

令和6年度 成績概要書

課題コード（研究区分）： 3105-215500（経常（一般）研究）、7107-735931（受託研究（国））

1. 研究課題名と成果の要約

- 1) 研究成果名：北海道耕地土壌の理化学性と炭素貯留量の2023年度までの推移
（研究課題名：環境保全型有機質資源施用基準の設定調査（経常研究）、農地土壌炭素貯留等基礎調査事業（農地管理実態調査）（農水省受託研究））
- 2) キーワード：土壌理化学性、実態、土壌診断基準値、減肥可能量、炭素貯留量
- 3) 成果の要約：道内耕地土壌では、心土がち密な地点、低pH・ケイ酸不足の地点、交換性カリや有効態リン酸が基準値を超える地点が依然として多いものの推定減肥可能量は減少した。30cm深土壌炭素貯留量は平均111.2 t/haで、泥炭土での減少傾向が伺われた。全道耕地面積114万haでは4.8億t-CO₂と推定され、堆肥施用による炭素貯留効果は高かった。

2. 研究機関名

- 1) 代表機関・部・グループ・役職・担当者名：中央農業試験場・農業環境部・環境保全グループ・研究主任・藤井はるか
- 2) 共同研究機関（協力機関）：中央農業試験場・農業環境部・生産技術グループ、上川農業試験場・研究部・生産技術グループ、道南農業試験場・研究部・生産技術グループ、十勝農業試験場・研究部・生産技術グループ、北見農業試験場・研究部・生産技術グループ、酪農試験場・草地研究部・飼料生産技術グループ、酪農試験場・天北支場・地域技術グループ、（各農業改良普及センター）

3. 研究期間：平成10年度～（1998年度～）、令和3～5年度（2021～2023年度）

4. 研究概要

1) 研究の背景

耕地土壌の理化学性は安全かつ持続的な農業生産の基盤であり、その実態把握は重要な課題である。また、国は耕地土壌をCO₂の吸収源として位置づけている。

2) 研究の目的

北海道耕地土壌の理化学性の実態、変化の方向および土壌管理のための留意点を明らかにし、適正な土壌管理および土壌肥沃度の維持に役立てる。また、道内の耕地土壌に貯留された炭素量と変動実態を明らかにする。

5. 研究内容

1) 北海道耕地土壌の理化学性の実態・変化とその対応（H10～R5年度）

- ・ねらい：北海道耕地土壌の理化学性の実態、変化の方向および土壌管理のための留意点を明らかにする。
- ・試験項目等：1999～2023年の間4年を1巡として6巡調査。2020～2023年は533地点。調査項目：作土深、心土ち密度、仮比重、作土の化学性（14項目）。これ以前（1959～1998年）の調査データも活用。

2) 北海道耕地土壌の炭素貯留量（R3～5年度）

- ・ねらい：本道の耕地における土壌炭素貯留量と変動実態を明らかにする。
- ・試験項目等：①実態調査：2020～2023年に533地点。30cm深までの土層深、仮比重、炭素濃度から貯留量算出。②有機物施用試験：2013年～、中央農試（低地土；緑肥と堆肥の有無；たまねぎ連作）・十勝農試（黒ボク土；残渣鋤込と堆肥の有無；4畑作物輪作、2020年迄）・酪農試（黒ボク土；堆肥とスラリーの有無；飼料用とうもろこし連作及び牧草）。これ以前（2008～2020年度）の継続課題のデータも活用。

6. 研究成果

- 1) (1) 土壌診断基準値に照らした現状評価(表1)：[水田] pH基準値未満地点が5割、有効態リン酸超過や可給態ケイ酸不足地点が8割以上存在した。[普通畑] 作土深が浅い地点と心土が堅密な地点が5割強。交換性カリ・有効態リン酸が超過の地点が6～7割存在。[野菜畑] 作土深が浅い地点が6割、心土が堅密な地点、pHが低い地点が4割、交換性カリ超過の地点が8割、有効態リン酸がたまねぎ基準に照らしても超過の地点が5割存在した。[草地] 交換性カリと苦土の超過地点が各6割と8割、有効態リン酸超過の地点が4割存在した。これらに留意した圃場管理、物理性改善、施肥対応が望まれる。
- (2) 2023年までの土壌理化学性の変化(表1)：普通畑と野菜畑で増加してきた有効態リン酸や上昇傾向にあったpHはほぼ横ばいで推移している。
- (3) 畑地では、転換畑地帯の空知で作土深が浅く、オホーツクで特に有効態リン酸や交換性カリが高い等の地域性が認められ(表2)、地域的な営農形態や作付け作物種の違いが影響していると思われた。
- (4) 施肥対応基準と肥料出荷量やアンケート調査による施肥実態を基に、有機物施用を考慮せず推定した全道におけるリン酸の減肥可能量は、水田ではリン酸2,463t、普通畑の主要5作物合計で7,329t（てん菜5,592t）と試算された。カリは共にマイナスとなり減肥不要な水準に達したと想定された。（データ略）
- 2) (1) 道内耕地30cm深の土壌炭素貯留量は全作目・全土壌平均で111.2 t/haであり、牧草を除いて作目間差は小さく土壌間差が大きかった（泥炭土172>火山性土128>台地土95≧低地土88）(表3)。
- (2) 道内の土壌区分別の作目別面積推定値と作目別土壌別炭素貯留量から全道耕地114万haの炭素貯留総量を132.1 Tg（CO₂で4.85億t）と推定した(表3)。これは道内での年間CO₂排出量(2019年)の約10倍に相当する。この炭素貯留総量は2014年試算値より9%低下し、2021年試算値とほぼ同等である。
- (3) 2008～2023年に同一作目の継続125定点における炭素貯留量変化は、泥炭土で貯留量が減少し、火山性土で微増する傾向であった。作目別では明らかな変化傾向はなかった。（データ略）
- (4) 有機物無施用での土壌炭素貯留量は、低地土と多腐植の黒ボク土で漸減し、少腐植の黒ボク土で微増した。緑肥や残渣よりC/N比の高い牛ふん麦稈堆肥では炭素貯留の効率が特に低地土で高かった(図1)。

<具体的データ>

表1 土壌理化学性の変化と現状の評価(抜粋)

地目	項目	調査期間の変化傾向		地点数割合%		
		Ⅵ→ⅩⅠ (長期20年)	Ⅹ→ⅩⅠ (直近4年)	基準 未満	基準 内	基準 超過
水田	心土のち密度	→	→	6	51	43
	pH(H ₂ O)	→	→	49	34	17
	交換性カリ	→	→	13	72	15
	有効態リン酸	→	→	2	17	81
	可給態ケイ酸	→	→	96	4	0
普通畑	作土深	↘	↘	55	38	8
	心土のち密度	→	→	19	29	52
	pH(H ₂ O)	↗	→	23	64	13
	交換性カリ	→	→	6	25	69
	有効態リン酸	↗	→	4	37	58
野菜畑	作土深	→	→	61	32	8
	心土のち密度	→	→	29	32	39
	pH(H ₂ O)	→	→	43	34	23
	交換性カリ	→	→	3	14	83
	有効態リン酸	→	→	33	19	48
草地	pH(H ₂ O)	→	→	23	68	10
	交換性カリ	→	→	28	10	62
	交換性苦土	↗	↗	8	14	78
	有効態リン酸	↘	→	24	35	41

注1) 特記以外は作土の値
注2) 調査期: Ⅵ=1999~2002、Ⅹ=2016~2019、ⅩⅠ=2020~2023年
注3) 「→」は「変化なし」(調査期の間に有意差なし)、「↗」は「増加または上昇」(調査期の間に有意差があり、一定の変化傾向がある)
注4) 地点数割合はⅩⅠ期の値の評価。各値は小数点以下第一位を四捨五入したため合計は100にならない場合がある
注5) 野菜畑の有効態リン酸基準値はたまねぎに対する値(60~80mg/100g)を準用
注6) 草地の長期変化傾向は同じ採土深のⅤ期→ⅩⅠ期で比較

表3 0~30cm 土壌の炭素貯留量(2020~2023年集計)

土壌	水稻	畑作物等				牧草	全作物
		畑作物	野菜	果樹			
▼単位面積あたりの0-30cm土壌炭素貯留量							(C- t/ha・30cm)
低地土	74.6 ^a	-	88.9 ^a	79.3 ^a	75.9 ^a	108.0 ^a	87.6 ^a
台地土	68.7 ^a	-	77.8 ^a	111.5 ^{ab}	75.9 ^a	124.2 ^{ab}	94.9 ^a
火山性土	117.9 ^b	-	120.9 ^b	121.4 ^b	75.7 ^a	141.5 ^b	128.2 ^b
泥炭土	123.0 ^b	-	165.9 ^c	187.7 ^b	-	207.9 ^c	172.0 ^c
全土壌	88.9	-	105.3	99.1	75.8	135.6	111.2
▼道内農耕地の炭素貯留総量							(C- Tg/30cm)
低地土	4.04	17.76	16.33	1.37	0.06	8.92	30.72
台地土	0.82	10.25	9.00	1.18	0.07	10.08	21.15
火山性土	1.17	26.36	24.18	2.17	0.06	37.34	64.88
泥炭土	2.12	7.65	6.89	0.76	0.01	5.53	15.30
全土壌	8.16	62.02	56.35	5.48	0.19	61.87	132.05

注1) 作目は調査年の実栽培作物により区分した。
注2) 畑作物には飼料用とうもろこしを含む。緑肥や裸地は当年あるいは前年作に従った。
注3) 炭素貯留量の土壌間における異なる文字間に有意差あり(p<0.05)。
注4) 全道農耕地面積は2023年度の1,140,500haを基礎とした。
注5) 100 Tg = 1 億t、C 1g = CO₂ 3.67g

7. 成果の活用策

1) 成果の活用面と留意点

- ・耕地土壌の適正な管理および肥沃度維持のための基礎資料として活用する。
- ・耕地土壌の炭素貯留の維持・増進に向けた対策と炭素隔離価値活用への参考にできる。
- ・国が土壌炭素貯留量を全国集計し、国連への温室効果ガスインベントリ報告に反映する。併せて有機物管理による土壌炭素貯留量変化モデルの精度向上に活用する。

2) 残された問題とその対応

今後も道内農耕地土壌の長期的な変化の方向を把握するため、継続して定点調査を実施する。

8. 研究成果の発表等

- ・中村ら：北農 89(2), 107-113(2022)
- ・鈴木ら：北農 89(2), 114-120(2022)
- ・中村ら：道総研農試集報 108, 29-35(2024)

表2 普通畑における土壌理化学性の地域差

項目	単位	空知 (n=46)	オホーツク (n=33)	十勝 (n=62)
作土の深さ	cm	13	27	22
心土のち密度	mm	21	18	19
心土の仮比重	g/ml	1.26	1.23	1.04
pH(H ₂ O)		5.6	6.1	5.9
全炭素	%	2.9	2.1	4.4
全窒素	%	0.21	0.18	0.32
CEC	me/100g	21	20	25
交換性石灰	mg/100g	280	323	303
交換性苦土	mg/100g	46	39	47
交換性カリ	mg/100g	39	51	47
有効態リン酸	mg/100g	44	59	35
可給態窒素	mg/100g	4.2	3.5	5.1
可溶性銅	mg/kg	3.1	2.8	1.4
可溶性亜鉛	mg/kg	5.8	8.2	6.4
苦土加里比	me比	3.1	2.2	2.6

注1) 物理性は心土、化学性は作土の値
注2) 2020~2023年の調査結果を基に集計した
注3) 土壌診断基準値未満はイタリックで、以上をゴシックで示した

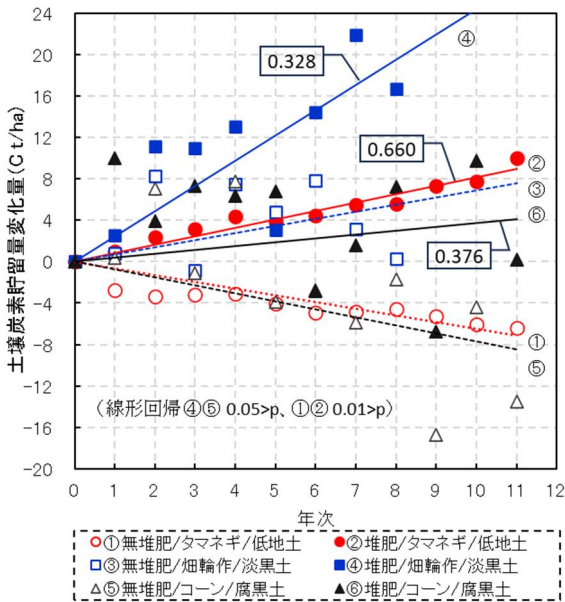


図1 有機物施用試験における土壌炭素貯留量の当初からの変化量推移

注1) 図中枠内数値は、試験期間中の堆肥区の土壌炭素貯留量変化量(t/ha・y、=線形回帰の傾き)から無堆肥区の同値を差し引いて試験年数を乗じ、堆肥で投入した延べ炭素量で除した「堆肥の投入炭素あたり推定貯留率」
注2) 低地土=褐色低地土(中央農試)、淡黒土=淡色アロフェン質黒ボク土(十勝農試)、腐黒土=普通アロフェン質黒ボク土(酪農試)
注3) 堆肥施用量:3t/10a・y