

成績概要書（2009年1月作成）

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。

$$\begin{aligned} \text{総費用総便益比} &= \frac{\text{総便益}}{\text{総費用}} \geq 1.0 \quad \cdots \text{①式} \\ \text{総所得償還率} &= \frac{\text{施工費用にかかる年償還額}}{\text{現況年総農業所得}} \leq 0.2 \quad \cdots \text{②式} \end{aligned}$$

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、安定性した効果を期待するには、作土pHは5.3程度以上（ $y_1=9$ 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 $y_1=3$ （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出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)	pF1.5 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)	基準値付近	pH改善	低pH(高y1)	基準値下限付近	基準値付近	pH高	
慣 行 区	100(5.33)	100(4.95)	100(4.90)	100(3.67)	100(4.89)	100(5.66)	100(6.95)	
減 量 区	104	105	115	—	115	—	101	
全 量 区	92	—	105	162	126	103	112	
ライム区	85	118	105	—	131	128	—	
施工区平均	94	112	108	—	124	116	107	
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)	基準値下限付近
慣 行 区	100(576)	100(506)	—	100(769)	100(760)	100(807)	100(227)	100(266)
減 量 区	95	100	—	87	105	100	111	105
全 量 区	106	49*	—	82	102	115	96	115
ライム区	93	114	—	—	124	111	105	99
施工区平均	98	107*	—	85	110	109	104	100

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
総費用	231,455	208,244
評価基準年度において現在価値化した総費用	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、年利子率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