

研究紹介

北海道立総合研究機構 酪農試験場 草地研究部
飼料生産技術グループ 研究主幹

坂口 雅己

北海道の牧草地における土壌の理化学性および炭素貯留量の推移

●ポイント

- 道総研では土壌理化学性の実態調査について1979年から4～5年1巡の調査を10巡にわたり調査してきた。また、土壌炭素貯留量の実態調査は2008年から行われてきた。
- 牧草地の苦土と加里は増加傾向、加里は基準値を超える地点が6割ある一方で3割近くが基準値未満であるため適切な施肥管理が必要。
- 北海道の農耕地の土壌炭素貯留量は1.32億tであり、全国の約3分の1を占める。
- 北海道の農耕地における土壌炭素貯留量は横ばい傾向であるが、排水改良された泥炭土では有機物分解による炭素貯留量の低下が懸念される。

1. はじめに

北海道はわが国における一大食料生産地となっており、その基盤を支えたものとして、劣悪な条件の改善を始めとした耕地生産力の改善向上努力が挙げられます。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、その実態を把握することが重要な課題です。道総研農業研究本部では道内各地に設けた定点圃場で土の物理性や養分含量の変化

や現状を、1979年から4～5年を1巡とし、2023年時点で計10巡にわたり調査が行われてきました。

一方、農耕地土壌には腐植として膨大な炭素が貯留されていることから、国は温室効果ガス排出量削減のための取り組みの一環として、二酸化炭素の吸収源として「農地土壌における炭素貯留」を位置づけ、我が国の農耕地土壌の炭素貯留実態と有機物管理の影響についてデータ蓄積を進めています。道総研農業研究本部においても、2008年度以降、先に紹介した定点圃場などを対象に土壌炭素貯留量の実態調査を進めてきました。

ここでは、道総研農業研究本部が公表した研究成果について紹介いたします。

2. 北海道の土壌別各作目の作付面積と牧草地における特徴

表1に示した土壌別各作目の作付面積の推定¹⁾では牧草作付面積は45.4万haであり全道の耕地面積114万haの4割程度を占めています。また、牧草地の土壌別では火山性土が26.4万ha（牧草地面積の6割程度）で最も多く、次いで低地土、台地土、泥炭土の順となっています。

表2に土壌別、振興局別の牧草作付面積の推定値¹⁾を示しました。振興局別では、道東の根室、釧路、十勝の順に牧草作付面積が多く、これらの3振興局が全道の牧草作付面積の半分以上を占めています。

表1 土壌別各作目の作付面積 (ha) の推定 (引用文献1より抜粋)

土壌	水稲	畑作物等	畑作物			牧草*	全作物
			畑作物	野菜	果樹		
低地土	54,136	201,729	183,718	17,266	745	82,598	338,463
台地土	11,967	127,160	115,670	10,565	925	81,177	220,304
火山性土	9,940	218,290	199,580	17,910	800	263,900	492,130
泥炭土	17,257	45,641	41,508	4,066	67	26,587	89,485
全土壌	93,300	592,820	540,476	49,807	2,537	454,262	1,140,382

※1: 2023年の全道耕地面積 (114万ha) をベースに算出

※2: 牧草作付面積の推定値 (45.4万ha) は算出方法の違いのため、農水省の2024年統計値 (49.6万ha) と比べ少ない値となっている

表2 土壌別、振興局別の牧草作付面積の推定値（引用文献1より抜粋）

振興局	土壌別牧草作付面積推定値 (ha)				合計牧草面積 (ha)
	火山性土	台地土	低地土	泥炭土	
空知	926	3,444	0	0	4,370
石狩	3,625	1,944	0	0	5,569
後志	1,984	1,017	0	0	3,001
胆振	8,369	268	610	0	9,247
日高	24,167	1,310	5,239	2,030	32,746
渡島	7,874	123	1,887	359	10,243
檜山	3,075	1,262	0	0	4,337
上川	1,844	15,141	5,396	387	22,768
留萌	89	4,829	5,124	4,726	14,768
宗谷	4,819	27,329	17,396	9,227	58,771
オホーツク	12,432	16,961	12,261	1,068	42,722
十勝	41,201	7,549	19,189	2,610	70,549
釧路	58,885	0	12,586	3,371	74,842
根室	94,610	0	2,910	2,809	100,329
全道	263,900	81,177	82,598	26,587	454,262

※2023年の全道耕地面積（114万ha）をベースに算出

また、これらの地域では火山性土が主体となっています。一方で宗谷、オホーツク管内では台地土が最も多いほか、宗谷では泥炭土が他の振興局と比べ突出して多いなど、地域により牧草地の土壌の分布割合が異なります。

3. 北海道の牧草地における土壌理化学性の推移と現状の評価

牧草地の土壌理化学性の変化と現状について、詳細が公表されている2018年までの状況²⁾について表

3に示しました。

牧草地における各項目の推移と評価について、心土のち密度は、1980年にかけて増加した後、変化が見られませんでした。全炭素については、2000年以降に増加傾向が見られますが、泥炭土では2014年まで低下傾向が続いていました。全窒素も全炭素と同様の傾向を示しています。pHは2000年以降、平均5.9程度で変化がありません。交換性石灰については、2000年以降の変動は判然としませんが、2018年時点で半分弱の地点で基準値未満となっています。

交換性苦土は2005年から2014年にかけて増加し、基準値を超える地点が76%存在しています。一方で、基準値未満の地点も16%あり、両者ともに塩基バランスを考慮しつつ施肥対応が必要です。交換性カリは2010年から2014年にかけて増加し、基準値を超過する地点が47%存在していますが、基準値未満の地点も39%あるため、土壌診断や有機物施用に応じた施肥対応が求められます。有効態リン酸は2000年と比べて2018年の値が有意に高く、増加傾向にあります。基準値を超過する地点が44%存在する一方で、基準値未満の地点も24%あるため、土壌診断に応じた施肥対応が必要です。可給態窒素は年次間の差が大きいものの増加傾向にあります。2018年における牧草地の値は17.4mg/100gで、普通畑の3.8mg/100gや野菜畑の3.3mg/100gと比べて高いですが、耕起の有無や土壌採取深（牧草地は0～5cm、水稻や畑作物等は耕起深）の違いによるところが大きいと考えられます。可溶性銅の変化は判然としませんが、可溶性亜鉛は2010年から2014年に

表3 牧草地土壌の理化学性の変化と評価の総括（引用文献2より抜粋）

項目 ^{*1}	変化の概要（1970年～2018年） →変化なし、↑増加 ↓減少、～判然とせず	平均値 2018年	土壌診断 基準値 ^{*2}	2018年地点数割合（%） ^{*2}		
				基準未満	基準内	基準超
心土ち密度 (mm)	70 ↑ 80 →	19.6	～24 ^{*3}	—	96	4
全炭素 (%)	00 ↑	8.3	—	—	—	—
全窒素 (%)	00 → 10 ↑	0.65	—	—	—	—
pH (H ₂ O)	00 →	5.9	5.5～6.5	24	67	9
交換性石灰 (mg/100g)	00 ～	295	200～450 ^{*4}	43	38	19
交換性苦土 (mg/100g)	00 → 05 ↑ 14 →	43	10～20 ^{*4}	16	8	76
交換性カリ (mg/100g)	00 → 10 ↑ 14 →	26	15～20 ^{*4}	39	14	47
苦土カリ比 (当量比)	70 ～	5.6	2～	14	86	—
有効態リン酸 (mg/100g)	00 → 14 (18は00より↑)	42	20～50 ^{*4}	24	33	44
可給態窒素 (mg/100g)	00 ～	17.4	—	—	—	—
可溶性銅 (mg/kg)	00 ～	0.9	—	—	—	—
可溶性亜鉛 (mg/kg)	00 → 10 ↑ 14 →	12.0	—	—	—	—

※1：ち密度以外は作土の値。70→00は1970年から2000年まで変化なしを表す
00～は2000年以後変動が判然としないうこと、70↓（↑）80は1970年から1980年に減少（増加）したことを表す
※2：「—」は基準値無く算出不能なことを表す。また、各数値は四捨五入後の値であり、合計値が100とならない場合がある
※3：泥炭土を除く
※4：低地土・台地土の値

かけて増加し、その後は維持されています。

表には示していませんが、その後（2020～2023年）の調査³⁾において、牧草地の土壤理化学性に見られた変化として、交換性苦土は有意に増加（平均43→57mg/100g）し、基準値を超える地点は78%に増加しました。苦土の施肥対応にあたっては塩基バランスも重要なため、交換性カリの蓄積も考慮する必要があります。交換性カリについても増加する傾向（平均26→31mg/100g）にあり、基準値を超える地点は62%に増加しました。一方で基準値未満の割合も28%と少なくないため土壤診断に基づく適切な施肥管理が重要です。

4. 北海道における農耕地の土壤炭素貯留量

直近（2020～2023年）の調査³⁾で得られた全道530地点における深さ30cmまでのhaあたり炭素貯留量を作物別、土壌別に整理し表4の上段に示しました。土壤炭素貯留量の全作物・全土壌平均は111.2t/haでした。作物別に見ると、果樹76t/ha、水稲89t/ha、野菜99t/ha、畑作物105t/ha、牧草136t/haの順となり、牧草地の面積あたりの炭素貯留量はそれ以外の作物と比べ多いことが認められました。これは、牧草地において家畜ふん尿等の有機物がより多く還元されることや、耕起により土壤有機物が分解される機会が少ないためと考えられます。

また全作物を含めて土壌別に比較すると、低地土88t/ha、台地土95t/ha、火山性土128t/ha、泥炭土172t/haとなり、泥炭土や火山性土の炭素貯留量が大きいことが確認されました。その要因について、

泥炭土は植物遺体を由来とする有機質土壌であるため、火山性土はその粘土鉱物が腐植を蓄積しやすい性質を持つためと考えられます。

表4の上段に示したhaあたりの炭素貯留量に表1で示した土壌別各作物の作付面積を乗じること、表4の下段の通りに道内農耕地の土壤炭素貯留量が算出されます。深さ30cmまでの北海道内の耕地土壌中には132.1Tg（1.32億t）の炭素が蓄積されていると推定されました。

一方、農研機構⁴⁾が2024年度に集計した全国の地目別土壤炭素貯留量の平均値に、同年の全国の地目別耕地面積を乗じて得られた全国の深さ30cmの土壤炭素貯留総量合計値は376Tgでした。このことから、全国の耕地面積（427万ha）の約4分の1を占める北海道の耕地には、全国の約3分の1を占める炭素が貯留されていると評価されました。また、今回調査で算出された道内農耕地の土壤炭素貯留量をCO₂に換算すると485Tg（4.85億t）となり、2022年における北海道全体のCO₂排出量48.9Tg⁵⁾の約10倍に達すると推定されました。

5. 農耕地における土壤炭素貯留量の推移

土壤炭素貯留量の実態調査を開始した2008年以降、同一地点、同一作物で調査を継続した125地点について作物別、土壌別に区分した土壤炭素貯留量の変化¹⁾を図1に示しました。

これによると、いずれの作物においても変化傾向は不明瞭でした。一方、土壌別では低地土と台地土に大きな変化は認められませんが、火山性土では近

表4 土壌別、作物別の土壤炭素貯留量（引用文献3より）

土壌	水稲	畑作物等	畑作物			牧草	全作物
			畑作物	野菜	果樹		
▼1haあたりの0～30cm深の土壤炭素貯留量							(C- t/ha・30cm)
低地土	74.6	-	88.9	79.3	75.9	108.0	87.6
台地土	68.7	-	77.8	111.5	75.9	124.2	94.9
火山性土	117.9	-	120.9	121.4	75.7	141.5	128.2
泥炭土	123.0	-	165.9	187.7	-	207.9	172.0
全土壌	88.9	-	105.3	99.1	75.8	135.6	111.2
▼道内農耕地の土壤炭素貯留量							(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	24.13	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

*100Tg=1億t、C1g=CO₂ 3.67g

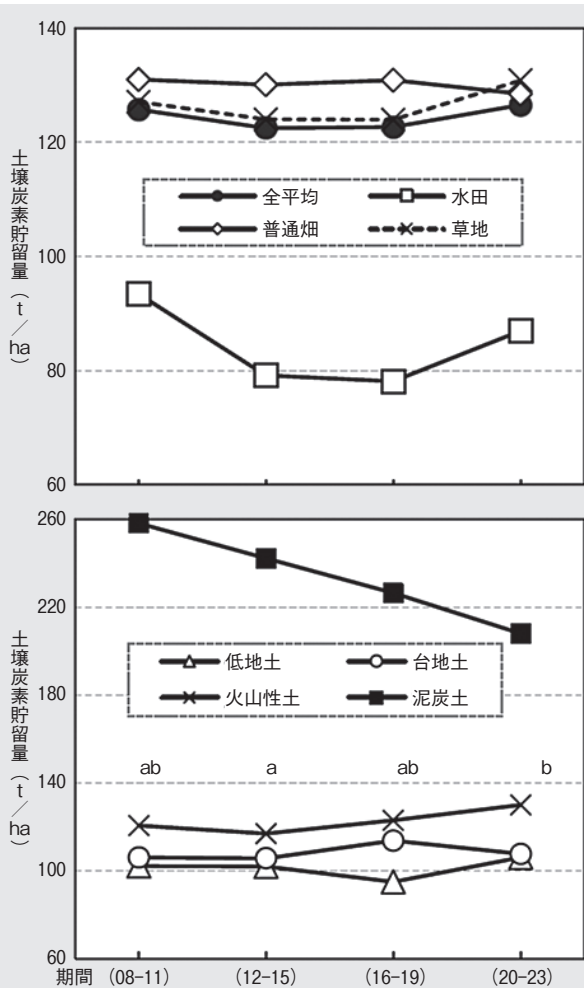


図1 作目を同じくする同一地点における土壌炭素貯留量の変化(引用文献1より)

※1: 横軸ラベルの括弧内数値は西暦年下二桁を示す
 ※2: 火山性土のみ異なる文字間に調査期間の有意差あり(0.05>p)。他の作目間、土壌間には有意差なし
 ※3: 泥炭土の土壌炭素貯留量の減少幅は大きかったが地点間の変動が大きく有意差は示されなかった

年微増となる傾向があり、2012～15年と2020～23年との間で有意差が認められました。これに対し、貯留量の多い泥炭土では減少する傾向が見られ、2008～11年に対して2020～23年は炭素貯留量として19%の減少となりました。これは、近年泥炭土圃場の排水改良が進んだことにより、土壌表層の有機物分解が進んだため、炭素貯留量が低下したと考えられます。以上の結果から、北海道内における土壌炭素貯留量は概ね横這いに推移しているものの、泥炭土での変化を注視する必要があると考えられました。

6. 土壌炭素貯留量を維持するには

土壌中の炭素貯留量をできるだけ減らさないため

には、分解消耗に伴う有機物補給が必要です。北海道の畑輪作や野菜畑において、土壌炭素貯留量を維持するには有機物連用条件で炭素として年間0.86～0.89t/haの施用が必要と報告されています^{6,7)}。これを堆肥(乾物率30%、乾物炭素含有率30%の場合)の施用量に換算すると、約10t/ha(1t/10a)に相当します。これは、「北海道施肥ガイド2020」⁸⁾において水稻、畑作物、飼料作物の地力維持のために推奨している年間堆肥施用量とも合致しています。

現在、脱炭素社会を目指していく中で、炭素の排出を抑制するだけでなく、土壌への炭素貯留量を維持・向上させる取組について今後も広く理解と周知を図り、その取組が拡大することを期待します。

7. 引用文献

- 1) 竹内晴信、藤井はるか、細淵幸雄. 北海道耕地土壌の2020～2023年における炭素貯留量. 北海道立総合研究機構農試集報. 110, 47-56 (2026)
- 2) 中村隆一、藤井はるか、甲田裕幸、竹内晴信. 2018年における北海道農耕地土壌の理化学性と減肥可能量. 北農. 89, 107-113 (2022)
- 3) 北海道農政部. 北海道農耕地土壌の理化学性と炭素貯留量の2023年度までの推移. 令和7年普及奨励ならびに指導参考事項. 2025, p62-64
- 4) 農研機構農業環境研究部門. 令和6年度農地土壌炭素貯留等基礎調査事業報告書. 2025, p.22-22
- 5) 北海道環境生活部ゼロカーボン推進局気候変動対策課. 令和5(2023)年度ゼロカーボン北海道の実現に向けた取り組みに関する年次報告(第1章). p.12. <https://www.pref.hokkaido.lg.jp/kz/zcs/165175.html> [2026.04.27閲覧]
- 6) 中津智史、田村元. 30年間の有機物(牛ふんバーク堆肥および収穫残さ)連用が北海道の淡色黒ボク土の全炭素、全窒素および物理性に及ぼす影響. 日本土壌肥科学雑誌. 79, 139-145 (2008)
- 7) 鈴木慶次郎、坂口雅己. 堆肥施用や後作緑肥作付けが道央低地土たまねぎ畑における土壌炭素貯留に及ぼす影響. 北農. 89, 114-120 (2022)
- 8) 地方独立行政法人北海道立総合研究機構農業研究本部編. 北海道施肥ガイド2020. 北海道農政部, 2020, p.1-226