

## 各種コンポスト施用における土壌腐植の生成と変化

誌名	日本土壌肥料学雑誌 = Journal of the science of soil and manure, Japan
ISSN	00290610
著者	山本, 一彦 隅田, 裕明 飯塚, 統
巻/号	59巻1号
掲載ページ	p. 75-82
発行年月	1988年2月

# 各種コンポスト施用における土壌腐植の生成と変化\*

山本一彦\*\*・隅田裕明\*\*・飯塚 統\*\*\*・松坂泰明\*\*

キーワード 有機性廃棄物, コンポスト, 腐植酸, フルボ酸, 土壌浄化機能

## 1. 緒 言

先に、著者らは豚ふん、下水汚泥および都市ゴミを素材とするコンポストを各種の農耕地土壌に添加し、土壌の化学性の変化と、土壌養分の挙動について経時的に検討した。その結果、コンポストの性質の違いに対する土壌群ないし土壌統群に類別した土壌グループの対応が異なることを明らかにした<sup>1,2)</sup>。この中で土壌の性質の変化と養分の消長にかかわる主要因子の一つとして、土壌腐植の挙動が推測されたが、詳細については未検討のまま残された。

これまでにコンポスト自体の腐熟度検討の面から、特定のコンポストの腐植の量と性質についてはいくつかの報告<sup>3-5)</sup>があるが、各種コンポスト施用による土壌腐植の変化について、とくに多種類の土壌で検討された例は報告されていない。

本報は前記3種のコンポストを各種土壌に施用し、各コンポストの土壌中での分解を通して生成される腐植の量と質、ならびにその変化について、前報<sup>1,2)</sup>までと同様、土壌の性質に基づいてあらかじめ類別した土壌グループごとに特定の傾向が認められるか否かを検討したものである。

## 2. 実験方法

### 1) 供試土壌およびコンポスト

本実験には6土壌群にわたる計10点の土壌を用いた。これらの供試土壌については生成様式、母材、土性、有機態炭素量、主要粘土鉱物種および腐植画分の性質などを勘案して、前報同様、I～Vグループに類別した<sup>1,2)</sup>。供試土壌の種類と理化学的性質および前記グループ分けについては第1表に示した。

I群土壌は腐植含量が高く、非晶質粘土に富み、リン

酸吸収係数も高く、またRFが100を越す腐植化度の高い腐植酸を含む黒ボク土を主体とするが、この群に灰色低地土である立川土壌を含めた。この土壌は非晶質粘土こそ顕著には認められないものの、その他の一般的理化学性からみて再積性の火山灰の影響がきわめて強いと考えられたためである。II群の土壌は細粒質の水田土壌で、カオリン鉱物が主体であるが一部モンモリロナイトを含み、リン酸吸収係数が低く、腐植酸のRFが50以下で、その腐植化度は比較的低い。III群はいずれも細粒質の赤色土で、主要粘土はパーミキュライトであるが、CECが低く、強い酸性を示し腐植酸の腐植化度もきわめて低い。IV群の両土壌の腐植の性質はIII群のそれと類似するが、母材や成因を異にし、土壌が特異的にアルカリ性を呈することからIII群土壌と区別した。V群土壌は腐植をほとんど含まない砂丘未熟土である。なお、以上の土壌類別は前報<sup>1,2)</sup>のそれと基本的にほぼ同じである。

次に供試コンポストの一般理化学性と腐植の性質を第2表に示した。なお、これらコンポストの製法については既報のとおりである<sup>1)</sup>。

豚ふんコンポスト（以下、豚ふん）は下水汚泥コンポスト（以下、汚泥）とならんで、全有機態炭素量が40%を超えるが、C/N比は低く、全リン酸量が高い。また、ピロリン酸ナトリウム・水酸化ナトリウム混液可溶腐植炭素（以下、spp・OH可溶腐植炭素）量が高く、これの全有機態炭素量に対する百分率（以下、HC/TC）は44%と高い。

汚泥はECがきわめて低く、したがって全塩基量は三者中最低値を示す。また、spp・OH可溶腐植炭素量は低く、HC/TCが26%と、他のコンポストのそれに比し腐植化の程度が低いと考えられる。

都市ゴミコンポスト（以下、都市ゴミ）は反応がアルカリ性で、EC、全塩基量ともに高い。全有機態炭素は前者に比べかなり低いが、腐植画分が比較的多いためか前述のようにHC/TCは、供試コンポスト中最も高い。しかしch/cf比が低いことから、含まれる腐植画分はフルボ酸部に富むきわめて未熟なものと推定される。

\* わが国における土壌の浄化機能と廃棄物処理（第3報）  
本報告の一部は昭和56・57年度日本土壌肥科学会各大会において発表した。

\*\* 日本大学農獣医学部（154 東京都世田谷区下馬 3-34-1）

\*\*\* 日本大学短期大学部農業科（252 藤沢市亀井野 1866）

昭和62年7月20日受理

日本土壌肥科学雑誌 第59巻 第1号 p. 75～82 (1988)

第 1 表 供試土壌の理化学的性質\*と類似 (概土当たり)

土 壤 名:	加 美	根 釧	筑 波	立 川	福 山	読 谷	豊 橋	那 霸	石 垣	浜 岡
土壌分類名 (統群名)	表層多腐植質 黒ボク土	厚層多腐植質 黒ボク土	淡色黒ボク土	中粗粒 灰色低地土	細 粒 灰色低地土	細粒赤色土	細粒赤色土	灰色台地土 石灰質	細粒暗赤色土	砂丘未熟土
地 目	林地	草地	林地	水田 (水耕)	水田	林地	畑地	原野	畑地	林地
土 性	CL	SiL	L	SiL	CL	LiC	LiC	HC	HC	S
pH (H <sub>2</sub> O)	5.7	5.9	5.8	5.9	6.5	5.6	5.3	8.0	8.2	7.6
EC (μS/cm)	91	182	83	91	126	76	117	219	221	40
全有機態炭素 (TC, %)	10.4	7.8	5.5	3.5	1.4	0.9	1.4	2.1	1.0	0.1
全窒素 (%)	0.75	0.62	0.38	0.30	0.13	0.07	0.16	0.18	0.09	0.01
C/N 比	14	13	14	12	11	13	9	12	11	10
リン酸吸収係数	2310	2080	1890	930	370	780	500	1040	1050	20
CFC (meq/100g)	44.6	39.9	38.6	28.8	21.1	16.4	12.4	32.6	26.1	1.8
交換性 Ca (meq/100g)	0.2	9.5	2.6	7.9	9.2	6.3	2.4	33.7	20.8	0.2
塩基飽和度 (%)	2	29	11	32	73	48	32	(100)	89	50
主要粘土鉱物種**	非V>V>K	非V>V>K	非V>V>K	K>V・I	K>I>M	V>K>I	V>K>I	M>V・I	I>V>K	—
spp・OH	1.93	1.31	1.78	1.48	0.40	0.07	0.27	0.45	0.20	—
可溶腐植 (HC)	0.79	0.82	0.31	0.66	0.93	—	0.59	0.41	0.25	—
HC/TC×100 (%)***	18.6	16.8	32.4	42.3	28.6	7.8	19.3	21.4	20.0	—
腐植酸	0.85	0.59	0.42	0.59	0.19	—	0.10	0.13	0.04	—
R <sub>F</sub>	140	126	114	91	44	30	39	33	29	—
Δlog k	0.50	0.54	0.50	0.57	0.80	0.78	0.72	0.76	0.76	—
型	A	A	A	A	B	Rp	Rp	Rp	Rp	—
炭素 (%)	1.08	0.72	1.36	0.89	0.21	—	0.17	0.32	0.16	—
フルボ酸	3.2	5.1	3.8	1.9	1.2	1.2	3.2	1.8	1.8	—
fRF****	19.5	12.6	13.2	20.0	28.8	32.4	11.0	15.8	19.1	—
E <sub>4</sub> :E <sub>6</sub> 比	I	I	I	I	II	III	III	IV	IV	V
類 別 (群)										

\* 腐植関係の分析値は対照区の0カ月目の値を表示した。  
 \*\* 非, 非晶物質; V, パーミキュライト; K, カオリン鉱物; I, イライト; M, モンモリロナイト,  
 \*\*\* 全有機態炭素に対する0.1Mピロリン酸ナトリウム・水酸化ナトリウム混液抽出腐植炭素の割合,  
 \*\*\*\* 本文参照.

(乾物当り)

第2表 供試コンポストの理化学性と腐植の性質

コンポスト名	生産地	pH	EC (mS/cm)	全有機態炭素(%) 炭素(%)	C/N 比	全リン酸 (%)	全塩基* (%)	spp·OH可 溶腐植炭素 TC (%)	腐植酸		フルボ酸		ch/cf 比					
									炭素 (%)	RF Δlog k 型	炭素 (%)	fRF*** E <sub>4</sub> :E <sub>6</sub> 比						
豚ぶん	神奈川県平塚市	6.9	6.3	41.8	4.4	10	2.7	4.6	18.3	43.8	8.3	24	0.99	Rp	10.0	1.2	25.7	0.83
下水汚泥	東京都町田市	6.8	2.2	42.2	3.0	14	1.3	0.9	10.8	25.6	4.8	20	0.95	Rp	6.0	1.6	24.5	0.81
都市ゴミ	福岡県宇美町	7.6	7.5	33.9	2.7	13	1.4	7.2	16.8	49.6	6.6	27	0.99	Rp	10.2	1.6	26.9	0.65

\* 過式分解液(過塩素酸・硝酸混液による)中のカルシウム、マグネシウム、カリウム、ナトリウムの含量。

\*\* 全炭素に対する0.1Mピロリン酸ナトリウム・水酸化ナトリウム混液抽出腐植炭素の割合。

\*\*\* 本文参照。

また、各コンポストの腐植酸とフルボ酸の化学、光学的性質はほぼ同質で、いずれもきわめて腐植化度の低いものであることがうかがえる。

### 2) 培養および腐植分析法

各風乾土に対し、コンポストをそれぞれ風乾物重量比で10%となるように均一に混合し、500 ml 容トルビーカー中で、水分条件を常に最大容水量の60%に保ちながら、40°Cで6カ月間暗所で保温静置し、実験開始直後と6カ月経過時に採土し、腐植の分析を行った。

腐植の抽出はKONONOVAらの迅速法<sup>6)</sup>に準拠し、0.1Mピロリン酸ナトリウム・水酸化ナトリウム混液により行った。抽出した腐植溶液100 mlに対し1 mlの割合で濃硫酸を添加し、腐植酸とフルボ酸に分け、腐植酸は0.1M水酸化ナトリウム溶液に溶解し、熊田の方法<sup>7)</sup>によりRFとΔlog kを、またフルボ酸は硫酸酸性溶液のまま吸光度の測定と過マンガン酸カリウムによる酸化滴定を行い、腐植酸の場合と同様にRF相当値を算出してfRFとして示した。なお、光学的性質はE<sub>4</sub>:E<sub>6</sub>比として示した。

また、ch/cf比は著者らが通常用いている手法<sup>8)</sup>によった。すなわち、風乾試料1 gに対し0.1Mピロリン酸ナトリウム・水酸化ナトリウム混液20 mlを加え、2時間振とう後、6000 rpmで10分間遠心分離し腐植溶液を得る。腐植が抽出されなくなるまでこの操作を繰り返す。得られた腐植溶液を定容とし、抽出液100 mlに対し濃硫酸1 mlの割合で加え、腐植酸とフルボ酸を分離し、それぞれの炭素量をチューリン法で求めた。なお、この両者の炭素を合計した値をspp·OH可溶腐植炭素とした。

### 3. 結果ならびに考察

第3表には実験開始時と6カ月後における全有機態炭素とspp·OH可溶腐植炭素およびHC/TC、さらにその腐植酸部の炭素量とRFならびにΔlog k、およびフルボ酸部の炭素量とfRF、E<sub>4</sub>:E<sub>6</sub>比、そしてch/cf比を示した。また、それぞれの値について6カ月間の保温静置における変化率(6/0)を併記した。

#### 1) spp·OH可溶腐植炭素量とHC/TCおよび変化率

spp·OH可溶腐植炭素についてみると、I群土壌のすべてが原土の高い腐植含量を反映して、いずれの区においても比較的高い値を示し、この傾向は実験開始時と6カ月経過後も同様であった。一方、処理区においては、いずれの土壌でも開始時には豚ぶん区で高く、都市ゴミ区がこれにつぎ、汚泥区は最低値を示した。これは

第 3 表 土壤の有機態炭素と

類 別	土 壤 名	処 理	全有機態炭素 (TC, %)			spp-OH可溶腐植炭素 (HC, %)			$\frac{HC}{TC} \times 100^*$			腐 炭 素 (%)		
			0	6	6/0	0	6	6/0	0	6	6/0	0	6	6/0
I	表層多腐植質 黒ボク土 (加 美)	対 照	10.4	10.2	0.98	1.93	2.59	1.34	18.6	24.9	1.34	0.85	1.36	1.60
		豚 ぶ ん	11.7	11.5	0.98	2.16	2.56	1.19	18.5	22.3	1.20	0.93	1.34	1.44
		汚 泥	12.2	12.0	0.98	1.95	2.76	1.42	16.0	23.0	1.44	0.88	1.48	1.68
		都市ゴミ	11.4	11.1	0.97	1.97	2.66	1.35	17.3	24.0	1.38	0.81	1.43	1.77
	厚層多腐植質 黒ボク土 (根 釧)	対 照	7.8	7.2	0.92	1.31	1.16	0.89	16.8	16.1	0.96	0.59	0.64	1.08
		豚 ぶ ん	8.6	7.8	0.91	1.45	1.42	0.98	16.9	18.2	1.08	0.63	0.78	1.24
		汚 泥	8.3	7.6	0.92	1.39	1.27	0.91	16.7	16.7	1.00	0.54	0.70	1.30
		都市ゴミ	8.0	7.6	0.95	1.34	1.27	0.95	16.8	16.7	0.99	0.54	0.73	1.35
	淡色黒ボク土 (筑 波)	対 照	5.5	3.8	0.70	1.78	1.68	0.94	32.4	44.2	1.36	0.42	0.47	1.12
		豚 ぶ ん	8.1	5.8	0.72	2.35	2.37	1.01	29.0	40.9	1.41	0.70	0.79	1.13
		汚 泥	8.4	6.5	0.77	2.14	2.18	1.02	25.5	33.5	1.32	0.77	0.76	0.99
		都市ゴミ	6.9	5.2	0.75	2.21	1.82	0.82	32.0	35.0	1.09	0.76	0.53	0.70
中粗粒灰色 低地土 (立 川)	対 照	3.5	3.3	0.94	1.48	1.47	0.99	42.3	44.8	1.06	0.59	0.57	0.97	
	豚 ぶ ん	6.4	5.6	0.88	2.15	2.21	1.03	33.6	39.5	1.17	0.94	1.02	1.09	
	汚 泥	6.9	6.0	0.87	1.97	1.76	0.91	28.6	29.8	1.04	0.77	0.76	0.99	
	都市ゴミ	5.2	4.3	0.83	2.01	1.74	0.87	38.7	40.5	1.05	0.75	0.71	0.95	
II	細粒灰色 低地土 (福 山)	対 照	1.4	1.2	0.86	0.40	0.27	0.68	28.6	22.5	0.79	0.19	—	—
		豚 ぶ ん	4.6	3.5	0.76	1.07	0.84	0.79	23.3	24.0	1.03	0.57	0.34	0.60
		汚 泥	4.8	3.6	0.75	0.80	0.92	1.15	16.7	25.6	1.53	0.41	0.32	0.78
		都市ゴミ	3.7	2.6	0.70	0.84	0.86	1.02	22.7	33.1	1.46	0.44	0.27	0.61
III	細粒赤色土 (読 谷)	豚 ぶ ん	4.7	3.8	0.81	1.10	1.15	1.05	23.4	30.3	1.29	0.46	0.47	1.02
		汚 泥	5.3	2.9	0.55	0.70	0.75	1.07	13.2	25.9	1.96	0.25	0.26	1.04
		都市ゴミ	3.2	2.6	0.81	0.80	0.80	1.00	25.0	30.8	1.23	0.29	0.25	0.86
	細粒赤色土 (豊 橋)	対 照	1.4	1.1	0.79	0.27	0.47	1.74	19.3	42.7	2.21	0.10	0.10	1.00
		豚 ぶ ん	4.2	3.4	0.81	0.62	1.15	1.85	14.8	33.8	2.29	0.29	0.51	1.76
		汚 泥	4.5	3.7	0.81	0.42	1.02	2.42	9.3	27.6	2.96	0.17	0.40	2.35
		都市ゴミ	3.7	2.4	0.65	0.43	0.81	1.88	11.6	33.8	2.91	0.18	0.29	1.61
	IV	灰色台地土 石灰質 (那 覇)	対 照	2.1	1.6	0.76	0.45	0.61	1.36	21.4	38.1	1.78	—	0.26
豚 ぶ ん			5.7	4.2	0.74	1.22	1.45	1.19	21.4	34.5	1.61	0.55	0.81	1.47
汚 泥			5.8	3.9	0.67	0.60	1.08	1.80	10.3	27.7	2.69	0.08	0.56	7.00
都市ゴミ			4.5	3.4	0.76	0.73	1.02	1.40	16.2	30.0	1.85	0.16	0.52	3.25
細粒暗赤色土 (石 垣)		対 照	1.0	0.7	0.70	0.20	0.24	1.20	20.0	34.3	1.71	—	0.07	—
		豚 ぶ ん	5.0	3.2	0.64	0.96	1.12	1.17	19.2	35.0	1.82	0.42	0.60	1.43
		汚 泥	5.7	2.6	0.46	0.37	0.80	2.16	6.5	30.8	4.73	0.05	0.41	8.20
		都市ゴミ	3.9	2.2	0.56	0.58	0.76	1.31	14.9	34.5	2.32	0.11	0.38	3.45
V	砂丘未熟土 (浜 岡)	豚 ぶ ん	1.7	1.1	0.65	0.29	0.42	1.45	17.1	38.2	2.23	0.14	0.28	2.00
		汚 泥	2.5	1.7	0.68	0.24	0.32	1.33	9.6	18.8	1.96	0.07	0.16	2.30
		都市ゴミ	0.8	0.7	0.88	0.10	0.17	1.70	12.5	24.3	1.94	0.03	0.09	3.00

\* 全炭素に対する 0.1Mピロリン酸ナトリウム・水酸化ナトリウム混液抽出腐植炭素の割合。

\*\* 腐植酸の場合と同様に算出した。

第2表からも明らかのように、各コンポスト中にすでに生成され、存在している腐植物質の量の相違によるものである。これが6カ月後にはほとんどの土壤で汚泥区が

都市ゴミ区に優るようになり、全体の腐植生成量では豚ぶんに劣るものの、その増加割合は汚泥区が概して大であった。

腐植画分の経時変化															(乾土当たり)		
植 酸						フ ル ボ 酸									ch/cf 比		
RF			dlog k			炭 素 (%)			fRF**			E <sub>4</sub> :E <sub>6</sub> 比			ch/cf 比		
0	6	6/0	0	6	6/0	0	6	6/0	0	6	6/0	0	6	6/0	0	6	6/0
140	136	0.97	0.50	0.51	1.02	1.08	1.23	1.14	3.2	10.2	3.19	19.5	8.9	0.46	0.79	1.11	1.41
123	124	1.01	0.56	0.53	0.95	1.22	1.22	1.00	3.1	7.6	2.45	19.5	10.5	0.54	0.76	1.10	1.45
130	118	0.91	0.55	0.53	0.96	1.07	1.28	1.20	2.8	8.6	3.07	20.9	10.0	0.48	0.82	1.16	1.42
130	120	0.92	0.55	0.53	0.96	1.16	1.23	1.06	3.2	7.5	2.34	19.5	10.0	0.51	0.70	1.16	1.66
126	128	1.01	0.54	0.57	1.06	0.72	0.52	0.72	5.1	3.1	0.61	12.6	18.2	1.44	0.82	1.23	1.50
110	110	1.00	0.58	0.59	1.02	0.82	0.64	0.78	4.1	2.9	0.71	13.5	18.6	1.38	0.77	1.22	1.58
90	113	1.26	0.58	0.58	1.00	0.85	0.57	0.67	4.1	2.7	0.66	14.1	19.5	1.38	0.64	1.23	1.92
118	116	0.98	0.54	0.58	1.07	0.80	0.54	0.68	3.9	2.8	0.72	13.5	19.1	1.41	0.68	1.35	1.99
114	110	0.96	0.50	0.49	0.98	1.36	1.21	0.89	3.8	3.8	1.00	13.2	13.8	1.05	0.31	0.39	1.26
71	65	0.92	0.64	0.63	0.98	1.65	1.58	0.96	2.7	2.4	0.89	15.8	19.5	1.23	0.42	0.50	1.19
83	80	0.91	0.54	0.56	1.04	1.37	1.42	1.04	3.3	2.5	0.76	13.5	18.2	1.35	0.56	0.54	0.96
73	67	0.92	0.60	0.62	1.03	1.45	1.29	0.89	2.7	2.4	0.89	15.1	19.5	1.29	0.52	0.41	0.79
91	105	1.15	0.57	0.56	0.98	0.89	0.90	1.01	1.9	2.1	1.11	20.0	18.6	0.93	0.66	0.63	0.95
54	55	1.01	0.68	0.71	1.04	1.21	1.19	0.98	1.6	1.7	1.06	21.9	23.4	1.07	0.73	0.86	1.18
69	64	0.93	0.62	0.64	1.03	1.20	1.03	0.86	1.6	2.0	1.25	22.4	20.9	0.93	0.64	0.74	1.16
60	67	1.12	0.64	0.66	1.03	1.25	1.03	0.82	1.4	1.8	1.29	22.4	23.4	1.04	0.60	0.69	1.15
44	65	1.48	0.80	0.77	0.96	0.21	—	—	1.2	1.0	0.83	28.8	32.4	1.13	0.93	—	—
21	28	1.33	0.94	0.93	0.95	0.50	0.50	1.00	1.2	0.9	0.75	33.1	44.7	1.35	1.14	0.68	0.60
26	32	1.23	0.87	0.89	1.02	0.39	0.60	1.54	1.1	0.8	0.73	33.9	47.9	1.41	1.04	0.53	0.51
38	36	0.95	0.90	0.89	0.99	0.40	0.59	1.48	2.0	1.3	0.65	37.2	14.1	0.38	1.10	0.46	0.42
35	40	1.14	0.92	0.87	0.95	0.63	0.68	1.08	1.4	2.2	1.57	28.2	18.6	0.66	0.73	0.69	0.95
26	21	0.81	0.89	0.93	1.04	0.45	0.49	1.09	1.6	2.3	1.44	27.5	23.4	0.85	0.56	0.53	0.95
32	32	1.00	0.94	0.91	0.97	0.51	0.55	1.09	5.6	2.1	0.38	6.5	22.9	3.52	0.57	0.45	0.79
39	48	1.23	0.72	0.76	1.06	0.17	0.37	2.18	3.2	3.0	0.94	11.0	16.2	1.47	0.59	0.27	0.46
35	35	1.00	0.75	0.82	1.09	0.33	0.63	1.91	3.5	2.6	0.74	9.3	20.4	2.19	0.88	0.81	0.92
34	34	1.00	0.72	0.87	1.21	0.25	0.62	2.48	3.9	2.3	0.59	8.5	20.4	2.40	0.68	0.65	0.96
30	30	1.00	0.73	0.88	1.21	0.25	0.52	2.08	3.5	2.6	0.74	9.3	20.9	2.25	0.72	0.56	0.78
33	33	1.00	0.76	0.78	1.03	0.32	0.35	1.09	1.8	1.3	0.72	15.8	22.9	1.45	0.41	0.74	1.80
25	24	0.96	0.90	0.95	1.06	0.67	0.64	0.95	1.7	1.1	0.65	23.4	35.5	1.52	0.82	1.27	1.55
25	23	0.92	0.91	0.90	0.99	0.52	0.52	1.00	1.4	1.0	0.71	22.9	31.6	1.38	0.15	1.08	7.20
21	22	1.05	0.86	0.91	1.06	0.57	0.50	0.88	1.3	1.1	0.85	24.5	33.9	1.38	0.28	1.86	6.64
29	42	1.45	0.76	0.80	1.05	0.16	0.17	1.06	1.8	1.1	0.61	19.1	34.7	1.82	0.25	0.41	1.64
25	24	0.96	0.95	0.97	1.02	0.54	0.52	0.96	1.5	1.4	0.93	26.9	35.5	1.32	0.77	1.15	1.49
21	23	1.10	0.82	0.93	1.13	0.32	0.39	1.22	1.6	0.9	0.56	23.4	44.7	1.91	0.16	1.05	6.56
21	22	1.05	0.93	0.97	1.04	0.48	0.39	0.81	1.3	1.1	0.85	28.8	44.7	1.55	0.23	0.97	4.22
28	30	1.07	0.95	0.93	0.98	0.15	0.14	0.93	2.0	4.5	2.25	21.4	15.1	0.71	0.93	2.00	2.15
22	22	1.00	0.95	0.94	0.99	0.17	0.16	0.94	2.4	2.5	1.04	19.1	19.5	1.02	0.41	1.00	2.44
25	20	0.80	0.91	0.97	1.07	0.07	0.08	1.14	2.2	4.2	1.75	20.0	15.8	0.79	0.43	1.13	2.63

\*\*\* 6カ月目の値を実験開始時の値で除して求めた。

また、HC/TC については、I 群土壌の中でも筑波と立川両土壌で概して高く推移し、腐植含量の高い根釧、加美両土壌はいずれも比較的低い値で推移した。しか

し、III群とIV群の土壌では実験開始時に低率であったものの6カ月後にはかなり高い値を示すなど、土壌間で多少異なる傾向が認められた。また、処理区間についてみ

ると豚ふん区と都市ゴミ区で高く、汚泥区がやや低く推移したが、6カ月間の変化率についてみると汚泥区は総じて高い。このことは、一般に土壤中で汚泥の腐植物質生成が比較的速やかに進行することを物語るものといえる。とくに、IV群土壤の汚泥区の変化率が2.7~4.7倍の高率を示すが、これは両土壤がアルカリ性で、交換性カルシウムに富み、土性がきわめて細粒質であることなど、また、保温静置期間中、土壤の反応がアルカリ性で推移した<sup>1)</sup>ことなど、土壤理化学性の特異性が影響し、汚泥固有の有機物画分の腐植物質への移行が促進されたものと考えられる。

## 2) 腐植酸炭素ならびに腐植酸の変化

腐植酸炭素について土壤別にみると、前述の  $spp \cdot OH$  可溶腐植炭素の結果に相似して、原土の腐植含量に影響され、I群のすべての土壤が高い値で推移した。また、処理区別にみると、おおむね豚ふん区で高く推移したが、汚泥と都市ゴミ両区ではほぼ同程度の低い値のまま推移した。福山土壤の各コンポスト添加区、筑波および読谷両土壤の都市ゴミ区では腐植酸炭素の明らかな減少が認められたが、それ以外の土壤では対照区、コンポスト添加区とも腐植酸炭素量は増大するか、あるいは変化が認められなかった。とくに注目されるのはIV群土壤での増加で、その増加率は豚ふん区が1.4~1.5、汚泥区は7.0~8.2、都市ゴミ区で3.3~3.5倍に達した。V群の浜岡土壤でも同様に2.0~3.0倍の増加が認められた。これらの結果と前述の  $spp \cdot OH$  可溶腐植炭素の結果を合せて考察すると、IV、V群の土壤ではアルカリ可溶腐植画分の増加と、それらの速やかな腐植酸への変化が示唆され、とくに汚泥区と都市ゴミ区では、土壤のアルカリ性反応条件下で多量の腐植物質が生成され、さらにこれらの少なからぬ部分が腐植酸画分へ速やかに移行することが推定できる。

次に、保温静置期間を通して生成される腐植酸の質を、 $RF$  と  $\Delta \log k$  により検討すると、いずれの土壤においても、コンポストの添加により腐植化度を低下させることがうかがわれるが、その傾向には土壤間ならびに処理間に差は見出しえない。また、経時的变化の傾向についてみても土壤間、処理間に明らかな相異を見出せず、腐植酸の生成量に特異的な増加を示したIV群土壤においても、その形質の変化は定まった傾向を示さず、土壤のアルカリ性条件は、腐植酸の生成過程では、その形質よりもむしろ量に影響を及ぼすものと推測できる。

## 3) フルボ酸炭素ならびにフルボ酸の変化

フルボ酸炭素量は原土の腐植含量の高いI群土壤では、根鋤土壤がやや低い値を示すほかは、他群の土壤に

比べ高い値で推移した。次にコンポスト添加区について6カ月間の推移をみると、豚ふん区では豊橋土壤を除き、ほとんど変化を示さず、汚泥区では根鋤と立川のI群土壤で低下の傾向を示したが、その他の土壤ではわずかに増加するか変化しないかのいずれかであった。都市ゴミ区では福山、豊橋両土壤で増加し、その他の土壤では変化しないか、または多少の減少を示した。

$fRF$  はI群の全土壤の対照区がいずれも最大値を示しながら推移した。また、各コンポスト処理区の6カ月間の推移をみると、豚ふん区で加美、読谷、浜岡の各土壤、汚泥区で加美土壤、都市ゴミ区で加美、浜岡両土壤で明らかな増加がみられたにすぎず、それ以外の土壤ではおおむね低下の傾向がうかがわれた。このような腐植化度の低下傾向は  $E_4 : E_6$  比においてもみられ、一般には同比が経時的に高まることから、きわめて若いフルボ酸が生成され、増加していることが推測できた。

## 4) $ch/cf$ 比とその変化

実験開始時点での  $ch/cf$  比は福山土壤を除き、すべて1以下であった。とくにI群の中では筑波土壤が最も低い値を示し、腐植酸がフルボ酸量の半量程度であることが示された。また、IV群土壤の汚泥区と都市ゴミ区の  $ch/cf$  比はきわめて低い値を示した。一般に、豚ふん区の  $ch/cf$  比は他のコンポスト区の値を上回っており、腐植酸の生成率が比較的高まることがうかがわれた。このことは豚ふんコンポストの大きな特徴と考えられる。

6カ月の推移についてみると、福山土壤の全区と、読谷、豊橋、筑波各土壤の都市ゴミ区を除き、 $ch/cf$  比はほとんど変わらないかあるいは増加しており、とくにIV群土壤の汚泥区と都市ゴミ区では4~7倍の値を示した。また、V群浜岡土壤のすべての区でも2倍以上に増加した。これらの原因についてはすでに述べたように、供試土壤のアルカリ性下における培養条件と、それぞれのコンポストの性質とが関係しているものとみられる。また、I群の加美と根鋤両土壤ではすべての区で  $ch/cf$  比の若干の増加が認められた。これは両土壤の原土の腐植の量と質、すなわちこれら土壤の腐植含量が高く、 $ch/cf$  比がいずれも1を超え、腐植酸炭素量が大で、腐植酸の腐植化度が進んでいることなどに基づくものと判断される。

以上、素材を異にする有機性廃棄物コンポストを各種の土壤に添加し、6カ月間にわたる土壤腐植画分の変化を追跡した。その結果、各土壤における腐植生成は、既報と同様に土壤のグループごとにそれぞれのコンポストに対する反応が異なり、土壤群あるいは土壤統群を基本に類別したグループごとに特徴的な様相を示すことが示

唆された。さらに、これらの土壤における腐植生成には、添加コンポストそれ自体の性質が強く影響し、各コンポストが内包する有機画分の性質とその量の相違により、それぞれ添加されたコンポストの種類によって特徴的な腐植画分が生成されることもいっそう明らかとなった。すなわち、この培養期間を通して、土壤間の多少の差異は別として、ピロリン酸ナトリウム・水酸化ナトリウム混液に可溶性腐植物質の生成は、一般に汚泥を添加した土壤で高く、豚ふんと都市ゴミはほぼ同程度で多少低くなるが、いずれの場合も生成される腐植物質のうち腐植酸画分が多く、フルボ酸画分の増加はわずかであった。しかし、それらの腐植酸には大きな変化はみられず、フルボ酸では総じてその腐植化度の低下がみられた。これらの結果をもとに6カ月間における腐植画分の生成様式を概括するならば、いずれのコンポストにおいてもその中の特定の有機質画分が、漸次フルボ酸に変化し、それらが6カ月間という比較的短期間で遅速の違いこそあれ腐植酸に遷移するという図式がうかがわれる。

本実験は閉鎖系における室内実験で、しかも供試土壤とコンポストのそれぞれの種類間差をよりいっそう明確にしようとしたため、コンポスト添加量、培養温度、水分条件など、きわめてドラスティックな条件のもとで行った。したがって、これらの結果は複雑な系をもつ実際の圃場での結果とは必ずしも一致するものではないが、本実験において炭素、窒素量がきわめて少ない無機質の土壤はもとより腐植質の土壤においてさえコンポストの添加により腐植の生成促進が認められ、土壤構成成分となりうるものが明らかとなった。それゆえ、有機性廃棄物を素材とする各種コンポストの土壤への施用に際してはその量に留意し、一定限度内にとどめるならば、単に土壤の有効成分の富化のみでなく、先に定義した<sup>1)</sup>「土壤の浄化機能」に対しても十分期待しうると結論できる。

#### 4. 摘 要

有機性廃棄物コンポストを土壤に施用した場合の土壤腐植の生成に及ぼす影響を明らかにするため、豚ふん、下水汚泥、都市ゴミを素材とする3種のコンポストを、6土壤群にわたる10点の土壤に対し添加し、6カ月間培養して腐植の変化を追跡した。結果は以下のように要約できる。

1) 土壤中での腐植生成とその変化は、土壤の生成様式とその理化学性の特徴に基づいてあらかじめ類別した土壤グループごとにそれぞれ異なり、とくに黒ボク土を中心とする火山灰土壤グループとアルカリ性を呈する土壤グループならびに砂丘未熟土では、添加コンポストの

腐植生成様式にそれぞれ特徴的な傾向のあることが明らかとなった。

2) さらに添加コンポストの種類によっても腐植の生成の様相が異なり、コンポスト中の特定の有機物画分の性質と量が強くこれに影響し、その変化に伴って土壤中にそれぞれ固有の腐植画分が生成することがわかった。

3) spp・OH可溶腐植の生成は、汚泥区が最も多く、豚ふん区と都市ゴミ区ではほとんど差がなかった。また、アルカリ性土壤の汚泥区では、腐植物質の生成割合がかなり高く、土壤のアルカリ性反応が汚泥の腐植生成に多大な影響を及ぼすことが明らかにされた。

4) spp・OH可溶腐植の増加はそのほとんどが腐植酸画分の増加に負うところが多く、フルボ酸画分はほとんど増加せず、その結果ch/cf比が高まった。

5) 生成される腐植酸の形質変化はほとんど認めえないが、フルボ酸では腐植化度の低下を意味する多少の変化が認められ、きわめて未熟なフルボ酸の生成が唆された。この傾向はすべてのコンポスト添加土壤において一様にみられた。

6) 4)ならびに5)の結果から、コンポスト中の特定の有機物が、漸次フルボ酸に遷移し、それが比較的短期間に腐植酸へと変化する図式がうかがわれる。

謝 辞 本研究にあたり数々のご教示を賜った日本大学農獣医学部 矢崎仁也教授に感謝の意を表します。また、土壤ならびにコンポストの入手にご協力頂いた国・公立農業試験研究機関、市町関係各位ならびに企業各位に厚くお礼申し上げます。

なお、本研究の一部は日産科学振興財団の助成金によって行われたことを付記し、謝意を表します。

#### 文 献

- 1) 山本一彦・隅田裕明・松坂泰明・矢崎仁也：各種コンポストの施用が土壤化学性におよぼす影響，土肥誌，**56**，115～122 (1985)
- 2) 山本一彦・隅田裕明・松坂泰明・矢崎仁也：各種コンポストの施用が土壤養分の消長におよぼす影響，同上，**56**，123～129 (1985)
- 3) 渡辺 実・板川秀雄・矢崎仁也：おがくず牛ふん堆積物の腐熟過程，同上，**52**，339～346 (1981)
- 4) 渡辺光昭・栗原 淳：都市廃棄物コンポスト化製品の理化学性，農技研報B，**33**，95～164 (1982)
- 5) 伊達 昇・浅海哲夫・都田紘志：東京都ごみコンポストの腐熟度と物理分画 画分の有機物形態，土肥誌，**55**，298～304 (1984)
- 6) KONONOVA, M. M.: Soil Organic Matter, 2nd ed., p. 393～399, Pergamon Press, Oxford (1966)
- 7) 熊田恭一：養作物試験法，p. 361～382，農業技術協会 (1960)
- 8) 山本一彦・大村 収：土壤有機物の腐植化過程に関する研究(II)，日大農獣医学研報，**31**，214～228 (1974)

**Correlation between Cleaning Capacity of Soil and Various Wastes (Part 3)**  
**Effect of the Dressing of Various Composts on the Formation and Change**  
**of Humus Substances in Soils**

Kazuhiko YAMAMOTO, Hiroaki SUMIDA, Osamu IIZUKA and Yasuaki MATSUZAKA

(*Coll. Agric. Vet. Med., Nihon Univ.*)

Effect of dressing of various organic wastes on the formation and change of humus substances in soil were examined using six groups of agricultural soils (Andosols, Gray Lowland soils, Red soils, calcareous Gray Upland soil, Dark Red soil, and Sand-dune Regosol) in Japan and three kinds of composts (pig wastes, sewage sludge, and city refuse compost). During six months of incubation under controlled conditions, the periodical changes of humus substance, humic acid, and fulvic acid, extracted by sodium pyrophosphate-sodium hydroxide mixture solution, were examined.

The results are as follows:

1) The process of the formation of humus substances differed among the six groups of soils. And these differences were especially in the cases of Andosols derived from volcanic ashes, alkaline soils such as calcareous Gray Upland soil and Dark Red soil, and Sand-dune Regosol.

2) It was clarified that the contents and the properties of specific humic fraction in each compost affected the nature of humus substances formed in examined soils during the incubation for six months.

3) In all soils the application of sewage sludge composts enhanced the production of humus substances. Particularly, their applications on alkaline soils brought considerable increases of humus substances. It seems that alkaline condition of soils enhances remarkably the humification of sewage sludge compost.

4) During incubation, the increase of humic acids was superior to that of fulvic acids in the soils dressed with various wastes composts. Consequently, the values of ch/cf ratios showed the tendency of gradual rising.

5) Fulvic acids formed in soils applied with various composts changed in their qualities to some extent during incubation, whereas humic acids showed little change. These results seemed to show the initial production of immatured fulvic acid and slight maturing during incubation. Therefore, it is suggested that specific organic fractions in each compost change gradually to humic acid after production of fulvic acid within a relatively short period.

*Key words* organic wastes, compost, humic acid, fulvic acid, cleaning capacity of soil

(Jpn. J. Soil Sci. Plant Nutr., **59**, 75-82, 1988)