

## 県内スギバークの畜産利用試験 1・2

吉田 雅規・亀代 高広・\*西内 宏一

### 要 約

スギバークは堆肥発酵分解に長期間を要するため、畜産分野ではあまり利用が進んでいない。そこで、堆肥化利用に向けて成分調整と粉碎形状の改良を行い、スギバークの堆肥化利用における有用性について調査した。

スギバークを副資材として堆肥化利用した結果、①スギバーク利用時の粉碎方法では、ハンマーカッター方式の破碎粉碎よりも、スクリー方式の圧縮粉碎の方が堆肥と混入しやすく、切り返し時の作業負担が軽減されることが示唆された。②オガクズに比べてスギバークは水分低下がやや遅れるものの、水分調整用の副資材として十分に堆肥化利用できるものと考えられた。③堆肥化時のアンモニア臭気の発生量では、オガクズに比べてスギバークの方が抑制される結果となった。④バーク内の抗菌性物質を除去することで僅かではあるが堆肥発酵分解に影響を及ぼすことが示唆された。

### 試験 1

#### 乳牛ふんの簡易堆肥化利用試験

#### 目 的

徳島県におけるスギ製材の需要量は全国的に上位であり、生産過程に生じて、スギ樹皮の残さ(以下スギバークと記載)が大量に発生している。これらスギバークは、今まで焼却処分されてきたが、現在、ダイオキシン規制に伴い、焼却処分に代わる有効利用が求められている。また、畜産分野では、堆肥化時の水分調整や畜舎内の敷量利用のために大量のオガクズを利用している農家が多く、将来的にはオガクズの安定確保が困難になることが予想される。そこで、オガクズの代替え物として、県内バイオマス資源であるスギバークを畜産分野において、リサイクル化が確立できれば、資源循環型社会構築への一助となると考えられるため、スギバークの畜産利用への技術試験と堆肥化時の有用性について試験調査を実施した。

#### 材料及び方法

##### (1) 試験期間

平成16年 5月～7月

##### (2) 試験材料

処理対象は所内フリーストール牛舎から排出される乳牛ふん(オガクズ除去)を使用した。

乳牛ふんに添加するスギバークは、現在製材所で普及しているハンマーカッター式の破碎粉碎機とスクリー式の圧縮粉碎する改良型粉碎機の2種類を使用し、粉碎方法の違いによる畜産分野への有効性について検討した。また、フェルギノール等のバーク成分中の抗菌性物質が発酵分解に与える影響を調査するために、県内で開発された抗菌物質抽出装置を使用して抗菌物質を除去する前後2種類を併せて使用し、合計4種類のスギバークを試験材料とした。

##### (3) 堆肥化方法

堆肥化方法は乳牛ふん20kgに対して各バーク資材を添加し水分含量が65%程度になるように調整した。添加量は各試験区のスギバーク水分含量から算出した。(4.4kg～5.3kg)混合物は容積60Lの容器に入れて、週1回の切り返しによる無通

\* 西内どうぶつ病院

気堆積発酵方式で約30日間実施した。

(4) 試験区分

試験区分については副資材の水分率から添加量を決定し、以下のように設定した。

○ ハンマー粉碎・抗菌区

乳牛フン20kg +

ハンマー粉碎による従来バーク5.3kg

○ ハンマー粉碎・無抗菌区

乳牛フン20kg +

ハンマー粉碎による抗菌物質除去バーク4.4kg

○ スクリュー粉碎・抗菌区

乳牛フン20kg +

スクリュー粉碎による従来バーク4.8kg

○ スクリュー粉碎・無抗菌区

乳牛フン20kg +

ハンマー粉碎による抗菌物質除去バーク5.3kg

(5) 調査項目

比重、水分含量、pH、EC、アンモニア態窒素、硝酸態窒素、全窒素、C/N比、K<sub>2</sub>O、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>、アンモニア臭気（週1回）

(6) 分析方法

pH、EC：pH、ECメーター測定、

全窒素：総和法

全炭素：C/Nコーダー分析測定

NH<sub>4</sub>-N、NO<sub>3</sub>-N：Bremner法

P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>：バナドモリブデン法

MgO、CaO、K<sub>2</sub>O：原子吸光測定

粗灰分：電気炉内600℃ 2時間燃焼

臭気測定：ガス検知管による測定

結 果

(1) 成分調査

○ pH、EC

堆肥化時のpHは試験開始当初、抗菌物質を除去した方が高くなったが、各区とも試験開始時から終了時まで徐々に低下する傾向が見られた。ECは各区とも、変動が大きかったが、各区とも試験開始時よりも終了時で上昇する結果となった。

< pH 表 >

pH	開始時	1週目	2週目	3週目	4週目
ハンマー粉碎・抗菌	8.73	8.05	7.81	7.07	7.13
ハンマー粉碎・無抗菌	8.95	8.21	7.78	6.97	7.17
スクリュー粉碎・抗菌	8.58	8.01	7.79	7.09	7.20
スクリュー粉碎・無抗菌	8.90	8.69	8.05	7.85	7.90

< EC 表 >

EC (ms/cm)	開始時	1週目	2週目	3週目	4週目
ハンマー粉碎・抗菌	1.34	1.26	1.40	1.54	1.46
ハンマー粉碎・無抗菌	1.74	1.36	1.35	1.63	1.87
スクリュー粉碎・抗菌	1.54	1.12	1.34	1.64	2.18
スクリュー粉碎・無抗菌	1.44	1.35	2.25	1.70	1.74

○アンモニア態窒素、硝酸態窒素

アンモニア態窒素では、各区で試験開始時に最も高くなり、時間が経過するにつれて次第に低下していく傾向が見られた。

また、スクリュー粉碎・無抗菌区が1週目にかけて最も減少したことから、僅かではあるものの試験開始時における発酵分解の早さが示唆された。4週目には各区で数値が高まる結果となったが、これはこの時期において継続した降雨による影響と考えられた。

硝酸態窒素では、試験開始時から終了時まで各区とも増加する傾向が見られた。

1週目、2週目にかけて、スクリュー粉碎・無抗菌区では各区に比べて増加したことからアンモニア態窒素と同様に1週目における発酵促進が伺えた。また対照的にハンマー粉碎の両区では、3週目から4週目にかけて数値が増加しており、最終的にはスクリュー粉碎両区よりも増加したことから、堆肥化後半にかけて分解が促進する傾向が示唆された。

<アンモニア態窒素 表>

NH <sub>4</sub> -N (mg/100g)	開始時	1週目	2週目	3週目	4週目
ハンマー粉碎・抗菌	189.9	92.1	9.2	0.0	61.6
ハンマー粉碎・無抗菌	182.8	113.5	17.7	17.0	59.2
スクリュー粉碎・抗菌	190.8	80.8	25.4	0.0	55.2
スクリュー粉碎・無抗菌	203.3	52.5	16.7	7.6	55.1

<硝酸態窒素 表>

NO <sub>3</sub> -N (mg/100g)	開始時	1週目	2週目	3週目	4週目
ハンマー粉碎・抗菌	6.3	87.0	128.4	183.3	224.7
ハンマー粉碎・無抗菌	6.1	66.2	132.4	169.6	211.1
スクリュー粉碎・抗菌	5.5	62.8	127.2	141.4	165.0
スクリュー粉碎・無抗菌	5.8	105.1	183.8	159.3	171.1

○肥料成分

P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>は各区とも変動が大きく、試験終了時までに0.5~0.8の間を上下しながら推移していく傾向が見られた。

K<sub>2</sub>Oは、各区とも徐々に上昇する傾向が見られ、試験開始時からスクリュー粉碎・無抗菌区が各区に比べて増加し、試験終了時まで高い数値であった。

<P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 表>

P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (%)	開始時	1週目	2週目	3週目	4週目
ハンマー粉碎・抗菌	0.84	0.81	0.80	0.73	0.61
ハンマー粉碎・無抗菌	0.71	0.58	0.81	0.70	0.63
スクリュー粉碎・抗菌	0.57	0.59	0.72	0.64	0.55
スクリュー粉碎・無抗菌	0.70	0.55	0.90	0.80	0.62

<K<sub>2</sub>O 表>

K <sub>2</sub> O (%)	開始時	1週目	2週目	3週目	4週目
ハンマー粉碎・抗菌	1.60	1.64	1.54	1.69	1.78
ハンマー粉碎・無抗菌	1.42	1.65	1.71	1.51	1.59
スクリュー粉碎・抗菌	1.16	1.47	1.34	1.46	1.57
スクリュー粉碎・無抗菌	1.77	1.99	1.96	2.05	2.07

全窒素では、試験開始から1週目までは、同様の傾向で増加していたが、2週目以降でスクリュー粉碎・無抗菌区が各区に比べて上昇した。

またC/N比については、全窒素の増加に伴い、各区で減少する傾向が見られた。

<全窒素 表>

全窒素 (%)	開始時	1週目	2週目	3週目	4週目
ハンマー粉碎・抗菌	1.08	1.14	1.26	1.33	1.18
ハンマー粉碎・無抗菌	1.11	1.26	1.34	1.36	1.36
スクリュー粉碎・抗菌	0.96	1.16	1.23	1.28	1.20
スクリュー粉碎・無抗菌	1.15	1.31	1.54	1.56	1.46

<C/N比 表>

C/N比	開始時	1週目	2週目	3週目	4週目
ハンマー粉碎・抗菌	23.5	21.9	18.9	17.2	18.4
ハンマー粉碎・無抗菌	23.0	19.4	17.5	17.2	15.5
スクリュー粉碎・抗菌	27.6	21.5	19.5	18.3	18.0
スクリュー粉碎・無抗菌	22.3	18.3	15.6	14.5	14.9

○アンモニア臭気

堆肥化時のアンモニア臭気を検知管で測定したが、小規模の堆肥化处理による影響から試験開始から2週目で検知管では感知しなくなった。敏感な人間の嗅覚でも各区においてアンモニア臭気が少なく感じたことから、スギ樹皮特有の香りでもスキング効果の影響が考えられた。

<アンモニア臭気 表>

アンモニア臭気 (ppm)	開始時	1週目	2週目	3週目	4週目
ハンマー粉碎・抗菌	10.0	7.5	0	0	0
ハンマー粉碎・無抗菌	10.0	5.0	0	0	0
スクリュー粉碎・抗菌	5.0	5.0	0	0	0
スクリュー粉碎・無抗菌	10.0	7.5	0	0	0

(2) 水分含量の推移

各区間ともに水分推移は同様の傾向であり、試験開始時の70%程度であったのが、試験終了時には50~60%程度に減少した。スクリュー粉碎・無抗菌区が僅かながら水分率が低くなっていたものの、粉碎形状や抗菌物質の有無による影響は総じて見られなかった。

## <水分率 表>

水分率 (%)	開始時	1週目	2週目	3週目	4週目
ハンマー粉碎・抗菌	71.5	70.7	67.4	67.4	61.6
ハンマー粉碎・無抗菌	70.5	68.4	66.2	64.8	59.2
スクリュー粉碎・抗菌	67.1	66.7	64.8	62.1	55.2
スクリュー粉碎・無抗菌	69.1	65.9	64.3	60.8	55.1

### (3) 比重推移

水分率と同様に比重推移も各区ともに同傾向であったが、スクリュー式粉碎は圧縮粉碎するため、形状が綿状になっており、破碎粉碎するハンマーカッター式粉碎よりも比重は軽くなっていた。

このことは、堆肥化切り返し時の作業性からも顕著に感じられた。スクリュー式の圧縮粉碎は堆肥と混ざりやすく、ハンマーカッター式の破碎粉碎に比べて塊が発生しにくいことから、作業時間は大幅に短縮されることが試験期間を通して実感した。

## <比重 表>

比重 (kg/L)	開始時	1週目	2週目	3週目	4週目
ハンマー粉碎・抗菌	0.50	0.47	0.45	0.43	0.43
ハンマー粉碎・無抗菌	0.47	0.45	0.43	0.41	0.41
スクリュー粉碎・抗菌	0.45	0.41	0.39	0.38	0.37
スクリュー粉碎・無抗菌	0.43	0.39	0.38	0.37	0.35

## 考 察

今回の試験では、スギ樹皮の堆肥化促進を目的に抗菌成分除去処理を行ったが、堆肥化中の成分分析値からは実用効果が得られるほど格段の差は得られなかった。しかし、粉碎方法については、スクリュー方式で圧縮粉碎することで比重が軽くなり、堆肥化時の作業性が効果的になることが示唆された。また、堆肥化時のアンモニア臭気についてもスギバークを添加することでマスキングによる臭気の抑制効果が考えられたことから、今後は堆肥化規模を拡大した時の試験調査を実施し、高濃度臭気の抑制効果について引き続き検討したい。

## 試験 2

### 実用規模におけるスギバーク堆肥化試験

#### 目 的

前回、スギバーク添加による堆肥化試験を行った結果、アンモニア臭気抑制等の畜産利用による実用性が示唆されたことから今回は堆肥舎から排出される家畜排せつ物の実用規模における堆肥化試験を実施したので、その結果についてを報告する。

#### 材料及び方法

##### (1) 試験調査期間

平成17年6月～7月

##### (2) 試験材料

今回の試験では、副資材の水分調整効果と併せて、高濃度臭気の抑制効果について調査するため、所内フリーストール牛舎から排出される乳牛フンおよび、鶏舎から排出される鶏ふんの混合ふんを使用した。副資材は前回使用したスクリュー粉碎型の圧縮粉碎機と抗菌性物質除去装置を用いて、抗菌性物質を除去する前後2種類のバークと現在、副資材の主流となっているオガクズと併せて合計3種類を使用した。また、臭気測定時に利用する直方型(2m×2m×1m)のビニールシートを作成し使用した。

##### (3) 堆肥化方法

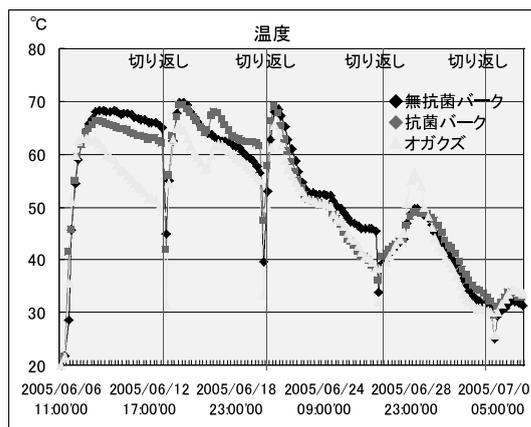
堆肥化方法は約1ヶ月間、無通気堆積発酵を行い、試験に使用する家畜排せつ物は、高濃度の臭気測定を考慮して、所内乳牛フン1200kgと所内の採卵鶏ふん400kgを添加した混合ふんに各区それぞれ副資材を50kg混合し、初期水分含量を65%程度に調整した。またパワーショベルを使用して1週間に1回切り返しを実施した。臭気測定時には直方型のビニールシートを堆積物の上部に設置し、シート上部に空けた小穴から検知管で測定した。

(4) 試験区分

試験区は抗菌成分有無による堆肥化効果と現在、副資材として普及しているオガクズを比較するため右記の3区間に設定。

試験区	混合ふん	添加量	初期水分
抗菌パーク区	400kg	50kg	64%
無抗菌パーク区	400kg	50kg	64%
オガクズ区	400kg	50kg	62%

※混合ふん（乳牛：鶏＝3：1）



(5) 調査項目

堆肥化時の品温、水分率、比重、pH、EC、アンモニア態窒素、硝酸態窒素、アンモニア臭気、アミン臭気、肥料成分（週3回）、堆肥化終了時の発芽率、腐熟度について調査した。

(6) 分析方法

- pH、EC：pH、ECメーター測定、
- 全窒素：総和法
- 全炭素：C/Nコーダー分析測定
- NH<sub>4</sub>-N、NO<sub>3</sub>-N：Bremner法
- P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>：バナドモリブデン法
- MgO、CaO、K<sub>2</sub>O：原子吸光測定
- 粗灰分：電気炉内600℃ 2時間燃焼
- 臭気測定：ガス検知管による測定
- 発芽率：コマツナによる発芽測定

結 果

(1) 堆肥化温度

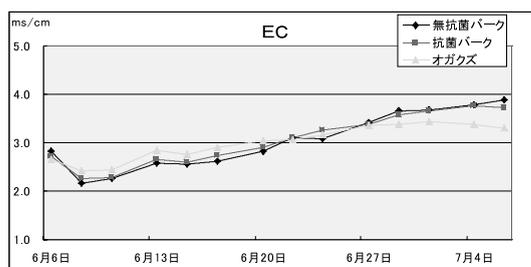
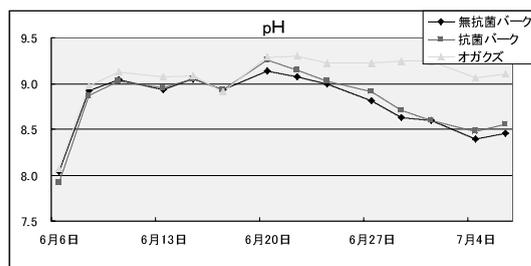
堆肥化時の品温では、無抗菌パーク区が試験当初から温度上昇が見られ、抗菌パーク区は1～2週目に温度上昇がピークになった。オガクズ区は2～3週目になって最高温度に到達し、4週目の切り返し後ではパーク両区よりも温度上昇が見られた。

(2) 成分調査

○ pH、EC

堆肥化期間中のpH推移はパーク両区とも2週目以降にオガクズよりも低下した。このことからパーク両区において堆肥発酵分解の促進に伴う硝酸態窒素の増加が推察され、オガクズよりも発酵分解が進んでいることが示唆された。

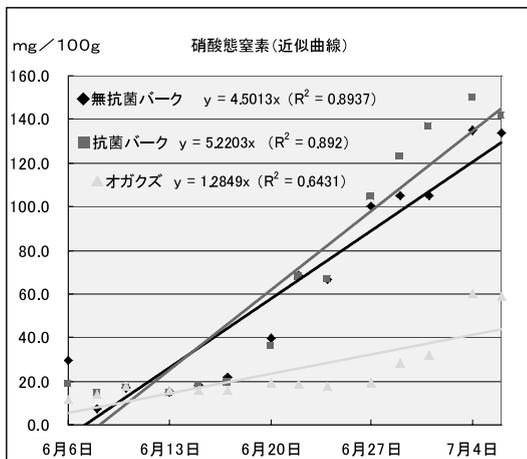
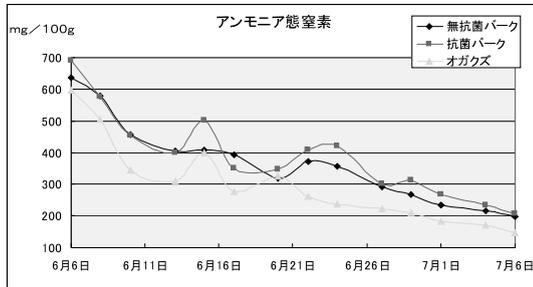
ECの推移では、各区とも試験開始から緩やかに上昇した。パーク両区に比べてオガクズ区が3週目以降にやや減少した。



○アンモニア態窒素、硝酸態窒素

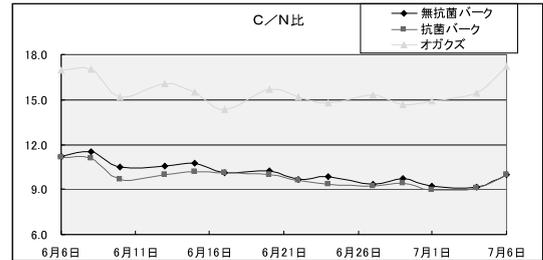
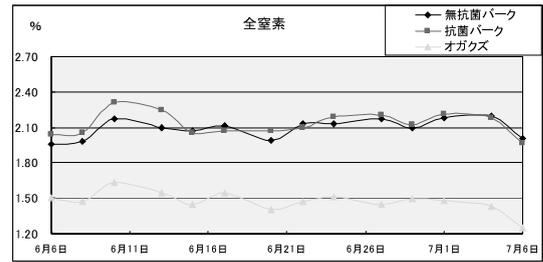
アンモニア態窒素では各区とも切り返し時に上下しながら、緩やかに減少していき、測定値では抗菌バーク区、無抗菌バーク区、オガクズ区の順で高くなった。

硝酸態窒素では、バーク両区ともにオガクズ区よりも上昇しており、測定値の近似曲線からも、その傾向が顕著に見られた。また、抗菌性物質を除去した無抗菌バーク区の値が僅かではあるが、大きくなっていることから、抗菌性物質による発酵分解への影響が示唆された。



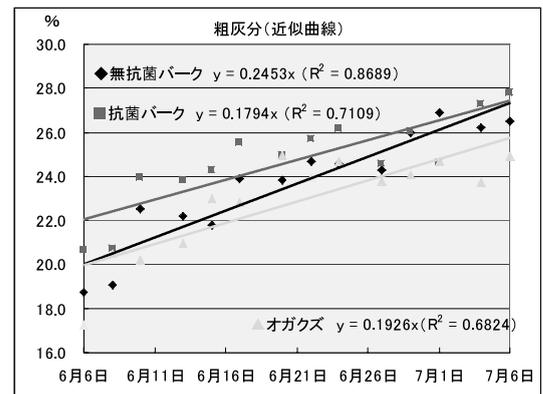
○全窒素、C/N比

全窒素はオガクズに比べてバーク両区とも高くなっており、試験開始から、終了時まで横ばいに推移した。C/N比もその影響からバーク両区よりも、オガクズが高く推移した。



○粗灰分

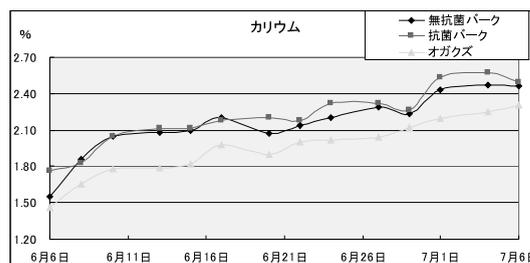
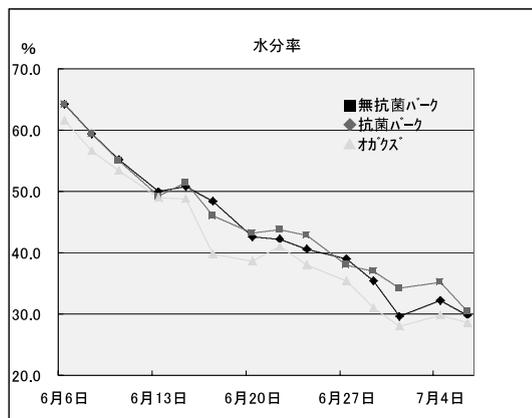
堆肥化時の灰分では無抗菌バークが各区と比べて増加しており、オガクズよりも増加する傾向が見られた。分析値の近似曲線でも、オガクズよりも無抗菌バークが高く増加したことから、抗菌処理することで分解性が高まることが示唆された。



○水分含量、比重推移

水分率、比重ともに各区ではほぼ同様の推移を示した。水分率については、オガクズよりも、バークの方が乾燥が遅い傾向であったが、水分調整材として使用するには問題ないレベルであった。また比重については、各区ともにほぼ同じであり、

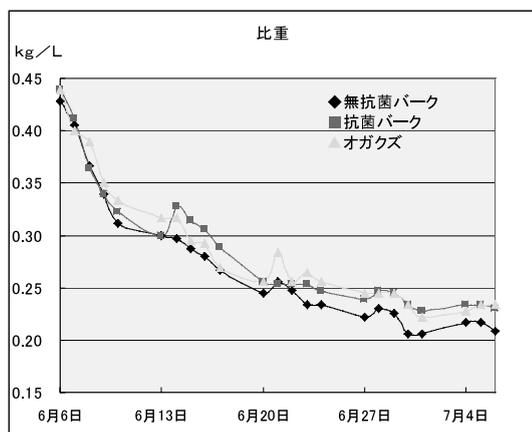
堆肥化時の作業性についても差は感じられず、塊の発生も各区で微量であった。



○アンモニア臭気、アミン臭気

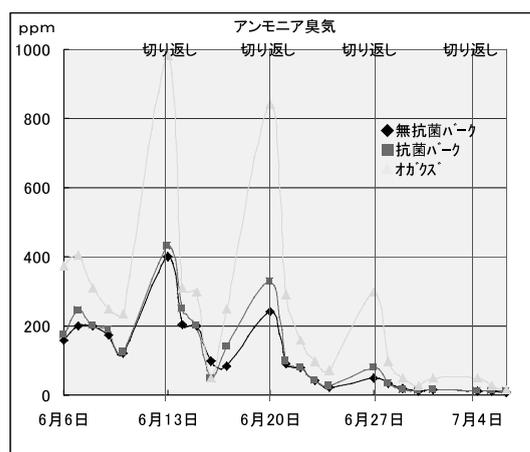
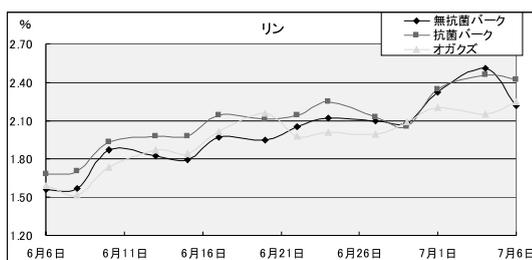
臭気測定は週1回の切り返し後と通常の堆積時も測定し、測定方法は堆積物の上部から直方体のビニールシートで30分密閉して測定した。アンモニア臭気はオガクズ区で1週目の切り返し時に1000ppm程度まで上昇したのに対して、パークの両区では、オガクズ区の半分以下の数値であり、試験期間を通してパーク両区で臭気が軽減されていた。アミン臭気は試験当初、検知管の最高測定値を上回り、比較できなかったが、2～3週目以降からアンモニアと同様、臭気が軽減される傾向が見られた。

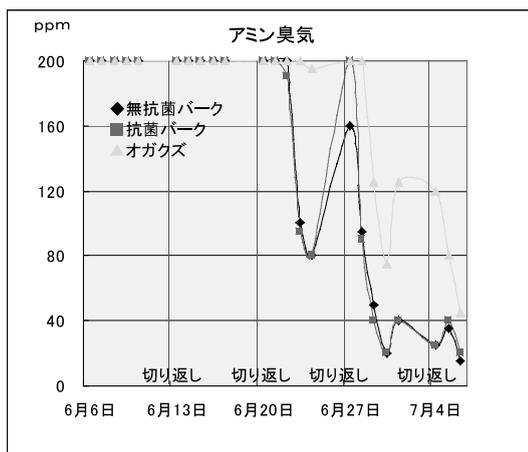
測定値以外にも前回の試験と同様、スギパークの香りによるマスキング効果が臭気が発生しやすい切り返しの作業時に示唆された。



○肥料成分

P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>では各区ほぼ同様の値で緩やかに上昇し、K<sub>2</sub>Oでは抗菌パーク区、無抗菌パーク区、オガクズ区の順に高い傾向となり、各区とも緩やかに増加した。





### ○腐熟度、発芽率

堆肥化が終了した各区の堆肥でコマツナの発芽率とコンポテスターによる腐熟度を調査した結果、発芽率については各区で高い数値であり、腐熟度についても堆肥化終了時には易分解性有機物が十分に分解されており、作物に悪影響を与えない程度の数値であった。

試験区	腐熟度	発芽率
無抗菌パーク区	1	94%
抗菌パーク区	1	96%
オガクズ区	1	98%

### 考 察

今回実施した堆肥化試験の結果からスギパークの畜産利用への有用性が確認され、オガクズの代替物として十分に利用価値があるものと考えられた。特にアンモニア等の臭気の抑制効果が見込まれるため付加価値のある水分調整材として利用効果が期待できると考えられた。また、抗菌性物質を除去することで、僅かではあるが堆肥化促進へ影響を及ぼすことが示唆されたが、抗菌物質の除去に係わる作業労力と処理コストに対する利用効果は少なく、今後の実用化に向けては、現状の畜産経営に併せた経済性が見込めることが必要不可欠であり、現在の県内オガクズ単価1500円/㎡

程度までに単価コストを抑えられないと利用拡大は困難であると思われる。現在、県内では大学、民間企業、関係機関がスギパーク利用に向けて共同研究を行っており、畜産分野以外でも利用拡大を図ることで、粉碎加工に係わる費用の低減化を目指している段階である。今後は実用化に向けてのコストの低減化と併せて、利用に対して付加価値のある実証データを調査することで、県内資源を有効活用した資源循環型農業の確立に寄与していきたい所存である。今回の試験では、試験規模から臭気測定においては統計的データが得られなかったため、今後はこれらのデータの蓄積やパーク堆肥の各種農作物における安全性や収量への影響などの調査データについても検討したい。

### 引用文献

- 1) 吉田雅規・西内宏一・福井弘之 (2003) 徳島県立農林水産総合技術センター畜産研究所報告 3: 135-138