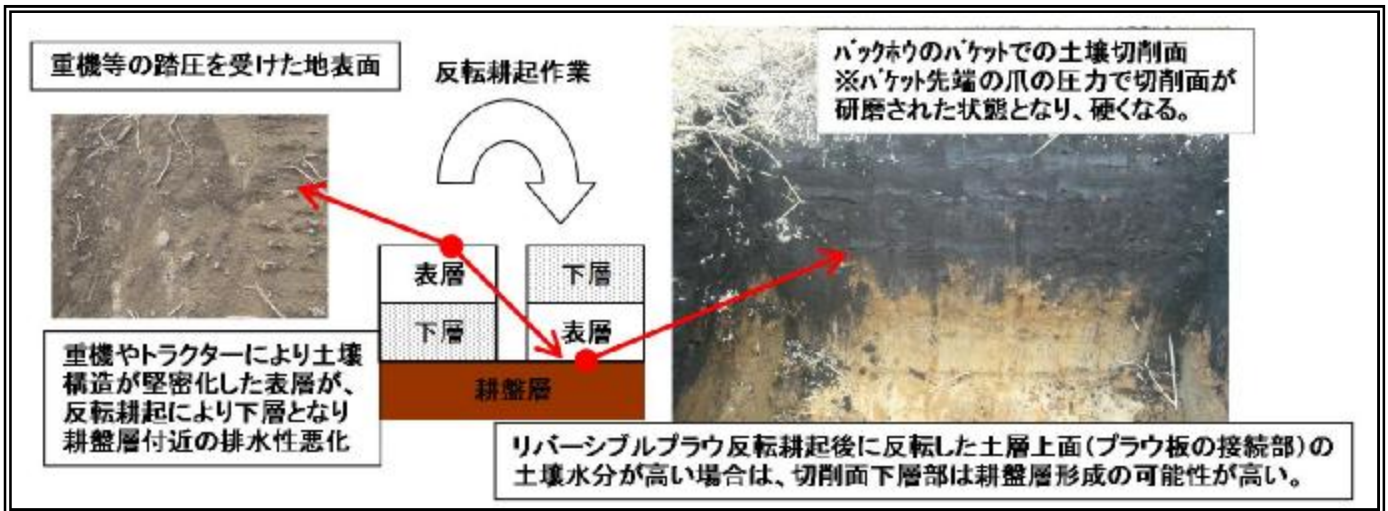
5. 各営農作業による耕盤層形成リスクの説明

営農作業による耕盤層形成リスク

土壤水分が高い状態でのリバーシブルプラウによる反転耕起や、ロータリーハローによる砕土・整地作業は耕盤層が形成されやすいです。

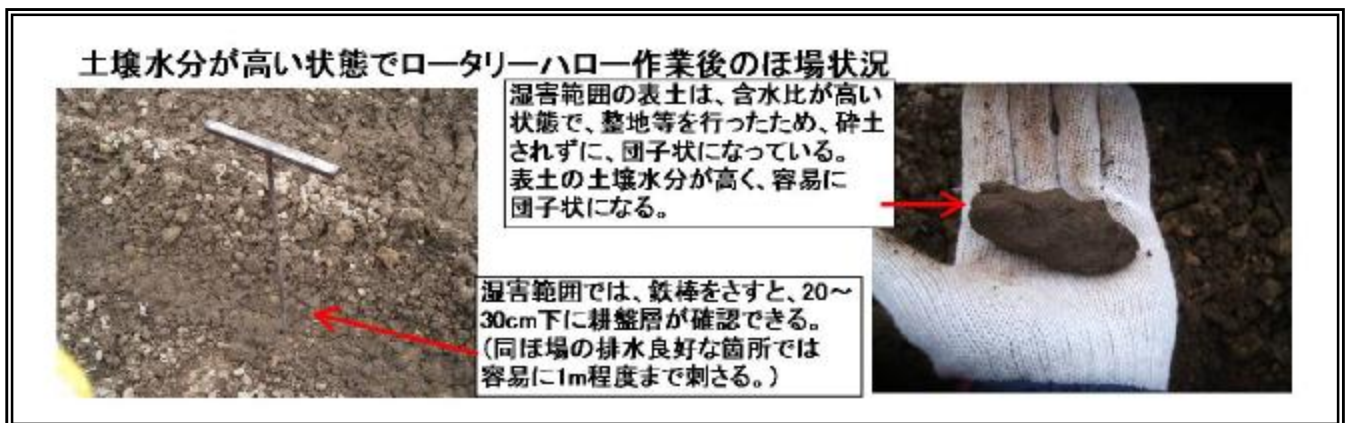
特に多湿黒ボク土は耕盤層形成などにより心土が堅密化し、滞水しやすく排水性不良となりやすい土壤であるため土壤水分が高い秋や、融雪後翌春の作業は十分に注意する必要があります。

※リバーシブルプラウによる反転耕起では、トラクターの片輪を作土直下に落とすため、直接作土直下が踏み固められることにより耕盤層が形成されやすく、特に土壤水分が高い状態での反転耕起は、プラウ(発土板)先端部の土壤切削部が作業機械の自重により研磨された状態となり硬くなるため、これも耕盤層形成の一因と考えられます。



ロータリーハローは、爪の回転力で土塊を切断破碎するものですが、爪の圧力で耕盤層が形成され、とくに土壤水分が高い状態での作業は、土塊が砕かれず団子状になりその土塊により、耕うん底面が叩かれるような状態となるため、耕盤層が形成されます。

また、ロータリーハローによる作業は、土壤水分が高い状態で、砕土性を求め回数を多くすると、砕土性は向上し作土は深くなりますが、この耕盤層はより硬くなります。



※暗渠排水整備後のほ場管理として、心土破碎が不十分で耕盤層が残っている場合、**地表面が乾いていても地中の土壤水分が高い場合があるので、穴を掘り作業予定深さの土壤水分を確認**することが必要です。

砕土作業に適切な土壤水分は、

『手で握って団子にならず』かつ『土塊が手で握りつぶせる。』程度とされています。

6. 暗渠排水機能維持のため耕盤層形成リスクが少ない営農作業提案について

暗渠排水機能維持のためには、通常の営農作業により形成される耕盤層を確実に破碎し、土壤水分が高い状態での作業は可能なかぎり回避することが重要です。

湿害が生じやすい場合は、営農作業により耕盤層が形成されやすいとも言えますので、暗渠排水整備後においても十分注意してください。

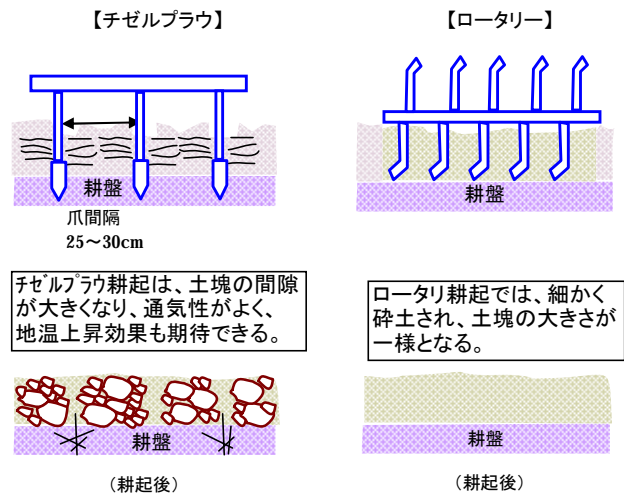
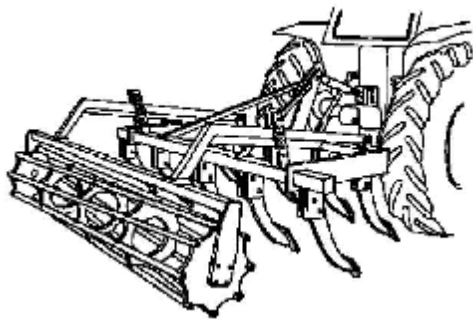
特に排水不良が生じやすい場合は、プラウ耕起時に心土犁（しんどり）をとりつけ、プラウ耕と同時に鋤床の破碎や、大型トラクターでの溝曳きによるプラウ耕起は下層土を踏み固めてしまうため、丘曳きによるプラウ耕起やタイヤ消し（ルーズナー）の使用も検討してください。

特に湿害が生じやすい場合は、畦間サブソイラーや、カルチベーター等に深耕爪を付けての中耕も検討してください。

耕盤層が形成されにくい作業としては、爪ものと呼ばれる作業機を用いる方法で、チゼルプラウ等による粗耕起や、ディスクハローやスプリングタインハロー等による碎土、パワー（バーチカル）ハローやコンビネーションハロー等による碎土・整地の作業があります。

これらの作業は大きな牽引力が必要なため、4輪駆動の大型農業機械が必要となりますが、PTO（作業機駆動のためトラクター動力取り出し機構）不要な作業（パワーハロー以外）ですので経済的で、ロータリーハローによる碎土・整地と比較した場合には、高速作業も可能となりますので、作業時間の縮減にもつながります。

チゼルプラウによる粗耕起のメリット



- ①チゼルプラウ耕起した圃場は、降雨後の排水が早く、短期間に上層及び下層の土壤水分が低下する。ロータリー耕起では土塊が小さいことから、特に下層に水分が停滞し、乾燥が遅れる。
- ②大きな土塊が作業機のタイヤの荷重を支えるため、地耐力が大きく、土塊の小さいロータリー耕起に比べて車輪の沈下が少なくなる。そのため降雨後、短期間に作業を開始することができる。
- ③大きな牽引力が必要なため、4輪駆動トラクターやクローラトラクターが適する。
- ④チゼルプラウで荒起しを行った圃場は乾燥が速く、降雨があってもロータリー耕起よりも比較的早く乾燥する。また、チゼルプラウの作業速度は、ロータリー耕起の2倍であり、PTO（トラクター動力）を使用しないため、経済的である。
- ⑤ほ場の土壤水分が高い場合に、チゼルプラウ粗耕起は、乾土効果が大きいいためロータリー耕起の前作業としても効果的である。

大型トラクターをお持ちの方は、農作業の効率化やほ場の農作業乗り入れ回数を減らすため、フロントにも作業機を付けて複合作業を実践されている方や、踏圧の影響を少なくするためダブルタイヤを導入されている方もいます。



◎大型トラクター複合作業機

大型トラクターは、前部にも作業機を付けた方が重量バランスが良くなり、タイヤに係る重量が前後輪分散されるため、後部だけの作業よりも踏圧の影響が少なくなる。

また、通常2工程の作業を1工程で行うことにより、ほ場の乗り入れ回数を減らし、踏圧の影響が軽減され、作業時間の短縮にもなる。

7. 土づくりの観点からの排水対策

暗渠排水整備後に、ほ場の排水機能を維持(持続)させるためには、適切な心土破碎により耕盤層を破碎し、土中の亀裂(ミズミチ)を確保する必要があります。

土中の亀裂(ミズミチ)を長持ち(持続)させるためには、緑肥や堆肥の導入により土中の有機物を多くし、土の団粒構造を安定させる必要があります。

一般的に有機物が少ない土壌の団粒は、水に浸かると崩壊しやすいことや、ロータリーハロー等の耕うん作業による土壌が単粒化しやすいことから、心土破碎による亀裂(ミズミチ)が維持されない恐れがありますので、心土破碎を実施したとしても、その効果を十分に発揮しているとは言えません。

反対に有機物量が多い団粒構造は、水に浸かった場合の安定性が増加し、踏圧の影響を受けにくい土壌となり、心土破碎時の亀裂(ミズミチ)も維持されるため、ほ場に対する**有機物施用+適切な心土破碎**は畑の排水機能維持にとっても必要不可欠なものであります。

『有機物を分解する微生物は酸素のある好気状態により活性化し、有機物を分解・団粒構造を作るため、湿害が生じていたほ場であっても、暗渠排水整備により排水性が向上し、**プラウ耕起や心土破碎等の耕うん作業により空気を土中に送ることで微生物が活発化し、団粒をつくる**。反対に耕盤層が形成され、ほ場の排水性が悪いと有機物を施用しても酸素がないため、好気性の微生物が働けないので団粒が作られない。』