

木質廃材堆肥に関する研究 (第2報)

広葉樹オガクズ-豚糞堆肥

河 田 弘⁽¹⁾Hiroshi KAWADA : Studies on Woody Waste Composts Part 2
Hardwood sawdust-hog excretion compost

要 旨 : この研究は広葉樹オガクズ-豚糞(1:1)堆肥の原料および製造過程の各段階における製品の化学的性質および組成, N および腐植の形態などについて検討するとともに, 前報のヘムロックパーク-鶏糞堆肥との比較によって, 木質廃材および副原料の家畜糞尿の相違が製品(堆肥)におよぼす影響を検討したものである。得られた結果の主なものは次のとおりである。

1) 堆肥化終了時の成分濃度は, N 3.5%, P_2O_5 6.9%, K_2O 4.6%, CaO 3.1%, MgO 2.3% であった。

2) 第1報の鶏糞(1:1)添加のヘムロックパーク堆肥と比べると, N, P_2O_5 , K_2O , MgO 濃度および水溶性 および 2.5% 酢酸可溶 P_2O_5 の全 P_2O_5 に対する比率が高く, CaO 濃度が低い点に著しい相違が見られた。

3) N の形態については, NO_3^- -化成作用よりもむしろ NH_4^+ -化成のほうが強く, 有機態 N の組成では堆肥化過程において加水分解性 N の全 N に対する比率がほとんど変化しないこと, アミノ酸態 N の比率の減少が緩やかであることなどに, 鶏糞添加堆肥の場合と著しい相違が見られた。

4) 腐植の形態については, 抽出腐植および腐植酸の比率が著しく大きく, 腐植酸は R_p 型に属し, $\Delta \log K_1$ が大きく, R_f は小さくて, きわめて未熟な段階にあることが認められた。これらの相違は, 副原料の鶏糞と豚糞の相違の影響と考えるよりも, むしろ主原料の木質廃材の相違に負う点が大きいのと思われる。

1. は じ め に

最近わが国では畜産物の需要の増大と畜産業の振興が顕著であるが, それに伴って畜産農家の専門化と経営規模の拡大が著しい。同時に多量に生ずる家畜糞尿—とくに牛および豚—の処理技術が十分でないために, 新たな公害源として大きな社会問題となりつつある。これらの問題に対処するために, 家畜糞尿の農地への直接還元ないし堆肥化が重要な課題として各方面で試みられ始めている。

このような背景のもとに, 畜産関係で最近試みられている糞尿の堆肥化は, 糞尿—牛および豚—を主原料として, これらの堆肥化の障害となる過剰の水分の調整剤としてオガ屑などの木質廃材を副原料として添加する方式を採用している。したがって, これらの堆肥は今まで林業関係で行われてきた木質廃材堆肥とは質的にはかなり異なると想像される。これを広義の木質廃材堆肥に含めるか, あるいは別個に区分すべきかは今後の問題であろう。

今回筆者は農林水産技術会議の特別研究“農林水産業における環境保全的技術に関する研究”の一環として行われた“家畜排泄物の処理技術の研究”において試作された広葉樹オガクズ-豚糞(1:1)堆肥を入手する機会を得たので, これらの堆肥の製造行程における化学的性質および組成, N および腐植の形態の変化などについて検討するとともに, 堆肥の原料としての豚糞の特性を明らかにすることを企画し

た。

この研究を行うに当たり、貴重な堆肥試料を供与された土じょう部土じょう肥料研究室長藤田桂治技官ならびに同研究室の各位に心からの謝意を表する。

2. 供 試 試 料

供試した試料は、林試土じょう部土じょう肥料研究室の指導のもとに、1975年8～11月に、神奈川県厚木市の養豚農家に委託して製造されたものである。

原料のオガクズは、付近の製材工場から集荷した新鮮な広葉樹オガクズ（クヌギおよびコナラの混合物）である。豚糞は上述の養豚農家で飼育中の種豚に敷ワラとして用いた上述の広葉樹オガクズと豚糞尿の混合物である。したがって、豚糞は畜舎内で数日を経過していたので、夏期の高温の影響によって多少酸酵していた。

製造方法は、上述の広葉樹オガクズと豚糞を 1:1（容積）の割合で混合し、水を加えて水分を約 60%（手で固く握ると水が滲み出す程度）に調整して、堆積した。堆積規模は約 1 ton（約 2 m³）で、畜舎の一隅を利用して行った。

中間の切り返しは以下に示すように 2 回行った。堆積物の発熱経過は良好で、堆積直後および各切り返し直後には、いずれも急速に温度が上昇し、中心部では約 70°C の高温を維持した。堆積期間は約 70 日で

Table 1. 広葉樹オガクズおよび広葉樹オガクズ
Chemical property and composition of hardwood sawdust

試料名 Name of sample	色 Color	pH (H ₂ O)	C (%)	N*1 (%)	C/N	水溶性 C Water soluble C (%)	CEC (me/100g)
広葉樹オガクズ							
HS-1	10 YR 8/6 Yellow orange	6.00	46.8	0.22	213	0.46 (0.99*2)	14.5
広葉樹オガクズ-豚糞堆肥							
HS-H-C ₁	10 YR 4/3 Dull yellow brown	6.70	39.2	3.11	12.6	2.34 (6.0)	63.5
HS-H-C ₂	同 上 Ibid.	7.35	39.3	2.65	14.8	2.37 (6.0)	62.6
HS-H-C ₃	同 上 Ibid.	7.10	37.2	3.02	12.3	2.76 (7.4)	73.8
HS-H-C ₄	同 上 Ibid.	7.10	36.6	3.52	10.4	2.63 (7.2)	85.7

注) *1 全 N は NO₃-N を含む。

*2 全 C に対するパーセント。

*3 全 P₂O₅ に対するパーセント。

*4 2.5% 酢酸可溶 P₂O₅ は水溶性 P₂O₅ を含む。

あった。

供試試料の名称および堆肥化過程における採取時期は次のとおりである。

HS*-1: 原料の広葉樹 (クヌギ・コナラ) オガクズ (新鮮)。

HS-H-C₁*……オガクズおよび豚糞 1:1 の混合物。8月27日堆積時。

HS-H-C₂……第1回切り返し時。9月11日。

HS-H-C₃……第2回切り返し時。10月15日。

HS-H-C₄……完了時。11月4日。

これらの採取試料は、いずれも風乾後粉碎し、1 mm で篩別して分析に供した。

3. 分 析 方 法

分析方法はすべて第1報²⁾と同様である。

4. 化学的性質および組成 (結果および論議—1)

供試試料の分析結果は Table 1 に示すとおりである。

主原料の HS-1 (広葉樹オガクズ) は pH 6.0 で微酸性を呈し、C 濃度は 47%, N 濃度は 0.22% できわめて低く、C/N 比は約 210 に達し、きわめて大きかった。また、P₂O₅, K₂O, CaO, MgO および Na₂O

— 豚糞堆肥の化学的性質および組成
and hardwood sawdust-hog excretion composts

(乾物当り: On dry basis)

K ₂ O (%)	Na ₂ O (%)	CaO (%)	MgO (%)	P ₂ O ₅ (%)			Cl (ppm)	EC (m mho/ cm) (25°C)
				Water soluble	2.5% acetic acid soluble*4	Total		
Hardwood sawdust								
0.20	0.0051	0.60	0.055	0.010 (31.3*3)	0.011 (34.4*3)	0.032	--	0.23
Hardwood sawdust-hog excretion compost								
4.55	0.71	2.24	2.15	2.77 (46.1)	5.52 (91.8)	6.01	10,600	13.4
4.11	0.73	2.75	2.23	1.68 (27.1)	5.07 (81.8)	6.20	9,490	10.2
4.55	0.79	2.80	2.05	1.87 (32.4)	5.46 (94.5)	5.78	10,100	10.9
4.61	0.84	3.06	2.33	2.08 (32.0)	5.97 (92.0)	6.49	10,700	11.4

Remarks) *1 Total-N includes NO₃-N.

*2 Per cent of total C.

*3 Per cent of total P₂O₅.

*4 2.5% acetic acid soluble P₂O₅ includes water soluble P₂O₅.

*HS……Hardwood sawdust の略。 **HS-H-C……Hardwood sawdust-hog excretion compost の略。

などの無機成分濃度は低かった。 P_2O_5 は約 1/3 が 2.5% 酢酸可溶であったが、その大部分は同時に水溶性であった。したがって、残りの約 2/3 は有機態 P_2O_5 と推定された。CEC は 14.5 me/100 g でかなり低かったが、今までに報告されている各種オガクズの約 10~15 me/100 g と同程度のレベルといえる。EC は 0.23 m mho/cm でかなり低く、水溶性の塩類濃度の低さを示唆していた。

堆肥化過程における変化は次のとおりであった。

色調は堆積直後から製品に至るまで (HS-H-C₁~C₄) 変化が見られず、いずれも 10 YR 4/3 (におい黄褐色) の色調を示し、暗色 (黒褐色) の色調は見られなかった。

C 濃度は 37~39% を示し、堆肥化過程の進行に伴って僅かに減少が見られたに過ぎなかった。N 濃度は 2.65~3.52%, C/N 比は 10.4~14.8 を示し、試料採取時期によって相違が見られたが、全般的に N 濃度はきわめて高く、C/N 比はきわめて低いといえる。堆肥化過程の進行に伴う N 濃度および C/N 比の変化が不規則で、堆肥化過程の進行に伴う N 濃度の増大、C/N 比の減少のような一定の傾向は見られなかった。この点は、今回は原料の混合および切り返しは手作業で行われたために、混合の不均一性が原因ではないかとも推定される。

前報²⁾で述べた鶏糞多用 (1:1) したヘムロックパーク堆肥 (HB-C-C₅~C₆) の場合には、製品の N 濃度が予想外に低く (1.57~1.66%), 堆積中にかなりの N の損失 (NH_3 としての揮散) が推定されたのと比べると、今回の豚糞多用堆肥の場合は著しい相違を示しているといえる。これらの事実は、後述の N の形態においても明りょうに示されているように、木質廃材の堆肥化に際して、栄養源および分解に関与する微生物の主要な供給源として、豚糞および鶏糞はかなり異質な性質を有することを示すものといえよう。

水溶性 C 濃度は 2.3~2.8%, 全 C に対する比率は 6.0~7.4% に達し、堆肥化過程の進化に伴って明りょうな変化は見られなかった。また、これらの値は前報²⁾ のヘムロックパーク-鶏糞堆肥がいずれの場合もきわめて低かったことと比べると、著しい相違を示していたが、この点は豚糞添加堆肥の特徴と考えられる。

CEC は堆積時 (HS-H-C₁) に 64 me/100 g を示し、原料オガクズより著しい増加を示したが、この点は豚糞自体の CEC が著しく大きいことを示唆するものといえる。堆積後は第 2 回目の切り返し時 (HS-H-C₃) から製品 (HS-H-C₄) の順に漸増し、製品では 86 me/100 g に達した。このように、堆肥化行程における CEC の増加は、前報²⁾ のヘムロックパーク-鶏糞堆肥の場合と同様に小さく、今回の場合も CEC の変化を堆肥化過程の進行程度を示す指標として用いることは、多少の困難を伴うものと思われた。

堆肥化完了時 (HS-H-C₄) における P_2O_5 (6.94%), K_2O (4.61%), CaO (3.06%), MgO (2.33%) および Na_2O (0.84%) の各無機成分はいずれもかなりの高濃度を示したが、これらはいずれも主として豚糞に由来するものである。今回は豚糞だけの分析を行っていないので厳密な比較ではないが、堆積時 (HS-H-C₁) の値を前報²⁾ の鶏糞の値と比較すると、豚糞は P_2O_5 , K_2O および MgO 濃度が高く、 CaO 濃度が低いことが推定される。さらに、 P_2O_5 については水溶性および 2.5% 酢酸可溶 P_2O_5 の全 P_2O_5 に対する比率が著しく高く、大部分が無機態 P_2O_5 —主としてリン酸カルシウムないしリン酸マグネシウム—によって占められていた。また、 CaO に対する MgO の比率が著しく高いことも注目された。これらの諸点は、豚糞と鶏糞の化学的組成が著しい相違を示すとともに、同時に木質廃材の堆肥化の副原料として用いる家畜糞尿の相違は製品堆肥の化学的組成—各成分濃度およびその相互の比率—に及ぼす影響が大き

いで、その後の圃場における施用も含めて十分な考慮を払う必要があろう。

Cl 濃度は約 10,000 ppm に達し、著しい高濃度を示したが、この点も豚糞に由来するものである。

EC はいずれも 10 m mho/cm をこえ、著しく高かったが、この点は上述の Cl、水溶性 P_2O_5 をはじめ、その他の水溶性無機成分濃度の高いことを示すものといえよう。

pH は 6.70~7.35 を示し、ほぼ中性であった。

5. N の形態 (結果および論議—2)

供試試料の N の形態は Table 2 に示すとおりである。

無機態 N 濃度は、原料パークはきわめて小さく、 NH_4-N および NO_3-N はそれぞれ約 4 および 2 ppm、全 N に対する比率は 0.2 および 0.1% に過ぎなかった。

堆肥化過程の各段階においては、堆積当初 (HS-H-C₁) すでにかんりの NH_4-N および NO_3-N が見られたが、堆積期間中は NH_4-N は約 1,400~2,100 ppm、 NO_3-N は約 190~1,200 ppm を示し、全 N に対する比率はそれぞれ 4.6~7.0% および 0.7~3.6% に達した。とくに、いずれの場合も NO_3-N よりも

Table 2. 広葉樹オガクズおよび広葉樹オガクズ-豚糞堆肥の N の形態

Nitrogen form of hardwood sawdust and hardwood
sawdust-hog excretion composts (乾物当 : On dry basis)

試料名 Name of sample	有機態N Organic N*1 (%)	有機態 N の組成 : Organic N composition*2						無機態 N Inorganic N (ppm)		
		加水分解性 N : Hydrolyzable N					非加水分解性 N Non-hydrolyzable N	NH ₄ -N	NO ₃ -N	Total
		Ammonia-amide N	Amino-sugar N	Amino-acid N	Un-identified N	Total				
広葉樹オガクズ : Hardwood sawdust										
HS-1	0.223	9.3	2.1	39.5	31.1	82.0	18.0	4.4 (0.2*3)	2.2 (0.13*)	6.6 (0.33*)
広葉樹オガクズ-豚糞堆肥 : Hardwood sawdust-hog excretion compost										
HS-H-C ₁	3.04	20.2	1.7	36.9	21.6	80.3	19.7	1,410*4 (4.5)	714 (2.3)	2,120 (6.8)
HS-H-C ₂	2.63	30.0	2.7	28.2	18.8	79.7	20.3	1,240 (4.7)	192 (0.72)	1,430 (5.4)
HS-H-C ₃	2.97	39.1	1.9	25.1	17.1	83.2	16.8	2,080 (6.9)	525 (1.7)	2,610 (8.6)
HS-H-C ₄	3.40	31.0	1.5	24.2	23.9	80.6	19.4	1,800 (5.1)	1,240 (3.5)	3,040 (8.6)

注) *1 ケルダール法による N。

*2 N 各 fraction はケルダール N に対するパーセントで示した。

*3 全 N に対するパーセント。

*4 尿素態 N (未定量) の分解による NH_4-N を含む可能性あり。

Remarks : *1 Organic N is determined by KJELDAHL method.

*2 Organic N composition is expressed by the N amount of every fraction as per cent of organic N.

*3 Figures in parentheses are the N amount as per cent of total N (See Table 1).

*4 It may include the NH_4-N from urea by MgO distillation. Urea-N is undetermined.

$\text{NH}_4\text{-N}$ の方が高いことが注目された。前報²⁾ のヘムロックパーク - 鶏糞堆肥の場合には、いずれの場合も $\text{NH}_4\text{-N}$ がきわめて少なく、大部分が $\text{NO}_3\text{-N}$ であった点と比べると、今回の豚糞添加堆肥の場合には、強力な NO_3 化成作用とともに、 NH_4 化成作用が製品の段階まで持続していた点に、明りょうな相違を示していたといえる。

有機態 N 各 fraction のケルダール N に対する比率は次のとおりであった。加水分解性 N はいずれの堆肥化の段階においてもほとんど相違が見られず、約 80% 前後を示した。アミノ酸態 N は堆積当初 (HS-H-C₁) は約 37% であったが、堆肥化過程の進行に伴って順次減少し、製品 (HS-H-C₄) では約 24% に減少した。アミノ酸態 N の減少の度合は堆積直後から第 1 回切り返し (HS-H-C₂) まですぐ大きく、その後は次第に緩やかであった。アンモニア - アミド態 N は堆積直後から順次急速に増大し、第 2 回切り返し時 (HS-H-C₃) には堆積当初の約 2 倍 (39%) に達し、その後低下したが、製品では約 30% の高いレベルを示した。アミノ糖態 N はいずれの段階でもきわめて少なく、1.5~2.7% に過ぎなかった。未同定 N は 17~24% を示したが、堆肥化過程における変化は一定の傾向が見られなかった。

以上の結果を前報²⁾ のヘムロックパーク - 鶏糞堆肥と比較すると、堆肥化の各段階においていずれも加水分解性 N が高いレベルを維持していたこと、アミノ酸態 N の減少が緩やかであったこと、アンモニア - アミド態 N が高いレベルを維持していたこと、などの諸点に著しい相違を示していたといえる。

前述 (4) のように、今回の豚糞を副原料とする木質廃材堆肥が高レベルの N 濃度と低い C/N 比を示したことも含めて、広葉樹オガクズ - 豚糞堆肥とヘムロックパーク - 鶏糞堆肥の上述の無機態および有機態 N の組成の相違は、N 源および堆肥化に関与する微生物の主要な供給源として、豚糞および鶏糞がかなり異質な性質を有することを示すものといえる^{*)}。

6. 腐植の形態 (結果および論議—3)

供試試料の腐植の組成および腐植酸の光学的性質は Table 3 および Fig. 1 に、腐植酸の吸収スペクトルは Fig. 2 に、腐植酸の分類は Fig. 3 に示すとおりである。

6-1 広葉樹オガクズ

広葉樹オガクズは抽出腐植、腐植酸およびフルボ酸はきわめて少なく、 C_h/C_f 比もいちじるしく小さかった。これらの価は前報²⁾ のヘムロックパークと比べるといずれもきわめて低く、いちじるしい相違を示しているといえる。

腐植酸の吸収スペクトルは特別な吸収帯を示さず、長波長側から短波長側に向かってほぼ直線的に上昇した。 $\Delta \log K_1 (\log K_{400} - \log K_{600})$ は $\Delta \log K_2 (\log K_{650} - \log K_{850})$ より大きく、短波長側の方が傾斜が大きかった。 $\Delta \log K_1$ および $\Delta \log K_2$ が著しく大きく、Rf が著しく小さい点は、腐植酸は著しく未熟な段階にあることを示しているといえる。Fig. 3 に示すように、腐植酸は Rf 型に属する。

6-2 広葉樹オガクズ - 豚糞堆肥

広葉樹オガクズ - 豚糞堆肥の製造過程の各段階における腐植の形態の変化は次のとおりであった。

腐植の組成の面では、広葉樹オガクズと豚糞を堆積した段階 (HS-H-C₁) で、腐植酸、フルボ酸およ

*) 前報²⁾ のヘムロックパーク - 鶏糞堆肥の場合には、一般に尿素および鶏糞の添加が行われている。この場合には N の量的な面では鶏糞-N より尿素-N の方が多いが、鶏糞多用 (1:1, 尿素無添加) の場合も N の形態は一般の尿素および鶏糞添加の場合と同様の傾向を示している点から見て、上述の推論の妥当性は裏付けられるといえる。

び抽出腐植は著しく増大したが、とくに腐植酸の増大が著しかった。また、それに伴って C_h/C_f 比は顕著な増大を示した。

その後製品に至るまでの各段階 (HS-H-C₁~C₄) では、腐植酸は順次緩やかに増大したが、フルボ酸は明りょうな相違が見られなかった。それに伴って C_h/C_f 比も漸増した。しかし、全般的な傾向として堆肥化過程における腐植の組成の変化は、とくに顕著とはいい難かった。

また、製品 (HS-H-C₄) の腐植の組成を前報²⁾のヘムロックパーク-鶏糞堆肥と比べると、 C_h/C_f 比はとくに明りょうな相違は見られなかったが、腐植酸、フルボ酸および抽出腐植が著しく大きいことが注目された。

腐植酸の吸収スペクトルは、堆肥化過程における各段階はいずれも前述の広葉樹オガクズと類似した形態を示し、同様に特別の吸収帯は見られなかった。 $\Delta \log K_1$ はいずれも原料オガクズより多少大きく、

Table 3. 広葉樹オガクズおよび広葉樹オガクズ-豚糞堆肥の腐植の形態

Humus form of hardwood sawdust and hardwood sawdust-hog excretion composts (乾物当 : On dry basis)

試料名 Name of sample	腐植の組成 : Humus composition				腐植酸の光学的性質 Optical properties of humic acid		
	腐植酸 Humic acid (h-1)	フルボ酸 Fulvic acid (f-1a+f-1)	抽出腐植 Extracted humus	C_h/C_f	$\Delta \log K_1$	$\Delta \log K_2$	Rf
広葉樹オガクズ : Hardwood sawdust							
HS-1	2.5 [%]	5.8	8.3	0.43	1.002	0.723	0.067
広葉樹オガクズ-豚糞堆肥 : Hardwood sawdust-hog excretion composts							
HS-H-C ₁	17.2	11.5	28.7	1.50	1.045	0.895	0.092
HS-H-C ₂	18.7	11.6	30.3	1.61	1.046	0.910	0.095
HS-H-C ₃	20.4	11.4	31.8	1.79	1.040	0.922	0.102
HS-H-C ₄	21.6	11.0	32.6	1.96	1.036	0.937	0.108

注) 腐植の組成は各fraction-Cの全Cに対するパーセントで示した。

(h-1) : Fraction-1 (遊離型腐植) の腐植酸。

f-1a : 酸可溶腐植。

f-1 : Fraction-1 のフルボ酸

$\Delta \log K_1 = \log K_{400} - \log K_{600}$

$\Delta \log K_2 = \log K_{650} - \log K_{850}$

Rf : 腐植酸溶液 C 100 mg/l の濃度における K_{600} で示した。

Remarks : Humus composition is expressed by the carbon amount of every fraction as per cent of total soil organic carbon.

h-1 : Humic acid in Fraction-1 (free humus).

f-1a : Acid soluble humus.

f-1 : Fulvic acid in Fraction-1.

$\Delta \log K_1 = \log K_{400} - \log K_{600}$.

$\Delta \log K_2 = \log K_{650} - \log K_{850}$.

Rf is K_{600} of Na-humate solution containing carbon 100 mg per liter.

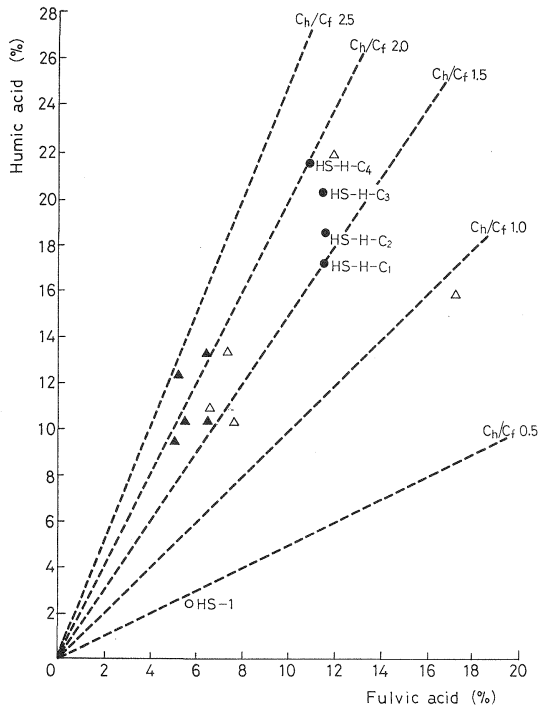


Fig. 1 広葉樹オガクズおよび広葉樹オガズー豚糞堆肥の腐植の組成 (付 ヘムロックバークおよびヘムロックバーク-鶏糞堆肥との比較)
Humus composition of hardwood sawdust and hardwood sawdust-hog excretion composts. (Appendix. Comparison with that of hemlock barks and hemlock bark-chicken dropping composts²⁾).
注) △…ヘムロックバーク, ▲…ヘムロックバーク-鶏糞堆肥
Remark: △…Hemlock bark, ▲…Hemlock bark-chicken droppings compost.

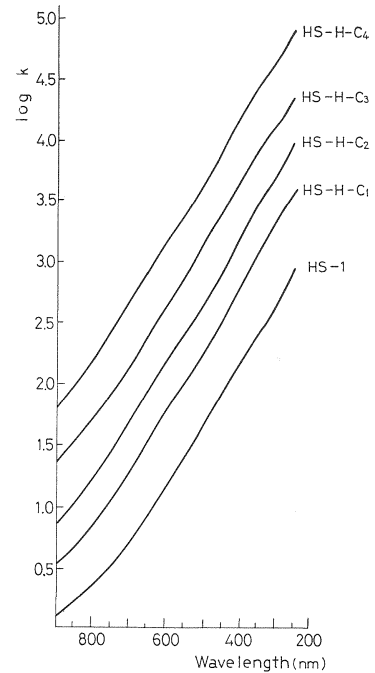


Fig. 2 広葉樹オガクズおよび広葉樹オガズー豚糞堆肥の腐植酸の吸収スペクトル
Absorption spectra of humic acids of hardwood sawdust and hardwood sawdust-hog excretion composts.
注) 濃度は適宜
Remarks: Concentration of humic acid is arbitrarily chosen.

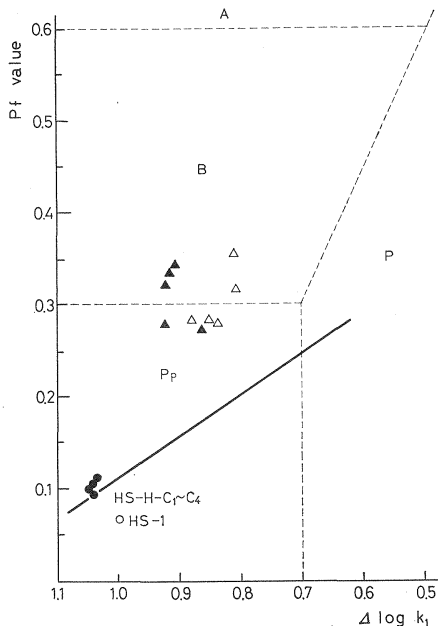


Fig. 3 広葉樹バークおよび広葉樹バーク-豚糞堆肥の腐植酸の分類図 (付 森林土壌の A₀ 層, ヘムロックバークおよびヘムロックバーク-鶏糞堆肥の腐植酸^{1,2)}との比較)
Classification diagram of humic acids of hardwood sawdust and hardwood sawdust-hog excretion composts (Appendix. Comparison with the humic acids of A₀ layers of forest soils, hemlock barks and hemlock bark-chicken dropping composts).
注) 直線は A₀ 層の腐植酸の回帰式
△…ヘムロックバーク, ▲…ヘムロックバーク-鶏糞堆肥
Remarks: The line is the regression curve of humic acids of A₀ layer of forest soils.
△…Hemlock bark, ▲…Hemlock bark-chicken droppings compost.

堆肥化過程においても明りょうな変化が見られなかったが、 $\Delta \log K_2$ は順次僅かずつ増加した。Rf は原料オガクズに比べると堆積当初にかなり増大し、堆肥化過程では順次漸増した。しかし、これらの Rf は全般的に森林土壌 (A₀ 層を含む) の腐植酸と比べると、きわめて低いレベルにとどまっていたといえる。広葉樹オガクズ-豚糞堆肥の腐植酸はいずれも Rf 型に属していた。

これらの結果を総合すると、広葉樹オガクズ-豚糞堆肥の腐植化過程はいずれも未熟な段階にとどまっていたといえる。また、前報²⁾のヘムロックパーク-鶏糞堆肥と比べると、 $\Delta \log K_2$ は明りょうな相違は見られなかったが、 $\Delta \log K_1$ はかなり大きく、Rf は著しく低いといえる。これらの諸点は、主原料のヘムロックパークおよび広葉樹オガクズ自体の $\Delta \log K_1$ および Rf が著しい相違を示している点から見ても、副原料の鶏糞と豚糞の影響と考えるよりも、むしろ主原料の相違に負うところが大きいと考えられた。

文 献

- 1) 河田 弘：森林土壌の腐植に関する研究 (第4報) 乾性および湿性ポドゾル、暗赤色土、泥炭土および泥炭の腐植の形態、林試研報, 284, 57~80, (1976)
- 2) 河田 弘 (KAWADA, H.)：木質廃材堆肥に関する研究 (第1報) ヘムロックパーク堆肥について、林試研報, 301, 47~78, (1978) [Studies on woody waste composts. Part 1 On the hemlock bark composts. Bull. For. & For. Prod. Res. Inst., 301, 47~78, (1978)]

Studies on Woody Waste Composts Part 2

Hardwood sawdust-hog excretion compost

Hiroshi KAWADA⁽¹⁾

1. Introduction

At present, with the flourishing of the livestock industry in this country, the disposal of livestock excretion, especially that of cattle and hogs, is coming to be a serious social nuisance. As a result, the livestock breeders are going to make attempts to feedback the excretion directly or indirectly through the compost to farms to settle those troubles.

In this case, the main raw material of compost is the excretion of livestock, and the sawdust is used as an auxiliary material for the regulation of excessive moisture of excretion. In the author's opinion, it may belong to the woody waste compost in a broad sense, but they seemed to be remarkably different from the usual woody waste composts produced by lumber industrial plants.

The author had a chance to examine a trial product of hardwood sawdust compost and found that hog excretion was heavily applied in the ratio of 1:1 recently. Now he wishes to state its chemical property and composition, nitrogen and humus forms.

Received April 5, 1979

(1) Forest Soil Division

2. Selected samples

The selected samples were produced by a hog breeder under the guidance of some members of the author's colleagues from August to November, 1975.

The raw materials were fresh hardwood sawdust and hog excretion. To be exact, the latter was a mixture of hog excretion and hardwood sawdust as bedding for hogs.

Both raw materials in the same amount, about 1 m³ (500 kg) respectively, were well mixed by hand and their moisture content was adjusted to about 60%. Then they piled up in a corner of the hog shed. They were turned two times in their composting process. The temperature of pile rapidly rose after piling and every turning, and it kept about 70°C.

The names of the selected samples and their sampling dates were as follows :

HS-1; The fresh hardwood (*Quercus acutissima* and *Q. serrata*) sawdust.

HS-H-C₁; The mixture of fresh hardwood sawdust and hog excretion in the ratio of 1 : 1 at the beginning of composting process, August 27.

HS-H-C₂; At the first turning, September 11.

HS-H-C₃; At the second turning, October 15.

HS-H-C₄; At the final stage of composting process, November 4.

The total composting period was about 70 days.

The selected samples were air-dried, ground and 1 mm-sieved for analysis.

3. Analytical method

The analytical methods were the same as those of Part 1²⁾.

4. Chemical property and composition (Result and discussion 1)

The analytical results were expressed in Table 1.

4-1 The hardwood sawdust (HS-1)

Its reaction was slightly acidic, i. e. pH 6.0. Its extremely high C-N ratio, i. e. 213, and remarkably low P₂O₅, K₂O, CaO and MgO concentrations were noticeable. One-third of its P₂O₅ was inorganic form and the rest organic form. Its CEC was only 14.5 me/100 g and it agreed with the usual level of CEC of sawdust, i. e. 10~15 me/100 g, by some researchers, and it is much lower than that of hemlock bark stated in Part 1²⁾, i. e. 41 me/100 g. Its low EC value told of its very low water soluble mineral concentrations.

4-2 The transformation during the composting process

The color of the selected samples was 10 YR 3/4 in Munsell Color Chart (dull yellow-brown) at every stage of composting process, and no blackish hue was recognized.

Total organic C concentration of every composting stage was 37~39%. Total N concentration fluctuated in the range of 2.65~3.52%. Its rather wide fluctuation and no certain trend according to the progress of composting process may be possibly due to the unevenness of materials mixed by hand. Their C-N ratios were in the range of 10.4~14.8 and they were remarkably low as the level of C-N ratio of compost. Considering the fact that the hemlock bark composts heavily applied with chicken droppings in the ratio of 1 : 1 lost abundant N in their composting process as described in Part 1²⁾, the N concentration and C-N ratio of hardwood sawdust-hog excretion compost (HS-H-C₄) suggested the distinguished difference

between chicken droppings and hog excretion on the N transformation in the composting process.

The range of water soluble C concentrations was 2.3~2.8% and they correspond to 6.0~7.4% of total organic C. Those values were extremely high, and they expressed no certain trend of decreasing according to the progress of composting process. Those facts are very interesting and they seemed to be one of the characteristics of the hog excretion compost.

The author is of the opinion that the water soluble C concentration would not be an adequate index of maturity of compost.

The remarkably increased CEC of HS-H-C₁ at the beginning of composting process that reached to 64 me/100 g suggested very high CEC of the hog excretion. The CEC gradually increased according to the progress of composting process and it reached to 86 me/100 g at the final stage (HS-H-C₄). The narrow range of CEC fluctuation in composting process suggested that the increase of CEC would be a rather inadequate index for the maturity of compost.

The remarkably high P₂O₅, K₂O, CaO and MgO concentrations of HS-H-C₁~C₄ were the effect of hog excretion. Though the following comparison is not exact as the hog excretion in this case was a mixture of hardwood sawdust, but the mineral compositions of HS-H-C₁~C₄ suggested that the higher P₂O₅, K₂O and MgO concentrations and lower CaO concentration of hog excretion in comparison with those of chicken droppings described in Part 1²⁾.

The most part of P₂O₅, i. e. 80~90%, is inorganic in form and it seemed to be 2.5% acetic acid soluble Ca- and Mg-phosphate. The relatively high MgO concentration and accordingly very low CaO : MgO ratio of hog excretion were worthy of note.

Their reaction was almost neutral, i. e. 6.70~7.35.

5. Nitrogen form (Result and discussion 2)

The nitrogen forms of the selected samples were stated in Table 2.

Inorganic N concentrations of the fresh hardwood sawdust were only 4.4 ppm in NH₄-N and 2.2 ppm in NO₃-N, and they correspond to 0.2% and 0.1% of total N, respectively.

The active mineralization of organic N occurred in the composting process. The range NH₄-N was 1,400~2,100 ppm and that of NO₃-N was 190~1,240 ppm, and they correspond to 4.6~7.0% and 0.7~3.6% of total N, respectively. It is noticeable that the NH₄-N concentration was higher than NO₃-N in every stage of composting process. The fact that active ammonification continued until the final stage of composting process is in striking contrast in comparison with that of chicken droppings compost described in Part 1²⁾.

The following facts were observed on the organic N composition, such as the rate of every organic N fraction to the total N :

The hydrolyzable-N was almost the same level, and it kept about 80% in every stage of composting process. The amino acid-N was 37% at the beginning of composting process but it gradually decreased into 24% in its final stage. Its decrease was more distinguished in the early stage than in the late one of composting process. Ammonia-amide-N rapidly increased after piling and it reached to max., i. e. 39%, at the second turing. Then it decreased afterward to 31% at the final stage. Amino sugar-N is very low, i. e. 1.5~2.7%, and unidentified-N kept to 17~24% during the composting process, but no certain trend of their fluctuation was recognized.

Comparing the organic N composition of hog excretion compost with that of the chicken droppings compost described in Part 1²⁾, the higher levels of hydrolyzable-N and ammonia-amide-N and the gradual decrease of amino-acid N were in striking contrast.

6. Humus forms (Result and discussion 3)

The humus composition and optical property of humic acid of the selected samples were stated in Table 3 and Fig. 1. The absorption spectrum of humic acid was expressed in Fig. 2 and the classification of humic acid in Fig. 3.

6-1 Hardwood sawdust

Its humic acid, fulvic acid and extractable humus were very low, and they were only 2.5%, 5.8% and 8.3%, respectively. Its C_h/C_f ratio was very low, i. e. only 0.43.

Its humic acid belonged to R_P type. It expressed high $\Delta \log K_1$ ($\log K_{400} - \log K_{600}$) and $\Delta \log K_2$ ($\log K_{650} - \log K_{850}$), i. e. 1.00 and 0.72, respectively. The larger value of $\Delta \log K_1$ than that of $\Delta \log K_2$ was unique. No distinct peak of absorption band or shoulder were recognized on the absorption spectrum of humic acid. Besides, its R_f value is extremely low, i. e. 0.067. Summarizing those data, they told of the extremely immature stage of humifying process.

6-2 Hardwood sawdust-hog excretion compost

The following facts were observed on the humus composition in its composting process :

The remarkable increase of humic acid, fulvic acid and extractable humus in the beginning of composting process (HS-H-C₁) comparing with those of the fresh hardwood sawdust was recognized. Among them the increase of humic acid was striking, i. e. from 2.5% to 17.2 %, and subsequently C_h/C_f ratio of HS-H-C₁ was remarkably increased, i. e. from 0.43 to 1.50.

The humic acid gradually increased according to the progress of composting process, i. e. from 17.2 to 21.6%, but the fluctuation of fulvic acid was vague. Subsequently C_h/C_f ratio gradually increased, i. e. from 1.50 to 1.96.

Every humic acid belonged to R_f type. It expressed no distinct peak of absorption band or shoulder. The $\Delta \log K_1$ in every stage of composting process slightly increased compared with that of fresh sawdust but no clear fluctuation was recognized during the composting process. However, $\Delta \log K_2$ increased at the beginning of composting process compared with that of the fresh sawdust, and it gradually increased, i. e. from 0.90 to 0.94, according to the progress of composting process. R_f values remarkably increased at the beginning of composting process compared with that of the fresh sawdust, and it gradually increased afterwards, i. e. from 0.092 at the beginning to 0.108 finally.

Summarizing those data, high $\Delta \log K_1$ and $\Delta \log K_2$, and low R_f values told that the humifying process of hardwood sawdust-hog excretion compost gradually proceeded in its composting process but it remained still at the immature stage even in its final stage.