

土壌管理が温室効果ガス発生と土壌炭素の貯留へ及ぼす影響

1. 試験のねらい

農業が持続的に発展していくためには、環境保全や地球温暖化などに配慮しながら営農活動に取り組むことが求められる。農地土壌は堆肥の施用等適切な土壌管理により、炭素を貯留することが可能とされており、京都議定書においても温室効果ガスの吸収源の一つとして位置づけられる。このため、炭素貯留効果の高い営農活動に取り組む指標とするため、温室効果ガスの発生及び土壌炭素貯留効果を調査する。

2. 試験方法

平成 21 年 7 月から平成 24 年 2 月に茂木町の黒ボク土畑地で試験を実施した。供試作物は 3 か年ともニンジンで、7 月に堆肥及び化学肥料を施用し、8 月に播種した。試験区は、化学肥料単用区、無作付け区（無肥料）、堆肥区及び有機区とした（表-1）。クローズドチャンバー法により温室効果ガス（亜酸化窒素、二酸化炭素）の発生量を調査した。また、有機物の投入量及び二酸化炭素発生量から土壌の炭素収支を算出した。

表-1 試験区の設定(平成23年)

(単位: kg/10a)

試験区	施用有機物	基肥							
		有機物由来				化学肥料由来			
		T-N	T-C	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	
堆肥区	牛ふん・落ち葉堆肥	200	17.1	335	11.1	24.5	5.6	4.0	4.8
有機区	牛ふん・落ち葉堆肥	200	17.1	335	11.1	24.5			
	竹堆肥		1.8	53.4	3.0	0.6			
	海産有機質肥料		0.2	2.7	0.1	0.2			
	竹粉サイレージ		0.1	16.6		0.3			
	合計		19.2	408	14.2	25.6			
化学肥料単用区							5.6	4.0	4.8

注. 施用量の年度間変動は小さかった。このため、平成23年度の値を代表して示した。

3. 試験結果および考察

- (1) 亜酸化窒素 (N₂O-N) フラックス (単位面積・時間あたりのガス発生量) は、基肥施用直後にピークを生じ、それ以降は比較的低いレベルで推移した。亜酸化窒素の累積発生量は平成 22 年が他の 2 か年と比べて少なかった。また、化学肥料区及び無肥料に比べて堆肥区、とりわけ有機区からの発生量が多かった (図-1、表-3)。
- (2) 二酸化炭素 (CO₂-C) フラックスのピーク出現時期は、亜酸化窒素フラックスとは若干異なった。特に、堆肥区、有機区では施肥 1 か月以上を経過しても大きなピークを示した。土壌水分、地温がとも高かった時にフラックスも大きくなった (データ省略)。亜酸化窒素と同様に二酸化炭素の累積発生量は平成 22 年が他の 2 か年と比べて少なかった。また、試験区からの発生量の多寡は亜酸化窒素と同様の傾向を示した (図-2、表-3)。
- (3) 平成 22 年は 7 月、特に 8 月の降水量が少なかった。一方、平成 23 年は降水量が多かった (表-2)。これらのことから亜酸化窒素及び二酸化炭素の発生の多寡は、土壌水分の影響によると考えられた。特に堆肥多施用の場合、降水量が多いと二酸化炭素の発生が著しく促進されることが推察された。
- (4) クローズドチャンバー法による 1 年間の炭素収支は、平成 21 年、22 年では唯一、有機区がゼロに近く、他の 3 区は大きなマイナスの値を示した。一方、平成 23 年は逆に有機区での炭素の損失が最も大きく、炭素貯留効果が損なわれた。3 年間での炭素収支は、いずれの区も同等の値を示した (表-3)。

4. 成果の要約

有機物投入量が最も多い有機区からの二酸化炭素や亜酸化窒素の発生量は、他の区に比べて最も多かった。しかし、1 年間の炭素収支は、平成 21 年、22 年では他の 3 区は大きなマイナスの値を示したのに対し、唯一、有機区がゼロに近く炭素貯留効果が高かった。一方、降雨量が多かった平成 23 年は逆に有機区での炭素の損失が最も大きく炭素貯留効果が損なわれた。

(担当者 環境技術部 環境保全研究室 鈴木 聡)

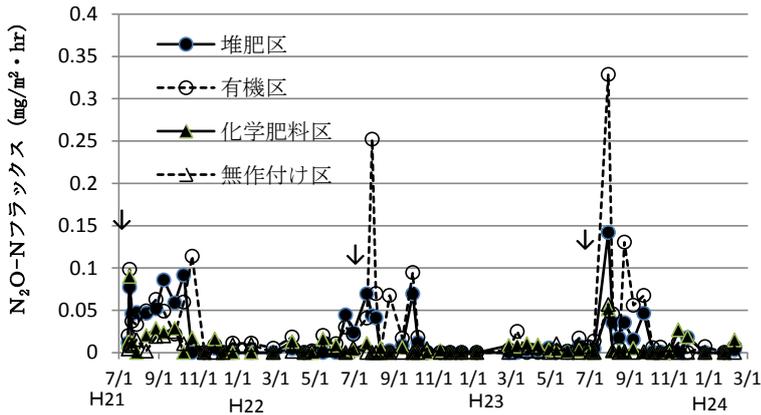


図-1 N₂O-Nフラックスの推移 (図中の矢印は基肥・有機物施用を示す)

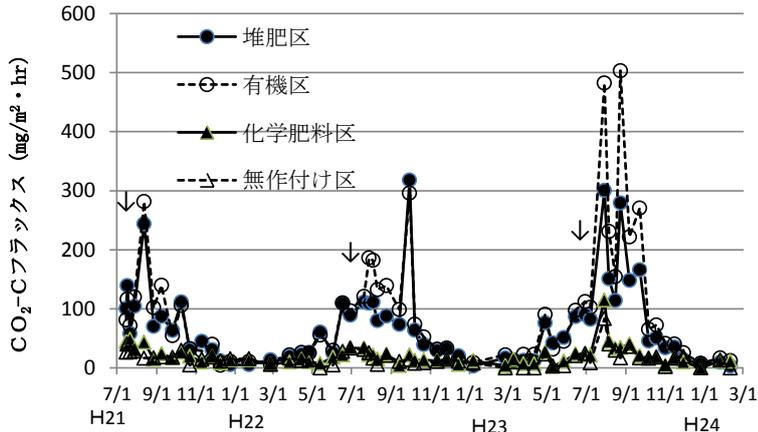


図-2 CO₂-Cフラックスの推移 (図中の矢印は基肥・有機物施用を示す)

表-2 調査期間中の降水量及び平均気温

年	月	降水量 mm	平均気温 ℃	年	月	降水量 mm	平均気温 ℃	年	月	降水量 mm	平均気温 ℃
平成21年	1	-	-	平成22年	1	1.0	0.8	平成23年	1	4.0	-0.5
	2	-	-		2	75.0	2.5		2	83.0	2.9
	3	-	-		3	123.0	5.8		3	50.5	3.8
	4	-	-		4	189.0	9.5		4	92.0	10.4
	5	92.5	17.6		5	179.0	16.1		5	150.0	16.1
	6	100.0	20.2		6	206.0	21.1		6	134.5	20.9
	7	191.0	23.9		7	189.0	25.5		7	240.5	25
	8	168.5	23.6		8	23.0	26.7		8	212.0	24.9
	9	12.5	19.9		9	270.0	22.2		9	338.0	22.3
	10	172.0	14.8		10	161.5	15.9		10	140.5	15.8
	11	122.5	9.3		11	57.0	8.6		11	95.5	9.8
	12	55.0	4		12	114.5	4.9		12	21.5	2.1

表-3 温室効果ガスの累積発生量の年次別比較及び炭素収支

期間	試験区	インプット			アウトプット			炭素収支
		有機物由来	ニンジン 残渣由来	合計	C O ₂ -C 累 積発生量	N ₂ O-N 累 積発生量	C O ₂ -C 相当量	有機物、残渣投 入量及び二酸化 炭素発生量から 算出
		gC/m ²			gC/m ²	gN/m ²	gC/m ²	gC/m ²
				①	②	③	④=②+③×296	⑤=①-④
	堆肥区	331	0	331	478	0.187	533	-147
	H21.7.15 有機区	517	0	517	524	0.224	590	-7
	-H22.7.20 化肥単用区		50	50	161	0.079	184	-111
	無作付け区		50	50	144	0.056	161	-94
	堆肥区	350	55	405	455	0.056	472	-50
	H22.7.20 有機区	503	50	553	553	0.146	596	0
	-H23.7.7 化肥単用区		63	63	113	0.027	121	-50
	無作付け区		0	0	87.7	0.011	91	-87.7
	堆肥区	335	0	335	444	0.104	475	-109
	H23.7.7 有機区	408	0	408	694	0.223	760	-286
	-H24.2.10 化肥単用区		0	0	125	0.043	138	-125
	無作付け区		0	0	105	0.022	112	-105
全調査期間	堆肥区	1016	55	1071	1377	0.347	1480	-306
	H21.7.15 有機区	1428	50	1478	1771	0.593	1947	-293
	-H24.2.10 化肥単用区		113	113	399	0.149	443	-286
	無作付け区		50	50	337	0.089	363	-287