

(5) 土層改良計画に関わる試験研究成果

- ・普及奨励 改善効果の著しい新たな技術として普及奨励すべき事項
- ・普及推進 新たな技術として普及を推進すべき事項
- ・指導参考 新たな知見・技術として指導上の参考となる事項
- ・研究参考 研究・開発に関する完成度の高い試験研究成果であって、技術の研究・開発に有効な事項

1) 客土		
①	ろ土に対する屈斜路湖軽石流堆積物の客土効果に関する試験(昭和56年・北見農試・指導参考)	ろ土の改良に対して地域に広く分布する凝灰岩質砂土の客土効果試験
②	堅密固結性土壌に対する砂質火砕流堆積物の客土効果(平成元年・上川農試・普及奨励)	細粒褐色森林土に対する砂質火砕流堆積物の客土効果試験
③	畑土壌に対する軽石流堆積物の客土効果(平成3年・北見農試・指導参考)	畑土壌に対する軽石流堆積物の生産基盤改善効果試験
④	適正客土による泥炭地産米の食味向上(平成3年・中央農試・奨励技術)	良食味米生産を目的とする客土についての施工基準策定の試験
⑤	道央強粘土転換畑に対する客土、混層耕による物理性改良(平成6年・中央農試・指導参考)	強粘質土壌に対する粗粒火山灰や泥炭客土などの試験
⑥	褐色低地土転換畑における花き栽培圃場の造成法(平成7年・上川、中央農試・指導参考)	砂質火砕流堆積物客土による花き栽培圃場の造成試験
⑦	軽石流堆積物客土畑に対する有機物施用効果(平成10年・北見農試・指導参考)	軽石流堆積物の客土が作物収量に及ぼす効果を検証
⑧	石狩川流域における客土資源の分布と汎用田に対する利用指針(平成16年・中央農試・普及推進)	石狩川流域において客土材に適した土壌資源の分布と理化学的特徴を明らかにし客土材の利用指針を設定
⑨	砂質客土埋設工法による泥炭土水田の米粒タンパク質低減技術(平成20年・中央農試・指導参考)	砂質客土材を作土下に埋設する新たな土層改良を開発する
2) 混層耕		
①	十勝地方における土層改良(昭和51年・指導参考・十勝農試)	十勝支庁における火山性土壌の心土活用法の検討
②	粗粒火山性土の地力増進試験成績(昭和41年・指導参考・中央農試)	粗粒火山性土で混層耕を行った後の土壌管理法の検討
③	羊蹄系腐食質火山性土における深層耕(昭和45年・指導参考・中央農試)	腐植質火山性土に対する混層耕の効果と内容
④	堅密固結性土壌に対する有材心土改良耕法の確立(追補)(平成9年・中央農試、上川農試・指導参考)	有機物を利用したカルチタイン付き有材心土改良耕プラウによる心土改良効果の検討
⑤	畑土壌への心土改良工法の導入と堆肥併用技術(平成14年・十勝農試・普及推進)	畑地における深耕、有材心土改良耕の工法の効果評価
⑥	石灰資材を投入した心土肥培耕による低生産性土壌の改良効果実証(平成20年・上川農試・指導参考)	心土肥培耕プラウを用いた心土の酸度矯正と膨軟化による効果調査
3) 心土破砕		
①	十勝地方における耕盤層の判定基準と改善対策(昭和62年・指導参考・十勝農試)	畑地における耕盤層の実態調査と改善策
②	堅密固結性土壌に対する有材心土改良耕法の確立(平成6年・上川農試・指導参考)	畑地における有機物や火山灰を利用した新しい心土改良工法確立
③	砂充填細溝心土破砕(砂心破)による水田の透排水機能の向上技術(平成14年・中央農試、上川農試・普及推進)	水田における疎水材に砂を用いた砂充填細溝心土破砕の開発と効果検討
④	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(平成18年・中央農試、開発公社・奨励技術)	堅密な台地土や黒ボク土に適用できる無資材での排水改良法の開発
4) 除礫		
①	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57年・指導参考・十勝農試)	除礫や客土に伴う土壌肥料の検討
②	溶結凝灰岩を母材とした石礫の低コスト処理工法の確立試験(平成6年・指導参考・中央農試他)	多レキ地帯の石レキ特性を把握し、石レキ破砕処理作業の体系化の確立
③	ばれいし栽培におけるストーンクラッシャーの活用技術	ストーンクラッシャーによる石礫の破砕処理がばれいしよの生育収量に与える影響
5) その他		
①	透水性不良礫質水田に対する穿孔排水法(平成元年・上川農試・指導参考)	水田に対する穿孔排水法の効果及び水稲への影響
②	北海道耕地土壌の理化学性の実態、変化の方向とその対応(平成3年・各場・指導参考)	北海道における耕地土壌の理化学性の変化
③	低蛋白米生産のための稲穂及び土壌のケイ酸指標(平成7年・中央農試・指導参考)	低蛋白米生産におけるケイ酸の効果検討
④	北海道の水田土壌における化学性の現状と地域別評価(平成7年・中央、上川農試・指導参考)	水田土壌の化学性の現状と良食味生産の土壌管理
⑤	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(平成11年・中央農試・指導参考)	水田の大区画整備事業により出現する軟弱地盤水田の耕盤層造成の影響を検討
⑥	土壌・土地条件に対応した排水改良マニュアル(平成14年・中央農試・普及推進)	効果的な暗渠排水の施工法と営農による排水改良法の提案
⑦	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砕による対策(平成15年・十勝農試・普及推進)	畑土壌における耕盤層形成実態と簡易な耕盤層判定法を検討し広幅型心土破砕機の施工効果検討
⑧	汎用田基盤整備の効果と畑地転換後の栽培技術実証(平成18年・中央農試・指導参考)	大区画基盤整備を実施した汎用田の透排水性の効果を明らかにする

【指導参考事項】

ろ土に対する屈斜路軽石流堆積物の客土効果に関する試験※
(昭和51～54年度) 道立北見農試土壤肥料科

目 的

腐植含量が極めて多く、粗孔隙の少ない湿性厚層黒色火山性土(通称ろ土)の改良には砂客土が効果的とされているが、客入砂の取得が困難で事業推進上の隘路となっている。そこで当地方に広く分布する凝灰岩質砂土の客土効果を検討し、砂客土資材としての可能性を確認する。

試験方法

- 1.試験場所 網走郡女満別町巴沢 長尾照雄氏圃場
- 2.地形と土壤概要 平坦地、畑作専営地帯、土壤(作土)の特徴 腐植13.1%、CEC38me/100g、りん酸吸収係数1405、土性LiC、仮比重0.8、下層に斑鉄あり、腐植層厚33cm
- 3.供試作物 てん菜、馬鈴しょ、菜豆、スイートコーンの4作物(輪作型式による)

4.試験の構成

- | | |
|---|---|
| (1)灰岩質砂土の客土効果試験(51～54年各作物) | 各試験とも処理区は |
| (2)屈斜路軽石流堆積物・海砂客入効果の比較(53,54年、てん菜、馬鈴しょ) | 対照、10a当24.30
36.24m ³ 客土区 |

5.客入土砂の性質

屈斜路軽石流堆積物:シルト 14.6% 粘土 0.9%、土性 LS PH(H₂O) 6.74 採取地 女満別町
海 砂: " tr " tr、" S " 6.58 採取地 網走市

結果の概要・要約

1.屈斜路軽石流堆積物の客入が土壤の理化学に及ぼす影響

- ①客入地では土壤のCECをやや低下させ、pH(H₂O)、塩基飽和度では若干高められたが、その他に及ぼす影響は明かでなかった。
- ②屈斜路軽石流堆積物の客土は容積重、固相率に及ぼす影響は明らかでないが、気相率(pF1.8以下の粗孔隙)を高める反面、液相率はやや減少した。
- ③有効水量では易、難有効水孔隙とも客入地では減少したが、現地圃場におけるテンシオメーターの観測結果では、客土量が多いほど易有効水領域の期間は長く続いた。
- ④地温観測の結果では客土量に比例して高い傾向がみられた。

2.屈斜路軽石流堆積物の客入が作物の収量に及ぼす効果

- ①客土区の増収率は年次により差異はあるが、4か年平均でみると、てん菜、馬鈴しょでは客土量に比例して高まり、36.42m³/10a区では15%程度対照区より増収した。これに比べ菜豆、スイートコーンの増収率は小さく、客土量間の関係は明確でないが、対照区より増収を示した。
- ②各作物の増収効果は低収年で顕著に高い。とくにこの傾向はてん菜、馬鈴しょで高く、多量客土区(10a当36.42m³)では低収年であっても高収年に匹敵する結果を示した。これに比べ菜豆、スイートコーンでは顕著でないが、低収年では多量区(36.42m³/10a)での増収率は大きかった。

3.屈斜路軽石流堆積物と海砂の客土効果比較

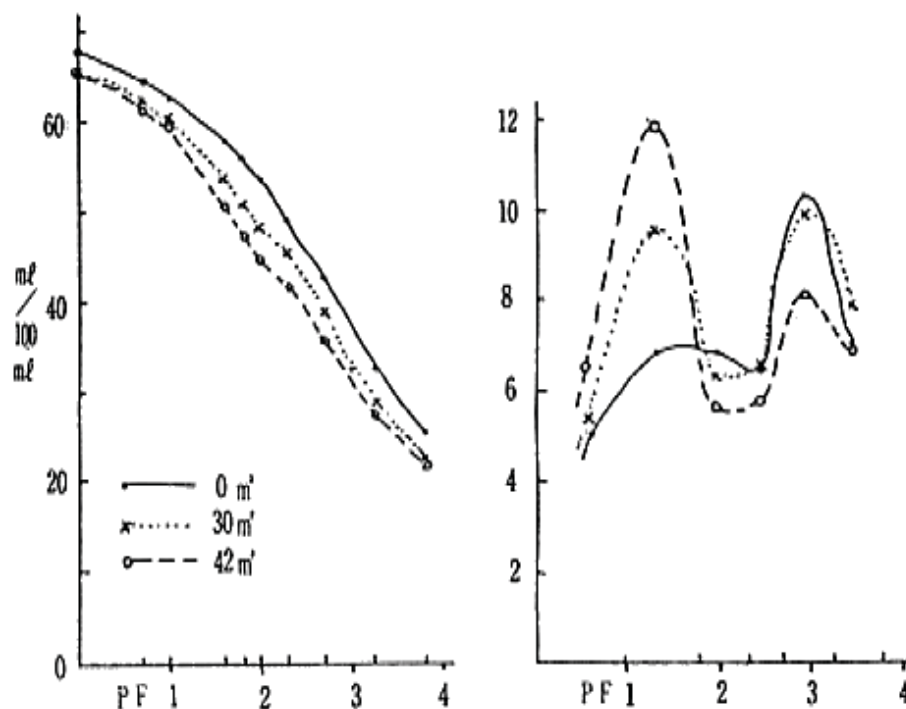
海砂客土初年目(53年てん菜)では処理間差が明らかでなかったが、2年目(54年馬鈴しょ)で検討すれば、両者間の客土効果は各客土量とも差異がみられなかった。

※網走支庁耕地部、斜網西部地区農業改良普及所、女満別町と共同実施したものである。

主要成果の具体的数字

表1 三相分布と有効水分量

客土量 m ³ /10a	容積重 mL g/100	PF1.8における三相			全孔 隙%	真比 重	有効水量mL/100mL		
		固相	液相	気相			PF 1.8~2.7	PF 2.7~3.8	計
0	80.9	32.2	56.0	11.8	67.8	2.51	13.2	17.3	30.5
24	84.9	34.5	53.0	12.4	65.5	2.46	10.8	17.8	28.0
30	83.8	34.2	50.8	15.0	65.8	2.45	11.9	16.5	28.4
36	80.4	33.1	48.6	18.3	66.9	2.43	12.1	15.7	27.8
42	82.0	34.2	47.3	18.5	65.8	2.40	11.5	14.0	25.5



第1図 PF水分曲線と孔隙分布曲線

表2 屈斜路軽石流堆積物の客入による地温の変化(積算値)

年次	深さ	月計	0m ³	30m ³	42m ³
			/ 10a	/ 10a	/ 10a
51年	15cm	6月※	263.2	—	268.0
		7月	476.5	495.0	508.6
		8月	485.2	485.9	487.6
		計	1224.9	—	1264.2
	35cm	6月	262.1	262.1	268.2
		7月	480.6	497.8	502.7
		8月	486.4	485.9	487.4
		計	1229.1	1245.8	1258.3
53年	10cm	6月	397.4	402.2	402.4

		7月	536.7	539.7	541.2
		8月	508.5	509.9	513.0
		計	1442.6	1451.8	1456.6
	30cm	6月	371.4	383.3	373.7
		7月	483.6	480.4	494.1
		8月	490.7	490.7	497.5
		計	1345.9	1354.4	1365.3

※上旬欠

表3 屈斜路軽石流堆積物の客入が作物収量に及ぼす影響

作物	客土量 m ³ /10a	収量比()内実収(kg/10a)					作物	収量比()内実収(kg/10a)				
		51年	52年	53年	54年	平均		51年	52年	53年	54年	平均
てん菜	0	100 (4,924)	100 (5,748)	100 (4,805)	100 (6,300)	100 (5,444)	菜豆	100 (267)	100 (291)	100 (152)	100 (143)	100 (214)
	24	100	100	116	101	104		110	100	110	107	107
	30	100	100	113	104	104		103	101	113	104	104
	36	122	107	134	100	114		97	104	112	106	106
	42	118	98	146	107	116		93	86	101	96	96
馬鈴しよ	0	100 (2,592)	100 (3,800)	100 (3,560)	100 (3,120)	100 (3,268)	スイートコーン	100 (1,700)	100 (2,222)	100 (1,635)	100 (1,320)	100 (1,719)
	24	126	98	101	94	103		109	107	88	104	104
	30	127	98	101	94	103		97	104	92	100	100
	36	153	98	113	123	119		106	105	88	106	106
	42	147	94	107	128	116		100	114	101	112	112

表4 屈斜路軽石流堆積物と海砂客土の比較試験

客土量 m ³ /10a	53年てん菜					54年馬令しよ				
	海砂 A		凝灰質砂土B		B/A	海砂 A		凝灰質砂土B		B/A
	収量	比	収量	比		収量	比	収量	比	
0	6533	100	4805	100	0.74	2850	100	3120	100	1.09
24	5463	84	5551	116	1.02	2520	88	2940	94	1.17
30	7660	117	5419	113	0.71	3720	131	3450	111	0.93
36	5399	83	6430	134	1.19	3300	116	3837	123	1.16
42	6927	106	7031	146	1.02	4110	144	3990	128	0.97
24~ 42m ³ 平均	6362		6108		0.96	3413		3554		1.04

指導上の注意事項

- 1.客土は多腐植層30cm以上の湿性土壌を対象とし、客土量は36~42m³程度とする。
- 2.屈斜路軽石流堆積物層には礫含量の多いものがあるので、土取場には留意すること。
- 3.客入土を耕土層とよく混合する土壌管理を行うこと。

【普及奨励事項】

完了試験研究成績 作成昭和64年1月

1 課題の分類	総合農業 生産環境 土壌肥料 北海道 畑作
2 研究課題名	堅密固結性土壌に対する砂質火砕流堆積物の客土効果 —有機物施用並びに客土による強粘質台地畑土壌の物理性改善基準設定調査—
3 予算区分	土壌保全
4 研究期間	昭和61年～63年
5 担当	上川農試 土壌肥料科 横井 義雄 長谷川 進
6 協力分担関係	中央農試 農業機械部

7 試験目的

上川中・南部に分布する堅密固結性土壌(細粒褐色森林土)A並びに砂質火砕流堆積物Bの化学的特性を明らかにするとともに、Aに対するBの客土効果を検討する

8 試験方法

- 1)火砕流堆積物・堅密固結性土壌の分布とその生成並びに理化学的特性調査
- 2)客土が作物の生育・収量・品質に及ぼす影響に関する圃場試験
- 3)農業機械の作業性に関する走行試験
- 4)客土材と客入地土壌との混合割合に関する室内実験

9 結果の要約・概要

- 1)客土資材は火砕流堆積物の非溶結粗粒質部分であり、上川地方中南部には雨月沢火砕流堆積物・美瑛火砕流堆積物および十勝火砕流堆積物の三種類が分布している。土壌化学的には交換性塩基(石灰、カリ、苦土)が少なく、有効態リン酸は殆ど含まれず、陽イオン交換容量が4me/100g以下である。
- 2)堅密固結性土壌とは、火砕流堆積物を母材とした細粒褐色森林土と疑似グライ性褐色森林土を総称している。粒径組成は砂30～60%、シルト+粘土70～40%である。この土壌は水分が多いと土壌表面は軟らかいものの、乾燥すると固結して非常に堅密となり、耕起碎土・出芽・根及び塊茎の伸長、等に著しい悪影響を与えた。容積重は150g/100cc前後と極めて重い土壌である。
- 3)火砕流堆積物の客土によって、作土の土性はLiC～CLからL～SLに変化した。容積重も原土区の150g/100t前後から100g/100cc前後まで低下した。クラスト硬度計測定値は客土量に対応して低下した。
- 4)エンジンの規格内収量は客土5～10p区が良好であり、外見的品質として重要視される皮目の大きさ、肌の滑らかきは客土区が優れていた。パレイショの規格内収量は客土5～10p区が良好であり、澱粉価も向上した。「いもの形状」も原土区に比較して凹凸が少なく形の良いものが生産された。豆類は客土量の多い程出芽率が高かった。
- 6)客土施工後の土塊分布調査では2p以下の小土塊が多く、大土塊が少なかった。ブラウの走行試験では、客土量が多くなるに伴いけん引比抵抗が少なくなり、易耕性も向上した。また、ロータリ碎土時のエンジン回転低下率も小さかった。
- 8)客土要否の判定指針(案)並びに土性改良目標値を作成した。

10 成果の具体的数字

表1 ニンジンの収量

区別	収量(kg/10a)		規格内 割合(%)	早期裂根	岐根	根形
	総収量	規格内		(s/10a)		
原土区	4975	3675	73.7	325	523	3.23
客土5p区	5400	4500	83.7	130	278	3.31
客土8p区	5225	4150	79.7	163	340	3.61
客土10p区	4925	3975	80.7	168	388	3.4
客土15cm区	4300	3550	82.6	70	423	3.42

注)根形=根長/根径

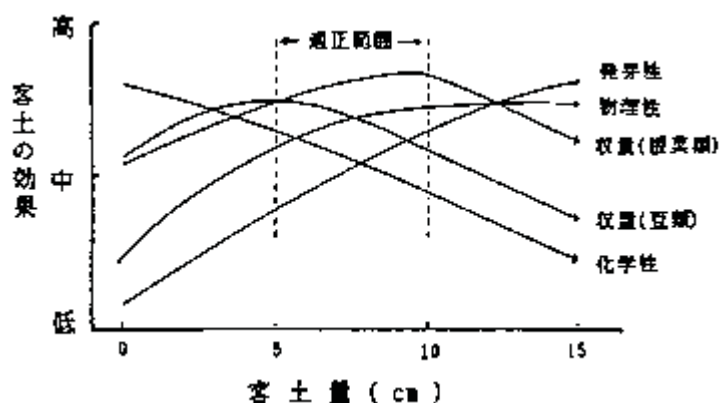


図1 客土効果の模式図

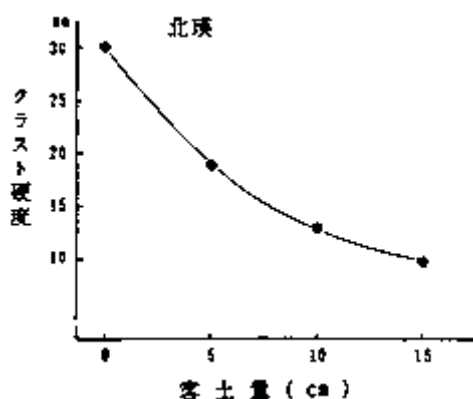


図2 客土量とクラストの硬度
(クラスト硬度計 4kgバネ使用)

表2 客土の要否判定指針(案)

項目	判定指針	堅密固結性 土壌
(1)シルト+粘土%	35以上	40~70
(2)クラスト硬度*mm	15以上	25~35
(3)容積重g/100mL	120以上	130~150

(1)~(3)のいずれかを満たすこと

*4kgバネ使用

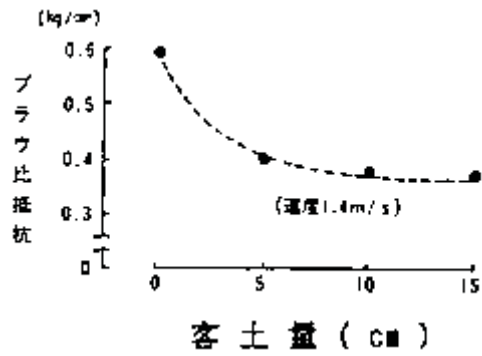


図3 ブラウ比抵抗値と客土量の関係

11 成果の活用面と留意点

- 1) 施工時期は秋播小麦跡のような、土壌が乾燥している時期が望ましい。
- 2) 客入後は、有機物の補給根粒菌の接種及び土壌診断によって石灰、リン酸、微量元素に留意する。
- 3) 火砕流堆積物の客土適材は大礫の混在量が少なく、砂含量80%以上のものが望ましい。
- 4) 対象土壌は上川中南部に分布する堅密固結性土壌(細粒褐色森林土)とする。

12 残された問題点

【指導参考事項】

完了試験研究成績

(作成 平成3年1月)

1.課題の分類	総合農業 生産環境 土壌肥料 土壌肥料 3-2-1 北海道 土肥・環 農業物理 畑作 土壌
2.研究課題名	畑土壌に対する軽石流堆積物の客土効果 (畑作に対する軽石流堆積物客土による易耕性・透水性の改善と品質向上効果)
3.予算区分	道単
4.研究期間	昭和61年～平成2年
5.担当	北見農試 土壌肥料科 中央農試 農業土木研究室
6.協力・分担	中央農試 農業機械部

7.目的

網走管内の畑地において近年軽石流堆積物客土が広く実施されつつある。ここで客土に期待されているのは土壌の物理性や易耕性の改善、作物の収量、外観品質の向上など多岐にわたる。これまで行われた客土効果の検討は、重粘土やろ土についてであり、これ以外の畑土壌では客土効果が明らかにされていない。従って作物生産上の問題点を異にするいくつかの土壌において、軽石流堆積物客土による生産基盤改善効果について検討することを試験の目的とした。

8.試験研究方法

1)客土圃場における作物栽培試験

土壌、試験地、客土量(cm)、供試作物(試験年次)

A.泥炭土、斜里町、(0,5,10,15,20)、てん菜、馬鈴しょ、春播小麦(S61～H2、順に輪作)

B.細粒質低地土、北見市、(0,5,10)、タマネギ(S63～H2)

C.細粒質褐色森林土、端野町、(0,3,6,7,10)、馬鈴しょ(S63)てん菜(H2)

D.表層腐植質黒ボク土、訓子府町、(0,3,6,7,10)、馬鈴しょ(S63,H1)、秋播小麦(H2)

2)泥炭土に対する客土の攪拌の影響解析試験(無底ポット)

処理:客土量(0,5,10,15,20)×客土方法(混合、置土、反転)作物:牧草(イタリアングラス)

3)客土によるクラスト形成の抑制と出芽に対する影響解析試験(プランク)

処理:客土量(0,5,10,15,20)、土壌:細粒質灰色低地土、作物:小豆、秋播小麦、タマネギ、ニンジン

9.結果の概要・要約

1)畑土壌に対する軽石流堆積物客土の効果は土壌によって異なる。

2)泥炭土(A)では、客土の攪拌混合の影響が大きく、充分混和された状態では10cm程度の客土で効果が期待される。

3)細粒質低地土では、粒径組成の変化に伴う作業性改善の効果が大きい。また、保水性の変化は多雨などの環境変動に対する緩衝力を増すと考えられる。また、クラストの形成し易い低地土において種子を播種した場合、客土によってクラストの形成が抑制されることと、水分環境の変化によって出芽率の改善が図られる。

4)細粒質褐色森林土では、窒素供給力が低くならない範囲で、ある程度の増収効果が表われる場合がある。土壌の付着力も軽減される。

5)表層腐植質黒ボク土では、物理性改善効果は少なく、化学性の低下も認められる。従って作物収量は低下する。しかし腐植を多く含む場合は、馬鈴しょの外観色が白方向に改善される。

6)適正な客土量は、細粒質低地土(B)では5～10cm、細粒質褐色森林土(C)、表層腐植質黒ボク土(D)では3.6～7cm程度であった。10cm以上の多量客土では攪拌混合が困難になり肥沃度低下の影響が大きくなり、それによって減収割合が増大する危険性がある。また適正客土量設定にあたっては、B土壌では5cm客土でも作業性向上の効果が生じていることや、

C土壌では増収しても品質低下の傾向があることなども考慮した。

10. 主要成果の具体的な数字

客土効果 土壌区分	適正 客土 量 (cm)	原土の特性	土壌特性の 主たる変化	作物収量・品質 に対する影響	その他の主要な 効果 および備考
泥炭土 (A)	10	窒素放出の過 多、 不安定	固相率増加 水分率低下 粗孔隙量増 地温上昇	適正客土で増収、 品質維持	十分な攪拌混和 が 増収の条件
細粒質 低地土 (B)	5~10	物理性、 作業性不良	粗粒化 粗孔隙、 有効孔隙量増 透水性、通気性 改善	タマネギ収量減収 2年目以降回復の 傾向 過湿条件でも収量 維持	耕うん比エネル ギ減 砕土率向上 (易耕性改善) クラスト形成抑 制で 出芽率向上
細粒質 褐色森林 土 (C)	3.6~7	粘着性強い	粗粒化 容積重減 有効孔隙量増 粘着力低下	馬鈴しょ、てん菜 は 増収、品質低下 馬鈴しょ外観色改 善	
表層腐植 質 黒ボク土 (D)	3.6~7	腐植に富み、 軽しょう	粗粒化 容積重増 粗孔隙、 有効孔隙量増減 収	馬鈴しょ外観色改 善 馬鈴しょ、秋播小 麦は 減収	

11. 普及指導上の留意点

- 1)客土効果は土壌によって異なるので、客土による改善目標をはっきり設定した上で行う。特に細粒質褐色森林土、表層腐植質黒ボク土について根菜類の外観品質改善を主な目的として客土を活用する。
 - 2)客土施工にあたって、耕起深は25cmとし、ロータリーを用いて十分な混和を行うこと。
 - 3)無機質表層泥炭土における効果については未検討であるので、試験結果が適用されるのは典型的泥炭土のみとし、排水を完備することを前提とする。
 - 4)泥炭土において、客土施工圃場における窒素施用量は、施肥標準量かそれよりも減ずる。
 - 5)客入する軽石流堆積物は、採取地点(土取場)によって有効態リン酸含量に差があるので留意すること。
- 特に有効態リン酸含量が高いタマネギ畑への客土にあたっては、あらかじめ客土施工時の土壌改良資材投入によってリン酸地力の確保に務める。また、客土によって一般的に肥沃度が低下するので、客土施工後は土壌診断を行い、適切な施肥管理に務めること。

12. 残された問題とその対応

- 1)泥炭土における客土による増収効果の維持年限についての検討。
- 2)泥炭土における根菜類の品質を向上させる客土工法の検討。

【普及奨励事項】

成績概要書

(作成平成3年1月)

- 1.課題の分類 総合農業 生産環境 土壌肥料 3-1-1
北海道 土肥・環資
農業土木 農用地 水田
- 2.研究課題名 適正客土による泥炭地産米の食味向上
- 3.予算区分 道費
- 4.研究期間 昭和62年～平成2年
- 5.担当 中央農業試験場稲作部栽培第一科
農業土木研究室
- 6.協力・分担関係

7.目的

良食味米生産を目的とする客土についての施工基準(要否判定・客土材の選定・量の算定)を策定し、泥炭地産米の食味向上に寄与する。

8.試験方法

- 1)稲作部圃場:昭和62年2月に客土施工、客土量(10・20・30cm)×客土材(砂質・粘土質)それぞれN用量3～5段階を設置
- 2)現地調査:1986年新篠津村、1987年北村、1989年美唄市で実施、土壌分析・稲体分析・収量調査・食味特性分析を実施

9.結果の概要・要約

- 1)客土量とともに産米の食味は向上した。これは、米粒中蛋白含有率の低下によるものである(図-1)。その低下要因として、土壌からの窒素供給量の減少に伴う窒素吸収量の減少と吸収パターンが生育の前半に移動することおよびケイ酸を中心とする無機成分組織の変化による乾物生産力の増大による、窒素乾物生産効率、および窒素玄米生産効率の向上が考えられる(図-3)
- 2)成熟期茎葉の窒素、ケイ酸含有率は窒素乾物生産効率と高い相関があり、食味向上に対する客土効果の指標となる(図-4)
- 3)現地調査の結果から泥炭地産米の食味向上目標を米粒中蛋白含有率8.0%以下と設定した(図-2)。
- 4)土壌中可給態窒素、可給態ケイ酸含量(湛水保温静置法)は、成熟期茎葉の窒素、ケイ酸含有率と高い相関があることから、これにより客土要否判定基準を作成した(表-1)。
- 5)客土による食味向上効果は、客土材の化学性によって差が認められた。また、土性では砂質客土で効果が高く、粘土含量による従来の基準は適当ではないと考えられ、可給態ケイ酸含量により客土材の基準を作成した。また客土量は原土と客土材の可給態ケイ酸含量から客土後作土のケイ酸含量13mg/100g以上になるように算出した(表-2)。ただし、機械走行および収量性なども考慮して上限を10cmとする。
- 6)客土による食味向上効果の持続年数は客土材の理化学性と客入量によって異なると思われるが、客土後10年程度を目安をして土壌診断により客土の要否判定することが必要である。

10.成果の具体的数字

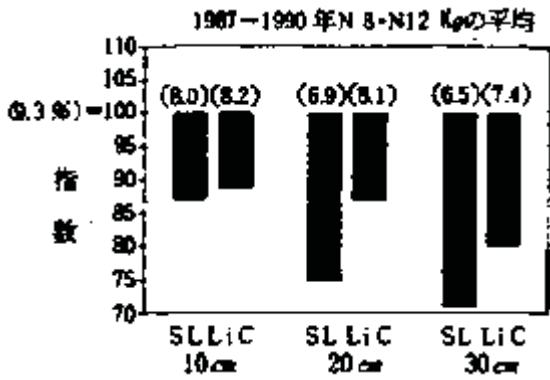


図1 無客土区に対する客土区の米粒中蛋白含有率比
()は実数%

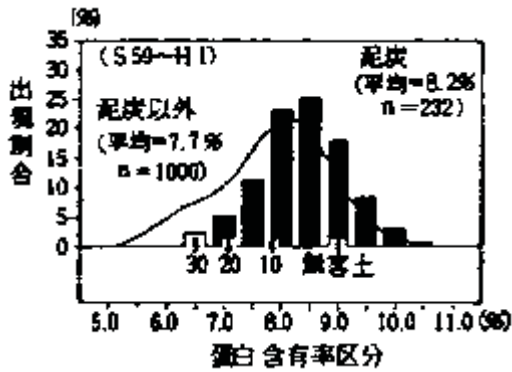


図2 道内泥炭地水田における蛋白含有率の分布と稲作部圃場の位置

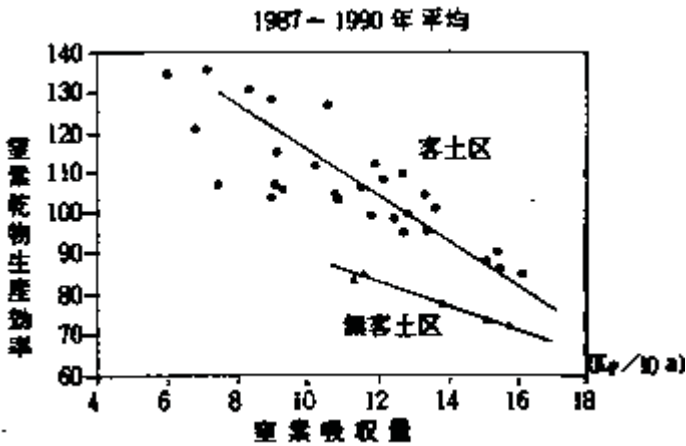


図3 窒素吸収量と窒素乾物生産効率の関係

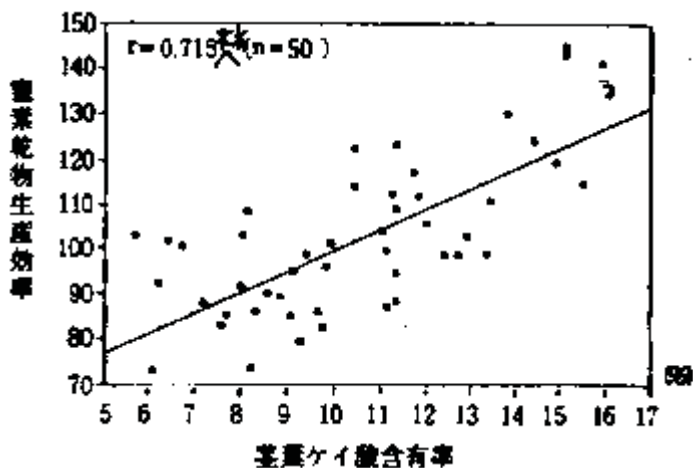


図4 茎葉ケイ酸含有率と窒素乾物生産効率の関係

表1 可給態窒素および可給態ケイ酸を用いた客土要否判断

可給態ケイ酸	L	H
可給態N	~13.0	13.1~
L	~10.0	考慮 不要
M	10.1~15.0	要 考慮
H	15.1~	要 考慮

注) ()内は当該水田の窒素乾物生産効率

表2 客土材の適否基準と客土量の算出法

地質	化学性	物理性
*洪積台地および丘陵に分布するいわゆる“山土”であることを原則とする。	*有機物を含まないことが望ましい。 *可給態ケイ酸 25mg/100g以上	*粗砂含量70%以下 注)粘土含量は問わず。

客土量(cm) $\geq (195-15B)/(A-B)$ 上限を10cmとする
 ただし、A:客土材の可給態ケイ酸含量(mg/100g)
 B:原土の “ ”

11. 成果の活用面を留意点

- 1) 客土を行なう場合は、土壌診断をおこない不足する成分は補充する。
- 2) 食味に対する客土の主たる効果は窒素吸収量の減少とケイ酸供給増大にあるのでケイ酸質資材の施用のみでは代替できない。

12. 残された問題点とその対応

- 1) 泥炭地以外の土壌に対する客土による食味向上効果の検討
- 2) 沖積系客土材による食味向上効果の検討

1.課題の分類	総合農業 生産環境 土壌肥料 北海道 土肥・環
2.研究課題名	道央強粘質転換畑に対する客土、混層耕による物理性改良
3.予算区分	補助(土壌保全)
4.研究期間	(平成3年～5年)
5.担当	中央農試環境化学部土壌資源科 土壌生態科
6.協力・分担関係	なし

7.目的

道央に広く分布する強粘質低地土および厚い粘質層を持つ泥炭土転換畑の作土層土壌の物理性改善のために、低地土に対しては粗粒火山灰ないし泥炭の客土、粘質層を持つ泥炭土に対しては下層の泥炭を表層と混合する混層耕を検討し、その効果と留意点を明らかにする。

8.試験研究方法

(試験1)強粘質転換畑に対する粗粒火山灰の客土(1991～1993年,南幌町)

細粒灰色低地土に樽前系火山灰を客土(0.5,10,20cm厚)し、30cm混合、物理性改善効果と作物の生育、収量を検討する。

(試験2)強粘質転換畑に対する泥炭の客土(1991～1992年,南幌町)

細粒グライ土にスゲ主体の泥炭(河川堤外地の浚渫物)を客土(0.5,10cm厚)し、30cm混合、物理性改善効果と作物の生育、収量を検討する。

(試験3)粘質層を持つ泥炭土転換畑に対する混層耕(1989～1993年,南幌町)

低位、高位泥炭土の2ヶ所(粘質層35～40cm)に対して2段プラウによる混層耕(耕深50cm前後)を行い、物理性改善効果と作物の生育、収量を検討。土壌の窒肥沃度、土地基盤の変動についてもその程度を検討する。

9.結果の概要と要約

1)粗粒火山灰の客土

①客土による物理性改善効果は20>>10>5≥0cmであり、20cm区では大幅な改善効果が認められた。

②作物生育については、一般に客土量に比例して良好となり、20cm区では出芽率や根菜類の外観品質の面で特に大きな効果があった。

2)泥炭の客土

③泥炭客土により土は軽くなり、気相率や有効水孔隙が増加した。碎土性は1年目では0cm区より低下したが、2年目では同等となり、小土塊の割合が増加した。

④作物生育の面では、窒素飢餓により葉菜(キャベツ)は0cm区より収量がやや低下したが、大豆は同等であった。

3)泥炭土転換畑に対する混層耕

⑤混層耕により気相率、有効水孔隙が増え、碎土性が改善され、大豆、小麦、キャベツの収量は増加した。

⑥キャベツの増収はア)土壌からの窒素吸収量の増加、イ)施肥窒素利用率の向上、ウ)全重に占める結球重の割合の増加、の3要因によってもたらされた。ただし、土壌からの旺盛な窒素吸収は混層2年目までであった。

⑦混層耕圃場の均平精度は慣行区あるいは隣接畑より劣り、この原因は下層泥炭の混層程度に起因していた。

以上より、強粘質転換畑の物理性改良として、ア)粗粒火山灰客土(10～20cm)は効果があり、イ)泥炭客土(5～10cm)は効果はあるが窒素飢餓に注意する必要がある、ウ)混層耕は効果はあるが地点による泥炭混入程度に変動が大きい、と総括された。

10. 成果の具体的数字(総括)

1)粗粒火山灰の客土

①土壌の物理性(三相、水分は'91)

客土量	土性	碎土率%		三相水分(%)			クラスト硬度**
		'91	'93	固相	気相	有効水*	
0	LiC	62	84	49	5	5.5	23
5	LiC	68	82	44	12	3.3	18
10	LiC	74	86	39	20	7.6	6
20	CL	89	96	36	26	9	2

*PF1.5-3.0 **バネ4kg

②根菜の正常根割合(%)

客土	ダイコン		ニンジン	
	'91	'93	'91	'93
0	11	53	36	30
5	26	71	69	38
10	42	66	83	38
20	56	68	91	57

2)泥炭の客土

③土壤の物理性(三相、水分は'91)

客土量	砕土率%		三相,水分(%)		
	'91	'92	固相	気相	有効水*
0	84	72	31	31	5.2
5	68	79	28	31	6.6
10	72	74	27	29	6.8

*PF1.5-3.0

④キャベツの収量

客土	N用量 Kg/a	総括球重	
		'91	'92
		Kg/a	
0	0	255	130
	2.0	546	676
5	0	124	16
	2.0	605	646

3)泥炭混層耕

⑤土壤の物理性(A:'89.10,B:'93.10)

処理	三相,水分%			砕土率%		
	固相	気相	有効水*	'89	'90	'93
A 慣行	48	13	5.3	52	37	
	混層	38	22	14.9	71	71
B 慣行	41	8	12.8		71	82
	混層	36	18	16		78

*PF1.5-3.8

⑥キャベツの収量(農家B)

処理	N用量 Kg/a	総括球重(kg/a)		
		'91*	'92*	'93**
慣行	0	125	17	-
	2.0	425	443	537
混層	0	236	46	-
	2.0	506	448	584
	1.4	423	309	524

*8月取り **10月取り

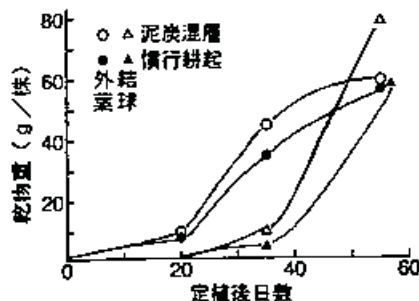


図1 キャベツ部位別乾物重の経時推移(1991)

⑦土地基盤の変動程度

処理	農家A('93.11.5年目)					農家B('93.11.4年目)				
	標高(m)				均平精度 (mm)	標高(m)				均平精度 (mm)
	平均	最大	最低	差		平均	最大	最低	差	
混層区	9.84	10	9.65	0.35	59	8.58	8.69	8.45	0.24	54

隣接畑	9.83	9.94	9.69	0.25	43	8.52	8.59	8.45	0.14	37
-----	------	------	------	------	----	------	------	------	------	----

11.成果の活用面と留意点

- 1)粗粒火山灰の客土後は有機物や塩基の補給に留意すること。
- 2)泥炭客土はその種類によっては窒素飢餓を起こすので施肥管理や作物選択に留意する。
- 3)混層群は圃場均平を悪化させ、また、地区の地沈下を助長するので、長期的な泥炭耕地保全の面からは好ましくない。

12.残された問題点とその対応

- 1)泥炭客土圃場における窒素肥沃度の経年的変化の把握
- 2)泥炭耕地の土地基盤の長期的変動の把握

褐色低地土転換畑における花き栽培圃場の造成法							
【要約】花き栽培に適した転換畑の造成方法を検討した。その結果、火山灰客土と有機物の多量施用は作土の保水力・保肥力等の改善、深耕と有材心土改良耕は排水改良・根域拡大に対して有効であった。							
北海道立上川農試・土壌肥料科					連絡先	0166-85-2200	
部会名	農村計画(農業物理)	専門	農地整備	対象	花き類	分類	指導

【背景・ねらい】

現在、水田面積の小さい農家は、転作作物として収益性の高い、花き・園芸作物の導入による経営の安定化が重要な課題になっている。北海道は冷涼な気候が花き生産に有利に働き、粗生産額で100億円を越える急成長をみた。

しかしながら水田転換畑は土壌構造が未発達であり、花き生産にとって透水性・碎土性・有効水分など問題点が多い。本試験は褐色低地土の転換畑を対象として土壌の理化学性を改善することにより、高収益な花き生産ができる圃場の造成方法を検討し、もって稲作・園芸複合経営の推進と安定化に寄与する。

【成果の内容・特徴】

1. 作土の土性を植壤土から砂壤土に変化させるための火砕流堆積物を客土(5cm)した。これにより孔隙量は増加し、透水性が向上した。(表1)
2. 有機物の施用(バーク堆肥10t/10aまたはピートモス30kl/10a)は腐植含量を増加させて土壌を膨軟化した。これにより、土壌の有効水分は増加し、また肥料保持能も高まった。(図1)
3. 深耕は耕盤層の破壊と有効土層の拡大に有効であった。(図2)
4. 有材心土改良耕(巾30cm、深さ50cm)は基盤造成時における余剰水分の排水に有効であり、また水分・養分の保持や根活力の観点からも良好であった。(図3)
5. 耕盤層は乾燥条件で人為的に破壊しない場合、長期間にわたって維持された。
6. 投資した資本の回収は花き栽培数年以内で可能であった。
7. 以上に示した花き圃場の造成法は褐色低地土転換畑の花き栽培にきわめて有効であった。

【成果の活用面・留意点】

1. 本造成法は褐色低地土転換畑に花きを安定的に生産する場合に活用する。
2. 本造成に関する各種の施工は土壌水分の低い時期に実施する。

【その他】

研究課題名：花き導入のための高水準転換畑の短期造成法並びに基準策定試験
 予算区分：道単
 研究期間：平成6年度(平成3年～6年)
 研究担当者：後藤英次、横井義雄、稲津 脩
 発表論文等：なし

「平成7年度普及奨励ならびに指導参考事項」 P.381

課題の分類: 総合農業 生産環境 土壌肥料 3-1-4
研究課題名: 軽石流堆積物客土畑における有機物の施用効果 (土地改良事業計画地区土壌調査)
予算区分: 道単
試験期間: 平成4~8年
担当科: 北見農業試験場 土壌肥料科 網走支庁 農業振興部計画課
協力・分担関係: なし

1. 目的

物理性改善を目的とした軽石流堆積物の客土が作物収量に及ぼす効果を実証するとともに、客土に伴う化学性の低下に対応した堆肥など有機物施用効果について検討する。

2. 方法

- (1) 供試土壌(試験地): < 枠試験 > 多腐植質黒ボク土
< 現地試験 > 褐色森林土(置戸町)、褐色低地土(留辺蘂町)
- (2) 処理区: 試験Ⅰ-客土量(0,5,10,15cm)-客土量は現地試験のみ
試験Ⅱ-客土10cm区に有機物施用(堆肥、バーク堆肥、緑肥)

3. 結果の概要

< 枠試験 >

枠条件では根張りが良好と思われるが、それにも拘わらず作物は客土による養分希釈の影響を受け減収した。それに対し有機物施用は減収を緩和した。

< 現地試験 >

① 施工断面: 置戸試験地では客土が混合された土層の下に未混合の客土材が分布するのが特徴であり、その部位で土壌硬度が低下した(図1)。両試験地とも堆肥施用区では施工3年目でも堆肥由来と思われる黒変した有機物片が土層内で確認され、そこで盛んな根の伸張が観察された。

② 土壌理化学性: 置戸試験地では客土によって容積重、固相率が低下し、気相率、有効水量が増加した。留辺蘂試験地では有効水量の増加が認められた。また、客土により有機物、養分濃度の濃度が低下した(表1)。有機物処理の影響は分析では明確でなかったが、局部的には理化学性を改善する方向で働くと考えられる。

③ 土壌微生物性: 置戸試験地では客土による微生物活性の低下程度が小さかったが、留辺蘂試験地では作土の希釈に対応して微生物活性が低下した。また、両試験地とも堆肥8t区では微生物活性が回復し、堆肥由来の有機物片からは高い微生物活性が検出された。

④ 客土効果: 容積重120g、固相率45%程度の褐色森林土(置戸試験地)では、施工の翌年でも客土のマイナス効果がみられず、2、3年目には5及び10cm区で増収効果が得られた(表2)。これに対し容積重80g程度、固相率35%以下の褐色低地土(留辺蘂試験

地)では、客土により減収をまねく恐れがあり、客土量は有効水量10%を達成する最小にとどめるべきである。

⑤有機物施用効果:客土(10cm)を施工した圃場には4t/10a程度の堆肥施用が有効である。8t/10aの施用ではさらに明確な増収が得られ、その効果は施用3年目まで持続した。また、客土畑への堆肥施用は地力低下に対する緊急対策であるので、4t/10a程度までは堆肥施用に伴う窒素減肥を行わない。それを越えた量については、てん菜の糖分、ばれいしょのでん粉価を低下させる恐れがあるので北海道施肥標準(平成7年)に基づく減肥を考慮する。バーク堆肥の化学性の面での効果は小さく、緑肥の効果は初年目を中心に短期的であった。

表1.客土と有機物施用が土壌理化学性に及ぼす影響(平成7年)

試験区分	処理	置戸試験地					留辺薬試験地				
		容積重 (g/100ml)	固相率 (%)	有効水分 (%)*	熱水抽出 N	交換性 MgO (mg/100g)	容積重 (g/100ml)	固相率 (%)	有効水分 (%)*	熱水抽出 N	交換性 MgO (mg/100g)
試験 I	①無客土	122.8	44.8	5.2	5.6	39.8	85.6	36.2	6.4	13.2	37.5
	②客土5cm	110.3	44.2	6.4	5.2	34.7	103.5	41.7	11.9	7.2	34.5
	③客土10cm	104.0	40.4	7.5	4.7	28.3	107.3	43.2	15.3	4.6	22.0
	④客土15cm	102.8	40.0	12.0	3.8	20.2	95.1	38.2	24.6	3.6	37.5
試験 II	⑤堆肥4t	112.8	46.5	10.3	4.3	32.4	108.5	42.8	14.4	4.8	29.1
	⑥堆肥8t	115.6	43.7	6.6	5.4	48.6	104.8	42.4	13.2	5.4	39.2
	⑧バーク4t	104.6	38.8	8.5	5.3	46.7	103.3	41.5	11.2	5.2	31.2
	⑨緑肥3t	106.2	41.7	10.2	4.5	33.5	113.5	45.9	13.5	3.7	35.9

*:pF1.8~3.0

表2.収穫調査の結果

試験区分	処理	置戸試験地					留辺薬試験地				
		平6 てんさい		平7 ばれいしょ		平8 秋まき小麦	平6 小豆	平7 てんさい		平8 高級菜豆	
		菜根重 (t/10a)	糖分 (%)	上いも (t/10a)	でん粉 価(%)	子実 (kg/10a)	子実 (kg/10a)	菜根重 (kg/10a)	糖分 (%)	子実 (kg/10a)	

試験 I	①無客土	-5.54	15.7	-4.5	13.9	-305	-469	-5.38	18.3	-349
	②客土5 cm	100	16.1	117	13.6	111	83	103	18.1	89
	③客土 10cm	100	16.1	112	14.1	110	58	89	18.1	91
	④客土 15cm	92	15.6	103	15.3	94	64	68	18.2	78
試験 II	⑤堆肥4t	98	14.8	93	13.6	111	103	91	18.9	95
	⑥堆肥8t	112	13.7	95	12.4	126	—	100	18.3	109
	⑧ハーブ4 t	84	16.3	113	13.9	105	40	98	18.4	89
	⑨緑肥	110	16.0	116	14.4	103	83	88	18.1	109

注)無客土区の数値は実収量

4.成果の活用面と留意点

- ①本成績で用いた客土材は屈斜路、または大雪由来の軽石流堆積物である。
- ②客土施工時に堆肥4t以上を施用した場合には、タネバエ発生のある恐れがあるので施工翌年の豆類の作付けを避ける。

5.残された問題点と今後の対応

- ①微生物活性を利用した基盤整備の評価法
- ②客土の効果的な混合様式

(2004年1月作成)

課題分類：

研究課題：石狩川流域における客土資源の分布と汎用田に対する利用指針
(道営土地改良事業計画地区土壌調査)

担当部署：中央農試 農業環境部 環境基盤科・農政部 設計課

担当者名：

協力分担：なし

予算区分：道費(S43～農村計画課調査計画費,H13～15設計課調査費)

研究期間：2001～2003年度(平成13～15年度)

1. 目的

石狩川流域において、客土材に適した理化学性を有する土壌資源の分布と各土壌の理化学的特徴を明らかにするとともに、良食味米生産や水田の汎用利用に対応する客土材の利用指針を設定する。

2. 方法

1)調査地域：上川・空知・石狩支庁の土取り場及びその可能性がある地点(265地点)

2)石狩川流域における客土の実施実態

道営土地改良事業土壌調査報告書及び事業計画概要等から土取り場位置等を整理。

3)石狩川流域における客土材の理化学性

分析項目：農学会法粘土、pH(H₂O)、pH(KCL)、土壌酸度(Y₁)、陽イオン交換容量、交換性カリウム・カルシウム・マグネシウム、有効態リン酸(Bray-No.2)、リン酸吸収係数、可給態ケイ酸(湛水保温静置法)、遊離酸化鉄(浅見・熊田法)、易還元性マンガン、0.1N塩酸可溶性銅・亜鉛・カドミウム、交換性ニッケル、イオウ(水野法)

3. 成果の概要

1)石狩及び空知管内における泥炭地の多い各市町村ではこれまでに5千ha超のほ場で客土が行われた。土取り場は石狩川兩岸の段丘、丘陵地に存在し、中下流域では浚渫土も利用された。客土材の土性はC～CLが半数以上で、本田の易耕性や排水性の低下が問題となっている。そのため、粗い客土材を使う例も増えていた。

2)客土材のpH(H₂O)は5.5未満が44%、Y₁5以上が67%と酸性が強い。培養窒素及び有効態リン酸は少なく、CECは中庸が多く、塩基類は比較的高含量である。

3)可給態ケイ酸に富む客土材は広く分布するが、遊離酸化鉄に富む客土材は少ない(図1)。通常の客土では、本田の可給態ケイ酸及び遊離酸化鉄を低下させない観点から、客土材の可給態ケイ酸は16mg/100g以上、遊離酸化鉄は2%以上とすることが望ましい。

4)石狩川流域には中粗粒質の客土材が存在し、転換畑の物理性改善等に利用可能である。ただし、この客土材は銅や亜鉛に乏しいため、客土材の銅と亜鉛の指針値は微量要素欠乏の防止から銅0.5～4.0mg/kg、亜鉛2～20mg/kgとした。なお、指針値の上限値は客土後の家畜糞尿系の堆肥施用の可能性を考慮し土壌診断基準値の上限値の50%とした。

5)作物生育上障害となる成分として、本地域には交換性ニッケル含量の高い客土材があり、超塩基性岩母材の地域で留意が必要である(図1)。また、イオウが高い酸性硫酸塩土壌も点在する。これらの分布やこれまでの転作作物でのニッケル過剰障害の発生状況などを考慮すると、客土材の交換性ニッケルは1.5mg/kg未満、イオウは0.05%未満が妥当である。また、石礫は粒径30mm以上が5%未満とする。

6)これらの客土材の各成分を含量別にマップ化し、その利用指針を設定した(表1)。

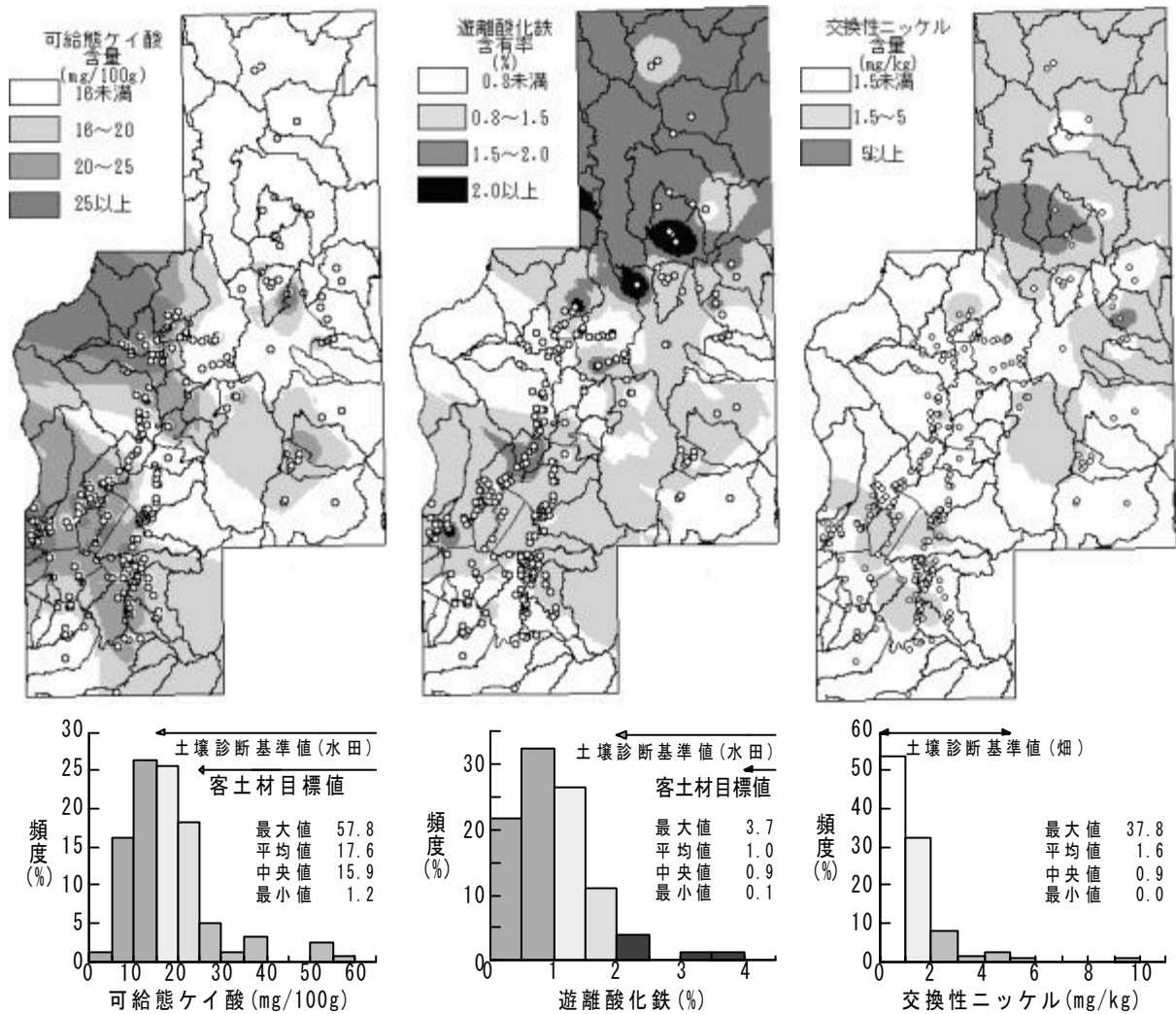


図1 客土材の代表的な成分の分布

表1 汎用田に対する客土材の利用指針

項目	指針値	運用上の留意点	備考
pH(H ₂ O)	5.5~6.5	ケイカル・炭カルでの調整可	水田・畑の両利用時に必要
0.1N塩酸可溶性銅 (mg/kg)	0.5~4.0	微量元素資材や家畜糞尿系の堆肥投入での調整可	畑利用時に必要
0.1N塩酸可溶性亜鉛 (mg/kg)	2~20	微量元素資材や家畜糞尿系の堆肥投入での調整可	畑利用時に必要
交換性ニッケル (mg/kg)	1.5未満	遵守すべき項目	畑利用時に必要
全イオウ (%)	0.05未満	遵守すべき項目	水田・畑の両利用時に必要
礫含量(粒径30mm以上) (%)	5未満	遵守すべき項目	水田・畑の両利用時に必要
可給態ケイ酸 (mg/100g)	16以上	25mg/100g以上がより望ましい	水田利用時に必要
遊離酸化鉄 (%)	2以上	4.0%以上がより望ましい	水田利用時に必要

4. 成果の活用面と留意点

- 1) 本成果は石狩川流域で調査された結果に基づくが、得られた指針は全道の水田地帯の客土材にも適用が可能である。
- 2) 本成果は土取り場選定のための参考とするものであり、客土実施にあたっては必ず利用する土取り場毎に客土材の理化学性の分析を行い、適性を判断すること。
- 3) 客土材分布図を利用するにあたっては、各成分含量の傾向を調査地点近傍の山地、段丘及び丘陵地にのみ適用し、調査地点から離れた場所に適用しない。

5. 残された問題点とその対応

- 1) カドミウム等の重金属類の土壤診断基準値設定と客土材への適用

成績概要書 (2008年1月作成)

研究課題：砂質客土埋設工法による泥炭土水田の米粒タンパク質低減技術

(多様な米ニーズに対応する品種改良並びに栽培技術の早期確立
－泥炭地における低アミロース品種の活用技術の確立－)

担当部署：中央農試 生産研究部 水田・転作科

協力分担：

予算区分：受託

研究期間：2004～2007年度 (平成16～19年度)

1. 目的

米粒タンパク質含有率の低減化を図るため、砂質客土材を作土下に埋設する新たな土層改良「砂質客土埋設工法」を開発し、泥炭土水田で良食味米を安定的に生産できる基盤整備方法を提案する。

2. 方法

1) 砂質客土材の埋設が水稻の生育収量、品質に及ぼす影響 (解析試験)

試験ほ場：中央農業試験場岩見沢試験地

試験処理：品種「きらら397」、成苗ポット苗、手作業で表土を削剥し15cm深と25cm深に客土厚さ10cmで埋設した処理区、無処理の対照区 (10m²/区) を2005年に設置。

2) 施工方法の検討および施工効果

(1) 表土削剥後埋設

試験ほ場：南幌町，深川市

試験処理：品種「きらら397」、中苗マット苗、南幌町ほ場は2004年区画整理の表土扱い時に、表土25cmを削剥し客土厚さ10cmで埋設。また地耐力向上の目的で1994年に砂質客土材を20cm深に厚さ15cmで埋設した深川市ほ場で施工効果の持続性について調査。

(2) プラウ反転埋設

試験ほ場：新篠津村

試験処理：品種「きらら397」、中苗マット苗、2005年に表土上に砂質客土材10cmをレーザーレベラーにて整地後北海道農業開発公社製22インチ3連プラウにて35～40cm反転。

3. 成果の概要

1) 泥炭土水田において砂質客土材を作土下に埋設することにより、米粒タンパク質含有率の低減効果が認められた。これは埋設した客土層により水稻根域を制限し、下層泥炭からの窒素吸収を抑制することで、出穂期以降の窒素吸収量が低下するためと考えられた (図1, 表1, 表2)。客土材の埋設深については、15cm深で生育収量の低下がみられたことから25cmが妥当と考えられた。

2) 施工方法の検討として、表土削剥後埋設により施工したほ場では、透水性が良好で堅密な客土層が安定的に形成されていた (図2)。また、出穂期以降の窒素吸収量が低下し、米粒タンパク質含有率が3カ年平均で対照区に比べ0.7%低下した。さらに施工後14年経過後のほ場においても、明らかな米粒タンパク質含有率の低下が認められたことから、表土削剥後埋設により施工したほ場での米粒タンパク質含有率の低減効果は、長期間における安定的な効果が期待できる (表3, 表4)。

3) プラウ反転埋設により施工したほ場では施工後の客土層厚が不均一で (図2)、米粒タンパク質含有率の低減効果は判然としなかった。これは施工時における泥炭の作土への混入や、客土層の不均一な分布によるものと思われた (データ省略)。

4) 以上のことから、砂質客土埋設工法の施工条件をまとめて示した (表5)。適用ほ場は米粒タンパク質含有率が高まる傾向にある泥炭土水田とし、施工方法は表土を削剥して砂質客土材を敷き均し、表土を戻す方法が適する。客土厚については根の伸長およびコスト面から考慮して5～10cmとする。

表1. 客土埋設が水稻収量・品質に及ぼす影響

(2005 ~ 2007 年平均, 中央農試)

処理区	総重 (kg/10a)	精玄米重 (kg/10a)	千粒重 (g)	不稔歩合 (%)	窒素吸収量 (kg/10a)	タンパク質含有率 (%)
対照	1287	546	24.3	11.7	11.6	7.9 (0.0)
埋設25 ¹⁾	1212	544	24.2	9.7	10.2	7.0 (-0.9) *
埋設15 ¹⁾	1185*	529	24.1	12.8	9.2*	7.1 (-0.8) *

* 対照区との間に有意差あり (p < 0.05)

1) 埋設25: 客土埋設深25cm, 埋設15: 客土埋設深15cm

表3. 表土削剥後の客土埋設が水稻収量・品質に及ぼす影響

試験ほ場	調査年次	施工後年数	処理	総重 (kg/10a)	精玄米重 (kg/10a)	千粒重 (g)	不稔歩合 (%)	タンパク質含有率 (%)
2005	1		対照	1340	491	23.1	7.7	8.4 (0.0)
			埋設	1367	500	22.9	7.2	7.9 (-0.5) *
南幌 2006	2		対照	1322	507	23.7	11.8	7.7 (0.0)
			埋設	1176	440*	23.4	13.3	6.8 (-0.9) *
2007	3		対照	1075	394	21.0	25.9	7.8 (0.0)
			埋設	988*	402	21.2	13.0	7.1 (-0.7) *
深川 2007	14		対照	1220	566	22.1	21.3	7.4 (0.0)
			埋設	1156	560	21.9	13.7*	6.4 (-1.0) *

* 対照区との間に有意差あり (p < 0.05)

† 早期落水での干ばつによる減収

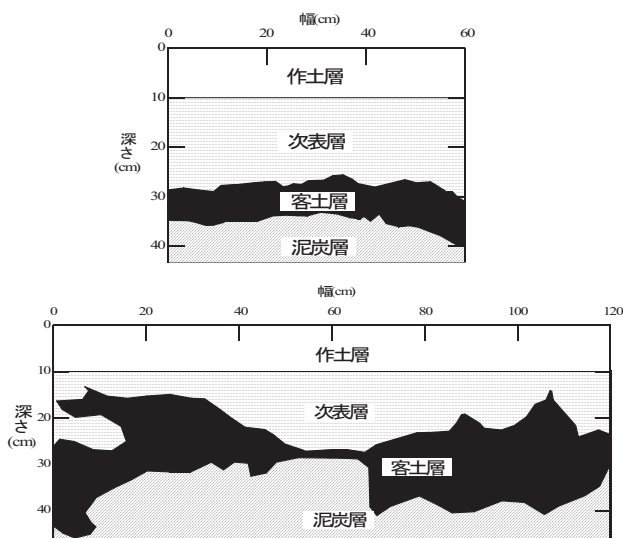


図2. 客土埋設後の土壌断面

(上: 表土削剥後埋設, 下: プラウ反転埋設)

4. 成果の活用面と留意点

- 1) 本工法の施工ほ場では客土層により根域を制限しているため, 干ばつの影響を受けやすい。そのため早期落水を避け, 登熟期間の土壌水分を適正に維持する。
- 2) 心土破碎の施工は極力避け, 排水対策は暗渠排水と溝切り等で対応する。
- 3) 窒素供給力が低いほ場では肥料切れをおこさないよう施肥設計に留意する。
- 4) 本工法については土地改良事業での活用が期待できる。
- 5) 畑利用の為に埋設した客土層を攪拌した場合, 水稻作付時のタンパク質含有率低減効果は消失する。

5. 残された問題とその対応

- 1) 低コストな施工方法の開発

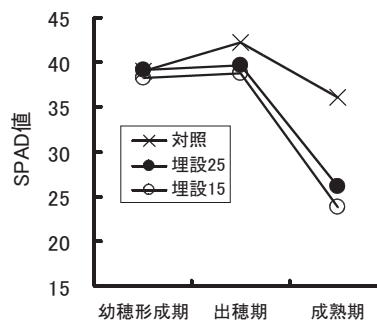


図1. 水稻葉色の推移

(2006 ~ 2007 年平均, 中央農試)

表2. 客土層下に注入した Rb¹⁾ の作物体吸収量 (2007 年, 中央農試)

処理	Rb吸収量 (mg/ m ²)		
	茎葉	穂	合計
対照	26.5	7.9	34.4
埋設25 ²⁾	9.6	4.4	14.0
埋設15 ²⁾	8.8	4.1	12.9

1) Rb(ルビジウム): 8/下に泥炭層にRb5%濃度溶液を注入

2) 埋設25: 客土埋設深25cm, 埋設15: 客土埋設深15cm

表4. 時期別窒素吸収量 (南幌)

調査年次	施工後年数	処理	窒素吸収量(kg/10a)			
			幼形期まで	幼形期~出穂期	出穂期~成熟期	計
2005	1	対照	4.3	5.2	4.6	14.1
		埋設	5.1	5.5	4.1	14.7
2006	2	対照	3.2	5.2	3.1	11.5
		埋設	3.3	6.2	0.2	9.7
2007	3	対照	3.8	3.7	1.7	9.1
		埋設	3.6	4.2	0.6	8.4

表5. 砂質客土埋設工法の施工条件

項目	施工条件
適用ほ場	米粒タンパク質含有率が高まる傾向にある泥炭土水田
施工方法	表土を削剥して基盤整地を行い砂質客土材を敷き均して表土を戻す
客土材埋設深	25cmを標準
客土厚さ	5~10cm(埋設後5cm以上を確保する)
	国際法土性でSL, LS, S
	粒径30mm以上の礫含有率が5%未満
客土材	粗粒火山性土を使用し, 川砂は使用しない
	交換性ニッケル含量1.5mg/kg未満
	全イオウ含有率0.05%未満

十勝地方における土層改良に関する試験成績

Ⅱ 改良反転客土耕に関する試験

北農試験作部 火山灰研究室

道立十勝農試 土壌肥料科

(昭和43～50年)

目的

十勝地方の主として中央部においては、表層は新期末熟火山灰であるが、その直下(20～40cm)には粘土鉱物組成が非晶質で、化学的に 悪な火山灰である新期風化火山灰が推積している。

一方、40cm内外以下の下層には結晶性粘土鉱物からなる台地土、低地土および古期ローム質火山灰が存在しているので、これらの下層土を活用することにより、生産力のより高い耕土層とすることが考えられる。

したがって、第1層の作土をそのままにして、第2層の不良火山灰と、第3層とを交換し、さらに漸次第3層を作土層に混合していくことにより、生産力高い耕土層を造成することを目的として本試験を実施した。

試験方法

1. 試験－1(枠試験および人工造成圃試験)

供試土壌	枠試験			人工造成圃場試験	
	乾性火山性土	湿性火山性土		乾性火山性土	湿性火山性土
	下層ローム (芽室町新生)	下層台地土 (本別町勇足)	下層低地土 (芽室町毛根)	下層ローム (芽室町新生)	下層ローム
1. 原土区	○	○	○	○	○
2. 反転区	○	—	—	—	—
3. 反転改良A区	○+P	○	○	○	○
4. " B区	○+P+堆肥	○	○	—	—

* 試験規模: 枠試験・・・1区1㎡4連制、人工造成圃試験・・・1区900㎡1連制。

**表中○印は改良反転客土耕の実施を示し、—印は当該処理区の欠除を示す。

2. 試験－2(現地圃場試験)

供試土 試験 施工年 処理区別	乾性火山性土				湿性火山性土					
	下層ローム		下層低地土		下層ローム		下層台地土			下層低地土
	芽室町 中伏古	幕別町 明野	芽室町 毛根 A	芽室町 毛根 B	芽室町 西報国	幕別町 明野	清水町 美蔓	本別町 勇足川 向	本別町 負筋	芽室町 毛根
	S44	S48	S47	S43	S44	S48	S47	S47	S43	S44
1. 原土区	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
2. 反転区	○	○	○	○	—	○	○	○	○	—
3. 反転改良区 (資材併用)	○	○	○	—	○	○	—	○	—	○

* 試験規模、1区20a1連制

成果の概要

本試験によって得られた結果の概要は次のとおりである。

1. 乾性火山性土で、下層低地土型の場合は、作物に対する増収効果は認められたが、下層ローム型の場合は認められなかった。

2. 湿性火山性土の場合は、各土壌とも作物の増収効果は認められたが、その効果の内容は改良反転客土耕本来の効果に加えて、粗孔隙の分布が下層まで多くなり、湿風期は排水良く乾燥期は水分保持が高まっており、土壌水分環境の改善による効果も含まれているものと思われる。

3. 改良反転客土耕の効果の一つに、下層における作物根系の発達を良好にし、それが生育期に差をもたらし、増収に結びついたものと思われる。

4. 改良反転客土耕による効果の発現は、主として作物根系の後期に認められ、それが作物の増収に結びついたものと思われる。

5. 改良反転客土耕施工時には、多少なりとも不良火山灰が表層に混入するのは避けられないので、施工後に土壌改良資材の施用が必要である。

主要成果の具体的データ

1. 収量調査結果

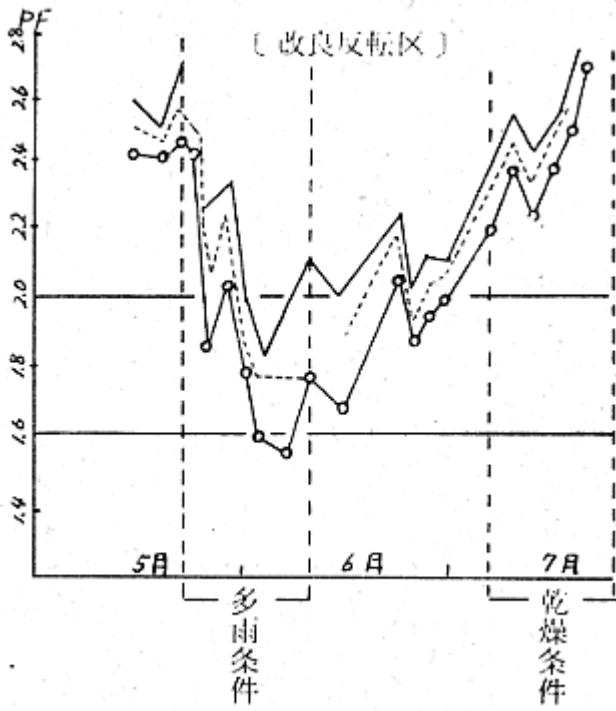
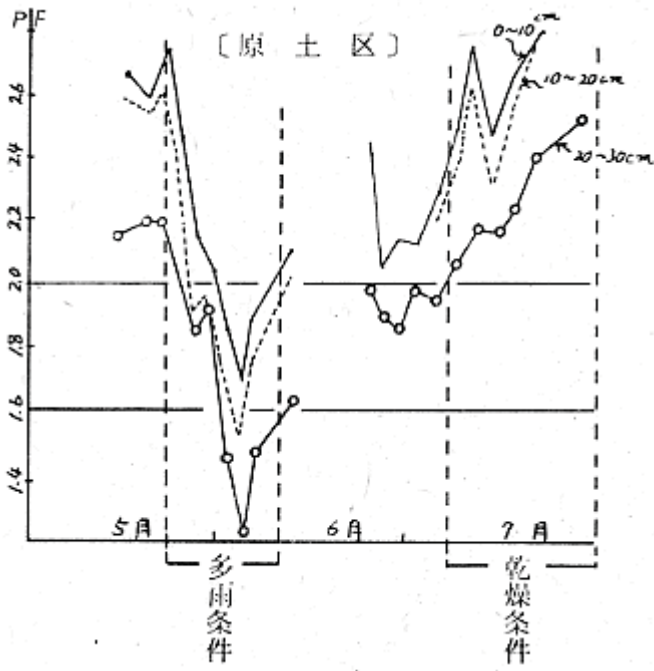
	乾性火山性土				湿性火山性土							
	下層ローム			下層低地	下層ローム			下層台地		下層低地		
	柵	造成	圃場	圃場	柵	造成	圃場	柵	圃場	柵	圃場	
1. 原土区	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
2. 反転区	48	—	91	108	—	—	101	—	106	—	101	
3. 反転改良区	110	113	98	118	111	102	108	93	110	120	103	

2. 根系調査(トレンチ法)(乾性火山性土下層ローム型)

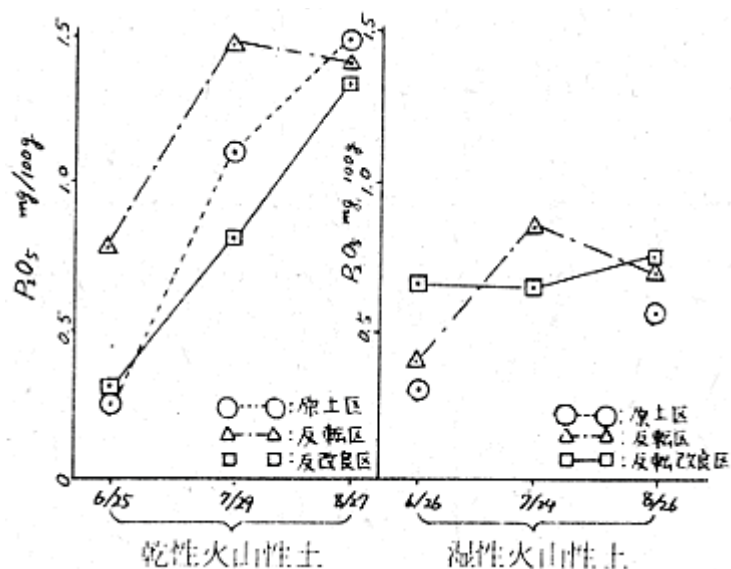
時期	7月21日					8月20日							9月20日						
	10	20	30	40	50	10	20	30	40	50	60	70	10	20	30	40	50	60	70
1. 原土区	1037	989	377	198	57	1633	1787	164	152	94	52	43	1478	1231	225	85	31	10	5
2. 反転改良区	651	911	421	433	448	1001	1146	788	715	556	133	31	868	465	703	469	455	103	48

注:単位はmg/株

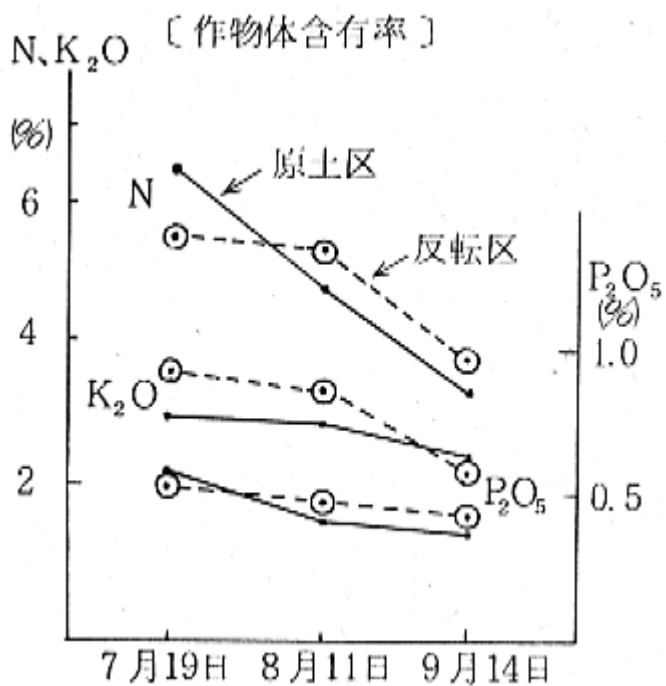
3. 土壌水分(pFの変動)(湿性火山性土下層低地土型、芽室町毛根)

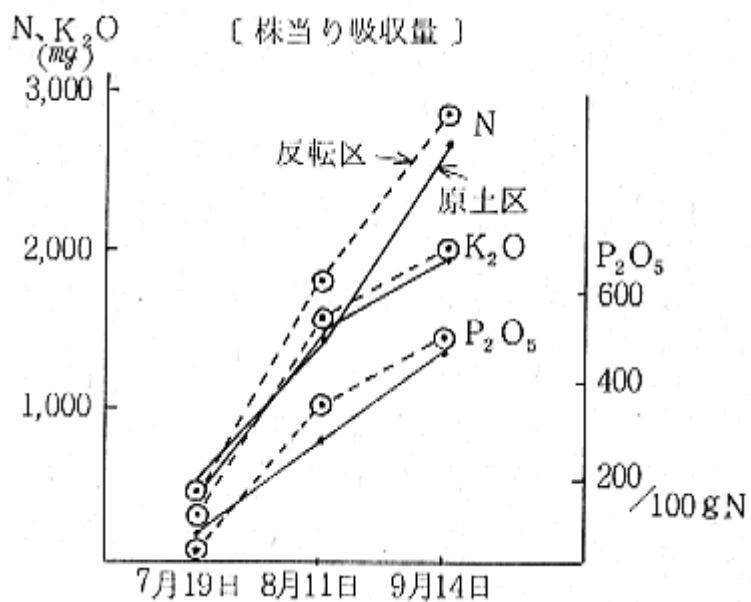


4. 土壤分析結果(土壤中の燐酸の時期別推移)



5. 作物体分析結果(作物体中の、N、P₂O₅、K₂O含有率及び収量の時期推移)





普及指導上の注意事項

施工初年目は、不良火山灰の作土層への混入があるので、これによって生育収量に及ぼす影響が少ない。

根葉類を作付けする事が望ましい。

【指導参考事項】

粗粒火山性土の地力増進試験成績
(其の1) 混層耕土の土壤管理試験成績
中央農試

I 目的

道中央部の胆振地方の作土の浅は粗粒火山灰土で混層耕を行った後の土壤管理法について検討を加える。

II 試験地土壤及び試験方法

1. 位置 幌別郡登別町札内
2. 土壤断面(原立)

層序	層厚(cm)	土性	土良	構造	堅密度	粘性	備考	分析資料
1	0 ~ 11	O HSL	暗褐	軟果	粗	弱	有珠	1
2	11 ~ 25	V HSL	灰褐	"	密	なし	a統	
3	25 ~ 32	G	灰白	単粒	"	"	有珠	3
4	32 ~ 42	- GS(G)	灰白	"	"	"	b統	
5	42 ~ 65	- HC	黒	軟果	粗	弱(附着力強)	不明	1
6	65 ~ -	- HC	黒褐	"	"	"(")	火山土	

3. 一般理化学性(原土、但し0~65は混層耕土壤)

試料	深さ (cm)	粒径組成(%)				土性	容積 比重	真 比重	3相分布(%)			孔隙率 (%)	腐植 (%)	PH		y1	T-C (%)	T-N (%)	C/N	置換容量 (me/100g)	置換性塩基(me/100g)			塩基 飽和度 (%)	燐 吸 収 係 数
		粗砂	細砂	シルト	粘土				気相	液相	固相			H ₂ O	KCl						CaO	MgO	K ₂ O		
1	(0~25)	30.6	45.2	19.2	5.4	SL	0.75	2.58	31.5	39.5	39.5	29.0	7.0	5.7	4.6	1.8	4.06	0.26	12.6	11.0	4.0	1.4	0.2	50.9	1.10
2	(42~65)	0.6	16.3	50.7	32.3	SiC	0.37	2.37	6.0	6.0	78.4	15.0	21.4	5.6	4.2	4.4	12.41	0.62	20.0	83.7	23.4	2.6	0.6	31.8	2.82
3	(0~65)	22.0	45.3	23.0	9.4	L	-	-	-	-	-	-	7.4	5.6	4.4	5.7	4.29	0.33	13.0	26.2	7.9	1.5	0.3	36.9	1.13

* Truog s法による。

4. 混層耕の方法

大型混層用プラウ(ドイツ製で約1mまで耕起可能)をブルドーザーでけん引し、60cm内外まで混層耕を実施した。この結果、今迄42~60cmの下層にあった腐植に頗る富む堆土が反転して表土に露出し新しい表土の多くを占めた。

前記の大型機械で混層耕を実施した後の土壤管理法を見出すため、次ぎの考えで試験を進めた。

ア 混層耕後の表土に対し、石灰、燐肥等の土壤改良資材の施用効果をみる。…A試験

イ 混層耕後の表土に牧草を栽培し、数年後に石灰、燐酸と共に鋤込み、その結果をみる。…B試験

5. 試験設計

(1) A試験の設計

年次	1年目	2年目	3年目
試験区名及び番号	1. 普通耕区 2. 混層耕区……………	1. 普通耕普通肥区…………… 2. 混層耕普通肥区…………… 3. 混層耕燐酸2倍区	1. 普通耕普通肥区 2. " 多肥区 3. 混層耕普通肥区 4. " 多肥区
供試作物	てんさい デントコーン	馬鈴薯(前年てんさい) てんさい(前年デントコーン)	デントコーン(前年てんさい)
施肥量その他	各区に10a当り 炭カル・ドロマイト 夫々 190kg施用。 てんさいに対しN7.5 P ₂ O ₅ 9.0 K ₂ O3.8 堆肥1.900kg/10a デントコーンにはN6.8 P ₂ O ₅ 7.9 K ₂ O6.4 堆肥1.100kg/10a施用	混層耕に10a当り 炭カル1.000kg 燐酸80kg施用 馬鈴薯にN7.0 P ₂ O ₅ 8.0(16.0) K ₂ O6.5 堆肥1.700kg/10a てんさいにはN12 P ₂ O ₅ 14(28) K ₂ O8.0 堆肥1.900kg/10a施用	混層耕区に10a当り 炭カル1.000kg 過石500kg施用 N8.0 P ₂ O ₅ 8.0 K ₂ O6.0 堆肥2.000kg/10a 多肥区は N5割増 P ₂ O ₅ 10割増

(2) B試験設計

年次	1年目	2年目	3年目	4年目
試験区名及び番号	1. 普通耕区 2. 混層耕区	1. 普通耕区 2. 混層耕区	1. 普通鋤込(牧草鋤込み) 2. 混層耕区(牧草鋤込み)	1. 普通耕普通肥(前年牧草跡) 2. " 多肥(") 3. 混層耕普通肥(") 4. " 多肥(")
供試作物	燕麦(牧草混播)	収草<チモシー・アカクロバ	デントコーン	てんさい
施肥量その他(kg/10a)	N 4.1 P ₂ O ₅ 4.5 K ₂ O 2.6 堆肥 1.100	N 3.0 P ₂ O ₅ 4.5 K ₂ O 4.5	N 8.0 P ₂ O ₅ 8.0 K ₂ O 6.0 堆肥 1.000 混層耕区に炭カル1.000 過石500kg	N 12.0(16.0) P ₂ O ₅ 14.0(28.0) K ₂ O 8.0 堆肥 2.000kg

注) 供試面積は1年目45平方m、2年目以降は20平方m。混層耕は1年目に実施し、2年目以降は普通耕によった。

A・B両試験共 2反復

尚、B試験の3年目、春に鋤込んだ牧草は、地上部、地下部、生草で約800kg/10a

III 試験成績及び考察

1. 生育、収量調査成績

(1) A試験成績

年次/ 試験区番号	1年目でんさい					1年目デントコーン			2年目でんさい					2年目馬鈴薯						
	根周(cm)		根長	頸葉重	根重	同比	成熟期 草丈 (cm)	生草重	同比	根周(cm)		根長	頸葉重	根重	同比	塊莖重(kg/10a)				同比
	8月19日	10月21日	(cm)	(kg/10a)	(kg/10a)	(%)		(kg/10a)	(%)	8月18日	10月21日	(cm)	(kg/10a)	(kg/10a)	(%)	大薯	中薯	小薯	合計	(%)
1	13.7	25.0	16.9	3.734	2.351	100	253	3.155	100	18.7	22.8	16.4	1.640	2.420	100	446	722	221	1.389	100
2	13.4	24.0	19.4	3.464	2.262	96	224	2.694	85	17.8	22.6	16.9	1.415	2.295	95	326	512	219	1.059	76
3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	18.4	22.9	18.2	1.365	2.470	102	402	477	247	1.126	81
4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

(2) B試験の成績

年次	2年目牧草			3年目デントコーン			4年目でんさい					
	生草重	乾草重	同比	成熟期 草丈 (cm)	生草重	同比	根周(cm)		根長	頸葉重	根重	同比
	(kg/10a)	(kg/10a)	(%)	(cm)	(kg/10a)	(%)	8月19日	10月22日	(cm)	(kg/10a)	(kg/10a)	(%)
1	735	199	100	256	3.278	100	14.8	19.1	16.8	3.465	1.985	100
2	705	189	95	263	3.694	113	15.9	19.9	16.4	4.553	2.107	106
3	—	—	—	—	—	—	16.6	19.6	18.3	4.275	2.265	114
4	—	—	—	—	—	—	16.4	22.3	18.2	4.080	2.350	118

以上4カ年に亘り、試験を実施したが、その概要は次ぎの如くである。

ア A試験の概要

1年目 でんさいについてみると、混層耕区の初期生育は普通耕より良好であったが、7月中旬頃より両者の差は殆どなくなり、成熟期の根部収量は逆に普通耕区が高かった。根部の影響は混層耕区が不整根少なく、根長も勝っているが、根周劣り低収の原因となっていた。デントコーンは生育の全期を通じて普通耕より混層耕が劣り、低収であった。

2年目 混層耕区には、土壌改良用として10a当り炭カル1,000kg 燐燐80kgを全面に賛否した。その結果馬鈴薯では、混層耕(普通肥)区には、生育の全期間を通じて普通耕(普通肥)より劣り塊莖収量も減収した。尚混層耕の燐燐量区は若干良く、燐燐の効果も多少認められるが、普通耕より低収であった。

でんさいは混層耕(普通肥)区は普通耕に比し根長に於いて優れているが、根周劣り、結局根重は減収になった。これは1年目と同じ傾向にあった。混層耕の燐燐量区は根周、根重共に僅かながら普通耕より勝っていた。

3年目は前年度のでんさい跡地にデントコーンを栽培し土壌改良用として10a当り炭カル1,000kg、過石500kgを施用した。普通肥系列では生育の初期から中期にかけて、混層耕区が普通耕区よりまさったが、生育の後期には普通耕が混層耕より優るに至った。多肥系列でも普通耕が優っていた。

以上3カ年のA試験成績から、本地帯の如き、混層後、腐植質火山灰土が反転して表土になる所では、炭カル、燐燐等を多量に施用しても増収効果は薄く、一時減収は免れないもの様である。

イ B試験の概要

本圃場は1年目に燕麦に牧草を混播し、燕麦を刈取後越冬させ、2年目春に、追肥を行って夏に1回牧草を刈り取った。3年目春に混層耕区に10a当り炭カル1,000kg、過石500kgを全面施用して牧草と共に鋤き込んだ。3年目のデントコーンの生育、収量(生草重)は普通耕よりも混層耕の方がまさった。

4年目には、前年度のデントコーン跡(牧草鋤込は前年に終了)にてんさいを作付した。尚炭カル、過石は、施用せず前年の残効である。その結果は、普通肥系列、多肥系列共に混層耕が、普通耕より生育優れ、根部が増収した。しかも混層耕普通肥区は、普通耕普通肥区、同多肥区より増収し、ここで混層耕後の土壌管理法としては、炭カル、燐燐と共に牧草を鋤込むか多量の堆肥を使用する事が適切であると考えられる。

2. 土壌理化学の変遷

(1) 土性の変化(1年目)

試料	層厚 (cm)	粒径組成(%)				国際法 土性
		粗砂	細砂	シルト	粘土	
普通耕-1	0~14	30.6	46.2	17.7	5.6	SL
" -2	14~26	23.7	47.1	23.0	5.8	SL
混層耕-1	0~21	5.5	25.8	42.9	26.0	LiC
" -2	21~40	26.9	41.4	25.9	5.8	SL
" -3	40~60	26.1	46.1	19.1	8.5	SL

(2) 耐水性田粒の変化(3年目)

試験別	試料	2mm>	1~2mm	0.5~1mm	0.25~0.5mm	0.1~0.25mm	計	0.25mm以上
A試験	普通耕	4.9	7.1	7.7	11.2	8.4	39.3	30.9
	混層耕	13.9	9.9	4.0	0	0	32.8	27.8
B試験	普通耕	7.0	11.3	10.3	16.3	6.2	51.1	44.9
	混層耕	10.8	9.8	8.2	9.2	4.8	42.8	38.0

(3) 土壌水分の変化(%)

試験別	試料	PF 2.0		PF 2.7		FF 4.2		有効水分 (PF2~4.2)
		重量	容量	重量	容量	重量	容量	
A試験	普通耕	38.6	29.3	31.4	23.8	15.4	11.7	17.6
	混層耕	73.0	43.1	57.2	33.7	37.9	22.3	20.8
B試験	普通耕	43.7	33.6	34.4	26.5	17.1	13.2	20.4
	混層耕	75.3	44.5	59.4	35.1	39.4	23.2	21.3

(4) 一般化学性の変化(乾物中)

試験別年次	試料	PH		y1	T-C (%)	T-N (%)	C-N	置換容量 (me-100g)	置換塩基 (me-100g)			石灰飽和度 (%)	燐燐吸収 係数	*有効 燐燐
		H ₂ O	KCl						CaO	MgO	K ₂ O			
A試験 3年目	普通耕	6.7	5.8	0.7	3.50	0.28	12.5	15.1	10.4	1.2	0.5	69.0	1.423	9.1
	混層耕	6.3	5.5	0.8	9.36	0.44	21.3	57.4	33.5	1.8	0.5	58.4	2.274	19.7
B試験 4年目	普通耕	6.7	5.7	0.3	4.98	0.34	14.6	19.1	10.7	1.0	0.2	56.5	1.181	12.0
	混層耕	6.3	5.3	0.5	6.36	0.35	19.3	32.1	18.4	1.4	0.3	57.4	2.120	16.7

* Truog s法による。

(5) Incubationにより無機化する窒素量の変化

試験別年次	試料	Incubation前(A)*		Incubatio後(B)*		(B)-(A) *		無機化量 (me-100g)	無機化率 (%)	
		NH ₃ -N	NO ₃ -N	NH ₃ -N	NO ₃ -N	NH ₃ -N	NO ₃ -N			
A試験	2年目	普通耕	0.79	0.67	0.55	14.91	-0.24	14.24	14.00	3.68
		混層耕	1.41	0.45	0.91	13.91	-0.50	13.46	12.96	2.88
	3年目	普通耕	1.96	0.55	0.95	11.31	-1.01	10.76	9.75	3.48
		混層耕	2.05	0.41	0.92	11.42	-1.13	11.02	9.89	2.25
B試験	3年目	普通耕	1.82	1.16	1.28	11.37	-0.54	10.21	6.67	3.33
		混層耕	1.97	0.58	0.81	11.15	-1.16	10.57	9.41	3.36
	4年目	普通耕	3.10	0.33	0.94	11.54	-2.16	11.21	9.05	3.23
		混層耕	3.10	0.37	1.59	20.38	-1.51	20.01	18.50	3.85

注) 適水分の土壌を4週間28〜30に保ち、有機物の分解によりアンモニア態、硝酸態の窒素が生成する量を定量分析を行う。

土壌の化学性の変遷についてみると、炭カル、燐酸施用で、混層耕の土壌は充分酸性矯正はなされ有効燐酸も増加したがこれのみでは作物の増収は図れなかった。

腐植の質について分析調査してみると、原土の表土(0-25cm)に比較して下層(42-65cm)の部分は難溶性腐植が多いと考えられる。地力増進効果は、石灰、燐酸と共に牧草等の有機物を施用する事により著しくなると考えられる。

土壌中の有機態窒素の無機化の様相を検討すると混層耕のみでは無機化率は普通耕より劣るが牧草鋤込により(B試験)混層耕区の無機化率は高まる。現地栽培試験に於いて生育の状態を観察すると、A試験では混層耕区の作物生育の前半は普通耕区より優れているが、後半になると生育は逆に収量は普通耕の方が優れていた。この事は混層耕後の表土は全窒素含量は高いが易分解性の窒素分が少ないため生育の後半に窒素飢餓の状態になるため起こる現象とみられる。

B試験をみると牧草を鋤込む事により混層耕区も生育の全期を通して生育優れ、収量も普通耕区より増収した。この事は牧草の分解により徐々に窒素が放出され、作物に対する養分の供給が豊富であったものと考えられ、現地試験ではB試験のてんさいは若干窒素が過剰気味であった。勿論牧草の施用は窒素分のみではなく他の土壌改良の意義も大で、火山灰土壌の地力増進に顕著な効果がみられる。

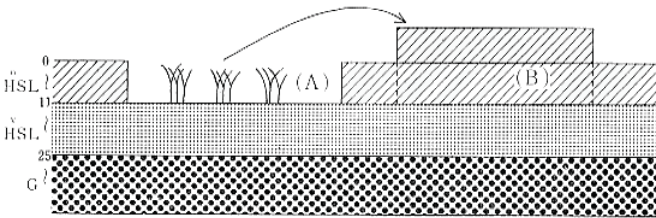
4年目では混層耕区が、普通耕より高くなり、作物の生育、収量と一致した傾向になっている。

以上のことから牧草の施用と土壌改良資材(石灰、燐酸)の使用にいたる火山性土壌の地力が増進したものと考えられる。

其の2箱型耕による下層土への緑肥導入効果について

I 試験地土壌及び試験方法

1. 試験地 前記その1に同じ
2. 試験の方法及び設計
3. 緑肥導入の方法(箱型耕の処理)次図の通り



前図に於いて、1年目に(A)部の作土層を盛り上げ、心土の露出した(A)に緑肥としてルービンを作付けし、作土の厚くなった(B)にはビートを作付けした。

2年目は(B)の旧作土共25cmを(A)に盛り上げ(B)の心土にルービンを作付けし、作土の高くなった(A)には馬鈴薯を作付けした。

3年目は全面的に復旧し、心土部全体に緑肥を鋤込んだ形にして、デントコーンを供試して地力増進の効果を検討した。

(1) 試験区名及び試験設計(kg/10a)

試験区名	1年目(ビート)				2年目(馬鈴薯)				3年目(デントコーン)			
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	堆肥	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	堆肥	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	堆肥
1. 普通耕区	12.0	14.0	8.0	2,000	7.0	8.0	7.0	1,500	8.0	8.0	6.0	1,500
2. 箱型耕基準肥区	12.0	14.0	8.0	2,000	7.0	8.0	7.0	1,500	8.0	8.0	6.0	1,500
3. " 多肥区	16.0	28.0	8.0	2,000	10.0	16.0	7.0	1,500	12.0	16.0	6.0	1,500
4. " 基準肥(下層土改良)	-	-	-	-	-	-	-	-	8.0	8.0	6.0	1,500

其の他各区に共通に10a当りFTE4kg、MgO4kgを施用した。

尚3年目の4区は、参考までに下層土の土壌改良を更に促進するため、緑肥と共に10a当り炭カル1,000kg、過石500kgを施用した。

緑肥に対する施肥量は10a当りP₂O₅6.0kg、K₂O5.0kgを施用し、ルービ根用菌を散布した。秋に鋤込んだルービを地上部生草重は10a当り1,000kg内外で地下部は約500kg内外であった。

II 試験成績及び考察

1. 生育調査成績

第1表 昭和39年度(3年目)成績(デントコーン)

試験区名	6月26日	成熟期	生草重	同比	乾草重	同比
	草丈 (cm)	草丈 (cm)	(kg/10a)	(%)	(kg/10a)	(%)
1. 普通耕区	20.6	167	1,820	100	106	100
2. 箱型耕基準肥区	22.2	176	2,200	121	130	123
3. 箱型耕多肥区	22.6	192	2,160	119	126	119
4. 箱型耕基準肥(下層土改良)	21.0	200	2,560	141	148	140

第1表は昭和39年度(3年目)の成績で、1年目、2年目にルービンを鋤込んで復旧した圃場に栽培した。当年は全道的に大冷害であったが、当地方に於いては春先の集中降雨で作土の一部が流亡した意外は冷害の影響がなく、比較的順調な生育経過であった。

本表によると前年の秋に土に緑肥を施用した箱型耕は、生育初期より良好で、成熟期に至るまで普通耕より優れ、生草収量、乾草収量共に増収になっている。この事は心土に対して緑肥の導入によって易分解性有機物、易分解性窒素の供給が豊富であったものと解される。尚試験区(3)の多肥の効果は判然としなかったが、(4)の下層土改良区は中期以降生育極めて良好となり、約40%の増収区みた事は将来火山灰土壌改良上注目すべき点と考えられるが、今回は組織的な試験として取り扱う事は出来なかった。

予備試験として実施した1年目、2年目の成績は次ぎの如くである。

第2表 昭和37年(1年目)、38年度(2年目)成績

試験区	ビート(1年目)				馬鈴薯(2年目)(kg/10a)				
	根周	根長	根重	同比	大薯	中薯	小薯	合計	同比

	(cm)	(cm)	(kg/10a)	(%)					(%)
1. 普通耕区	22.7	13.2	2.086	100	300	695	710	1,705	100
2. 箱型耕基準肥区	23.1	13.4	2.322	111	310	1,084	740	2,134	125
3. 箱型耕多肥区	24.6	15.3	2.649	127	235	1,090	740	2,065	121

注) 箱型耕処理で予備試験成績(第2表)の単位面積換算は実際上不可能であるが、前処理での緑肥(ルービン)の評価を次ぎの如く考えた。緑肥の成分価としては100kg当り約270円とみなされるので本試験で生産された緑肥は10a当り約4,050円とみられる。

第2表より明らかな如く、作土を厚く、根の伸長範囲を広く、深くする事により各作物とも生育良好になり増収した。

2. 作物体分析成績

3年目の収穫物の各要素含有率及び吸収量は次ぎの如くである。

第3表 デントコーン作物体分析成績(風乾物)

試験区	水分 (%)	含有率(風乾物当%)			吸収量(kg/10a)		
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
1. 普通耕区	3.23	1.10	0.36	3.89	11.5	3.8	40.5
2. 箱型耕基準肥区	3.86	1.28	0.35	4.13	17.2	4.7	55.5
3. 箱型耕多肥区	3.34	1.31	0.38	3.13	16.2	4.7	38.6
4. 箱型耕基準肥(下層土改良)	3.22	1.27	0.40	3.19	18.8	5.9	47.2

第3表によれば緑肥の施用により作物体のN含有率が高まり、吸収量も多くなっている。

これはルービンが易分解性で作物による吸収が容易であるためと考えられる。P₂O₅、K₂Oにちての吸収量は判然とした傾向はみられなかった。

3. 緑肥導入による下層土の窒素供給力の变化

先ず昭和38年秋に採取した第4表の土壌を用いて、畑状態の水分に保ち常法によりIncubationを行って生成する無機態窒素を測定して、無機化量、無機化率を測定した。

第4表 Incubationにより無機化する窒素(mg/100g土壌)

試料	Incubation前(A)		Incubation後(B)		(B)-(A)		無機化量	無機化率 (%)
	NH ₃ -N	NO ₃ -N	NH ₃ -N	NO ₃ -N	NH ₃ -N	NO ₃ -N		
無処理心土	0.30	0.27	0.36	0.93	0.06	0.66	0.72	0.55
緑肥施用心土	5.57	2.76	0.79	16.11	4.78	13.35	8.57	2.68

次ぎに、昭和39年6月採取の現地試験実施中の土壌分析の結果を示す。

第5表 Incubationにより無機化する窒素(mg/100g土壌)

試料	Incubation前(A)		Incubation後(B)		(B)-(A)		無機化量	無機化率 (%)	C (%)	N (%)	C/N
	NH ₃ -N	NO ₃ -N	NH ₃ -N	NO ₃ -N	NH ₃ -N	NO ₃ -N					
普通耕一作土	1.00	0.46	1.93	14.53	0.93	14.07	15.00	4.05	4.87	0.37	13.2
〃 一心土	1.74	0.21	2.45	4.61	0.71	4.40	5.11	2.42	1.95	0.21	9.3
箱型耕(基肥)一作土	1.28	0.63	1.54	16.39	0.26	15.76	18.02	5.17	4.12	0.31	13.3
〃 (〃)一心土	1.34	0.21	1.34	9.89	—	9.68	9.68	3.72	3.56	0.26	13.7
箱型耕(多肥)一作土	0.96	0.34	2.46	14.40	1.50	14.46	15.96	5.70	3.82	0.28	13.6
〃 (〃)一心土	1.78	0.37	2.81	9.16	1.03	8.79	9.82	3.93	3.38	0.25	13.5

第4表、5表によると一般的に緑肥施用後下層土の腐植含量、全窒素含量共に増加している。C/Nは無処理に比して高くなっているがIncubationにより無機化する窒素量は大幅に増加し、粗粒火山作土の心土の窒素供給量が大幅に増大したものと推定される。

以上から緑肥の心土に対する施用は易分解性の腐植と、易分解性の窒素の添加に役立っているものと考えられ、その他、未風化な火山性土の熟化促進にどの程度役立っているかは今後の研究に俟ちたい。

【指導参考事項】

羊蹄系腐植質火山性土における混層耕に関する試験成績
 道立中央農業試験場 化学部 土壌改良科
 (昭和41-43年)

- ・ 目的
 羊蹄山麓地域の腐植質火山性土に対する混層耕の効果と、その内容について検討する。
- ・ 試験方法
 試験地: 虻田郡喜茂別町留産 福井福治
 供試土壌: 腐植質火山性土
 試験内容:
 1.混層耕の効果確 (1)普通耕標肥、(2)普通耕増肥、(3)混層耕標肥、(4)混層耕増肥
 2.効果内容の検討 (1)生育経過と養分吸収、(2)表土と下層土の生産力的差異と微量元素の施用、(3)土壌の物理性調査
 (4)下層土の混入割合による効果の検討、(5)土壌殺菌ならびに農薬施用効果、
 (6)土壌ならびに作物の糸状菌調査
- ・ 試験成果の概要
 1)本土壌の下層土は養分状態悪であるが、混耕層の効果が明らかにみられる。その効果は主にてん菜が大きく、馬鈴薯では寡照多湿年に効果がみられるが、それ以外の気象条件下では明らかでない。
 2)てん菜に対する混耕層の効果は初期生育の旺盛なことが特徴である。
 3)混耕層によるてん菜の増収程度は初年度は20%内外であったが、2年目以降は低減する傾向がみられ、3年目では10%以内の増収にとどまった。しかし、3年目は普通耕に根腐れの発生が多く、これを考慮すれば20%の増収がみられる。
 4)表土の初期生育不良性の原因は土壌の理化学性の面からは認められなかった。
 5)土壌の蒸気殺菌効果、クロールピクリンによる立枯病の解消、デキソン、PCNB剤の効果がみられた。一方てん菜栽培歴の多い土壌は初期生育が劣ることが認められた。
 6)さらに普通耕表土はAphanomyces、Pythiumなどの発現が優性であって、混層耕はこれより半減し、下層はさらに少ないこと、およびてん菜の稚苗根の培養による糸状菌の発現数は前者と類似の傾向を示した。このようなことから普通耕におけるてん菜の初期生育の不良性は微生物による要因が大きいことが認められる。そして立枯病を中心とする糸状菌が移植てん菜の根に寄生し、発病に至らないまでも根の機能を阻害して初期生育を不振ならしめるものと推察される。
 7)当地域の混層耕効果の要因について検討した結果、土壌の理化学性の中からは決定的な要因を抽出することが困難であったため、この主要因を土壌微生物に求めたところ、その可能性が一応明らかになった。しかし微生物的要因の場合は混層耕効果の持続年数については、さらに検討を必要とする。てん菜については混層耕以外の微生物対策をも推定する必要がある。

- ・ 主要成果の具体的データ
 混層耕による生育ならびに収量(てん菜)

項目/ 時期/ 区別	草丈 (cm)			葉数			収量 (kg/a)			収量比		
	23/VI	2/VIII	収穫期	23/VI	2/VIII	収穫期	41年	42年	43年	41年	42年	43年
普通耕標肥	16.8	50.3	48.5	10.9	20.7	20.6	292.9	366.7	363.5	100	100	100

〃 増肥	18.1	53.9	50.3	11.1	21.0	17.4	327.8	—	382.3	115	—	105
混層耕標肥	18.3	51.9	46.2	11.1	21.0	20.0	365.5	406.6	437.6	125	111	120
〃 増肥	18.9	55.0	49.1	10.7	21.1	19.5	389.4	—	446.9	133	—	123

混層耕による乾物重の推移(てん菜) (g)

項目/ 時期/ 区別	25/VI			21/VII			12/VIII		
	頸葉	根部	計	頸葉	根部	計	頸葉	根部	計
普通耕標肥	16.76	2.96	19.7	82.5	79.0	161.5	301.1	316.6	617.7
〃 増肥	21.26	5.86	27.5	136.5	90.0	226.5	330.1	346.6	676.7
混層耕標肥	25.15	7.36	32.5	138.5	115.0	253.5	215.6	322.1	537.7
〃 増肥	27.71	5.79	33.5	151.0	96.5	247.5	308.1	317.5	625.6

混層耕と下層土の収量比

(粋試験0.5m²2連)

	枠当り菜根重(g)	収量比
普通耕	4.198	100
混層耕	5.575	133
下層土(2層)	4.160	99
〃 (3層)	3.885	93

土壌殺菌による生育状況(乾物重g)

ブロック/ 区別	A	B	C	平均	比
無処理	1.75	1.07	1.79	1.54	100
蒸気殺菌	3.00	4.10	2.81	3.30	214
デキソン剤	1.33	1.94	1.39	1.55	101
下層土	1.50	1.98	2.06	1.85	120
混合土	2.11	1.35	1.60	1.69	110

土壌殺菌による立枯発生の相違

	立枯罹病率(ポット試験)			
	無処理	デキソン	PCNB	クロールピクリン
普通表土	88.9	72.0	55.6	0
混層土	63.9	0	17.7	0
対照土	83	0	5.9	0

土壌の発見糸状菌

普通表土	Aphanomyces	(8)
	Pythium	(3)
	Fusarium	

	Aphanomyce + Pythium	(1)
	Pythium + Fusarium	(1)
混層土	Aphanomyces	(4)
	Pythium	(1)
	Pythium + Fusarium	(1)
	不明	(2)
下層土	Fusarium	(2)
	Phoma	(1)
	不明	(1)

・ 普及指導上の注意事項

- 1)この適応範囲は羊蹄山麓地域に分布する腐植質火山性土のてん菜での効果が大きい。
- 2)この場合地表下30~40cmから巨礫が出現するところは、効果ならびに機械施工の面から困難である。
- 3)小豆を中心とする豆類の効果は明らかでない。
- 4)混層実施の場合、熔燐自在の投入が前提であり、石灰、苦土資材も必要である。
- 5)混層地の施肥はおおむね普通耕に準ずるが、増肥により更に増収が期待出来る。

【指導参考事項】

成績概要書

(作成 平成9年 1月)

課題の分野 北海道 農業工学 農地整備一 研究課題名: 堅密固結性土壌に対する有材心土改良耕法の確立(追捕) (環境保全型基盤整備技術推進事業) 予算区分: 道単 担当科: 中央農試農業土木部 生産基盤科 上川農試研究部 土壌肥料科 研究期間: 平成3-8年度 協力・分担関係: なし

1. 目的

本試験は堅密固結性土壌の畑地帯に対して、有機物を利用した新しい有材心土改良耕法を検討する。

これにより、下層土がさわめて硬い土を改善し、高品質な畑作物の安定生産に寄与する。本成績では「カルチタイン付き有材心土改良耕プラウ」による土層改良法の効果が明らかになったので報告する。

2. 方法

- 1) 試験地: 美瑛町字大久保佐藤俊一氏圃場(A圃場1ha・B圃場1ha)
- 2) 施工法: 本工法はカルチタイン付き有材心土改良耕プラウにより作土25cmを剥いで、心土に改良資材を投入すると同時にカルチタインにより耕起攪拌する。
- 3) 試験区: 改良資材としてパーク堆肥を①4t/10a、②10t/10a、③20t/10a投入し、④原土区と比較し改良効果を検討した。
- 4) 調査項目: 土壌物理性(容積重、三相分布、粗孔隙、易有効水容量等)、貫入抵抗土壌断面調査、突固め試験、生育収量、施工費用等を調査した。

3. 結果の概要

- 1) カルチタイン付き有材心土改良耕プラウによって作土直下の堅密土層は破碎され、パーク堆肥が層状に施用された。その結果、易有効水容量など物理性が改善された(表1)。
- 2) 改良により深さ40cmまで容積重が低下し、粗孔隙が増加していた。硬度も14~17mmと柔らかくなった。また、パーク堆肥の多いほど物理性の改善効果が大きかった。
- 3) パーク堆肥を使用した突固め試験から心土の土壌に有機物20t/10a相当量を混合した場合、土壌の圧縮は受けるが、その程度は小さかった(図1)。
- 4) パーク堆肥の投入量を決定するために粗孔隙と容積重を指標に検討すると10~20t/10aが妥当であった(図2)。
- 5) 土壌水分の変化を融雪期と作物生育期間に調査したが、作土余剰水が排除されたり保水性の向上が認められたが、排水効果はそれほど大きくなかった。
- 6) 改良により根圏域の拡大し、有効土層の根の養分吸収が高まり根活性が向上した(図3)。
- 7) 畑作物に対する収量及び品質向上効果が認められた。特に、秋まさ小麦、バレイショ、ピートで大きかった(表2)。
- 8) 以上のことから、美瑛・富良野地方に分布する細粒褐色森林土1に対してカルチタイン付き有材心土改良耕プラウでパーク堆肥10~20t/10a施用する土層改良効果が認められた。

表1 施工後の改良土層の物理性

	容積重 (g/100mL)	三相分布(%)			孔隙率 (%)	易有効水容量 (%)
		固相	液相	気相		

原土区心土	152.0	60.3	37.8	1.9	39.7	5.2
バーク堆肥10t/10a区改良層	139.0	43.5	44.9	11.6	56.5	8.6
バーク堆肥20t/10a区改良層	115.1	42.3	39.7	18.0	57.7	10.6

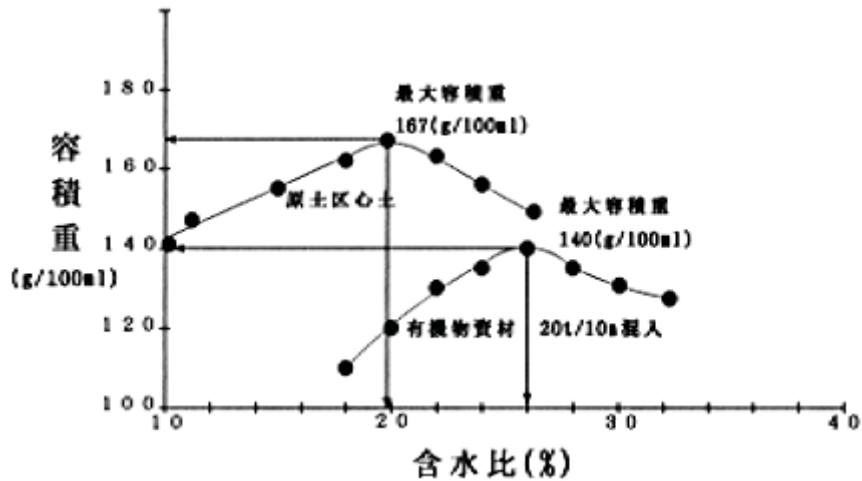


図1 改良層の締固めによる力学的改善

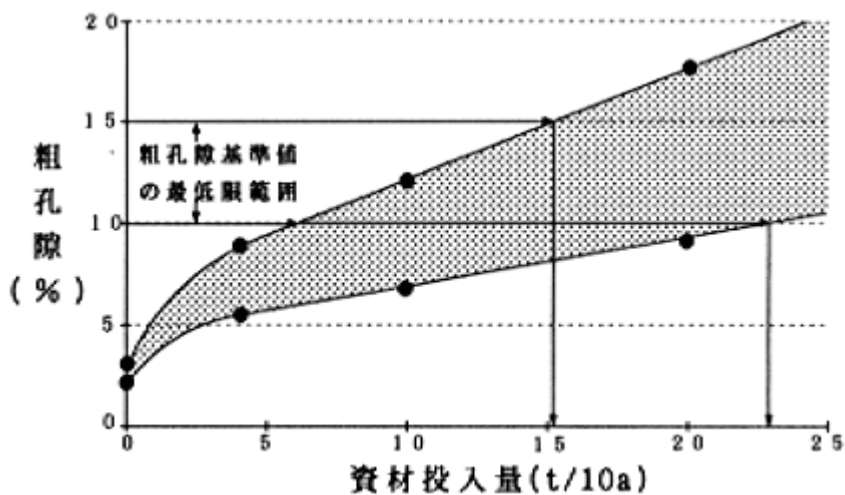


図2 粗孔隙と有機物投入量の関係

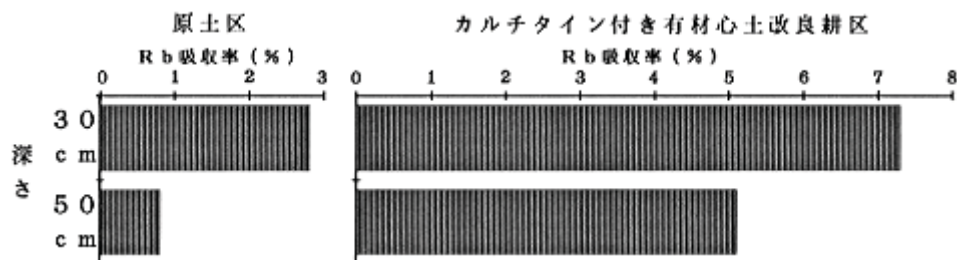


図3 Rbによる根活性の比較(平成3年施工圃場・平成7年)

表2 秋まき小麦の生育収量(平成4年度・A圃場)

区別	5月19日						
	草丈 (cm)	莖数 (本/m ³)	乾物重 (g/50cm)	穂数 (本/m ³)	子実重 (kg/10a)	千粒重 (g)	蛋白含量 (%)
原土区心土	152.0	60.3	37.8	1.9	39.7	5.2	
バーク堆肥10t/10a区改良層	139.0	43.5	44.9	11.6	56.5	8.6	
バーク堆肥20t/10a区改良層	115.1	42.3	39.7	18.0	57.7	10.6	

原土区	33.7	1140	24.0	440	565	36.1	8.2
心土改良耕パーク堆肥 4t/10a	35.9	950	21.9	480	662	38.3	9.0
心土改良耕パーク堆肥 10t/10a	35.3	1090	24.6	560	727	37.3	10.5
心土改良耕パーク堆肥 20t/10a	33.1	1070	23.1	534	723	38.8	9.6

4. 成果の活用面と留意点

1) 普及地帯は作土の物理改善が済んでおり、心土が堅密であるが透水性の良い地帯（褐色森林土・淡色黒ボク土等）に適用できる。

2) 施工はカルチタイン付さ有材心土改良耕施工機を使用し、改良資材はパーク堆肥を使用する。

5. 残された問題とその対応

1) 効果の長期的な持続年限の検討

成績概要書(2002年1月作成)

研究課題: 畑土壌への心土改良工法の導入と堆肥併用技術 担当部署: 十勝農試生産研究部栽培環境科、北見農試生産研究部栽培環境科 協力分担: 北海道立中央農試農業環境部環境基盤科 予算区分: 道費 研究期間: 1997~2001年度

1. 目的

心土の改良による根圏拡大をキーワードに施工直後から高生産な圃場を農家に提供することを目的に、深耕、オーパナ式有材心土改良耕、プラウ式有材心土改良耕の3つの工法をとりあげ、それら基盤整備工法の効果を評価するとともに、堆肥施用を組み合わせることの有効性を検討した。

2. 方法

- ①深耕: 芽室町淡色黒ボク土で実施。1997年10月に堆肥(0,4,10,20t/10a)を散布後、30×1連プラウを用いて深耕した。施工後堆肥施用区には毎年3t/10aの堆肥を施用し、減肥処理を設けた。
- ②オーパナ式有材心土改良耕: 帯広市多湿黒ボク土で実施。1997年10月にピリ砂利暗渠を施工し、直後有材心土改良耕プラウにてバーク堆肥を充填深30~60cm、幅8cm、間隔120cmにて充填した。施工後堆肥を0,4,10t/10a施用した。堆肥施用区には施工後毎年3t/10aの堆肥を施用し、減肥処理を設けた。
- ③プラウ式有材心土改良耕: 訓子府町灰色台地土で実施。1997年9月25日に改良資材を圃場に散布し、スガノ農機製の有材心土耕プラウを用い、資材充填深30~60cm、充填幅10cm、施工間隔60cmで施工した。
改良資材はバーク堆肥10t/10a及び軽石流堆積物50m³/10aを用いた。施工後牛糞麦稈堆肥を0,2,4,10t/10a施用した。堆肥施用区には翌年以降毎年2t/10aの堆肥を施用し、減肥処理を設けた。

3. 成果の概要

<深耕>

- ①深耕により心土が膨軟化し全炭素、熱水抽出性窒素、有効態リン酸、微生物活性などが高まり、下層への作物の根張りが改善された。作土の全炭素、微生物活性、耐水性団粒割合(1mm以上)は深耕で低下したが、堆肥の施用で回復した(表1)。
- ②深耕+堆肥施用(4t/10a)で、4年平均15%増収した。堆肥10t以上では施工後1年目に減収した。他の2つの工法も含めて堆肥の施用量は4t/10aが適切であった。

<オーパナ式有材心土改良耕>

- ③心土改良耕の実施で乾燥年を除いて作物の生育は向上し、収量も高まった。堆肥の施用で作物生育、収量、微生物活性とも向上したが、堆肥4tと10tで明確な違いはなかった(表2)。通常のピリ砂利暗渠単独に比べ約2倍の排水能が得られた(表3)。
- ④暗渠水の硝酸態窒素濃度は施工2年目まで5ppm以下で推移した。

<プラウ式有材心土改良耕>

- ⑤プラウ式有材心土改良耕の施工区では切断溝及び周辺の土壌が膨軟になり、作物根が下層に伸張し(図1)、排水性が高くなった(図2)。
 - ⑥てんさい、秋まき小麦の収量はプラウ式有材心土改良耕系列で無処理系列より5~18%程度増加した(表4)。
 - ⑦プラウ式有材心土改良耕と施工時に4t/10a程度の堆肥施用及び2t/10a程度の堆肥連用を組み合わせると、根の伸長に伴い下層からの窒素回収率が向上するため、3割減肥条件下でも対照区と同等の収量が得られた。
- <適用条件>
- ⑧畑土壌への心土改良工法の適用条件を表5に示した。

表1. 深耕と堆肥施用の組み合わせの影響

		1998	1999	2000	2001	α-グルコシ	
耕起 処理	堆肥 処理	てん	スイート	秋小麦	ばれい	ターゼ	活性
		さい	コーン		しょ	pmol/g/分	
		根重	雌穂重	子実重	規格重	作土	心土
普通	MO	6580	859	553	4660	504	140
深耕	MO	113	102	107	91	474	476
	M4+3	108	122	115	113	557	472
	M10+3	89	123	108	128	603	677
	M20+3	102	117	105	114	731	667

注) 太字ゴシックは普通MOに対する100分比、収量の単位はkg/10a

M20+3: M造成時堆肥施用t/10a+連用t/10a(他の図表も同じ)

表2. オープナ式有材心土改良耕
と堆肥の組み合わせ効果

		1998	1999	2000	2001	α-グルコシ	
排水 処理	堆肥	てん	小豆	ばれい	秋播	ターゼ	活性
		さい		しょ	小麦	pmol/g/分	
		根重	子実重	規格重	子実重	'98-99	'00-01
普通	MO	6.35	359	3649	715	621	599
有材	MO	100	93	103	96	637	682
	M4+3	103	106	107	102	650	657
	M10+3	108	90	106	111	677	670



(本/区) 0-4 5-9 10-14 15-19 20-24 25- (1区画:8cm×8cm)
根数 (数字単位:山中式硬度計mm)

表3. ピーク時排水量
mm/時間

年	日時	普通	有材*
1999	9/16	5.5	9.4
	9/23	2.7	7.4
	10/18	1.5	4.3
2000	9/12	4.1	4.9
	9/25	1.2	2.4

*: オープナ式有材心土改良

表4.プラウ式有材心土改良耕系列毎に平均した収量

	1998	1999	2000	2001
処理	てん	ばれ	秋まき	てん
(プラウ式)	さい	いしょ	小麦	さい
	根重	上根重	子実重	根重
無施工	6522	2907	580	4959
軽石流堆積物	109	100	105	118
パーク堆肥	114	90	107	114

注) 太字ゴシックは無施工に対する100分比
収量の単位はkg/10a

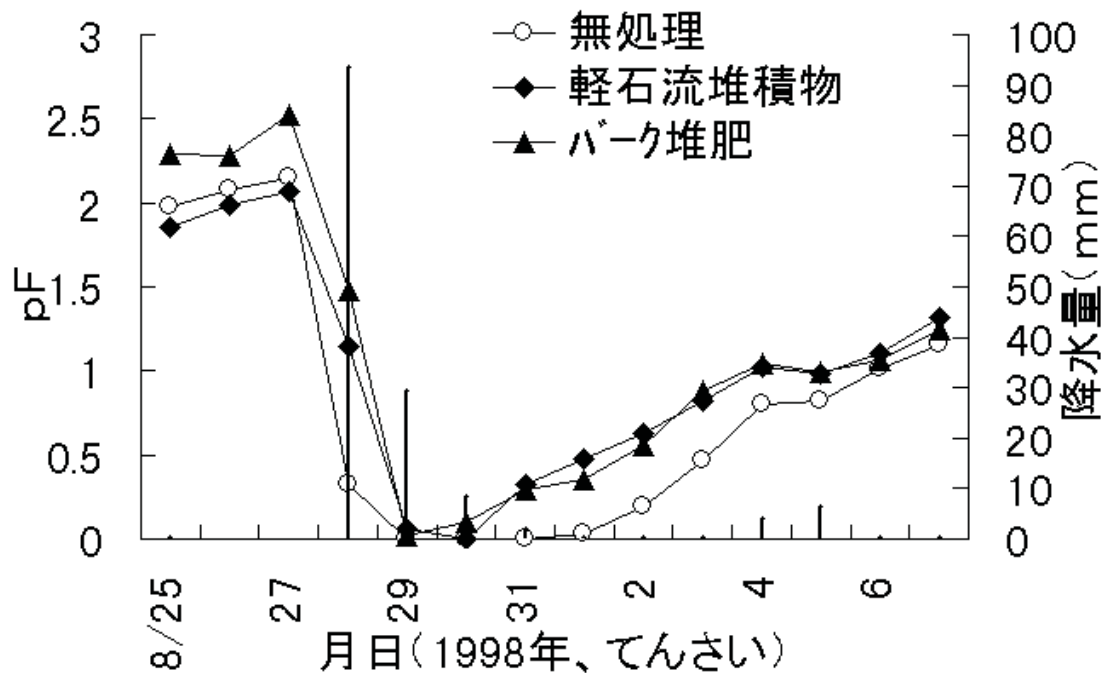


表5.畑土壤への心土改良工法の適用条件

心土改良工法	適用土壌	効果
深耕	淡色黒ボク土	作土厚増
	混和下層の土壌L~SL、礫無し	心土の膨軟化
オープン式	排水不良地、集水地形	高度な排水改良
有材心土改良耕	心土の硬度20mm以下(例:多湿黒ボク土)	
プラウ式	心土の硬度20mm以上	心土の膨軟化
有材心土改良耕 (例:作土下層の堅密な褐色森林土、灰色台地土)		排水改良

注) 施工時に麦稈牛糞堆肥4/10a程度施用する。プラウ式の改良資材にはパーク堆肥
または軽石流堆積物のいずれか入手し易いものを用いる。

4. 成果の活用面と留意点

- ①本成績は基盤整備を導入しようとする農家およびそれを集約、実施する市町村、土地改良区などが利用する。
- ②深耕の施工は対象土層に礫及び強粘質土層を含む場合は避ける。また、施工に当たって銅、亜鉛などの微量元素が不足する場合には土壌診断に応じて補充策を講じる。

5. 残された問題とその対応

研究課題：石灰資材を投入した心土肥培耕による低生産性土壌の改良効果実証
（道北地域における低生産性土壌の改良による畑作物の収量向上）

担当部署：上川農試 技術体系化チーム

協力分担：上川支庁産業振興部調整課、上川農業改良普及センター士別支所

予算区分：道費（農政部事業・技術調査）

研究期間：2006～2008年度（平成18～20年度）

1. 目的

道北地域において、心土の酸度が高い土壌を対象に心土肥培耕による炭カル施用を行い畑作物の収量性向上を図るとともに、その経済性評価を行う。

2. 方法

○調査・試験実施地区：士別市A地区

1) 心土肥培耕における収量性向上の検討

- ・供試圃場および土壌：細粒暗赤色土の農家圃場4カ所。土性：作土LiC、心土LiC、腐植：作土含む～あり、心土あり～なし
- ・施工概要：H18年9月に秋まき小麦跡地4圃場において、45cm畦幅で土層深50cmまで心土肥培耕（心土肥培耕プラウ）を施工。心土20～50cm深において石灰資材が混和される条件での改善目標を y_1 （交換酸度）=3または6として（これに相当する土壌pHは5.8または5.5）、土層25cmおよび45cm程度の深さに炭カルまたはライムケーキ（粒状）を筋状に投入。慣行（無施工）、炭カル減量（ $y_1=6$ ）、炭カル全量（ $y_1=3$ ）、ライムケーキ（ $y_1=3$ ）の4処理。以上の処理区に加え、作土pHを改善した作土改善系列も設置。
- ・対象作物：秋まき小麦、てんさい、スイートコーン、赤えんどうを作付け。

2). 心土肥培耕の経済性評価

- ・総費用総便益比によって心土肥培耕の経済性評価を行うとともに、総所得償還率によって受益者（農家）負担の可能性分析を行う。
- ・総費用総便益比 = $\frac{\text{総便益}}{\text{総費用}} \geq 1.0$ …①式
- ・総所得償還率 = $\frac{\text{施工費用にかかる年償還額}}{\text{現況年総農業所得}} \leq 0.2$ …②式

3. 成果の概要

1) 心土肥培耕における収量性向上の検討

- (1)炭カル、ライムケーキ（粒状）を投入した施工により、心土の粗孔隙、透水係数等物理性が改善されるとともに、目標とする酸度矯正がなされた。ただし、施工3年目では物理性の効果が低下すると見られる場合があった（表1）。
- (2)てんさい、スイートコーン、赤えんどうで比較的高い増収効果が認められ、小麦でも増収効果が認められた。施工効果は作土pHが低い場合には認められないことが多く、安定した効果を期待するには、作土pHは5.3程度以上（ $y_i=9$ 以下）が必要であった。施工後2ヵ年で作土の土壌診断基準値下限付近以上の処理区における施工効果の平均は13%程度であり（表2）、施用量としては $y_i=3$ （pH5.8）を目標としたほうが良好と判断された。
- (3)効果発現の要因として、心土破碎により亀裂に沿って根が進入し炭カルまで到達するなど根系の拡大が認められ（データ省略）、根活性の向上が養分吸収に効果をもたらしたと考えられた。

2). 心土肥培耕の経済性評価

- (1)心土肥培耕の施工に要するha当たり総費用は、炭カル全量区で564,941円、ライムケーキ区で508,289円であった（表3）。
- (2)心土肥培耕による年効果額（増加純収益額）に基づき作物生産効果を求め、これに営農費節減効果を加えると、ha当たり総便益は798,707円となった（表4、表5）。
- (3)以上の結果から総費用総便益比を求めたところ（①式参照）、炭カル全量区で1.41、ライムケーキ区で1.57となり、本試験で実証した心土肥培耕は十分な経済効果を発揮することが明らかになった。なお、処理区における施工効果の平均値（増収率13%程度）に基づいた評価でも、十分な経済効果を発揮することを確認した。
- (4)現況年総農業所得（130,430円/ha）と心土肥培耕の施工費用に係る年償還額（炭カル全量区：33,885円/ha、ライムケーキ区：30,487円/ha）を求め総所得償還率を算出したところ（②式参照）、炭カル全量区では0.260、ライムケーキ区では0.234となり、現況年総農業所得のうち償還に振り向けられる額の割合が農家所得に対する平均貯蓄性向の0.2以下であるという判断基準を満たすことができないことがわかった。
- (5)ただし、通常の土地改良事業では施工費用の50～75%程度の補助が行われており、このことを前提にすると、総所得償還率0.2以下という判断基準をクリアすることが十分可能であり、本試験で実証した心土肥培耕の普及可能性は高いと判断された。

表1 心土肥培耕施工後の心土の理化学性経過

圃場名	年次	処理区	pH (H ₂ O)	交換酸度 (y ₁)	飽和透水係数 (cm/s)	pFl. 5 気相率 (%)	容積重 (g/100ml)
A-1	18	慣	5.4	10.2	1.9×10 ⁻⁷	3.0	139
		全	6.6	0.0	2.2×10 ⁻⁴	10.1	121
	19	慣	5.1	26.7	6.5×10 ⁻⁴	7.4	127
		全	5.4	7.1	3.3×10 ⁻⁵	5.8	137
	20	慣	5.4	8.3	3.8×10 ⁻⁵	4.8	148
		全	6.6	0.0	3.3×10 ⁻⁶	2.6	142
A-2	18	慣	5.0	14.9	1.2×10 ⁻⁷	3.2	125
		全	6.4	0.0	2.8×10 ⁻³	10.9	115
	19	慣	4.8	30.9	3.1×10 ⁻⁵	2.7	148
		全	5.4	1.8	2.3×10 ⁻²	16.7	107
	20	慣	4.9	24.4	6.2×10 ⁻⁵	3.4	150
		全	6.5	0.0	2.2×10 ⁻²	13.3	125
B-1	18	慣	5.0	25.4	3.2×10 ⁻⁵	5.6	133
		全	5.7	1.6	7.4×10 ⁻³	18.4	113
	19	慣	4.6	26.2	9.0×10 ⁻⁷	3.1	139
		全	6.4	0.0	4.3×10 ⁻⁴	9.8	119
	20	慣	4.6	44.3	9.1×10 ⁻⁴	11.8	126
		全	5.3	4.9	4.0×10 ⁻⁴	7.0	133
B-2	18	慣	5.2	24.2	5.3×10 ⁻⁵	7.0	143
		全	6.0	0.1	5.7×10 ⁻⁴	12.0	124
	19	慣	4.6	35.7	1.4×10 ⁻⁴	5.3	142
		全	5.7	0.1	1.9×10 ⁻²	14.8	116
	20	慣	5.0	20.9	1.0×10 ⁻⁵	5.1	146
		全	5.9	0.0	7.1×10 ⁻⁵	5.8	130

慣：慣行区、全：炭カル全量区

A-1圃場はH19春に慣行区を含め全面に心破施工

化学性は慣行区はAB層またはC1層、その他は20~50cmを混和した条件で測定

物理性は心土30-40cm部分で測定

調査月日 H19年：A-1(11/7)、A-2(8/2)、B-1(11/7)、B-2(8/2)

H20年：A-1(9/17)、A-2(10/21)、B-1(8/26)、B-2(10/21)

表2 本試験の施用効果集計表(作土のpHレベル別に表示)

処 理 区	てんさい(H19)			てんさい(H20)					
	低pH(高y1)	基準値下限付近	pH改善	低pH(高y1)	基準値下限付近	pH高			
慣行区	100(5.33)	100(4.95)	100(4.90)	100(3.67)	100(4.89)	100(5.66)			
減量区	104	105	115	—	115	—			
全量区	92	—	105	162	126	103			
ライム区	85	118	105	—	131	128			
施工区平均	94	112	108	—	124	116			
処 理 区	小麦(H19)			スイートコーン(H20)			赤えんどう(H20)		
	低pH(高y1)	基準値下限付近	pH改善	低pH(高y1)	基準値下限付近	pH改善	極低pH(高y1)	低pH	基準値下限付近
慣行区	100(576)	100(506)	—	100(769)	100(760)	100(807)	100(227)	100(257)	100(266)
減量区	95	100	—	87	105	100	111	105	127
全量区	106	49*	—	82	102	115	96	97	115
ライム区	93	114	—	—	124	111	105	99	—
施工区平均	98	107*	—	85	110	109	104	100	121

作土pHレベル別に検討した結果に基づく、—は該当処理区なし

極低pH：4.9程度、低pH：5.1程度、基準値下限付近：5.3~5.4程度、基準値付近：5.5~5.6、

pH高または改善：5.8~6.0程度 (スイートコーンは5.6~5.8程度)

慣行区のみカッコ内は収量実数 てんさいのみt/10a、それ以外はkg/10a

てんさい：根重、小麦：子実重、スイートコーン：規格内雌穂重、赤えんどう：子実重

*初期生育不良の施工区。小麦基準値下限付近の施工区平均値はその値を除く

表3 心土肥培耕に要する費用

			(単位：円/ha)	
			炭カル全量区	ライムケーキ区
機 械	利 用	費	111,274	118,652
燃 料	費	42,544	45,365	
資 材	費	13,466	14,359	
諸 経	費	188,800	142,000	
費 用		231,455	208,244	
総	費	587,539	528,620	
評価基準年度において現在価値化した総費用			564,941	508,289

注1：機械費、賃金、燃料費及び資材費の合計額の65%相当額を諸経費として見込んだ。

2：心土肥培耕を評価基準年度の翌年に施工することと仮定し、年利利率4%で総費用を現在価値化した。

表4 心土肥培耕による年効果額

	てんさい	小 麦	スイートコーン	赤えんどう	4作物平均
慣行区の収量(kg/10a)	4,890	506	760	266	—
施工区における増収率(%)	24	7	10	21	—
増収量(kg/10a)	1,174	35	76	56	—
販売単価(円/kg)	9.5	33.8	30.0	191.7	—
毎年の生産量・品質に基づく支払(円/kg)	2.2	35.2	—	—	—
増加粗収益額(円/ha)	137,311	24,428	22,800	107,084	72,906
純益率(%)	79	83	74	81	—
年効果額(増加純収益)(円/ha)	108,476	20,275	16,872	86,738	58,090

注1：販売単価は平成19年の実績。

2：毎年の生産量・品質に基づく支払：小麦・2,110円/60kg(Aランク1等)、てんさい2,150円/t(糖度17.1度)

3：慣行区の収量は基準値下限付近で評価。

表5 心土肥培耕による便益

			(単位：円/ha)
効果の区分	効果額	備 考	
作物生産効果	759,101	・心土肥培耕の効果継続期間を20年として算出	
営農費節減効果	39,606	・心土肥培耕の施工によって省略される心土破碎の費用1回分を営農費節減効果として算出	
合 計(総便益)	798,707		

4. 成果の活用面と留意点

- 1) 本成績は心土が堅密で酸性の強い土壌における生産性向上技術として活用できる。
- 2) 施工効果を得るためには作土の土壌pHを土壌診断基準値以内とし、その後も適正に管理する。
- 3) 施工は土壌水分の適正な時期に実施し、施工後の整地を十分に行う。
- 4) 心土肥培耕の効果を持続させるため、心土破碎を適宜(4~8年に1度)実施する。

5. 残された問題とその対応

な し