

畑作物に対する有機物の施用効果

千葉 明

(岩手県立農業試験場)

Effect of Organic Matter Application on the Growth of Upland Crops

Akira CHIBA

(Iwate-ken Agricultural Experiment Station)

1 はじめに

東北地方における火山灰土壌の分布面積は、地力保全基本土壌調査成績書によると、全畑面積の約51%で130,232haを占め、岩手県でも畑面積の約56%で36,378haに達しており、他のいずれの土壌群よりも分布面積が広い。この火山灰土壌はしばしば、強酸性、塩基欠乏、磷酸欠乏、微量元素欠乏など多くの土壌養分的な欠陥を持つことが多く、またその一方では、風食、水食等土壌侵食の被害を受けやすく、しかも土壌によっては早魃の被害を受けやすいなど、土壌物理性にも欠点を有し、これらが作物の生育を著しく阻害する原因になっている。このような土壌の理化学性を改良し、更に土壌微生物環境を好適にするような対策を講ずることは、常に火山灰畑地帯における作物の生産力増強の目標とされる場所であるが、これに対しては有機物が関与する面が多いと思われる。このようなことから火山灰土壌を中心に、畑作物の生産力増強に果す有機物の役割はどのように評価されるかについて、岩手県農業試験場の試験を中心に検討を加えた。なお畑作物に対する有機物の施用効果については、橋元³⁾、甲斐・橋本⁸⁾、山根¹⁰⁾等の総括的報文があり解析が加えられている。本報告においては、有機物の施用効果の主要なものについて具体的な数値を再確認する意味を含めて再検討したものが多し。図-1は、橋元による堆厩肥施用効果を模式的⁴⁾に示したものであるが、その効果は極めて多岐にわたることが示されている。

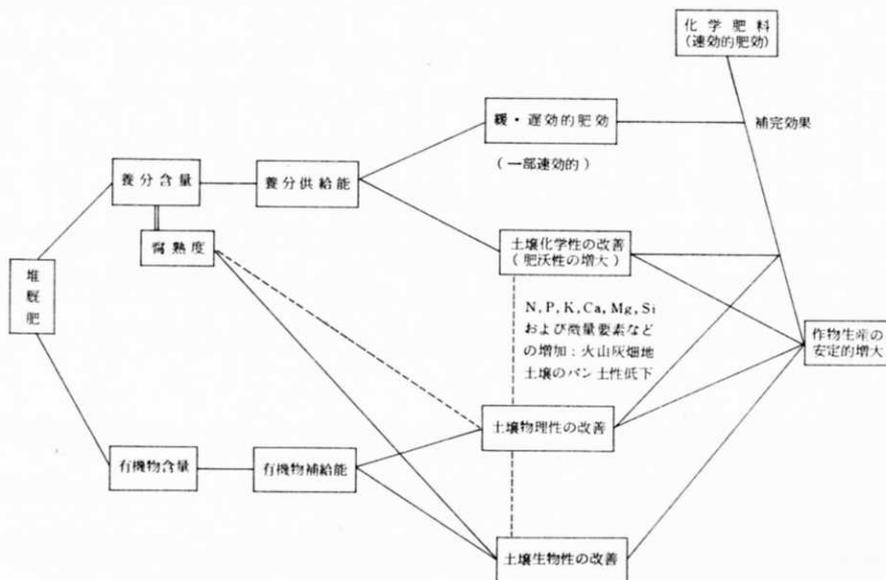


図-1 堆厩肥施用効果の模式 (橋元)

2 磷酸欠乏土壤改良時における有機物施用の効果

火山灰土壤における最も一般的な作物の生育阻害要因は、土壤中の有効磷酸の欠乏である。岩手県では、これら磷酸欠乏畑土壤の改良方法として、有効磷酸をほとんど含まない土壤の場合は山本方式による「作土10cm相当の土量について、X、磷酸吸収係数10%相当の磷酸を算定し、これを過石、熔磷比を1:4にして作土全層に投入する」という土壤改良法を推進したが、その後県内の代表土壤について検討した「磷酸吸収係数1%相当の磷酸を、磷酸質資材として熔磷を主体に施用すると、施用60日後の土壤中の有効磷酸量（Truog法）は、1.5~1.6mg%になる²⁾」（25℃、水分最大容水量の60%、インキュベート試験）という実験値から、表-1の磷酸投入量基準を設定し、土壤改良を推進している。

表-1 磷酸投入量基準

(P₂O₅ kg/10 a)

不足有効 磷酸 (mg) 磷酸 吸収係数	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
2600	16	33	49	65	81	98	114	130	146	163	179	195	211	228	244	260
2500	16	31	47	63	78	94	109	125	141	156	172	188	203	219	234	250
2400	15	30	45	60	75	90	105	120	135	150	165	180	195	210	225	240
2300	14	29	43	58	72	86	101	115	129	144	158	173	187	201	216	230
2200	14	28	41	55	69	83	96	110	124	138	151	165	179	193	206	220
2100	13	26	39	53	66	79	92	105	118	131	144	158	171	184	197	210
2000	13	25	38	50	63	75	88	100	113	125	138	150	163	175	188	200
1900	12	24	36	48	59	71	83	95	107	119	131	143	154	166	178	190
1800	11	23	34	45	56	68	79	90	101	113	124	135	146	158	169	180
1700	11	21	32	43	53	64	74	85	96	106	117	128	138	149	159	170
1600	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	160
1500	9	19	28	38	47	56	66	75	84	94	103	113	122	131	141	150
1400	9	18	26	35	44	53	61	70	79	88	96	105	114	123	131	140
1300	8	16	24	33	41	49	57	65	73	81	89	98	106	114	122	130
1200	8	15	23	30	38	45	53	60	68	75	83	90	98	105	113	120
1100	7	14	21	28	34	41	48	55	62	69	76	83	89	96	103	110
1000	6	13	19	25	31	38	44	50	56	63	69	75	81	88	94	100
900	6	11	17	23	28	34	39	45	51	56	62	68	73	79	84	90
800	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80

注. 作土10cm, 仮比重1.0の場合の基準値。有効磷酸はトログ法。1% 1.6mg

いま、岩手県農業試験場内で昭和40年より継続検討が行われている土壤改良試験の成績(表-2)を見ると、本試験は、作土10cm相当の土量について、磷酸吸収係数の6%の磷酸を算定し熔磷、過石を用いて作土全層の土壤改良を行い、その残効を13作にわたり継続調査し、同時に堆肥を10a当たり1t併用の効果を検討したものであるが、改良資材としての磷酸は試験開始初年目しか施用していないにもか

表一 2 磷酸質資材による土壌改良と堆肥併用の効果（収量比）

区名	40年	40	41	42	43	43	45
	スイートコーン	小麦	白菜	短根ニンジン	レタス	白菜	キュウリ
1 未改良	100	100	100	100	100	100	100
2 燐吸6%改良	148	182	410	198	172	143	128
3 同上堆肥	162	186	405	201	259	155	172

区名	46年	47	48	49	50	51	平均
	トマト	バレイショ	白菜	大根	大豆	レタス	
1 未改良	100	100	100	100	100	100	100
2 燐吸6%改良	127	126	143	99	117	130	163
3 同上堆肥	128	137	196	95	155	136	184

(岩手農試)

注. 1 燐吸6%はP₂O₅として100kg/10a, 過石・熔燐比1:2初年目のみ施用, 以後残効
 2 燐吸6%改良を100として堆肥併用効果を解析

	f	S	V	F
T	25	511		
A	1	1,316	1,316	8.33**
e	24	3,794	159	

sd = 4.93

lsd 5% = 10.18

lsd 1% = 13.79

かわらず, その改良効果は長期にわたり認められる。11作の収量平均指数は未改良区の163%であり, また堆肥併用区の指数は184%であり, この収量も5%水準で有意の差が認められている。

このように堆肥併用の効果が高いことから, 更に岩手県農業試験場内圃場において, 性格の異なる有機物を供試して畑作物に対する肥効を調査すると同時に, 有機物の施用が土壌の化学性あるいは微生物性に与える影響を調査した¹⁾。各作物の収量を表一3に示したがバレイショ, 白菜, 短根ニンジン, レ

表一 3 各種有機物の施用効果

(kg/10a, %)

区名	昭 49 年		50 年		51 年		51 年		51 年	
	バレイショ		白菜		短根ニンジン		レタス		大豆	
	収量	比	収量	比	収量	比	収量	比	収量	比
1 有機物なし	3,547	100	5,010	100	2,852	100	3,223	100	241	100
2 厩肥 2 t	3,248	92	5,544	111	3,591	126	4,298	133	248	103
3 " 4 t	3,557	100	5,419	108	3,731	131	4,716	146	263	109
4 稲わら 1 t	3,722	105	5,825	116	3,199	112	3,878	120	231	96
5 緑肥	—	—	6,234	124	2,746	96	3,121	97	237	98
6 豚ふん 2 t	3,589	101	6,009	120	3,372	118	4,244	132	255	106
N	6 + 4		15 + 10		12 + 8		16 + 2		4	
共通	1		1		1		1		1	
P ₂ O ₅	15		20		20		15		15	
施肥量	1		1		1		1		1	
K ₂ O	15		15 + 10		12 + 8		16 + 4		10	
品 種	男 爵		仲秋白菜		U S 5 寸		グレートレックス366		ナンブシロメ	

(岩手農試)

タスの4作を平均すると厩肥の2 t, 4 t及び洗脱豚ふん2 tの肥効が収量比 116 ~ 122 で高いのに対し、稲わら1 t, 緑肥鋤込みの効果はやや小さかった。これら各有機物の肥効発現の原因を明らかにするため、試験跡地土壌の分析による解析を試みた。これを表-4に示したが、ここに見られるように緑肥以外の各有機物の投入により、置換性加里が著しく富化されるほか、塩基置換容量の増大、有効磷酸の富化、磷酸吸収係数の低下傾向なども認められた。微量元素も富化されるものが多かったがこのことについては後に論ずる。

表-4 各種有機物の連用による土壌肥沃度の変化(51年跡地)

区名	pH (H ₂ O)	塩基置換容量 (me)	置換性塩基(mg%)			磷酸吸収係数	有効態磷酸 P ₂ O ₅ (mg%)	腐植 (%)	全炭素 C (%)	全窒素 N (%)	C/N
			CaO	MgO	K ₂ O						
1 有機物なし	5.89	18.9	282	10	29	2,070	5.4	12.09	7.02	0.44	16.0
2 厩肥 2 t	6.00	21.6	286	15	44	2,050	6.2	13.66	7.93	0.46	17.2
3 " 4 t	6.05	20.7	283	19	64	2,050	8.1	13.14	7.63	0.48	15.9
4 稲わら 1 t	6.09	19.4	246	14	44	2,040	7.2	12.30	7.14	0.43	16.6
5 緑肥	5.94	19.3	227	9	45	2,095	7.9	11.67	6.77	0.42	16.1
6 豚ふん 2 t	5.92	19.4	299	17	32	2,040	7.2	12.82	7.44	0.48	15.5

区名	置換性マンガン (MnO) (ppm)	有効態硼素 (B) (ppm)	可給態亜鉛 (Zn) (ppm)	可給態銅 (Cu) (ppm)	可給態鉄 (Fe) (ppm)
1 有機物なし	0.43	0.22	2.83	0.46	26.1
2 厩肥 2 t	0.91	0.30	3.15	0.38	26.6
3 " 4 t	0.79	0.38	3.73	0.36	22.2
4 稲わら 1 t	0.64	0.30	3.34	0.56	19.9
5 緑肥	0.40	0.32	3.17	0.39	17.7
6 豚ふん 2 t	0.68	0.35	7.43	0.46	27.9

分析法

有効磷酸; トローグ法

置換性塩基; PH7.0N-酢酸アンモン浸出

置換性マンガン; 同上

可給態銅, 亜鉛; 0.1N-塩酸浸出

可給態鉄; pH4.8, N-酢酸ソーダ浸出

有効態硼素; 熱水抽出

表-4 各種有機物による土壌肥沃度の変化(有効態成分その他)

有機物	CEC	MgO	K ₂ O	P ₂ O ₅	Humus	N	MnO	B	Zn	Cu	Fe
1 有機物なし	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
2 厩肥 2 t	114	150	150	115	113	105	212	136	111	83	102
3 " 4 t	110	190	190	150	109	109	181	173	132	78	85
4 稲ワラ 1 t	103	140	140	133	102	98	148	136	118	123	38
5 豚ふん 2 t	103	170	170	133	106	109	158	159	263	100	107

(昭51, 岩手農試)

注. 有機物無施用に対する比率, 有機物3年連用跡地

このようなことから、更に問題をしぼり、まず磷酸肥沃度増強に関連する有機物施用による土壌の変化を追跡した。すなわち4作付後の試験地土壌を採取し、土壌中の有効磷酸量を調査するほかに更にこれら有機物施用前歴の異なる土壌に新たに磷酸質資材を加えて、有効磷酸の富化量に違いはないか等を調査した。これが表-5¹⁾である。ここに見られるように、いずれの有機物の施用によっても、土壌中の有効磷酸の富化が認められるが、更に有機物連用土壌では、施肥磷酸の有効化率が高まることが認められた(このことは、磷酸多投による土壌改良時における資材節減の可能性を示唆するものである)。

表-5 有機物の施用に伴う有効磷酸の富化(室内実験)

区名	A	B	C	$(B-A) \times 100 / 100$	収量比
	跡地土壌 インキュベート 有効磷酸 P_2O_5 (mg%)	跡地土壌 P_2O_5 100mg添加 インキュベート 有効磷酸 P_2O_5 (mg%)	有機物による 有効磷酸 富化量 P_2O_5 (mg%) (Bにおける値)	施肥磷酸 有効化率 (%)	バレイショ 白ニンジン 短根 レタス 平均
1 有機物なし	4.9	11.1	0	6.2	100
2 厩肥 2 t	6.7	16.0	4.9	9.3	116
3 " 4 t	6.9	18.4	7.3	11.5	122
4 稲わら 1 t	5.3	14.5	3.4	9.2	113
5 緑肥	7.2	20.5	9.4	13.3	106
6 豚糞 2 t	7.9	20.4	9.3	12.5	118

(昭51, 岩手農試)

- 注. 1 有機物3年連用跡地土壌を供試
2 28°C 50日間インキュベート
3 P_2O_5 100 mgは磷酸吸収係数の5%相当

有機物の施用による有効磷酸の富化は、有機物自体からの磷酸の供給と、磷酸吸収係数の低下に伴う間接的な有効磷酸増加の影響の両面から解釈出来るが、表-5によれば、有機物無施用区においては磷酸吸収係数5%の磷酸(100 mg)施用によって6.2 mgの有効磷酸が富化されているから、磷酸吸収係数の1%施用で1.2 mg富化されたことになる。一方、厩肥4 t施用土壌は無施用土壌に比べ磷酸100 mgの施用で有効磷酸の富化量は5.3 mg多いから $(11.5 - 6.2) \cdot 5.3 / 1.2 = 4.4$ となり、磷酸吸収係数4.4%相当の磷酸を施用した場合と同じ有効磷酸量の富化が行われたことになる。これらの結果は、28°C 20日間という短期間のインキュベートによるものであるが、このような有機物の投入による施肥磷酸の有効性に及ぼす影響はかなり高いものであると考えられる。

3 微量元素欠乏土壌の改良に果す有機物の効果

岩手県内には多くの微量元素欠乏が発生し、作物によっては著しい生育阻害の原因になっている。

微量元素欠乏発生の原因は大きく二つに分けられ、その一つは土壌中にもともと微量元素が少ない場合と、他の一つは土壌反応により微量元素が不可給態化している場合である。もちろんこの両者が結合している場合もある。岩手県内の例であれば、土壌本来の欠乏状態として見られるものに銅と亜鉛、モ

リブデンがあり、土壤反応に著しく影響されているものにマンガンと鉄があり、硼素は両原因のものが認められる。

岩手県内に認められている微量要素欠乏発生物とその発生地域の土壤の実態を表-6に示したが、概活的に見れば、土壤本来の欠乏を示すものは火山灰土壤が多く、しかも噴出源の異なる火山灰で明らかかな差が認められる。例えば県南部に分布する焼石岳系火山灰と、県北部に分布する十和田系火山灰は特に欠乏状態を示す微量要素が多いが、岩手火山灰は本来の欠乏微量要素は少ない⁹⁾。

表-6 岩手県下の微量要素欠乏発生物の実態

要素	作物	発生地域と土壤
マンガン	大麦, はだか麦	気仙郡, 陸前高田市(石灰岩風化土壤)高pH 岩手郡(岩手火山灰土壤)
硼素	白菜, 菜種, 大根, ビート ブドウ	胆沢郡, 和賀郡, 岩手郡(奥羽山系火山灰土壤) 九戸郡(十和田系火山灰土壤) 北上山地(花崗岩風化土壤)(三紀層土壤)
銅	小麦, レタス	胆沢郡, 和賀郡(焼石岳系火山灰土壤) 九戸郡(十和田系火山灰土壤), 黒ボク土に多い
亜鉛	陸稲・大麦・トウモロコシ	胆沢郡(洪積層土壤), 表土剥離下層土に多発。
鉄	陸稲, リンドウ	二戸郡, 二戸市 石灰資材の多用によるpH上昇圃場に点在。
モリブデン	キャベツ, 大根, カリフラワー	紫波郡, 稗貫郡, 花巻市, 釜石市, 等に点在, 強酸性(洪積層土壤, 花崗岩風化土壤)

有機物の施用が微量要素欠乏土壤の改良にどの程度有効であるかということについては、短期間の有機物の施用試験では明瞭にできないことが多いが、先に述べた磷酸質資材による土壤改良試験における堆肥連用区(表-7)及び各種有機物の効果解析試験における微量要素の補給効果(表-4)を見ると、有機物の連用により微量要素の富化が認められるものが多いことがわかる。

表-7 堆肥の連用による土壤化学性の変化

区名	pH		腐植 (%)	置換性塩基(mg%)			有効 磷酸 P ₂ O ₅ (mg%)	磷酸 吸収 係数	微量要素(ppm)				
	H ₂ O	KCl		CaO	MgO	K ₂ O			MnD	Fe	Zn	Cu	B
1 無堆肥	6.55	6.16	8.6	661	14	17	6.0	1,500	0.55	5.7	2.8	0.12	0.61
2 堆肥連用	6.58	6.30	10.7	738	26	27	8.2	1,480	0.81	6.6	4.3	0.22	0.66
堆肥連用/無堆肥	—	—	124	112	186	159	137	99	147	116	154	183	108

(昭51, 岩手農試)

注. 堆肥施用 1 t/10 a 昭40~51年13作目微量要素は可給態

更に堆厩肥の施用が土壤中の微量元素含量に及ぼす影響を軽米町車門でほぼ全戸にわたる現地土壤調査を実施した。この車門集落は十和田系火山灰地帯にあるが、堆厩肥の投入により地力を高め、タバコ、麦を主体にした畑作物の生産安定に努力している集落である。この集落内で、堆厩肥の連用水準を10 a 当たり 800 ~ 1,500 kg, 400 ~ 500 kg, 無施用の3グループに分けて作物の収量水準を調査し、更に当該土壤中の可給態養分の分析を行った⁹⁾。調査圃場の概略を表-8に、また可給態養分の分析値を表-9に示した。可給態養分のうち多量要素については、化学肥料の施用により容易に増えるものもあるから考

表-8 軽米町車門の調査圃場の概略

区分	No.	耕作者	土性	堆厩肥 施用量 (kg/10 a)	作物収量 (kg/10 a)
堆厩肥多用畑	1	日山 義雄	L	1,200	タバコ 320
	2	日山 貞雄	L	1,300	タバコ 350
	3	日山 克太郎	L	1,500	タバコ 350, カブ 4 t, 小麦 400
	4	日山 喜一郎	L	1,200	タバコ 320, デントコーン 5.5 t
	5	日山 克太郎	L	1,500	タバコ 350
	6	日山 又男	L	1,300	デントコーン 6 t
	7	日山 信一	L	1,500	大豆 260
	8	日山 久治	L	1,500	カブ 5 t
	9	川原木 賢一	L	1,500	デントコーン 6 t
	10	日山 信一	L	1,500	タバコ 360
	11	菅原 一郎	L	1,000	タバコ 300
	12	菅原 初太郎	L	800	タバコ 320
	13	川原木 鉄男	L	800	タバコ 280
堆厩肥少用畑	14	川原木 喜一	CL	500	カブ 3 t, 小豆 100
	15	川原木 市蔵	SL	400	タバコ 280, 大豆 180
	16	橋場 岩次郎	L	400	デントコーン 4 t, 小麦 240
	17	川原木 市蔵	L	400	タバコ 280, 大豆 180
	18	橋場 岩次郎	L	400	デントコーン 4 t, 小麦 240
	19	川原木 賢一	L	500	タバコ 280
	20	橋場 岩次郎	L	400	小麦 280
牧草畑	21	日山 信一	CL	なし	牧草 4 t
	22	日山 信一	CL	〃	牧草 4 t
	23	日山 信一	L	〃	牧草 4 t
	24	日山 信一	CL	〃	牧草 4 t

表一 9 堆厩肥の施用と土壤肥沃度の変化（多量要素等）

区分	No.	pH		腐植 (%)	置換性塩基 (mg%)			磷酸 吸収係数	有効磷酸 P ₂ O ₅ (mg%)
		H ₂ O	KCl		CaO	MgO	K ₂ O		
堆厩肥多用畑	1	5.6	4.8	8.78	197	26	19	886	13.2
	2	5.7	5.2	8.44	381	10	77	1,265	19.6
	3	6.0	4.7	9.12	324	14	37	1,116	4.8
	4	5.4	4.9	9.12	566	32	28	800	31.6
	5	5.4	4.8	7.09	272	14	24	961	16.8
	6	6.0	5.0	7.09	238	11	26	833	15.6
	7	6.4	5.3	7.43	272	21	22	734	27.6
	8	6.3	5.1	6.03	317	25	70	707	29.2
	9	6.8	5.8	7.09	532	36	84	612	40.8
	10	5.7	5.3	4.73	555	29	22	457	42.0
	11	5.7	4.9	10.80	340	19	26	1,345	13.6
	12	5.3	4.8	8.44	351	25	27	1,235	14.8
	13	5.7	4.7	8.44	295	9	22	1,205	13.2
堆厩肥少用畑	14	6.1	4.7	7.09	236	14	26	827	10.4
	15	6.3	5.1	5.74	136	11	16	942	2.8
	16	5.9	5.1	6.42	193	7	20	878	7.1
	17	6.3	5.1	8.44	249	9	16	1,447	2.4
	18	6.5	5.1	8.44	326	23	37	1,282	3.5
	19	6.3	5.4	8.78	261	20	11	1,705	1.6
	20	6.3	5.1	7.78	317	16	24	1,200	5.2
牧草畑	21	6.5	5.6	13.51	646	18	3	1,873	tr.
	22	6.1	5.1	8.44	261	9	16	1,833	3.6
	23	5.6	4.4	10.49	113	6	8	1,679	2.4
	24	5.6	4.6	8.11	68	4	5	1,464	7.6
多用畑平均		5.8	5.0	7.90	357	21	37	799	21.8
少用畑平均		6.2	5.1	7.54	245	14	21	1,183	4.7
牧草畑平均		5.9	4.9	10.14	272	9	8	1,688	3.4

(軽米町車門)

表一9 (続) 堆厩肥の施用と土壤肥沃度の変化(微量元素)

区分	No.	微 量 要 素 (ppm)				
		置 換 性 マ ン ガ ン (MnO)	可 給 態 (Fe)	可 給 態 垂 鉛 (Zn)	可 給 態 (Cu)	有 効 態 硼 (B)
堆 厩 肥 多 用 畑	1	3.1	2.8	4.7	0.19	1.58
	2	2.6	2.7	3.9	0.22	1.08
	3	2.0	4.5	2.2	0.23	1.08
	4	5.2	2.8	4.1	0.28	1.16
	5	4.0	3.8	3.0	0.28	1.18
	6	2.1	2.8	4.2	0.23	1.16
	7	1.6	1.8	5.2	0.30	1.16
	8	3.1	1.9	5.2	0.37	0.84
	9	2.3	1.4	8.3	0.79	1.06
	10	4.2	2.5	4.3	0.47	0.84
	11	3.4	4.2	4.8	0.12	1.20
	12	3.6	5.1	4.4	0.14	1.28
	13	2.9	2.9	4.8	0.14	0.88
堆 厩 肥 少 用 畑	14	2.3	3.2	2.6	0.23	0.88
	15	0.8	2.8	2.1	0.21	0.74
	16	2.4	3.5	3.8	0.23	1.12
	17	0.8	5.7	2.2	0.10	0.94
	18	1.2	2.4	4.1	0.14	1.06
	19	1.4	6.6	2.0	0.19	0.60
	20	1.2	2.9	4.0	0.19	0.70
牧 草 畑	21	0.7	6.4	0.6	0.10	0.04
	22	2.5	8.7	1.3	0.21	0.30
	23	3.9	7.9	1.6	0.10	0.50
	24	4.8	12.2	0.6	0.14	0.30
多用畑平均		3.1	3.0	4.5	0.29	1.18
少用畑平均		1.4	3.9	3.0	0.18	0.86
牧草畑平均		3.0	8.8	1.0	0.14	0.29

(軽米町車門)

察の対象外としたが、可給態の微量元素については、その大部分は堆厩肥等有機物に由来するものが多いと見て分析結果を考察すると、堆厩肥の無施用畑において欠乏水準にある垂鉛(0.1N-HCl可溶Zn 1 ppm)銅(0.1N-HCl可溶Cu 0.2 ppm)硼素(熱水可溶B 0.3 ppm)の3微量元素が、堆肥の施用に伴い欠乏水準を脱していることが認められる。鉄、マンガンについてはその傾向は明らかでないが、無施用畑(牧草)においては転炉滓が多用されていることが調査の結果明らかにされており、これからの鉄、マンガン補給の可能性は考えられる。このほか、一戸町奥中山の現地調査の結果でも、同様に堆厩肥多用

畑における微量元素の富化傾向が認められた。ただし、これら調査で認められることは、岩手県農業試験場圃場においても現地圃場においても全般に有機物による銅の富化量は少ない傾向があることである。このことは堆肥源が欠乏地域の畑作物残渣である場合など当然堆肥にも銅の含まれる量が少なくなるので、そのような結果となることが考えられる。これに反し、先に見られた洗脱豚ふんの場合は飼料中の亜鉛が多いために排泄物中の亜鉛含量もかなり高いという例など見られる。

4 土壤微生物に及ぼす有機物の影響

有機物の施用により土壤微生物が影響を受け、作物の生育は抑制あるいは促進されることについては二つの点がまず考えられる。その一つは未分解の有機物の施用による窒素飢餓の発生と、堆肥の施用による硝酸生成の促進である。

表-3に掲げた各種有機物の効果解析において、バレイショに対する稲わらの早春施用は土壤中の硝酸態窒素の濃度を低く抑え、その結果バレイショ茎葉中の硝酸態窒素含有率も低くなり、生育が抑えられることが認められている。この試験圃場の各有機物3年連用土壌を28℃での畑状態で20日間インキュベートした結果でも、ほぼ収量傾向と同じように厩肥2t、4t区あたりでは硝酸態窒素の発生量が多いのに対し、稲わら施用土壌では有機物無施用土壌と殆ど変わらない低い硝酸態窒素の生成量になっており、土壌への窒素のとり込みがうかがわれる。これらを図-2、図-3に示した。

このような硝酸化成の遅速はそれでも一般の畑地においてはそれほど大きな問題にならないのが普通であるが、対象土壌が腐植の少ない下層土のような場合は問題が大きくなる。例えば新規造成畑においてはしばしば腐植の少ない下層土が表土になるために、生産力が著しく劣ることがあるが、その原因は腐植をはじめとし各種肥料成分の不足に由来することもあるが、土壤微生物環境が著しく不良なために生育を甚だしく阻害することがある。

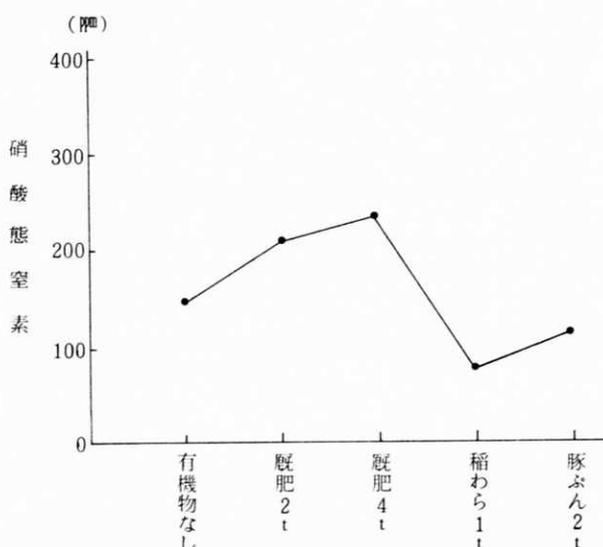


図-2 バレイショの生体中硝酸態窒素濃度 (昭49)

注. 1) 2% 酸浸出によるフェノール硫酸法(比色法)
2) 調査部位は、主茎の頂部より5葉目

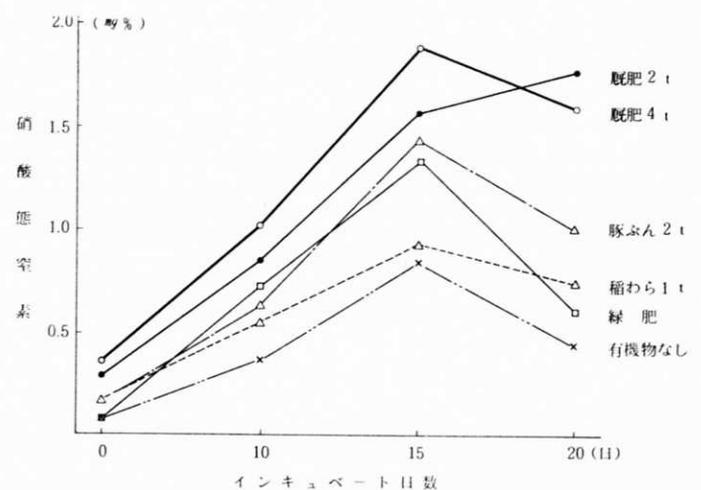


図-3 有機物3年連用土壌による硝酸態窒素の発現(窒素無添加) (昭51) (28℃開放型インキュベーション)

表-10は母材が花崗岩、凝灰岩及び粘板岩の腐植を含まない下層土を4点供試し、酸性矯正、微量元素添加、堆肥施用の効果を黄からし菜を用いてポット試験を行った結果を示したものである⁶⁾。ここに見られるように無堆肥系列の収量が著しく低いことが特異的であったので、その原因を引続き調査した結果、無堆肥系列では施用した硫安のアンモニア態窒素の硝酸化成がほとんど進まず、その結果好硝

表-10 各種下層土の施肥試験（黄からし菜ポット試）

区 名		収 穫 時			
		草 丈 (cm)	生 体 重 (g/100体)	乾 物 重 (g/100体)	同 比
荒 川 (花崗岩)	1 三 要 素	3.3	19	3	100
	2 同上 酸性矯正	19.5	882	77	
	3 同上 微量元素添加	30.4	2,113	172	
	4 同上 堆肥添加	35.2	4,282	425	
須 川 (凝灰岩)	1 三 要 素	0	0	0	—
	2 同上 酸性矯正	0	0	0	—
	3 同上 微量元素添加	0	0	0	—
	4 同上 堆肥添加	28.5	1,671	199	—
赤 沢 (粘板岩)	1 三 要 素	6.2	83	10	100
	2 同上 酸性矯正	11.4	255	26	
	3 同上 微量元素添加	12.6	472	50	
	4 同上 堆肥添加	26.8	1,692	180	
種 山 (凝灰岩)	1 三 要 素	8.8	75	8	100
	2 同上 酸性矯正	20.0	700	77	
	3 同上 微量元素添加	12.7	303	31	
	4 同上 堆肥添加	26.5	1,492	185	

(昭53, 岩手農試)

注. 施用量 N(硫安) 3g P₂O₅(過石) 35g
K₂O(塩加) 5g, 追肥N, K₂O(NK化成) 各0.45g
堆肥, 300g

酸野菜である黄からし菜の生育が阻害されていることがわかった。そこで引続き各土壌の微生物環境を調査したのが表-11である。ここに見られるように堆肥の施用により明らかに硝酸化成菌が増加していることが認められた。なお硝酸態窒素の存在が生育を規制していることの確認は、追試験により硝酸態窒素を施用することにより黄からし菜の生育が良化されることによっても確認された。

また堆肥の施用により、熟畑化の指標とされるB/F値の高まりも、比較的短期間の施用で認めることが出来る。

このように有機物（ここでは堆肥）が土壤微生物特に硝酸化成菌を増殖させ、その結果、野菜類の生育などに大きい生育促進効果を与えることも重要な性質の一つである。

表一11 堆肥施用による微生物環境の変化

(菌数/乾土1g)

土壤	処理	微生物					
		糸状菌	放線菌	細菌	B/F値	垂硝酸化成菌	硝酸化成菌
荒川 (花崗岩)	無堆肥	3.5×10^5	4.2×10^6	1.8×10^7	51	3.2×10^5	7.1×10^3
	堆肥	2.1×10^5	7.6×10^6	2.5×10^7	119	2.6×10^5	5.4×10^5
須川 (凝灰岩)	無堆肥	2.3×10^5	2.5×10^6	5.2×10^6	23	1.3×10^4	n α
	堆肥	1.4×10^5	3.3×10^6	6.5×10^6	46	4.5×10^2	1.5×10^4
赤沢 (粘)	無堆肥	2.9×10^5	1.7×10^6	4.7×10^6	16	1.1×10^3	4.6×10^4
	堆肥	4.3×10^5	4.8×10^6	5.3×10^7	123	4.8×10^4	5.1×10^3
種山 (凝灰岩)	無堆肥	1.8×10^5	1.1×10^6	4.8×10^6	27	7.2×10^3	9.3×10^2
	堆肥	4.0×10^5	6.3×10^6	1.6×10^7	40	3.2×10^5	1.1×10^5

(昭55, 岩手農試)

5 連作障害回避のための有機物

畑作物の連作障害の回避のために堆肥の施用が効果があるのではないかと以前から言われているが、この実態については必ずしも明らかに出来ない部分が多い。昭和48～56年に行った岩手県農業試験場の試験結果でも、堆肥10 a 当たり 2 t の施用で、野菜、普通畑作物とも明瞭な連作障害回避の効果は認められていない。しかし、連作障害を施肥過剰による塩類濃度障害というように一つの現象に限ってこれを考えてみると、最近のキュウリやトマト栽培圃場においては極めて多量の堆肥を施用する例が多く、このことは連作障害の回避にもつながっているのではないかと見られる。

最近の野菜畑土壤の塩基置換容量を分析すると、堆肥多用を反映して、従来の土壤分析値にはほとんど見られなかったような高い値が出てくるようになっている。堆肥の多用は、一方では加里過剰に由来する塩類濃度障害の一原因になっているとも考えられるが、塩基置換容量の増大はこれを防ぐ方向にも働いていると見られる。図-4は、堆肥多用畑土壤の塩基置換容量を測定したものであるが⁷⁾、同一土壤について 2 mm 節をパスした土壤と 1 mm 節をパスした土壤について測定を行ってみると、普通であれば 1 mm パスの細かい土壤の方が高い塩基置換容量を示すのであるが、この場合は逆に、2 mm パスの土壤で高い値(約 +10 me)を示している。この理由を検討したところ、2 mm パスの土壤には堆肥

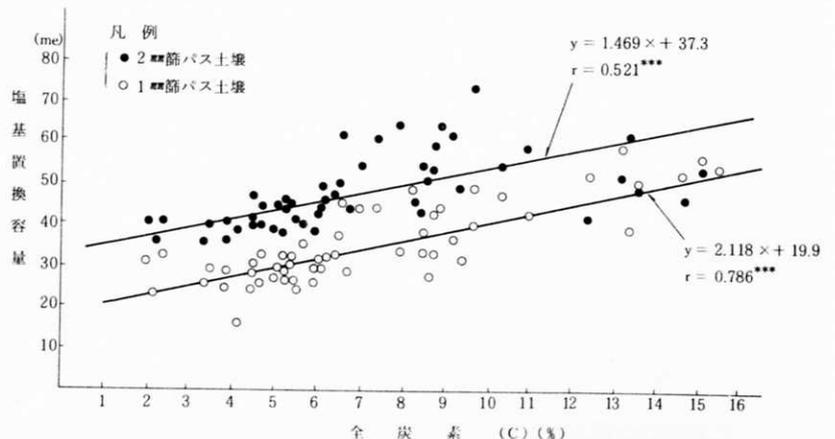


図-4 有機物多用土壤の塩基置換容量測定例

由来の植物遺体が多く混入され、これが塩基置換容量の値を高めていることがわかった。しかしいずれにしろ連作障害回避のための有機物の効果については未検討の部分が多いと見られる。

6 有機物をめぐる最近の問題

これまでは堆厩肥を主体にした検討を行って来たが、最近の有機質源は多様なものになり、その肥効もまた多様になることが予想される。岩手県内で産出される販売用の代表的な堆肥を表-12に示したが、これは大きく分けて3タイプに分類することが出来る。第1グループは堆肥工場として大規模に生産されているもので、現在県内に2工場あり、主原料はおがくず入りの鶏ふんである。これは通気処理を行いながら約70日間発酵させておがくず由来の生育阻害物質の除去をはかり製品化しているものであるが、

表-12 岩手県内産出の代表的堆肥

(現物当たり)

種類	製造場所	水分 (%)	pH	N (%)	P ₂ O ₅ (%)	K ₂ O (%)	CaO (%)	MgO (%)	原料, 処理方式
※ 醱酵 鶏ふん 堆肥	1 住田町	29	9.2	2.1	4.7	3.0	3.3	1.1	おがくず, 鶏ふん 68日醱酵処理
	2 二戸市	40	8.8	1.7	4.6	2.6	7.3	1.1	同上 65~75日 "
バーク 堆肥	3 岩泉町	67	7.3	0.6	0.2	0.2	2.0	0.1	バーク, 鶏ふん 1年以上屋外堆積
	4 北上市	50	—	1.2	0.2	0.2	1.1	0.2	バーク, 鶏ふん 10カ月屋外堆積
作物 残稈 堆肥	5 二戸市	70	8.3	0.5	0.5	0.7	0.5	0.1	タバコ残稈, 稲わら, その 他, 8ヶ月以上屋外堆積
	6 農試	83	8.0	0.4	0.1	0.8	0.4	0.1	稲わら堆肥

注. ※ 佐藤式工場堆肥

製品を見ると三要素含有率が極めて高く、普通の堆厩肥と同等には取扱われないことがわかる。すなわち三要素含有率でみるとおおよそ2-5-3%で、一般の堆厩肥に比べて極めて高く、その結果窒素の肥効はやや遅れるものの、低度化成肥料的な性格を示す。岩手県では差し当り、各作物の堆厩肥基準施用量と窒素成分で合わせ、つまりおおよそ一般の堆厩肥の1/3~1/4の施用量でほぼ同等の収量が得られるという試験例の多いことから、これを施用基準にしている。主な肥効試験の成績を表-13に示した。しかし土壌養分的な面からみると磷酸、加里の蓄積が明らかに多くなる反面、おがくず由来と思われる生育阻害現象も根菜類などでは認められることから、施用上の注意が必要である。

また堆厩肥に比べ施用量が少なくなることから、土壌物理性に及ぼす影響をどのように評価できるかも今後の問題である。第2グループのバーク堆肥は、もともとバークが主成分であるので三要素含有率は高くないのであるが、県内産のものには鶏ふんや硫酸のような窒素源を添加してあるため、窒素含量

表一13 工場堆肥施用試験成績（岩手県農試，同分場，岩手県園試南部分場，岩手県畜試，二戸普及所，二戸畜産指導所）

作物	昭 54 年	昭 55 年	昭 56 年
水 稲	堆肥の60%施用で97~110 (滝沢, 雫石) 堆肥の25%施用で88(軽米)	0.15~0.6tで135~166(住田) 0.3~0.6tで140~143(滝沢) 0.3~0.6tで59~112(雫石) 堆肥の25%施用で26(軽米)	
ニンジン	0.4tで129(二戸) 0.6t全肥50%減で102 (二戸)	0.4tで101,多量程マイナス (二戸) 堆肥の25%で109(滝沢)	0.4t~0.6tで120~126 (二戸)
キュウリ	堆肥の50%で98(陸前高田)	堆肥の50%で126(陸前高田)	
青 刈 トウモロコシ	0.4t全肥なしで93(二戸)		
大 豆	0.5t全肥なしで98(二戸)	0.1~0.3tで113~115(二戸)	0.1~0.3tで142~79(二戸)
牧 草	1~2t全肥なしで102~107 (滝沢) 堆肥の25%施用で101(一戸)	0.5~1.0tで124~128(二戸) 1tで全肥と同等(滝沢)	
小 麦		0.3~0.6tで114~138(二戸) 0.2~0.6tで124~129(軽米)	0.3t~0.6tで130~123 (二戸)
ニンニク		1tで129(二戸)	1tで107(二戸)
スイート トコーン		0.4~0.8t(全肥なし)で115 ~118(二戸)	0.4~0.8(全肥)なしで100 (二戸)
ダイコン		0.2~0.6tで92~54(軽米)	奇形根発生(軽米) 堆肥の25%で115(滝沢)
イチゴ		堆肥の25%で120(陸前高田)	
レタス			堆肥の25%で120(滝沢)

(収量比で表示)

が高目になっているものもある。岩泉町産バーク堆肥の場合は広葉樹のバークを粉碎したもの1tに対し発酵鶏ふん50kg, 硫酸20kgを添加して1年以上堆積し, この間に6回切返しを行っている。堆積開始後約20日で温度は72~73℃になり, 温度は下った時でも30℃以上を目標とし発酵させている。堆肥は12mmの篩にかけて製品としている。バーク堆肥の肥効試験結果を表一14に示した。第3のグループは普通堆肥に近いもので, この代表として二戸市産の作物(タバコ)残穢堆肥をあげることが出来る。この堆肥はもともとタバコ用の土壌改良資材として製造が開始されたものであり, したがって窒素含量は0.5%以下, また, 塩素含量は0.3%以下という目標が決められている。主原料はタバコの残穢であり(約40%), それにバーク(約30%)おがくず牛ふん(約20%), 稲わら(約10%)の混合となっている。これら原料を3~4cmに切断又は粉碎し, 発酵促進剤を添加し攪拌しながら一定量を山積し切り返しは, 稲わらが多い場合は3~4回, バークが多い場合は6回以上が標準になる。堆積期間は最低8か月とし, 1年以上を目標としている。この堆肥はほとんどがタバコ用として管内農家に供給され, 地力維持増進, 連作障害回避等に効果を上げていると農家は理解している。

表一14 小麦に対するバーク堆肥施用試験

(kg/10 a)

区 名	茎 葉 重	子 実 重	同 比	子実千粒重 (g)	備 考
1 無 施 用	368.8	97.2	100	36.8	遠野産
2 バーク堆肥 2 t	479.7	142.7	147	37.2	N, 0.26 %
3 " 4 t	450.6	125.9	130	37.5	P ₂ O ₅ , 0.19
4 " 8 t	294.1	85.5	88	36.9	K ₂ O, 0.23
5 厩 肥 2 t	440.0	129.7	133	36.6	
1 無 施 用	445.0	150.2	100	37.0	岩泉産
2 バーク堆肥 2 t	527.2	157.3	105	37.6	N, 0.56 %
3 " 4 t	529.2	150.3	100	37.5	P ₂ O ₅ , 0.17
4 " 8 t	306.7	90.4	60	35.5	K ₂ O, 0.20
5 厩 肥 2 t	530.9	155.7	104	35.6	

(昭55, 岩手農試)

注. N; 6+2 P₂O₅; 20, K₂O; 15, バーク堆肥 8tは無肥料, ナンプコムギ

以上代表的な堆肥について述べたが、これら有機物の土壌の物理性に及ぼす影響については未確認の部分が多い。しかし、いずれにせよ畜産振興との関連、あるいは土壌汚染防止の関連から見ても、これら有機物の安全有効な利用方法を確立する必要がある。

7 要 約

畑作物に対する有機物の施用効果を火山灰土壌を中心に若干の解析を試みた。

(1) 燐酸欠乏土壌の土壌改良は有効燐酸含量の富化目標を設定して行われるが、堆厩肥をはじめ稲わら、緑肥、洗脱豚ふん等いずれの連用土壌においても、有機物無施用土壌に比べ明らかに有効燐酸の富化量は増加しやすく、したがって燐酸資材費あるいは施肥燐酸の節減が可能になる。

(2) 県内に発生する微量要素欠乏のうち、銅、亜鉛、硼素は土壌母材における不足に基づく欠乏が多く、土壌反応の高低による不可給態化による欠乏よりは頻度が高い。この3微量要素欠乏は火山灰土壌で特に発生が多いが、これら欠乏土壌に対して堆厩肥の連用は長期にわたれば十分欠乏水準解消の力を持っている。

(3) 堆厩肥の施用は土壌微生物環境にも大きな影響を与え、特に野菜栽培にとって重要と見られる硝酸化成菌の増殖に有効である。この事は新規造成畑において腐植の少ない下層土が表土化するような場合に特に注意を要する問題であり、早期熟畑化のための堆厩肥施用の意義がここにも見られる。

(4) 最近の野菜畑における堆厩肥の多投は、土壌の塩基置換容量をかなり高める作用をしており、このことは養分過剰による連作障害を回避する一手段になっているのではないかと見られる。ただしその一方で加里の供給量などは明らかに多くなっている。

(5) 県内で販売されている代表的な3タイプの堆肥について検討を加えた。

引 用 文 献

- 1) 千葉 明・石川格司・新毛晴夫・千葉行雄・宮下慶一郎・佐藤久仁子. 畑土壤改良基準策定のための基礎研究. 第2報 畑土壤肥沃度に及ぼす有機物の効果解析. 岩手農試研報 21, 37-70 (1978).
- 2) ———・白旗秀雄・石川格司・新毛晴夫・千葉行雄・宮下慶一郎・佐藤久仁子. 畑土壤改良基準策定のための基礎研究. 第3報 有効リン酸目標設定方式による土壤改良法. 岩手農試研報 第23号(1982).
- 3) 橋元秀教. 有機物施用の理論と応用. 農山漁村文化協会 (1977).
- 4) ———. 堆厩肥の質に関する私見. 肥料科学1, 77-85 (1978).
- 5) 岩手県農業試験場. 地力保全基本調査総合成績書 (1978).
- 6) ————. 昭和54年度土壤肥料に関する試験成績概要 (1980).
- 7) ————. 昭和56年度土壤保全対策事業東北地域ブロック会義資料 (1982).
- 8) 甲斐秀昭・橋元秀教. 土壤腐植と有機物. 農山漁村文化協会. 206p. (1976).
- 9) 黒沢順平. 岩手県下の火山灰土壤の分類とその生産増強対策. 岩手農試研報 14, 22-46 (1970).
- 10) 山根一郎. 耕地の土壤学. 農山漁村文化協会. 210p. (1981).