北海道耕地土壌の2020 ～ 2023年における炭素貯留量*1

竹内　晴信*2　　藤井はるか*2　　細淵　幸雄*2

2020 ～ 2023年の全道530地点における深さ0.3mまでの土壌炭素貯留量は全平均で111Mg ha^{-1}（以下同）であった。作目別では果樹76≒水稲89≒野菜99≦畑作物105＜牧草136の順で，土壌別では低地土88≒台地土95＜火山性土128＜泥炭土172で差が認められた。北海道内の土壌別作目別作付面積を推定の上，全道耕地114万haの炭素貯留総量を132C-Tg（CO_2で485Tg）と推定した。これは，全国耕地の貯留量の約35%で，北海道のCO_2排出量（2022年）の10倍に相当した。調査開始後4年毎の各時期に少なくとも1回以上調査を行い，同一作目であった125地点の炭素貯留量の12年間の変化を整理した結果，有意ではないが泥炭土の炭素貯留量が19%低下し，火山性土は有意に微増する傾向が認められた。それ以外の土壌や地目では経時変化の傾向は判然としなかった。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が，泥炭土での変化を注視する必要がある。

緒　　言

地球温暖化の緩和策として，二酸化炭素などの温室効果ガスの排出削減と隔離が世界的に強化される方向にある。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，国連気候変動枠組条約事務局への温室効果ガス排出・吸収量削減への取り組み報告の一環として，二酸化炭素の吸収源として『農耕地（以下では「耕地」と記す）土壌における炭素貯留』を位置づけ，我が国の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る。Matsuiら[16]は，2015 ～ 2018年にこの事業で収集した土壌炭素貯留量のデータを集計解析し，全国の耕地土壌における深さ0.3mまでの土壌炭素貯留総量を372C-Tgと評価するとともに，土壌温度，地目，土壌タイプ，火山性土の被覆程度と貯留量の関連を報告している。さらに農研機構[12]では，この成果を基に土壌図と連関させた深さ0.3mの土壌有機態炭素含量マップを公表している。北海道においては，関谷ら[17]や丹羽ら[10]による十勝地域における主要土壌タイプ毎の炭素貯留量の推定や耕地化による貯留量変化についての報告がある。一方，北海道立総合研究機構農業研究本部の各試験場においても前述の国事業に参画する中で，2008年度以降全道の生産者圃場に定点を設置し，分担して土壌炭素貯留量の実態調査を進めてきた。これらの成果は，2014年，2021年および2025年の北海道指導参考事項[4, 5, 6]として公表されており，それらのデータを基に中村ら[9]は2016 ～ 2019年における全道耕地の炭素貯留総量を130Tg と報告している。本報告は2020 ～ 2023年に行われた調査結果を基に最新の土壌炭素貯留量をとりまとめた。また，調査継続地点のデータを参考に，炭素貯留量の変化についても検討した。

調査方法

1．調査定点

今回集計した2020 ～ 2023年の調査では，北海道内の生産者圃場に設定した定点圃場533地点において，4カ年で調査を行った。この期間内の異なる年に重複して調査した3地点が含まれたため，集計にあたっては至近年調査の値を用いて計530地点分を集計した。

また，上記の調査結果を過去に集計された土壌炭素貯留量と比較を行ったが，過去の調査地点は2020 ～ 2023年の調査地点と必ずしも同一地点ではなく，地点数も異なっている。当初は全道147地点を調査定点として2008年から調査を開始し，同一定点を5年間継続して毎年調

令和7年5月30日受理

*1　本研究は農林水産省「農地土壌炭素貯留等基礎調査事業（農地管理実態調査）委託事業」により実施した。また，本報の一部は，2025年度日本土壌肥料学会新潟大会で発表した。

*2　（地独）北海道立総合研究機構中央農業試験場，069-1395　夕張郡長沼町
E-mail：takeuchi-harunobu@hro.or.jp

査を実施した。2012年からは調査間隔を隔年とし，2016年以降は4年間隔での調査とした。この間，調査地点数も大きく増減した。これらの調査定点の地点数の年次による変遷を表1に示す。また，便宜上，各調査時期を簡略に示すため，2008 ～ 2011年，2012 ～ 2015年，2016 ～ 2019年，2020 ～ 2023年をそれぞれⅧ，Ⅸ，Ⅹ，Ⅺ期と呼称する（2010年に追加した草地を除いた各調査定点は，1959年に開始した地力保全基本調査の定点を活用しており，1959 ～ 2007年がⅠ～Ⅶ期となる）。

表1　調査年毎の調査地点数

略記	調査年	地点数	調査地点等
Ⅷ期	2008	147	調査開始
	2009	147	前年と同一地点を連続調査
	2010	316	同上、草地の地点数追加
	2011	316	同上
Ⅸ期	2012	228	同上、草地を主体に地点数削減
	2013	239	隔年調査に変更、2012年までと異なる地点を調査
	2014	252	2012年とほぼ同一地点を調査
	2015	132	2013年とほぼ同一地点を調査、地点数大幅削減
Ⅹ期	2016	127	異なる地点を４年で一巡する調査に変更、2014年とほぼ同一地点の約半数を調査
	2017	134	2013年とほぼ同一地点の約半数を調査
	2018	135	2014年とほぼ同一地点の残り半数を調査
	2019	120	2015年とほぼ同一地点を調査
Ⅺ期（今回報告）	2020	131	2016年とほぼ同一地点を調査
	2021	138	2017年とほぼ同一地点を調査
	2022	136	2018年とほぼ同一地点を調査
	2023	128	2019年とほぼ同一地点を調査

注）「ほぼ同一地点」には、圃場の都合で一部調査地点を変更したものを含む

2. 土壌試料の採取と分析

調査定点圃場において0.6m四方程度の試坑を掘削し，深さ0.3mまでの主要層位（主として作土および下層土）から層位毎に撹乱土および未撹乱土（0.1L採土管）を深さ方向に均一になるよう採取した。採取にあたり，土壌断面の3方向からそれぞれ試料を採取し，撹乱土は混合して1試料とした。草地（牧草栽植圃場）については，ルートマットに相当する0 ～ 0.05mとそれ以深0.3mまでの層に分けて採取，分析を行った。ただし，2008年と2009年は，他の地目と同様に0 ～耕起深，耕起深～ 0.3mで採取し，2010年は両者が混在していた。

採取した撹乱土は風乾し，礫や根などの粗大な有機物を除去後，2mm篩別して試料とした。未撹乱土は，105℃乾燥，放冷，秤量した後，コア内容物をバットに広げ，礫や根などの粗大な有機物を除去，秤量し，土壌部分（径2mm以下の細土と想定される部分）の仮比重を算出した。

試料中の炭素は，乾式燃焼法（分析装置Elementar社Vario MAX，2008年のみVario EL）により分析し，全炭素濃度とした。得られた試料中の全炭素濃度に層位の深さと仮比重を乗じて面積あたり深さ0.3m土層中の炭素量に換算し，土壌炭素貯留量とした。

なお，全国集計では，炭素貯留量の年次間比較等の場合に，耕起や鎮圧等による仮比重の影響を除くため，EMS法（Equivalent Mass Soil method）[19]により深さ0.3mまでの一定重量の土壌に含まれる炭素量に換算して評価することとされている。しかし本調査では，同一地点においても調査年次により仮比重が不規則に大きな変動を示したことから，本報告ではEMS法での比較は行っていない。

3. 作目区分と土壌区分

本調査の全国集計では，各定点の地目区分（水田，畑地，草地，樹園地）に従って集計が行われている。しかし北海道においては，水田転作の長期化や畑作物と野菜の輪作拡大，草地における飼料用とうもろこしの作付拡大が進み，当初設定地目による結果整理は実態を反映しないと考えられた。このため，2014年の成績[4]では，調査期間（5カ年）中に一度でも水稲を作付した場合は水田とし，野菜と畑作物の輪作や飼料用とうもろこしを作付した圃場は普通畑として整理した。しかし，2016年以降は4年に一度の調査となったことから，本報告では調

査年に実際に作付された作物に注目し，その作物区分（＝作目）で地点を区分することとした。すなわち，水稲，畑作物（麦類，てんさい，ばれいしょ，豆類，そば，なたね，飼料用とうもろこし，および作物名不明），野菜（左記以外，えだまめ，スイートコーンを含む），牧草（放牧草地を含む），および果樹である。緑肥と裸地は直前に栽培された作物の区分に従った。

各定点の土壌区分は農耕地土壌分類第3次案改訂版[13]による土壌亜群レベルで整理されていたが，排水改良や区画整理，客土等による圃場環境の変化が反映されておらず，土壌分類のための調査が不十分であったこともあり，本報告ではより上位のカテゴリに相当する「北海道施肥ガイド2020」[1]に示される代表的な4つの土壌タイプ（低地土，台地土，火山性土，泥炭土）に集約・整理して集計した。

4. 土壌炭素貯留総量の算出法

本調査で得られた作目別，土壌別の土壌炭素貯留量を基に，道内の耕地土壌における炭素貯留総量の推定を試みた。Matsuiら[16]や中村ら[9]が指摘しているように，土壌炭素貯留量は土壌タイプによって変動が大きいこと，草地で高くなる傾向があったことから，土壌別に各作物の作付面積を明らかにすることが必要と考えた。しかし，これについての統計値は無く，既往の資料を基に以下の手順により試算を行った（表2）。

道内における土壌別の耕地面積は，地力保全基本調査で得られた各振興局別の水田および畑・草地の土壌群別面積[2]より抽出，集計した。なお，従前の成績[4]では全道耕地面積として北海道土壌区一覧[1]に示された119.0万ha，前報[9]は119.6万haを用いたが，耕地の縮小を反映し，本報告では2023年の耕地面積114.1万haをベースとした。

水稲作付面積は，公表された統計資料等から各振興局（総合振興局を含む，以下同）別の水稲作付面積に各々の管内に分布する水田の土壌別面積比率を乗じて土壌別水稲作付面積を推定した。

牧草についても，各振興局別の牧草作付面積に公共草地等の放牧地の面積を加え，水稲と同様に各振興局別の普通畑・草地の土壌別面積比率を乗じて土壌別の牧草面積を算出した。その際に，空知，石狩，後志，檜山では低地土と泥炭土は草地となる可能性が低いと想定して算定面積から除外した。なお，ここで集計した牧草の作付面積45.4万haは，公表された全道牧草地面積49.6万ha[14]より約4.2万ha少なかった。

畑作物については，各振興局別に全耕地面積から上記で得られた水稲作付面積と牧草作付面積を差し引き，野菜畑や樹園地を含む「畑作物等」の栽培面積とした。一方，各振興局別の畑・草地の面積から牧草栽培面積を減じ，さらに水稲栽培面積に計上されなかった水田面積（≒転作面積）を加えた面積を基に「畑作物等」の土壌別面積比率を推定した。これに，畑作物等の栽培面積を乗じ，畑作物等の土壌別作付面積とした。さらに，この全道合計値から次に推定する野菜畑と樹園地の土壌別面積を差し引いて畑作物の全道土壌別作付面積を推定した。

野菜と果樹については振興局別の作付面積把握が困難であり，その面積も大きくないため，全道集計値を利用した。これに全道の土壌別の面積割合（野菜では畑作物等の，果樹は樹園地の）を乗じて全道の土壌別作付面積とした。

この面積算定法により，水稲や牧草，野菜，果樹以外の統計値に反映されない面積（施設や花卉，裸地，耕作放棄地等）は畑作物に含まれることになり，その合計値の54万haは，普通作物（麦類，豆類，ばれいしょ，てんさい，そば，なたね）と飼料用とうもろこしの合計作付面積39.2万ha[14]より38%ほど広く見積もられている。こうして得られた作目別，土壌別の面積推定値に調査結果を集計した土壌炭素貯留量を乗じ，北海道の耕地全体の炭素貯留総量を求めた。

表2　土壌別各作目の作付面積の推定

（面積の単位はha）

水稲	A	B				C（←B）				D=A*C			
	水稲作付面積	水田土壌の分布面積				水田土壌の分布面積比率				土壌別水稲作付面積推定値			
		火山性土	台地土	低地土	泥炭土	火山性土	台地土	低地土	泥炭土	火山性土	台地土	低地土	泥炭土
空知	39400	8141	15386	54143	24300	0.080	0.151	0.531	0.238	3152	5949	20921	9377
石狩	6460	1817	196	12678	14524	0.062	0.007	0.434	0.497	401	45	2804	3211
後志	4250	1989	1158	6627	1039	0.184	0.107	0.613	0.096	782	455	2605	408
胆振	3360	4329	0	7412	148	0.364	0.000	0.623	0.012	1223	0	2093	40
日高	1120	643	0	6336	0	0.092	0.000	0.908	0.000	103	0	1017	0
渡島	2880	879	0	6136	1047	0.109	0.000	0.761	0.130	314	0	2192	374
檜山	3580	984	352	8261	2171	0.084	0.030	0.702	0.184	301	107	2513	659
上川	27500	9465	13882	40705	8101	0.131	0.192	0.564	0.112	3603	5280	15510	3080
留萌	3890	0	257	10869	0	0.000	0.023	0.977	0.000	0	89	3801	0
宗谷	0	0	0	0	0	0.000	0.000	0.000	0.000	0	0	0	0
ｵﾎｰﾂｸ	883	540	400	6369	997	0.065	0.048	0.767	0.120	57	42	677	106
十勝	9	2090	0	1529	939	0.459	0.000	0.335	0.206	4	0	3	2
釧路	0	0	0	0	0	0.000	0.000	0.000	0.000	0	0	0	0
根室	0	0	0	0	0	0.000	0.000	0.000	0.000	0	0	0	0
全道	93332	30877	31631	161065	53266					9940	11967	54136	17257

牧草	F	G	H=F+G	I				J（←I）			
	牧草作付面積	公共草地面積	合計牧草面積	畑・草地土壌の分布面積				畑・草地の土壌分布面積比率			
				火山性土	台地土	低地土	泥炭土	火山性土	台地土	低地土	泥炭土
空知	4100	270	4370	3202	11892	4698	9	0.212	0.788	***0.000***	***0.000***
石狩	5300	269	5569	8331	4466	4193	2824	0.651	0.349	***0.000***	***0.000***
後志	2400	601	3001	15632	8014	3407	52	0.661	0.339	***0.000***	***0.000***
胆振	8700	548	9248	21326	681	1553	10	0.905	0.029	0.066	0.000
日高	31400	1346	32746	24488	1311	5317	2066	0.738	0.040	0.160	0.062
渡島	8400	1853	10253	15961	257	3822	731	0.768	0.012	0.184	0.035
檜山	4200	137	4337	5759	2365	1296	0	0.709	0.291	***0.000***	***0.000***
上川	20800	1968	22768	5145	42049	14959	1091	0.081	0.665	0.237	0.017
留萌	14600	168	14768	105	5712	6063	5584	0.006	0.327	0.347	0.320
宗谷	56100	2671	58771	5232	29486	18795	9954	0.082	0.465	0.296	0.157
ｵﾎｰﾂｸ	39600	3122	42722	46574	63655	46029	3980	0.291	0.397	0.287	0.025
十勝	64000	6549	70549	147541	27053	68585	9263	0.584	0.107	0.272	0.037
釧路	68000	6917	74917	71420	33	15232	4125	0.786	0.000	0.168	0.045
根室	97600	2729	100329	101882	0	3096	3027	0.943	0.000	0.029	0.028
全道	425200	29148	454348	472598	196974	197045	42716				

注）斜字（空知、石狩、後志、檜山の低地土、泥炭土は草地の分布が僅少であるとして面積比率の計算から除外した）

牧草	K=H*J			
	土壌別牧草作付面積推定値			
	火山性土	台地土	低地土	泥炭土
空知	926	3444	0	0
石狩	3625	1944	0	0
後志	1984	1017	0	0
胆振	8369	268	610	0
日高	24167	1310	5239	2030
渡島	7874	123	1887	359
檜山	3075	1262	0	0
上川	1844	15141	5396	387
留萌	89	4829	5124	4726
宗谷	4819	27329	17396	9227
ｵﾎｰﾂｸ	12432	16961	12261	1068
十勝	41201	7549	19189	2610
釧路	58885	0	12586	3371
根室	94610	0	2910	2809
全道	263900	81177	82598	26587

畑作物	L	M=L-D-K	E=B-D				N=I-K+E			
	全耕地面積	畑作物等作付面積	水田転作土壌の分布面積				畑土壌＋水田転作土壌の分布面積			
			火山性土	台地土	低地土	泥炭土	火山性土	台地土	低地土	泥炭土
空知	113400	69630	4989	9437	33222	14923	7265	17885	37920	14932
石狩	40800	28771	1416	151	9874	11313	6122	2673	14067	14137
後志	34400	27149	1207	703	4022	631	14855	7700	7429	683
胆振	34100	21492	3106	0	5319	108	16063	413	6262	118
日高	38700	4834	540	0	5319	0	861	1	5397	36
渡島	24000	10867	565	0	3944	673	8652	134	5879	1045
檜山	18800	10883	683	245	5748	1512	3367	1348	7044	1512
上川	129900	79632	5862	8602	25195	5021	9163	35510	34758	5725
留萌	25800	7142	0	168	7068	0	16	1051	8007	858
宗谷	62200	3429	0	0	0	0	413	2157	1399	727
ｵﾎｰﾂｸ	165500	121895	483	358	5692	891	34625	47052	39460	3803
十勝	254500	183942	2086	0	1526	937	108426	19504	50922	7590
釧路	88400	13483	0	0	0	0	12535	33	2646	754
根室	110000	9671	0	0	0	0	7272	0	186	218
全道	1140500	592820	20937	19664	106929	36009	229635	135461	221376	52138

畑作物	O（←N）				P=M*O				W=P-R-V			
	畑土壌＋水田転作土壌の分布面積比率				土壌別畑作物等作付面積推定値				土壌別畑作物作付面積推定値			
	火山性土	台地土	低地土	泥炭土	火山性土	台地土	低地土	泥炭土	火山性土	台地土	低地土	泥炭土
空知	0.093	0.229	0.486	0.191	6485	15965	33850	13329				
石狩	0.165	0.072	0.380	0.382	4761	2079	10939	10993				
後志	0.484	0.251	0.242	0.022	13151	6817	6577	605				
胆振	0.703	0.018	0.274	0.005	15104	388	5888	111				
日高	0.137	0.000	0.857	0.006	661	1	4144	28				
渡島	0.551	0.009	0.374	0.067	5985	93	4067	723				
檜山	0.254	0.102	0.531	0.114	2761	1105	5776	1240				
上川	0.108	0.417	0.408	0.067	8569	33206	32503	5354				
留萌	0.002	0.106	0.806	0.086	12	756	5758	617				
宗谷	0.088	0.459	0.298	0.155	302	1575	1022	531				
ｵﾎｰﾂｸ	0.277	0.377	0.316	0.030	33781	45905	38498	3710				
十勝	0.582	0.105	0.273	0.041	106972	19242	50239	7488				
釧路	0.785	0.002	0.166	0.047	10584	28	2234	637				
根室	0.947	0.000	0.024	0.028	9162	0	234	275				
全道	0.360	0.212	0.347	0.082	218290	127160	201729	45641	199580	115670	183718	41508

野菜	Q	R=Q*O			
	主要30品目の面積	土壌別野菜作付面積推定値			
		火山性土	台地土	低地土	泥炭土
全道	49807	17910	10565	17266	4066

果樹	S	T				U（←T）				V=S*U			
	主要4品目の面積	樹園地土壌の分布面積				樹園地土壌の分布面積比率				土壌別果樹作付面積推定値			
		火山性土	台地土	低地土	泥炭土	火山性土	台地土	低地土	泥炭土	火山性土	台地土	低地土	泥炭土
全道	2536	1322	1529	1232	110	0.315	0.365	0.294	0.026	800	925	745	67

集計	水稲	畑作物等				牧草	小計
			畑作物	野菜	果樹		
低地土	54136	201729	183718	17266	745	82598	338463
台地土	11967	127160	115670	10565	925	81177	220304
火山性土	9940	218290	199580	17910	800	263900	492130
泥炭土	17257	45641	41508	4066	67	26587	89485
小計	93300	592820	540476	49807	2537	454262	1140382

注）各振興局における土壌別分布面積は、2012年の管轄市町村変更による補正を実施済み

引用資料 A，L，Q，S：令和5年度（2023年度）北海道農業・農村統計表

B，I，T：道農試資料37（2012）

F：道農政部酪農畜産課内部資料（2022）

G：全国公共牧場マップ．（一社）日本草地畜産種子協会HP（https：//souchi.lin.gr.jp/farmmap/#hokkai）

5. 土壌炭素貯留量の変化比較

今回XI期に調査を行った定点圃場では，2013年以降調査間隔の延長で毎年調査を行っていた地点が途絶えており，また同一作目となる圃場も減少してきたことを踏まえ，以下の方式で炭素貯留量の変化を再検討した。

2008年の調査開始後4年毎の各調査時期（Ⅷ～XI期）内に少なくとも1回は調査を行った同一地点の中で，同一作目の125地点を選定し，水田，普通畑，草地の3つに地目区分した。普通畑には畑作物，野菜，飼料用とうもろこし，緑肥，果樹，不明を含んだ。集計した地点数は，低地土39，台地土19，火山性土55，泥炭土12で，地目別には水田10，普通畑43，草地72である。また，地点によって調査年が異なることや複数年に調査した地点があったため，Ⅷ～XI期の各4年間の中で得られたデータを期間内で平均した上，各調査時期の代表値とした。

結　果

1. 作目別・土壌別の土壌炭素貯留量

2020 ～ 2023年の調査で得られた全道530地点における深さ0.3mまでのhaあたり炭素貯留量を作目別，土壌別に整理し表3に示した。土壌炭素貯留量の全作目・全土壌平均は111.2Mg ha^{-1}であった。作目別に見ると，果樹76，水稲89，野菜99，畑作物105，牧草136Mg ha^{-1}の順となり，全土壌を含めると牧草とそれ以外の作目間に有意な差が認められた。また全作目を含めて土壌別に比較すると，低地土88，台地土95，火山性土128，泥炭土172Mg ha^{-1}となり，低地土と台地土に有意差が無かったほかは土壌間の差が認められた。泥炭土が突出して大きいことや，火山性土の炭素貯留量が低地土より作目平均で45%も多いことは前報[8]の結果と同様であった。また，作目間の差よりも土壌間の差が大きい傾向であることも変わっていない。

表3　土壌別・作目別の面積あたり土壌炭素貯留量　（C- Mg ha^{-1}）

	土壌＼作目	水稲	畑作物	野菜	牧草	果樹	全作目
平均	低地土	74.6 x a	88.9 x ab	79.3 x ab	108.0 x b	75.9 x ab	87.6 x
	台地土	68.7 x a	77.8 x a	111.5 xy ab	124.2 xy b	75.9 x ab	94.9 x
	火山性土	117.9 y ab	120.9 y a	121.4 y ab	141.5 y b	75.7 x ab	128.2 y
	泥炭土	123.0 y a	165.9 z a	187.7 y a	207.9 z a	- -	172.0 z
	全土壌	88.9 a	105.3 a	99.1 a	135.6 b	75.8 a	111.2
SD（n）	低地土	30.9 （28）	58 （75）	36 （47）	50 （36）	17 （6）	48（192）
	台地土	9.6 （8）	24 （39）	35 （3）	56 （31）	58 （4）	46 （85）
	火山性土	19.6 （10）	52 （94）	62 （28）	45 （82）	48 （2）	50（216）
	泥炭土	27.1 （8）	60 （14）	56 （3）	95 （12）	- -	73 （37）
	全土壌	34.1 （54）	56 （222）	54 （81）	58 （161）	36 （12）	57（530）

注）作目間（横方向a，b，c）並びに土壌間（縦方向x，y，z）において異なる文字間にはTukey-Kramerの多重検定で有意差あり（$0.05>p$）
注）SDは標準偏差、括弧内(n)は地点数

2. 全道における土壌炭素貯留総量

2020 ～ 2023年調査時点の深さ0.3mの北海道内の耕地土壌中には132.1Tgの炭素が蓄積されていると推定した（表4）。この量は，2014年の評価値147.3Tg[4]より9%少なく，2021年の評価値131.2Tg[5]とほぼ同等であった。算定に用いた耕地面積の減少は4%であり，当初からは炭素貯留総量はやや低下したが，4年前からの変化は少ないと考えられた。

農研機構農業環境研究部門[11]が2024年度に集計した全国の地目別土壌炭素貯留量の平均値に，2024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0.3mの土壌炭素貯留総量合計値は376Tgであった。これは，Matsuiら[16]が報告した2015 ～ 2018年の全国集計値372C-Tgとほぼ同値であった。従って，全国の耕地面積の1/4を占める北海道の耕地には，全国の約35%を占める炭素が貯留されていると評価した。また，今回調査で得られた値をCO_2に換算すると485Tgで，北海道全体のCO_2排出量48.9Tg（2022年度推計値）[3]の約10倍に達すると推定された。

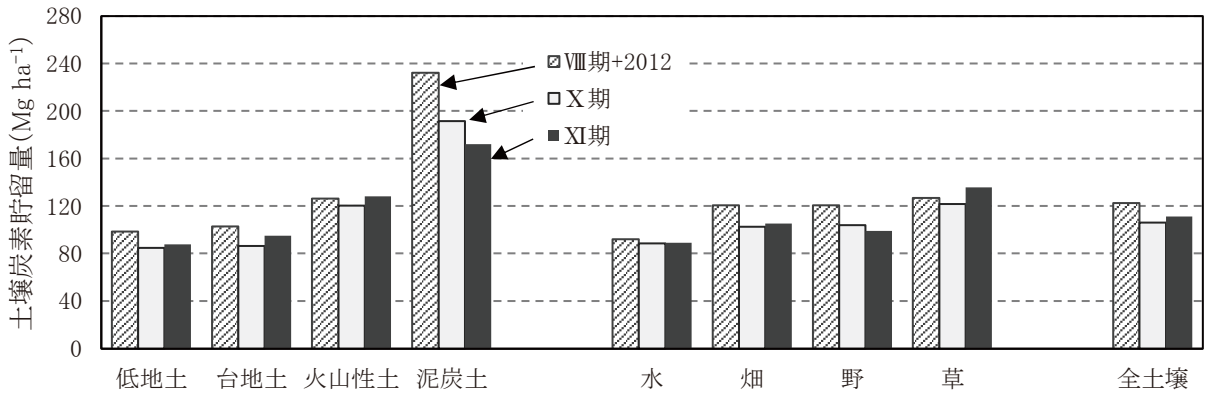
表4　土壌別、作目別の土壌炭素貯留総量　(C-Tg)

	水稲	畑作物等				牧草	小計
			畑作物	野菜	果樹		
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
小計	8.16	62.02	56.35	5.48	0.19	61.87	132.05

3. 貯留された炭素量の変化

(1) 全調査地点での比較

土壌炭素貯留量の経時変化を見るため，Ⅷ期（2012年を含む），Ⅹ期，ⅪI期の各調査期における全調査地点の土壌炭素貯留量を地目（作目）別，土壌別，全平均で比較し，図1に示した。各時期で地目の集計方法が異なっているため，統計的な検定は行っていないが，Ⅷ期における貯留量は全平均で122.5Mg ha^{-1}であったものが，8年後のⅩ期には105.9Mg ha^{-1}となり14%の減少であった。さらに4年後のⅪI期には111.2Mg ha^{-1}となった。3時期を比較して大まかな傾向を見ると，Ⅷ期からⅩ期にかけて土壌や地目に関わらず全体的に炭素貯留量がやや低下したような傾向が伺われたものの，Ⅹ期からⅪI期にかけての変化は小さかった。しかし，その中でも泥炭土では時間の経過に伴い炭素貯留量が大きく低下する傾向が見られた。地目別では畑作物と野菜がⅩ期に落ち込み，野菜ではⅪI期にもやや低下していた。このように，地点数や地目集計の方法に相違がある中で，全体として土壌炭素貯留量はやや低下する傾向にあるが，近年はその程度は小さくなっていること，並びに泥炭土ではその減少幅が大きいことが変化の特徴として挙げられた。

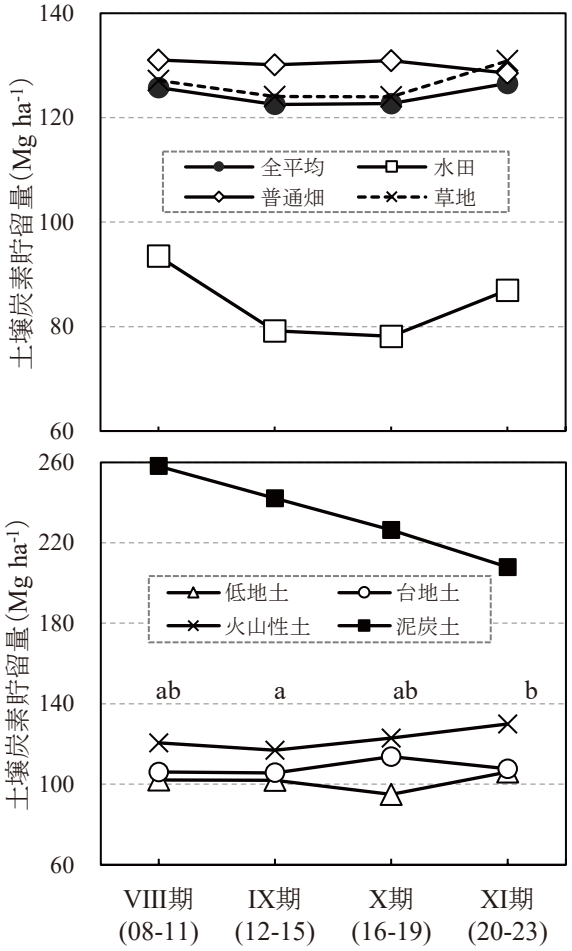


注）各調査期における地目（作目）の区分方法は同一でない。水：水田または水稲、畑：普通畑または畑作物（Ⅹ期は樹園地含む）、野：野菜畑または野菜、草：牧草地または草地

図1　全調査地点における土壌炭素貯留量平均値の経時変化

(2) 同一定点での比較

土壌炭素貯留量の変化傾向をより精度よく類推するため，作物と土壌の条件が同一である定点を抽出してその経時変化について検討した（図2）。これによると，いずれの地目でも変化傾向は明らかでなかった。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なかったが，火山性土では近年微増となる傾向があり，Ⅸ期とⅪI期で有意差が示された。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，ⅪI期はⅧ期に対して19%の減となったが，地点間の変動が大きく有意差は示されなかった。



注1）X軸ラベルの括弧内数値は西暦年下二桁を示す
注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

図2　地目を同じくする同一定点における土壌炭素貯留量の変化

考　察

1. 土壌炭素貯留の現状と変化

本道の耕地114万haの深さ0.3mまでの土壌に貯留された炭素はCO_2換算で485Tgに上ることが明らかとなった。さらに，道内の森林面積は耕地の約5倍もあり，極めて多量の炭素が農林地の土壌に貯留している。このことは同時に，貯留された炭素が土壌中から失われないような管理を行うことがより重要であることを示している。

今回，全調査地点の炭素貯留量の動向と，土壌及び作付条件を同一にする圃場の抽出による炭素貯留量変化の傾向を鑑みると，土壌に貯留された炭素量は，大局的に見ると近年横這いを維持しており，減少傾向が明らかではないと判断された。これは，残渣等の鋤き込みを含む有機物施用が，炭素の減耗をある程度カバーしている効果ではないかと想定される。中村ら[8]は1979から2019年までの延べ7000地点における定点土壌モニタリング調査の結果から，作土中の土壌炭素濃度の推移を以下のように整理している。すなわち，1970～80年代は水田や普通畑，草地で減少傾向にあったものが，2000年代以降には水田や普通畑では横這いとなり，野菜畑で微増，草地では増加傾向となっており，減少の続いた泥炭土草地でも2014年以降は下げ止まっている。その要因は緑肥や堆肥等の有機物施用の効果と推測した。また，前報[9]では2008～2012，2014，2016年の7年間同一地点で同一作目であった90地点についてEMS法による土壌炭素貯留量を比較し，明らかな変動は見られなかったとしており，今回の調査結果もその延長線上にあるものと考えられる。

一方，局所的に見ると，地点間の変動が大きかったことから有意な差とはなっていないが，炭素貯留量の大きい泥炭土において炭素貯留量が減少する傾向が伺われたことは，注意を要する点である。この減少傾向を示したのは，全て宗谷管内の泥炭土草地12地点の平均である。これらの圃場では，近年，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ことが炭素貯留量低下の要因と考えられ，圃場乾燥の程度が圃場間で（あるいは圃場内の地点によって）格差を生じたことが貯留量の変動を拡大させたものと想定される。泥炭土草地の割合は北海道内全耕地面積から見ると2.3%（表2）と小さいため，炭素貯留総量に与える影響は必ずしも大きくはないと言えるが，泥炭土地帯における農地の拡大と土壌生産性改善の取組が，逆に炭素貯留総量の低下に繋がることにも留意する必要がある。

なお，2014年の成績[4]では，5年間の土壌炭素貯留量の変化傾向として，火山性土の普通畑では炭素貯留量の減少傾向が指摘されたが，その後の推移から見ると幸いにも減少傾向は継続していないと判断された。

2. 土壌炭素貯留量の維持・増大

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を必要とする。吉村[18]は既往の研究成果を基に十勝の普通黒ボク土における土壌炭素貯留量維持に必要な有機物施用量は，乾物では9.6Mg $ha^{-1}y^{-1}$と試算している。また，中津ら[7]や鈴木ら[15]は，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0.86～0.89Mg $ha^{-1}y^{-1}$ の施用が必要と報告している。仮に「北海道施肥ガイド2020」[1]で推奨している地力維持のための堆肥施用量（水稲，畑作物，飼料作物では10Mg $ha^{-1}y^{-1}$）を乾物率30%，乾物炭素含有率40%としてこれを施用することで，毎年1.2Mg $ha^{-1}y^{-1}$の炭素が圃場に還元できることになる。堆肥の供給量を無視した試

算であるが，堆肥の施用を継続することで，既に土壌中に貯留されている炭素の減耗を抑える効果が期待される。

現在，世界各国が脱炭素社会を目指す中で，従来までのような炭素の排出抑制だけでなく，農業生産の現場でも炭素の隔離対策を行うことが排出量取引や直接支払制度の要件に認定されるような時代になっている。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する。

謝　辞　本報告は，道総研農業研究本部各試験場の担当者が分担して調査を行った結果をとりまとめたものである。現場での調査にあたり，地先生産者の皆様と各地域の農業改良普及センターには調査の便宜とご協力をいただいた。関係の皆様には記して感謝申し上げる。また，原稿の校閲をいただいた中央農業試験場農業環境部の後藤英次部長，大橋優二研究主幹，八木哲生主査には深く感謝の意を表する。

引用文献

1）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
2）橋本均編．北海道土壌区一覧（改訂版）．北海立農業試験場資料37．2008，p.150-176
3）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報告書．p.12．https://www.pref.hokkaido.lg.jp/fs/1/1/0/8/0/0/5/8/_/資料3.pdf［2025.05.29閲覧］
4）北海道農政部．北海道耕地土壌の理化学性の実態・変化とその対応（1959 ～ 2011年）および炭素貯留量．平成26年普及奨励ならびに指導参考事項．2014，p.133-135
5）北海道農政部．北海道耕地土壌の理化学性（1959 ～ 2019年）と炭素貯留量（2016 ～ 2019年）．令和3年普及奨励ならびに指導参考事項．2021，p.106-107
6）北海道農政部．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．令和7年普及奨励ならびに指導参考事項．2025，p.62-64
7）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．日本土壌肥料科学雑誌．79，139-145（2008）
8）中村隆一，藤井はるか，甲田裕幸，竹内晴信．2018年における北海道耕地土壌の理化学性と減肥可能量．北農．89，107-113（2022）
9）中村隆一，藤井はるか，竹内晴信．北海道耕地土壌の2016 ～ 2019年における炭素貯留量．北海道立総合研究機構農試集報．108，29-35（2024）
10）丹羽勝久，永田修，若林勝史，本郷千春．日本土壌肥料科学雑誌．86，515-521（2015）
11）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
12）農研機構．土壌特性数値地図．日本土壌インベントリー．https://soil-inventory.rad.naro.go.jp/characteristic.html［2025.5.19閲覧］
13）農耕地土壌分類委員会．農耕地土壌分類第3次改訂版．農業環境技術研究所資料17．農業環境技術研究所，つくば，1995，p.1-79
14）農林水産省．令和6年耕地及び作物面積統計．作物統計調査．https://www.e-stat.go.jp/stat-search/［2025.5.19閲覧］
15）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）
16）Matsui, K., Takata, Y., Maejima, Y., Kubotera, H., Obara, H., and Shirato, Y. Soil carbon and nitrogen stock of the Japanese agricultural land estimated by the national soil monitoring database (2015-2018). Soil Sci. and Plant Nutrition. 67 (6), 633-647 (2021)
17）関谷長昭，高階史章，丹羽勝久，木村園子ドロテア，波多野隆介．日本土壌肥料科学雑誌．81（3），224-233（2010）
18）吉村元博．北海道農業と土壌肥料2021－持続可能な北海道農業を支える土壌肥料研究－．北農研究シリーズXIV．北農会，札幌，2021，p.33-36
19）Wedt, J. W. and Hauser, S. An equivalent soil mass procedure for monitoring soil organic carbon in multiple soil layer. European J. of Soil Sci. 64, 58-65 (2013)

A Soil Carbon Storage in Arable Field of Hokkaido at 2020 - 2023

Harunobu TAKEUCHI*1, Haruka FUJII*1, and Yukio HOSOBUCHI*1

Summary

A study about the sequestration of carbon dioxide is specifically important globally. Soil has held numerous of carbon as humus, therefore Japan government has attached importance to this soil function about carbon storage, and has surveyed the capacity of it in whole filed in Japan. We participate with this project, and we survey the actual condition of soil carbon storage in arable field in Hokkaido where has one fourth area of field in Japan.
As a result, we estimate soil carbon storage in 0.3m depth as 111.2C-Mg ha-1（same unit in below）average in 530 arable field. As a crop category in field, it’s value is 76（fruit）≒ 89（rice）＜99（vegetable）≒ 105（upland-crops）＜136（glass）, and as soil classification, it’s value is 88（Lowland soils）≒ 95（Upland soils）＜128（Andosoils）＜ 172（Peat soils）. Total storage of carbon in whole arable field in Hokkaido, is estimated as 132.1C-Tg（485 CO_2-Tg）. This value has a share of 35 % for whole storage in arable field in Japan. And this value is equivalent to 10 times of CO_2 emissions in Hokkaido in 2022. We have checked carbon storage change in 125 fields where we have continued monitoring for 12 years. As a result, a value of carbon storage decrease 19 % in especially peat soil. In the other soils, carbon storage has not changed significantly. The fact of decrease of soil carbon storage in peat soil may be caused by the stimulation of organic matter decomposition with field improvement as drainage. These results indicate that supply of organic matter to the field is very important to hold carbon storage level in the soil with high level crop production of the field.

*1 Hokkaido Research Organization Central Agricultural Experiment Station, Naganuma, Hokkaido, 069-1395 Japan