

【指導参考事項】(昭和58年～61年)

十勝地方における耕盤層の判定基準と改善対策

十勝農試 土壤肥料科

目的

十勝地方の畑地において、昭和30年頃より耕盤層が知られ、黒ボク土(乾性火山性土)に生成するが多湿黒ボク土(湿性火山性土)には生成し難いとされていたが、心土耕・心土破碎などで増収効果が認められていた。一方現在は機械も大型化し、その踏圧で耕盤層が形成され、湿害の大きな要因となって減収や品質の低下を招いている。しかし、耕盤層については未だ不明の点が多いため、実態を調査し、その改善対策を明らかにする。

試験方法

1.実態調査

対象土壌 ①黒ボク土 ②多湿黒ボク土 ③褐色低地土

調査項目 断面調査、物理工学的性

2.耕盤層対策試験

対象土壌 ①黒ボク土 ②多湿黒ボク土 ③褐色低地土

処理区別 ①無処理 ②心土破碎 ③畦間サブソイラー ④心土破碎・畦間サブソイラー

処理条件 ①心土破碎:深さ60cm,間隔75cm,59年5月施工

②畦間サブソイラー:深さ40cm,間隔60cm,59年及び61年5月施工

調査項目 収量調査、断面調査、物理性

3.多湿黒ボク土の新盤層基準策定実験

供試土壌:黒ボク土(十勝農試圃場),多湿黒ボク土(帯広市別府町),褐色低地土(幕別町)

水分条件:3段階(pF1.8,2.3,2.7)

荷重:6段階`0,0.25,0.5,1.0,1.5,2.0kg/cm²)

調査項目:実容積,通気係数,土壌硬度

試験結果の概要

実態調査

①対象3土壌に作土下の不良土層が21～32%の割合で確認された。

②黒ボク土,褐色低地土の不良土層は容積重,固相率,硬度が明らかに高く,硬度指数は20をこえていた。このことより硬度20以上の堅密層を耕盤層と規定した。

③多湿黒ボク土の不良土層は硬度20に満たないが透水係数,通気係数が明らかに低く,通気性,透水性が不良と思われた。そのため,これらの係数より不良土層の基準を策定する必要があると認められた。

④農家の実感も40%弱が自分の畑がしまり,堅くなっているということであった。

耕盤層対策試験

①黒ボク土に対する畦間サブソイラーは逆効果を示し,心破のみ増収効果がわずかに認められた。

硬度20以上の堅密層が明確に認められなかったこともあり,破碎効果が出現しにくかったものと考えられる。畦間サブソイラー処理は毛管水の連動を切断したため土壌水分が乾燥傾向に推移し,特に59・60年の早ばつ年には生育抑制を招き,減収した。一方心破処理は毛管水の連動を切ることなく,作物生産にプラスに作用した。

②多湿黒ボク土に対して心破・畦間サブソイラーの処理効果が明らかに認められ,とりわけ心破の残効が安定的であった。その残効は本試験の範囲内で,3年目まで認められた。

③褐色低地土は硬度20以上の耕盤層が存在し,心破,畦間サブソイラーの処理により増収を示したが,処理効果は2年程度であった。

多湿黒ボク土の耕盤層策定実験

①荷重の増加に伴ない気相率の低下が著しく,硬度20に達する前に他土壌とは異なり通

気性、透水性の不良な状態となり、作物生育の阻害要因となるものと考えられた。

②そこで気相率(10%以下)および通気係数 $10\mu^2$ ($\mu^2=10^{-8}\text{cm}^2$ 以下)より多湿黒ボク土の不良土層を規定し、他土壌と共通的に指標として硬度を用い、硬度16~18をもって耕盤層とみなすことにした。

総括

以上の結果より

①褐色低地土においては作土直下(深さ30cm前後)に出現する硬度20以上の堅密層を耕盤層とみなし、心土破碎畦間サブソイラーで対応する。

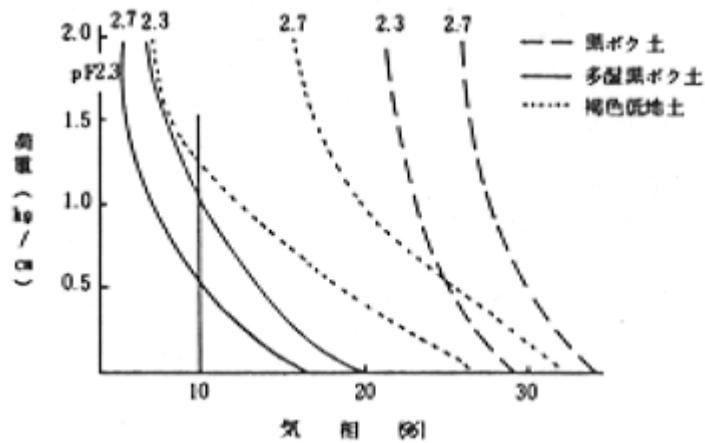
②黒ボク土においては作土直下(深さ30cm前後)に出現する硬度20以上の堅密層を耕盤層とみなし、心土破碎で対応する。特に根菜類に対して有効である。

③多湿黒ボク土においては作土直下(深さ30cm前後)に出現する硬度16~18の土層を耕盤層とみなして、心土破碎・畦間サブソイラーで対応する。

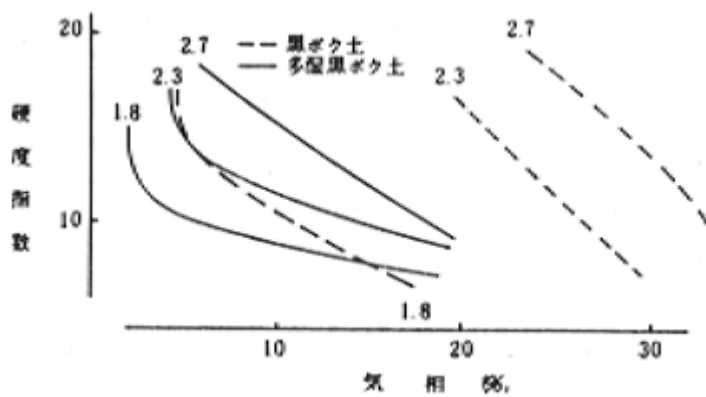
主要成果の具体的数字

第1表 3ヶ年の収量調査(収量比)

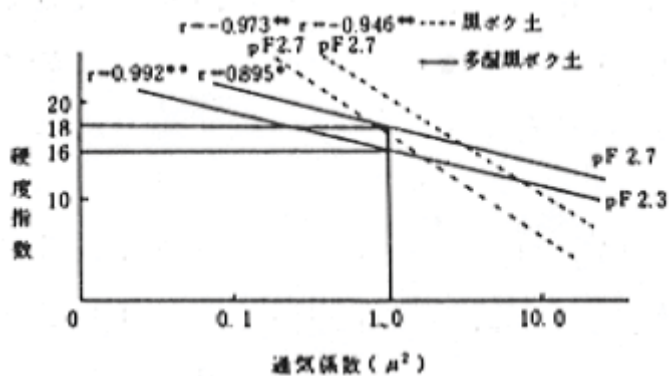
土壌	年度	59年		60年	61年	3ヶ年平均	
	作物/ 処理	えん 麦 子実 重	とうもろこ し DM穂重	えん麦 子実重	とうもろこ し DM雌穂重		
黒ボク土	①無処理	100	100	100	100	100	
	②心土破碎	100	106	104	-	103(2年)	
	③畦間サブソイラ ー	85	91	80	83	85	
	④心破+畦間サブ	93	90	79	-	87(2年)	
多湿黒ボク土	作物	大豆子実重		小豆子実重	てん菜根 重	3ヶ年平均	
	①無処理	100		100	100	100	
	②心土破碎	116		113	116	115	
	③畦間サブソイラ ー	137		137	110	128	
	④心破+畦間サブ	126		141	115	127	
褐色低地土	作物	小豆子実重	てん菜根 重	糖分	馬鈴しよ	2ヶ年平均	3ヶ年平均
	①無処理	100	100	100	100	100	100
	②心土破碎	109	111	111	94	110	105
	③畦間サブソイラ ー	106	114	128	99	110	106
	④心破+畦間サブ	104	105	118	100	105	103



第1図 荷重による気相率の変化



第2図 硬度指数と気相の変化



第3図 硬度と通気係数の関係

普及指導上の注意事項

1. 耕盤層の認定にあたっては、土壌断面調査を前提とする。
2. 灰色低地土は褐色低地土に準拠して対応する。

1.課題の分類	総合農業 生産環境 土壌肥料 3-2-1
	北海道 302183
2.研究課題名	土壌環境対策基準設定調査(Ⅱ-2) 堅密固結性土壌に対する有材心土改良耕法の確立 (有材心土改良耕による畑作物の品質向上試験)
3.予算区分	補助(土壌保全)
4.研究期間	平成3年～5年度 3ヶ年間
5.担当	上川農業試験場 土壌肥料科
6.協力・分担関係	なし

7.目的

堅密固結性土壌の畑地帯に対して、有機物や火山灰を利用した新しい心土改良耕法を確立する。これにより、畑地帯における下層がきわめて硬い土壌を改善し、もって高品質な畑作物の安定生産に寄与する。

8.試験研究方法

1)施工は心土改良耕プラウにより作土を25cmの深さで反転し、作土層が除かれて下層土(以下心土と呼ぶ)が表れたところにオープナーによって心土を切断破碎する。これにより出来た心土表面から深さ30cm、巾10cmの溝にバーク堆肥や火山灰などの疎水材を投入する工法である。

2)試験区は、①無施工②バーク60cm間隔③バーク120cm間隔④バーク180cm間隔⑤火山灰60cm間隔⑥火山灰120cm間隔⑦火山灰180cm間隔

3)1年目; 秋播小麦 チホグコムギ、播種量8kg/10a、畦間30cm、窒素基6-起4-止4kg/10a

2年目; 馬鈴薯 農林1号 畦72X株30cm、N 10.9,P₂O₅ 25.0

K₂O 18.5kg/10a

9.結果の概要・要約

心土が堅密で透水不良な畑地帯に対し、この改良を目的とした新しい有材心土改良耕を施工し、作物に対する効果と施工基準を明らかにした。

1)有材心土改良耕を施工した区の心土はキレツの発生が多く認められ、これが水道となり透水性が改善された。特に大雨時にみられる潜水が認めなくなり、畑全体が乾燥した。(表1-1,2)

2)心土は有材を入れた溝の周辺から膨軟となり、気相率が大きくなった。(表1-1,2)

3)秋播小麦、馬鈴薯の根は有材心土改良耕によって心土まで深く分布し、その活性も向上していることを認めた。(表1-5)

4)作物の収量、品質(小麦は原粒粗蛋白、馬鈴薯はライマン価、ポテトチップスカラー値)は大きく向上した。(表1-3,4)

5)有材心土改良耕の施工基準の目安を示した。(表2)

6)ちなみに耐用年数15年での経営的な評価を行った結果、所得指数は明らかに高くなっていた。

7)以上のことから、心土層が堅密なため透水性不良である畑作地帯ではこの有材心土改良耕が作物生産に取って有効な技術であると判断された。

10.成果の具体的数字

表1.有材心土改良耕の効果

項目	無施工	有材心土改良耕 (バーク60)
----	-----	--------------------

1.施工2年後心土の物理性			
硬度コーン指数(kg/cm ²)		25以上	7~16
コウゲキ率	2層目	37.5	40.2
	3層目	33.6	39.1
2.降雨後の作土の三相分布			
(午前中12mm 午後測定)	固相(%)	55.3	51.9
	液相(%)	34	29.1
	気相(%)	10.7	19
3.小麦			
穂数(本/m ²)		440	647
千粒重(g)		36.1	38.1
子実収量(kg/10a)		565	748
粗蛋白(原粒%)		8.2	9.9
4.馬鈴薯			
N吸収量(kg/10a)		17.6	25.9
60g以上いも重(kg/10a)		3467	4547
いも比重(ライマン価)		1,097(17.6)	1,101(18.3)
ポテトチップスカラー値		2.4	1.5
5.根			
心土根分布15~55cm			
(土壌600ml中の乾物重mg)		416	716
活性(Rb吸収力mg/m ²)			
	小麦(H4)	1.1	20.4
	馬鈴薯(H5)	295	370
6.経営的評価			
所得(指数%)小麦		47,009円(100)	66,639円(141)
所得(指数%)馬鈴薯		90,057円(100)	137,176円(152)

表2.施工対象土壌ならびに有材心土改良耕施工基準の目安

疎水材の種類		バーク堆肥		火山灰	
施工間隔		60cm	120cm	60cm	120cm
化学性	作土深	浅い(20cm以内)		深い(20cm以上)	
	心土の腐植含有量	小(5%未満)		大(5%以上)	
心土の物理性	山中式硬度 mm	24以上	19~24	24以上	19~24
	透水係数	10-5以下	10-5~10-4	10-5以下	10-5~10-4

注)1 火山灰は砂含量85%以上、バーク堆肥は中熟で粒径5cm以内が望ましい。

2 山中式硬度(mm)は土壌断面が湿での表示する。

- 3 山中式硬度、透水係数は心土のいずれかの層でこの基準以上であれば良いものとする。
- 4 有材心土改良耕の深さは30~55cmとする。

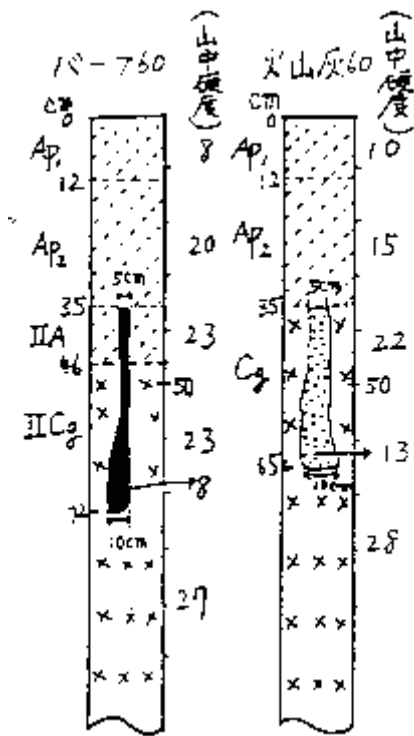


図1 施工畑の柱状図

11. 成果の活用面と留意点

- 1) 対象土壌は堅密固結性土壌で作土層の改善がされているが、心土が基準に示すような堅密で透水性不良土とする。
- 2) 既存の明渠に対しては直角に施工する事を原則とするが、畑地の傾斜をも考慮すること。
- 3) 傾斜の大きい所では雨水の集水面積を考えて明・暗渠につなぐこと。

12. 残された問題とその対応

- 1) 安価な疎水材の確保と持続性
- 2) 簡易な施工法の確立

成績概要書(2002年1月作成)

研究課題: 砂充填細溝心土破碎(砂心破)による水田の透排水機能の向上技術
担当部署: 上川農試 研究部 栽培環境科、中央農試 農業環境部 環境基盤科
協力分担: 上川支庁耕地課・中部耕地出張所、旭鷹土地改良区、
空知支庁計画課・東部耕地出張所、空知中央地区農業改良普及センター、
北村役場、北海道米麦改良協会北海道米食味分析センター
予算区分: 国費補助(上川)、道費(中央)
研究期間: 1997～2001年

1. 目的

水田圃場の排水不良は、水稻の生育や圃場の管理に悪影響を与えることが知られており、その対策として暗渠が広く普及している。しかし、土壌条件や施工後の管理等により、その効果を十分に引き出せない事例も多く、またその効果が暗渠直上の局所に限定される場合も多く見られる。作土の乾燥に対しては、暗渠排水と連結した亀裂を圃場全体に形成することが必要である。本試験では疎水材に砂を用いた砂充填細溝心土破碎(砂心破)を新たに開発し、その効果を検討した。

2. 方法

試験圃場: 旭川市東鷹栖(灰色台地土)、鷹栖町(灰色低地土)、北村(低位泥炭土)
施工時期: 東鷹栖・1997年収穫後、鷹栖・北村・1998年収穫後
処理区: 1)無施工、2)砂心破1.2m間隔、3)砂心破2.4m間隔
※)砂心破施工・深さ10～40cm、溝幅2cm、焼砂(2.5～5.0mm)を充填

3. 成果の概要

- 1)砂心破の施工により、圃場には深さ10～40cm、幅2cmの砂充填溝が形成された。
- 2)対照となる無材心破の溝は水稻作付け後、急速に再連結され、4年後の調査では排水機能がほとんど認められなかった(図1)。一方、砂心破の溝は3～4作付け後も施工当初に近い排水機能が維持されていた(表1)。
したがって、少なくとも10年以上の効果が期待できるものと判断された。
- 3)粘質な東鷹栖(灰色台地土)・鷹栖(灰色低地土)圃場では土壌断面の変化が判然としなかったが、泥炭土の北村圃場では砂心破により次表層の構造発達が認められた。
- 4)圃場の排水機能は砂心破施工により顕著に改善されており、縦浸透量が増加していた(表3)。さらに、耕起前や収穫時における作土の水分低下に対しても効果が認められた。ただし、施工間隔の差(1.2mおよび2.4m)は判然とせず、2.4m間隔で十分であると考えられた。
- 5)水田地温は砂心破により、深さ5cmの最高地温が1～2℃上昇し、湛水期間における土壌の還元が緩和されることから、水稻根圏環境の改善が示唆された(図2)。
- 6)砂心破を実施した各圃場では、水稻初期生育が改善され、精玄米収量は3ヶ年平均で東鷹栖圃場33kg/10a、鷹栖圃場29kg/10a増収し、白米蛋白含有率の低下など産米品質の向上効果が明らかであった(表2)。
- 7)施工条件は、歩くと足跡がわずかに付くくらいで、地耐力で示すと4kgf/cm²以上あれば十分と判断した。

以上の結果から、2.4m間隔で、砂溝幅2cm・深さ10～40cmの砂充填細溝心土破碎(砂心破)が、水田の透排水機能および水稻生産力の向上にとって有効な技術であると判断した(表4)。

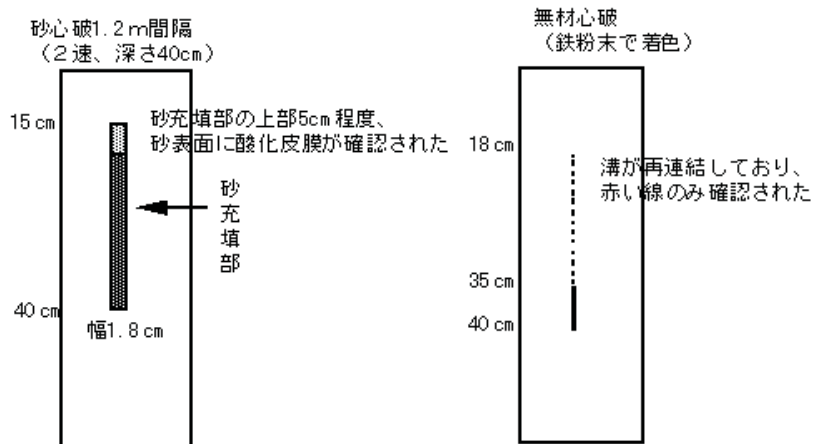


図1.施工後3年目の心破溝の状態(2001年、東鷹栖)

表1.施工後3年目の砂溝の物理性(2001年、東鷹栖)

層位	部位	飽和透水	
		係数 cm/s	気相率 %
3層	砂溝	2.4E-02	14.7
	砂溝横	1.9E-07	0.9

表2.砂心破が水稻生育および産米品質に及ぼす影響(鷹栖・東鷹栖圃場)

年次	圃場	処理	穂数 本/m ²	総重		千粒重 g	白米蛋白 %	玄米白度	良質粒 %	未熟粒
				kg/10a	kg/10a					
99~01 平均	東鷹栖	1. 無施工	540	1155	518	22.4	6.7	17.9	89.9	9.2
		2. 砂心破1.2m	575	1229	551	22.4	6.7	18.0	91.4	7.5
	鷹栖	1. 無施工	678	1231	522	22.8	6.1	17.6	84.1	15.2
		2. 砂心破1.2m	703	1284	551	22.5	5.7	17.9	87.3	11.9
		3. 砂心破2.4m	736	1275	541	22.5	5.7	18.0	87.8	11.4

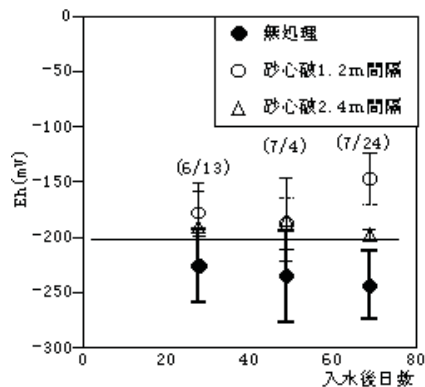


図2.砂心破が土壌の酸化還元電位に及ぼす影響(2001年、鷹栖)

表3.砂心破が圃場の縦浸透量に及ぼす影響(2001年、鷹栖・北村)

	無施工	(<mm/>日)	
		砂心破 2.4m	砂心破 1.2m
鷹栖圃場			
6月15日	1.5	8.0	7.5
(落水処理、溝切り処理あり)			
6月29日	1.0	3.8	6.5
7月24日	1.0	3.5	3.0
北村圃場			
6月27日	3.0	5.0	-
7月11日	3.0	9.0	-

表4.砂充填細溝心土破碎(砂心破)の施工方法

前提条件 ・暗渠排水施工済み ・暗渠排水管の機能が維持されている
施工条件 ・作土の乾燥(足跡がわずかに付くくらい) ・地耐力目標4kgf/cm ² ・稲わら持ち出し、もしくは薄く散布
施工方法 ・施工間隔は2.4m程度 ・疎水材には、焼砂もしくはピリ砂利のうち細かいものを用いる(本試験では5mm以下の焼砂使用) ・施工溝は疎水材(砂)の粒径を検討して2cm以上 ・施工深さは40cm程度 ただし、暗渠管と被覆材が特に浅い部分では考慮する ・疎水材(砂)は地表10~40cmまで充填
施工後の管理 ●過度の代掻きを行わない ●水甲管理は作業と生育に合わせて適切に実施する

4. 成果の活用面と留意点

- 1)本試験は灰色低地土・灰色台地土(上川)、泥炭土(空知)で実施した
- 2)施工は土壌が十分に乾燥した条件で実施する
- 3)施工後は、砂溝の目詰まりを防ぐために、過度の代かきを避ける

5. 残された問題点とその対応

- 1)施工機械の簡易化及び施工費用の縮減

成績概要書 (2006年1月作成)

研究課題：切断掘削式無材暗渠「カッティングドレーン工法」による排水改良技術
(堅密土壌における掘削穿孔型排水工法の開発)

担当部署：中央農試 農業環境部 環境基盤科・財団法人 北海道農業開発公社

協力分担：なし

予算区分：共同研究

研究期間：2004～2005年度(平成16～17年度)

1. 目的

堅密な台地土や黒ボク土にも適用できる無資材での排水改良法を開発すると共に、その施工効果と施工適地や適用条件、耐久性、効果等を明らかにし、低コストな排水改善技術として確立することにより気象災害に強い農業の推進に寄与する。

2. 方法

1)排水性調査：浦幌町,岩見沢市,滝川市;三角堰流量計で排水量を測定した。

浦幌町(泥炭土)でpF(深さ10,40,60cm)を溝間中央(10m間隔施工)で計測。

2)施工圃場の土壌物理性調査：現地試験地19カ所で土壌断面調査,体積含水率,土壌硬度を測定。心土と溝部及び空洞周辺の土壌物理性を分析。

岩見沢市で土壌断面(25cm間隔)と圃場面の土壌水分分布(5m間隔,10cm深)を測定。

3)収量調査：浦幌町・豊頃町;施工区と対照区のバレイショ,テンサイ,アズキの収量比較。

4)施工効率調査：現地施工試験9カ所で施工時の施工距離と施工時間を測定。

3. 成果の概要

1)台地土や黒ボク土にも適用でき、排水効果と耐久性に優れていることを重点に新たな無材暗渠の排水改良技術「カッティングドレーン工法」の設計開発を行った。カッティングドレーン工法には、縦溝の横に空洞を構築する基本的工法の“横穴型”と縦溝の直下に空洞を構築する補助的工法の“直下穴型”の2工法があり、部品交換だけで施工できる(図1)。

2)カッティングドレーン工法は、泥炭土や低地土、台地土に対して通常暗渠に匹敵する排水機能を有していた。また、泥炭土においては1年経過後も排水機能は高く維持されていた。また、カッティングドレーン施工圃場は、多雨期間でも土層全体のpFが高く推移し、作物生育に適した土壌水分環境が維持され(図2)、隣接する対照圃場と比較して、バレイショとテンサイ、アズキの収量性が向上した。

3)カッティングドレーン工法は泥炭土と低地土、台地土、黒ボク土のいずれの土壌に対しても計画どおり空洞を成型できた。泥炭土と低地土では1年が経過しても横穴型では施工直後から変化がない。台地土と黒ボク土では、直下穴型で空洞の縮小が見られ、その対策として横穴型の小空洞タイプを開発した(図3)。

4)カッティングドレーン工法の適用条件は、径5cm以上の埋木のない泥炭土、砂礫層や石礫が多く存在せず、深さ50～100cmの土層の土性が国際法砂含量65%未満に相当する農学会法土性L、CL、Cを満たす鈹質土である(表1)。

5)カッティングドレーン工法の施工効率は、平均0.8km/hと従来の排水改良に比べても速い。1時間当たりの改良面積は12m間隔で1haとなり、大面積の排水改良を短期間で行うことが可能である。また、施工費は6～12千円/10aで、普通暗渠より圧倒的に安い。

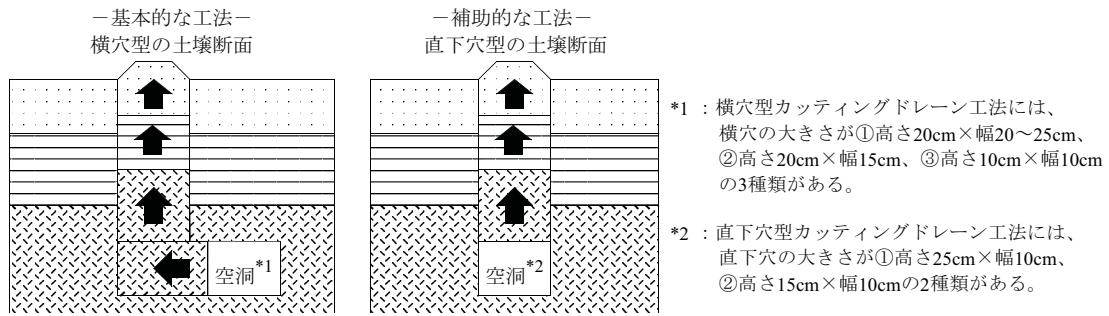


図1 カuttingドレーン工法の土壌断面

*1：横穴型カuttingドレーン工法には、横穴の大きさが①高さ20cm×幅20～25cm、②高さ20cm×幅15cm、③高さ10cm×幅10cmの3種類がある。

*2：直下穴型カuttingドレーン工法には、直下穴の大きさが①高さ25cm×幅10cm、②高さ15cm×幅10cmの2種類がある。

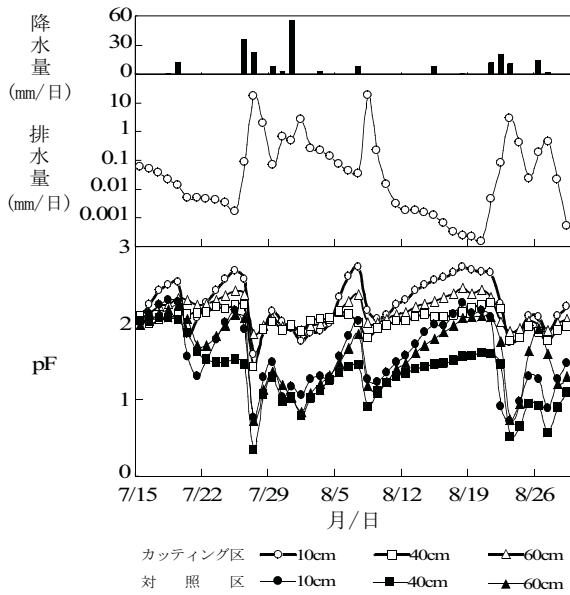


図2 カuttingドレーンの排水量と pF (浦幌町)

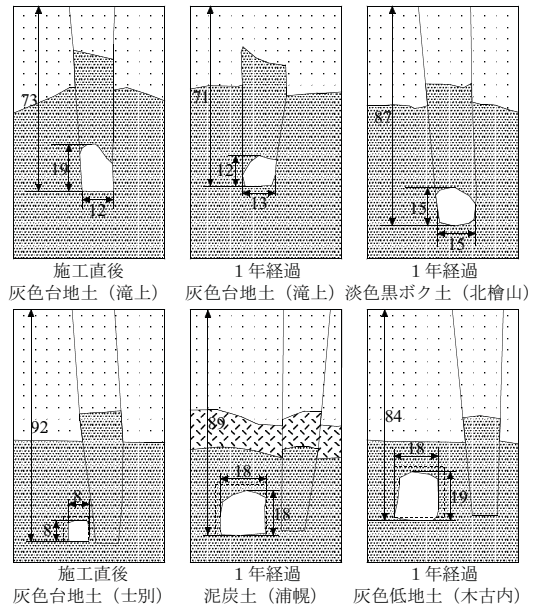


図3 土壌断面の状況

表1 カuttingドレーン工法の適用条件と効果的な施工条件

区分	項目	適用条件又は施工タイプ
適用条件	埋木	泥炭土では掘削に支障となる埋木(5cm径以上)がないこと。
	粒径	砂含量65%以上、または農学土性SL、Sの土壌は不適である。
	土性	(適用性の判断は深さ50～100cmの土壌を対象)
施工条件	砂礫層	空洞周辺に砂礫層がない。石礫(径5cm以上)に富む以上の土層がない。
	地目	転作をしない水田を除く全地目。輪換田には暗渠用水閘の設置が必要。
	排水路	施工深より深い(1m以上)排水路が整備されていることが望ましい。
	施工深	なるべく深く施工する。浅く施工する場合は小空洞タイプとする。補助暗渠として利用する場合は暗渠施工深さより深くないようにする。
	勾配	1/1000～1/500程度を目安とし、最大でも1/200未満とする。
	間隔	通常暗渠と同様に10～14mでの施工を基本とする。湧水や地下水、傾斜地形による集水が予想される場合は、間隔を狭くして1本あたりの排水量を減らす。
	延長	1本当たりの施工延長は平坦な条件で200mを上限とする。傾斜や排水量の増加が見込まれる場合は、100m程度まで施工延長を短縮するのが望ましい。
施工タイプの変更手順の使い分け	施工時期	施工時の圃場条件が悪いことが予想される場合は、初冬の積雪40cm程度の時期に雪上施工を実施することが可能である。
	工法タイプ	可能な限り横穴型で施工する。そのため、各空洞の大ききの空洞タイプで、施工深90cmで施工できない場合は施工深を80cm程度に浅くして試行する。
	ち密度	施工深さが浅い場合は、横穴型の小空洞タイプを用いる。
	土壌水分	土壌硬度30mm未満は「横穴型」で、30mm以上は「直下穴型」での施工が目安である。(但し、可能な限り横穴型で施工する。)
		過乾燥や過湿時に横穴型で施工が出来ないときは直下穴型に変更する。

4. 成果の活用面と留意点

- 1) カuttingドレーン工法を導入するに当たっては、土壌条件の把握による適用性の判断を必ず行い、適用条件と施工条件を遵守すること。
- 2) カuttingドレーン工法の施工法及びその施工機は、北海道と北海道農業開発公社により特許出願済である。

5. 残された問題点とその対応

- 1) カuttingドレーン工法の長期間の持続性については未検討である。

【指導参考事項】

十勝地方における浅礫地帯の土地改良と施肥対策に関する試験※

(昭和53年～56年)

道立十勝農試土壤肥料科

※本試験は土壤環境基礎調査、十勝支庁耕地部、十勝北部、中部地区農業改良普及所、十勝農協連の共同によるものである。

試験目的

浅礫地帯の土地改良事業は石礫除去、客土等が実施されているが、施行に伴って生ずる土壤肥料の立場からの検討が不十分で、その効果を充分発揮していない。そこで施行後の磷酸資材、有機物の施用、施肥対策(N追肥)を中心に検討する。

試験方法

1. 土壤改良対策試験

1) 石礫除去対策試験

(1) 磷酸資材施用量試験 1. 除礫区、2. 同+P資材100kg区、3. 同+P資材200kg区、4. 同+P資材300kg区、但し重焼燐を供試した。100kgは P_2O_5 :35kgである。

(2) 改良資材施用効果試験 1. 無除礫区、2. 除礫区、3. 除礫+P資材堆肥区、但しP資材(溶燐300kg)、堆肥3トン/10a施用

2) 客土6cmに伴う改良資材対策試験

(1) 拵試験 1. 除礫区、2. 同+客土(5cm)、3. 同+同+堆肥改良資材区、4. 同+客土(10cm)+堆肥改良資材区、但し作土層25cmとした。10a当り堆肥3.0トン、改良資材(溶燐350kg)

(2) 磷酸資材施用量試験 1. 客土(6cm)区、2. 同+P資材100kg区、3. 同+同200kg区、4. 同+同300kg区、但しP資材は重焼燐施用

3) 24cm客土(置土)試験

(1) 土改資材施用効果試験 1. 客土(24cm)区、2. 同+P資材区、3. 同+P資材+堆肥、但しP資材(重焼燐200kg)。堆肥4トン/10a

2. 施肥対策試験

1) 石礫除去対策試験

(1) N追肥時期試験 1. 無追肥、2. 追肥7月上旬N5kg、3. 同N10kg、4. 追肥7月中旬N5kg、5. 同N10kg、6. 追肥7月上旬N5+同中旬N5kg/10a、但し年次によって若干追肥時期(月日)が異なる。

2) 客土60cmに伴う施肥対策試験

(1) 同上 上記1)の(1)試験に7無処理(無P資材、無追肥)区を加えた。また1～6区は重焼燐200kg/10a全面全層施用

3) 24cm客土(置土)

(1) 同上 2)試験に、8区(無処理、追肥7月上旬N5kg)を加えた。

結果の概要

1. 土壤改良対策試験

1) 石礫除去すると作土の土性は粗粒化し、さらに化学的に不良下層土が混入し減収するので、施行後は土壤改良資材、堆肥等の施用が必要である(表2、表3)。

2) 粘土客土すると、保肥力、水分供給の改善が図られ増収するが、客土資材の化学性が貧困で減収する場合がある。土壤改良資材、有機物等の施用は不可欠である(表4)。

3) 土壤改良資材は出来るだけ多施用が望ましいが、6cm客土の場合、既存作土の磷酸含量にもよるが、 P_2O_5 :35kg/10a以上の磷酸資材の施用が必要であった(表1)。

4) 24cm客土(置土)の場合も、2)の結果と同様に増収したが、客土自体が作土を形成するので、土壤改良資材、有機物の併用はいっそう増収効果が大きかった。

2. 施肥対策試験

1) 深層除礫すると作土の粗粒化で養分分の保持力が低下するため、基肥増肥や追肥によって増収効果が認められた。ただ基肥増肥は発芽に対する影響が危惧されるので、追肥の方が安全

であると判断された。また追肥は何回かに分けて施用する方が有利であった(表5)。

2)客土(6cm)の場合も追肥効果は認められるが、追肥量はN5kg程度で充分であり、追肥時期は早い方が有効と判断された(表5)。

3)24cm客土(置土)の場合、客土資材の窒素地力が低く、窒素施肥量の増加が必要であるが、基肥の増肥は発芽障害を惹起する危険があり、早期追肥が妥当と考えられた(表5)。

主要成果の具体的数字

表1.土地改良後のP資材施用効果 (kg/10a)

項目	除 礫		6cm客土	
	(小豆)		(菜豆)	
処理区別	収量	同比	収量	同比
1.P資材 0区	152.0	100	90.6	100
2. " 100区	155.7	102	108.5	120
3. " 200区	156.0	103	108.5	120
4. " 300区	155.2	102	119.8	132

表2.石礫除去の改良資材効果 (kg/10a)

項目	小豆		秋播小麦		2ヶ年 平均比
1.無 除 礫 区	157	100	336.4	100	100
2.除 礫 区	134	85	301.5	90	88
3.同+P資材・堆肥区	213	136	345.5	103	120

表3.石礫除去による理化学性の変化

項目	細土無機物中 (%)				土性	PH (H2O)	T-C (%)	置換容量 (m・e)	置換性塩基 (mg/100g)			磷酸吸収係数	有効態磷酸 (mg/100g)
	粗砂	細砂	シルト	粘土					CaO	Mgo	k2O		
1.原 土 区	30.5	46.3	14.1	9.2	SL	5.4	1.20	9.2	71.3	8.1	15.6	540	5.6
2.除 礫 区	27.1	69.1	3.7	0.1	LS	5.6	0.20	4.0	10.2	4.0	4.0	320	0.2
3.除礫+資材区	29.6	66.4	4.0	1.0	LS	5.9	0.16	3.2	26.9	8.2	1.8	475	3.2

表4.石礫除去に対する客土効果

項目	大豆 (54年)	てん菜 (55年)	菜豆 (56年)	3ヶ年 平均
1.除 礫 区	100	100	100	100
2.同上+客土(5cm)	84	103	107	98
3.同上+同上+堆肥溶磷	92	105	119	105
4.同上+客土(10cm)+同上	80	110	(117)	102
対照実収量 (g/枠)	415	6,240	107	

表5.施肥対筆試験

項目	除 礫			客 土			除礫+客土 (6cm)
				6cm 混和	24cm客土 (置土)		
区 別	54年 (菜豆)	55年 (小豆)	56年 (小豆)	54年 (小豆)	54年 (小豆)	55年 (大豆)	56年 (菜豆)
対照(無追肥)	100	100	100	100	100	100	100
基肥増肥N5	-	-	107	-	-	-	126
追肥(7/上)N5	109	101	105	108	107	109*	126
追肥(7/上)N10	-	105	-	106	112	-	-
追肥(7/中)N5	105	111	-	97	108	104**	-
追肥(7/中)N10	-	110	-	101	107	-	-
(7/上)N5+(7/中)N5	-	116	-	98	107	-	-
対照実収量 (kg/10a)	205.0	188.1	156.0	242.4	301.7	304.0	108.5

*6月中旬追肥

**7月下旬追肥

指導上の注意事項

- 1.石礫除去(深層処理)後の土壤改良資材施用量は土壤診断基準に準じて施用すること。
- 2.客土資材は粘土含量が高く、乾燥すると固結し、既存作土とよく混合されない場合があるので、客土資材がよく混和する土壤管理を行うこと。

したものと考えられる。(表2)

4)A圃場では傾斜6°、含水比19%で作業能率は9.6a/hであった。2回掛をした場合の作業能率は11.6a/hに向上した。また、B圃場で傾斜12°、含水比25%の時には能率は4.7a/hであった。(表3)

5)未処理区及び各処理区における損傷イモの割合をみると、未処理区が損傷の大きいもの小さいもの合わせて9.9%と最も多かった。また、イモ表面のはく皮については、未処理区、中礫区及び多礫区ともに14%程度であったが、少礫区では、10.9%とやや少なかった。(表4)

6)石礫破碎による施工作業深は、1回掛施工では15cm前後、2回掛施工では20cm程度の処理が可能であった。(図1,2)

7)馬鈴しょの全体収量の差異は少ないものの、品質では、合礫率が高く写ると、規格外の比率が多くなる傾向がみられた。これは、石礫が根圏域をせばめ塊茎の伸長肥大の障害要因となっていると考えられた。(図3)

8)以上のことから、石碑破碎処理により作物の品質向上と規格内収量増が認められた。

10.主要成果の具体的数字

表1 試験圃場の石礫特性

試験圃場区分	試験施工年次	岩石の母材	礫の圧縮強度 σ_c (kgf/cm ²)	弾性波速度 Vc(km/sec)	岩分類判定
A	平成4年6月	溶結凝灰岩	33	1.1	軟石
B	平成5年10月	溶結凝灰岩	63	1.1	軟石
(参考試験) 芦別市黄金	平成3年8月	揮緑凝灰岩	368	3.5	軟石 I

(備考)岩の分類は平成5年版道路事業設計要領P91(北海道土木部道路課監修)による。
圃場区分:A(美瑛可厚生1992施工)、B(同新生1993施工)

表2 石礫破碎処理区別土壌化学性の変化

処理区分	pH		EC mS/cm	CEC me/100g	置換性塩基(mg/100g)			Zn (ppm)	Cu (ppm)
	(H ₂ O)	(KCl)			CaO	MgO	K ₂ O		
施工前	5.7	4.7	0.18	11	173	14	43	1.37	0.66
1回施工後	5.8	4.8	0.09	10.0	103	12	40	1.03	0.74
2回施工後	5.8	4.7	0.09	9.4	107	13	38	1.34	0.84

(1992.6 A圃場)

表3 石礫作業機械の作業能率と施工条件

試験圃場	処理回数	作業能率 (a/h)	施工条件		
			傾斜度(°)	含水比(%)	含礫率(%)
A圃場	1	9.6	6	19	19.6
A圃場	2	11.6	6	19	0.3
B圃場	1	4.7	12	25	13.5

(1992:A圃場、1993:B圃場)

表4 ディガ掘りとりによる馬鈴しょの損傷

作業速度	無傷	損傷(%)	はく皮

処理区	(m/s)	(%)	大	少	計	(%)
多礫区	0.26	80	0.7	5.7	6.4	13.7
中礫区	0.24	82.4	0.5	5.5	6	11.6
少礫区	0.24	85.1	0.9	3.1	4	10.9
未処理区	0.24	76.2	2.8	7.1	9.9	13.9

1回掛破碎処理後

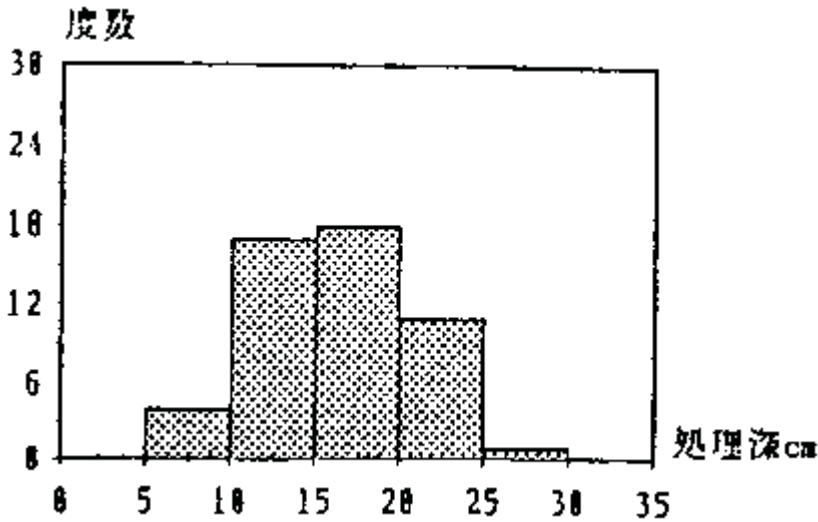


図1 石礫破碎処理作業深さ
(1993.10 美瑛町 B圃場)

2回掛破碎処理後

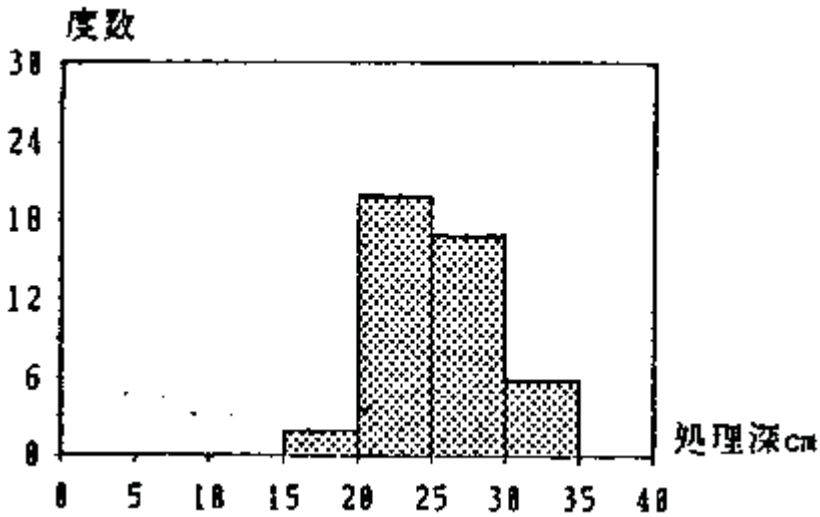


図2 石礫破碎処理作業深さ
(1993.10 美瑛町 B圃場)

成績概要書【指導参考事項】(作成平成6年.1月)

- | | |
|-----------|---|
| 1.課題の分類 | 北海道 物理 農業土木 |
| 2.研究課題名 | 溶結凝灰岩を母材とした石礫の低コスト破碎処理工法の確立試験
(石碑地帯の低コスト石礫処理工法の確立試験) |
| 3.予算区分 | 道単 |
| 4.研究期間 | (平成3年～6年) |
| 5.担 当 | 中央農試農業土木部生産基盤科
中央農試農業機械部機械科
上川農試研究部土壌肥料科 |
| 6.協力・分担関係 | なし |

7.目的

多礫地帯の石礫特性を把握し、石礫破碎処理作業体系の確立を図るとともに施工機械の走行性調査と破碎礫が作物及び土壌の理化学性に与える影響を明らかにする。

8.試験研究方法

- 1)試験地 :①芦別市黄金(参考試験) ②美瑛町厚生 ③美瑛町新生
及び土壌条件 礫質褐色森林土
- 2)作業方法及び工法 :基本作業方法として、ホイルトラクタ(155PS4WD)牽引による下記作業処理

鋤取り	前処理	採礫	石礫破碎
レーキドーザ	ヘビィカルチベータ	ストーンディガ	ストーンクラッシャ
16t湿地ブル	ホイルトラクタ	ボイルトラクタ	ボイルトラクタ

①1回掛処理区

鋤取り＋前処理＋採礫＋石礫破碎

②2回掛処理区

鋤取り＋前処理＋採礫＋石礫破碎＋採礫＋石礫破碎

3)調査項目及び作物

- ①土壌調査:三相分布、粒径組成、化学性
- ②石礫調査:含礫率、残礫率、岩質、圧縮強度
- ③機械走行調査:処理深、作業能率
- ④作物調査:収量、品質(馬鈴しょ、ニンジン)

9.結果の要約と概要

- 1)石礫破碎処理に関する美瑛町生産者の意向は、農作業機械の作業性の改善が第一であり施工後にビート、馬鈴しょなどの根菜類の作付け希望が多かった。(アンケート調査)
- 2)石礫破碎処理工法に適する石礫の種類は、地力保全マシニングシステムによる石礫分布検索と石礫の圧縮強度から、主として美瑛町に分布する溶結凝灰岩を母材とする石礫であり、圧縮強度は33と63(kgf/cm²)で小さかった。(表1)
- 3)土壌の化学性では、石礫破碎処理によりCEC、塩基がやや低下する傾向を示し、施肥による養分分の補給の必要性がみられた。これは、粗砂の増加に伴い腐植含量が低下したり心土が混入

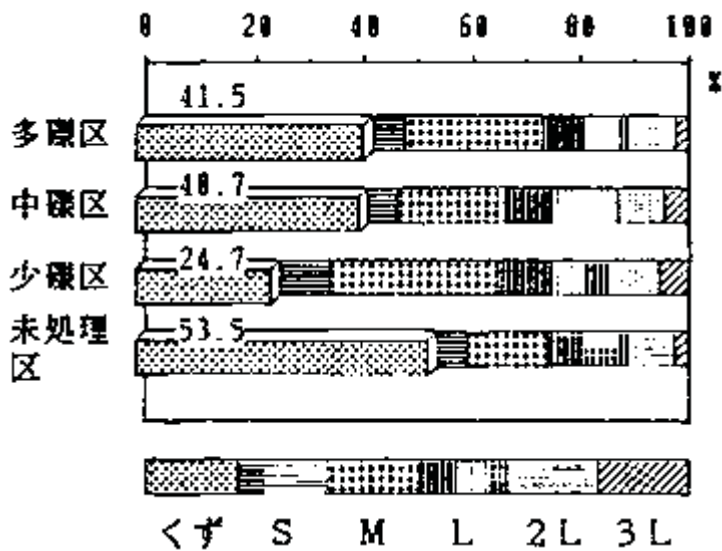


図3 石礫処理区毎規格収量(個数)
(1993.8 美瑛町 A圃場)

11.成果の活用面と留意点

- 1)上川郡美瑛町の火砕流台地に多くみられる溶結凝灰岩を母材とした浅礫地帯で、ストーンクラッシャを用いた石礫破碎処理工法に適用する。
- 2)芦別試験地のような圧縮強度の大きい石礫には、この工法は適用できない。

12.残された問題点とその対応

- 1)作土全層を対象とした目標施工処理深30cmまでの施工機械の改良。

研究課題：ばれいしょ栽培におけるストーンクラッシャの活用技術
（ストーンクラッシャの利用拡大に関する試験）

担当部署：十勝農試 技術体系化チーム

協力分担：十勝農業改良普及センター

予算区分：受託（民間）

研究期間：2007～2008年度（平成19～20年度）

1. 目的

ストーンクラッシャによる石れきの破碎処理がばれいしょの生育収量に与える影響、ストーンクラッシャによる圃場に残留した塊茎の破碎が翌年の野良生え（以後、野良いも）の発生量に与える影響を明らかにする。

2. 方法

1) ストーンクラッシャによる石れき破碎処理がばれいしょの生育・収量に与える影響

(1) 試験場所：平成19年；十勝管内A町、平成20年；十勝管内B町

(2) 供試機：平成19年；S T C 1 5 0－作業深20cm、作業速度0.2m/s

平成20年；S T C 2 0 0－作業深25cm、作業速度0.2m/s

(3) 供試品種：平成19年；「コナフブキ」、平成20年；「トヨシロ」

(4) 調査項目：石れき径分布、石れき種類、土塊径分布、三相分布、地温（培土内深さ10cm）
ばれいしょの生育・収量、収穫時のばれいしょの損傷・打撲

2) ストーンクラッシャによる破碎処理が野良いも発生量に与える影響

(1) 調査場所：平成19年；十勝管内C町、平成20年；十勝管内D町

(2) 供試機：平成19年；S T C 1 5 0－作業深10～15cm、作業速度0.4m/s

平成20年；S T C 1 2 5－作業深11～12cm 作業速度0.2、0.3、0.4m/s

(3) 処理区別：平成19年；無処理区、処理区（ハロー前処理区設置）[施工H18/10/24～29]

平成20年；無処理区、処理区（速度3水準）[施工H19/11/5]

(4) 調査項目：野良いもの発生状況（いもの深さ、いもの最大径、発生個体数）

調査月日；平成19年－6月27日、7月1日、平成20年－6月25日

3. 成果の概要

1) チャートや流紋岩など「角が立ちやすい」と言われる変成岩が存在する、れき含率10～11%程度のほ場で、ばれいしょ植付前にストーンクラッシャを用いて石れきの破碎処理を行った結果、30mm以上の石れき割合が処理後1%以下となった（表1）。

ばれいしょ植付後の土塊径分布・三相分布・地温については、処理の有無による差は認められず、ばれいしょの収量にも有意差は認められなかった。しかし処理区の変形いもと緑化いもの割合、機械収穫時の塊茎の打撲発生率は無処理区よりも低く、品質向上効果が認められた（表2）。

2) 土壌凍結深が20cm以上となった圃場において、ストーンクラッシャ処理により野良いもの発生率は無処理区対比17～100%の範囲で低下した（表3）。この場合無処理区の発生個体数が10個/a以下の場合には、処理の効果は大きく変動したが、10個/a以上の場合には野良いもの発生率が60～96%低下した。

ハローの前処理を行った場合には、行わなかった場合に比べ野良いもの発生が増加する傾向が見られた。これはハロー処理により野良いもが表面付近からストーンクラッシャの破碎作用を受けない土層に移動したためと推察された。

ストーンクラッシャの作業速度について、0.2～0.4m/sの範囲では野良いもの発生低減効果はほぼ同程度であった。

3) 以上の結果をもとに、ばれいしょ栽培におけるストーンクラッシャの活用のポイントを示した（表4）。

表1 石れきの状況

年度	試験場所	区	れき含率 (%)	石れき径分布[単位 mm](%)				石れき種類	備考
				~100	100~50	50~30	30~2		
平19年	A町	無処理	11.1	5.4	4.3	4.2	89.1	流紋岩・チャート等	測定深 20cm
		処理		0	0	0.6	99.4		
平20年	B町	無処理	10.3	4.6	3.9	1.6	89.9	デイサイト	測定深 25cm
		処理		0	0	0.1	99.9		

注)れき含率=30mm以上の石れき重/(土砂重+30mm以上の石れき重)×100

表2 ばれいしよに対する石れき破碎処理の影響

年度	試験場所	区	規格内収量 (kg/10a)	規格外品(kg/10a)			打撲(%)		
				変形	緑化	その他	なし	小	大
平19年	A町	無処理	3422	182	67	16	39	34	27
		処理	3558	168	0	26	54	19	27
平20年	B町	無処理	4,093	655	169	527	82	6	12
		処理	3,940	390	81	373	91	1	8

注1)規格内収量:平成19年;20g以上のものの重量、平成20年;349~20gのものの重量

注2)規格外品のその他はA町は20g未満、B町は350g以上と20g未満のものを示す

注3)打撲:小;深さ3mm未満の内部黒変、大;深さ3mm以上の内部黒変

表3 破碎処理が野良いもの発生量に及ぼす影響

試験場所	品種	区	平均発生深 (cm)	いも最大径 (cm)	発生個体数 (個/a)	無処理区対比	土壌凍結深 (cm)	当年作付作物
試験センター	さやか スノーデン他	無処理	8.7	3.1	769	100	20	大豆
		処理	8.3	2.7	264	34		
		無処理	8.2	4.0	133	100		
農家A	ホッカイ コガネ	処理 (ハロー前処理有)	17.7	5.0	39	29	30	てんさい
		処理 (ハロー前処理無)	11.0	3.5	20	15		
		無処理	16.8	-	36	100		
		処理	4.2	5.5	30	83		
C町	農家B	無処理	9.4	2.9	12.7	100	24~31	菜豆
		処理	9.4	9.4	4.8	38		
	農家C	無処理	8.2	3.8	37.9	100	24~39	菜豆
		処理	15.9	4.9	1.6	4		
農家D	ホッカイ コガネ	無処理	7.0	5.0	1.0	100	30~34	菜豆
		処理	-	-	0	0		
		無処理	15.6	3.6	187	100		
D町	農家E	マチルダ	12.1	4.2	21	11	20	小豆
		0.4m/s区	15.3	3.7	8	4		
		0.3m/s区	17.6	4.1	5	3		
		0.2m/s区	-	-	0	0		

注1)C町試験センターでの試験は品種比較試験圃場で実施

注2)D町の土壌凍結深は北農研センター芽室拠点の実測値

注3)C町農家B、C、Dでは冬期間に圃場の除雪処理を実施

表4 ばれいしよ栽培におけるストーンクラッシャの活用のポイント

目的	期待される効果	作業のポイント
石れき対策	①塊茎の変形・緑化の低減 ②収穫時の打撲の低減 ③作業機の修理費の低減	①作業速度は0.2m/sが望ましい ②施工深は15~20cm(機種によっては20~25cmまで可能) ③作土層全体(25~30cm)の石れきを破碎するためには、プラウなどの作業機械を組み合わせた複数回処理が必要
野良いも対策	①土壌凍結地帯における野良いも発生量の低減 ②野良いも除去にかかる雇用労賃の低減	①作業速度は0.2~0.4m/sが望ましい ②施工深は10~15cm ③耕起作業などはストーンクラッシャ施工前ではなく翌春に行う

注)期待される効果の太字は、本試験で示された項目

4. 成果の活用面と留意点

- 1) 本成績はチャートや流紋岩などの変成岩が存在するれき含率10~11%程度の圃場において、ストーンクラッシャ処理後に30mm以上の石れき割合が1%以下となった場合の試験成績である。ただし石れきの圧縮強度に基づく適用限界については未検討である。
- 2) 野良いもに対する効果は、土壌凍結深が20cm以上となる地域のデータである。

5. 残された問題とその対応

- 1) れき含率や石れきの圧縮強度に基づく適用限界の検討
- 2) てんさい、ニンジンなどばれいしよ以外の作物に対する効果の確認

完了試験研究成績 (作成 64年1月)

1.課題の分類	総合農業 生産環境 土壌肥料 3-1-2 北海道 202110
2.研究課題名	透水性不良礫質水田に対する穿孔排水法 (礫質土地帯における輪換田の透水性不良改善試験)
3.予算区分	補助(土壌保全)
4.研究実施年度・研究期間	【継】・中・完 昭62年(昭62~64年)
5.担当	上川農試土壌肥料科 長谷川進/三浦周/坂本宣崇
6.協力分担	なし

7.目的

透水性不良礫質水田に対する穿孔排水法について、その排水効果並びに水稻生育に及ぼす影響を検討する。

8.試験研究方法

(1)試験年次 昭和62~63年

(2)試験地 上川管内美瑛町朗根内厚生

(3)使用機種 アースブレーカ付きパワーシャベル:HITACHI-UH09 150馬力
アースブレーカ:φ12.7cm×75cm、1穴当たり容積約9.5ℓ

(4)施工時期 昭和62年5月12日

(5)処理区別

①対照(無処理), ②穿孔処理(疎)2m×3m間隔(167穴/10a), ③穿孔処理(密)1m×2m間隔(500穴/10a)

(6)充填材 モミ殻

(7)施工処理面積 1試験圃約26a

(8)試験実施農家名と暗渠施工の有無

①中岡(昭和50年施工), ②坂田(昭和50年施工), ③蔵重(未施工)

(9)施肥法:昭和62年、63年の両年とも全層(40%)+側条施肥(60%)

穿孔排水施工の作業工程…

[充填材の確保(モミ殻)]→[暗渠の位置の確認]→[穿孔処理]→[穿孔部のモミ殻充填作業]

9.結果の概要・要約

透水性が悪いために水稻の初期生育が不良な礫質水田の改善対策として、アースブレーカによる穿孔排水法に就いて検討し、下記の結果が得られた。

(1)試験圃場における穿孔作業速度は、10秒/1穿孔前後で、10a当たりの所要時間は、疎(2m×3m、

167穴/10a)で約30分、密(1m×2m、500穴/10a)では80分程度であった。

(2)穿孔処理直後の各穿孔の排水能は、最大24.7ℓ/min、最小3.2ℓ/minで場所によって差が大きい

(C・V63.0%)ものの、排水能力は極めて大きかった。

(3)減水深(6月下旬頃)は、対照(無処理)区が3mm/日程度に対し、穿孔区では10mm/日前後で、明らかに

透水性が増大した。

(4)穿孔区は、落水後の土壌の乾きが著しく促進され、圃場表面硬度や地耐力が向上した。

(5)水稻の生育・収量に及ぼす穿孔処理の効果は、側条施肥によって生育を促進させたので対照区との差

が小さいものの、分けつ期~幼形期頃の生育量がやや優った。玄米収量結果、S62年7~13%(対照区玄

米収量392kg)高まり、S63年度でも3~8%(対照区玄米収量465kg)の増収を示した。

★以上の結果から透水性不良な礫質水田に対する改善法として、アースブレーカによる穿孔排水

法は、透水性(排水)の改善並びに水稻の生育向上策としても有効な工法であり、工事も比較的簡単であった。また、穿孔密度は透水性及び水稻の生育収量からみて2m×3mに1穿孔程度(10a当たり167穿孔)が適当と考えられた。

10.成果の具体的数字

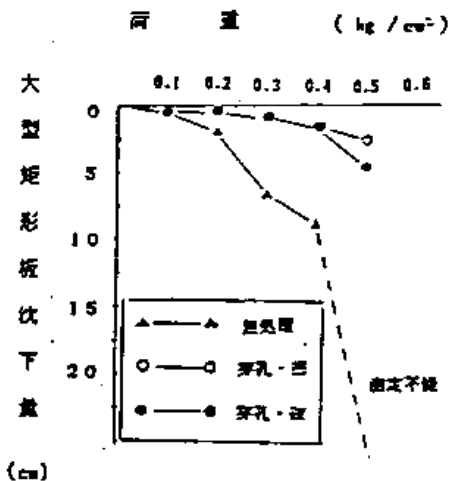


図1 SR-II型 買入抵抗値の比較 ('88.9.28 N圃場)

表1 穿孔作業の実例(穿孔+移動時間)

農家名	ピッチ (m)	作業時間		施工時期 (年月日)	施工条件
		秒/穴	分/10a		
中岡	2×3	10.0	28	S62.5.12	目印・暗渠有り
坂田	2×3	9.5	26	"	目印・暗渠有り
蔵重	2×3	12.4	34	"	目印有り・暗渠無し・秋耕起
中岡	1×2	9.6	80	S62.5.12	目印・暗渠有り
坂田	1×2	9.8	82	"	目印・暗渠有り
蔵重	1×2	11.5	96	"	目印有り・暗渠無し・秋耕起
中岡	3.5×3	14.6	23	S63.5.6	目印なし、耕起後

表2 穿孔排水が減水深・2価鉄に及ぼす影響

処理	減水深(mm)		2価鉄 (mg/100g)				
	1年 6/23~24	2年 6/22~23	1年目		2年目		
			6/26	7/7	7/21	7/7	7/21
対照	3.3	2.8	153	194	265	203	225
穿孔疎	10.8	8.7	128	178	258	178	204
穿孔密	9.7	9.0	133	196	245	183	(189)

()内2農家平均

表3 作土の含水比(%)

処理(S63)	融雪後 4/22	落水後 8/26
対 照	45.1	77.9
穿孔疎	-	63.0
穿孔密	26.6	62.6



写真-1 [無処理]
前日降雪約10cmあり
畦間に停滞
水あり



写真-2 [穿孔処理]
殆ど停滞
水なし
S62.10.21撮影

表4 分けつ期・幼穂形成期の乾物重(g/m²)

農家名	処理	昭和62年			昭和63年			
		7月6日			6月20日		7/6	
		茎葉	根	茎葉/根	茎葉	根	茎葉/根	茎葉
3農家 平均	対照	88	28	3.29	17.4	8.9	1.96	104
	穿孔疎	94	28	3.33	20.2	10.3	2.00	123
	穿孔密	91	22	4.18	19.8	9.7	2.05	119
対照	対照	100	100	100	100	100	100	100
	穿孔疎	106	102	101	117	117	102	119
	穿孔密	103	81	127	114	114	105	114

表5 収量調査結果

項目	処理	昭和62年			昭和63年		
		総籾数 (100/m ²)	登熟歩合 (%)	精玄米重 (kg)	総籾数 (100/m ²)	登熟歩合 (%)	精玄米重 (kg)
3農家 平均	対照	316	57.7	392	317	77.5	465
	穿孔疎	314	63.2	443	366	73.7	501
	穿孔密	326	63.0	48	337	73.1	481

対照	対照	100	100	100	100	100	100
	穿孔疎	99	110	113	115	95	108
	穿孔密	103	109	107	106	94	103

表6 収穫期の成分吸収量(茎葉+穂 g/m²)

項目	処理	昭和62年				昭和63年			
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	SiO ₂	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	SiO ₂
3農家平均	対照	12.8	7.8	17.2	36.1	11.1	6.6	16.3	47.6
	穿孔疎	12.7	8.4	16.9	42.8	11.9	6.8	17.0	50.5
	穿孔密	11.6	7.2	16.6	47.5	11.4	6.6	16.3	47.8
対照	対照	100	100	100	100	100	100	100	100
	穿孔疎	100	108	98	119	108	103	104	106
	穿孔密	91	93	97	132	103	100	100	101

11.成果の活用面と留意点

- (1)対象水田は、作土直下に20～40cm程度の厚さの難透水層を有する礫質褐色低地土及び礫質灰色低地土で非寒害期間の地下水位が低い(ほぼ50cm以下)こと。
- (2)耕起後に施工すると穿孔部がくずれるので、穿孔処理は未耕起の状態を実施する。
- (3)暗渠施工済みの圃場で実施する場合は位置を確かめて実施する。

12.残された問題とその対応

成績概要書 (2006年1月作成)

課題分類

研究課題：北海道耕地土壌の理化学性の実態・変化とその対応 (1959～2003年)
(土壌機能実態モニタリング調査)

担当部署：中央農試 農業環境部 環境保全科、クリーン農業部 土壌生態科
上川農試 研究部 栽培環境科、道南農試 研究部 園芸環境科
十勝農試 生産研究部 栽培環境科、根釧農試 研究部 草地環境科
北見農試 生産研究部 栽培環境科、天北農試 研究部 草地環境科

協力分担：関係各地区農業改良普及センター

予算区分：補助(土壌保全)

研究期間：1998年度～(平成10年度～)

1. 目的

北海道の耕地土壌の理化学性の実態・変化の方向を明らかにし、適正な土壌環境の維持に役立てる

2. 方法

- 1) 対象調査：土壌環境基礎調査・定点調査 (1979～1997年、1260地点×4巡)、土壌機能実態モニタリング調査 (1巡目、1998～2003年、640地点)、補足データとして地力保全基本調査 (1959～1975年) および「北海道農用地の土壌成分」(中央農試、1977) の分析値も集計に含めた。
- 2) 集計項目：心土の物理性についてち密度および仮比重、作土の化学性について全炭素、全窒素、pH、交換性塩基、有効態リン酸、可給態窒素、可溶性亜鉛・銅、易還元性マンガン、可給態ケイ酸、土壌管理について作土深の各項目を取り上げ、水田、普通畑、野菜畑、草地の4地目に区分して集計を行った。

3. 成果の概要

- 1) 土壌理化学性の変化の方向及び土壌診断基準による現状の評価
 - (1)水田：心土がち密化した地点、低pHの地点が依然多い。苦土は85年をピークに増加から減少に転じ一部に不足が見られる。カリの増加は90年で頭打ちとなり過不足の両方が見られる。苦土カリ比は低下している。有効態リン酸は一貫して増加しており減肥が必要。可給態窒素は一旦減少したが80年以降緩やかに増加。可溶性亜鉛は減少しており不足が見られる。可給態ケイ酸は不足している。転換畑利用時には低pH、石灰・亜鉛不足に注意が必要。
 - (2)普通畑：作土の深さは一貫して増加。心土のち密化は80年以降改善されていない。全炭素・全窒素は一貫して減少しているが可給態窒素への影響は見られない。低pHの地点が依然多い。交換性塩基は85年以降いずれも減少しており、石灰及び苦土は不足が見られるが、カリは依然過剰傾向にある。苦土カリ比は低く推移している。有効態リン酸の増加は95年で頭打ちとなり過不足の両方が見られる。可溶性亜鉛は85年から90年にかけて減少した。可溶性亜鉛及び銅は一部に不足が見られる。
 - (3)野菜畑：心土がち密化した地点、低pHの地点が依然多い。苦土・カリは90年以降減少している。苦土カリ比は低下している。交換性塩基は過不足の両方が見られ、有効態リン酸は蓄積している。易還元性マンガンは不足が見られる。
 - (4)草地：心土がち密化した地点、低pHの地点が依然多い。全炭素、全窒素、苦土・カリ、有効態リン酸及び可給態窒素が増加し、表層への有機物及び養分の蓄積が認められる。交換性塩基及び有効態リン酸は過不足の両方が見られる。
- 2) 施肥対応基準と施肥実態から推定した全道における減肥可能量は、水田ではリン酸5,400トン、カリ100トン、普通畑の主要作物合計ではリン酸8,400トン、カリ11,800トンであった。
- 3) 以上のように、本道の耕地土壌の作土の化学性は常に変化しており、個々の圃場

における最低5年に1度程度の土壌診断の実施と、それに基づく施肥対応が今後も重要である。物理性については、その変化は小さいが生産性に及ぼす影響が大きいため実態の把握を継続する必要がある。

表1 土壌理化学性の変化と現状の評価（総括表）

地目	項目	変化の概要	地点数割合(%)			平均施肥率(%)			
			基準未満	基準内	基準以上				
水田	心土ち密度	変化なし	5	52	43	19 95 60			
	全炭素	70～80年：減少	54	40	6				
	全窒素	70～80年：減少、95～2000年：増加							
	pH(H ₂ O)	70～90年：わずかに上昇							
	交換性石灰	変化なし					42	47	11
	交換性苦土	70～85年：増加、85～2000年：減少					19	81	—
	交換性カリ	70～90年：増加					13	53	34
	苦土カリ比	70～2000年：低下					15	85	—
	有効態リン酸	70～2000年：増加					0	6	94
	可給態窒素	70～80年：減少、80～2000年：増加					33	67	0
	可溶性亜鉛	73～2000年：減少							
可給態ケイ酸	データなし	91				9	—		
普通畑	作土の深さ	70～2000年：増加	8	31	61	86 63 94			
	心土ち密度	70～80年：増加							
	全炭素	80～2000年：減少							
	全窒素	70～2000年：減少							
	pH(H ₂ O)	変化なし					35	63	2
	交換性石灰	70～95年：減少					58	35	7
	交換性苦土	70～85年：増加、85～95年：減少					32	44	24
	交換性カリ	70～85年：増加、85～2000年：減少					3	27	70
	苦土カリ比	70～85年：低下					50	50	—
	有効態リン酸	70～95年：増加					15	48	37
	可溶性銅	変化なし					22	78	0
可溶性亜鉛	85～90年：減少	21	79	0					
野菜畑	心土ち密度	変化なし	41	13	46	71			
	pH(H ₂ O)	変化なし	52	32	16				
	交換性石灰	変化なし	25	40	35				
	交換性苦土	90～2000年：減少	25	38	37				
	交換性カリ	85～2000年：減少	18	25	57				
	苦土カリ比	80～2000年：低下	36	64	—				
	有効態リン酸	変化なし	2	15	83				
	易還元性マンガン	データなし	26	73	1				
草地	心土ち密度	変化なし	—	76	24	53 76 68			
	全炭素	80～95年：増加	30	61	9				
	全窒素	85～95年：増加							
	pH(H ₂ O)	変化なし							
	交換性石灰	変化なし					46	40	14
	交換性苦土	80～85年：増加					18	13	69
	交換性カリ	80～85年：増加					28	11	61
	苦土カリ比	変化なし					22	78	—
	有効態リン酸	80～90年：増加					10	32	58
	可給態窒素	80～95年：増加							

注) 基準値との比較及び平均施肥率は2000年（草地は95年）の値、平均施肥率は施肥標準に対する平均施肥割合、特に表示のない項目は作土（草地は0～5cm土層）についての値
野菜畑のリン酸は標準的基準値をあてはめた場合で、たまねぎなど基準値が異なる作物がある

4. 成果の活用面と留意点

本成績は北海道全域の耕地土壌の実態を取りまとめたものであり、個々の圃場の管理は個別の土壌診断によって対応する。

5. 残された問題とその対応

成績概要書(平成7年1月)

1.課題の分類	総合農業 生産環境 土壌肥料 3-1-1 総合農業 作物生産 夏作物 稲(栽培) 北海道
2.研究課題名	低蛋白米生産のための稲体および土壌のケイ酸指標 (北海道米の食味水準向上技術の開発) 1…低蛋白米生産技術の確立試験
3.予算区分	道費
4.研究期間	平成3年～8年
5.担当	中央農試 稲作部 栽培第一科
6.協力・分担関係	上川農試 土壌肥料科

7.目的

低蛋白米(蛋白含量8%以下)生産におけるケイ酸の効果を検討するとともに、低蛋白米生産のための稲体・土壌のケイ酸指標を策定する。

8.試験研究方法

1)ケイ酸の米粒中蛋白含量に及ぼす影響

場内圃場(グライ土、泥炭土)試験、ポット試験(1994年)

試験処理…ケイ酸(シリカゲルで施用)2水準と窒素4水準の組合せ。

2)低蛋白米生産のための稲体のケイ酸指標策定

(1)現地窒素用量試験(1992年)…石狩、空知、渡島、檜山管18ヶ所

(2)ケイ酸現地実態調査(1994年)…空知管内207圃場

☆(1)・(2)の稲体、蛋白分析値を解析に利用

3)低蛋白米生産のための土壌のケイ酸指標の策定

(1)ケイ酸現地実態調査(1994年)…空知管内207圃場の稲体、土壌分析値を解析に利用。

分析法…酢酸緩衝液法、湛水保温静置法。

9.結果の概要・要約

1)ケイ酸の施用により、米粒中蛋白含有率は低下した。これはケイ酸吸収の増加により吸収窒素当りの乾

物生産(乾物生産効率)、玄米生産量(玄米生産効率)が増加し、相対的に米粒中窒素含有率が低下した

ためと考えられた。なお、ケイ酸による蛋白含有率の変化は施用窒素量による変化に比べ小さい傾向で、

蛋白含有率に対するケイ酸栄養の影響は窒素栄養条件よりも小さいものと思われた。

2)成熟期茎葉中ケイ酸含有率、窒素含有率と蛋白含有率の関係から、低蛋白米生産のための成熟期稲体の

ケイ酸指標として、ケイ酸含有率13%以上を適正域、13～10%をやや不足域、10%以下を不足域

と区分した。

3)可給態ケイ酸含量の測定法として、湛水保温静置法は従来法(酢酸緩衝液法)に比べ、水稻茎葉のケイ酸

含有率との相関が高く、従来法より有効な測定法と判断された。

4)低蛋白米生産のための土壌のケイ酸指標は、成熟期茎葉中ケイ酸含有率と土壌中可給態ケイ酸含量の

関係から、2)の条件に対応する可給態ケイ酸含量として、可給態ケイ酸含量16mg以上を適正域、16～10mg

をやや不足域・10mg以下を不足域と区分した。

10.成果の具体的数字

表1 ケイ酸施用の収量・生産効率・蛋白含有率に及ぼす影響(ポット試験)

用量(g/ポット)		乾物重(g)	玄米重(g)	生産効率		蛋白含有率(%)	成熟期茎葉中(%)		成熟期吸収量(mg)	
N	SiO ₂			乾物*	玄米**		N	SiO ₂	N	SiO ₂
0.0	0	40.7	20.4	119	59.8	5.9	0.60	4.2	341	1364
	10	46.8	22.0	136	64.0	5.7	0.45	12.2	344	3785
0.3	0	61.9	30.8	126	62.6	6.1	0.54	3.2	492	1650
	10	69.6	32.7	134	62.8	5.8	0.46	10.7	521	5064
0.6	0	86.7	43.2	118	58.7	6.3	0.59	2.7	736	1694
	10	93.1	46.1	129	63.8	6.1	0.48	9.1	723	5420
1.2	0	116.2	60.6	99	51.8	7.3	0.73	2.8	1170	2230
	10	126.2	65.2	106	54.5	7.0	0.67	7.4	1196	5823

柱)ポット当り、4連平均 *乾物量g/Ng **玄米重g/Ng

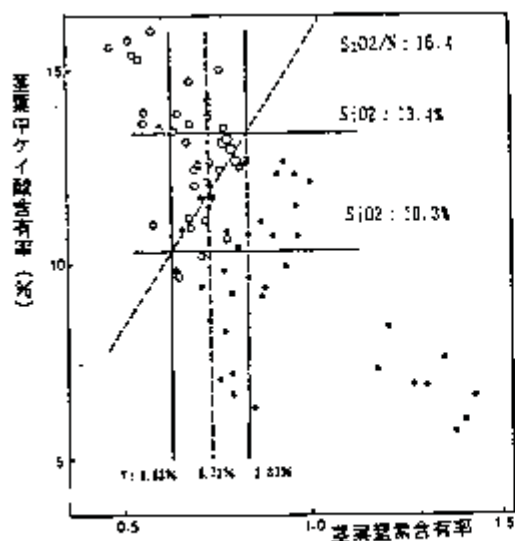


図1 成熟期茎葉中窒素、ケイ酸含有率と蛋白含有率 (1992年、現地調査用試験 ○: 蛋白0.8%以下)

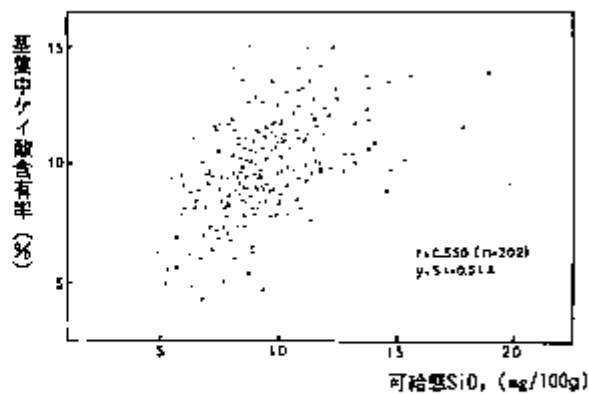


図2 成熟期茎葉中ケイ酸含有率と土壤中可給態ケイ酸含量 (渥木保彦計量法)

表2 低蛋白米生産のための稲体および土壌のケイ酸指標

区分	不足域	やや不足域	適正域
成熟期茎葉中ケイ酸含有率(%)	<10	10~13	13<

土壤中可給態 ケイ酸含量(mg)	<10	10~16	16<
---------------------	-----	-------	-----

注1.成熟期茎葉窒素含有率:0.6-0.8%

2.可給態ケイ酸含量の測定法は湛水保温静置法

11. 成果の活用面と留意点

(1)不足域、やや不足域と判断された圃場については、珪カル施用または客土を考慮する。

珪カルに関しては、水稻に対する珪カル施用基準の2)土壌型と珪カル施用量(「土壌および作物栄養の

診断基準」-改訂版-)に準ずる。

客土に関しては、「泥炭地水田における客土の要否判定基準(平成3年)」に準ずる。

(2)適正な窒素施肥を行う(成熟期茎葉窒素含有率が0.8%-止葉の葉緑素計SPAD値35-を上回らないこと)。

(3)品種は「きらら397」を供試した。

12. 残された問題点

(1)ケイ酸指標にもとづく各種ケイ酸資材の施用基準の策定

北海道の水田土壌における化学性の現状と地域別特徴

【要約】道内各地の水田作土を採取・分析し、化学性の地域別評価を行うと、全道水田作土の化学性を3次メッシュ地図で表す事ができる。北海道の水田土壌はりん酸を除く養分の乏しい水田が多く、けい酸供給力は極めて低い。また、還元容量に関連する遊離酸化鉄及び易還元性マンガンが低い水田が多く存在し、この傾向は水田の老朽化を示す。

上川農試土壌肥料科・中央農試稲作部栽培第一科 道農流課					連絡先	0166-85-2200	
部会名	生産環境	専門	土壌	対象	稲類	分類	指導

【背景・ねらい】

北海道の良食味米生産のためには水田土壌における化学性の現状と地域別評価を行い、必要な土壌改良や肥培管理技術を確立する必要がある。このため全道水田1578カ所の作土を採取・分析し、これを基に化学性を表す3次メッシュ地図を作成し、加えて化学性の現状と地域別評価を行う。

【成果の内容・特徴】

1. 北海道の水田土壌は多くが酸性であり、中には強酸性土壌も散見される。この要因は交換性塩基含量、特に石灰含有量が低いためである(表1)。
2. 培養窒素も少ない傾向にあり、この要因は、泥炭地の客土や靱がら暗渠などによる透水性改良、あるいは有機物の施用量が少なくなったことによる(表1)。
3. ブレイ2りん酸は突出して高く、これは本道水田農家が冷害対策であるりん酸の多肥を忠実に実効したためである(表1)。
4. 地帯区分別の培養けい酸は高い地域であっても平均値で14.5mg/100gと低く、そのため水稲の収量・食味に影響を与える。
5. 遊離酸化鉄は渡島、後志、空知北部でやや高い他は一般に低く、日高、石狩、留萌地域では道診断基準値の1.5%より大巾に低く、弱老朽化水田でみられる1%以下の水田が認められる(表2)。
6. 土壌型別の肥沃度の現状は黒ボク土系、褐色低地土で低く、グライ土、泥炭土系では高い。地域や土壌型によって水田土壌の化学性は大きな偏りが存在する(表2、3)。

【成果の活用面・留意点】

1. 良食味米の生産に必要な化学性の現状把握と地域別評価に活用できる。
2. ただし、個々の農家に対しては、土壌型、基盤整備や肥培管理などの前歴に応じて 土壌診断を実施し、対応する必要がある。

【具体的データ】

表1 道内水田土壌（作土）の化学性

項目	全点数 平均値	分布 (最高最低)	変異係数	基準値以下 の割合(%)
pH(H2O)	5.53	4.5~6.89	6.1	48.68
pH(KCL)	4.38	3.4~5.53	6.92	67.68
Y1(交換酸度)	5.45	0.1~61.3	102.1	(29.89)
培養窒素 (mg/100g)	9.86	0.1~61.3	54.9	37.31
ブレイ2りん酸	49.99	0.4~275	60.9	3.55

(mg/100g)				
交換性加里	23.09	5.9~224.1	52.7	21.17
(mg/100g)				
交換性石灰	198.46	51~540	35.8	26.0
(mg/100g)				
交換性苦土	57.37	8~332	62.4	12.80
(mg/100g)				
培養ケイ酸	10.34	3.4~29	32.5	51.02
(mg/100g)				
遊離酸化鉄	1.86	42~10.62	58.18	45.80
(%)				
易還元性マンガン	278.07	15~2272	73.3	15.40
(ppm)				

注) Y1の()内は基準値以上の数値

表2 分析値の地帯区分別評価

地帯区分	地帯名	ケイ酸	酸化鉄	
1	桧山他	○	○	
2, 3	北渡島他	○	▼	
4	日高	○	▼	
5	後志他	▼	◎	
6	留萌南部他	▼	○	
7	石狩他	○	○	
8	空知北部他	▼	○	
9	上川中南部他	▼	○	
10	上川北部他	▼	▼	凡例
11	留萌北部他	▼	▼	▼は道診断基準値未滿
13, 14	北見他	○	▼	○はほぼ道診断基準値
				◎は道診断基準値以上とした

表3 土壌区分別集計表(補完データを含むメッシュ平均値)

項目	黒ボク土系		褐色低地土		グライ土	
	台地土系		灰色低地土		泥炭土系	
pH(H2O)	5.75	5.57	5.55	5.56	5.56	5.55
pH(KCL)	4.54	4.35	4.38	4.31	4.36	4.40
Y1(交換酸度)	4.04	6.28	5.67	7.48	5.86	4.96
培養窒素 (mg/100g)	8.1	11.9	9.9	10.6	13.2	11.3
プレイ2リン酸 (mg/100g)	48.5	43.6	46.4	44.6	42.1	44.9
交換性加里 (mg/100g)	18.3	23.6	23.2	23.5	24.5	24.4
交換性石灰 (mg/100g)	234	207	202	220	216	251
交換性苦土 (mg/100g)	49.5	51.8	45.4	61.6	64.8	76.3
培養ケイ酸 (mg/100g)	12.0	8.9	9.8	10.4	10.2	11.9
遊離酸化鉄 (%)	1.18	1.71	1.63	1.81	2.14	1.67
易還元性マンガン(ppm)	151	292	265	240	267	226

【その他】

研究課題名: 北海道の水田土壌における化学性の現状と地域別評価

—北海道米の食味向上試験—

予算区分: 道単

研究期間: 平成6年度(平成3~平成8年)

研究担当者: 野村美智子、三浦 周、後藤英次、稲津 脩

発表論文: 道内水田土壌における化学性の現状と地域別評価 日本土肥講要集、41、(1994)

成績概要書(作成 平成11年1月)

課題の分類

研究課題名: 軟弱地盤水田における硬盤層造成による地耐力向上対策
(寒冷地大規模水稻作における省力・安定化生産技術)

予算区分: 補助(地域基幹)

担当科: 中央農試農業土木部 生産基盤科

研究期間: 平8~12年度

協力・分担関係: 中央農試農業機械部 農業機械科

1. 目的

水田では切り土、盛り土を伴う大区画整備事業が進められており、局所的にはトラクタの走行が不可能な軟弱地盤水田が出現している。その対策として、硬盤層造成が地耐力向上に及ぼす影響を検討する。

2. 試験方法

1) 試験地と土壌

深川字メム6号線山5線、山崎 兼雄氏圃場、細粒グライ土

2) 硬盤層造成

平成4年に大区画水田として整備した圃場に平成6年春耕前に火山砂を用いた硬盤層を造成した。構造はトラクター作業幅として4.5m、作土を20cm剥ぎ、下層に火山砂をブルトーザで敷き均した。硬盤層の厚さを15cmと20cmの2タイプ造成した。

3) 調査方法

施工後、水稻を栽培し造成後3~5年目にかけ生育・収量、土壌の理化学性及び地耐力の測定を行った。

3. 結果の概要

1) 水田内管理作業に大型トラクタ(表4)を利用することを前提としてトラクタの走行が難しい軟弱地盤水田に地耐力の向上対策として硬盤層を造成し、その効果を検討した。

2) 硬盤層造成で作土の物理性をみると透水性、減水深は高まる傾向にあった(表1)。

3) 造成時の形状は5年後も維持されていて、硬盤層の土壌は硬く、トラクタの走行に支障はなかった。また耕盤層の厚さは15cmで十分と考えられた(図1)。

4) 硬盤層の上では、籾/わら比が高くなり、収量が増加し、食味も向上した。これは硬盤層によって生育後期の窒素吸収が抑制されたためと考えられた(表2)。

5) 硬盤層の資材としては粒度分布が不良で、細粒分は僅少が、または欠如しており、締固め度合いが良~優で、排水性の良い砂が最適と思われた(表3)。

表1 造成硬盤層(2層目)の物理性(3年目、耕起前)

処 理	含水比 (%)	相分布(%)			仮比重 (g/cm ²)	飽和透水係数 (cm/s)	土壌硬度 (kg/m ²)	日減水深 (mm/日)
		気相	液相	固相				
無処理	74.2	2.9	62.90	34.20	0.85	3.9×10^{-7}	5.6	0.4
15cm	29.6	15.00	35.60	49.40	1.21	1.2×10^{-4}	18.2	0.7
20cm	21.9	24.60	27.20	48.20	1.24	1.8×10^{-4}	11.2	0.8

表2 収量 (kg/10a)

試験区	総重	籾／わら	精玄米	
			収量	収量比
無処理区	1,441	1.57	583	100
15cm厚区	1,450	1.87	641	110
20cm厚区	1,432	1.80	610	105

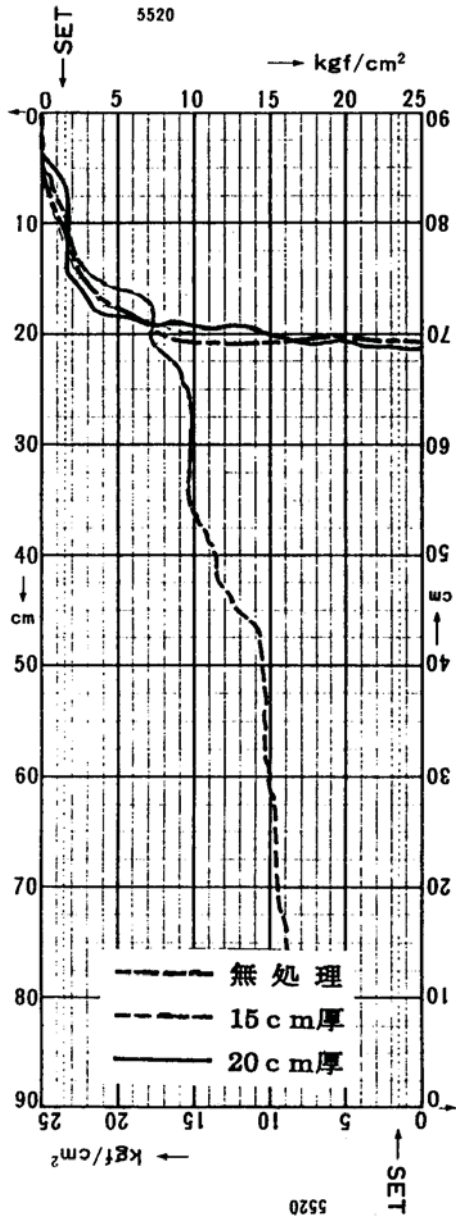
表3 硬盤層資材としての山砂の適正基準※

名 称	砂および砂質土の内容	圧縮性 膨張性	締固め 度 合	排水性	耕盤層とし ての適否
粒度の 良い砂	粒度分布が良好の砂および砂利質砂、 細粒物は僅少かまたは欠如。	ほとんど なし	優	良	適
砂質土	粒度分布が良好の砂～粘土混合物、 優良な粘土の結合材を含む。	極少	優	事実上 不透水性	不適
粒度の 悪い砂	粒度分布が不良の砂、細粒分は僅少 かまたは欠如。	ほとんど なし	良～優	優	最適
砂質土	細粒分を含んだ砂、シルト質の砂、粘土質砂、 粒度分布が不良の砂～粘土混合物	ほとんど なし～普通	良～優	可～事実上 不透水性	不適

※Casagrandeの土質分類法により抜粋

表4 想定したトラクタ及び作業機の諸元

トラクタ	機関出力	(PS)	79.5
	重量	(kg)	3,000
	タイヤサイズ	(前、後)	9.5/9-24-6PR、8.3R44/8-PR
スプレーヤ	形式	片腕ブーム、前部装着	
	タンク容量	(リットル)	920
	作業時全幅	(m)	16
	散布幅	(m)	32 (7'-416+先端ノズル16)



(造成5年目耕起前)

図1 硬盤層造成による土壤硬度の変化

4. 成果の活用面と留意点

- 1) 湛水中の地耐力が弱い泥炭土を除く水田に適用する。
- 2) 硬盤層造成資材は粒度分布が不良の砂で細粒度は僅少かまたは欠如している山砂を用いる。
- 3) 造成幅は作業機種に応じて設定する。
- 4) 硬盤層造成に伴う施肥管理等栽培管理に対する配慮は必要ない。
- 5) 深耕等による造成硬盤層の作土への混入を避ける。
- 6) 硬盤層造成圃場は水稻単作を続けることを前提とする。

5. 残された問題点とその対応

- 1) 造成硬盤層を必要とする地耐力の基準を明らかにする。
- 2) 泥炭土における硬盤層造成法。

成績概要書(2002年1月作成)

研究課題: 土壌・土地条件に対応した排水改良マニュアル 担当部署: 中央農試 農業環境部 環境基盤科 協力分担: 空知南西部, 十勝東北部, 十勝中部, 十勝東部地区農業改良普及センター 予算区分: 道費 研究期間: 1996~2001年度
--

1. 目的

積雪寒冷地帯における農耕地は排水性に劣る土壌が多く、多雨や長雨、融雪により耕地の表面滞水や過湿が発生しやすい。排水改良の主要技術としては暗きょ排水がある。現在の暗きょ排水の設計基準は府県の水田を中心に策定されており、北海道のように畑地の暗きょ排水や積雪が多い地帯について検討が不足している。そのため、本試験では地目と土壌、地形を考慮した効果的な暗きょ排水の施工法とその後の営農による排水改良法について提案する。

2. 方法

- 暗きょ排水の施工状況: 暗きょ排水施工面積(北海道暗きょ排水土管協同組合連合会)
- 異常気象下における暗きょ排水の効果: 施工・未施工ほ場の収量調査, 本別町・帯広市・豊頃町
- 北海道における排水不良土壌の特徴
(1)地形, 表層地質, 土壌の特徴整理: 長沼町, 南幌町, 江別市, 芽室町, 帯広市
(2)排水不良土壌の物理性: 土壌物理性, 土壌硬度, 一軸圧縮試験, 機械走行圧分布
- 暗きょ排水の改善効果確認現地調査
長沼町・豊頃町(グライ土), 新篠津村・当別(泥炭土), 初山別村(灰色・褐色低地土), 帯広市(多湿黒ボク土), 本別町・芽室町(灰色台地土): 排水量, 地下水位, pF, 生育収量
- 営農による排水改良対策: 広幅心破による排水対策試験, 南幌町, キャベツ畑

3. 成果の概要

- 土壌の排水性に関わる作土直下の耕盤層や硬盤層の土壌物理性は、一軸圧縮強さと変形係数(E_{50})を用いて人為による劣化程度を評価できる。これら物理性が不良な土層の生成をその劣化要因により、変形係数が増加する「圧縮」と減少する「練返し」に区分した。また、基盤整備により圧縮された堅密層を「硬盤層」、営農による圧縮や練返しを受けた土層を「耕盤層」と区分した。これら物理性が不良な土層の生成には土壌の粒径、腐植含量も関係していた。
- 畑地の暗きょ排水の効果は地形の影響を大きく受けるため、傾斜に合わせた配置法が必要である。暗きょ排水の間隔は概ね傾斜1/50以上で図2のように配置するべきである。これによる暗きょ排水の延長の増加はなく、工事費の増加が抑制できる。また、傾斜1/100程度でも余剰水の再分配は発生する。その対策としては有材心土改良耕などの排水機能を有した補助暗きょを斜面下部の10~30%程度に重点的に施すべきである。
- 暗きょ排水を中心とした排水改良は、図3のような土壌・土地条件に対応させた総合的な対策が必要である。本対策区分図では土壌物理性と傾斜の設定値により排水改良として暗きょ排水と組み合わせた土層改良、土壌改良が選択できる。
- 傾斜に対応した暗きょ排水の効果と比較すると、従来暗きょ排水では初期排水量、24時間排水量が低く、計画排水量に満たないほ場もあった。一方、傾斜に対応した排水改良は排水性が良好で効果的であった(図4)。

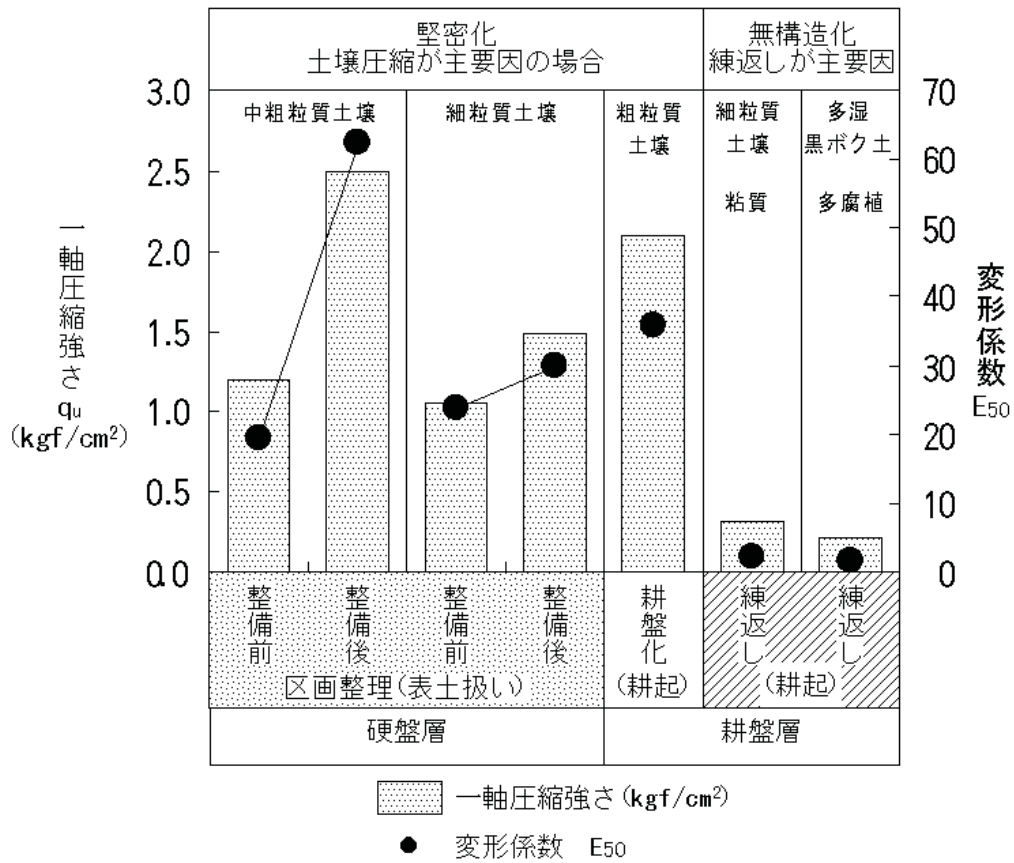


図1 土壌型や人為による土壌物理性の劣化区分

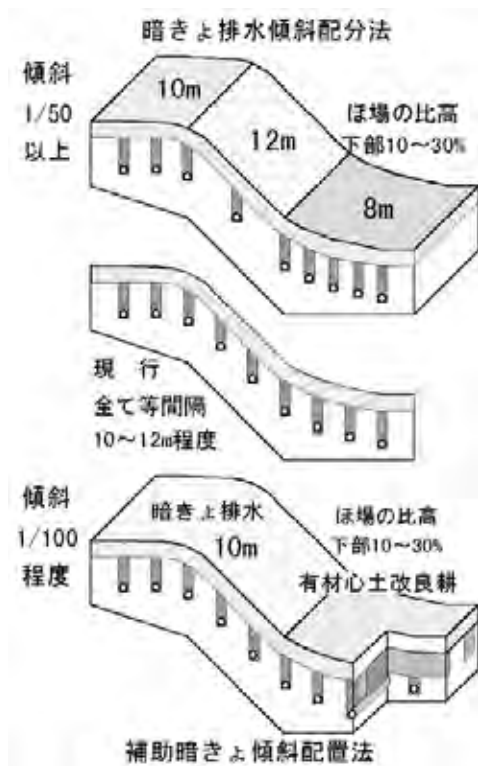


図2地形に配慮した排水組織計画



図3 土壌・土地条件に対応した排水対策区分

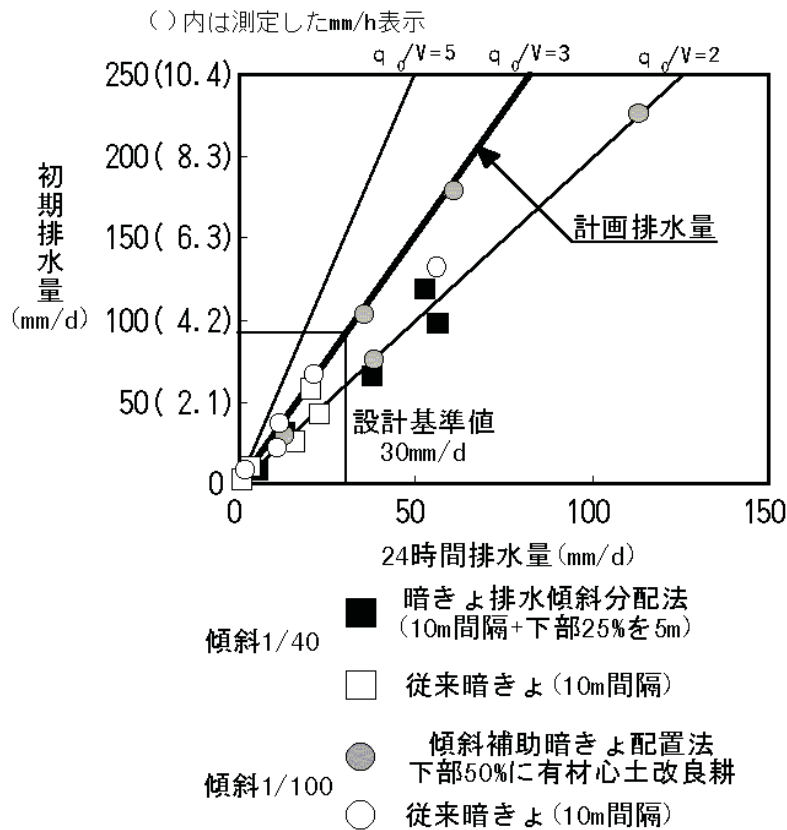


図4 傾斜に対応した排水組織の効果

4. 成果の活用面と留意点

1)本成績は農地の土壌・土地条件による排水不良要因に対応した排水改良と排水管理を総合的に組み立て、より効果的な対策の実施に活用できる。

5. 残された問題点とその対応

- 1)水田の汎用利用における実証的効果の検証
- 2)特殊な理化学性を有する土地地帯での施工法

研究課題:貫入式土壌硬度計を用いた耕盤層の簡易判定法と広幅型心土破碎による対策
(十勝主要畑作物の高収益・持続的農業生産技術解析調査)
担当部署:十勝農業試験場 生産研究部 栽培環境科
協力分担:十勝農試関係各科、十勝管内農業改良普及センター、十勝農業協同組合連合会、
十勝管内農業協同組合、てんさい製糖3社(日甜芽室、北糖本別、ホクレン清水)
予算区分:受託
研究期間:2001~2005年度(平成13~17年度)

1. 目的

畑土壌の表面排水不良要因については、プラウ耕起に伴う耕盤層の影響が指摘されている。耕盤層については既に山中式硬度計を用いた判定基準が提案されているが、試掘が必要なためより簡易な手法の開発が求められている。また、近年、耕盤層対策として従来の心土破碎機に改良を加えた広幅型心土破碎が導入されつつある。そこで本研究では、十勝地方における耕盤層の形成実態を明らかにするとともに、貫入式硬度計を用いた簡易な耕盤層判定法を検討し、さらに耕盤層対策の一つとして広幅型心土破碎機の施工効果を検討した。

2. 方法

1) 貫入式硬度計を用いた耕盤層の簡易判定

(1) 測定圃場:平成12~14年、十勝管内の146圃場の収穫跡地土壌。

(2) 硬度測定方法:①山中式硬度計および②貫入式硬度計一大起理工業製DIK-5521(直径2cmコーン)。いずれも3反復し、深さ5または10cm毎の平均値を算出。

2) 広幅型心土破碎機の効果検討

(1) 実施圃場:平成11~14年、十勝管内の15圃場(供試作物はエン麦2、てんさい11、大豆2。土壌タイプは黒ボク土4、多湿黒ボク土9、低地土2)。

(2) 処理:広幅型心土破碎の施工と無施工(一部で従来型心土破碎処理区と比較)。

3. 成果の概要

1) 十勝管内の心土(土層深20~40cm)の山中式硬度計の平均値は、黒ボク土で20.9mm、多湿黒ボク土で20.3mm、低地土で21.6mmでいずれも20mmを上回っていた(表1)。耕盤層の判定基準を黒ボク土、低地土では20mm以上とした場合、耕盤層の形成率は黒ボク土で77%、低地土では84%であった。一方、多湿黒ボク土で判定基準を16~18mm以上とした場合、すべての圃場で耕盤層有り判定された。多湿黒ボク土についても心土の堅密化が進んでいることから、耕盤層の判定基準としては黒ボク土や低地土と同様に20mmを採用する。

2) 貫入式硬度計と山中式硬度計の関係において土壌間差は小さく、3土壌をまとめた両者の相関は $r=0.783^{**}(n=1044, y=7.72\ln(x)+16.5)$ であった(図1)。推測誤差が3.2mmとやや大きかったが、土壌硬度のおおよその目安になると考えられる。貫入式硬度計による耕盤層の目安として、心土(土層深20~40cm)が1.1MPa以下では耕盤層形成の可能性低く(形成率21%)、1.2~1.4MPaでは耕盤層形成の危険性が高まり(形成率73%)、1.5MPa以上ではほぼ形成(形成率92%)と推測される(図2)。

3) 黒ボク土、多湿黒ボク土、低地土において広幅型心土破碎を施工した結果、全般に土壌硬度が低下していた(表2)。下層土の混入による作土化学性の悪化が懸念されたが、各養分の低下はほとんど認められず、実際上大きな問題にはならないと考えられた。

4) 広幅型心土破碎によりてんさいでは主として根重増により糖収量が高まり、その施工効果は従来型心土破碎よりも高かった(表3)。エン麦、大豆でも生育向上、増収効果が認められた。また、施工翌年においても効果が認められた(表4)。

5) 以上のように、貫入式硬度計を用いた耕盤層の簡易判定基準は1.5MPaとする。耕盤層対策として広幅型心土破碎の施工が有効であった。

表1 心土の土壌硬度と耕盤層形成率

土壌タイプ	圃場数	山中式硬度計 平均(mm)	耕盤層 形成率(%)
黒ボク土	64	20.9	77
多湿黒ボク土	38	20.3	100
低地土	44	21.6	84
計	146	21.0	85

*) 耕盤層の判定は土層深20~40cmで、低地土・黒ボク土では20mm以上、多湿黒ボク土では17mm以上を耕盤層とした。

表2 広幅型心土破碎処理による硬度の変化

土層深 cm	無処理 mm	広幅型 mm
20	17.1	16.4
30	21.2	17.2
40	19.7	18.8

注) 収穫期の山中式硬度、4圃場の平均。

表3 広幅型心土破碎処理のてんさいに対する効果

処理比較	試験数	根重	糖分	糖量
無処理との比較	7	106	102	108
従来型心土破碎との比較	6	107	99	106

注) 根重、糖分、糖量は無処理区、従来型心土破碎区を100とした広幅型心土破碎区の平均指数%。

表4 広幅型心土破碎処理がエン麦収量に及ぼす経年変化

心土破碎 処理	施工後年数	
	1年目	2年目
無処理	381	316
広幅型120cm間隔	107	114
広幅型60cm間隔	110	113

注) 無処理区は実数(kg/10a)、他は指数%

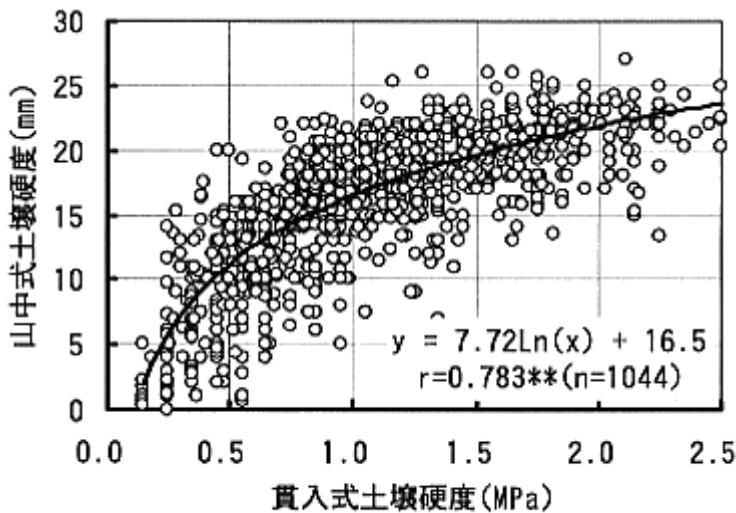


図1 貫入式硬度計と山中式硬度計の相関（全土壌）

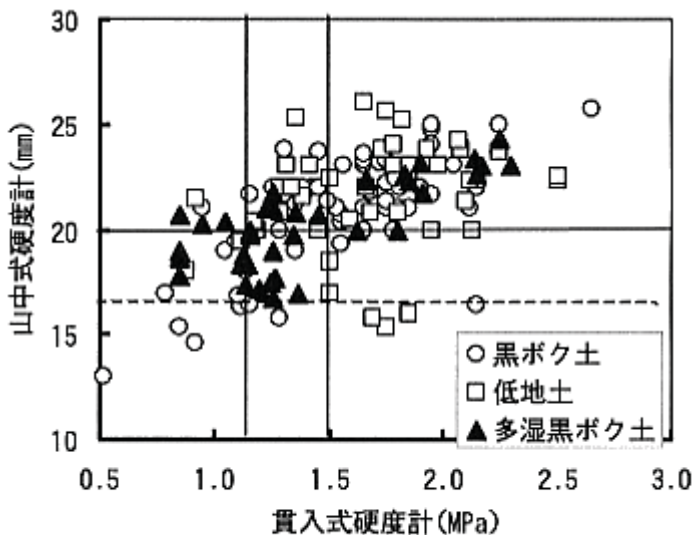


図2 土層深20～40cmにおける山中式硬度計と貫入式硬度計の最大硬度

4. 成果の活用面と留意点

- 1) 貫入式硬度計の測定に当たっては、取扱説明書をよく読むこと。一圃場で3反復以上測定し、深さ5cmまたは10cm毎に平均して得られた貫入硬度曲線から耕盤層形成を判定する。
- 2) 礫を含む土壌では、礫が当たらないよう注意する。トラクターの轍跡や心土破碎の直上部分での測定は避ける。土壌が過乾、過湿状態での測定も避ける。
- 3) 広幅型心土破碎を春に施工すると、トラクターや作業機が破碎溝に引っ張られたり、下層からの土塊により碎土が不十分となる場合がある。秋施工ではこれらの問題は軽減されると考えられる。
- 4) 下層に石礫が多く含まれる場合、広幅型心土破碎施工により表層に露出し、各種の作業に悪影響を及ぼすため、施工深度を浅くするか施工を見合わせる。

5. 残された問題とその対応

- 1) 易有効水が少なく堅密な重粘土（たとえば台地土など）における広幅型心土破碎の施工効果の検討。

成績概要書

(2006年1月作成)

研究課題：汎用田基盤整備の効果と畑地転換後の栽培技術実証
(田畑輪換技術を中心とした水田農業高度利用技術)
(北海道農業先進技術実証事業)

担当部署：中央農試技術体系化チーム

協力分担：

予算区分：道 費

研究期間：2001～2005年度(平成13～17年度)

1. 目的

大区画基盤整備を実施した汎用田における透排水性の効果を明らかにするとともに、転作作物について先進技術を活用した大規模な現地実証試験を行い、水田地帯における複合経営確立のための資とする。

2. 試験方法

1) 試験場所：長沼町の大区画(2.5ha) 基盤整備4農家圃場

2) 実証した輪作体系

	2001 (H13)	2002 (H14)	2003 (H15)	2004 (H16)	2005 (H17)
A 圃場	基盤整備	秋まき小麦	大豆	てんさい、かぼちゃ	秋まき小麦、春まき小麦
B 圃場	基盤整備	大豆	大豆	秋まき小麦	秋まき小麦
C 圃場	基盤整備	水稻	(水稻)	(水稻)	(水稻)
D 圃場	基盤整備	水稻	水稻	水稻	大豆

3) 調査項目

①基盤整備の効果：土壌理化学性、透排水性の推移 ②営農的排水改善効果：プラソイラ施工、0.8m間隔の細密心土破碎の効果確認 ③畑作物に先進技術を活用した栽培実証：秋まき小麦の大豆間作栽培、春まき小麦の初冬まき栽培、大豆の狭畦密植栽培等実証 ④病虫害、雑草への影響：近隣圃場、処理間の発生比較調査 ⑤経済性の評価

3. 成果の概要

- 1) 基盤整備を実施した実証圃場では、暗渠排水の機能は高いことが確認された。このことは、多水分条件での施工の影響と考えられる施工直後の土壌物理性の一時的低下を、経年的に改善することに寄与したものと考えられる。また、この改善傾向は特に畑地転換の継続で顕著であったが、水稻作の継続は回復を遅らせた。
- 2) プラソイラの施工や、既存のサブソイラを用いて 0.8m 間隔に施工した細密心土破碎は、圃場の透排水性をより高める上で効果的であった。また、大豆の収量性が不安定な場合に、増収効果の得られる例が見られた。
- 3) 転換畑において先進的技術を活用して栽培した結果、収量は地区平均を大きく上回り、設定した実証目標を越えた場合が多かった。
- 4) 転換畑における具体的な先進技術として、①秋まき小麦の大豆間作栽培、②秋まき小麦間作栽培における秋施肥、③春まき小麦の初冬まき、④春まき小麦の初冬まき栽培における止葉期追肥、⑤主茎型大豆品種の狭畦密植栽培、⑥転換初期畑の大豆追肥栽培、⑦営農的排水対策(プラソイラ施工や細密心破)が有効であったと考えられる。
- 5) 転換畑における雑草、病虫害については支障はなかったものの、期待される優点も認められなかった。
- 6) 本事業で実証した基盤整備と改善技術による高水準の収量性を実現することにより、秋まき小麦で 37.7 千円/10a、大豆で 29.2 千円/10a の所得が期待でき、20ha 規模、転作率 60%の場合、350 万円以上の部門所得が見込まれるとともに、基盤整備への投資負担能力は、畑作部門のみでは 223～282 千円/10a が、経営全体では 89～125 千円/10a が可能と見なされた。

表1 調査実証圃場の土壌物理性と透排水指標値の変化

圃場 (2002年以降 の作付け)	調査年	インテークレート		飽和透水係数		容積重		粗孔隙率		無構造層深さ		変化方向	暗渠流出率 %
		lb mm/h	a	K cm/s	b	g/cm ³	c	vol%	d	cm	e		
		100<		E-3~4		0.9~1.1		15~25		深い程良い		基準値、指標値	
A (畑畑畑畑)	2000	-		4E-7		1.19		2.5		28~29		(施工前)	-
	2001	-		1E-7		1.33		3.3		13~30		悪化	-
	2002	-		-		-		-		-			30.4
	2004	8.3		2E-6		1.31		7.3		54		改善	-
	2005	71.6		1E-7		1.33		6.3		40		"	-
B (畑畑畑畑)	2000	-		2E-7		0.96		7.5		19~22		(施工前)	-
	2001	-		1E-7		1.21		4.8		13~22		悪化	-
	2004	60.7		2E-5		1.11		5.1		60		改善	-
C (稲稲一一)	2000	-		3E-6		1.31		1.7		27~29		(施工前)	-
	2001	-		8E-8		1.38		2.3		10~13		悪化	-
	2002	-		-		-		-		-			24.2
D (稲稲畑畑)	2000	-		4E-6		1.16		9.1		25~40		(施工前)	-
	2001	-		1E-7		1.26		2.8		13~40		悪化	-
	2004	0.15		4E-6		1.22		1.7		13*		横這	-
	2005	302		2E-6		1.27		1.8		10~85		改善	17.0

注) 容積重・孔隙率は0~20cmの、透水係数は0~50cmの一番悪い値(二地点平均)で比較。*35以深は板状構造
 数値の右側シンボルは施工前(2000年)と比較した変化の傾向を示す。「」不良化、「」同程度、「」改善。但しインテークレートは絶対値評価
 「」とした範囲 a: 10~100mm/h, b: 基準年の5~1/5倍, c: 変化量0.1g以内, d: 変化量0.5vol%以内, e: 平均で5cm以内

表2 実証圃場(A・B・D圃場)における実証栽培成績							(kg/10a)		
年次	作物名	投入技術	実証目標	町平均	慣行収量	実証収量	町対比	慣行対比	
2002	秋まき小麦	(転換初年畑)・厚播き	500	425	587	634	149%	108%	
2004		(大豆間作)・秋施肥		434	640	690	159%	108%	
2005		一般栽培		-	-	601	-	-	
2005		一般栽培		-	-	592	-	-	
2005	春まき小麦	初冬まき栽培	400	-	-	560	-	-	
2002	大豆	(狭畦)・開花期追肥	330	208	367	374	180%	102%	
2003		(狭畦)・開花期追肥		194	337	374	193%	111%	
2003		狭畦密植		194	309	305	157%	99%	
2003		(狭畦密植)・品種		194	309	353	182%	114%	
2005		細密心破		-	372	378	-	102%	

注) 町対比は実証収量の長沼町平均収量対比。慣行対比は慣行区に対する投入技術による増収を示す。
 投入技術()内は慣行区と共通の栽培条件。

表3 投入技術別の増収率(予備試験圃場を含む)						
技術別増収率	作物名	投入技術	事例数	実証区収量	増収率	備考
技術別増収率	秋まき小麦	播種量増	1事例	634kg	108%	播種量6kgに対し11kg/10a(転換初年畑)
		基肥有(間作)	1事例	690kg	108%	大豆落葉後4kg/10a硫酸散布
	春まき小麦	止葉期追肥	1事例	484kg	110%	初冬まき栽培、3~6kg/10a追肥
	大豆	密植(狭畦)	3事例	344kg	109%	畦幅45cm、5cm、1粒まき(44,400粒/10a)
		密植+品種	3事例	361kg	114%	上記+「ユキホマレ」、「トヨハルカ」
		追肥	2事例	368kg	109%	開花期追肥(05普及推進)
		プラソイラー	2事例	299kg	106%	5月上旬、施工深40~43cm
	てんさい	細密心破	1事例	378kg	102%	0.8m間隔の倍密度心土破砕
てんさい	pH改善	1事例	5,835kg	114%	pH5.1を6.3目標に炭カル施用	

注) 処理区が設けられた投入技術別の平均増収率を予備試験圃場を含めて示した。

4. 成果の活用面と留意点

- 1) 本成績は、区画整理および明暗渠整備を伴う基盤整備を実施した圃場における、排水効果、作物生産性を中心にとりまとめたものである。
- 2) 本事業を実施した圃場は空知南西部における水田土壌であり、本成績は道央の水田地帯に適応する。
- 3) コムギ縞萎縮病発生圃場では、水田復元後、畑地に再転換した場合に発生が拡大する恐れがある。

5. 残された課題とその対応

- 1) 近年の秋期の高温に対応した秋まき小麦の播種期、播種量および施肥設計の再検討
- 2) 主茎型の密植適応大豆および直播てんさい栽培にむけた、狭畦栽培作業体系の確立と経済評価