

開発造成畑野菜作における有機物の施用効果

西田一平・立川元治*・古山賢治

Effect of Organic Matter Applications for the Vegetable Cultivation on Reclaimed Field

Ippei NISHIDA, Motoharu TATEKAWA and Kenji KOYAMA

Summary

The effects of successive organic matter applications on reclaimed field were examined for ten years in regard to the growth of vegetable crops and the changes of soil properties. The yields of cabbage and Japanese radish (daikon) were increased by application of rice straw and/or mixed application of rice straw and cow feces. Though bark manure application also increased the yield of cabbage, decreased that of daikon.

For the reason with increased yields, cation exchange capacity (CEC) of soils were suggested. CEC tended to increase from year to year with organic matter application. As highly correlation coefficient was recognized between CEC and total carbon, it was considered that soil fertility was increased by organic matter. Calculated yearly mean carbon mineralization rate of rice straw, rice straw + cow feces and bark manure were 80%, 69%, and 52%, respectively. Mineralized nitrogen was not taken a view of main factor for yield in this examination, because of uptake nitrogen quantities. Bark manure application increased not only CEC but also the liquid phase ratio of three phase distribution. So mineral competition was considered one of the reason for decreased daikon yields. As exchangeable calcium in the soil were increased with bark manure application, calcium uptake was risen and potassium uptake was suppressed on the contrary.

Successive application of the same organic matter made the soil worse with accumulation of certain elements. Each type of organic matter had an individual effect on soil amendment for each situation. It is considered that improved effect for them on reclaimed fields should be obtained by mixed applications of several types of organic matter based on their specific characteristics.

Key words: reclaimed field, rice straw, cow feces, bark manure, cabbage, Japanese radish, cation exchange capacity, carbon mineralization rate

緒 言

本県での開発造成畑は、大型機械力により、山を切り崩し、谷を埋めて階段状の畑を造成する階段工法が主である^{8), 9)}。階段工法によると、造成前の深層土壌が作土となる場合が多く、そのため腐植等の有機物含量が低く、保肥力や団粒構造の発達程度も既耕地に劣り、土地生産力の低い圃場も多い。また、土壌母材の影響が強く現れ、塩基類は比較的多い傾向がある。

このような造成畑の熟化促進のための手法の1つとして有機物施用がある。有機物は、安定した腐植の生成を促して、土壌の物理性・化学性を改善するだけでなく、微生物の餌となり、その活性の維持・増進の効果も期待できる。しかし、現在使用されている有機物の種類は多

岐にわたり、その成分組成や分解特性も多種多様であるため³⁾、施用後の土壌の理化学性等も異なる。また、連用によって更に理化学性等の相違が顕著になり、作物の生産力に影響すると考えられる。

そこで、造成畑に種々の有機物を連用することにより、熟化過程における土壌の理化学性の変化、それに伴う野菜の生産力との関係を1983年以降10年間にわたって調査したのでその結果を報告する。

なお本研究の一部は、土壤保全対策事業「土壤環境基礎調査：基準点調査」のなかで行った。

* 現、郡山地域農業改良普及センター

材料及び方法

試験は奈良県農業試験場高原分場(宇陀郡榛原町:標高350m)で1983年から実施した。土壌条件は中粗粒褐色森林土・造成相で試験開始前の土壌の理化学性は第1表のとおりであった。試験は1区当たり23.25m²(3.1×7.5m)、2連性で、6月上旬定植のキャベツ(品種:秋徳)と9月中旬播種のダイコン(品種:早太り大蔵)の輪作体系で行った。試験は有機物処理区として、稲わら区(750kg/10a/year施用)、稲わら倍量区(1500kg)、総合改善区(稲わら750kg+乾燥牛ふん750kg)、パーク堆肥区(750kg)の4処理区に、対照として無窒素区及び化学肥料区を設けて行った。また、供試有機物の成分含有率の代表値を第2表に示した。肥料は、硝酸アンモニウム、過リン酸石灰及び硫酸カリウムを用いて、各処理区とも作付毎に10a当たり窒素15kg、リン酸15kg、カリウム20kgを基肥として、窒素10kgをキャベツ作付け時には更にカリウム5kgを追肥として施用した。無窒素区ではカリウムとリン酸だけを施用した。

土壌の採取はダイコン収穫後に、また、有機物の施用は土壌採取後に行った。土壌、作物とも分析はいずれも常法⁷⁾に従った。

更に、有機物のみかけの分解率を北村らの方法¹⁰⁾で求めた。すなわち、10a当りの乾土重を100tとして計算した土壌中の全炭素の増加量を、有機物によって持ち込まれた量で除して集積率とし、差引計算で分解率を求めた。

第1表 試験開始前土壌の理化学性

Table 1. Properties of soil

pH (H ₂ O)	T-C %	T-N %	C/N	置換性塩基 (me/100g)			CEC
				CaO	MgO	K ₂ O	
7.10	0.39	0.052	7.52	10.60	2.31	0.10	10.3

第2表 供試有機物の成分含有率の代表値(乾物%)

Table 2. Components of organic matters (%·DW)

有機物	T-C	T-N	C/N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO
稲わら	42.2	0.78	54.1	0.17	2.22	0.24	0.08
牛ふん	38.3	2.36	16.2	1.30	1.92	1.79	0.81
パーク堆肥	44.3	1.45	30.5	1.34	0.82	3.53	0.30

結果

1. 作物収量の推移

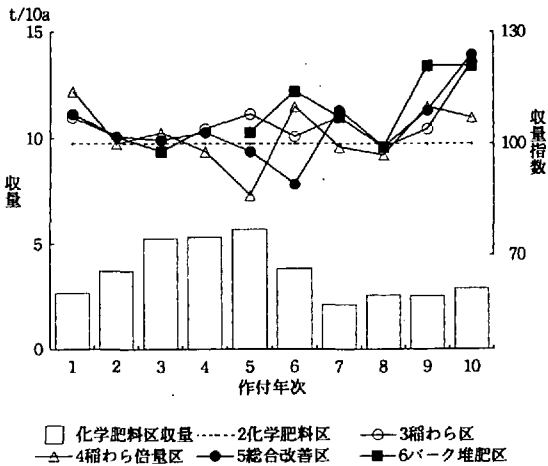
<キャベツ>

無窒素区を除き各区とも経年的に収量が増加し、3作目以降5作目まで5~6t/10aと最も多くなった後、6作目には減少しはじめ、7作目から10作目にかけては平均2~3t/10aと半減したが、年次変動は小さく、収量は安定した。

化学肥料区の収量を100にした場合の各区の収量指数の推移では、化学肥料区に比して有機物施用で増収となる場合が多く、7作目に収量が半減した後も、8~10作目に収量が徐々に増加する傾向がみられた。また、処理間差は施用初期には小さいものの、7作目以降には差がみられはじめ、7~10作目の4作の平均収量指数はパーク堆肥区(112.0) > 総合改善区(110.3) > 稲わら区(108.0) > 稲わら倍量区(103.2)の順となった(第1図)。また、無窒素区の収量指数は平均17.0と非常に低かった。

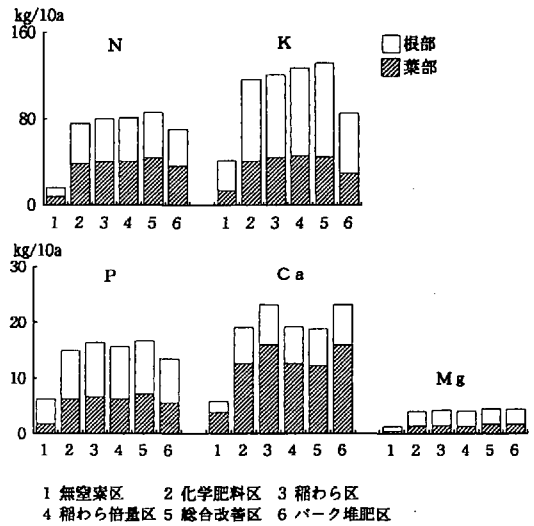
<ダイコン>

各区とも(無窒素区以外)1作目は2.2~2.7t/10aとやや収量が伸びなかったが、2~9作目は生育が安定して毎年3~5t/10a前後の収量であった。収量指数を比較すると、パーク堆肥以外の有機物の施用で化学肥料区より2年目から増収し、2~10作目の平均収量指数は総合改善区(114.9) > 稲わら区(110.2) > 稲わら倍量区(108.1)であった。一方、パーク堆肥区では3~10作目の平均収量指数が90.2と大きく減収する傾向を示した(第2図)。無窒素区はキャベツ同様、低収量(平均収量指数35.6)で



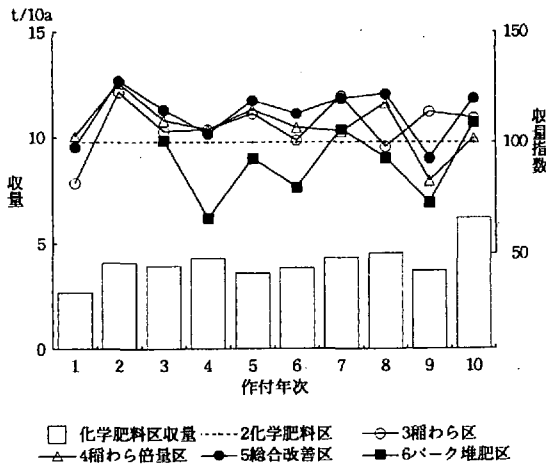
第1図 化学肥料区の収量及び各処理区の収量指数 (キャベツ)

Fig1. Yield and harvest index (cabbage)



第3図 ダイコンの養分吸収量 (4~10年目)

Fig3. Nutrient absorption by daikon



第2図 化学肥料区の収量及び各処理区の収量指数 (ダイコン)

Fig2. Yield and harvest index (daikon)

あった。

4~10年目の7年平均での養分含有率(根部)は化学肥料区がカリウム4.48%、カルシウム0.358%、マグネシウム0.140%であるのに対して、バーク堆肥区ではカリウムは3.68%と少なくなり、カルシウム、マグネシウムは0.480%、0.171%と20~40%多くなった。更に7年間の養分吸収量の総計(第3図)においては、バーク堆肥区では窒素、リン、カリウムの吸収量が低いのに対し、カルシウムの吸収量は高くなった。その他の処理区では、根

部の吸収量に大差はないものの、葉部では稲わら区でカルシウムの吸収量が高かった。

2. 跡地土壌の化学性の変化

(1) 全炭素

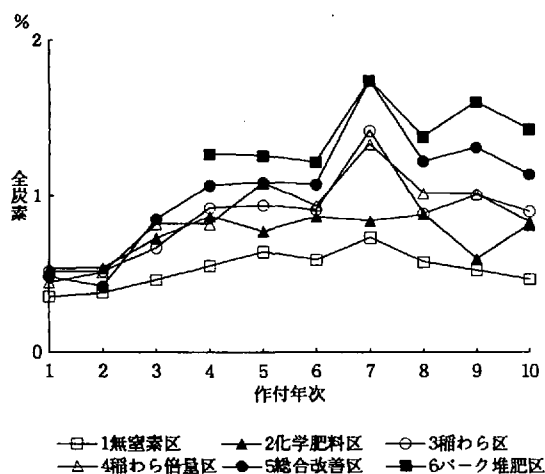
作付1~2年目にかけては含有率の差は小さかったが、4年目以降、バーク堆肥区>総合改善区>稲わら倍量区、稲わら区>化学肥料区>無窒素区の順で含有率が多くなった。有機物を施用した各区においては、8年目以降年次変動が小さくなり、8~10年目の平均値はバーク堆肥区は1.46%、総合改善区は1.22%、稲わら倍量区は0.95%、稲わら区は0.93%であった。無窒素区は原土(0.39%)からの変化が最も小さかった(第4図)。

(2) 有機物のみかけの分解率

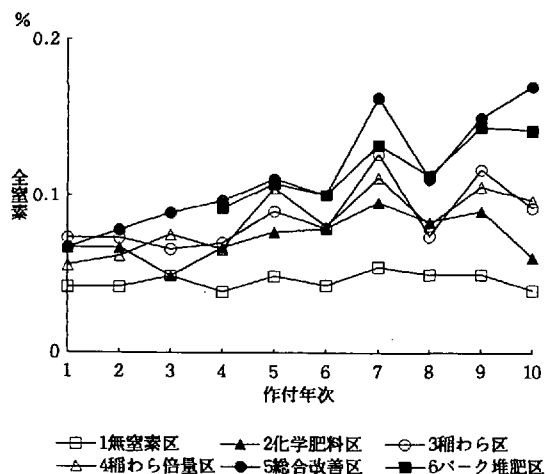
有機物の分解率においては、稲わら区は初年度が59%と低く、2年目からは79%と進んだ。総合改善区と稲わら倍量区では初年度から84%、91%と分解が進んだ。バーク堆肥区は施用回数が増すとともに分解が促進される傾向があった。いずれの年も稲わら倍量区が高く、10年平均では85%、稲わら区69%、総合改善区80%、バーク堆肥区52%(7年平均)であった(第3表)。

(3) 全窒素

有機物を施用した各区において、稲わら区と稲わら倍量区では5年目まで漸次増加する傾向がみられた



第4図 土壤中の全炭素の推移
Fig4. Changes of total carbon in soil



第5図 土壤中の全窒素の推移
Fig5. Changes of total nitrogen in soil

第3表 施用有機物の分解率 (%)

Table3. Decomposition rate of organic matters (%)

	1 作後	2	3	4	5	6	7	8	9	10
3 稲わら区	59	79	70	57	65	72	53	80	78	84
4 稲わら倍量区	91	90	77	83	78	85	78	87	89	93
5 総合改善区	84	97	74	71	76	81	68	82	83	87
6 バーク堆肥区	-	-	-	33	47	58	42	62	59	68

注) 2作目からは施用炭素の累計量に対する値

が、それ以降、年次変動が大きくなった。一方、総合改善区とバーク堆肥区では5年目以降も増加する傾向がみられた。化学肥料区は7年目に最高値(0.096%)に達したが増減幅は小さかった。無窒素区は全炭素と同様に原土(0.052%)からの変化は小さかった(第5図)。

(4) pH (水浸出)

化学肥料区では原土(pH7.1)に対して経年的に低下する傾向が認められた。有機物連用の各区では年次変動に一定の傾向がみられないが、4~10年目の平均値はいずれもpH5.9以上と化学肥料区(pH5.6)より高かった。特にバーク堆肥区では平均値がpH6.5と最も高く、原土からの変化はpH0.6と小さかった。また、無窒素区は年次変動幅が最も小さく、平均値もpH6.6と高かった(第4表)。

(5) 置換性塩基

置換性カルシウムは原土(乾土100g当たり10.6me)

に比べ、各処理区とも減少する傾向が見られるものの、バーク堆肥区においては、10作後でも8.42meと最も高かった。

置換性マグネシウムも原土(2.31me/100g)から減少しており、その傾向は化学肥料区で最も著しく、10作後には原土の1/4以下となった。バーク堆肥区及び総合改善区においては、減少率は小さかった。

置換性カリウムは原土(0.10me/100g)より増加しているものの、年次変動が非常に大きくなった。処理間では稲わら区、稲わら倍量区、総合改善区で多く(それぞれ最高値0.87,1.58,1.43me/100g)、化学肥料区(最高値0.75me/100g)を上回った。

無窒素区においては置換性カルシウム及びマグネシウムの増加、カリウムの減少が他の処理区に比較して明確であった。また、化学肥料区に比較してそれらの塩基の残存量が多くなった(第4表)。

第4表 ダイコン栽培跡地土壌の化学性

Table 4. Chemical properties of soil after daikon cultivation

	作付年次	pH (H ₂ O)	置換性塩基 (me/100g)			CEC me
			CaO	MgO	K ₂ O	
1 無窒素区	2	7.20	10.10	2.09	0.14	10.3
	4	6.71	8.37	1.56	0.46	12.6
	6	6.51	7.66	1.15	0.52	12.3
	8	6.43	7.31	0.92	0.59	10.8
	10	5.95	6.80	0.81	0.95	10.2
2 化学肥料区	2	7.10	10.21	2.23	0.16	10.3
	4	5.47	7.18	1.37	0.56	11.7
	6	5.52	7.44	0.99	0.25	12.3
	8	5.48	6.28	0.67	0.75	10.6
	10	4.50	5.10	0.44	0.44	12.3
3 稲わら区	2	6.90	10.03	2.28	0.15	10.9
	4	6.13	7.81	1.69	0.89	11.9
	6	6.43	6.97	1.21	0.43	11.5
	8	6.59	8.47	1.50	0.61	11.7
	10	4.95	5.61	0.67	0.66	11.9
4 稲わら倍量区	2	7.00	9.71	2.43	0.19	11.5
	4	6.08	7.18	1.54	0.76	12.1
	6	6.21	7.20	1.30	0.49	13.0
	8	6.36	7.14	1.13	1.58	10.9
	10	4.82	5.32	0.66	0.67	11.9
5 総合改善区	2	7.00	10.32	2.52	0.16	12.6
	4	5.86	7.37	1.73	0.78	13.0
	6	5.62	7.07	1.32	0.49	13.7
	8	6.12	6.95	1.14	1.35	12.6
	10	4.80	5.42	0.77	1.32	14.6
6 バーク堆肥区	4	6.90	9.99	1.85	0.30	11.7
	6	6.80	9.60	1.55	0.22	13.6
	8	6.56	8.75	1.16	0.80	13.1
	10	5.80	8.42	0.87	0.44	13.8

(6) 塩基置換容量 (CEC)

各区とも原土 (10.3me) に対して増加したが、4~6年目には無窒素区、化学肥料区、稲わら区、稲わら倍量区においては頭打ちとなりその後の増加はなく、一方、総合改善区、バーク堆肥区においては10作目まで増加し続けた。8~10年目3年間の平均値では、総合改善区13.0 me、バーク堆肥区13.2me、稲わら倍量区12.1meと化学肥料区の11.6meを上回った。また、CECと全炭素及び全窒素の相関関係が経年的に強まる傾向が認められた (第4、5表)。

3. 跡地土壌の三相分布の変化 (第6図)

固相率は原土 (37.4%) に対して、いずれの処理区も3~10%増加し、7年目には無窒素区 (48.5%) > 稲わら区 (48.3%) > 稲わら倍量区 (47.7%) > 化学肥料区

第5表 CECと全炭素、全窒素との関係

Table 5. Relationship between CEC and T-C, T-N

	作付年次	T - N	T - C
CEC	4	0	0.268
	6	0.576	0.599
	8	0.844*	0.814*
	10	0.892*	0.933**

**1%、*5%水準で有意

(45.4%) > 総合改善区 (43.5%) > パーク堆肥区 (40.2%) の順となった。すなわち、化学肥料区に比較して、パーク堆肥及び牛ふんの施用で孔隙率は上昇したが、稲わらの単用ではその効果はなく、無窒素区では低下した。しかし、10年目には41.4~45.0%と処理間差が小さくなった。

液相率は、有機物を施用した処理区で、化学肥料区よりも大きくなる傾向がみられた。原土 (45.5%) に対して3年目から増加したのは、総合改善区のみで、7年目には48.6%となったが、10年目には43.6%と減少した。一方、パーク堆肥区は3年目に原土を下回った (42.4%) もの経年的に増加し、10年目には46.5%となった。逆に、無窒素区では経年的に減少した (11年目に35.0%)。

気相率 (原土: 16.9%) は7年目まで減少し、それは稲わら区 (6.2%)、稲わら倍量区 (8.0%)、総合改善区 (7.7%) で顕著であった。パーク堆肥区は7年目には15.9%と高かったが、10年目には11.1%と処理区中最低となった。

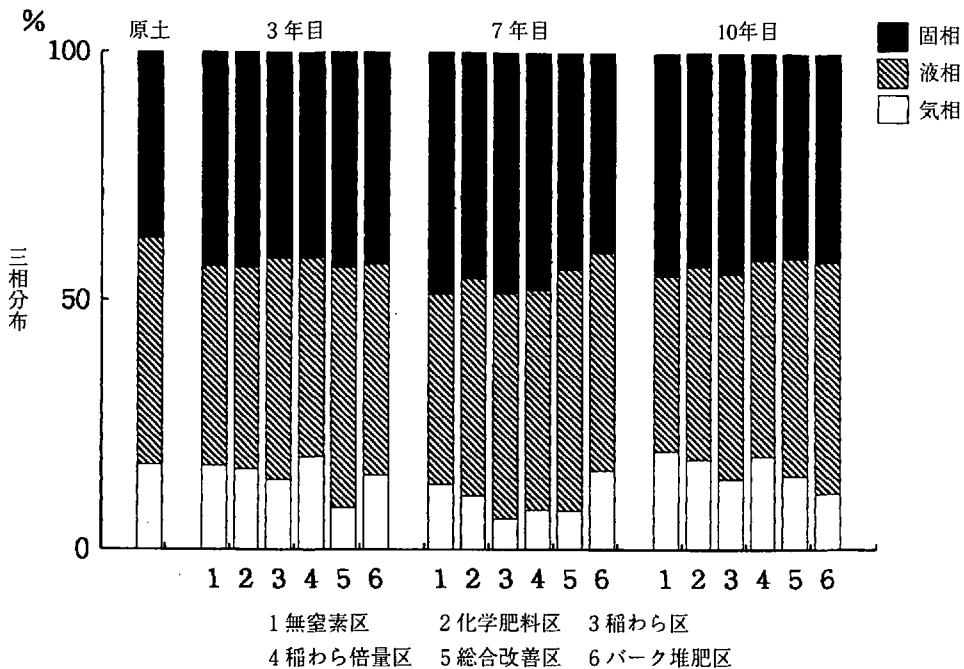
考 察

本試験地の作土は中粗粒褐色森林土の造成相であるので、腐植含量が少なく、過干の恐れがあり、保肥力・固

定力とも中〜小で緩衝能は一般に小さいとされている¹⁾。従って、一般的には土壤改良対策としての有機物の施用効果が最も期待できる。

本試験においては、化学肥料単用に比較して、キャベツ・ダイコンに対する各種有機物の施用による増収効果がほぼ認められた。特に、稲わら+牛ふんの施用が収量増に効果的であった。一方、パーク堆肥連用ではキャベツでは他の資材に劣らず増収するものの、ダイコンにおいては減収した。このような処理間差の原因として、施用する有機物の特性の違いから土壤改良効果も異なるためと考えられた。

有機物の施用が土壤に与える効果としては、養分の供給、土壤の理化学性及び生物性の改善等があるといわれている⁴⁾。まず、有機物を養分、特に窒素の供給源として考えた場合、土壤中での分解速度が問題となる。一般に有機物は微生物により分解されて初めて肥効を発現するが、この分解速度を決定づける最大の要因は、有機物の炭素率とされている⁴⁾。今回施用した有機物の炭素率は、稲わら (炭素率54.1) > パーク堆肥 (同30.5) > 牛ふん (同16.2) の順であった。分解率や分解速度について志賀ら¹⁰⁾ は、牛ふんは年40~60%程度の分解速度で



第6図 三相分布の変動
Fig.6. Changes of three phase distribution

施用年にかなりの窒素放出があること、稲わらは年60~80%と分解は速いが施用初期には窒素の取り込みがあること、またパーク堆肥は年0~20%と分解が遅く、短期間での肥効は小さいとことを報告している。更に、パーク堆肥について徳橋ら¹²⁾は炭素率は稲わらより低いものの、リグニン等の難分解性有機物を多く含有するため、分解率は稲わらの1/2以下としている。本試験での有機物のみかけの分解率は、稲わら倍量区 \geq 総合改善区>稲わら区>>パーク堆肥区の順であり、稲わら区の分解率が低いものの、ほぼ既報に近い傾向を示した。窒素化合物の分解も同様に既報¹⁰⁾に従うとして、有機物の含有窒素量と分解率から年間放出窒素量を予測すると、総合改善区10.5~15.2、稲わら倍量区7.0~9.3、稲わら区3.4~4.6、パーク堆肥区0~2.1kg/10aとなる。ダイコンの吸収による圃場からの年間窒素持ち出し量は、総合改善区(11.9kg/10a)>稲わら倍量区、稲わら区(共に11.1)>パーク堆肥区(9.7)と窒素放出量に準じた差はなく、収量においても、稲わら倍量区が稲わら区に劣る等、有機物の分解速度やそれに伴う窒素放出量と作物生育の間に密接な関係は認められなかった。本試験では通常有機物の施用による窒素の放出量が最高値となる8月には作付けがなく、この間の窒素供給量は把握できなかった。よって、本試験の作付体型においては、作物生育に及ぼす有機物の養分供給としての役割は小さいと考えられた。

また、有機物施用による土壌有機物の増加は、様々なストレスに対する土壌の緩衝力を高めるとされている。本試験では総合改善区、パーク堆肥区、稲わら倍量区で化学肥料区を上回るCECの増大がみられ、原土から10作終了時までのpH変化が化学肥料区では2.6であるのに対し、パーク堆肥区では1.3と緩衝力が最も強まった。一般に土壌のCECを決定づけるのは粘土と腐植の種類と量であり、特に腐植は有機物の分解と合成を経て生成される。本試験においてもCECと全炭素、全窒素の相関は経年的に強くなる傾向があり、10年目にはそれぞれ $r=0.892, 0.933$ と極めて高くなった。北村ら²⁾は、鉾質土壌への有機物の連用で土壌全炭素とCECの相関係数が6年後には $r=0.950$ と極めて高くなり、集積有機物の腐植化の進行と関係が深いのではないかと報告している。更に、三木ら⁵⁾も同じく鉾質土壌への3年間の有機物施用によって、全炭素とCECとの間に密接な関係が得られ、全炭素が100mg増す毎にCECは約0.5me増大するとしている。これらのことから、本試験では土壌条件が異なるが、集積している有機物の多くがイオン交換能を持ち、腐植化していると考えられる。全炭素の集積量が多く、CECの増加率も高い総合改善区とパーク堆肥区において、化

学肥料区に比してキャベツの収量増が顕著であることから、土壌緩衝能がその収量に及ぼす影響は大きいと考えられた。しかし、ダイコンはパーク堆肥区で減収しており、収量に及ぼすマイナス要因が他にあると思われた。

塩基類についても連用によって土壌に蓄積され、塩基バランスを変えるとされている。すなわち、化学肥料区に比較して、稲わら(カリウム2.22%)や牛ふん(カリウム1.92%)を施用した区で置換性カリウムが多く、パーク堆肥(カルシウム3.53%)施用区では置換性カルシウムが多くなっており、各処理区8~10年目の3年平均のCa/K比を求めると、化学肥料区9.1、稲わら区9.1、稲わら倍量区6.4、総合改善区5.6、パーク堆肥区14.3となった。ダイコンの成分含有率は稲わらを施用した区と化学肥料区に差は殆ど無かったが、パーク堆肥区のみカルシウム含有率が高く、カリウム含有率が低くなる傾向が認められ、土壌のCa/K比を反映した。また、1作当たりのカリウム吸収量も11.9kg/10aと低く、松村ら³⁾のとりまとめたダイコンの10a当たりのカリウム吸収量(17.0kg)の70%であることから、カリウム・カルシウム間の拮抗作用によりカリウムの吸収が抑制されていると思われる。これがダイコンの減収要因の一つとなっていると考えられた。一方、キャベツにおいてはパーク堆肥区でむしろ増収したが、その原因として、カルシウム0.486%、マグネシウム0.186%と含有率(平均値)が化学肥料区(カルシウム0.419%、マグネシウム0.134%)より大きくなるものの、追肥の硫酸カリウム施用(カリウム5kg/10a)により、カリウム含有率も3.39%(化学肥料区2.74%)と多く、ダイコンのような吸収抑制を受けなかったためと考えられる。また、キャベツでは全処理区で7作目から収量が半減しており、その要因として置換性カルシウム、マグネシウムの減少とカリウムの増加による塩基バランスの変化や7作目での有機物の分解率の低下、8作目でのCECの低下等がその要因とも考えられたが、7作目から10作目にかけては低収ながら変動が小さく、以上のことから、減収要因は判然としなかった。しかし、有機物の施用では8作目以降、収量が回復しつつあり、収量減少を低く抑えることができた。無窒素区では、化学肥料区に比較して、塩基類の集積が顕著であったが、その原因として、減収に伴う養分吸収量の減少以外に、窒素施用下における硝酸イオンの溶脱に伴う塩基の流亡が、無窒素状態のために抑制されたと考えられる⁶⁾。

有機物の施用により、土壌の団粒構造形成を促進し、孔隙量が増加することで通気性、透水性、保水性等の物理性を改善し、作物の根系の発達を促すことは知られている⁴⁾。この試験では総合改善区とパーク堆肥区で一昨

孔隙率が上昇したが、すぐに下降し、処理間差は小さかった。しかし、液相率の変化に特徴が見られ、総合改善区では3年目から48.6%と高いが10年目には下降し、パーク堆肥区では徐々に増加して、10年目には46.5%と保水力が高まった。このことは、有機物の分解率がパーク堆肥区は約50%と総合改善区(約80%)より遅いことに起因すると考えられた。また、無窒素区より化学肥料区の孔隙率が大きくなるのは残根等による有機物の還元量の違いによるものと思われた。

以上のことから、有機物の連用が土壌の化学的・物理的性質を多方面から改良する効果が認められたが、その効果は有機物の特性により大きく異なった。すなわち、稲わらの単独施用では、土壌中での分解が速いため、全炭素の集積率が低く、物理性改善効果も小さい。パーク堆肥の単独施用では、分解が遅いため、土壌孔隙率の上昇とその持続効果は高いが、カルシウムの集積によって減収する場合もみられる。稲わら+牛ふんの施用では、分解率が高いが、腐植の生成によると思われるCECの増大が顕著であり。更に、施用初期から孔隙率の上昇がみられるが、持続効果は低い。本試験地の造成相においては、稲わら+牛ふんの施用がキャベツ・ダイコンの栽培に対して効果的であるが、同一有機物の連用は特定の塩基の蓄積を招き、作物生育に影響を与える恐れもある。各有機物の異なる特性を明確にし、更に数種の有機物を組み合わせることで、特定塩基の集積を回避し、より安定した生産環境を作る必要がある。なお、この結果は本県では大和高原地区、中粗粒褐色森林土造成相約200haに適用される。

摘 要

開発造成畑に種々の有機物を連用し、土壌の理化学性の変化と作物生産力の関係を10年間にわたって検討した。

1. 有機物の施用により、化学肥料単用に比較してキャベツ・ダイコンの増収がほぼ認められた。特に、稲わら+牛ふんの施用で、収量増が顕著であった。一方、パーク堆肥の施用では、ダイコンの収量が著しく低下した。
2. 有機物の分解率は各有機物で異なり、稲わら倍量区 \geq 総合改善区 $>$ 稲わら区 $>>$ パーク堆肥区の順であったが、収量との関係は明確ではなかった。
3. 各種有機物の連用でCECが大きくなる傾向があった。また、CECと全炭素及び全窒素の相関が経年的に強く

なることから、集積している有機物の多くが腐植化し、土壌緩衝能を高めて、収量増の一要因になっていると考えられた。

4. パーク堆肥の連用は置換性カルシウムの増加を招いて、ダイコンのカルシウム吸収量を高め、逆に、カリウムの吸収量は低下した。このことが、ダイコン減収要因の一つと考えられた。
5. 三相分布では、パーク堆肥の施用で液相率の経年的な増加が確認された。
6. 以上のことから、各有機物には特性があるため、単用よりも併用することによって増収効果が期待できる。更に、同種の有機物の連用に当たっては特定塩基の蓄積を考慮に入れる必要がある。

引用文献

1. 土壤保全調査事業全国協議会編 1991. 日本の耕地土壌の実態と対策. 124-131.
2. 北村明久・久保田増栄 1985. 鉍質畑の地力に対する有機物連用の影響(第1報). 高知農林研報. 17:63-67.
3. 松村安治・寺島政夫・川西英之 1966. そ菜に関する土壤肥料研究集録. 163-164.
4. 松坂泰明他監修 1994. 土壤・植物栄養・環境事典. 317-321.
5. 三木和夫・森 哲郎 1966. 鉍質畑の地力に対する有機物の役割とその補給様式に関する研究(第2報) 東海近畿農試研報. 15:112-124.
6. 農林水産省農蚕園芸局農産課編 1990. 土壤環境基礎調査、基準点調査中間とりまとめ. pp.83.
7. 農林水産省農蚕園芸局農産課編 1979. 土壤環境基礎調査における土壌、水質及び作物体分析法. pp.202.
8. 岡村隆生 1978. 開発造成畑土壌の特徴とその熟畑化. 奈良農試新技術解説書. 18.
9. 岡村隆生 1981. 造成鉍質土壌の硝酸化成特性および窒素施用形態について. 奈良農試研報. 12:59-65.
10. 志賀一ら 1985. 農林水産技術会議事務局、農耕地における土壌有機物変動の予測と有機物施用基準の策定. 研究成果. 166:12-16.
11. 宗林 正・田中康隆・北川芳雄 1991. 水田転換畑野菜作における有機質資材施用技術(第2報). 奈良農試研報. 22:57-64.
12. 徳橋 伸・久保田増栄 1976. ハウス栽培におけるパーク堆肥と稲わらの土壌改良効果の比較. 高知農林研報. 8:39-47.