堆きゅう肥の連用が黄色土及び黒ボク土畑土壌に及ぼす影響(1)

土壌の理化学性の変化とキャベツ,カンショの収量

誌名	静岡県農業試験場研究報告 = Bulletin of Shizuoka Agricultural Experiment Station
ISSN	0583094X
著者名	若澤,秀幸 河合,徹 神谷,径明 堀田,柏 青島,洋一 鈴木,則夫 中神,敏 山田,金一 堀,兼明 堀内,正美 高橋,和彦 水本,順敏 松本,昌直
発行元	静岡県農業試験場
巻/号	38号
巻号補足	
掲載ページ	p. 85-98
発行年月	1994年2月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター
Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council Secretariat

AgriKnowledge

静岡農試研報 (Bull. Shizuoka Agr. Exp. Stn.) 38 : 85～98 (1994)

堆きゅう肥の連用が黄色土及び黒ボク土畑土壌に及ぼす影響

(第1報) 土壌の理化学性の変化とキャベツ，カンショの収量†

若澤秀幸*・河合　徹*・神谷径明*・堀田　柏*
青島洋一**・鈴木則夫***・中神　敏****
山田金一*****・堀　兼明******・堀内正美*
高橋和彦*・水本順敏**・松本昌直*******

Ⅰ. 緒　　言

近年，地球環境への関心が高まる中で農業が周辺環境に及ぼす影響についても懸念が表明されるようになり，環境に配慮した施肥法の確立が求められている。有機物施用による土作りの重要性は古くから言われており，各種の有機物が土壌に施用されてきた。家畜ふん尿等の畜産廃棄物はわが国で最も発生量が多い有機物で，これに含まれる窒素の総量は化学肥料として施用される窒素量を上回っている[1)]。このように畜産廃棄物は量だけでなく，肥料的価値としてみても貴重な有機物資材であり，これを有効利用することは環境汚染防止の面からも重要である。この様な背景から，有機物連用により土壌の性質や作物の収量がどのように変化し，そしてその変化の程度は施用する有機物や土壌の種類により，どのように異なるかを定量的に把握することは，有機物資材の有効利用を図る上で貴重なデータを提供することになる。

静岡農試では，堆きゅう肥施用の効果が大きいと言われている[6,7)]キャベツとカンショを用いて，1981年から黄色土と黒ボク土に稲わら堆肥や家畜ふん尿等の有機物資材を連用し，その影響を調査してきた。

黄色土と黒ボク土は静岡県内の代表的な畑土壌で，この2土壌群で畑土壌全体の33%を占めている。黄色土は県中部，中遠，西部地域の台地ならびに傾斜地に分布し，畑地，樹園地として利用されており，全耕地面積の14%を占め，畑土壌としては黒ボク土についで多く分布している。一般に物理性は悪く，塩基類に乏しく酸性土壌が多い。

一方黒ボク土は伊豆，東部地域の山麓の平坦地から緩傾斜地に主に分布し，全耕地面積の19%を占める最も多い土壌で，仮比重が小さく，C／N比が高く，リン酸吸収係数，陽イオン交換容量が大きい土壌である。

本報告では有機物資材の連用や連続窒素無施用の影響について，1981年から1990年までの10年間のデータを用いて解析した結果を報告する。また施肥窒素削減の可能性を検討するため，施用した窒素の利用率も計算したので，その結果も併せて報告する。

Ⅱ. 材料及び方法

1. 試 験 構 成

1980年にほ場を造成し，カンショを1作栽培してほ場の均一化を図った後，1981年から試験を開始した。供試土壌は細粒黄色土斑紋あり（新野統 10D17）と厚層腐植質黒ボク土（長光地統 03B09）で，冬作にキャベツ，'春汐' 夏作にカンショ '高系14号' を栽培した。栽培概要及び施肥量は第1表に示したとおりである。試験区

本研究は土壌保全対策事業の中の土壌環境基礎調査・基準点調査として実施したものである。
† 本報告の概要は日本土壌肥料学会中部支部例会（1993年5月，岐阜市）において発表した。
* 土壌肥料部　** 農業技術課（元土壌肥料部）　*** 茶業試験場（元化学部）
**** 資源エネルギー課（元化学部）　***** （元化学部）
****** 中国農業試験場（元化学部）　******* 志太榛原農林事務所（元化学部）

第1表　試験構成及び施肥量（kg／10a）

試験区	キャベツ 窒素	リン酸	カリ	苦土石灰	カンショ 窒素	リン酸	カリ	苦土石灰
三要素	26	23	25	150	5	5	5	100
無窒素	0	23	25	〃	0	5	5	〃
稲わら堆肥 2t	26	〃	〃	〃	5	〃	〃	〃
〃 5t	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃
豚ぷんきゅう肥 5t	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃
バーク堆肥 5t	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃

1）10年間の栽培概要：キャベツ　カンショ
播　種　8月下旬
定　植　10月上旬　5月下旬
栽植密度　70 × 30　90 × 30cm
3,434株　3,288株／10a
収　穫　2月上旬　9月下旬
2）堆きゅう肥はキャベツ作付前に化学肥料に上乗せして施用した。

は化学肥料単用の三要素区，無窒素区（窒素を除く施肥量は三要素区と同じ），稲わら堆肥2 t区及び同5 t区（稲わら堆肥を2 t／10a 及び5 t／10a 施用した区），豚ぷんきゅう肥5 t区（5 t／10a 施用），バーク堆肥5 t区（5 t／10a 施用）の6区を設けた。堆きゅう肥施用区では化学肥料を三要素区と同量施用し，堆きゅう肥は上乗せして施用した。なお堆きゅう肥はキャベツ作付前に年1回施用した。また苦土石灰は，キャベツ作付時で150kg／10a，カンショでは100kg／10a をすべての区に施用した。試験は1区14.6㎡の2連で行った。

2. 跡地土壌の理化学性及び作物体分析

毎作付終了後作土層の土壌を各区5～6カ所から採取してよく混合し，風乾，粉砕した後2㎜のふるいを通過したものを分析に供した。そしてpH，電気伝導度（以下EC），全炭素，全窒素，可給態窒素，陽イオン交換容量，交換性塩基，可給態リン酸を測定した。また作土層の物理性は仮比重と全孔隙を測定した。

全炭素及び全窒素はCNコーダーにより，可給態窒素は4週間培養後蒸留法により，陽イオン交換容量は振とう浸出法により，交換性塩基のうち石灰，苦土は原子吸光光度法で，カリは炎光光度法で，可給態リン酸はトルオーグ法でそれぞれ測定した。

作物体の窒素含有率は収穫後，風乾，粉砕しケルダール法により測定した。

3. キャベツ，カンショの収量

収量調査はキャベツでは各区16株，カンショは18株で行った。キャベツは地上部全重及び調整重（結球部重）を，カンショでは茎葉重とイモ重を測定した。

Ⅲ. 結　　果

1. 堆きゅう肥の成分組成と施用成分量

堆きゅう肥の成分含有率を第2表に示した。上段は1982年の分析値，下段は1992年の分析値である。この表から明らかなように，バーク堆肥の成分量には年次による違いが見られないが，稲わら堆肥と豚ぷんきゅう肥ではリン酸，カリの含有率が異なり，特に豚ぷんきゅう肥のリン酸の含有率が大きく異なっていた。肥料成分の含有率は豚ぷんきゅう肥が最も高いが，バーク堆肥では炭素含有率が最も高かった。

化学肥料と堆きゅう肥によって土壌に施用された成分量を第3表に示した。堆きゅう肥施用区の上段は1982年の分析値で計算した場合，下段は1992年の分析値を用いた場合である。1982年及び1992年において土壌に施用された窒素成分量は，稲わら堆肥2 t区では10a 当りそれぞれ43.8kg，41.6kg，同5 t区では63.0kg，57.4kg，豚ぷんきゅう肥区は66.6kg，78.1kg，バーク堆肥区は46.4kg，45.7kg であった。このように施用された窒素成分量は，豚ぷんきゅう肥区が最も多く，次いで稲わら堆肥5 t区，バーク堆肥区，稲わら堆肥2 t区の順で，年次による違いも小さかった。リン酸とカリの施用量は豚

第2表　供試堆きゅう肥の成分組成（乾物当たり）

	分析年	水分 (%)	窒素 (%)	リン酸 (%)	カリ (%)	炭素 (%)	炭素率	アンモニア態窒素 (㎎／100g)	硝酸態窒素 (㎎／100g)
稲わら堆肥	1982	78.2	2.93	0.16	0.44			4.3	116.7
	1992	80.8	2.75	0.84	1.73	30.12	10.95		
豚ぷんきゅう肥	1982	68.1	2.23	0.18	0.48			144.7	275.3
	1992	70.2	3.16	12.97	3.48	28.52	9.03		
バーク堆肥	1982	59.4	0.76	0.17	0.24			5.5	21.8
	1992	62.5	0.78	0.44	0.16	45.55	58.40		

第3表　施用成分量　(kg／10a)

試験区	化学肥料			堆きゅう肥				合計		
	窒素	リン酸	カリ	窒素	リン酸	カリ	炭素	窒素	リン酸	カリ
三要素	31	28	30					31.0	28.0	30.0
無窒素	0	28	30					0.0	28.0	30.0
稲わら堆肥2t	31	〃	〃	12.8	0.7	1.9		43.8	28.7	31.9
				10.6	3.2	6.6	116	41.6	31.2	36.6
同上5t	〃	〃	〃	32.0	1.7	4.8		63.0	29.7	34.8
				26.4	8.0	16.6	289	57.4	36.0	46.6
豚ぷんきゅう肥5t	〃	〃	〃	35.6	2.9	7.7		66.6	30.9	37.7
				47.1	193.5	52.0	426	78.1	221.5	82.0
バーク堆肥5t	〃	〃	〃	15.4	3.4	4.9		46.4	31.4	34.9
				14.7	8.2	2.9	855	45.7	36.2	32.9

1) 堆きゅう肥施用区の上段は1982年の分析値で，下段は1992年の分析値で計算した成分量

ぷんきゅう肥区が最も多く，年次による違いも大きかった。炭素の施用量は1992年の分析値でみると，バーク堆肥区が最も多く，次いで豚ぷんきゅう肥区，稲わら堆肥区の順であった。

2. 土壌の理化学性の変化

(1) 化学肥料連用が土壌の化学性に及ぼす影響

カンショ跡地土壌の化学性を第4表に示した。化学肥料連用により試験開始前に比べ，両土壌ともpHが上昇し，ECは低下し，交換性塩基，可給態リン酸，全炭素，全窒素が増加した。pH，EC，交換性カリの変化は第2作跡地から顕著に現れた。EC，全炭素，全窒素は徐々に増加する傾向を示したが，全炭素，全窒素は両土壌とも第12作以降横ばいまたは減少傾向を示した。pHの上昇程度は黒ボク土より黄色土において顕著であった。

(2) 連続窒素無施用が土壌の化学性に及ぼす影響

跡地土壌の分析値を見ると，無窒素区でも試験開始前に比べpHの上昇，ECの低下，交換性塩基の増加等三要素区と同様の傾向が認められた。そこで化学肥料単用の三要素区の土壌の化学性の経年変化と比較するため，三要素区の分析値を100として求めた指数を第5表に示した。全炭素，全窒素は両土壌とも三要素区より低く推移し，もともと土壌有機物含量が少ない黄色土で顕著であった。またEC，交換性石灰，カリ，可給態リン酸は三要素区より高く推移した。

(3) 堆きゅう肥の連用が土壌の化学性に及ぼす影響

跡地土壌の分析値を見ると，ECは第2作跡地では低下したが，その後どちらの土壌においても微増する傾向であった。そして三要素区に比べ豚ぷんきゅう肥区が最も高く推移していた（第5表）。

堆きゅう肥連用により交換性塩基，可給態リン酸，陽イオン交換容量も試験開始前に比べ増加した。可給態リン酸の増加は豚ぷんきゅう肥区において著しく，両土壌とも第8作跡地から急激に増加した（第4表）。第5表の指数でみると交換性石灰はバーク堆肥区で，苦土は豚ぷんきゅう肥区及びバーク堆肥区で，カリは豚ぷんきゅう肥区とバーク堆肥区で高く推移していた。可給態リン酸はバーク堆肥区，稲わら堆肥区でも試験開始前に比べ増加しているが，三要素区との差は比較的小さく，第18作以降は三要素区より低く推移した（第5表）。

カンショ跡地土壌の全炭素，全窒素含量の変化を第1図に示した。全炭素，全窒素も堆きゅう肥施用により増加したが，全炭素の増加は両土壌ともバーク堆肥区において著しく，次いで豚ぷんきゅう肥区と稲わら堆肥5t区は同程度で，稲わら堆肥2t区は最も低く推移した。バーク堆肥区における全炭素含量は，黄色土では第2作跡地から，黒ボク土では第4作跡地から増加傾向が認められた。稲わら堆肥区，豚ぷんきゅう肥区における全炭素の増加は黄色土で第8作跡地から，黒ボク土では第10作以降であった。また全炭素は黄色土では14作以降横ばい傾向であったが，黒ボク土では減少傾向が認められた（第1図）。

全窒素は両土壌とも第4作目から増加し，三要素区に比べバーク堆肥区が最も高く，次いで稲わら堆肥5t区，豚ぷんきゅう肥区，稲わら堆肥2t区の順で推移していた。全窒素も黄色土では第10作跡地から横ばいであったが，黒ボク土では第14作以降減少傾向を示した（第1図）。

全炭素，全窒素，陽イオン交換容量の増加程度を指数でみると黒ボク土より黄色土において，稲わら堆肥では

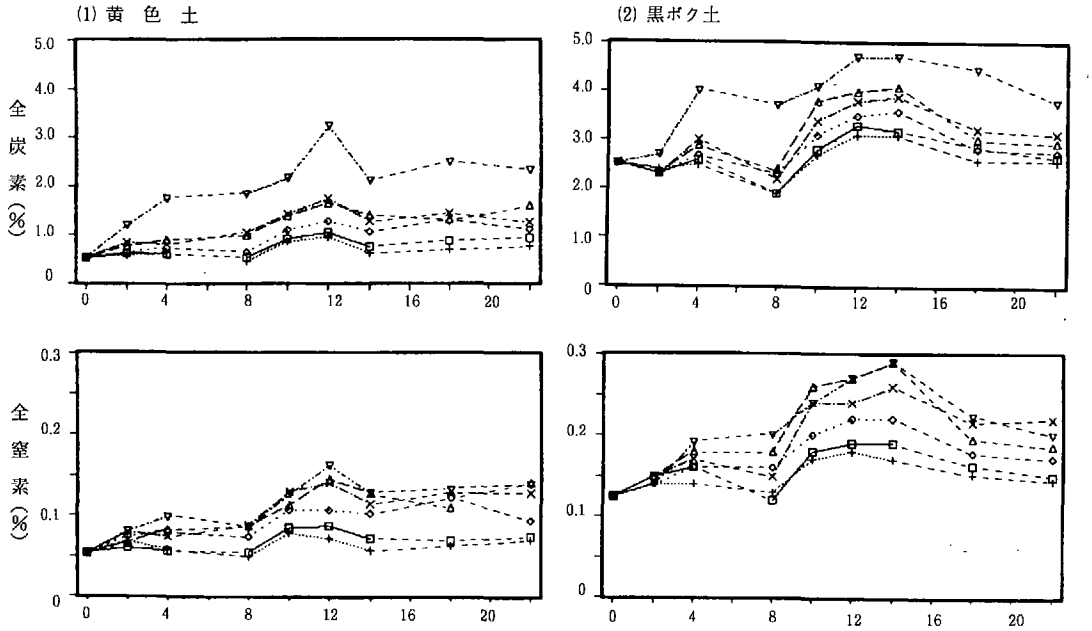
第4表 カンショ跡地土壌の化学性の変化（乾土当たり）

土壌	試験区	作数	pH (H_2O)	EC (mS)	作数	交換性塩基 石灰 (mg/100g)	苦土 (mg/100g)	カリ (mg/100g)	作数	可給態リン酸 (mg/100g)	作数	可給態窒素 (mg/100g)	作数	全炭素 (%)	全窒素 (%)	作数	陽イオン交換容量 (me)
黄色土	試験開始前	0	5.8	0.09	0	144	26	6	0	9	0	—	0	0.52	0.05	0	10.4
	三要素	2	6.7	0.05	2	166	46	29	2	3		—	2	0.60	0.06	2	10.2
		4	7.1	0.07	4	162	36	21	4	9		—	4	0.60	0.06	4	13.0
		12	7.2	0.04	8	184	47	62	8	20		—	10	0.91	0.08	8	12.4
		14	7.3	0.04	10	220	59	34	18	26	18	1.65	14	0.74	0.07	10	15.1
		20	7.0	0.06	20	264	44	24	20	61	20	5.10	22	0.93	0.07	18	12.4
	無窒素	2	6.6	0.08	2	160	44	41	2	3		—	2	0.58	0.07	2	13.2
		4	7.4	0.07	4	172	36	27	4	9		—	4	0.62	0.06	4	13.2
		12	7.5	0.07	8	219	41	74	8	23		—	10	0.84	0.08	8	12.6
		14	7.4	0.07	10	248	64	39	18	26	18	1.07	14	0.61	0.06	10	15.8
		20	6.7	0.08	20	307	41	32	20	57	20	4.70	22	0.75	0.07	18	18.3
	稲わら堆肥2t	2	6.8	0.05	2	159	47	42	2	3		—	2	0.63	0.07	2	15.8
		4	7.1	0.08	4	170	41	30	4	8		—	4	0.72	0.08	4	16.3
		12	7.3	0.06	8	201	53	70	8	23		—	10	1.09	0.11	8	13.4
		14	7.3	0.07	10	238	62	39	18	23	18	2.36	14	1.06	0.10	10	16.0
		20	6.9	0.06	20	291	47	35	20	47	20	5.40	22	1.11	0.09	18	15.4
	稲わら堆肥5t	2	6.7	0.07	2	137	46	44	2	4		—	2	0.76	0.07	2	16.9
		4	6.8	0.06	4	170	42	34	4	8		—	4	0.88	0.08	4	18.4
		12	7.2	0.06	8	236	50	85	8	21		—	10	1.38	0.11	8	14.9
		14	7.4	0.07	10	276	62	43	18	22	18	4.35	14	1.41	0.13	10	16.9
		20	7.0	0.07	20	347	54	41	20	52	20	6.10	22	1.61	0.14	18	14.7
	豚ぷんきゅう肥5t	2	6.9	0.07	2	189	57	51	2	3		—	2	0.82	0.08	2	15.7
		4	7.1	0.07	4	172	42	26	4	28		—	4	0.79	0.07	4	17.8
		12	7.2	0.07	8	227	66	75	8	104		—	10	1.42	0.13	8	14.8
		14	7.4	0.08	10	280	80	48	18	148	18	5.41	14	1.27	0.11	10	18.4
		20	6.8	0.08	20	317	53	39	20	134	20	6.80	22	1.25	0.13	18	16.8
	バーク堆肥5t	2	6.6	0.05	2	176	42	31	2	5		—	2	1.18	0.08	2	12.5
		4	6.9	0.07	4	208	44	23	4	14		—	4	1.74	0.10	4	16.2
		12	7.1	0.05	8	271	61	64	8	27		—	10	2.16	0.13	8	17.7
		14	7.1	0.06	10	288	70	34	18	27	18	2.93	14	2.11	0.13	10	20.8
		20	6.8	0.06	20	341	57	22	20	49	20	5.20	22	2.33	0.14	18	16.3
黒ボク土	試験開始前	0	6.4	0.14	0	172	18	5	0	9	0	—	0	2.52	0.12	0	16.6
	三要素	2	7.1	0.04	2	325	42	35	2	4		—	2	2.30	0.15	2	18.9
		4	7.3	0.04	4	244	44	27	4	31		—	4	2.58	0.16	4	18.5
		12	6.9	0.04	8	271	53	68	8	53		—	10	2.78	0.18	8	19.5
		14	7.0	0.06	10	367	69	40	18	59	18	4.49	14	3.15	0.19	10	23.7
		20	7.1	0.08	20	191	43	41	20	31	20	2.10	22	2.68	0.15	18	17.4
	無窒素	2	7.1	0.06	2	327	47	41	2	4		—	2	2.39	0.14	2	20.1
		4	7.2	0.04	4	278	43	22	4	35		—	4	2.53	0.14	4	16.5
		12	7.3	0.06	8	297	49	73	8	64		—	10	2.73	0.17	8	19.2
		14	7.2	0.07	10	476	68	54	18	61	18	5.20	14	3.08	0.17	10	23.1
		20	7.0	0.07	20	248	40	44	20	34	20	1.30	22	2.58	0.14	18	17.6
	稲わら堆肥2t	2	7.0	0.04	2	297	40	35	2	5		—	2	2.34	0.14	2	22.3
		4	7.0	0.04	4	248	42	25	4	24		—	4	2.72	0.16	4	20.8
		12	7.0	0.05	8	271	54	70	8	43		—	10	3.08	0.20	8	19.6
		14	7.0	0.06	10	408	68	46	18	45	18	4.58	14	3.56	0.22	10	24.7
		20	7.2	0.09	20	232	41	57	20	27	20	2.80	22	2.77	0.17	18	16.2
	稲わら堆肥5t	2	7.1	0.05	2	323	55	45	2	6		—	2	2.27	0.15	2	23.1
		4	7.2	0.04	4	265	49	32	4	38		—	4	2.90	0.18	4	25.4
		12	6.9	0.07	8	332	59	87	8	57		—	10	3.78	0.26	8	20.6
		14	7.1	0.07	10	476	81	64	18	60	18	5.69	14	4.11	0.29	10	26.8
		20	7.3	0.08	20	220	54	48	20	23	20	4.70	22	2.97	0.19	18	18.0
	豚ぷんきゅう肥5t	2	7.2	0.04	2	390	49	37	2	5		—	2	2.32	0.15	2	22.8
		4	7.2	0.05	4	285	53	28	4	58		—	4	3.00	0.17	4	23.2
		12	6.9	0.06	8	297	72	79	8	168		—	10	3.40	0.24	8	20.7
		14	7.2	0.08	10	454	96	58	18	141	18	7.50	14	3.85	0.26	10	24.7
		20	7.2	0.08	20	214	68	64	20	138	20	5.10	22	3.13	0.22	18	18.9
	バーク堆肥5t	2	7.2	0.06	2	488	62	44	2	2		—	2	2.66	0.14	2	23.4
		4	7.2	0.04	4	328	55	30	4	38		—	4	3.97	0.19	4	24.3
		12	6.9	0.06	8	350	73	72	8	64		—	10	4.08	0.24	8	24.7
		14	6.9	0.07	10	478	84	44	18	51	18	4.50	14	4.68	0.29	10	24.9
		20	7.2	0.07	20	251	58	31	20	24	20	3.70	22	3.78	0.20	18	19.7

第5表　カンショ跡地土壌分析値の対三要素区指数の変化

土壌	試験区	作数	pH (H2O)	EC	作数	交換性塩基 石灰	苦土	カリ	作数	可給態リン酸	作数	可給態窒素	作数	全炭素	全窒素	作数	陽イオン交換容量
黄色土	無窒素	2	99	160	2	96	96	141	2	121		—	2	96	112	2	129
		4	104	100	4	106	100	129	4	98		—	4	104	105	4	101
		12	104	164	8	119	87	119	8	115		—	10	92	93	8	102
		14	101	161	10	113	108	115	18	99	18	65	14	82	80	10	105
		20	96	133	20	116	93	133	20	93	20	92	22	81	95	18	148
	平均1)		101	133		113	96	124		105		79		89	94		117
	稲わら堆肥2t	2	101	100	2	96	102	145	2	111		—	2	105	122	2	154
		4	100	114	4	105	114	143	4	83		—	4	121	147	4	125
		12	101	133	8	109	113	113	8	115		—	10	119	126	8	108
		14	100	155	10	108	105	115	18	87	18	143	14	143	144	10	106
		20	99	100	20	110	107	146	20	77	20	106	22	119	127	18	124
	平均		100	116		108	107	133		95		125		125	138		123
	稲わら堆肥5t	2	100	140	2	83	100	152	2	139		—	2	126	110	2	165
		4	96	86	4	105	117	162	4	93		—	4	147	149	4	141
		12	100	143	8	128	106	137	8	105		—	10	151	135	8	120
		14	101	159	10	125	105	126	18	85	18	264	14	191	179	10	112
		20	100	117	20	131	123	171	20	85	20	120	22	173	193	18	119
	平均		100	122		115	108	144		102		192		161	157		131
	豚ぷんきゅう肥5t	2	103	140	2	114	124	176	2	114		—	2	137	132	2	153
		4	100	100	4	106	117	124	4	307		—	4	132	133	4	136
		12	100	155	8	123	140	121	8	520		—	10	156	154	8	119
		14	101	184	10	127	136	141	18	566	18	328	14	172	161	10	122
		20	97	133	20	120	120	163	20	220	20	133	22	134	174	18	135
	平均		101	137		119	133	151		345		231		158	158		133
	バーク堆肥5t	2	99	100	2	106	91	107	2	171		—	2	197	133	2	122
		4	97	100	4	128	122	110	4	152		—	4	290	176	4	124
		12	99	121	8	147	130	103	8	135		—	10	237	150	8	143
		14	97	145	10	131	119	100	18	102	18	178	14	285	179	10	138
		20	97	100	20	129	130	92	20	80	20	102	22	251	189	18	131
	平均		98	109		131	120	96		128		140		277	170		132
黒ボク土	無窒素	2	100	150	2	101	112	117	2	95		—	2	104	93	2	106
		4	99	100	4	114	98	81	4	113		—	4	96	88	4	89
		12	106	150	8	110	92	107	8	121		—	10	96	94	8	98
		14	103	117	10	130	99	135	18	103	18	116	14	97	89	10	97
		20	99	88	20	130	93	107	20	110	20	62	22	96	96	18	101
	平均		101	130		117	97	123		108		89		97	95		99
	稲わら堆肥2t	2	99	100	2	91	95	100	2	126		—	2	100	93	2	118
		4	96	100	4	102	95	93	4	77		—	4	104	100	4	112
		12	101	125	8	100	102	103	8	81		—	10	111	111	8	101
		14	100	100	10	111	99	115	18	76	18	102	14	113	116	10	104
		20	101	113	20	121	95	139	20	87	20	133	22	103	115	18	93
	平均		99	110		105	97	122		90		118		107	112		106
	稲わら堆肥5t	2	100	125	2	99	131	129	2	131		—	2	100	100	2	122
		4	99	100	4	109	111	119	4	123		—	4	112	113	4	137
		12	100	175	8	123	111	128	8	108		—	10	136	144	8	106
		14	101	117	10	130	117	160	18	102	18	127	14	128	153	10	113
		20	103	100	20	115	126	117	20	74	20	224	22	111	125	18	103
	平均		100	128		117	118	140		107		176		117	131		116
	豚ぷんきゅう肥5t	2	101	100	2	120	117	106	2	114		—	2	100	100	2	121
		4	99	125	4	117	120	104	4	187		—	4	115	106	4	125
		12	100	150	8	110	136	116	8	317		—	10	121	133	8	106
		14	103	133	10	124	139	145	18	239	18	167	14	122	137	10	104
		20	101	100	20	112	158	156	20	445	20	243	22	117	146	18	109
	平均		100	131		116	136	139		261		205		115	126		113
	バーク堆肥5t	2	101	150	2	150	148	126	2	50		—	2	117	93	2	124
		4	99	100	4	134	125	111	4	123		—	4	154	119	4	131
		12	100	150	8	129	138	106	8	121		—	10	146	133	8	127
		14	99	117	10	130	122	110	18	86	18	100	14	147	153	10	105
		20	101	88	20	131	135	76	20	77	20	176	22	141	133	18	113
	平均		100	122		135	133	101		91		138		150	135		120

1)　第4表に示した以外の分析値も含めて計算した平均値



第1図　カンショ跡地土壌の全炭素，全窒素の変化

□ 三要素区，＋ 無窒素区，◇ 稲わら堆肥2ｔ区，△ 稲わら堆肥5ｔ区，
× 豚ぷんきゅう肥5ｔ区，▽ バーク堆肥5ｔ区

施用量が多いほど顕著であった（第5表）。

(4)　跡地土壌の物理性の変化

キャベツ跡地土壌の物理性と三要素区の測定値を100としたときの指数を第6表に示した。仮比重は無窒素区を除く全ての試験区で試験開始前に比べ減少していた。堆きゅう肥施用区では三要素区と比べ，仮比重の減少が見られ，その指数を見ると減少程度はバーク堆肥区，稲わら堆肥5ｔ区で大きい傾向が認められた。全孔隙も堆きゅう肥施用により増加し，稲わら堆肥区では施用量が多いほど増加する傾向が認められたが，堆きゅう肥や土壌の種類による違いは，はっきりしなかった。

3.　作物収量の変化

キャベツ（調整重），カンショの収量指数の推移を第2図に示した。また平均収量指数と収量の変動係数を第7表に示した。

(1)　連続窒素無施用が収量に及ぼす影響

無窒素区のキャベツの収量（調整重）は収量指数でみると，黄色土では多くの場合三要素区の2割以下で推移し，平均収量指数は全重で15，調整重で10であった。黒ボク土では収量の低下は黄色土より少なく，三要素区の2～5割の収量で推移し，平均収量指数は全重で44，調整重で31であった。また黄色土では結球しなかった。

カンショは土壌の種類による差は比較的小さく，黄色土では三要素区の5～8割の収量で，黒ボク土では7～9割で推移し，平均収量指数はそれぞれ62と78であった。

(2)　堆きゅう肥の連用が収量に及ぼす影響

a.　キャベツの収量

(a)　黄　色　土

堆きゅう肥施用区のキャベツの収量は，三要素区に比べ全重，調整重共に増加した。堆きゅう肥施用による増収効果は，豚ぷんきゅう肥区では第5作（キャベツ第3作）から認められたが，バーク堆肥区では第7作（キャベツ第4作）以降に認められ，以後両区とも収量指数（調整重）は150～250で推移した。稲わら堆肥区では第9作（キャベツ第5作）までは増収効果が認められないが，11作以降は堆肥施用量が多いほど増収し，2ｔ区では調整重の指数で100～140で推移し，5ｔ施用区では110～160で推移した。キャベツ10作の平均収量指数（調整重）は豚ぷんきゅう肥区が最も大きく166で，次いでバーク堆肥区（150），稲わら堆肥5ｔ区（117），同2ｔ区（110）の順であった。

(b)　黒　ボ　ク　土

堆きゅう肥施用による増収効果は，稲わら堆肥2ｔ区を除いて第7作から認められた。以後豚ぷんきゅう肥区，

第6表　跡地土壌の物理性の変化

土壌	試験区	作数	仮比重 測定値	仮比重 指数	全孔隙 測定値	全孔隙 指数[1]
黄色土	試験開始前	0	1.21		%	
	三要素	1	1.12	100	60.1	100
		3	1.13	100	60.2	100
		5	1.07	100	61.2	100
		9	1.04	100	63.0	100
		13	1.05	100	57.9	100
	無窒素	1	1.03	92	63.9	106
		3	1.13	100	60.1	100
		5	1.15	107	58.8	96
		9	0.96	92	64.6	103
		13	0.96	91	61.3	106
	稲わら堆肥2t	1	1.03	92	64.5	107
		3	1.07	95	58.9	98
		5	1.01	94	64.2	105
		9	1.00	96	64.2	102
		13	0.94	90	62.2	107
	稲わら堆肥5t	1	1.03	92	63.3	105
		3	1.05	93	64.9	108
		5	0.93	87	66.6	109
		9	0.94	90	66.1	105
		13	0.91	87	62.5	108
	豚ぷんきゅう肥5t	1	1.09	97	61.5	102
		3	1.06	94	63.2	105
		5	0.96	90	65.6	107
		9	0.95	91	65.7	104
		13	1.06	101	58.0	100
	バーク堆肥5t	1	1.11	99	60.9	101
		3	1.01	89	70.2	117
		5	1.01	94	62.3	102
		9	0.98	94	64.1	102
		13	0.91	87	59.7	103
黒ボク土	試験開始前	0	1.07		%	
	三要素	1	0.95	100	66.0	100
		3	0.97	100	69.6	100
		5	0.98	100	64.6	100
		9	0.92	100	66.8	100
		13	1.04	100	60.9	100
	無窒素	1	1.02	107	62.7	95
		3	0.89	92	69.7	100
		5	1.00	102	64.0	99
		9	0.96	104	64.8	97
		13	0.99	95	63.2	104
	稲わら堆肥2t	1	1.00	105	63.4	96
		3	0.97	100	66.5	96
		5	0.98	100	64.4	100
		9	0.94	102	66.2	99
		13	0.96	92	64.8	106
	稲わら堆肥5t	1	0.88	93	68.8	104
		3	0.88	91	69.8	100
		5	0.89	91	67.5	104
		9	0.91	99	67.2	101
		13	0.87	84	68.0	112
	豚ぷんきゅう肥5t	1	0.91	96	67.1	102
		3	0.85	88	70.8	102
		5	0.94	96	65.5	101
		9	0.88	96	62.4	93
		13	0.90	87	67.0	110
	バーク堆肥5t	1	0.96	101	64.8	98
		3	0.79	81	71.5	103
		5	0.86	88	64.7	100
		9	0.85	92	67.7	101
		13	0.84	81	68.7	113

1）三要素区の測定値を100として求めた指数

バーク堆肥区では収量指数（調整重）で100～200で，稲わら堆肥5 t区では100～150で推移した。黒ボク土におけるキャベツの平均収量指数（調整重）は，豚ぷんきゅう肥区，バーク堆肥区が約130，稲わら堆肥5 t区(117)，同2 t区(102)であった。またキャベツ作における堆きゅう肥施用による増収効果は黒ボク土より黄色土において大きかった。

b．カンショの収量

黄色土における増収効果は稲わら堆肥5t区，豚ぷんきゅう肥区では第2作（カンショ第1作）から認められ，以後稲わら堆肥5t区では収量指数で100～370，豚ぷんきゅう肥区では100～230で推移した。バーク堆肥区では第4作目（カンショ第2作）から増収効果が現れ，収量指数は100～300で推移した。黄色土におけるカンショの平均収量指数は豚ぷんきゅう肥区で180，稲わら堆肥5 t区178，バーク堆肥区144，稲わら堆肥2 t区120であった。

黒ボク土では第6作（カンショ第3作）目から堆きゅう肥施用による増収効果が認められ，収量指数は豚ぷんきゅう肥区では123～336（平均153），バーク堆肥区116～156（平均133），稲わら堆肥5 t区106～210(平均129)，稲わら堆肥2 t区95～194（平均115）で推移した。カンショの増収効果も黄色土の方が黒ボク土より大きかった。また堆きゅう肥施用による増収効果は，キャベツよりカンショにおいて顕著であった。

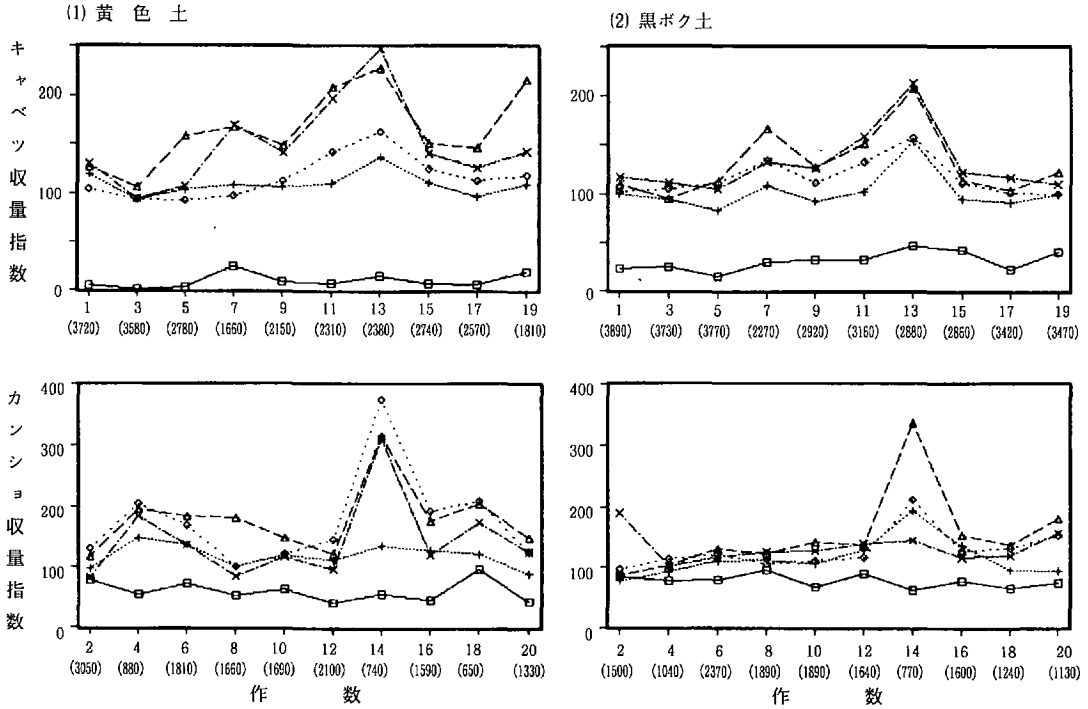
(3) 作物収量の年次変動

収量の変動係数はキャベツよりカンショで大きい傾向がみられた。土壌の種類では黄色土は黒ボク土より変動係数が大きい傾向がみられ，処理の中では無窒素区が最も大きかった。黄色土のカンショでは，堆きゅう肥施用により収量の年次変動が小さくなる傾向が認められたが，キャベツや黒ボク土でははっきりしなかった

またキャベツの収量が増加傾向か減少傾向かは現段階では明確でないが，カンショの収量はわずかながら減少傾向が伺われた。

4．施用窒素の利用率の試算

キャベツとカンショの合計窒素吸収量を施用成分量で割って，施用窒素の利用率を求めた（第8表）。計算方法は第8表注に示したとおりである。堆きゅう肥の窒素含有率は前述のように1982年と1992年で大きな違いは認められないため，堆きゅう肥として施用された窒素量は両年の平均値を用いて計算した。すると各区の窒素施用量は豚ぷんきゅう肥区が最も多く（72.4kg／10a），次いで稲わら堆肥5 t区（60.2kg／10a），バーク堆肥区（46.1kg／10a），稲わら堆肥2 t区（42.7kg／10a）の順であった。



第2図　キャベツ（調整重），カンショの収量指数の推移

1）作数の下のカッコ内の数字は三要素区の収量（kg／10a）
□ 無窒素区，＋ 稲わら堆肥2ｔ区，◇ 稲わら堆肥5ｔ区，△ 豚ぷんきゅう肥5ｔ区，× バーク堆肥5ｔ区

第7表　キャベツ，カンショの平均収量指数と収量の年次変動

土壌	試験区	キャベツ 収量指数[1] 全重	キャベツ 収量指数[1] 調整重	キャベツ 変動係数[2] 全重	キャベツ 変動係数[2] 調整重	カンショ 収量指数	カンショ 変動係数
黄色土	三要素	100 (4,710)	100 (2,570)	22	25	100 (1,540)	44
	無窒素	15	10	43	46	62	58
	稲わら堆肥 2t	107	110	22	26	120	38
	5t	109	117	18	24	178	33
	豚ぷんきゅう肥 5t	145	166	14	18	180	26
	バーク堆肥 5t	133	150	21	27	144	23
黒ボク土	三要素	100 (5,990)	100 (3,240)	16	15	100 (1,500)	30
	無窒素	44	31	27	28	78	36
	稲わら堆肥 2t	98	102	16	17	115	32
	5t	110	117	14	13	129	23
	豚ぷんきゅう肥 5t	122	131	15	18	153	28
	バーク堆肥 5t	123	132	17	20	133	30

1）毎作ごとに三要素区の収量を100として求めた指数の平均値
　カッコ内の数字は三要素区の収量の平均値（kg／10a）
2）収量（kg／10a）の変動係数

第8表　施用窒素の利用率[1]の試算

土壌	試験区	施用窒素利用率（%） 1作キャベツ＋2作カンショ	3作キャベツ＋4作カンショ	7作キャベツ＋8作カンショ	19作キャベツ＋20作カンショ	平均
黄色土	三要素	76.3	60.8	49.0	50.3	59.1
	稲わら堆肥 2t	56.5	44.0	39.1	39.1	44.7
	5t	48.4	31.0	25.6	33.1	34.5
	豚ぷんきゅう肥 5t	39.0	30.5	26.0	40.3	34.0
	バーク堆肥 5t	36.5	39.3	33.2	41.4	37.6
黒ボク土	三要素	97.8	51.9	38.4	29.4	54.4
	稲わら堆肥 2t	58.8	35.0	33.3	23.2	37.6
	5t	50.3	35.7	22.1	22.1	32.6
	豚ぷんきゅう肥 5t	54.4	30.9	25.7	22.0	33.3
	バーク堆肥 5t	93.2	50.1	35.1	28.9	51.8

1）化学肥料及び堆きゅう肥として施用した窒素の利用率
堆きゅう肥による施用量は1982年と1992年の平均値を用いて計算した。
（各区の窒素吸収量－無窒素区の吸収量）÷（総施用窒素量）×100

施用窒素の利用率はいずれの作においても化学肥料単用の三要素区が最も高かったが，作付回数の増加と共に利用率は低下した。堆きゅう肥施用区における利用率は三要素区より低く，作付初期を除いて利用率は50%以下であった。そして窒素施用量の多い豚ぷんきゅう肥区や稲わら堆肥5t区で利用率が低い傾向がみられた。また堆きゅう肥施用区においても窒素利用率は，黒ボク土では作付が進むにつれ低下する傾向であった。また稲わら堆肥区では多くの場合，施用量が多いほど窒素の利用率は低下した。

第9表　跡地土壌分析値指数と収量指数との相関

	黄色土 キャベツ（調整重）	黄色土 カンショ	黒ボク土 キャベツ（調整重）	黒ボク土 カンショ
pH	0.20	0.08	0.28	0.32
EC	0.23	0.15	0.60**	0.03
全炭素	0.58**	0.34*	0.52*	0.29
全窒素	0.75**	0.63**	0.74**	0.46**
陽イオン交換容量	0.17	0.24	0.34*	0.28
交換性石灰	0.08	0.13	0.12	0.37*
苦土	0.51**	0.59**	0.29	0.82**
カリ	0.17	0.12	0.13	0.10
可給態リン酸	0.48**	0.47*	0.45**	0.32
仮比重	0.28	0.15	0.10	0.30
全孔隙	0.16	0.12	0.04	0.17

1）キャベツ：全孔隙，仮比重 n＝30，EC n＝25，全炭素，全窒素 n＝20，その他は n＝35
カンショ：全孔隙，仮比重 n＝20，全炭素，全窒素 n＝35 可給態リン酸 n＝25，その他は n＝30
2）*：危険率5%で有意，**：危険率1%で有意

5. 土壌の変化と作物収量

堆きゅう肥の連用や連続無窒素栽培により作物収量が増加あるいは減少するとき，土壌のどの成分（性質）の増減に由来したかを解析するため，三要素区の土壌分析値を100としたときの指数と，三要素区の収量を100とした収量指数との相関を求めた（第9表）。堆きゅう肥施用区において収量が増加するとき，キャベツでは全炭素，全窒素，可給態リン酸が，カンショでは全窒素，交換性苦土が有意に増加していた。堆きゅう肥施用により仮比重は減少し，全孔隙は増加し土壌の物理性は改善されており，収量増に寄与していると推定されるが，収量との相関は現段階では認められなかった。

Ⅳ. 考　　察

1. 土壌の化学性の変化

(1) 連続窒素無施用が土壌の化学性に及ぼす影響

無窒素区では交換性塩基，可給態リン酸の増加が認められ三要素区より高く推移していた。これは無窒素栽培による収量低下により，これらの施肥成分の吸収が減少したこと，窒素施用下では，硝酸化成による硝酸イオンの生成と溶脱に伴い塩基の溶脱が起きるが[10]，窒素を施肥しないため塩基の溶脱が抑制されたことにより蓄積したと考えられた。

全炭素，全窒素が三要素区より低く推移したのは，収

量低下による作物残査（根）の還元量の減少により，土壌有機物が減耗していることを示していると推定された。

(2) 堆きゅう肥の連用が土壌の理化学性に及ぼす影響

a. 可給態リン酸の蓄積

すでに述べたように豚ぷんきゅう肥のリン酸含有率は1982年と1992年では大きく異なり，92年のリン酸含有率は82年の70倍以上であった。この違いは現在の豚ぷんきゅう肥には敷料は全く含まれていないが，初期のものにはオガクズ等が敷料として含まれていたためと考えられた。

豚ぷんきゅう肥区の可給態リン酸は第4作跡地から増加傾向を示し，8作跡地から急激に増加していた。このことから，第3作キャベツ作付時から7作までの間に豚ぷんきゅう肥の品質が変わったものと推定された。

本県の「農耕地土壌の改善基準[4]」における畑土壌の可給態リン酸の改善基準値は，黒ボク土では乾土100g当り10～30mg，黄色土では20～50mgであり，両土壌とも豚ぷんきゅう肥区は基準値を大きく越えていた。

家畜ふんまたは家畜ふん堆肥の連用による可給態リン酸の蓄積については大橋ら[2]，北村ら[3]，宮沢ら[9]，矢野ら[11]，吉浦ら[12]によっても確認されており，発酵豚ぷんのようなリン酸含量の多いものを使った場合特に顕著なことも指摘されている[3,9,11]。リン酸は施肥量に比べて野菜による吸収割合が低く，窒素のように大気への揮散や脱窒のような流出経路を持たず，さらに溶脱や流亡することが少ないため，土壌に蓄積されやすい成分と言われている。

このように家畜ふん堆きゅう肥を連用した場合，堆きゅう肥によるリン酸持込み量が多いため，作土に多量のリン酸が蓄積する。従ってリン酸の施肥量は堆きゅう肥による供給量を考慮し，減ずる必要があると考えられた。その場合，土壌のリン酸吸収係数等のリン酸の固定力に対する配慮も必要であろう。

b. 塩基の蓄積

本県の畑土壌における塩基類の改善基準値は，黄色土では乾土100g当り交換性石灰190～280mg，苦土40～70mg，カリ15～45mg，黒ボク土では石灰340～580mg，苦土75～140mg，カリ20～50mgとされている。堆きゅう肥の連用により，作付開始前に比べ交換性塩基は増加し，三要素区より高く推移したが，カリを除き両土壌とも基準値を上回ることは少なかった。このことは堆きゅう肥施用による増収により吸収量が増加したこと，堆きゅう肥の連用により硝酸化成能が高まり，石灰と苦土の溶脱が促進されたためであると推定された。交換性カリは豚ぷんきゅう肥区や稲わら堆肥5t区で基準値を越える場合があったが，黄色土では最高で基準値上限の1.9倍，黒ボク土では1.7倍で可給態リン酸のように常時大幅に上回ることはなかった。このように堆きゅう肥施用による塩基の過剰蓄積の危険性は少ないと考えられたが，反面地下への溶脱が懸念されるので環境保全の点からみれば問題であろう。

c. 全炭素，全窒素の蓄積

堆きゅう肥の連用により土壌中の全炭素含量は増加したが，第12作（堆きゅう肥6回施用）以降頭打ち，もしくは減少傾向が認められた。北村らは[3]，土壌有機物の蓄積はある値で平衡状態になり，その後は施用された有機物と同量の有機物が微生物により分解されるので有機物の量は変わらないこと，そして平衡に達するまでの期間は土壌中における分解率の小さいものほど長いとしている。これによればバーク堆肥のような木質物に比べ稲わら堆肥や豚ぷんきゅう肥はピークに達するまでの期間が短いことになる。本試験では，顕著な増加傾向が認められてからピークに達するまでの期間は豚ぷんきゅう肥区や稲わら堆肥区で短かったが，ピークに達したのは同時期であった。これは第3表に示したとおり，堆きゅう肥の種類により施用した炭素量が異なる（炭素施用量はバーク堆肥区が最大）ためであると推定された。

土壌分析値相互の相関を第10表に示した。両土壌とも全炭素含量と陽イオン交換容量との間には有意な相関が得られ，全炭素含量の増加は陽イオン交換容量を増大させていた。

第10表　土壌分析値相互の相関

	黄色土	黒ボク土
全炭素—陽イオン交換容量	0.54 **	0.41 *
全窒素—可給態窒素	0.43	0.63 **

1) 全炭素—陽イオン交換容量：n＝30，
　全窒素—可給態窒素：n＝12
2) *：危険率5％で有意，
　**：危険率1％で有意

土壌の全窒素含量はバーク堆肥区が最も高かった。バーク堆肥区は第3表に示したように施用窒素総量は最も少ないにもかかわらず全窒素含量が最も高く推移したのは，第2表に示したように無機態窒素が少ないので，全窒素に占める有機態窒素の割合が高く，蓄積しやすいためであると考えられた。全窒素の増加は作物の成長に大きく影響する可給態窒素と深く関係すると思われる。そこで全窒素と可給態窒素との関係を見てみると，両者の間には黒ボク土では有意な相関が得られたが，黄色土では分析点数が少なかったためと思われるがはっきりしなかっ

た。

2. キャベツ，カンショの収量の変化

(1) 窒素無施用が収量に及ぼす影響

無窒素区の収量低下はキャベツよりカンショで大きかった。カンショは地力窒素を吸収利用する力が強く，堆きゅう肥による増収効果が著しく大きい作物で，デンプン作物としての特性から，カリを多量に吸収し，しかも施用カリ成分に対する要求度が強いが，窒素，リン酸の要求度は比較的少ないと言われている[7]。本試験における無窒素区の収量低下が，キャベツより少なかったのは，カンショでは土壌が持つ地力窒素を吸収したことに加え，本試験の無窒素区はリン酸とカリは三要素区と同量施肥しているためであると考えられた。

一方キャベツは，施肥窒素の肥効がきわめて大きいと言われており[7]，このことが，無窒素区における収量低下がカンショより大きい原因であろう。

また両作物とも黒ボク土における収量低下が黄色土より小さいのは，黒ボク土は黄色土より全窒素含量が多く，窒素の供給力が高いためであると推定された。

(2) 堆きゅう肥の連用が収量に及ぼす影響

黄色土では堆きゅう肥の種類により増収効果の現れる時期は異なった。すでに述べたように豚ぷんきゅう肥区は窒素施用量および無機態窒素量が最も多い。そのため，もともと全窒素含量が少ない黄色土では，窒素の増施による効果が試験開始初期から現れたものと推定された。バーク堆肥区は5 t施用区の中では施用された窒素量は最も少ないが，仮比重の減少にみられるように物理性の改善効果が大きいことが収量増に寄与しているものと思われた。また土壌分析値指数と収量指数，土壌分析値相互の関係から判断すると，堆きゅう肥施用区では有機物（全炭素，全窒素）の蓄積による陽イオン交換容量の増加や，土壌中の養分量が増加したことが収量増に寄与したものと考えられた。

黒ボク土では増収効果が現れた時期は黄色土より遅く，また増収効果も小さかった。これは黒ボク土は黄色土に比べもともと全炭素，全窒素，陽イオン交換容量が大きく，仮比重も小さい土壌であるため，堆きゅう肥による理化学性の改善効果が小さいためであると推定された。

またカンショでは両土壌とも稲わら堆肥2 t区でも増収効果が認められた。このことはすでに述べたように，カンショはキャベツより地力窒素を吸収する力が強いためであると推定された。

橋本によれば[8]，現在のカンショはサツマイモ斑紋モザイクウイルスに感染しているものが多く，塊根の帯状粗皮病を起こすほか，塊根肥大を抑制して生産力低下を招くとしている。また‘高系14号’は他の品種に比べ，粗皮症株率が高く生産性が低いという報告もなされている[5]。本試験においてカンショの収量に減少傾向がみられたのは，このことに起因する可能性がある。

3. 施用窒素の利用率

施用窒素の利用率は堆きゅう肥施用による窒素の増施により低下した。この原因として矢野らは[11]，溶脱のほかに，堆きゅう肥の施用で増加した硝化菌によって生成した硝酸態窒素と，脱窒菌による脱窒量の増加が考えられるとしている。本試験における利用率低下もこれと同じ理由とも考えられるが，詳細は明らかにできなかった。上沢は[1]，畑土壌の作物生産と環境保全の両機能が調和できる年間の平均窒素施用量（窒素環境容量）を把握するための指標を設定し，作物による窒素利用率が平均50%以上，浸透流出水窒素の年平均濃度が農業用水並びに水道水の基準値上限以下で，経年的に増加しないことを提案している。そして火山灰土壌の野菜作の窒素環境容量は，10a当り年間約30kgと推定している。本試験における施用窒素の利用率は多くの場合50%以下で，黒ボク土では作付が進むとともに低下する傾向もみられた。このことから本試験の堆きゅう肥施用区の窒素施肥量は，両土壌とも環境容量を超過していると推定された。

堆きゅう肥施用により土壌の理化学性は改善され，収量も増加した。これまでのところ養分の過剰障害等は現れていないが，環境保全の面からみれば蓄積した養分の溶脱による地下水汚染も懸念される。施肥窒素の利用率は堆きゅう肥施用により，明らかに低下しており，環境容量を超過している可能性もあった。今後の課題としてはこの利用率を高め，環境に負荷を与えない施肥法（具体的には堆きゅう肥を施用した場合の化学肥料削減方法）の確立が必要であると考えられた。

Ⅳ. 摘　　要

県内の代表的な土壌である黄色土と黒ボク土を用いて堆きゅう肥と化学肥料を10年間連用し，土壌の理化学性の変化と作物収量に及ぼす影響について調査した。

試験区は化学肥料単用の三要素区，無窒素区，三要素区と同量の化学肥料に稲わら堆肥を2 tまたは5 t／10a施用した区，豚ぷんきゅう肥及びバーク堆肥を5 t／10a施用した区の6区である。堆きゅう肥は年1回キャベツ作付前に施用し，夏作にカンショ，冬作にキャベツを栽培した。

1. 堆きゅう肥施用区では全炭素，全窒素が増加し，有機物の蓄積が認められた。またEC，陽イオン交換容

量，交換性塩基，可給態リン酸が増加していた。この傾向は黒ボク土より黄色土において顕著であった。堆肥の種類による特徴をみてみると，バーク堆肥では全炭素が，豚ぷんきゅう肥では可給態リン酸が著しく増加した。

2. 全炭素の増加傾向が認められる時期はバーク堆肥が最も早く，土壌の種類では黄色土が黒ボク土より早かった。全炭素含量は黄色土では第12作，黒ボク土では第14作でピークに達し，以後は横ばいまたは減少傾向であった。
3. 物理性では堆きゅう肥施用により仮比重の減少と全孔隙の増加がみられ，物理性改善効果が認められた。
4. 無窒素区のキャベツの収量は化学肥料単用の三要素区に比べ，黒ボク土では約3割，黄色土では1割に低下した。カンショは土壌の種類による差は比較的小さく，収量は三要素区の6～8割であった。
5. 堆きゅう肥施用によりキャベツの収量は黒ボク土では1～3割，カンショで2～5割増収した。黄色土では増収効果はさらに大きく，キャベツで最高6割（調整重），カンショでは最高8割増収した。また黄色土では堆きゅう肥施用により，カンショ収量の年次変動は小さくなった。
6. 堆きゅう肥施用による増収効果が認められる時期は，作物，堆きゅう肥及び土壌の種類により異なった。
7. 堆きゅう肥施用による窒素増施により，窒素（化学肥料及び堆きゅう肥として施用した窒素）の利用率は低下した。
8. 堆きゅう肥施用区において収量が増加したとき，キャベツでは全炭素，全窒素，可給態リン酸が，カンショでは全窒素，交換性苦土が有意に増加していた。

引 用 文 献

1) 上沢正志（1992）．環境に調和した土つくり．㈱ 日本土壌協会．東京．65～71.
2) 大橋恭一・岡本将宏（1985）．土肥誌．56(5)：378～383.
3) 北村明久・久保田増栄（1985）．高知農林技研報．17：63～77.
4) 静岡県農業技術課（1992）．静岡県土壌肥料ハンドブック：279～284.
5) 静岡県農業試験場（1991）．平成2年度（前期）試験研究成果の概要集：39.
6) 清水 茂監修（1977）．野菜園芸大事典．養賢堂．東京：1159～1182.
7) 農林省振興局研究部監修（1969）．土壌肥料全編．養賢堂．東京：606～612.
8) 橋本光司(1990)：平成2年度関東東海地域生物工学研究会資料：23～28.
9) 宮沢数雄・塩崎尚朗他（1990）．九州農試報告．26(3)：187～220.
10) 六本木和夫・石上 忠・武田正人（1992）．土肥誌．64(1)：27～33.
11) 矢野文夫・井手 勉他（1984）．長崎総農林試研報．12：19～58.
12) 吉浦昭二・林 勝實他（1986）．大分農技センター研報．16：43～63.

Effects of continuous application of organic matters on yellow soil and ando soil in upland field

I. *Changes of chemical and physical properties of soil* and yield of cabbage and sweetpotato

Hideyuki WAKASAWA, Toru KAWAI, Michiaki KAMIYA, Kashiwa HOTTA, Yoich AOSHIMA, Norio SUZUKI, Satoshi NAKAGAMI, Kinichi YAMADA, Kaneaki HORI, Masami HORIUCHI, Kazuhiko TAKAHASHI, Masatoshi MIZUMOTO and Masanao MATSUMOTO

Summary

The present study was carried out to confirm the effects of continuous application of organic matters on soil conditions and plant growth in ando soil and yellow soil, which has a wide distribution in Shizuoka Prefecture.

The experiment was carried out for six plots ; three nutrient plot applying nitrogen, phosphoric acid and potassium (control plot), non-nitrogen plot, three nutrient plots with rice straw compost at 2 tons per 10a or at 5 tons per 10a, three nutrient plots with swine manure or bark compost at 5 tons per 10a. Those composts were applied annually to the field, for ten years from 1981 to 1990, and cabbage was grown in winter and sweetpotato in summer.

Results obtaind were as follows.

1. By continuous applications of organic matters, contents of total carbon, total nitrogen, exchangeable cations, available phosphorus, EC and CEC in soil increased. The rate of the increase in yellow soil is higher than that in ando soil. Total carbon was raised principally by application of bark compost, and the available phosphorus was raised principally by the application of swine manure.

2. Total carbon reached to the peak at 12th year crop in yellow soil, while it reached to the peak at 14th year crop in ando soil. After the peaks, total carbon content stopped increase.

3. Physical property of soil was improved by application of organic matters.

4. The yield of cabbage of non-nitrogen plot in ando soil decreased to 31% compared to three nutrient plot, and it decreased to 10% in yellow soil. The yield of sweetpotato of non-nitrogen plot in ando soil decreased to 78% compared to control plot, and it decreased to 62% in yellow soil .

5. By the continuous applications of organic matters, the yield of cabbage in ando soil increased to from 10 to 30% and the yield of sweetpotato increased to from 20 to 50% compared to the control. In yellow soil, the yield of cabbage increased to 66% as the maximum and that of sweetpotato increased to 80% as the maximum. Fluctuation in yields of sweetpotato decreased by application of composts.

6. The time of the application for the increased yields differed depending on the kinds of the crops,

soils and organic matters.

7. Rate of utilization of nitrogen (after addition of fertilizer and composts) decreased by application of composts compared to the control.

8. Positive correlation was observed between the yield of cabbage and the amount of total carbon, of total nitrogen and of available phosphorus in soil. Positive correlation was observed between the yield of sweetpotato and the amount of total nitrogen and of exchangeable magnesium in soil.