

バーク堆肥有効利用の基本（三）

第3章 品質と幼植物検定法

（1）バーク堆肥の品質基準

バーク堆肥の業界統一品質基準については、すでに第1章で紹介したが、その考え方を含めて、本章で改めて品質基準について述べたい。

ア バーク堆肥の定義

従来から親しまれてきた本来のバーク堆肥とは別に、バークが持っている吸水、消臭機能を利用して、バーク入りの畜産堆肥や汚泥堆肥が生産されている。しかし、こうしたバーク入り堆肥は、本来のバーク堆肥とはその品質や特性に違いがある。そこで、混同をさけるため、「本来、バーク堆肥とは、バーク80%以上を主原料とし、これに鶏ふん、窒素質肥料、発酵促進（微生物）剤などを20%未満混合し、好気性条件下で発熱発酵させたもの」と定義（日本バーク堆肥協会）され、品質については作物（植物）に対する生育阻害のないもの、化学的成分については業界統一基準に適合するものがバーク堆肥として販売されている。

イ 品質基準の考え方

原料バークの化学的成分組成は、好気性発熱発酵が進むにつれて変化し、一次発酵（高温菌）、二次発酵（中温～常温菌）を経過して、堆肥としての機能が十分に高まり、作物（植物）に対する生育阻害作用が解消される。販売される堆肥の品質がこうした水準にあり、安心して使用できるものであることを明確に示すものが品質基準であり、その基準として、化学的成分の数値（分析値）と幼植物検定結果（異常なし）が用いられている。前述の業界統一基準における化学的成分の項目は、堆肥としての有効性（機能性）を反映する項目として、有機物総量、全窒素、全りん酸、全カリ、C/N比、pH、塩基置換容量（CEC）と水分が採用され、これら項目のうちC/N比とCECは、熟度の指標としても利用される。ここで、第1章ですでに示したバーク堆肥の業界統一基準を、重複するが、再度掲載しておくので、参考にされたい。

表1 バーク堆肥の品質基準

項目	範囲
有機物含量	70%以上
全窒素含量 (N)	1.2%以上
全リン酸含量 (P ₂ O ₅)	0.5%以上
全カリ含量 (K ₂ O)	0.3%以上
C/N比 (炭素率)	35以下
pH	5.5~7.5
陽イオン交換容量 (CEC)	70me/100g以上
含水率 (水分)	60±5%
幼植物試験	異常を認めない

ウ バークの堆肥化にともなう化学的成分の変化

品質基準となる化学的成分のそれぞれが持つ意味の理解を助けるため、堆肥化過程での化学的諸成分の動向について、すでに第2章で略述したものであるが、ここで少しく補足する。

まず、有機成分の分解についてであるが、バークに含まれる有機成分は、分解の難易によっていくつかのグループに分けられる。もっとも早く分解されるのは、糖、アミノ酸、有機酸、アルコールなどの比較的分子量の小さいグループ。これよりやや遅れて、でんぷん、タンニン、ヘミセルロース、タンパクなどの分解が始まる。ヘミセルロースは、でんぷんやセルロースとは異なる多様な多糖類のグループで、セルロースよりは早く分解が始まる。窒素成分の大部分はタンパク態で存在しているが、タンパクの分解にともなってアミノ態からアンモニア態に変化し、好気性条件下ではさらに硝酸態に変化する。タンパクの一部はリグニンと複合体を形成し、樹脂などもとりこんで、土壌改良機能の中核となる腐植を生成する。こうした分解が進むにつれて、分解（呼吸）熱が発生し、堆積物の温度（品温）が上昇してくる。品温が上昇してくると、高温菌によるセルロース分解がさかんになる。セルロース分解が一段落すると、堆積物を切り返しても品温はそれほどはあがらなくなり、後熟（二次発酵）段階に入る。後熟段階では、中温菌による残存セルロースの分解が続き、この段階になってようやく難分解性のリグニンが担子菌によって分解され始め、またリグニンとタンパクによる腐植の生成作用が進む。以上のような有機物分解と発熱経過を示す概念図として、前章で図3を紹介したが、ここに再掲しておくので参考にされたい。

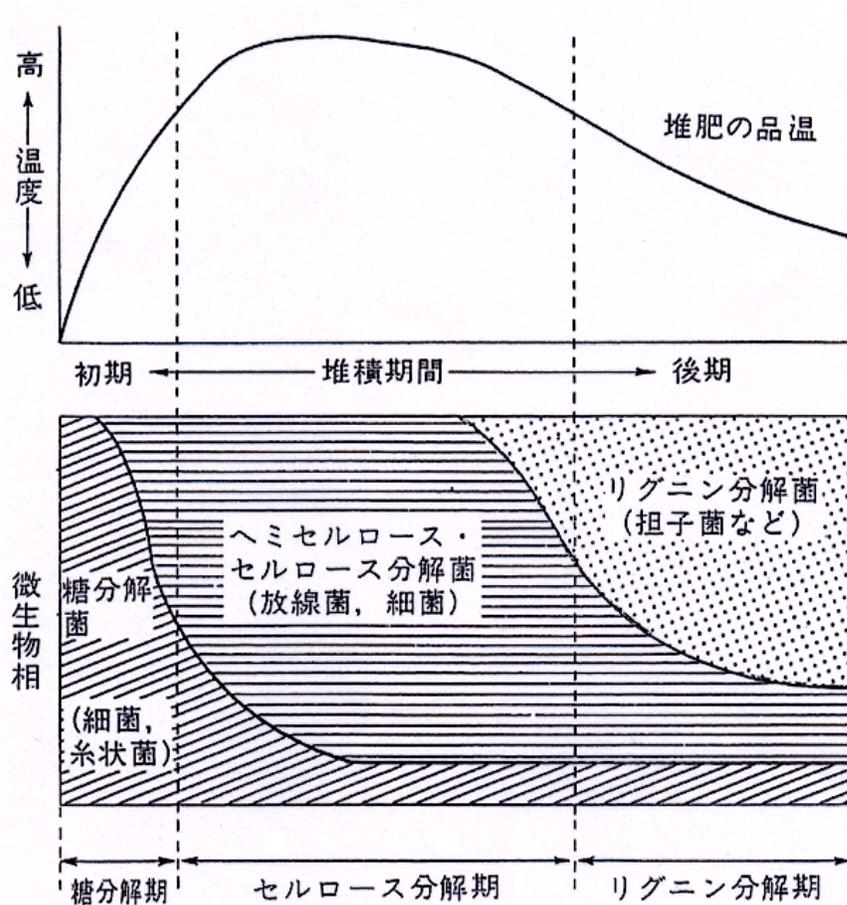


図3 堆肥化過程の微生物変化 (西尾 1988)

次に、バークの分解にともなう主な成分の消長について述べる。原料バークの pH は 通常は酸性を示すが、フェノール酸などの酸性生育阻害成分が、堆積期間中に分解あるいは流出により減少するので、製品堆肥の pH はほぼ中性に近くなる。副資材である鶏 ふん中の石灰分も酸性中和に寄与している。窒素 (N) は、タンパクの分解過程でアンモニア態、硝酸態に変化した一部が揮散あるいは流出によって失われるが、その損失率 より有機成分の分解によるバークの減量率のほうが大きいため、相対的に N 濃度が上昇 し、適正に作られたバーク堆肥の C/N 比は35 以下に低下する。りん酸はバークの分 解過程ではほとんど失われないため、バーク堆肥中の濃度は高くなる。カリは堆積中に 流出による損失はあるが、やはり濃度は上昇する。CEC は、腐植化の進行につれて数 値が

高まり、よく熟成されたバーク堆肥では70me をこえる。市販のバーク堆肥の成分分析調査例（表8、表9）をみると、平均値や中央値では、各成分とも品質基準に適合する妥当な数値を示しているが、個々の数値には一部品質が劣るものがあり、品質基準に適合したものをきちんと選んで使用するよう留意する必要がある。

表8 市販バーク堆肥の分析値および幼植物検定結果（松崎 1997）

(特に記載のないものは 乾物%)

項目	n = 17	平均値	中央値	標準偏差 (%)	最小値	最大値
水分 (%)		59.8	58.2	8	52.6	70.3
容積重 (現物, g/ml)		0.56	0.55	7	0.50	0.62
pH (現物)		6.8	6.8	12	5.4	8.0
EC (mS/cm)		1.1	1.0	64	0.33	3.60
CEC (me)		89	88	20	61	128
有機物		81.3	84.8	11	60.2	90.2
有機態C		39.7	39.4	12	31.9	46.1
C/N比		29.6	27.4	47	9.9	61.1
還元糖割合		25.5	24.5	18	19.3	33.8
セルロース+ヘミセルロース		25.4	25.0	23	16.1	34.9
リグニン		39.1	37.8	14	29.1	47.7
N全量		1.65	1.48	50	0.62	3.78
有機態N (mg%)		60.3	48.5	77	12.8	176.6
うち NH ₄ -N (mg%)		29.4	27.5	43	12.8	7.3
NO ₃ -N (mg%)		34.3	2.3	135	ND	152.7
P ₂ O ₅ 全量		0.84	0.73	77	0.14	2.72
K ₂ O全量		0.45	0.47	47	0.11	0.91
MnO (ppm)		588	608	58	145	1,502
B ₂ O ₃ (ppm)		150	130	42	76	330
水溶性フェノール (mg%)		7.38	4.80	66	2.2	16.2
Hg (ppm)		0.04	0.04	75	0.02	0.12
Cd (ppm)		0.44	0.46	84	0.02	1.40
As (ppm)		0.95	0.69	67	0.12	2.30
Nの有機化量 (mg/100g乾土)		0.23	0.70	435	-1.6	1.5
コマツナの収量比数 [無肥料]		125	148	50	29	224
” [施肥]		137	138	21	80	180

注 有機肥料等品質保全研究会報告書 (1994)

表9 各社バーク堆肥の化学的成分（藤田 1991）

社名	強熱減量 (有機物%)	全炭素 %	全窒素 %	C/N	pH	塩基交換容量 CEC _{meg}	燐酸 %	加里 %
*A	83.3	40.7	1.85	22	7.5	70.1	0.76	1.92
*B	84.5	41.4	2.18	19	6.6	127.5	1.02	0.56
*C	70.8	38.3	1.51	25	7.1	62.4	1.11	0.57
*D	84.1	43.0	2.39	18	7.2	123.4	1.45	1.05
*E	78.5	39.4	1.64	24	5.9	142.0	1.11	0.42
F	73.5	39.8	1.81	22	7.4	78.5	1.24	1.11
*G	83.0	37.0	1.48	25	5.6	81.4	1.61	0.85
H	79.2	43.2	1.88	23	7.4	95.2	0.81	0.74
*I	78.9	37.7	1.80	21	6.5	86.8	0.91	0.66

*日本肥料検定協会による分析値、無印は住友林業株式会社名古屋研究所

（2） 幼植物検定法

バーク堆肥の品質を知るためには、化学的成分の分析値が重要な意味を持つが、あわせて幼植物検定による有効・無害性の総合評価が重要である。このため、業界統一品質基準では、主要成分の分析値とともに、「幼植物試験（検定）の結果、生育阻害その他の異常を認めない」ことが定められている。バーク堆肥が開発され生産され始めた当時は、ハツカダイコンを用いた幼植物試験（検定）が行われていたが、その後キュウリを用いた幼植物検定法が開発され、さらに近年になって、より実用的なコマツナを用いた幼植物検定法が藤田（1992）によって確立され、日本バーク堆肥協会によって会員による自主的な品質管理のための方法として採択、実行されている。また、同法をベースとして、現場で誰でも迅速簡便に実施できるコマツナ簡易発芽検定法が日本バーク堆肥協会品質管理委員会によって提案（2001）され、同協会会員によって実施されている。以下、コマツナによる幼植物検定法ならびにコマツナ簡易発芽検定法について具体的な手順を紹介する。ア コマツナによる幼植物検定法（藤田桂治 1992）

バーク堆肥の幼植物検定法については、キュウリによる「培土資材検定法」に従って実施してきた。しかし、気温が15度以下の場合は検定できなかった。その後、日本土壌協会では、農林省（当時）の委託を受けて、土壌改良資材等品質管理事業を実施し、1990年に「土壌改良資材の試験方法及び幼植物検定法」を確立した。

日本バーク堆肥協会もこの方法を取り入れ、コマツナによる幼植物検定を実施することとしたが、現場での実施にあたっては検定方法に難しい点があり、一部修正した試験方法を作成した。その方法の詳細は以下の通りである。

1 試験用ポット（鉢）について

日本土壌協会の検定法では、1/10000aのノイバウエルポットを使用することになっているが、ポット管理を容易にするため、小型プランターを使用することとした。使用プランターは、幅11cm、長さ25cm、深さ8cmのものとする。

2 比較試験区の設定

コマツナによる幼植物検定では、施肥区と無肥料区、土壌区と土壌・バーク堆肥混合区を組み合わせた4区を設定することとする。A 土壌無肥料区 B 土壌施肥区 C 土壌・バーク堆肥混合無施肥区 D 土壌・バーク堆肥混合施肥区 コマツナの成長量はB区を100とした指数で表し、各区の指数を比較検討して、コマツナに対する害作用の有無を検定する。

3 検定用培土の作り方 検定用培土は、土壌2.3容積と堆肥1容積を混合する。検定用プランターの内容積は

2.3リットルであり、2ポット分を同時に混合してC、D区にわけらる。

4 施肥量

1/10000ノイバウエルポット（500ml）の場合は、窒素、りん酸、カリともポットあたり成分として35mgを施用するとされている。本検定用プランターの場合には、培土1リットルあたり、窒素、りん酸、カリとも成分として70mgを施用する。プランターの内容積は2.3リットルなので、プランターあたりでは161mgとなる。これをたとえば窒素、りん酸、カリを成分としてそれぞれ8%含む化成肥料（8-8-8）で施す場合は、 $161\text{mg} \times 100/8 = 2.01\text{g}$ を施用すればよい。

5 施肥方法

肥料（2.01gの化成肥料8-8-8）をプランターに入れた培土表面に均一に散布し、表層土壌とよく混合する。施肥後散水して肥料の溶解と拡散を促す。コマツナの播種は1週間後に行う。

6 コマツナの播種

コマツナの種子は小さくて扱いにくいので、球状によく充実した大きめの種子を24粒えらび、図4のように均一に播種して5mm程度覆土する。

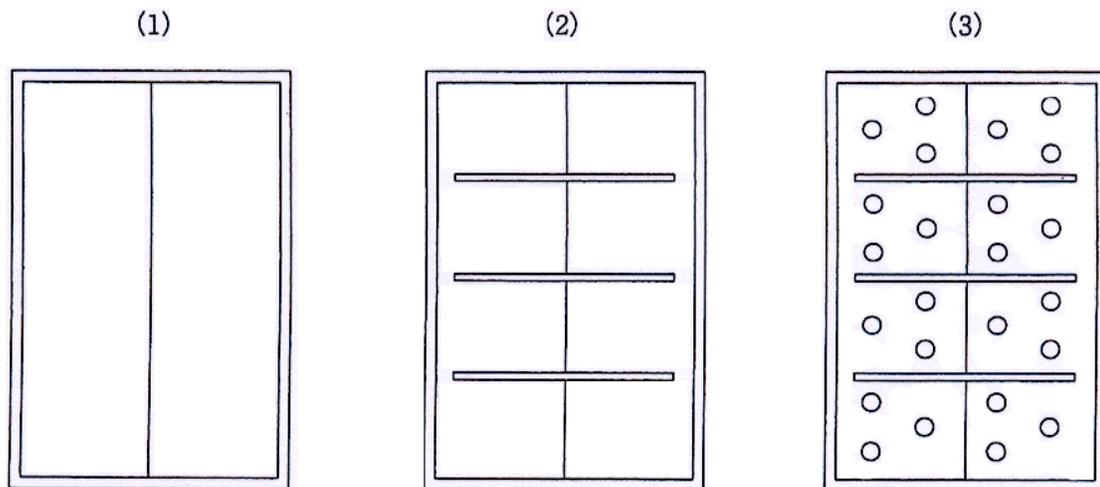


図4 コマツナの播種法

7 発芽率の測定

播種して2～3日後には発芽が始まる。播種後1週間すると発芽がそろるので、発芽率を測定する。発芽率は、播種した種子数（各プランター24粒）に対する1週間後発芽種子数の％で表す。土壤無施肥区に対する土壤・バーク堆肥混合無施肥区、土壤施肥区に対する土壤・バーク混合施肥区の発芽率が劣っていなければ、異常（害作用）なしとする。コマツナは通常80～90％の発芽率を示すので、全体的に発芽率が低い場合は、種子あるいは試験条件に異常があると思われるので、播種をやりなおすほうがよい。

8 成長経過の記録

発芽数、子葉展開株数、本葉発生株数（3枚目まで調査記録）を毎日記録しておく。

9 葉色測定

播種後2週間経過したところで、本葉の葉色を標準葉色帖により測定する。測定は直射光線をさけて行う。健全葉は7.5GYに属し、窒素飢餓症状を呈する場合は5～2.5GYに属する場合が多い。

3週間経過したところで試験を終了し、コマツナの地上部を切り取ってポットごとに集める。各株の草丈cm、地上部重g、本葉数を測定し、ポットごとに集計、土壤無施肥区に対する土壤・バーク堆肥混合無施肥区、土壤施肥区に対する土壤・バーク混合施肥区の数値を比較、異常の有無を検定する。注意事項

① コマツナ種子は3ヶ月以内に発芽率検定すみのものを購入、使用する。

② 播種は施肥 7 日以降に行う。

イ コマツナ簡易発芽検定法（日本バーク堆肥協会）

バーク堆肥品質の生物検定法として、コマツナによる幼植物検定法があるが、生産や利用の現場で、より簡単に利用できる方法として、コマツナ簡易発芽検定法を提案する。この検定法は、播種後 5 日程度でコマツナの生育異常の有無を検定するもので、迅速で、かつ観察が容易であり、生育異常の有無を検定しやすい。

1 材料および器具

シャーレ 直径9cm、深さ1.8cm 濾紙 直径9cm、規格No. 2 コマツナ種子 発芽率検定すみ（90%以上）のものを用いる。粒が丸く充実し、大きいものをえらぶ。

2 試料

バーク堆肥試料は8mm のふるいにかき、粗大な粒子は除く。70ml をシャーレに充填し、表面を指で軽くおさえて平らにする。試料が乾くと撥水するので、濾紙をのせ、乾かないようにふたをしておく。試料の水分をあらかじめ測定し、水道水を加えて重量含水率を80%にする。加える水の量は、次式により求める。

供試バーク堆肥の重量：M

水添加前のバーク堆肥の重量含水率：S 1

水添加後の重量含水率：S 2

添加する水の量：W $W = M \times (S 1 - S 2) / 100 / (1 - S 2 / 100)$ 堆肥試料を入れず、濾紙を 3 枚敷いたシャーレに水道水10ml を加えたものを対照区とする。

3 播種および生育

シャーレの濾紙上に、間隔が均等になるようにコマツナ種子20粒を播種し、水をかけずそのままシャーレのふたをし、気温15～30度程度の、直射日光のあたらない窓際などの明るい場所におき、発芽生育させる。発芽が始まればシャーレのふたを取り、乾燥する場合は適宜灌水する。

4 評価

播種後36時間程度で発芽が始まるが、種皮が脱落し、子葉がなかば以上開いたものを発芽株とし、12時間ごとに発芽率を求める。また、根や胚軸、子葉などに異常がないか観察する。異常は発芽率の低下、発芽の遅れ、根の褐変、根の伸張不良、根毛の発達不良、葉の壊死などの形で現れ、対照区と比較して、発芽生育が同等以上のものを異常なしとする。

（参考文献） 1）西尾道徳（1988）：有機物をどう使いこなすか、農文協 2）

藤田桂治(1991)： バーク堆肥の特性、日本バーク堆肥協会 3) 松崎敏英(1997)：
バーク、有機廃棄物資源化大事典第2 章、農文協

(第3 章 完)