

街路樹剪定屑の堆肥化について

藤原俊六郎・鎌田春海

Studies on Utilization of Pruning Dust as Compost.

Shunrokuro FUJIWARA and Harumi KAMATA

緒 言

農耕地の地力維持対策として、有機質資材施用の重要性が強調されている。有機質資材は、かつては稲わらが中心であったが、現在では家畜ふんが一般に利用されている。しかし、本県においては、これら農業系内の有機質資材だけでは必要量を確保することは困難である。県内農耕地35,000haに有機物を水田0.3t、畑1t、樹園地1.5t施用すると年間27万t(乾物重)の有機物が必要である。これに対し、家畜ふん、わら、青刈り作物等農業系内からの供給は約19万t(乾物重)であり、約8万tの不足となる。¹⁾農耕地の地力維持のためには、この不足量を農業系外の有機質資源にたよる必要がある。その資材としては各種汚泥や都市ごみコンポスト、木質系資材がある。汚泥等はその含有物に問題がある場合もあるが、木質は問題の少ない資材であり、家畜ふん尿の水分調節資材やバーク堆肥として広く流通している。さらに未利用の木質資材として、森林間伐材や街路樹剪定屑の利用が考えられる。そこで、有機質資材として街路樹剪定屑の農業利用の可能性について検討した。

本県には、約52万本の街路樹と約48万本の植木があり、春と秋の2回剪定される。1本の木から年間約25kgの剪定屑が生じるとすると、2,500tの有機質資源が確保される。²⁾剪定屑は蛋白質などの窒素成分の多い葉と、セルロースの多い枝を含むため、堆肥化素材としては最適であると考えられる。にもかかわらず、一部が利用されているが、大部分が処理料金を支払い廃棄物として処分している。そこで、都市生活の廃棄物として処理されている街路樹剪定屑の有効利用をはかるために、堆肥化処理方法、堆肥化過程に生じる変化、簡易腐熟度判定法、施用方法について多面的に検討した。

本報告は、昭和58年に横浜市と共同で実施した「街路樹剪定屑堆肥化試験」をとりまとめたものであり、堆肥の製造は横浜市北部農政事務所、横浜市緑化センター、横浜農業改良普及所と協力して実施した。さらに、本研究をすすめるにあたり日本大学農獣医学部森戸敦子氏には調査分析に多大な御協力をいただいた。また、農林水産省農業環境技術研究所菅原和夫主任研究官には微粉堆肥の反射光解析に、県林業試験場中川重年主任研究員には樹種の分類に御協力をいただいた。これらの方々 に記して謝意を表する。

1. 試験方法

(1) 堆肥の製造方法と分析試料

横浜市内の樹路樹剪定屑を集め、シュレッダーで約10cmの長さに切断した後、屋外に堆積した。堆積規模は4.8m²(幅2m、奥行2m、高さ1.2m)とし、板わくで囲んだ。堆積期間は6ヵ月間(昭和57年12月22日～58年6月14日)までであり、この間に3回(3月8日、4月13日、5月11日)にわたって切り返しをした。なお、発熱による乾燥が著しい時は、適時かん水した。温度測定は中心部とし、1日に1回測定した。

分析試料は経時的に中心部から採取し、形態観察用の試料を除き、ガラス室に薄く広げ風乾した後、ワイレーンにより粉碎した。この粉碎試料をさらに微粉砕器により微粉化したものを分析試料とした。

(2) 堆肥の色調

(ア) 堆肥の外観色

微粉化した試料を小型シャーレーに、厚さ5mm程度になる量をとる。シャーレーは反射光を最小にするために黒色紙の上に置き、これに色彩色差計(ミノルタ色彩色

差計CR-100)の受光部をあて、D-6500のYxy値を3回測定し、その平均値をとった。なお、色彩色差計の受光部は開口径10mm, ガラス板付きを使用した。

(イ) エタノールベンゼン抽出液

試料1gをエタノール、ベンゼン等量混合液100mlで4時間加熱抽出した。冷却後ろ過し、ろ液をダブルビーム分光光度計(日立220A)により665,580nmの吸光度を測定し、その差を表示した。この値は、クロロフィル様物質含量をあらわす。

(ウ) アルカリ抽出液

試料1gを100mlの0.1N水酸化ナトリウム液で抽出し、それをさらに0.1N水酸化ナトリウムで100倍に希釈したのち、ダブルビーム分光光度計により400,600nmの吸光度を測定し、その差を熊田ら⁽¹³⁾の方法に準じ、 $\Delta \log K$ として表示した。このときの希釈倍率は、1gを10ℓのアルカリ液で抽出したことに相当する。

(3) 理化学成分

pH, ECは1:10水抽出液により測定した。全炭素および全窒素はCNコーダー(柳本MT-500)により測定した。

無機態窒素は20倍容の10%塩化カリ液で抽出後、プレムナー法⁽¹⁶⁾により定量した。

塩基成分およびリン酸は、硝酸および過塩素酸による湿式分解試料を用いた。塩基成分は原子吸光度計(日立170-50A)により定量し、リン酸はバナドモリブデン酸法により比色定量した。また、粗灰分は550℃灰化法によった。

セルローズ、ヘミセルローズ、リグニンはWAKSMANの簡略法⁽¹⁶⁾により定量した。

(4) 炭酸ガス発生量

石沢、鈴木の方法⁽¹¹⁾によった。土壤は沖積土壤(土性SCL, 腐植含む)を用い、有機物を乾土あたり炭素含量1%に相当する量を混合し、9週間(63日間)30℃に培養した。対照区として有機物を混合しない区を作った。結果は土壤からの炭酸ガス放出量を引き、炭酸ガス態炭素(CO₂-Cmg)の積算値として表示した。

(5) 発芽試験

試料5gを60℃の熱水100mlで3時間抽出し、ろ液をあらかじめろ紙2枚を敷いたシャーレーにとり、そのうゑにコマツナ(ごせき晩生)を播種した⁽³⁾。

室温に保持し、3日後に発芽率と生長量を測定した。対照区として水で処理した区を設け、それを100とした指数で表示した。また、3日目のコマツナ根部を切断し、Lacto Phenol Cotton Blueで染色し、光学顕微鏡によ

り細根を観察した。

(6) 形態と微生物の観察

生堆肥の一部を葉、茎に分け、それぞれ5mm程度の大きさにハサミで切断した後、細胞固定液(ホルマリン、酢酸、アルコール混液)に浸し保存した。

その一部をとり出し、1%過マンガン酸カリ液に数時間浸し、その後水洗する。水を切った後、0.1%塩化ヒドロキシルアミンを含む固定液に一晩浸した後、Lacto Phenol Cotton Blueで染色し、光学顕微鏡で観察した。この方法は堆肥色を除去し内部観察をしやすくするために新たに考案した方法である。

固定液に保存した一部をとり出し、アルコール置換後、アセトン置換した後乾燥させた。これに金蒸着した後、走査型電子顕微鏡(日立明石MSM4C-101)により観察した。

(7) コマツナ栽培試験

堆肥の肥効をみるために、コマツナの栽培試験を実施した。1/5000aワグネルポットに火山灰土壌(土性L, 腐植あり)に有機物を乾土あたり炭素として1%に相当する量を混合し、化学肥料(燐加安42号)を7.14g(成分としてNPK各1g)混合した後、コマツナを播種した。土壌のpHは6.13, ECは0.1であった。

栽培期間は、昭和58年9月26日から10月18日の24日間とした。

2連で実施し、取量はポットあたりの乾物gで表示した。あわせて全窒素の定量(ケルダール法)を行い、窒素吸収量を求めた。さらに収穫後土壌のpH, ECの測定した。

(8) 堆肥原料の特性

剪定屑の性質を知るために、樹種、時期による有機成分および分解特性の検討を行った。

県内産広葉樹(マテバシイ、イチョウ)と針葉樹(スギ、クロマツ)について、春(6月)、秋(11月)の2回、先端から50cmの枝を採取した。

葉と枝に分離した後、一部を水分測定に供した。残りを熱風乾燥した後粉碎し分析試料とした。この試料について、全炭素、全窒素、セルローズ、ヘミセルローズ、リグニン、炭酸ガス発生量を測定した。

2. 試験結果

(1) 堆肥化過程の変化

(ア) 原料の樹種構成

街路樹は多くの樹種が含まれている。横浜市について

第1表 原料の樹種構成比

区 分		重量比(%)
葉 部 (広葉樹)	シ イ	28.3
	ツ バ キ	2.7
	モ チ	0.3
	モ ッ コ ク	0.2
	そ の 他	0.8
葉 部 (針葉樹)	マ ツ	6.6
	カイヅカイブキ	1.7
	ヒマラヤスギ	0.2
	そ の 他	3.1
枝 部		35.8
竹・笹類		0.5
雑 物	植 物 体	7.7
	非植物体	2.8
区 分 困 難 (2mm以下)		9.4

みれば、イチョウが最も多く約25%、つづいてユリノキ、プラタナス、カエデ、サクラ等が多い。街路樹の剪定は地域別におこなわれるため、その時々によって樹種構成が異なるという問題がある。

本堆肥化に用いた剪定屑の樹種構成比を第1表に示した。部位別にみれば葉部が約1/2をしめ、次いで直径1cm以下の小枝が35.8%あった。樹種別にみると約2/3が広葉樹で、そのなかの大部分がマテバシイであった。また針葉樹はマツが多かった。枝部の分類は行わなかったが、ほぼ葉の構成に比例すると考えられる。

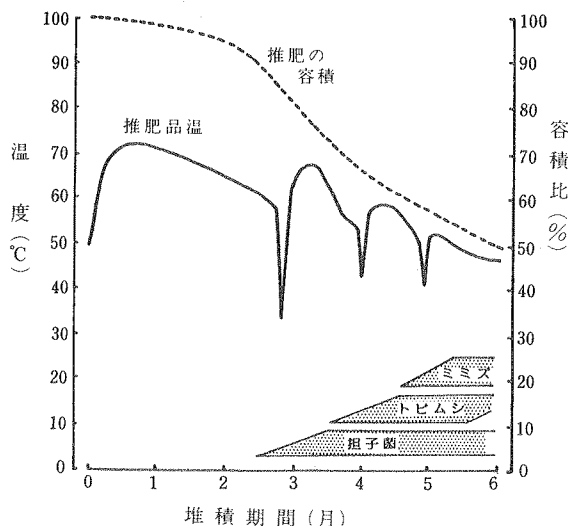
植物体雑物は種子、根等の茎葉以外のものであり、非植物体雑物はプラスチックや小石を示す。また、肉眼的に分離が困難であった2mm以下の小片は、区分困難として表示した。

このように、本試験に供試した街路樹剪定屑は、大部分が広葉樹であり、葉が約半分をしめ、異物の混入も少なく、堆肥の原料としては適しているといえる。

(i) 堆肥化過程の観察

堆肥化過程中的中心部の品温変化と容積の変化を第1図に示した。堆積後数日で温度が上昇し、2週間後には70℃近くになった。発熱は長期間にわたって継続し、3ヵ月間は60℃以上であった。図中の急激な温度低下は、切り返しにともなうものである。また、剪定屑は小枝を多く含むため空気の流通が良く、高温になると水分が蒸散し、水分低下をまねく傾向がみられたため、2ヵ月目から適時かん水した。

堆積3ヵ月目では容積が約20%減少し、中心の高温部



第1図 堆肥の品温と容積の変化

に放線菌が極めて多く分布していた。また、表面の温度の低いところには担子菌の増殖が観察された。4ヵ月目になると容積は30%以上減少し、表面や隅の温度の低いところには担子菌が増殖し、トビムシ類の発生がみられた。5ヵ月目になるとミミズ類がみられるようになり、表面の温度の低いところには雑草もみられる。このころになると肉眼的にも堆肥という感じがする。

堆積6ヵ月目では中心部の温度は45℃程度に低下した。容積は最初の1/2に減少し、表面には数本の雑草がみられた。ミミズ類はみられたがトビムシ類は減少していた。堆肥臭のある褐色の堆肥となり、外観的には良い性状であった。未分解の小枝が数多くみられたものの、非常にもろくなっており、腐朽がすすんでいることがわかる。葉は全体に良く分解していたが、マテバシイの分解はやや遅れ、6ヵ月後でも原型をのこしているものもあった。

(2) 堆肥の色調

(ア) 堆肥の外観色

堆肥化にともない色は暗褐色化し、経験的に色から腐熟の程度を判定することが多い。しかし、色の判定には個人差が多いため、機器による色の判定について検討した。

街路樹剪定屑堆肥の色特性を知るために、微粉碎試料について反射型自記分光計(日立607)により分析した結果を第2図に示した。この図は、原料、堆肥化3ヵ月、6ヵ月の試料について380nmから700nmまでの反射特性を

示している。原料では670nmに吸収がみられるが、堆肥化するとこれが消え、全体に反射率が低下していくことがわかる。670nmの吸収はクロロフィルによるものであり、堆積2ヵ月目からはこの吸収がほとんど認められなくなる。その後は全体の反射率が低下し、暗色になる傾向がみられたため、明度に着目して色彩色差計によりYxy値を測定した。その結果は第2表に示した。

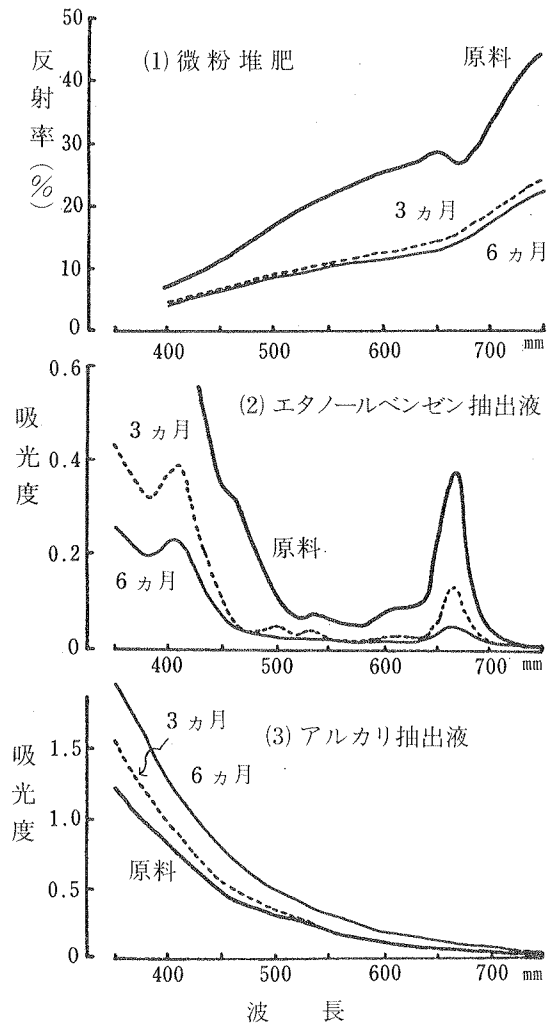
腐熟にともないY値（明度）は大きく変化するがxy値の変化は小さく、Y値を測定すれば腐熟にともなう堆肥色の変化が明確にとらえられることがわかる。この色彩色差計による方法は数秒で終わるため、現場で容易に測定することが可能である。

(イ) エタノール・ベンゼン抽出液

樹路樹剪定屑は葉部を多く含むため、クロロフィルの分解をみる目的でエタノールベンゼン液熱抽出物について吸光度を測定した結果を第2図に示した。この結果、原料では665nmにクロロフィル特有のピークがみられ、堆肥化にともない減少することが明らかとなった。堆肥化6ヵ月では肉眼的にも、抽出液の緑色がほぼ消失していた。

吸光度の大きい665nmと比較的安定な580nmとの吸光度の差($\Delta 665-580$)を第2表に示した。これによると堆肥化にともない吸光度が低下していた。665nmの吸光を示す物質はクロロフィルおよびその分解物を含めた一群の物質群であるため、ここでは犬伏ら⁽¹⁰⁾の記載に準じ、クロロフィル様物質として表現する。このクロロフィル様物質は堆肥化にともない減少する傾向にあり、街路樹剪定屑堆肥の腐熟度判定基準として利用できる。また、エタノールベンゼン熱抽出液を比色計で測定するまでもなく、抽出液が緑色を呈しなくなる時期をもって完熟と判定することもできる。

(ウ) アルカリ抽出液



第2図 堆肥の光学的特性

第2表 堆肥の色調の変化

堆積期間 (月)	色彩色差計測定値			エタノールベンゼン抽出液			アルカリ抽出液		
	Y	x	y	665nm	580nm	差 $\Delta 665-580$	400nm	600nm	$\Delta \log K$
原料	22.83	0.365	0.372	0.4775	0.0667	0.4108	0.7855	0.0995	0.6860
1ヵ月	19.06	0.371	0.376	0.2625	0.0360	0.2265	0.4385	0.0310	0.4075
2ヵ月	12.23	0.363	0.361	0.2725	0.0350	0.2375	0.6290	0.0620	0.5670
3ヵ月	10.51	0.360	0.356	0.1665	0.0234	0.1431	0.9430	0.1075	0.8355
4ヵ月	10.50	0.360	0.355	0.0910	0.0160	0.0750	0.7970	0.0900	0.7070
5ヵ月	8.89	0.354	0.351	0.0695	0.0082	0.0613	1.0100	0.1165	0.8935
6ヵ月	9.78	0.358	0.353	0.0816	0.0102	0.0714	1.3170	0.1535	1.1635
C/N比との相関係数	0.953**			0.960**			-0.837*		

(注) **危険率1%有意

*危険率5%有意

腐植化度をみるために0.1N NaOHで抽出した液の吸光度を第2図に示した。この方法では他の方法にみられたようなクロロフィル由来のピークはみられず、堆肥化にともない吸光度が増大する。

熊田ら⁽¹³⁾の方法に準じ、400nmと600nmの吸光度の差を調査した結果を第2表に示した。これによるとアルカリ抽出液のΔlog Kは堆肥化にともない増大し、腐植化していることがわかる。この方法で堆肥の腐熟度を判定することが可能であった。

(3) 理化学成分の変化

理化学成分分析結果を第3表および第4表に示した。以下項目別に結果を説明する。

(ア) 水分, pH, EC

水分は3ヵ月目までは非常に低く40%以下であった。これは発熱にともなう乾燥が著しかったためであり、試料採取後かん水した。4ヵ月目以後水分が70%をこえたのは、発熱がやや低下したことと、時期が春から初夏の多雨の季節になったためである。また、第1図の堆肥容積の変化をみると高水分の4~6ヵ月は容積が60~50%になった時期であり、ち密度が水分の減少に大きく影響していることからもうかがえる。

pHは原料では5.3程度であったが堆積にともない増加し、4ヵ月および5ヵ月では7.5をこえ、6ヵ月目でやや低下した。

ECは2ヵ月目で最大となり以後低下し、5ヵ月目以後ほぼ一定となった。この変化はアンモニアの消長とほぼ一致していた。

(イ) 全炭素および窒素成分

全炭素は堆積にともない減少し、全窒素は逆に増加した。この結果C/N比は減少し、原料で59あったものが6ヵ月目には20以下となった。

アンモニア態および硝酸態の窒素を測定した結果、アンモニア態窒素は増大し2ヵ月目が最大となり以後減少

した。硝酸態窒素は増減はあるが大きな変化はなく、6ヵ月目でも2mg程度であり硝酸化成はそれほどさかんでない。これは、6ヵ月目においても炭素成分の分解のために窒素がなお利用されていることを示している。

(ウ) 無機成分

粗灰分は堆積にともない増加している。他の無機成分も多少のふれはあるものの堆積にともない増加している。しかし、カリとナトリウムは4ヵ月目を最大にし減少の傾向にある。これは春から初夏にかけての降雨のために流亡した結果と考えられる。

(エ) 有機成分組成

WAKSMANの近似分析により分析したセルロース、ヘミセルロース、リグニンの分析結果を第4表に示した。堆積にともないセルロース、ヘミセルロースは著しく減少し、リグニンが増加した。この結果、還元糖割合(全炭素にしめるセルロース、ヘミセルロース態炭素の割合)は減少し、原料では40%あったものが6ヵ月後では20%以下になった。

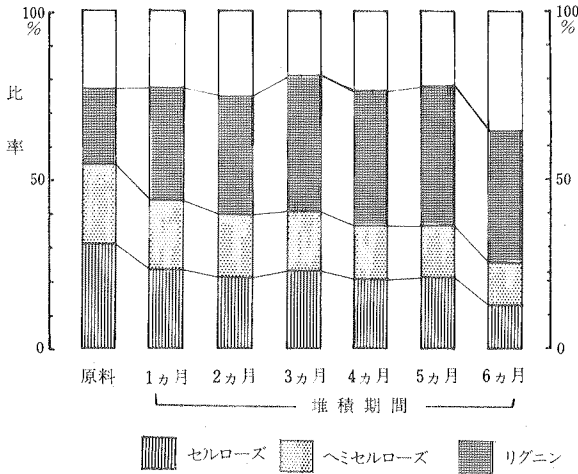
灰分を除いた全有機物中にしめるセルロース、ヘミセルロース、リグニンの比率の変化を第3図に示した。これによると第4表に示した結果に比べゆるやかではあるが、セルロースとヘミセルロースは経時的に減少し、リグニンは増加している。堆肥化過程においてリグニンが

第4表 有機成分組成の変化

堆積期間	成分は乾物%				
	T-C	セルロース	ヘミセルロース	リグニン	還元糖割合
原料	50.7	29.5	22.0	20.7	40.6
1ヵ月	46.7	19.1	17.1	30.7	31.0
2ヵ月	45.5	18.2	15.8	29.9	29.9
3ヵ月	43.2	17.9	14.2	31.6	29.7
4ヵ月	43.5	16.8	13.2	32.6	27.6
5ヵ月	40.9	15.9	11.7	31.5	27.0
6ヵ月	40.4	9.6	9.8	28.9	19.2

第3表 理化学成分の変化

堆積期間 (月)	水分 %	pH (1:10)	EC mS/cm	粗灰分 %	T-C %	T-N %	C/N比	水分を除く成分は乾物含量						
								無機態窒素(mg%)		P ₂ O ₅ %	CaO %	MgO %	K ₂ O %	Na ₂ O %
								NH ₄ -N	NO ₃ -N					
原料	14.3	5.27	1.03	5.2	50.7	0.86	59.0	6.1	1.0	0.16	1.54	0.30	0.41	0.03
1ヵ月	35.2	5.25	1.42	16.2	46.7	1.21	38.6	6.4	0.3	0.34	1.85	0.39	0.73	0.06
2ヵ月	38.7	6.28	2.00	14.4	45.5	1.44	31.7	29.1	1.5	0.40	3.14	0.44	0.99	0.11
3ヵ月	35.9	6.41	1.78	22.4	43.2	1.52	28.3	15.7	0.8	0.37	2.59	0.58	1.08	0.11
4ヵ月	72.6	7.56	1.90	17.9	43.5	1.63	26.7	3.1	1.2	0.62	3.41	0.47	1.16	0.16
5ヵ月	72.9	7.62	1.20	23.8	40.9	1.89	21.6	1.6	0.6	0.42	2.99	0.69	1.01	0.15
6ヵ月	73.5	7.09	1.20	24.6	40.4	2.03	19.9	1.6	2.1	0.48	3.34	0.77	0.88	0.09



第3図 全有機物中にしめる有機成分組成の変化

生合成され増加したのではなく、セルロース、ヘミセルロース等が微生物により分解され、相対的にリグニンが増加した結果と考えられる。

これらの結果から、街路樹剪定屑は葉や小枝から構成されているため、木材の心材に含まれるセルロースに比べ結晶化構造が弱いために、堆肥化によりセルロースが

著しく減少するものと考えられる。

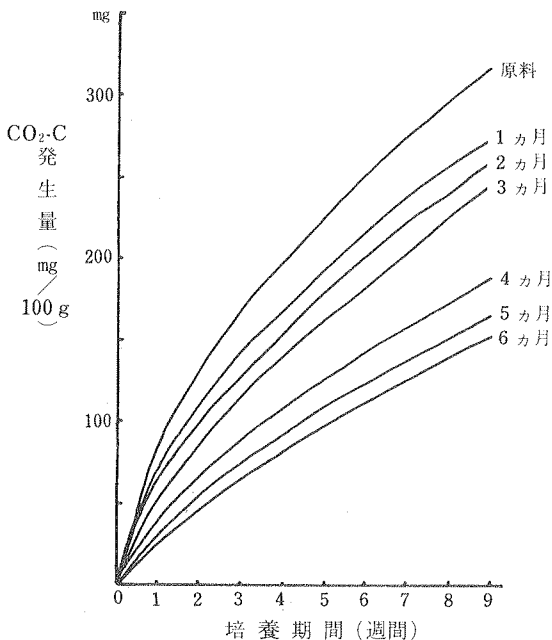
(4) 炭酸ガス発生量

石沢、鈴木の方法¹¹⁾により9週間(63日間)炭酸ガス発生量を調査した結果を第4図に示した。これは乾土あたり全炭素1%に相当する量の有機物を混合し、発生する炭酸ガス量を乾土100g(堆肥の全炭素1g相当)あたりの炭素量(CO₂-C)として積算したものであり、土壤から発生するCO₂-C量は差し引いてある。9週目のCO₂-C発生量は、原料321mg、1ヵ月265mg、2ヵ月251mg、3ヵ月235mg、4ヵ月182mg、5ヵ月160mg、6ヵ月147mgであった。混合した有機物の炭素量が1g相当であるため、それぞれ32%、27%、25%、24%、18%、16%、15%の炭素が9週間の間に微生物により分解したことを示している。

この図から堆肥化により微生物に分解可能な炭素が減少していることがわかる。このことは先の有機物分析結果と一致している。9週目における炭素分解率はセルロース、ヘミセルロース態炭素の合計値より大きく、これら以外の炭素化合物(蛋白質、脂質等)の分解が関与していることがわかる。

(5) 発芽試験

有機物の熱水抽出液についてコマツナの発芽試験を実施した結果を第5表に示した。これは3日目に水だけで栽培した区を対照区とし、それに対する指数で示している。この結果、堆肥原料および堆肥化1ヵ月目では強い障害が認められたが、以後障害は弱まり、5ヵ月日以後は障害が認められず、地上部および地下部の生長量は対照区をうまわった。3ヵ月および4ヵ月日では発芽率および生長量ではほぼ問題がなかったが、根がやや黄化する傾向がみられた。



第4図 炭酸ガス発生量積算値の変化

(注) 有機物は乾土あたり炭素1%相当量を混合、30℃で培養。

第5表 発芽試験結果

堆積期間 (月)	発芽率 %	生長量(%)		障害 (根)	備考
		地上部	地下部		
原料	12	30	38	強	カビ発生
1ヵ月	20	65	27	中	根黄化
2ヵ月	40	93	99	弱	根わずかに黄化
3ヵ月	100	74	90	弱	根わずかに黄化
4ヵ月	97	96	133	微	根わずかに黄化
5ヵ月	100	132	136	無	健全
6ヵ月	100	138	162	無	健全

(注) 熱水抽出液により3日間発芽後調査し、対照区(水)を100とした指数で表示した。

このコマツナの根をとり出し、Lacto Phenol Cotton Blue で染色し、光学顕微鏡で観察した結果を写真1～4に示した。これは全て150倍で細根を撮影したものであり、写真1が水だけで栽培した対照区、写真2、3、4がそれぞれ堆肥化2、4、6ヵ月である。

堆肥化2ヵ月では細根は少なくまばらであり、太く短い。そしてその周囲には微生物の集団がみられる。4ヵ月になると細根は対照区と同様に細く長くなるが、周囲に微生物がみられる。6ヵ月になると対照区とほぼ同様になり、微生物もみられない。この写真中にみられる微生物の集団は、堆肥抽出液中の易分解性有機物を利用して増殖したものと考えられ、堆肥化による易分解性物質群の減少に対応している。

以上の結果から、堆肥の腐熟の程度を知るのに発芽試験は有効であり、発芽率と生長率からおおまかな障害性の有無を知り、顕微鏡による細根観察から微弱な障害性を知ることができる。あわせて顕微鏡観察による微生物群の発生状態から、易分解性有機分量を推定することもできる。

(6) 形態と微生物の観察

堆肥化過程における有機物の分解状態と、それに作用する微生物を観察するために光学顕微鏡と走査型電子顕微鏡による形態観察を行った。その結果を写真5～16に示した。写真5～9が堆肥原料、写真10～16が堆肥化中の状態である。

光学顕微鏡による観察のため、堆肥の脱色方法を新たに考案したが、良く脱色でき観察がしやすかった。

写真5は街路樹剪定屑のなかのマテバシイの葉の表面を光学顕微鏡300倍で観察したもので、菌糸や担子菌の胞子様のものがみられる。写真6はこの葉の内部を600倍で観察したもので、イクラ様の菌が内部に増殖していることがわかる。写真7はマテバシイの葉の表面を走査型電子顕微鏡300倍で観察したもので、葉の傷の部分に多くの糸状菌がみられ、一部は葉内に入り込んでいる。これを拡大したものが写真8であり、接合胞子を形成している。写真9は樹種不明のやや分解しなかった葉の表面であり、表面のクチクラ層が破壊され、多様な菌がそ



写真1 発芽試験コマツナ細根
対照区 光学顕微鏡 X150

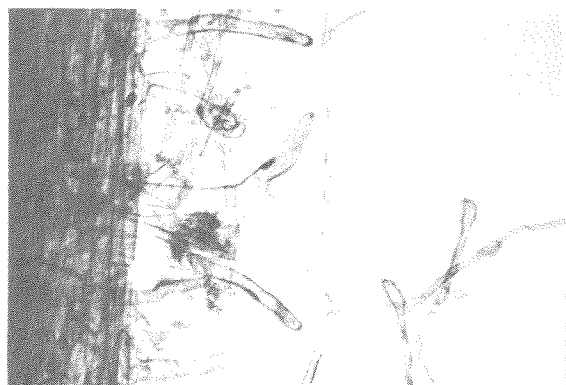


写真2 発芽試験コマツナ細根
2ヵ月 光学顕微鏡 X150

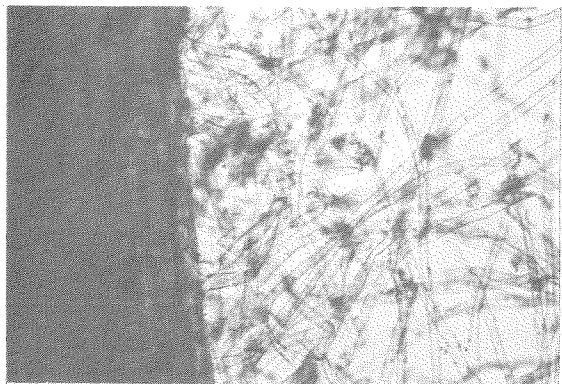


写真3 発芽試験コマツナ細根
4ヵ月 光学顕微鏡 X150

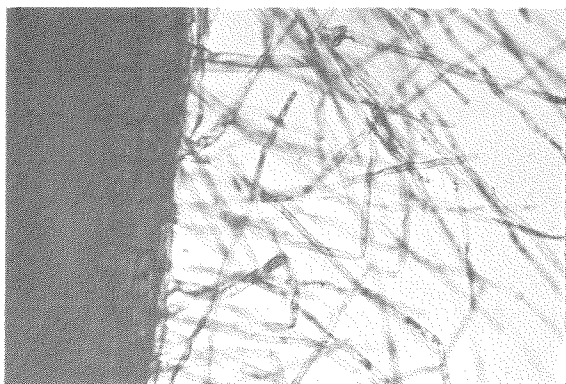


写真4 発芽試験コマツナ細根
6ヵ月 光学顕微鏡 X150

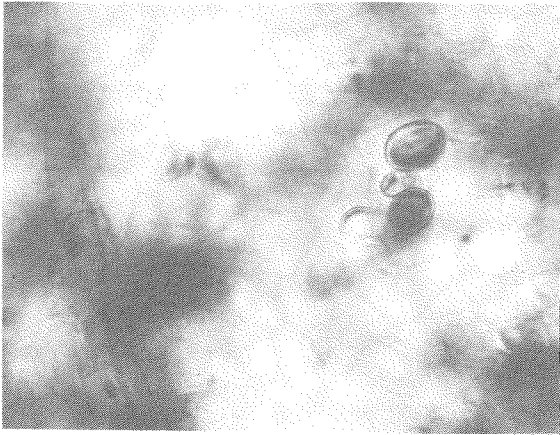


写真5 葉表面の微生物 原料 光学顕微鏡 X300

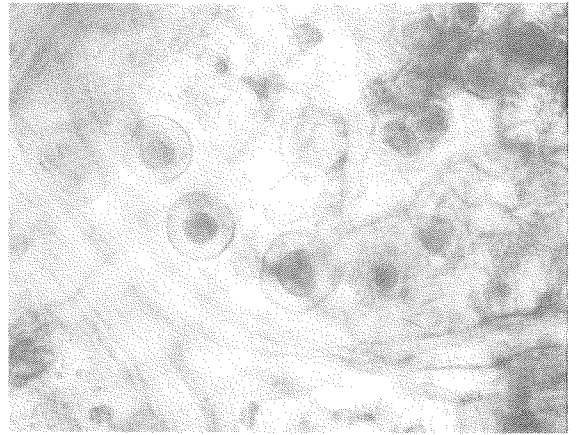


写真6 葉内部の微生物 原料 光学顕微鏡 X600

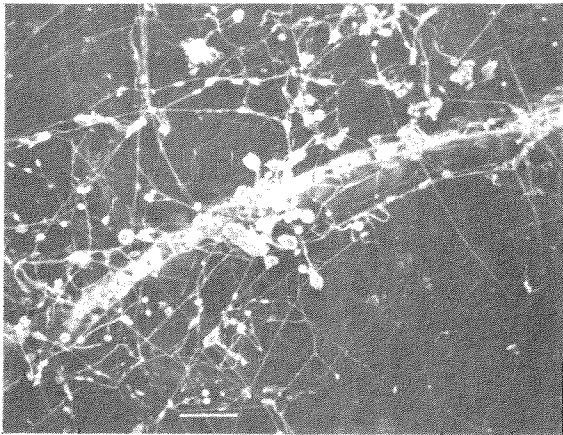


写真7 葉表面の微生物 原料 走査型電顕 X300

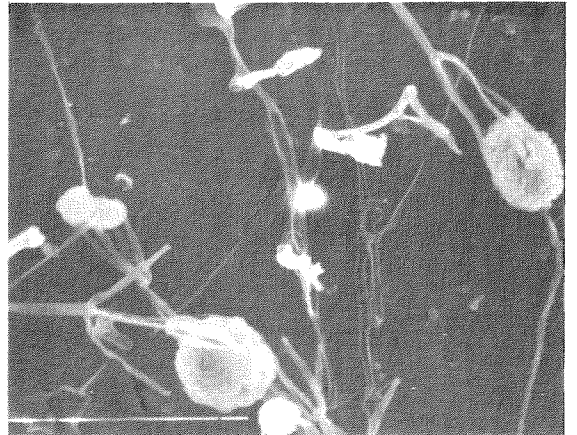


写真8 葉表面の微生物 原料 走査型電顕 X1000

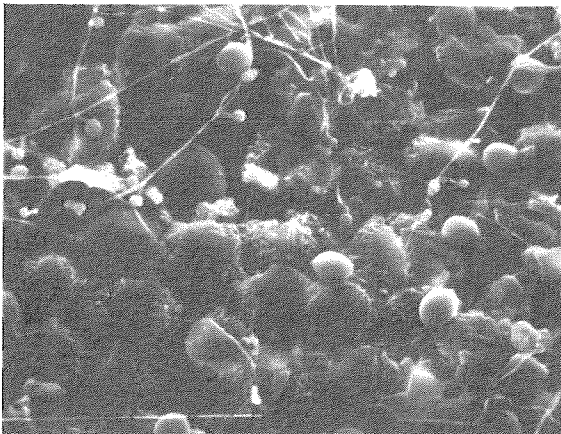


写真9 葉表面の微生物 原料 走査型電顕 X1000



写真10 葉表面の微生物 3ヶ月 走査型電顕 X1000

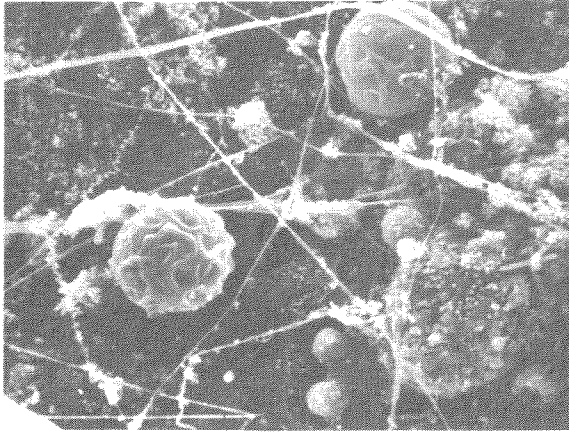


写真11 葉表面の微生物 4ヵ月 走査型電顕 X1000

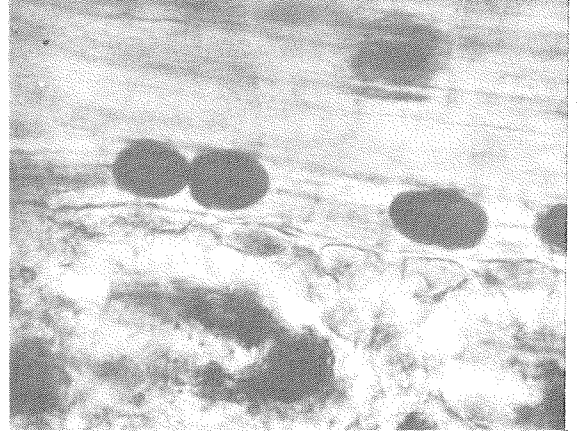


写真12 枝内部の微生物 6ヵ月 光学顕微鏡 X600

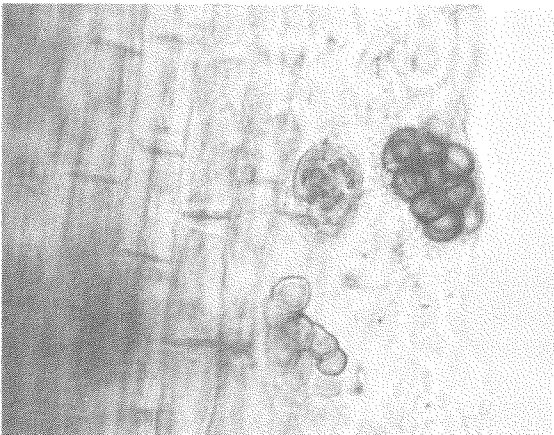


写真13 枝内部の微生物 6ヵ月 光学顕微鏡 X300

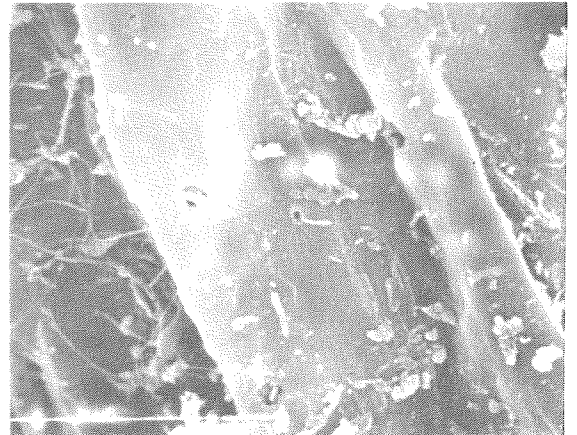


写真14 葉脈の分解過程 5ヵ月 走査型電顕 X2000

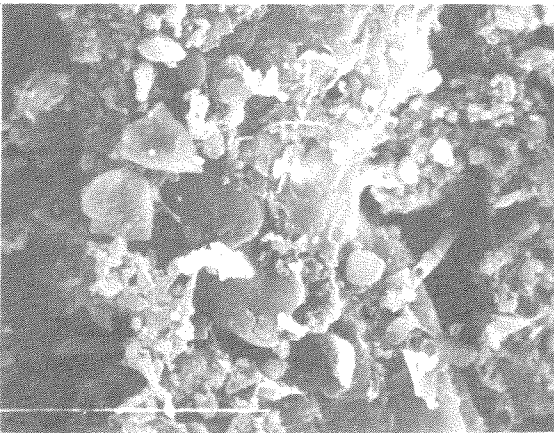


写真15 葉脈の分解過程 5ヵ月 走査型電顕 X2000

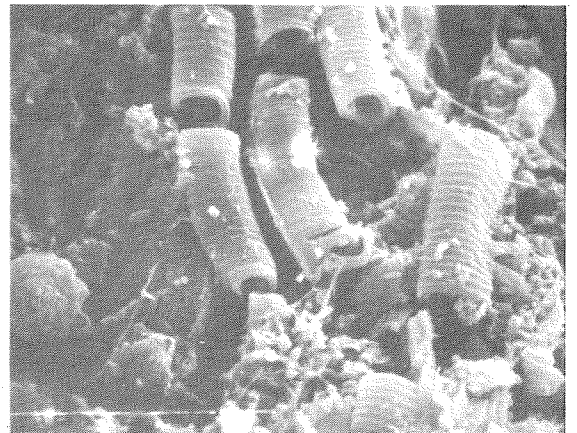


写真16 葉脈の分解過程 5ヵ月 走査型電顕 X2000

こに増殖している様子がみられる。

写真10, 11は堆肥化3~4ヵ月目から採取した葉の表面を走査型電子顕微鏡により1000倍で観察したものである。写真10では枯葉についていた糸状菌が死滅し、その周囲には放線菌の菌糸がみられる。写真11では葉の表面に放線菌の菌糸や胞子が数多くみられ、一部は表面構造を破壊し内部に入り込んでいる。また種類不明の直径25 μ の球状微生物が観察された。堆肥化3~4ヵ月目は発熱の著しい時期であり、光学顕微鏡では特徴的な微生物は認められなかったが、走査型電子顕微鏡では放線菌が多く認められた。

写真12, 13は堆肥化6ヵ月目の細枝の内部を光学顕微鏡により観察したものである。細枝の内部に10~20 μ 程度の種類不明の微生物が数多くみられた。

写真14~16は堆肥化5~6ヵ月目の葉脈を走査型電子顕微鏡により2000倍で観察したものである。写真14では放線菌とともに細菌がみられ、細菌のなかには細胞膜に穴をあけ内部に侵入しているものもみられる。写真15では葉脈の崩壊が著しく、放線菌や細菌以外に担子菌の胞子もみられる。写真16でも同様であるが、導管のらせん状組織が未分解のまま残っている。

光学顕微鏡と走査型電子顕微鏡による観察結果から、分解は葉肉→葉脈→細枝の順ですすむことがみられた。それらは堆積期間のほぼ全期間を通してみられ、堆積期間と分解部位を関連づけることは困難であった。これは観察に使った試料が比較的組織形態の明確なものを選択したためと考えられる。また、微生物相は他の堆肥⁽²⁾よりも多く、特に原料の剪定屑に数多くの糸状菌が認められたことが特徴的である。また、発熱期には他の堆肥⁽⁴⁾と同様に放線菌が主体であった。

第6表 コマツナ栽培試験結果

堆積期間 (月)	作物体(コマツナ)			収穫後の土壌	
	収量 g/ポット(比)	T-N %	窒素吸収量 g/ポット(比)	pH (H ₂ O)	EC mS/cm
対照区	11.6(100)	5.18	0.600(100)	5.44	0.44
原料	10.8(93)	4.66	0.504(84)	5.57	0.66
1ヵ月	11.1(96)	5.03	0.559(93)	5.55	0.63
2ヵ月	12.1(104)	4.85	0.588(98)	5.66	0.48
3ヵ月	12.3(106)	5.08	0.624(104)	5.57	0.60
4ヵ月	12.2(105)	5.08	0.620(103)	5.48	0.61
5ヵ月	11.8(102)	5.28	0.623(104)	5.61	0.55
6ヵ月	12.2(105)	5.22	0.635(106)	5.62	0.60

(注1) 収量は1/5000aワグネルポット当りの乾物収量で示した。

(注2) 褐色黒ボク土壌(腐植あり, 土性L)使用。N, P₂O₅, K₂O各1g/ポット施肥。

(注3) 昭和58年9月26日播種, 10月18日収穫。

(7) コマツナ栽培試験

堆肥の肥効を知るためにコマツナ栽培試験を実施した結果を第6表に示した。1/5000aワグネルポットに乾土あたり1%相当の有機物を混合し、コマツナを24日間栽培した結果、原料の1ヵ月目ではやや減収したが、その他の区ではわずかに増収傾向がみられた。また、作物体の全窒素含量および窒素吸収量をあわせて示したが、窒素吸収量は作物収量とほぼ同じ傾向にあった。あわせてあと地土壌のpH, ECを示したが、作物生育があまり良くなかったために窒素の残在が多く、ECが高い傾向にあった。

これらの結果から、樹路樹剪定屑堆肥は未熟な場合でも作物におよぼす障害は弱く、逆に完全しても肥料効果の小さい堆肥であるといえる。増収効果の大きくない理由としては、土壌中での分解速度がはやいために、施肥窒素が有機物分解に利用された結果と考えられる。

(8) 堆肥原料の特性

街路樹は樹種が多く、春と秋の季節に剪定作業が集中している。そこで、堆肥化素材としての適性を知るために、4種類の街路樹の特性を検討した結果を第7表に示した。供試した樹種は、マテバシイ、イチョウ、スギ、クロマツであり、春(6月)と秋(11月)に先端から約50cm切りとり、葉と枝に分けて調査した。また、分解性をみるために、65日間培養したときの炭酸ガス発生量をあわせて調査した。

全体的にみて、広葉樹は針葉樹に比べセルローズやヘミセルローズのような炭素化合物の量はあまり差はないが、全窒素が非常に多い。このため広葉樹はC/N比が低く分解特性が良い。また春期は水分、全炭素、全窒素が多くC/N比が小さいため、樹種により差はあるが分解ははやい。さらに枝部は水分、全窒素が少なく、全炭素、セルローズ、ヘミセルローズが多いために分解速度が遅いといえる。

樹種別にみると、マテバシイは常緑樹のため春秋に大きな差はみられないが、落葉樹であるイチョウは春と秋では分解性に著しい差がみられ、緑色の春芽は分解が著しい。また葉部のセルローズ含量は著しく低い。同じ針葉樹でもスギは秋が、クロマツは春の分解性が高く、樹種によって異なった傾向がみられた。

第7表 樹木の時期別部位別成分変化 水分を除く成分は乾物含量

樹種	部位	時期	水分 %	T-C %	T-N %	C/N 比	セルローズ %	ヘミセルローズ %	リグニン %	CO ₂ -C 発生量 mg/100g
マテバシイ	葉部	春	59.9	52.6	1.52	34.6	19.7	16.7	34.0	311mg
		秋	54.1	50.9	1.40	36.1	18.0	16.9	34.8	318
	枝部	春	63.2	52.6	0.77	68.4	25.4	20.5	26.4	212
		秋	50.8	52.4	0.71	73.9	27.4	21.3	25.5	152
イチヨウ	葉部	春	74.0	50.8	2.49	20.4	8.1	17.0	29.3	470
		秋	71.1	49.4	2.32	21.3	6.4	16.4	37.5	278
	枝部	春	59.2	50.9	0.81	62.9	25.4	20.5	25.9	243
		秋	52.9	52.2	0.75	69.6	23.2	23.6	30.4	262
スギ	葉部	春	61.1	52.5	0.85	61.8	13.7	18.9	36.5	234
		秋	58.7	49.3	0.79	62.4	12.3	21.1	35.5	294
	枝部	春	54.8	53.9	0.38	141.7	30.4	20.1	28.6	158
		秋	50.9	53.2	0.34	156.6	25.9	23.0	27.8	174
クロマツ	葉部	春	59.3	53.5	0.97	55.2	18.6	15.9	33.5	355
		秋	58.7	49.3	0.79	62.4	19.3	18.0	36.5	211
	枝部	春	56.4	53.9	0.51	105.7	21.2	25.4	33.4	254
		秋	50.9	53.2	0.34	156.6	20.5	22.7	36.4	200
CO ₂ -Cとの相関係数			0.658**	-0.305	0.760**	-0.680**	-0.700**	-0.537*	0.238	-

(注1) CO₂-Cは65日間培養時の積算値
 (注2) **危険率1%有意, *危険率5%有意

第7表に各成分とCO₂-C発生量との相関係数をあわせて示した。これによると、水分と全窒素が多く、C/N比が低く、セルローズやヘミセルローズが少ないものほど分解が速い。セルローズ、ヘミセルローズがCO₂-C発生量と逆相関を示したが、これは葉部に比べ分解の遅い枝部のセルローズ、ヘミセルローズ含量が高かったためである。また、分解が遅いと考えられるマテバシイの葉のCO₂-C発生量が多かったが、これは微粉化により表面のクチクラ層を破壊したためと考えられる。

3. 考 察

(1) 堆肥化の方法

数種の樹木の時期別、部位別特性を調査した結果(第7表)、C/N比が分解特性に大きく影響し、C/N比が低い樹木ほど分解が速いことが明らかとなった。堆肥原料として最も適したC/N比は40前後といわれており、広葉樹の葉が主体の時はほぼこの範囲となる。しかし、第7表に示したように針葉樹では葉でも60程度あるため、針葉樹が主体の時、および秋期の剪定で落葉後の細枝が主体の時はC/N比が60以上になる。このため、少量の家畜ふん尿か尿素を混合すればC/N比が低下し、堆肥化が促進さ

れることが考えられる。特に鶏ふんは窒素とリン酸が多いため、剪定屑の混合資材としては最も適している。鶏ふんの混合量はC/N比を60とした時、剪定屑1m²あたり約40kgの乾燥鶏ふんを混合する程度で良い。しかし、本試験と同時に鶏ふん添加試験も実施した⁽⁵⁾が、やや堆肥化が促進したものの鶏ふんが塊状になり、なかなか剪定屑と混合しなかった。このため、やや堆肥化に時間がかかっても、家畜ふん等の資材を混合しない方が良質の堆肥が製造できる。

堆積規模は本試験の5m²程度では小さく、10m²以上、高さも1.5m程度とすることが好ましい。これは剪定屑中には細枝が多く、非常に孔隙が多いためである。また堆積時には上部をふみかため、発熱による乾燥を防止する必要がある。

本試験では剪定屑をシュレッダーで細断したが、切断されない細枝が混合し、堆肥化6ヵ月目においても細枝がかなり目立った。しかし、力をいれればもろくくずれる程度まで腐朽しており、あらかじめさらに小さく細断できれば高品質の堆肥となると考えられる。細枝を多く含む原料では孔隙が多くなるため、発熱期には乾きすぎに注意し、適時かん水して水分を60%程度に保つ必要がある。さらに、製品をふるい分けし、枝を除くと非常に高品質の堆肥となる。ふるい分けた細枝は内部に微生物を多く含んでいるため、堆肥化原料に再度混合するとよい。

孔隙が多いために空気の流通が良く、切り返しはそれほど多く必要ないが、1ヵ月に1回程度行うことが望ましい。このようにして5ヵ月以上堆積すれば、品質的に問題のない良質の堆肥が出来る。

(2) 堆肥化過程における変化

森林生態系における落葉の分解についてはGARETT⁽⁷⁾の体系的研究があり、第1段階として低分子の糖や炭水化物を分解する菌(第1次腐生菌)、第2段階としてセルローズとその分解産物を利用する菌(第2次腐生菌)、第3段階としてリグニン分解菌が働くことが知られている。

本試験においても、堆肥化という環境のなかで類似し

た分解がすすむことが化学成分や形態観察の結果明らかとなった。すなわち、葉肉中の低分子炭水化物や蛋白質が細菌や糸状菌により分解し(第1段階)、つづいて葉脈や細枝のセルロース、ヘミセルロースが放線菌、細菌により分解する(第2段階)。しかし、リグニン分解は堆肥化過程ではみられず、農耕地施用後に土壤中で行うと考えられる。これら堆肥化過程における微生物の働きは、おが屑混合鶏ふん堆肥⁽²⁾に比べ種類が極めて豊富であった。これは写真5~9に示したように、枯葉の表面や内部には極めて多くの菌が付着しているためと考えられる。このような菌の豊富さは、土壤施用時に土壤微生物相の多様化に有効と考えられ、土壤微生物相の改善のためには有効な資材と考えられる。

著者らは、おが屑混合鶏ふん堆肥の堆肥化にかかわる微生物が、細菌 → 放線菌 → 糸状菌・細菌と変化することを明らかにした⁽⁴⁾が、剪定屑堆肥では初期分解に糸状菌が大きくかかわっていたことが大きく異なる。また、発熱期において放線菌が主として活動している(写真11)ことは、他の堆肥とはほぼ同様であった。

剪定屑を構成しているセルロースは、家畜ふん堆肥の水分解調節剤に利用されているおが屑に比べ、ミセルの形成や結晶化度が弱いと考えられ、化学成分分析の結果、セルロース、ヘミセルロースの減少が著しかった。このことは、堆肥を土壤と混合した炭酸ガス発生量を調べた結果(第4図)からも明らかであり、他の木質系堆肥に比べ炭酸ガスの発生量が著しい。6ヵ月堆肥化してもなお、9週間の培養で直線的に炭酸ガスが発生していることは、セルロース等がなお微生物分解をうけていることを示している。このように堆肥化6ヵ月間に炭素化合物が継続して分解しているために、第3表に示したように硝酸態窒素の発現が遅れているものと考えられる。このため、作物根に対する障害性がない(第5表、写真4)にもかかわらず、栽培試験(第6表)において高収量が得られなかったと考えられる。

(3) 簡易腐熟度判定法

街路樹剪定屑は原料の樹種が多様であり、地域、季節によりその性格が大きく異なる。このため、腐熟に要する堆積期間を画一的に定めることは困難である。そこで腐熟度を簡易に判定する方法を、堆肥の色調、抽出液の特性、発芽試験、理化学成分の変化等について検討した。

堆肥化すれば暗褐色に変化することはよく知られている。SUGAHARAら⁽¹⁷⁾は堆肥の色解析を行い、XYZ表色系のYxy表示と腐熟度との関係を調査し、Y(刺激値)とC/N比の相関が高い知見を得ている。Yは明度を表わし、

0が黒色、100が白色と考えてよい。剪定屑堆肥においては、このY値が10以下になれば完熟と考えられる。

また、堆肥のエタノールベンゼン熱抽出物によるクロロフィル様物質の測定も有効であり、クロロフィル様物質がほぼ分解し、肉眼的に緑色を呈しなければ完熟したといえる。このときの抽出溶媒はアセトンやメタノールも利用できる。抽出液を比色すれば良いが、比色計がなくても目視で判定できることが特徴である。さらに熊田ら⁽¹³⁾のアルカリ抽出法による400nmと600nmの吸光度の差の利用も有効であるが、第2表によると他の方法よりやや相関が低い。

発芽試験による方法はほとんどの堆肥に利用でき⁽⁹⁾特別な器具を必要としない良い方法である。特に、剪定屑堆肥のような作物に対する障害性の弱いものであっても、細根を顕微鏡観察(写真1~4)することにより、微弱な障害性も把握できる利点がある。本堆肥のように育苗床土に対しても利用できる資材は微弱な障害が問題となるため、顕微鏡観察により障害性の有無を確認することは重要な意味がある。

C/N比と腐熟度については多くの研究があり、窒素の無機化の点から熊田⁽¹⁴⁾ 栗原ら⁽¹⁵⁾はC/N比20を限界値としている。本試験では窒素の無機化に対する検討は行わなかったが、腐熟過程の変化(第3表)から考え、同様にC/N比20を完熟の基準とすることができる。また、INOKOら⁽⁹⁾の提唱する還元糖割合も腐熟にともなって減少し(第4表)、腐熟度の基準として利用できるが、都市ごみコンポスト⁽⁹⁾やおが屑鶏ふん堆肥⁽⁸⁾の35%程度に比べると小さく、25%程度になると考えられる。これはセルロースの組成の差によると考えられる。

また、堆肥の腐熟の基準としてよく用いられている硝酸態窒素は、剪定屑堆肥については基準となりにくい。

以上の結果を要約したものを第8表に示した。通常、葉の多いものでは5ヵ月、針葉樹や枝の多いものでは6ヵ月以上堆積すれば、この基準になると考えられる。

(4) 堆肥の利用方法

街路樹剪定屑は純粋な植物系であるため、他の有機質

第8表 腐熟度判定基準

堆肥色	: 乾燥堆肥色のYが10以下
溶媒抽出液	: エタノールベンゼン熱抽出液が緑色をしていないこと
発芽試験	: 作物根に異常のないこと
C/N比	: 20以下であること

資材に比べ作物におよぼす障害性が小さい。そのためコマツナ栽培試験（第6表）においても、未熟と完熟の差が少なかった。ポット試験における数%の差は圃場レベルでは差となってあらわれない。著者らがおが屑鶏ふん堆肥で実施した試験⁽⁶⁾では50%をこえる収量の変化があったことを考えれば、その差は極めて小さいものといえよう。これは堆積6ヵ月になっても硝酸態窒素が少量しか含まれていないことにもよると考えられ、また堆肥化6ヵ月目の試料においても土壤施用時に炭酸ガスが継続的に発生し（第4図）分解されることを考えあわせれば、土壤施用にあたっては、元肥をやや増肥する必要があると考えられる。

堆肥の成分分析結果（第3表）から、特殊な成分のかたよりがなく、稲わら堆肥に類似した性質であるため、作物や土壌を選ばない、幅広い用途に対応できる堆肥であるといえる。また、堆肥化過程に家畜ふん尿にみられるような悪臭も発生せず、都市近郊においても安心して製造できる堆肥といえる。

本試験において6ヵ月間堆積した製品をみると、細枝を除けば極めて良い性状をしており、堆肥としての用途よりも、育苗床土としての利用が好ましいと考えられ、この点の検討が必要である。この場合は腐熟度に十分注意し、第8表に示した基準を満足させる必要がある。

以上のことから、街路樹剪定屑の施用にあたっては次の点に注意する必要がある。

①5ヵ月以上堆肥化したものを利用し、施用前に目立つ大きな枝を除く。

②如施用にあたっては、10aあたり1～2tとし、元肥だけで栽培する作物は窒素を10%程度増肥する。追肥作物では作物生育をみながら、追肥量をコントロールする。

③水田施用にあたっては、10aあたり0.5～1tとし、土壤中での分解にともなう異常還元を防ぐために、冬期に施用する。

④育苗床土として利用するときは、細枝を除き、腐熟度に十分注意する。

摘 要

都市廃棄物として処理されている街路樹剪定屑の有効利用をはかるため、横浜市内の街路樹剪定屑について堆肥化処理方法を検討した。

1. 供試した街路樹剪定屑は広葉樹主体であり、葉部が約半分をしめ、異物の混入も少なく、良好な素材であ

った。これを5m²の規模で6ヵ月間屋外に堆積した結果、60℃以上の高温が3ヵ月間持続し、6ヵ月後には性状の良い堆肥となった。

2. 堆肥化過程における形態や微生物観察の結果、非常に多様な菌が活動していることが明らかとなり、葉肉部を中心とした低分子炭水化物や蛋白質、葉脈等のヘミセルローズ、セルローズ、細枝の順で分解がすすむことが観察された。

3. 堆積にともないC/N比が減少し、セルローズ、ヘミセルローズが減少したが、無機態窒素はあまり変化しなかった。また、土壤混合培養時の炭酸ガス発生量も堆肥化にともない減少した。

4. 堆肥の作物生育におよぼす影響をコマツナを用い検討した結果、堆積1ヵ月目までの試料では減収したが、それ以上の堆積期間をへたものでは5%ほど増収する傾向がみられた。

5. 堆肥の腐熟度判定法について検討した結果、乾燥堆肥色のY値が10以下、エタノールベンゼン熱抽出液にクロロフィルの緑色がみられないこと、発芽試験により作物根に異常のないこと、C/N比が20以下であることが基準となりうるということがわかった。

6. 剪定屑の特性について樹種、時期による分解特性を検討した結果、分解にはC/N比が大きく影響していることが明らかとなった。広葉樹の葉が主体の時はC/N比が40程度であり堆肥化に最も適しているが、針葉樹主体または細枝の多い場合はC/N比が60以上になり分解に時間がかかる。

7. 以上の結果、堆積規模を10m²程度とし、広葉樹葉が主体のときは5ヵ月以上、針葉樹や細枝の多いときは6ヵ月以上堆積すれば、非常に良好な堆肥となることが明らかとなった。

引用文献

- (1) 土壤微生物研究会編：土壤微生物実験法，p 273，養賢堂（1977）
- (2) 藤原俊六郎・鎌田春海・井ノ子昭夫：おが屑混合鶏ふん堆肥の腐熟に伴うおが屑の分解，走査電子顕微鏡による微細形態変化の観察，土肥誌，51，P. 203～209（1980）
- (3) 藤原俊六郎：シャーレーを使った簡易腐熟度検定法，土肥誌，56，P. 251～252（1985）
- (4) 藤原俊六郎・鎌田春海・和田秀徳：堆肥化過程におけるおが屑分解菌について，ラワン材薄片における分解

- 菌の捕捉, 土肥要旨集, 29, p. 44 (1983)
- (5) 藤原俊六郎・森戸敦子・鎌田春海: 街路樹剪定屑の堆肥化について, 土肥要旨集, 31, p. 278 (1985)
- (6) 藤原俊六郎・鎌田春海: おが屑鶏ふん堆肥の腐熟度が作物生育におよぼす影響, 神奈川農研報, 124, p. 73~90 (1983)
- (7) GARRETT, S. D.: *Soil Fungi and Soil Fertility*, 2nd Edition, p. 95, Prergamon Press.
- (8) 井ノ子昭夫・藤原俊六郎: 円形濾紙クロマトグラフによるおが屑, 木屑混合家畜ふん堆積物の腐熟度検定の可能性, 土肥誌, 50, p. 517~522 (1979)
- (9) INOKO, A., MIYAMATSU, K., SUGAHARA, K. and HARADA, Y.: On Some Organic Constituents of City Refuse Composts Produced in Japan, *Soil Sci. Plant Nutr.*, 25, p. 225~234 (1976)
- (10) 大伏和之・和田秀徳・高井康雄: 水田作土層におけるクロロフィル様物質含量の変動, 土肥誌, 53, p. 277~282 (1982)
- (11) 神奈川農総研流通調査資料第30号, p. 38~39 (1983)
- (12) 弘法健三・藤沢徹: 腐植粘土複合体に関する研究 (第2報) 供試腐植酸の調製および性質, 土肥誌, 33, p. 97~100 (1962)
- (13) 熊田恭一・鈴木正昭: 腐朽植物遺体の腐植組成, 土肥誌, 40, p. 353~357 (1969)
- (14) 熊田恭一: 土壤有機物の化学, p. 174, 東大出版会 (1977)
- (15) 栗原淳・渡辺光昭: 都市廃棄物のコンポスト処理方法の改善並びに農業利用に関する研究 (第2報) コンポスト製品の肥効試験と堆肥化に伴う諸成分の変化, 農技研肥料化学科資料, p. 210 (1978)
- (16) 農林水産省農蚕園芸局農産課編: 堆きゅう肥等有機物分析法, 土壤保全対策資料第56号 (1979)
- (17) SUGAHARA, K., KOGA, S. and INOKO, A.: Color Change of Straw During Compost, *Soil Sci. Plant Nutr.*, 30, p. 163~173

SUMMARY

At present, Pruning dust of road trees are usually disposed as urban waste. Agricultural utilization of this material by composting were carried out, and results obtained were as follows.

A greater part of the pruning dust were from broadleaf trees, and more than half of them were occupied by leaves.

5 m³ of pruning dust was piled in the windowrow condition for about 6 months. High temperature with more than 60 °C were continued for 3 months. And quality pruning dust compost was produced after 6 months.

Micro-morphological and microbial changes of compost were observed by optical and/or scanning electron microscope.

During the decomposition of organic materials, various kinds of microbes were found. At the first stage, low molecular weight carbohydrate and protein in methophyll were decomposed. This is followed by the decomposition of cellulose and hemicellulose in vein, and at the final stage, twigs were decomposed.

C/N ratio, cellulose, hemicellulose and carbon-dioxide evolved were decreased along with the period of composting. But slight change was observed in inorganic nitrogen content.

Komatsuna (*Brassica Rapa* Var. *perisidis*) was used for testing compost maturity. Yield of Komatsuna was better when matured compost was applied than that of immatured compost was applied.

C/N ratio of compost, Y-value of dried compost should be less than 20 and 10, respectively. And no chlorophyll should be detected in the hot ethanol-benzen extraction of the compost. In addition, no injuries should be found in the young plant test using Komatsuna.

From the above mentioned results, quality pruning dust compost will be produced more than 5 month period of composting.