

1. はじめに

十勝管内帯広市では、農村地域ほぼ全域で3回目の道営畑総事業を実施している。

暗渠排水整備は特に、湿性土壌である多湿黒ボク土等のほ場を中心に行っているが、暗渠排水施工後の翌年以降、耕盤層形成が原因と思われる排水不良への問い合わせが寄せられる状況にあった。(写真-1, 2, 3)

主な問い合わせ内容は、「暗渠排水を施工したのにも関わらず、ほ場の地表面に表面水が溜まる」、「表面水が抜けなため表土が泥濘化する」、「雨が降っても落口から水がでない」、「暗渠を施工する前よりも、排水性が悪くなった」等である。

○平成22年度暗渠排水施工ほ場の翌年度排水不良状況



写真-1



写真-2



写真-3

これら、毎年のように寄せられる排水不良への問い合わせに対し、地区担当者(監督員)として、排水不良原因の説明やその対応に時間を要していた。

平成22年度以前の暗渠排水施工ほ場で、心土破砕を実施しているが排水不良が生じている状況から、暗渠排水施工後に生じる排水不良原因を調査し、根本的な解決方法を受益者に対して提案する必要があると考えた。

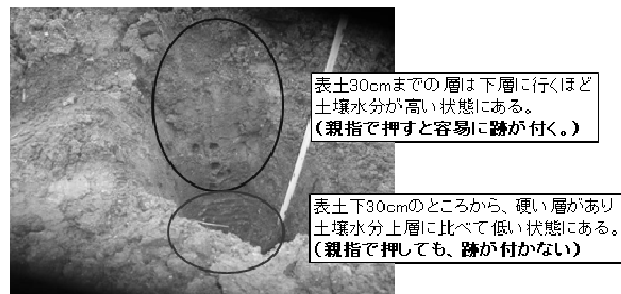
特に十勝地方では農家1戸当たりの経営規模が大きく、農業機械の大型化が進んでいることや、多湿黒ボク土等の湿性土壌に起因して土壌水分が高い状態での営農作業となり、通常の営農作業による耕盤層が形成されやすい事が考えられた。畑総事業終了後においても、受益者自らが、適切な耕盤層破砕対策を実施し、暗渠排水の機能(効果)が持続されるような提案を検討すべく、平成23年度、平成24年度の2ヵ年において暗渠排水施工時に実施した調査と、その調査結果に基づく整備後のほ場管理を提案した事例について報告する。

なお、当該調査方法を検討する上での基本条件として ①調査費用をなるべくかけないこと ②簡単かつ簡便であり、誰でもできる調査であること ③この調査結果を利用して受益者にはほ場管理の提案ができること の3点とした。

2. 調査方法について

①排水不良ほ場の共通点

- ・排水不良箇所は、地表面 20～30 c m のところに、耕盤層と思われる非常に硬い層がある。(写真－4)
- ・土壌が多湿黒ボク土（地表面 30～40 c m 以深は粘性土）のほ場や、黒ボク土が 1 m 以上堆積しているほ場。
- ・施工時期は、『豆』や『ビート』収穫後の 10 月以降に暗渠排水を施工し、翌年の作付は『いも』や『ビート』の 4 月下旬から 5 月上旬に作付したほ場。



写真－4 排水不良ほ場の試掘写真

②排水不良原因の想定

- ・豆やビート収穫後の暗渠排水施工は、作土が乾きづらい 10 月以降に施工するため、施工機械により締め固められることで耕盤層が形成される。
- ・農業機械の大型化により、作土が高水分状態であっても営農作業が可能であるが、練り返しを発生させ、作土の排水性悪化や耕盤層が形成される。
- ・秋に暗渠排水を施工したほ場では、営農作業工程等により、従来実施している心土破碎方法では耕盤層破碎が不十分となる可能性がある。

③調査方法の検討

暗渠排水の施工時期等による耕盤層形成や工事に伴う土壌硬度値増減の有無を把握すべく、十勝農業試験場より示された土壌硬度計により耕盤層の判定を行うこととした。

土壌硬度計は本出張所に 2 台所有していた事や、リース業者に確認したところレンタルも可能ということから、山中式土壌硬度計で耕盤層の判定を行うこととし、併せて暗渠排水施工後の営農作業による排水不良リスク把握のため聴き取り調査を実施した。

調査は、暗渠排水施工前後に行うことや、山中式土壌硬度計は掘削して土壌硬度を計測する必要があることから、平成 23 年度は畑総事業川西北、大正北、川西西地区で、平成 24 年度は大正北、大正南地区の暗渠排水工事受注業者様の御協力を頂き実施した。

④調査方法について（調査要領）

1) 調査目的

暗渠排水施工前後の土壌硬度値を山中式土壌硬度計を用いて測定することより、耕盤層形成の有無を把握する。

暗渠排水施工後の営農作業に伴う排水不良原因調査のため、暗渠施工後の営農予定作業内容の聴き取り調査を行う。

2) 調査ほ場数と測定方法

- ・ 1工区あたり3～5ほ場とし、小麦又はイモ収穫後のほ場で1～2ほ場、豆やビート収穫後のほ場で2～3ほ場とする。
- ・ 調査該当ほ場の施工面積は1ha以上とする。
- ・ 土壌硬度調査頻度は、1ほ場当たり2～4地点とし、地表面から深さ60cmまで10cm毎に土壌硬度を測定する。
- ・ 深さ10cm毎の土壌硬度の値は、3回測定 of 平均値とする。
(平成24年度は2回の測定 of 平均値。)
- ・ 施工後の土壌硬度測定は、暗渠掘削(埋戻)断面を避けて重機踏圧部分で測定する。

3) 調査箇所の選定

調査ヶ所の選定は、暗渠排水施工区域内で農家カルテや受益者聴き取りにより湿害箇所1～2地点とし、残り地点は施工ほ場で平均的な値となるよう選定する。(枕地等の巡回場所を避ける)

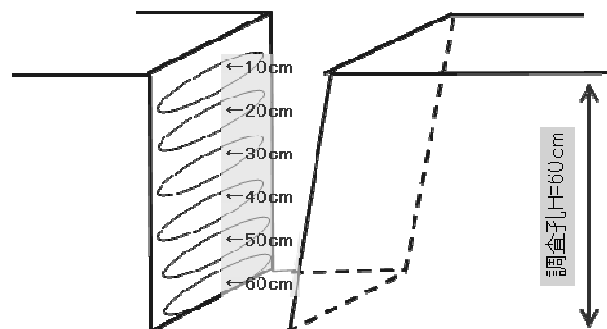
4) 調査時の写真撮影

暗渠排水掘削断面を生かし、日陰に注意して土壌断面の判別が出来る様撮影する。

5) 営農作業の聴き取り（およそで結構です。）

受益者から、今年度の作物収穫後から来年度作付までの営農作業内容及び、各作業の時期を聴き取ること。

調査孔略図



暗渠掘削断面を利用して、深さ60cmまで、10cm毎に土壌硬度を測定する。

「土壌硬度調査時に用いた様式」 施工ほ場 土壌硬度データシート

工事名 畑総(支援:一般)大正北地区第41工区

請負者 山内・丹野経常建設共同企業体

調査年月日 施工前 平成24年9月10日
施工後 平成24年9月13日

ほ場番号 14/29

工事種 暗渠排水工

作付作物	H24年度	H25年度
	小麦	いも

	表土	心土
厚さ	30~40cm	
土壌名	多湿黒ボク土	粘土(茶褐色)

特記事項

表土下は、全体的に粘性土で形成され砂利層はみうけられなかった。
白粘土層は無かったが場所により床または床から20cm程度上から湧水があった。既設暗渠も効いており排水がおこなわれていた。

施工前 土壌硬度入力表

観測地点	14/29 -A			14/29 -B			14/29 -C			14/29 -D			
	測定値			測定値			測定値			測定値			
深さ	1	2	平均	1	2	平均	1	2	平均	1	2	平均	平均
10cm	11	16	13.5	12	15	13.5	11	10	10.5	18	16	17.0	13.6
20cm	18	17	17.5	14	13	13.5	12	10	11.0	18	17	17.5	14.9
30cm	16	19	17.5	13	13	13.0	11	15	13.0	17	19	18.0	15.4
40cm	17	16	16.5	14	18	16.0	19	19	19.0	23	24	23.5	18.8
50cm	18	15	16.5	16	18	17.0	21	20	20.5	22	22	22.0	19.0
60cm	19	19	19.0	15	17	16.0	18	16	17.0	19	18	18.5	17.6

施工後 土壌硬度入力表

観測地点	14/29 -A			14/29 -B			14/29 -C			14/29 -D			
	測定値			測定値			測定値			測定値			
深さ	1	2	平均	1	2	平均	1	2	平均	1	2	平均	平均
10cm	16	17	16.5	15	17	16.0	16	16	16.0	20	19	19.5	17.0
20cm	22	22	22.0	18	19	18.5	19	18	18.5	19	19	19.0	19.5
30cm	20	21	20.5	20	19	19.5	20	20	20.0	20	20	20.0	20.0
40cm	19	20	19.5	20	20	20.0	21	24	22.5	24	25	24.5	21.6
50cm	18	18	18.0	18	19	18.5	22	20	21.0	22	23	22.5	20.0
60cm	20	21	20.5	16	18	17.0	20	17	18.5	19	19	19.0	18.8

特記事項

暗渠施工時は、天候が良く作土は乾燥状態であったので、ほ場を傷めず施工が出来た。

施工前の調査では20mmを超える層は何か所も無かったが全体的には硬盤層で形成されている。

施工後の調査では重機が走行し踏圧した箇所は表土から締め固まり30~40cmで深は20mmを超える箇所が多くみられた。

全体的に硬盤層で形成されているため施工による重機の踏圧により更に硬度があがる結果となった。

9月25日の雨降り時、ほ場の状態を確認したところ新設した落口からの排水が確認された。

次の日、再度ほ場の確認をしたところ雨水の溜まっている箇所はなかった。

施工完了後(10月23日)、サブソイラーにより心土破碎をおこなっていたので施工深を確認したところ

40cm以深までしか入っていなかった。表土厚が50cmなので、来春のサブソイラーを再度おこなう際は50cm以深まで入れるよう、お願いした。

営農作業聴き取り表

暗渠排水施工後営農作業聴き取り

ほ場番号 14/29

年月日	作業内容(機械名)	備考
H24、8月上旬	小麦収穫	
H24、9月中旬	暗渠排水工	
H24、10月下旬	心土破碎(サブソイラー)	
H24、10月下旬	耕起(プラウ)	
H25、4月中旬	整地(ロータリー)	
H25、4月中旬	作付(いも)	

3-1. 土壌硬度調査結果のとりまとめ

①土壌硬度値による耕盤層の判定と調査ほ場数

- ・山中式土壌硬度計による耕盤層の判定基準として十勝農試より、黒ボク土又は褐色地底地土で 20mm 以上、多湿黒ボク土は、16～18mm 以上で耕盤層の形成が認められると示されている。
- ・暗渠排水施工ほ場では、多湿黒ボク土が大半であることから、本調査では土壌硬度 16mm 以上を耕盤層が形成されているものとした。
- ・当該調査は、平成 23 年度 21 ほ場、平成 24 年度 21 ほ場にて実施した。

表-1-1 調査ほ場数

施工年度	施工(調査)時期			計
	8,9月	10月	11月	
平成23年度	6	10	5	21
平成24年度	16	1	4	21
計	22	11	9	42

表-1-2 地区別調査ほ場数

地区名	H23年度	H24年度	計
川西北	5		5
大正北	4	8	12
川西西	12		12
大正南		13	13
合計	21	21	42

②調査年度の気象データ

- ・平年値と平成 23 年度の比較では、9 月は長雨の影響により降水量が平年より多く、日照時間も少ない。その他の月は、降水量、気温、日照時間について、平年よりもやや良いか平年並みと言える。

平成 24 年度の天候は、8 月 9 月は平年並みといえるが、10 月 11 月は気温が平年並みであったが、降水量が平年よりも多く、日照時間も少なかった。(表-2)参照

表-2 平年値と平成23、24年の気象データ比較

項目	降水量(mm)			気温(°C)			日照時間(時間)		
	平年値	平成23年	平成24年	平年値	平成23年	平成24年	平年値	平成23年	平成24年
8月	139.1	102.5	158.5	20.2	21.1	21.3	128.9	132.4	129.3
9月	138.1	219.5	80	16.3	18.1	20.3	143	72.7	103.2
10月	75	95.5	137	10	10.6	11.4	175	183.8	152.2
11月	57.6	20	161.5	3.2	4.6	4.4	166.7	183.4	114.8

帯広市 気象庁 気象統計情報から

③施工前後の土壌硬度比較

- ・施工前の調査では、全 42 ほ場のうち約 9 割で耕盤層が確認され、施工後新たに形成されたほ場はなかったが土壌硬度でみると、施工後 16～20mm 未満のほ場数が減少し、20mm 以上のほ場数が増加した。(表-3 参照)

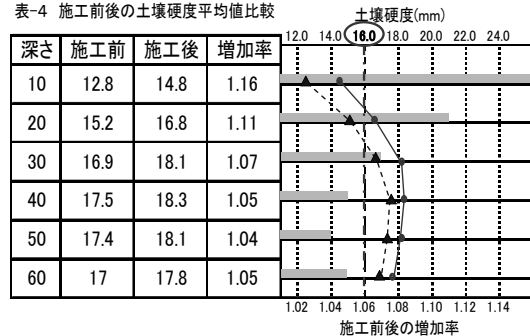
・土壌硬度値は、20 c m～40 c m以深までが高く、50 c m～60 c mにかけて減少傾向にあった。

- ・施工前後の増加率(暗渠工事による土壌踏圧の影響)は、表層部(30cm 以深まで)が最も受けやすく、深くなるにつれ減少するが、30～60 c mの深さまで暗渠排水工事により一様に平均 5%増加していた。(表-4 参照)

表-3 深さ60cmまでの土壌硬度による耕盤層形成ほ場数

	土壌硬度			計
	16mm以下	16～20mm	20mm以上	
8,9月		16	6	22
10月	3	5	3	11
11月	1	3	5	9
計	4	24	14	42
割合	10%	57%	33%	
8,9月	1	9	12	22
10月	2	5	4	11
11月	1	3	5	9
計	4	17	21	42
割合	10%	40%	50%	

表-4 施工前後の土壌硬度平均値比較



12.0 14.0 16.0 18.0 20.0 22.0 24.0
1.02 1.04 1.06 1.08 1.10 1.12 1.14
施工前後の増加率

⑤施工時期による土壌硬度比較

・施工時期による土壌硬度は、施工前後共に 11 月調査ほ場の値が高く、8 月から 10 月調査ほ場は、ほぼ同じ値となった。(表-5 参照)

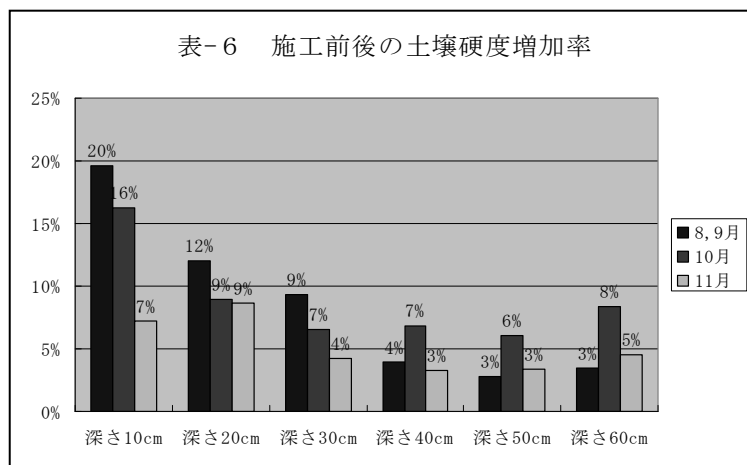
表-5 施工時期による土壌硬度の比較(平均値) 単位:mm

施工前	土壌硬度値			施工後	土壌硬度値			増加率	工事による増加率		
	8,9月	10月	11月		8,9月	10月	11月		8,9月	10月	11月
深さ10cm	11.7	12.9	15.2	深さ10cm	14.0	15.0	16.3	深さ10cm	1.20	1.16	1.07
深さ20cm	14.2	15.6	17.4	深さ20cm	15.9	17.0	18.9	深さ20cm	1.12	1.09	1.09
深さ30cm	16.1	16.9	18.8	深さ30cm	17.6	18.0	19.6	深さ30cm	1.09	1.07	1.04
深さ40cm	17.8	16.1	18.6	深さ40cm	18.5	17.2	19.2	深さ40cm	1.04	1.07	1.03
深さ50cm	17.7	16.5	17.7	深さ50cm	18.2	17.5	18.3	深さ50cm	1.03	1.06	1.03
深さ60cm	17.5	15.5	17.7	深さ60cm	18.1	16.8	18.5	深さ60cm	1.03	1.08	1.05
平均	15.8	15.6	17.6	平均	17.1	16.9	18.5	平均	1.08	1.09	1.05

・施工前後の土壌硬度の増加率は、どの施工時期においても地表面 10cm～30cm 以深までの増加率が高く、深くなるにつれ増加率は減少する傾向にある。

・施工時期による差は、地表面から深さ 10cm～30cm 地点の増加率は 8, 9 月が最も高くなっている。これは気温が高く地表面部が乾燥し施工前は土壌硬度が低く、施工後は重機踏圧により増加したものと推測される。

・本調査を実施する前は、10 月よりも 11 月の方が気温が低く施工時における土壌水分が高い等の理由により、11 月の土壌硬度増加率が最も高くなると想定していたが、結果としては 11 月よりも 10 月の方が、施工前後の土壌硬度増加率が高い値を示した。



⑥施工前後の土壌硬度調査結果 (とりまとめ)

・施工前の調査により、約 9 割のほ場で耕盤層が形成されていた。
 ・暗渠排水施工により新たに耕盤層が形成されたほ場はないが、耕盤層が形成されているほ場では更に硬くなる。

・施工前に土壌硬度 20mm を超えるほ場は約 3 割程度であったが、施工後は約 5 割が土壌硬度 20mm を超えた。(土壌硬度 20mm 以上は作物根の伸長が阻害され収量低下が懸念される。)

・施工時期による土壌硬度の大きな違いはみられなかったが、表層部(地表面 10cm～30cm まで)の土壌硬度増加率が大きく、下層部(40cm 以深)はどの時期においも、一様に平均 5% 程度増加した。

3-2. 暗渠排水施工後の営農作業聴き取り結果

①調査目的

営農作業による排水不良原因を調査するため、暗渠排水施工後に予定している営農作業方法（心土破碎、耕起、砕土、整地）やその作業時期、各作業間で空ける日数の聴き取り調査を実施した。

表-6 施工後の農作業聴き取り一覧表(抜粋版)

地区名	川西北	川西北	川西北	大正北	大正北	大正北	大正北	大正北	大正北	大正北	大正南	大正南	大正南	大正南
工区	1工区	1工区	1工区	1工区	41工区	41工区	41工区	41工区	41工区	41工区	41工区	41工区	41工区	41工区
ほ場番号	12/48	9/100	1.2/137	3/21	14/29	15/29	1/87	1/78	20/29	1/11	1/23	1/34	3/35	
土壌硬度	平均値	20.1	15.2	17.3	20.6	16.6	17.2	17.7	8.1	11.7	15.0	16.0	15.2	16.3
	最大値	21.6	18.7	20.6	24.3	19.0	18.5	19.6	10.3	15.8	17.2	19.6	17.0	19.9
加主	平均値	21.2	17.2	18.6	26.0	19.5	19.1	18.6	8.9	12.8	16.3	17.0	15.8	16.9
	最大値	22.2	19.3	21.3	29.1	21.6	20.0	20.3	11.0	16.4	18.0	20.9	17.6	20.3
加主	平均値	1.1	1.1	1.1	1.3	1.2	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.0	1.0
	最大値	1.0	1.0	1.0	1.2	1.1	1.1	1.1	1.0	1.1	1.0	1.1	1.0	1.0

暗渠排水後の営農作業聴き取り	小麦収穫	小麦収穫	ビート収穫	ビート収穫	小麦収穫	小麦収穫	小麦収穫	ビート・小麦収穫	ビート収穫	小麦収穫	休閑緑肥	ビート収穫	ビート収穫
	H23.9.10上	H23.8.9下	H23.10.10中	H23.10.10下	H24.8.10上	H24.8.10上	H24.8.10上	H24.11.10中	H24.11.10中	H24.8.10上		H24.10.10下	H24.10.10下
	暗渠施工	暗渠施工	暗渠施工	暗渠施工	暗渠施工	暗渠施工	暗渠施工	暗渠施工	暗渠施工	暗渠施工	暗渠施工	暗渠施工	暗渠施工
	H23.9.15	H23.9.2	H23.10.28	H23.11.16	H24.9.13	H24.9.17	H24.8.10上	H24.11.22-23	H24.11.25-26	H24.8.10中	H24.8.4	H24.10.24	H24.10.27
	心破	心破	心破	堆肥・耕起	心破	心破	いも収穫	耕起	耕起	暗渠施工	耕起	ビート収穫	心破
	サブソイラー	サブソイラー	サブソイラー	サブソイラー	サブソイラー	サブソイラー	サブソイラー	サブソイラー	サブソイラー	サブソイラー	サブソイラー	サブソイラー	サブソイラー
	H23.10.10上	H23.9.10上	H23.10.10下	H23.11.10中	H24.10.10下	H24.10.10下	H24.8.10下	H24.11.10下	H24.11.10下	H24.9.16	H24.8.10上	H24.11.10上	H24.11.10上
	耕起	耕起	耕起	砕土	耕起	耕起	暗渠施工	心破	砕土・整地	心破	整地	暗渠施工	耕起
	リハーソングルプラウ	リハーソングルプラウ	リハーソングルプラウ	ディスクハロー	リハーソングルプラウ	リハーソングルプラウ	サブソイラー	サブソイラー	サブソイラー	サブソイラー	サブソイラー	サブソイラー	サブソイラー
	H24.4.4中	H23.10.10下	H23.10.10下	H24.4.4中	H24.10.10下	H24.10.10下	H24.9.21	H25.4.4中	H25.4.4中	H24.9.16	H24.8.10上	H24.11.19	H24.11.19
整地	整地	心破	整地	砕土・整地	砕土・整地	心破	整地	いも作付	耕起	緑肥	除稈	整地	
ロータリー	ロータリー	サブソイラー	ロータリー	ロータリー	ロータリー	サブソイラー	ロータリー	ロータリー	サブソイラー	サブソイラー	ロータリー	ロータリー	
H24.4.4中	H24.4.4中	H24.4.4中	H25.4.4中	H25.4.4中	H24.4.4中	H24.9.10中	H25.4.4中	H25.4.4中	H24.9.16	H24.8.10上	H25.4.4中	H25.4.4中	
ビート作付	ビート作付	砕土	いも作付	いも作付	いも作付	耕起	いも作付		整地	すきこみ	心破	いも作付	
H24.4.4中	H24.4.4中	ディスクハロー	H24.4.4中	H25.4.4中	H25.4.4中	H24.9.10中	H25.4.4中		ロータリー	リハーソングルプラウ	サブソイラー	ロータリー	
			整地			整地			小麦作付	小麦作付	整地		
			ロータリー			ロータリー			H24.9.10下	H24.9.10中	ロータリー		
			いも作付			小麦作付			H24.9.10下	H24.9.10中	ロータリー		
			H24.4.4中			H24.9.10中					大根作付		
						H24.9.10中					H25.4.4中		

- ・暗渠排水施工後の営農作業方法は、平成23年度11ほ場、平成24年度17ほ場で聴き取り調査を実施した。
- ・全聴き取り調査28ほ場のうち、暗渠排水施工後に心土破碎を予定している方は、約9割の25ほ場で、心土破碎方法はサブソイラー等（トラクターで牽引）によるものが21ほ場で、パンブレーカー（ブルドーザーで牽引）による心土破碎は、4ほ場であった。
- ・暗渠排水施工後に心土破碎を予定していない方は2~3年の頻度に1回心土破碎を実施しており、暗渠施工前年度に心土破碎を行ったとの事であった。
- ・過去に排水不良が生じた事例の多い『豆、ビート収穫後』の暗渠排水施工後、営農作業工程として、平成23年度調査ほ場では、日にちをあげずに心土破碎直後に次の作業を行うほ場が多く、作付前の砕土・整地はロータリー・ハローにより実施し、砕土の状態によっては2~3回掛けを行うほ場もあった。

『なお、本聴き取り調査により心土破碎後と次の作業までに期間をあけていないほ場は、心土破碎の効果を高める（土中の亀裂を発達させる）ため、次の作業まで出来るかぎり期間をあける様、受益者に提案を行った。』

3-3. 心土破碎効果の調査（パンブレーカー施工後の土壌硬度低下率）

・パンブレーカー（フルドーザー）による心土破碎効果確認のため、施工前後の土壌硬度比較と、下層への表面水浸透状況を確認した。

表-7

大正北地区5/11ほ場

H23年8月中旬 心土破碎

	施工前	施工後	低下率
深さ10cm	14.0	10.0	30%
深さ20cm	22.5	12.0	50%
深さ30cm	27.0	12.5	50%
深さ40cm	23.5	12.5	50%
深さ50cm	23.8	5.3	80%
深さ60cm	22.0	6.8	70%
平均	22.1	9.9	60%

川西北地区10/139ほ場

H23年10月中旬 心土破碎

	施工前	施工後	低下率
深さ10cm	9.5	13.3	-40%
深さ20cm	18.3	14.7	20%
深さ30cm	18.1	14.6	20%
深さ40cm	20.1	15.6	20%
深さ50cm	15.2	14.4	10%
深さ60cm	16.6	15.2	10%
平均	16.3	14.6	10%

・両ほ場共にパンブレーカーで心土破碎を実施し、作業深 65cm、破碎間隔 90cm 以下で施工。8 月中旬に実施したほ場は、施工前の土壌硬度が深さ 20cm 以深から 20mm を超える非常に硬い耕盤層が確認されたほ場であり、心土は白色の粘性土で乾燥状態にあった。心土破碎後は確実に土壌硬度が低下し、降雨後は深さ 60 c m のところまで地下浸透が確認され、作土は心土よりも乾燥状態にあった。

・10 月中旬に実施したほ場は、比較的心土の透排水性がよいと思われる褐色土（火山灰質シルト又は粘性土等）であるが、作土と心土の境界付近、深さ 40 c m が硬くなっていたため、作土は心土に比べて土壌水分が高い状態にあったが、心土破碎後は深さ 60 c m の位置が最も土壌水分が高く、作土は比較的心土よりも乾燥状態にあった。

・土壌硬度の値で見た場合、8 月心土破碎ほ場は、ウイング通過位置 50cm 以深の土壌硬度が低下率が大きかったが、10 月心土破碎ほ場では、深さ毎の土壌硬度低下率に大きな違いは、見られなかった。

写真-5 大正北地区 5/11 ほ場 心土破碎前後の試掘状況

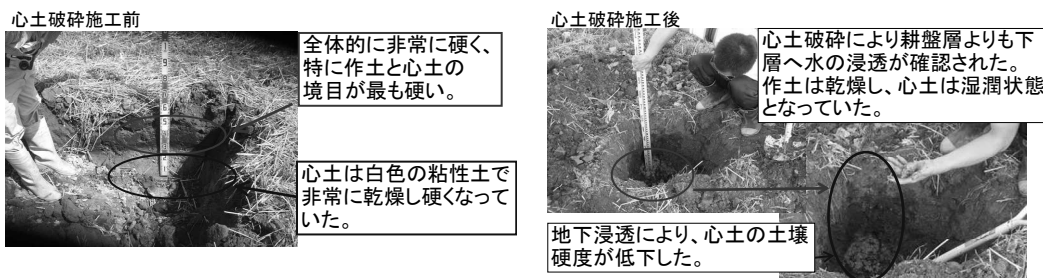
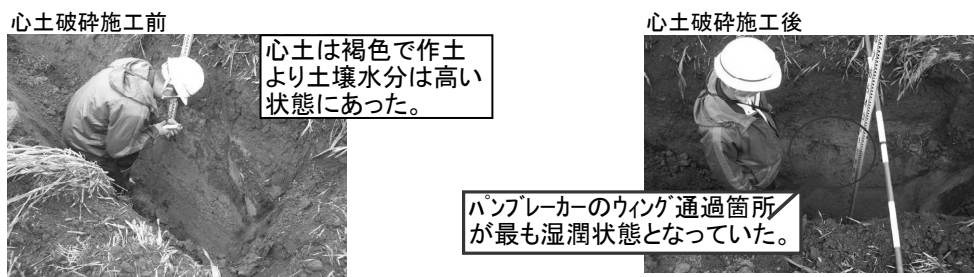


写真-6 川西北地区 10/139 ほ場 心土破碎前後の試掘状況



3-4. 土壌硬度調査結果を踏まえての追加調査

- ・ 耕盤層形成原因の調査のため、施工前に耕盤層形成有無ほ場について暗渠排水施工前の営農作業や心土破碎査後に聴き取り調査を実施した。
- ・ 聴き取りは耕盤層形成2ほ場、耕盤層無形成2ほ場の各受益者に行った。

表-8. 暗渠排水施工前後の土壌硬度調査結果一覧表(抜粋版)

地区名	川西北	川西北	川西北	大正北	大正北	大正北	大正北	大正北	大正北	大正南	大正南	大正南	
工区名	1工区	1工区	1工区	1工区	41	41	41	41	41	41	41	41	
ほ場番号	12/48	9/100	1.2/137	3/21	14/29	15/29	1/87	1/78	20/29	1/11	1/23	1/34	
施工年月日	始	H23.9.9	H23.8.28	H23.10.26	H23.11.13	H24.9.10	H24.9.14	H24.9.20	H24.11.19-20	H24.11.22-24	H24.9.6	H24.7.25	H24.10.24-11.19
	終	H23.9.15	H23.9.2	H23.10.29	H23.11.16	H24.9.13	H24.9.17	H24.9.21	H24.11.22-23	H24.11.25-26	H24.9.16	H24.8.4	H24.10.26-11.19
土壌	表土	黒ボク土	黒ボク土	多湿黒ボク土	多湿黒ボク土	多湿黒ボク土	多湿黒ボク土	多湿黒ボク土	褐色低地土	褐色低地土	淡色黒ボク土	多湿黒ボク土	多湿黒ボク土
	厚さ	30~40cm	30~40cm	30~40cm	30~40cm	30~40cm	30~40cm	30~40cm	20~30cm	30~40cm	30~40cm	30~50cm	25~30cm
	心土色	粘土 褐色	粘土 褐色	粘土 褐色	粘土 褐色-下層灰色	粘土 茶褐色	粘土 茶褐色	粘土 茶褐色	粘土 茶褐色	粘性土 茶褐色	粘性土 茶褐色	粘土 茶褐色・白色	黒ボク
施工年月日	始	H23.9.9	H23.8.28	H23.10.26	H23.11.13	H24.9.10	H24.9.14	H24.9.20	H24.11.19-20	H24.11.22-24	H24.9.6	H24.7.25	H24.10.24-11.19
	終	H23.9.15	H23.9.2	H23.10.29	H23.11.16	H24.9.13	H24.9.17	H24.9.21	H24.11.22-23	H24.11.25-26	H24.9.16	H24.8.4	H24.10.26-11.19
土壌硬度 施工前	深さ10cm	18.2	10.6	13.3	14.7	13.6	16.0	16.0	4.4	6.6	12.3	9.8	10.5
	深さ20cm	20.5	12.1	17.5	20.2	14.9	16.1	18.6	5.9	9.1	15.0	13.1	16.6
	深さ30cm	21.6	14.4	19.1	23	15.4	16.5	19.6	10.3	10.3	15.0	17.5	16.1
	深さ40cm	20.8	17.2	16.2	24.3	18.8	17.9	18.3	10.0	12.8	17.2	19.6	14.5
	深さ50cm	21.2	18.2	20.6	21.9	19.0	17.9	18.4	9.9	15.5	14.5	17.4	17.0
	深さ60cm	18.3	18.7	16.9	19.3	17.6	18.5	15.5	7.9	15.8	16.0	18.6	16.5
	平均	20.1	15.2	17.3	20.6	16.6	17.2	17.7	8.1	11.7	15.0	16.0	15.2
最大	21.6	18.7	20.6	24.3	19.0	18.5	19.6	10.3	15.8	17.2	19.6	17.0	
最小	18.2	10.6	13.3	14.7	13.6	16	15.5	4.4	6.6	12.3	9.8	10.5	
土壌硬度 施工後	深さ10cm	20.4	15.3	14.4	19.5	17.0	18.0	17.3	5.3	7.4	13.8	11.4	11.9
	深さ20cm	21.6	14.6	19.3	26.6	19.5	18.6	19.1	7.6	10.1	17.0	14.5	17.6
	深さ30cm	22.2	16.8	20.6	28.8	20.0	19.4	20.3	11.0	12.4	16.8	18.8	16.9
	深さ40cm	22.1	18.3	17.8	29.1	21.6	20.0	20.0	10.6	13.9	18.0	20.9	14.8
	深さ50cm	21.3	18.6	21.3	26.9	20.0	19.1	18.9	10.5	16.4	15.5	17.8	17.0
	深さ60cm	19.6	19.3	18.4	24.9	18.8	19.5	16.1	8.5	16.4	16.5	18.8	16.8
	平均	21.2	17.2	18.6	26.0	19.5	19.1	18.6	8.9	12.8	16.3	17.0	15.8
最大	22.2	19.3	21.3	29.1	21.6	20.0	20.3	11.0	16.4	18.0	20.9	17.6	
最小	19.6	14.6	14.4	19.5	17	18	16.1	5.3	7.4	13.8	11.4	11.9	
増加率	深さ10cm	1.10	1.40	1.10	1.30	1.30	1.10	1.10	1.20	1.10	1.10	1.20	1.10
	深さ20cm	1.10	1.20	1.10	1.30	1.30	1.20	1.00	1.30	1.10	1.10	1.10	1.10
	深さ30cm	1.00	1.20	1.10	1.30	1.30	1.20	1.00	1.10	1.20	1.10	1.10	1.00
	深さ40cm	1.10	1.10	1.10	1.20	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.00	1.10	1.00
	深さ50cm	1.00	1.00	1.00	1.20	1.10	1.10	1.00	1.10	1.10	1.10	1.00	1.00
	深さ60cm	1.10	1.00	1.10	1.30	1.10	1.10	1.00	1.10	1.00	1.00	1.00	1.00

○耕盤層形成ほ場での営農作業聴取

- ・ 心土破碎は、2~3年に1回の頻度でサブソイラにより行っている。
- ・ 心土破碎直後(空けても2,3日位)に次の作業を実施している。
- ・ 作業深は40から50cm位を目安に行っているが、ほ場によっては硬くて曳けずタイヤが空転してしまうため、浅めに掛けることもある。
- ・ サブソイラによる心土破碎は、リバーシブルプラウを掛けるための前処理と併せて行っている。プラウ板(発土板)の土への刺さりを良くするため浅めに30cm位で掛けている。また畑の勾配があるため、表面水が溜まることは少ないが、非常に強い降雨があると表土が流亡することが多い。
- ・ ローリーハローによる碎土・整地は、碎土性が悪いと2から3回掛けで行う場合もある。

○耕盤層が形成されていないほ場での営農作業聴取

- ・ サブソイラは毎年実施している。まれにハンブリーカーで実施している。
- ・ 耕盤層が出来ないように心がけており、ベルプラウによる耕起や、ディスクハローによる碎土、パリ(パチカル)ハローによる碎土・整地を実施している。
- ・ 経営規模が大きいので、農作業の効率化及び土壌踏圧の影響を最小限にするため、出来るだけ作業工程は減らし、ほ場への乗り入れ回数を少なくするように、トラクターの前後に作業機を付けている。

4. まとめ

4-1 土壌硬度及び営農作業聴取調査結果について

・施工前後の土壌硬度調査により、暗渠排水施工により新たに耕盤層が形成されることはないが、耕盤層がすでに形成されている場合は、施工により更に硬くなる。

・土壌硬度値として耕盤層形成が確認される最も浅い地点は20cm以深からで、土壌硬度値は30cmから50cm以深が最も硬くなる。

施工前の20から40cmの深さに形成される耕盤層は、営農作業により形成された可能性が高い。

・施工時期別で見ると、施工前後共に11月の土壌硬度値が高いことから、土壌水分が高い条件での作業(農作業や暗渠工事)は、耕盤層が硬くなる。

土壌硬度増加率は地表面から深さ10cmの地点が最も大きく、30cmから60cm以深までは、一様に増加する。

施工時期により土壌硬度増加率に大きな違いがないため、暗渠排水施工による土壌踏圧は、どの時期においても同じと言える。

・暗渠排水施工後の営農作業聴き取り調査では、暗渠排水施工後に心土破碎を予定していたが、小麦収穫後の時期的に余裕がある場合でも雑草の抑制を考慮して、心土破碎直後にロータリーハローで碎土・整地作業を行うほ場があった。

・豆やビート収穫後の暗渠排水施工ほ場では、時期的余裕が無いため、心土破碎直後にリバースプラウ(以下、反転耕起)を行うことが多く、翌春に心土破碎を予定しているほ場でも、心土破碎直後日数をあけずに次の作業を行うほ場があった。

上記調査結果から、暗渠排水施工後の排水不良原因の特定

① 暗渠排水施工の重機械により地表面部が踏み固められ、作土表層部の土壌が堅密化し、排水性が悪化する。

↓

② 暗渠排水施工後の反転耕起は、①により土壌構造が堅密化した作土上層部が下層となるため、作土下層に排水性が悪化した状態となる。

また、反転耕起作業は作土直化を直接踏み固めるため耕盤層が形成されやすい。

↓

③ 10月以降の暗渠排水施工後の秋や翌春の心土破碎は、多湿黒ボク土等の土壌に起因し土壌水分が高くなり易いため、破碎効果が不十分となり、すぐ次の作業(反転耕起やロータリーハローによる碎土・整地)を行うと、土壌水分が高いため、この作業により更に硬い耕盤層が形成される。

↓

④ 非常に硬い耕盤層が形成された場合は、トラクターの能力によって適切な破碎深が不足する。(土壌硬度が硬くなりすぎると、タイヤが空転してトラクターでは曳けない。)

↓

⑤ 暗渠排水施工後に心土破碎(サブソイラー)を実施しても、排水不良が生じる。

4-2. 土壌硬度及び営農作業聴取調査結果を利用したほ場管理の提案資料

①発注者が作成し説明に用いた資料(心土破砕の要点と簡単にできる耕盤層確認)

秋の暗渠排水施工後の排水対策方法について

十勝総合振興局南部郡地出所
平成23年10月作成(14246月一部訂正)
耕盤層による排水不良は播種イメージ図

○横の図は、暗渠排水施工後に『地表面に水がたまる』『降雨後に暗渠から水が出ない』等の排水不良が発生したほ場のイメージ図です。

○暗渠排水施工後の排水不良の主な原因は、作土直下に来る硬く締まった層『耕盤層』により、排水材まで『ミズミズ』がないことによるものでした。

○排水性を改善するためには、耕盤層をサブソイラー等の心土破砕により破砕し、排水材上端まで『ミズミズ』をつくることが重要です。

暗渠排水施工後の排水対策方法について

①暗渠排水施工後には、排水材上端の深さまで、サブソイラー等の心土破砕を行って下さい。

②土壌水分が高い状態での秋起こし(プラウ耕)は、作土直下をトラクターで踏固めるため、**耕盤層が硬くなってしまい、排水不良の原因**となります。
また、暗渠排水施工前に秋起こしを行った場合は、施工時に重機がほ場内に頻りに移動するため、地表面が踏み固められ、作土上層の排水性が悪化してしまう恐れがあります。

③翌春の融雪後に心土破砕を行う際は、できるだけ乾いた条件でかけるのが望ましく、『ミズミズ』を発生させるために、次の作業までは出来るだけ期間を空けて下さい。

④作土が多湿黒ボク土、心土が粘土のほ場では、耕盤層の形成による排水不良が発生しやすいので、暗渠排水施工後のほ場管理には、特に注意して下さい。

※特に**多湿黒ボク土**は、高水分状態で農作業を行うと、耕盤層が形成されやすいため、翌春に再度、心土破砕等の対策を検討します。

心土破砕の要点です。

①できるだけ乾いた条件で行って下さい。降雨後にあわててかけても効果は低いです。

②なるべくゆっくりかけて下さい。毎時2kmの速度でかけるのが、耕盤層破砕の効果が大きく、切り溝の造水効果も高まります。
!注意! 毎時4km以上で行うと破砕効果が低くなり、『ミズミズ』を発生してしまう恐れがあります。

③暗渠排水と直交するように密に(間隔をせまく)行って下さい。

④心土破砕の深さは、耕盤層の深さあるいは暗渠排水材の上端まで行って下さい。

⑤一度施工しても効果は徐々に薄れるので、1~2年に1回の頻度で実施して下さい。

⑥小変取後の土壌条件(土壌水分が高い状態)が良い時期を選んで施工することによって、より高い効果が期待できます。

耕盤層の判定について

・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と判定できます。
※土壌硬度による耕盤層の判定基準、多湿黒ボク土 16~18mm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。

・土壌硬度計がなくても、耕盤層の診断は下表を参考に指の貫入具合で程度判定することができます。
作土の下層を20~30cm程度穴を掘って、親指が貫入せずへこむ程度であれば、耕盤層が形成されている可能性が高いので、心土破砕の実施を検討して下さい。
・もっと簡単に確認したい場合は、数種等を土壌に押し、耕盤層が出来ている場合はそこから大きい抵抗があり簡単に刺すことができなくなります。

区分	硬度計計測範囲	親指の貫入程度
極硬	10mm以下	ほとんど抵抗なく貫入できる
硬	11~16mm	やや抵抗はあるが貫入する
中	15~18mm	第1関節以上はかた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
密	20~24mm	かなりの抵抗があり、貫入せずへこむ程度
密	25~28mm	指あとがつかない
極密	29mm以上	指あとがつかない

※密以内は、耕盤層形成の可能性が高い。

耕盤層が形成されているほ場を調査した写真

作土30cmまでの深さまで、下層に行くと、土壌水分が高い状態にある。
[親指で押すと密に跡が付く。]

作土30cmのところから、硬い層があり、耕盤層が形成されている。土壌水分は上層表土に比べて低い状態にある。
[親指で押しても、かたへこむ程度]

耕盤層が形成されたほ場では、数種を刺すと耕盤層の位置で大きい抵抗があり、数種が刺さなくなる。
※耕盤層が形成されていないほ場では1m位まで簡単に刺さる。

②受注者が作成し説明に用いた資料

暗渠排水ほ場の調査結果について

ほ場番号 100/100

試掘写真

深さ	土壌硬度
10cm	14.0mm
20cm	16.0mm
30cm	22.0mm
40cm	23.0mm
50cm	20.0mm
60cm	18.0mm

多湿黒ボク土
粘土

※土壌硬度計による耕盤層の判定基準
黒ボク土、低地土: 20mm以上
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。

暗渠排水施工後について

○調査の結果、非常に硬い耕盤層が20cm以深に形成され、暗渠の排水材まで地表面から40cm以深となっているので、心土破砕の作業深さは40~50cm以上で作業して下さい。

サブソイラーでの作業深が十分でない場合はブルドーザーによる心土破砕を検討して下さい。

○翌春に予定されている心土破砕後の、粘土及び膠地は心土破砕の効果が発揮されるため、出来る限り期間を空けるようにして下さい。また、次回の作業をされる前には、土壌の水分状態を確認願います。

年月日	作業内容(機械名)	備考
H23.10月下旬	ビート取種	
H23.10.30~H23.11.3	暗渠排水施工	
H23.11月上旬	耕起(プラウ)	
H24.4月下旬	心土破砕(サブソイラー)	心破砕後は出来るかぎり期間を空けて下さい。
4月下旬	種まき(ミニタビ)	
5月上旬	整地(ロータリー)	
5月上旬	作付(トラクター)	

受益者配布資料例②

この範囲は心土が白い粘性土で地形的にも水が集まり易いので入念に心土破砕を行って下さい。

心土破砕方向

4-3. 平成 23, 24 年度前頁の資料を用いて説明を行った中で、受益者から頂いた意見

- ・長いも等を作付しなければ、畑の下層土の状態がわからないのでこのような資料があると営農作業の参考となる。
- ・今まで何回か暗渠排水整備を行ったが、このような資料をもらったことがない。
- ・今回暗渠整備を行ったほ場は新規に購入した農地であり、このほ場の特徴を把握できていなかったため、この様な資料を頂けると非常にありがたい。
- ・暗渠排水施工時に作土下の土層を見たいので、ほ場に行きたいが農作業が忙しく行けない時もあるので、このような資料で土壌断面がわかるのが良い。
- ・心土破碎の作業に対して深く考えたことがなかったので、今後は注意して作業する。
- ・多湿黒ボク土で、心土が非常に硬い粘性土なので、暗渠排水施工後はブルドーザーによる心土破碎を事業で行って欲しい。
- ・ビート収穫後の暗渠排水工事後の心土破碎は、いつ行うのが適切か教えて欲しい。土壌水分が低い状態とはどのくらいか、畑に入るうえで目安的なものがあれば良い。
- ・ビート収穫後の施工は排水不良となる恐れがあるが、湿害が生じるほ場は少しでも早く、暗渠を入れたいため、この様な資料を参考にして、特に湿害が生じている範囲は、来年度作付作物の変更を検討する。
- ・過去に暗渠排水整備したほ場でも、排水性が悪化したところもあるので、自分で穴を掘って確認したい。

5. 今後の課題について

以前までは、施工後に排水不良が生じたほ場の対策とし、湿害範囲に密配線暗渠(標準間隔 1/2 で吸水渠設置)の追加施工や、作物収穫後に心土破碎の再度実施の依頼等に対応していた。

しかし、密配線暗渠は施工費(受益者負担)が嵩み、心土が白粘土等(不良土壌)の場合、表土と混じることにより地力が低下する等のデメリットがあることや、暗渠排水を整備したからには、早期に効果の発揮を望む意見もあった。

本取組事例を行った平成 23 年度施工ほ場では、翌春に施工後の排水不良による問い合わせがなくなったことから、平成 24 年度から担当地区の密配線要望ほ場において、密配線暗渠によるメリットと、暗渠排水施工時の本取組事例を受益者に事前説明し、標準間隔で施工したほ場で、現時点(H25.9月)までに排水不良の問い合わせがない。

よって、施工後における排水不良原因が地下からの湧水ではなく、耕盤層形成によるものであれば、本取組事例により密配線暗渠の施工範囲は更に必要最小限にとどめることができ、工事費のコスト縮減にも寄与するものと考えられる。

さらに、耕盤層形成ほ場では、湿害が生じ易いだけでなく、作物根が下層に伸長しないため、干ばつの影響を受けやすくなることから、本取組事例により、暗渠排水効果の発揮(維持)だけでなく、適切な心土破碎は、作物の収量増加にも繋がるため本取組により得た調査結果を含め、今後は次頁の資料等を用い、農家自らが実践できる耕盤層の判定、各農作業時における土壌水分確認方法、耕盤層が形成されにくい農作業等の提案を、関係農協や当該地区の期成会役員等を通じて、当該事業の暗渠排水受益者以外の方にも広く情報提供していきたい。

平成 25 年度説明予定資料（暗渠排水施工後のほ場管理の提案）

暗渠排水施工後のほ場管理の提案について

（平成25年度説明用資料）

十勝総合振興局南部耕地区出張所
平成25年9月作成中

1. はじめに

十勝地域のほ場に分布する湿性土壌を多量に含む多量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、暗渠排水整備後も、降雨が地表面に滞りし水を浸透させるとともに、土壌が硬いことで作物が下層土に伸びることができず、干ばつ時には下層から水を吸収できないことにもなり、透水性が悪化することで地盤の上昇を防げずに根域が狭くなることで作物の収穫、品質にも影響することにもなります。

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

心土破砕計
土の硬さを測る

長さ30cm

心土破砕計の測定方法

1. 作業下層(20~30cm)の土質硬さ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。

※土質硬さに応じた耕盤層の判定基準。

多量黒ボク土、低地土 20mm以上から多量黒ボク土の 10~15mm以上で耕盤層が形成されていると判定できます。

深さ	土質硬さ判定	耕盤層形成の可能性が高い
浅層	10mm以下	ほとんど土質硬さが柔らかい
中層	11~15mm	心土破砕は必要が薄い
中層	16~18mm	心土破砕は必要が薄い
中層	19~20mm	心土破砕は必要が薄い
中層	21~23mm	心土破砕は必要が薄い
中層	24~25mm	心土破砕は必要が薄い
中層	26~28mm	心土破砕は必要が薄い
中層	29~30mm	心土破砕は必要が薄い
中層	31~33mm	心土破砕は必要が薄い
中層	34~36mm	心土破砕は必要が薄い
中層	37~40mm	心土破砕は必要が薄い
中層	41~45mm	心土破砕は必要が薄い
中層	46~50mm	心土破砕は必要が薄い
中層	51~55mm	心土破砕は必要が薄い
中層	56~60mm	心土破砕は必要が薄い
中層	61~65mm	心土破砕は必要が薄い
中層	66~70mm	心土破砕は必要が薄い
中層	71~75mm	心土破砕は必要が薄い
中層	76~80mm	心土破砕は必要が薄い
中層	81~85mm	心土破砕は必要が薄い
中層	86~90mm	心土破砕は必要が薄い
中層	91~95mm	心土破砕は必要が薄い
中層	96~100mm	心土破砕は必要が薄い
中層	101~105mm	心土破砕は必要が薄い
中層	106~110mm	心土破砕は必要が薄い
中層	111~115mm	心土破砕は必要が薄い
中層	116~120mm	心土破砕は必要が薄い
中層	121~125mm	心土破砕は必要が薄い
中層	126~130mm	心土破砕は必要が薄い
中層	131~135mm	心土破砕は必要が薄い
中層	136~140mm	心土破砕は必要が薄い
中層	141~145mm	心土破砕は必要が薄い
中層	146~150mm	心土破砕は必要が薄い
中層	151~155mm	心土破砕は必要が薄い
中層	156~160mm	心土破砕は必要が薄い
中層	161~165mm	心土破砕は必要が薄い
中層	166~170mm	心土破砕は必要が薄い
中層	171~175mm	心土破砕は必要が薄い
中層	176~180mm	心土破砕は必要が薄い
中層	181~185mm	心土破砕は必要が薄い
中層	186~190mm	心土破砕は必要が薄い
中層	191~195mm	心土破砕は必要が薄い
中層	196~200mm	心土破砕は必要が薄い
中層	201~205mm	心土破砕は必要が薄い
中層	206~210mm	心土破砕は必要が薄い
中層	211~215mm	心土破砕は必要が薄い
中層	216~220mm	心土破砕は必要が薄い
中層	221~225mm	心土破砕は必要が薄い
中層	226~230mm	心土破砕は必要が薄い
中層	231~235mm	心土破砕は必要が薄い
中層	236~240mm	心土破砕は必要が薄い
中層	241~245mm	心土破砕は必要が薄い
中層	246~250mm	心土破砕は必要が薄い
中層	251~255mm	心土破砕は必要が薄い
中層	256~260mm	心土破砕は必要が薄い
中層	261~265mm	心土破砕は必要が薄い
中層	266~270mm	心土破砕は必要が薄い
中層	271~275mm	心土破砕は必要が薄い
中層	276~280mm	心土破砕は必要が薄い
中層	281~285mm	心土破砕は必要が薄い
中層	286~290mm	心土破砕は必要が薄い
中層	291~295mm	心土破砕は必要が薄い
中層	296~300mm	心土破砕は必要が薄い
中層	301~305mm	心土破砕は必要が薄い
中層	306~310mm	心土破砕は必要が薄い
中層	311~315mm	心土破砕は必要が薄い
中層	316~320mm	心土破砕は必要が薄い
中層	321~325mm	心土破砕は必要が薄い
中層	326~330mm	心土破砕は必要が薄い
中層	331~335mm	心土破砕は必要が薄い
中層	336~340mm	心土破砕は必要が薄い
中層	341~345mm	心土破砕は必要が薄い
中層	346~350mm	心土破砕は必要が薄い
中層	351~355mm	心土破砕は必要が薄い
中層	356~360mm	心土破砕は必要が薄い
中層	361~365mm	心土破砕は必要が薄い
中層	366~370mm	心土破砕は必要が薄い
中層	371~375mm	心土破砕は必要が薄い
中層	376~380mm	心土破砕は必要が薄い
中層	381~385mm	心土破砕は必要が薄い
中層	386~390mm	心土破砕は必要が薄い
中層	391~395mm	心土破砕は必要が薄い
中層	396~400mm	心土破砕は必要が薄い
中層	401~405mm	心土破砕は必要が薄い
中層	406~410mm	心土破砕は必要が薄い
中層	411~415mm	心土破砕は必要が薄い
中層	416~420mm	心土破砕は必要が薄い
中層	421~425mm	心土破砕は必要が薄い
中層	426~430mm	心土破砕は必要が薄い
中層	431~435mm	心土破砕は必要が薄い
中層	436~440mm	心土破砕は必要が薄い
中層	441~445mm	心土破砕は必要が薄い
中層	446~450mm	心土破砕は必要が薄い
中層	451~455mm	心土破砕は必要が薄い
中層	456~460mm	心土破砕は必要が薄い
中層	461~465mm	心土破砕は必要が薄い
中層	466~470mm	心土破砕は必要が薄い
中層	471~475mm	心土破砕は必要が薄い
中層	476~480mm	心土破砕は必要が薄い
中層	481~485mm	心土破砕は必要が薄い
中層	486~490mm	心土破砕は必要が薄い
中層	491~495mm	心土破砕は必要が薄い
中層	496~500mm	心土破砕は必要が薄い
中層	501~505mm	心土破砕は必要が薄い
中層	506~510mm	心土破砕は必要が薄い
中層	511~515mm	心土破砕は必要が薄い
中層	516~520mm	心土破砕は必要が薄い
中層	521~525mm	心土破砕は必要が薄い
中層	526~530mm	心土破砕は必要が薄い
中層	531~535mm	心土破砕は必要が薄い
中層	536~540mm	心土破砕は必要が薄い
中層	541~545mm	心土破砕は必要が薄い
中層	546~550mm	心土破砕は必要が薄い
中層	551~555mm	心土破砕は必要が薄い
中層	556~560mm	心土破砕は必要が薄い
中層	561~565mm	心土破砕は必要が薄い
中層	566~570mm	心土破砕は必要が薄い
中層	571~575mm	心土破砕は必要が薄い
中層	576~580mm	心土破砕は必要が薄い
中層	581~585mm	心土破砕は必要が薄い
中層	586~590mm	心土破砕は必要が薄い
中層	591~595mm	心土破砕は必要が薄い
中層	596~600mm	心土破砕は必要が薄い
中層	601~605mm	心土破砕は必要が薄い
中層	606~610mm	心土破砕は必要が薄い
中層	611~615mm	心土破砕は必要が薄い
中層	616~620mm	心土破砕は必要が薄い
中層	621~625mm	心土破砕は必要が薄い
中層	626~630mm	心土破砕は必要が薄い
中層	631~635mm	心土破砕は必要が薄い
中層	636~640mm	心土破砕は必要が薄い
中層	641~645mm	心土破砕は必要が薄い
中層	646~650mm	心土破砕は必要が薄い
中層	651~655mm	心土破砕は必要が薄い
中層	656~660mm	心土破砕は必要が薄い
中層	661~665mm	心土破砕は必要が薄い
中層	666~670mm	心土破砕は必要が薄い
中層	671~675mm	心土破砕は必要が薄い
中層	676~680mm	心土破砕は必要が薄い
中層	681~685mm	心土破砕は必要が薄い
中層	686~690mm	心土破砕は必要が薄い
中層	691~695mm	心土破砕は必要が薄い
中層	696~700mm	心土破砕は必要が薄い
中層	701~705mm	心土破砕は必要が薄い
中層	706~710mm	心土破砕は必要が薄い
中層	711~715mm	心土破砕は必要が薄い
中層	716~720mm	心土破砕は必要が薄い
中層	721~725mm	心土破砕は必要が薄い
中層	726~730mm	心土破砕は必要が薄い
中層	731~735mm	心土破砕は必要が薄い
中層	736~740mm	心土破砕は必要が薄い
中層	741~745mm	心土破砕は必要が薄い
中層	746~750mm	心土破砕は必要が薄い
中層	751~755mm	心土破砕は必要が薄い
中層	756~760mm	心土破砕は必要が薄い
中層	761~765mm	心土破砕は必要が薄い
中層	766~770mm	心土破砕は必要が薄い
中層	771~775mm	心土破砕は必要が薄い
中層	776~780mm	心土破砕は必要が薄い
中層	781~785mm	心土破砕は必要が薄い
中層	786~790mm	心土破砕は必要が薄い
中層	791~795mm	心土破砕は必要が薄い
中層	796~800mm	心土破砕は必要が薄い
中層	801~805mm	心土破砕は必要が薄い
中層	806~810mm	心土破砕は必要が薄い
中層	811~815mm	心土破砕は必要が薄い
中層	816~820mm	心土破砕は必要が薄い
中層	821~825mm	心土破砕は必要が薄い
中層	826~830mm	心土破砕は必要が薄い
中層	831~835mm	心土破砕は必要が薄い
中層	836~840mm	心土破砕は必要が薄い
中層	841~845mm	心土破砕は必要が薄い
中層	846~850mm	心土破砕は必要が薄い
中層	851~855mm	心土破砕は必要が薄い
中層	856~860mm	心土破砕は必要が薄い
中層	861~865mm	心土破砕は必要が薄い
中層	866~870mm	心土破砕は必要が薄い
中層	871~875mm	心土破砕は必要が薄い
中層	876~880mm	心土破砕は必要が薄い
中層	881~885mm	心土破砕は必要が薄い
中層	886~890mm	心土破砕は必要が薄い
中層	891~895mm	心土破砕は必要が薄い
中層	896~900mm	心土破砕は必要が薄い
中層	901~905mm	心土破砕は必要が薄い
中層	906~910mm	心土破砕は必要が薄い
中層	911~915mm	心土破砕は必要が薄い
中層	916~920mm	心土破砕は必要が薄い
中層	921~925mm	心土破砕は必要が薄い
中層	926~930mm	心土破砕は必要が薄い
中層	931~935mm	心土破砕は必要が薄い
中層	936~940mm	心土破砕は必要が薄い
中層	941~945mm	心土破砕は必要が薄い
中層	946~950mm	心土破砕は必要が薄い
中層	951~955mm	心土破砕は必要が薄い
中層	956~960mm	心土破砕は必要が薄い
中層	961~965mm	心土破砕は必要が薄い
中層	966~970mm	心土破砕は必要が薄い
中層	971~975mm	心土破砕は必要が薄い
中層	976~980mm	心土破砕は必要が薄い
中層	981~985mm	心土破砕は必要が薄い
中層	986~990mm	心土破砕は必要が薄い
中層	991~995mm	心土破砕は必要が薄い
中層	996~1000mm	心土破砕は必要が薄い

非常に強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破砕が不足する可能性がありますので、棒や「もやし」等心土破砕機に挿入し作業深さを確認し作業深さが不足している場合は、プルドーザーによる心土破砕を検討して下さい。

心土破砕機の種類とサブソイラーの破砕について

心土破砕機	サブソイラー
心土破砕機 作業深さ: 30cm	サブソイラー 作業深さ: 30cm
心土破砕機 作業深さ: 40cm	サブソイラー 作業深さ: 40cm
心土破砕機 作業深さ: 50cm	サブソイラー 作業深さ: 50cm
心土破砕機 作業深さ: 60cm	サブソイラー 作業深さ: 60cm
心土破砕機 作業深さ: 70cm	サブソイラー 作業深さ: 70cm
心土破砕機 作業深さ: 80cm	サブソイラー 作業深さ: 80cm
心土破砕機 作業深さ: 90cm	サブソイラー 作業深さ: 90cm
心土破砕機 作業深さ: 100cm	サブソイラー 作業深さ: 100cm
心土破砕機 作業深さ: 110cm	サブソイラー 作業深さ: 110cm
心土破砕機 作業深さ: 120cm	サブソイラー 作業深さ: 120cm
心土破砕機 作業深さ: 130cm	サブソイラー 作業深さ: 130cm
心土破砕機 作業深さ: 140cm	サブソイラー 作業深さ: 140cm
心土破砕機 作業深さ: 150cm	サブソイラー 作業深さ: 150cm
心土破砕機 作業深さ: 160cm	サブソイラー 作業深さ: 160cm
心土破砕機 作業深さ: 170cm	サブソイラー 作業深さ: 170cm
心土破砕機 作業深さ: 180cm	サブソイラー 作業深さ: 180cm
心土破砕機 作業深さ: 190cm	サブソイラー 作業深さ: 190cm
心土破砕機 作業深さ: 200cm	サブソイラー 作業深さ: 200cm

2. 適切な心土破砕について

心土破砕は『できるだけ乾燥した時期』に、『取水渠の配線と直交』するよう『ゆっくり歩く位の速度(適正速度は2km/h以下)』で実施するのが望ましいです。
特に心土が粘性土（白粘土等）で土中の亀裂（ミズミ）がないほ場や、心土破砕を行っても効果があまりないほ場では、心土破砕後の次の作業まで期間をあけることで、土中の亀裂（ミズミ）が発達し、排水性が改善される場合があります。
（土中の亀裂は心土破砕の溝に水が浸透し、乾湿を繰り返すことで更に発達する。）

今後、道営畑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砕が実施できるような時期に施工を行うことが望ましく、夏や冬に暗渠排水整備を予定しているほ場や、暗渠排水施工後の翌春に作物が早い時期のイモやビートのほ場では、適切な心土破砕（作業時期及び破砕後の乾燥期間）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。

◎適切な暗渠排水施工時期とその後の農作業体系

亦取後 → 暗渠排水施工 → 心土破砕 → 確認、進捗配布 → 秋取時、肥肥等の根張り具合や耕盤層の有無、土中の亀裂発生状況を確認 → 必要に応じて心土破砕実施。

耕盤層の発生確認方法

耕盤層の上の土質

作物の伸び状況確認

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

心土の亀裂(数ミミ)

下層土全体が褐色系であれば、透水性が良好と考えられるが灰色系や青灰色は適し不良と考えられる。両者の間で地下水位が季節的に変動して定期的に通気となる場合は、灰色系で湿気(赤さ)が土中に残る。心土が灰色系や青灰色で乾燥時湿気となる排水不良を必ずしも、小麦収穫後の乾燥状態に、プルドーザーの心土破砕を行い、亀裂の発達(ミズミ)確保のため期間をあけることで、より高い排水効果が得られる。

非常に強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まで増進しました。
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、適切な心土破砕を実施することで、暗渠排水の効果が発揮(維持)されます。

3. 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
土壌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。
特に多量黒ボク土は耕盤層形成などにより心土が堅硬化し、滞水しやすく透水性不良となりやすい土壌であるため土壌水分が高い状態、高湿度状態の作業に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業土面に落とすため、直接作業土面が踏み固められることにより耕盤層が形成されやすく、特に土壌水分が高い状態での反転耕起は、プラウ(鉄板)先端部の土質切削部が作業機軸の自重により硬固された状態となり速く進むため、これも耕盤層形成の一因と考えられます。

重機物の荷重を受けた地表面

反転耕起作業

心土40%以内での土質判別

※67kgの荷重の圧力で切削部が硬固された状態になり、速く進む。

トラクターにより土質判別が硬化した土質が、反転耕起により作業土面が硬固する排水性悪化

リバーシブルプラウ反転耕起後に反転した土壌上面(プラウ板の硬固)の土壌水分が高い場合は、切削部は硬固する可能性が高い。

ロータリーハローは、爪の回転力で土壌を切断破砕するものですが、土壌水分が高い状態での作業は、土壌が硬くなり、土質判別になりやすい土質になり、耕うん底面が叫ば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、土壌水分が高い状態で、砕土性を求める回数が多くなり、砕土性は向上し作業土は硬くなりますが、この耕盤層はより硬くなります。

</

最後に、今回の取組にご協力いただいた受注業者の皆様や、対策方法の検討に際して、アドバイスや貴重なご意見を頂きました大正北、大正南地区の受益者様に、深く感謝申し上げます。

6. 参考文献・引用文献

- 1) 土づくり技術情報「畑作編」(平成 18 年 2 月): 北海道農協「土づくり」運動推進本部
- 2) 北海道農業試験場「フェルプラ耕起と給排水明渠による圃場の乾燥促進技術」平成 11 年度北海道農業試験会議(成績会議)資料
- 3) 畑地における耕盤層の判定基準と改善対策: 十勝農業試験場土壌肥料課