

## おが屑・牛ふん尿混合物の発酵条件

### おが屑・牛ふん尿混合物の堆肥化 I

黒島忠司・福岡省二・井内 晃・永井洋三

## Conditions affecting on the compost production from mixture of cattle excrements and sawdust

Tadashi Kuroshima, Shoji Fukuoka, Akira Iuchi and Yōzō Nagai

### はじめに

近年、畜産経営は多頭羽飼育による大型化、專業化に伴い、農地を離れた企業性格を強めてきた。それとともにその副産物としての家畜ふん尿による悪臭や水質汚濁などが大きな社会問題となってきた。

一方、農耕地ではとかく土壌生産力の維持・増強を軽視しあるいはその努力を回避する方向で農業経営が進められてきた。そのため各地で土壌生産力の低下とそれに伴う生理障害・品質の劣悪化が問題となっており、土壌生産力の増強と維持に対する生産者の関心は高まりつつある。しかしながら有機質資材として主要な役割を果たしてきた稲わらについてみると、水稲栽培から野菜・果樹への転作あるいは休耕によって稲わら生産量が減少していること、家畜飼料化、たたみへの利用などから、稲わら価格は非常に高騰し、個々の農家でも田畑に施用する稲わら量の確保さえ難しい現状にある。

このような問題解決には畜産側と耕種側の有機的結合によって、家畜ふん尿を有効に利用することが両者にとって、また資源利用の面からも極めて意義深い。

しかし、家畜ふん尿、とくに未処理物は悪臭・汚物感が強いこと、取扱いにくく運搬しにくいこと、畜産側と耕種側との運搬距離の問題、ある場所に大量局在しているなどの理由から、家畜ふん尿問題が解決されるに至っていない地域も少なく

ない。これらの問題のなかでも悪臭・粘性性の除去および取扱いやすくすることが急務である。

家畜ふん尿の堆肥化は、これらの観点から処理方法として合理的なものと考えられる。家畜ふん尿の堆肥化についての研究は従来の稲わらを使った堆肥化方法を除くと、ごく最近始められた研究分野であり、報告も少ない。

堆肥化を大別すると2通りの方法がある。

○他の資材を混入せず家畜ふん尿だけで堆肥化する方法

○おが屑・糠殻などの有機資材と家畜ふん尿を混合して堆肥化する方法

家畜ふん尿だけを堆肥化する方法として、蟻川<sup>1)</sup>らは固液分離した固形物(脱水物)の堆肥化、松崎ら<sup>2)</sup>は火力乾燥を利用した堆肥化、十鳥<sup>3)</sup>は斜面利用による堆肥化について報告している。

家畜ふん尿に他の有機資材を混合して堆肥化する方法として、木下ら<sup>4)</sup>はコンポスト機利用による堆肥化について報告しているが、コンポスト機の設備・維持費が相当かかるものと思われる。その他は主として林産廃棄物(樹皮・廃材など)の堆肥化に乾燥鶏ふんを利用した報告<sup>5), 6)</sup>がある。

そこで、筆者らは徳島が製材・木工業の盛んな場所であることから、前述の問題解決する方法として、おが屑利用による家畜ふん尿(主として牛ふん尿)の堆肥化を試み、その混合物の性状および発酵条件について、調査・試験を行なったので結果を報告する。

この研究の遂行にあたり、御協力をたまわった

当農試山本英記主任研究員、佐藤光明氏（石井町酪農家）、松下利弘氏（小松島市・肉用牛飼育農家）ならびに関係各位に対して厚く謝意を表する。

**肉用牛の肥育期間とおが屑牛ふん尿混合物**

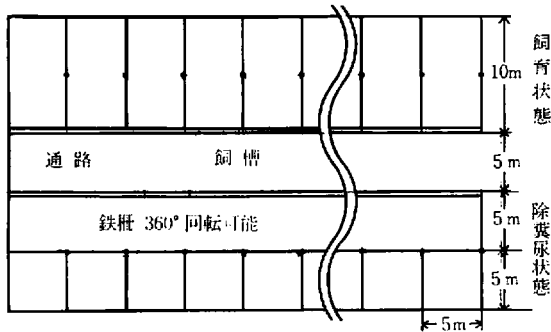
**調査方法**

牛舎に敷わら代りにおが屑を成肉用牛1頭当たり0.3m<sup>3</sup>を入れ、牛の飼育期間とおが屑牛ふん尿混合物の性状変化について調査した。

飼育期間：1975年10月1日～13日

飼育頭数：1棒当り10頭×20棒=200頭

牛舎構造：第1図に示した。牛舎床はコンクリートであり、横柵の区切りは360°回転可能な鉄柵である。



第1図 おが屑敷料牛舎（平面図）

分析試料は1棒5m×10mにおける対角線の接点および接点と各角の中間点の合計5地点について採取し均等に混合した。

分析項目は水分含有率（105℃、5時間乾燥）、

pH・EC（乾物当り10倍相当量の純水を加えて、測定）、灰分（550℃、12時間灰化後、秤量）、全窒素（ケルダール法）、全炭素（チューリン法）、リン酸（バナドモリブデン酸アンモニウム法）、石灰・苦土（原子吸光度法）、カリ・ナトリウム（炎光光度法）、塩素（ホルバード法）。

**調査結果および考察**

敷きわら代りにおが屑を使用すると牛舎は稲わら使用時に比べ、非常に清潔で悪臭も極めて少なかった。おが屑は牛ふん尿の吸着・吸水性がよく、おが屑を牛舎に入れて5～6日まで、ふん尿はおが屑とよく混った。8日目に混合物の水分含有率（以下水分率とする）は70%を越え、10日目からは混合物の表面にふん尿がみられた。しかし、13日目においても横柵の下ではおが屑が観察され、柵より1m付近まではふん尿量が少なく、おが屑とよく混ざっていた。その後、おが屑牛ふん尿混合物（以下混合物とする）の水分含有率は多くなり、ふん尿の吸収・吸着性も悪く、17～20日目になると柵直下以外はおが屑がみえず、中央部分はかなり汚れた。しかし、この状態でも稲わら使用当時に比べ、悪臭・汚物感は少なかった。

混合物の組成を第1表に示した。経過日数が長くなるに従って混合される牛ふん尿が多くなり、水分率も高く、8日目には70%を越え、13日目には75%になった。中央部の水分率が75%の混合物でも周辺部と一緒にショベルローダーで混合すると70%以下になった。

第1表 経過日数によるおが屑牛ふん尿混合物の化学組成

(乾物%)

日数	水分%	灰分	全窒素	全炭素	炭素率	PH	EC	リン酸	カリ	石灰	苦土	ナトリウム
おが屑	32.5	0.8	0.08	48.3	603.8	6.50	0.68	0.05	0.04	0.10	0.05	0.15
1日	50.7	3.4	0.36	47.2	131.1	8.00	3.18	0.16	0.20	0.67	0.16	0.29
2日	55.0	5.3	0.57	44.0	77.1	8.30	3.15	0.20	0.34	1.00	0.22	0.37
3日	62.9	6.7	0.79	46.0	58.2	8.40	3.64	0.29	0.51	1.45	0.28	0.48
4日	66.6	8.5	0.98	40.6	41.2	8.00	5.10	0.37	0.80	1.84	0.32	0.56
5日	67.6	9.2	1.06	43.0	40.6	8.35	4.98	0.41	0.75	2.14	0.35	0.55
6日	68.5	10.8	1.20	42.6	35.5	8.50	5.42	0.49	0.99	2.48	0.38	0.52
7日	71.1	11.2	1.27	40.5	31.9	8.70	5.88	0.46	1.23	2.35	0.40	0.68
8日	72.5	13.6	1.45	40.6	28.0	8.65	6.04	0.59	1.40	2.87	0.47	0.69
9日	73.0	12.5	1.38	39.4	28.6	8.80	5.57	0.57	1.28	2.79	0.45	0.57
10日	74.0	14.5	1.47	40.5	27.6	9.00	6.15	0.66	1.42	3.09	0.40	0.76
11日	74.6	14.6	1.44	37.4	26.0	8.90	6.07	0.61	1.61	3.09	0.49	0.74
12日	75.0	16.0	1.56	38.6	24.7	9.20	6.98	0.64	1.58	2.38	0.49	0.82
13日	68.5	11.7	1.16	41.7	35.9	9.25	6.25	0.50	1.58	—	0.42	0.69

全炭素含有率はおが屑の48.3%から、ふん尿混合割合が多くなるに従い徐々に低下し、13日目には38.6%になったが、14日目に中央部と周辺部を混合すると41.7%と高くなった。全窒素含有率は経過日数が長くなるほど高くなり、また全炭素含有率の低下に比べて増加率が大きかった。従って炭素率はおが屑の690から、ふん尿が混合され131.77と低下し、8日目からは30以下になった。中央部と周辺部を混合すると35.9になった。

pH・ECは経過日数とともに高くなり、10日目から特に高いpH・ECを示した。また全体を混合しても低下しなかった。その他の灰分・リン酸・カリ・石灰・苦土・ナトリウム含有率は経過日数とともに高くなったが、中央部と周辺部を混合した14日目の値は比較的中央部を調査した値の6～8日の成分含有率に相当した。

### おが屑と牛ふんの混合割合と性状

#### 調査方法

牛舎から搬出した乳牛のふんに対して、おが屑(水分率・多、普通、少)を第2表のようにスクリュウコンベアを用いて混合し、この混合物の理化学性を調査した。

第2表 混合割合

おが屑の水分率	混合比 牛ふん : (容積比) おが屑
おが屑 28% (一般的な含有率)	1 : 3
	1 : 2
	1 : 1.5
	1 : 1
	1 : 0.75
おが屑 21% (少ない)	1 : 1
おが屑 45% (多い)	1 : 1

第3表 供試材料の理化学性

種 類	水分	灰分	N	C	C/N	PH	EC (Q/cc)
牛 ふ ん	80.9	16.8	2.53	37.9	15.0	6.7	6.34
おが屑水分普通	28.0	1.4	0.18	48.1	267.2	5.0	0.56
〃 少	21.3	0.9	0.19	49.0	257.9	4.7	0.42
〃 多	44.9	1.5	0.22	52.6	239.1	5.4	0.60

pH・ECは純水を乾物重の10倍相当量加えて1時間振とう後測定した。

混合物の $\ell$ 重は2000分の1aワグネルポットに膨軟に詰めた状態における重量、やや強く詰めた状態における重量(混合物を膨軟に詰めたワグネルポットを地面から30cmの高さから、3回落下さ

せた状態)を測定した。なお、膨軟な状態、やや強く詰めた状態とは混合物を150cmの高さに15日間堆積発酵させた時における表層から10～20cm、50～60cm部位の詰まり具合に相当する。

分析試料はよく混合されたおが屑、牛ふんおよび混合物について採取した。分析項目は前項に準じた。

供試材料の理化学性は第3表に示した。

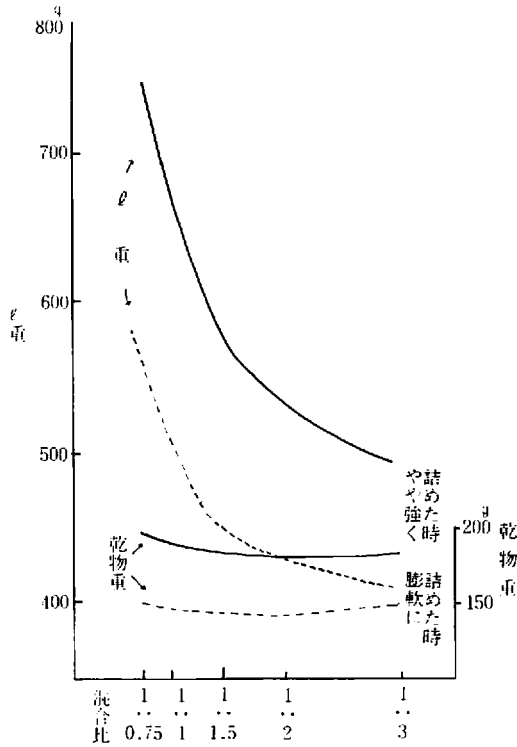
#### 調査結果および考察

牛ふんとおが屑を混合し、その混合物の性状をみた結果、牛ふん・おが屑1:3混合(容積比)では非常によく混ざり、混合した直後でも牛ふんの臭いはなく、粘着性もなかった。1:2も同様であった。1:1.5混合でもよく混ざり、牛ふんの塊りはなく、臭いもほとんど感じないが、混合物表面に少し粘着性が認められた。1:1ではやや混ざりが悪く牛ふんの塊り(親指位の大きさ)が少りみられたので、再び混合したが性状は変わらず、混合物表面にやや粘着性が感じられた。1:0.75になると混ざりが悪く牛ふんの塊りはかなりみられ、臭いも残り、強く粘着性が感じられた。

おが屑の水分率は通常28～32%であるが、水分率の高いおが屑を1:1に混合すると普通のものに比べて混ざりが悪く、混合物は1:1(おが屑水分率28%のもの)よりも1:0.75の方に近い性状であった。一方、水分率の低いおが屑を1:1に混合すると非常に混ざりがよく、混合物は1:1.5(おが屑水分率28%のもの)よりも混合物の性状がよかった。牛ふんの水分率によって混合物の性状は非常に変わるほか、おが屑の水分率によっても混合物の性状は変わった。従って水分率の低い牛ふんに乾燥したおが屑を混合するとよく混ざり、臭いもなく、しかも粘着性の少ない混合物ができる。

混合割合および混合物の詰めかたが異なった場合における $\ell$ 重を第2図に示した。おが屑混合割合が多い程 $\ell$ 重は軽く、またおが屑の水分率が低いものと混合する程 $\ell$ 重は軽かった。しかし、どの混合物においても1 $\ell$ 中の乾物重量は153～196gと変動が少なかった。

また混合物の $\ell$ 重は500g以下(膨軟に詰めた時)、



第2図 混合物とℓ重, 乾物重

第4表 混合による体積の変化 (ℓ/kg)

混合比	膨軟にとめた状態			やや強くとめた状態		
	実測値	理論値	実測値 理論値	実測値	理論値	実測値 理論値
1:3 (28%)	2.43	2.53	0.96	2.01	2.27	0.87
1:2 (〇)	2.34	2.20	1.06	1.89	2.00	0.95
1:1.5 (〇)	2.24	1.98	1.13	1.75	1.96	0.89
1:1 (〇)	1.96	1.73	1.13	1.50	1.60	0.94
1:0.75 (〇)	1.76	1.59	1.08	1.35	1.48	0.91
1:1 (21%)	2.18	1.78	1.06	1.41	1.66	0.85
1:1 (45%)	1.80	1.69	1.22	1.56	1.57	0.99

注: ( ) 内数字は混合に用いたおが屑水分である。  
理論値は混合によって容積が増減しないものとして求めた。

650g以下(やや強く詰めた時)において混合物の性状がよかった。

おが屑と牛ふんの混合による体積変化を第4表に示した。おが屑と牛ふんがよく混合された状態では、10%内外の体積がふえるが、やや強く詰めた状態において、おが屑や牛ふん単独よりも混合するとしまりやすく、体積が数%減少した。このことは混合物を1mの高さに堆積後、2~3日目には85~87cm位の高さになったこととよく一致する。

また、やや強く詰めた状態は膨軟に詰めた状態よりも2割程度多く詰まった状態であった。

混合割合と水分率・混合物1ℓ中の水分量(以下水分量とする)の関係を第5表に示した。おが

屑に対する牛ふんの混合割合が多くなる程、混合物の性状は悪くなり、水分率も高く、水分量も多くなった。比較的混合物の性状がきれいな状態における水分率は70%以下であり、水分量は450ml以下であった。

おが屑と牛ふんにおける混合割合の表示方法は重量比よりも容積比がわかりやすく、混合物の性状を表わす方法も水分率よりも単位体積あたりの重量(ℓ重), 単位体積あたり水分重量(水分量)との関係が大きく、性状をよく表わしている。

混合物の分析結果(第6表)では、牛ふんが多く混合されるほど、水分率は高くなり、灰分・窒素(乾物あたり)含有率も高くなった。また、おが屑のC/Nは267であったが、ふんが混合されるに従って低下した。おが屑は弱酸性であったが牛ふんの混合によって、混合物は弱アルカリ性になった。

第5表 混合割合と水分率・水分量

混合比	水分率 %	水分量 ml(やや詰めた状態)		
		合 量	牛 糞*	おが屑*
1:3 (28%)	63.1	314	253	61
1:2 (〇)	66.5	351	303	18
1:1.5 (〇)	68.5	391	353	38
1:1 (〇)	71.8	479	444	35
1:0.75 (〇)	73.6	546	515	31
1:1 (21%)	70.7	452	431	21
1:1 (45%)	72.7	516	451	65

\*水分合計量を混合割合から算出した。

表6 混合割合と成分 (乾物%)

混合比	水分%	灰分	N	C	C/N	PH	EC
1:3 (28%)	63.1	8.3	0.58	44.6	76.9	8.0	4.1
1:2 (〇)	66.5	8.0	0.88	41.4	47.0	7.9	4.3
1:1.5 (〇)	68.5	9.7	1.14	41.5	36.4	8.1	4.8
1:1 (〇)	71.8	10.7	1.24	42.7	34.4	7.9	5.1
1:0.75 (〇)	73.6	11.4	1.51	44.1	29.2	7.4	5.4

水分以外乾物%で表示した。

### 混合物水分率と発酵

#### 堆積発酵方法

混合物の水分率差異が発酵に及ぼす影響を検討した。

前述のおが屑敷料牛舎を使って、混合物を調製した。すなわち、牛舎の1枠(5m×10m)あたり、肉用牛10頭・敷料としておが屑3m<sup>3</sup>を入れて13日間飼育した。こうしてできた混合物をショベ

ルローダーで混合しながら、牛舎から搬出した。

その混合物（水分率66~68%）を天日乾燥または水を加えて（他の成分を一定にするため）混合物の水分率が51~54%（水分極少）、57~60%（水分少）、66~68%（水分普通）、70~72%（水分多）になるように調整した後、堆積発酵させた。

堆積期間：1975年11月28日~1976年1月7日

堆積方法：1m×1m×1mの金網（8.2mm×8.4mm）枠とした。堆積容積は1m<sup>3</sup>とした。（第3図参照）

温度測定部位：枠の平面中心部で表層から20、50cmの深さで測定した。

温度測定時間：午前9時

分析試料：1m<sup>3</sup>の金網枠中央部に堆積時から寒冷紗の袋に入れておいて分析試料とした。

また、堆積後20日目に切返しを行なった。

分析方法は前項に準じて行なった。

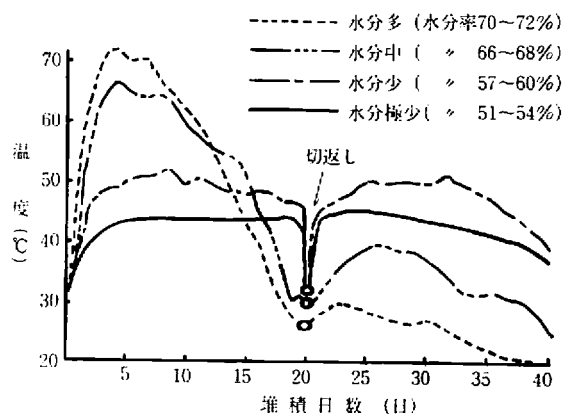


第3図 家畜ふん尿・おが屑混合物を堆積発酵している状況

#### 堆積発酵結果および考察

水分の少ない混合物は堆積後速やかに温度が上昇し、数日で60℃以上に達した。7~10日間60℃以上を保った後徐々に温度は下がった。20日目に切返しを行なうと水分57~60%の堆積物は再び温度が上昇したが、51~54%のものは温度が上昇しなかった。

水分66~68%の混合物は堆積後、徐々に温度が上昇し最高53℃に達してその後下がった。切返しを行なうと再び温度は上昇し、4処理の中で温度が最も上昇した。水分70~72%のものは最高44℃しか上昇せず、また切返しを行なっても45℃が最高であり、40~44℃を長期間にわたって維持した。



第4図 水分率と発酵（深さ20cm）

（第4図）。

切返し時における堆積物の断面をみると、水分の最も少ない（51~54%）堆積物はよく乾き、糸状菌の出現により堆積物表面は白っぽく、切返し時に水分補給の必要性を認めた。水分57~60%の堆積物では表層20cmがよく乾き、おが屑の色に近い黄褐色であったが、内部は黒褐色でよく発酵していた。

水分66~68%の堆積物は比較的湿度も上がったが、枠の中心から下層にかけてやや水分が多く、粘着性も残っていた。しかし切返しによって発酵された部分とやや発酵不十分な部分がよく混合され、再び堆積発酵させた後は、悪臭がなく、粘着性も全くなかった。水分が最も多い（70~72%）ものは非常に通気性が悪く、全体に粘着性が強く残った。

次に、混合物と堆積発酵させた後の成分変化を第7表に示した。堆積期間中高く温度が上がったものは水分の蒸発が多く、水分率は低下した。また、有機物の分解がおり、乾物当り灰分・全窒素・リン酸などの含有率は高くなり、堆肥の肥料価値を高めた。

この傾向は処理間でもみられ、水分の少ないものほど水分率は低下し、灰分は増加した。しかしながら全窒素含有率は、水分率が低くよく温度上昇した場合が低く、やや温度が上がりにくい方が高かった。これは温度が急速に上がったために窒素が揮散したり、脱窒素したものと推測される。

混合物を堆積発酵させるとアンモニア態窒素含有率は減少し、硝酸態窒素含有率は増加した。水分の最も多いものは堆積発酵させても粘着性・悪

第7表 発酵による成分変化 (堆積発酵50日目)

(乾物%)

種 類	処 理 区	水 分	灰 分	全窒素	全炭素	炭素率	PH	EC	K <sub>2</sub> O	NH <sub>4</sub> -N	NO <sub>3</sub> -N
堆 肥 化 物	水 分 極 少	47	18.2	1.36	39.8	29.3	8.0	8.1	1.98	125	1600
	水 分 少	55	17.7	1.37	39.0	28.5	8.0	8.2	1.96	56	1750
	水 分 普 通	66	15.4	1.43	38.1	26.6	7.9	7.8	2.10	59	1850
	水 分 多	69	14.8	1.52	39.3	25.9	7.8	6.7	2.25	189	720
未 堆 肥 化 物	混 合 物	68	13.3	1.16	41.7	35.9	9.3	6.3	1.58	666	83

但し、水分は現物当り。NH<sub>4</sub>-N、NO<sub>3</sub>-Nはppm単位である。

臭を認め、処理間中最もアンモニア態窒素含有率が多く、硝酸態窒素含有率は少なかった。

### 熟成おが屑堆肥の混合と発酵

#### 堆積発酵方法

混合物に熟成おが屑堆肥を加えた場合における発酵をみるため、前述のスクリュウコンベアを使って、混合物(おが屑・牛ふん、約1:1、水分率71%)を調製し、その混合物に対して、スクリュウコンベアを用いて熟成おが屑堆肥(60日間よく堆積発酵させたもの)を第8表のように混合し、その混合物を堆積発酵させた。

第8表 混合物とおが屑堆肥の混合割合(容積比)

処 理 区	おが屑牛ふん混合物	おが屑堆肥
50% 混 合	1	1
25% 混 合	3	1
10% 混 合	9	1
無 添 加	10	0

注：用いたおが屑堆肥の水分含有率は68%であった。

堆積期間：1976年11月27日～1977年2月15日  
 温度測定部位：枠の平面中央部で表層から25、50cmの深さで測定した。

切返しは堆積後40日目に行なった。その後堆積方法・温度測定時間・分析試料の採取・分析方法は前項に準じて行なった。

#### 堆積発酵結果および考察

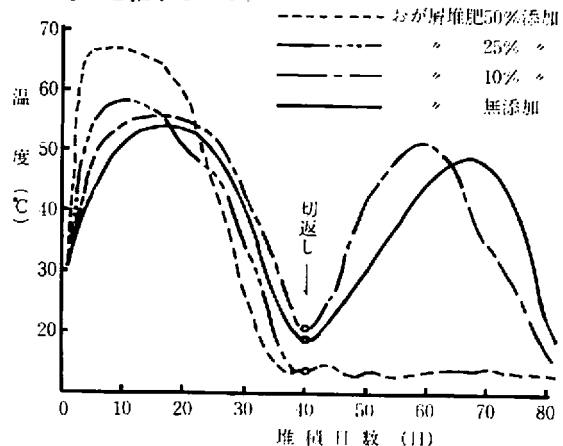
混合物に熟成おが屑堆肥を混合すると、水分率はほとんど低下しなかったが、粘着性は減少し、多く混合した程粘着性は減少した。熟成おが屑堆肥25、50%混合した堆積物は、温度上昇も早く高温になった。しかし、切返し後温度の上昇は全くみられなかった。

10%混合した堆積物は無添加のものに比べて、温度上昇も早く高温になり、切返し後も再び温度は上昇し、4処理中最も高温になった。しかしな

がら25、50%混合したものよりも最高温度は低かった。(第5図)

堆積物の温度測定位置、すなわち、25、50cmの温度変化をみると、堆積後1日目で25cmの部位が50cmの部位よりも11～13℃高く、4日目で8～10℃、6日目で6℃、10日目には3～5℃と徐々に差は縮まり、25cmよりも50cmの方が高くなったのは50%混合したもので21日目、25%混合で28日目、10%混合で31日目、無処理で39日目で、熟成おが屑堆肥を多く混合したものほど、中心部の温度が早く上昇した。

このように、熟成おが屑堆肥を混合するとよく発酵するのは混合物の粘着性が減少し、混合物自体通気性がよくなったこと、堆積してもしまりにくくなったことおよび発酵菌添加効果などがあったものと推察される。



第5図 熟成おが屑堆肥添加と発酵(深さ25cm)

### 牛ふん尿混合割合と発酵

#### 堆積発酵方法

混合物中における牛ふん含有量の多少(水分率が異なるため一定にする)が発酵に及ぼす影響をみるために、牛ふんの多い混合物(開放蒸散式牛

舎でおが屑を敷料として、肉用牛を30日以上飼育した牛ふん尿が非常に多く含まれ、水分率の高いもの)と牛ふんの少ない混合物(おが屑・牛ふん1:1混合したもの)を天日乾燥し、それぞれの水分率を65~67%に調整し、堆積発酵させた。

堆積期間:1976年7月5日~9月3日

温度測定位置:枠の平面中心部で表層から25、50cmの深さで測定した。

切返しは、牛ふんの多い混合物において堆積後25日目、牛ふんの少ない混合物で40日目に行なった。

また、堆積方法・温度測定時間・分析試料の採取・分析方法は前項に準じて行なった。

**堆積発酵結果および考察**

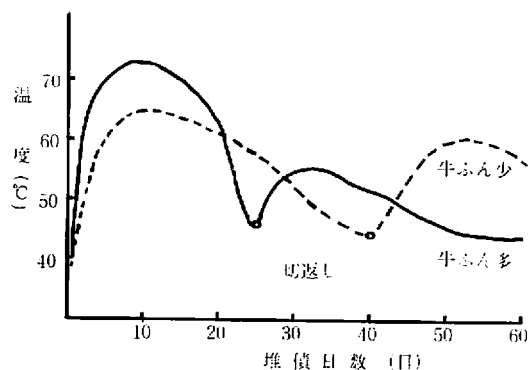
おが屑に対して牛ふん尿が多く混合される程、混合物の弾力性は少なく、粘着性は増加する傾向がみられた。また、長期間混合物が牛に踏まれる弾力性が減り非常に粘着性が増した。

この混合物を天日乾燥すると、塊の表面はすぐ乾くが、内部はほとんど乾燥されないで高い水分率を保っていた。また表面が乾燥した塊は非常に固く、均一な混合物が得がたいので、砕土篩機を使って粉碎した。

これに反して、牛ふんの少ないものは粘着性が少なく、塊も全然できずに均一なものが調整できた。

こうした混合物を堆積すると、牛ふんの多い混合物は非常に温度上昇が早く、しかも高温になったが、牛ふんの少ない混合物は温度上昇も遅く、しかも50~60℃の温度を長く保った。

牛ふんの多いものは温度上昇も早い、低下するのも早いために、牛ふんの少ないものよりも早



第6図 牛ふんの量と発酵(深さ25cm)

く切返しを行なった。(第6図)

天日乾燥し、粉碎した混合物は堆積後発酵がすみやかに進み、よいおが屑堆肥ができた。

**窒素源の添加効果**

**堆積発酵方法**

混合物に対する窒素(現物1t当り3.3、6.7、16.7kg)の添加が発酵に及ぼす影響を検討した。

前述のおが屑敷料牛舎を使って、混合物を調整した。調整方法は水分率と発酵の項に準じた。

その混合物1t(2.0~2.1m<sup>3</sup>,水分率66~68%)に対して、育苗用土混合機を用いて、窒素成分を第9表のように混合し、その混合物を堆積発酵させた。

堆積期間:1975年5月15日~7月14日

温度測定部位:枠の平面中心部で表層から20、50cmの深さで測定した。

堆積は2系列で行ない、堆積後17、40日目に切返しを行なったものと、堆積後60日間全く切返しを行なわなかったものとのにわけた。

堆積方法・温度測定時間・分析試料の採取・分析方法は前項に準じた。

第9表 混合物と窒素添加量 (現物当り)

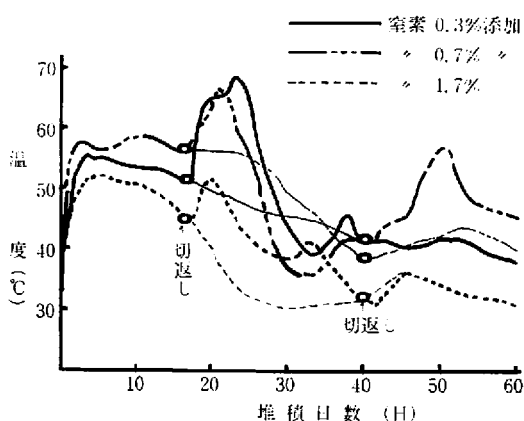
処 理 区	混合物1t当り		備 考
	窒素成分	尿素量	
0.3%混合	3.3kg	7.2kg	乾物1t当り換算すると1、2、5%に相当する。また同時に熟成おが屑堆肥を窒素と同量混合した。
0.7%混合	6.7kg	14.3kg	
1.7%混合	16.7kg	36.3kg	

**堆積発酵結果および考察**

混合物堆積後、速やかに温度は上昇し、3日目には50℃以上になった。0.7%混合が最も温度上昇が早く、堆積期間中最も高温を保ち、次いで0.3%混合であり、0.7%混合とも大差なかったが、1.7%混合では温度の上昇が悪かった。

堆積物を切返すと再び温度は上昇し、第1回目の切返しでは切返し前の最高温度以上に温度上昇がみられたが、第2回目の切返しでは第1回目と比べると温度上昇も悪く、また各処理間の差もなかった。これに反して、切返しを全く行なわなかった堆積物は堆積後まもなく温度が上昇しただけで、その後温度上昇はみられなかった。(第7図)

このように切返しを行なわない場合、温度の上



第7図 窒素添加量と発酵

昇がみられないだけでなく、60日目においても堆積物下層部分は水分率が高く、通気性も悪い状態であり、全体が発酵し終るまでには非常に長期間を要すると思われた。

1.7%混合では堆積後まもなくアンモニア臭が認められ、上層を少し取り除くと非常に強いアンモニア臭を感じた。切返し作業中もアンモニアの発生は多く、切返し作業が困難なほどであった。0.7%混合では堆積期間中アンモニア臭は感じられなかったが、堆積物の中や切返し作業中には少しアンモニア臭が認められた。0.3%混合では期間中だけでなく、切返し時にも認められなかった。

堆積発酵60日目における堆積物の水分率は発酵すると低下し、また切返し2回行なった堆積物は切返しを行なわなかったものよりも水分率は低かった。また、0.3、0.7%添加したものは水分率が最も低く、60%以下になった。

発酵による成分変化を第10表に示したが、よく温度の上昇したものほど、灰分、窒素などの含有率は高くなった。しかしながら、窒素を混合物に

添加しても含有率は高くなり、むしろ多く加えた混合物が少量加えた混合物よりも少し低かった。これは堆積期間中、ほとんど窒素の有機化が進まなかったこと、混合物のpHがアルカリ性であり、また混合物自体もかなり還元力が強いことから、アンモニアガスや窒素になって空气中に揮散したものと推定される。従って、加える窒素量は切返し作業中や堆積期間中にアンモニア臭がほとんど気にならない程度加えれば充分であると思われた。

また、木材の腐朽程度を知る方法<sup>10)</sup>の一つである1%水酸化ナトリウム可溶分を分析したが、木材だけの腐朽物とちがって、牛ふん尿との混合物では処理間には一定の傾向がみられなかった。

### 総合考察

従来、林業関係で樹皮(パーク)・廢材等の廢棄物利用の観点から、堆肥化が行われていた。これらの材料は窒素、リン酸などの成分含有率が低いこと、C/N比が300以上と非常に高く、微生物分解が行なわれにくいこと、水分率が非常に低いことなどから、堆肥化<sup>21,23)</sup>は分解菌を接種して堆肥化する方法、分解菌と菌の栄養源として乾燥鶏ふん・尿素を加えて堆肥化する方法など、発酵促進物質の添加面から検討されている。

筆者らは環境保全、特に家畜ふん尿の有効利用をはかるために、おが屑との混合物における堆肥化を試みた。

すなわち、樹皮・廢材の堆肥化は乾燥鶏ふん・尿素・分解菌などを加え、必要最少量の水分率で発酵させるため、水分率・通気性の制約を受けることは少ないが、家畜ふん尿の堆肥化は、生ふん尿のままでは発酵し難く、おが屑に多量のふん尿を吸収・吸着させた混合物も水分率が高くなり、発酵させるための問題点も多い。

しかし、家畜ふん尿の処理におが屑を利用するメリットは大きく、家畜ふん尿をおが屑と混合するだけでも、混合物の性状は生ふん尿に比べ、悪臭・粘着性が

第10表 発酵による成分変化(堆積発酵60日目)

処理区	切返し	〔乾物%〕							
		水分%	灰分	PH	EC	N	C	C/N	NaOH
0.3%添加	有	63.0	14.0	7.5	8.4	1.75	40.5	23.1	33.9
0.7%添加	有	64.5	14.0	7.1	7.1	1.58	42.5	26.9	30.0
1.7%添加	有	64.5	13.7	7.7	6.5	1.56	41.5	26.6	32.3
0.3%添加	無	58.5	14.8	7.0	8.9	1.75	38.1	21.8	32.3
0.7%添加	無	59.0	15.6	7.2	9.4	1.59	39.5	24.8	32.4
1.7%添加	無	63.0	14.6	7.7	6.6	1.49	41.0	27.5	31.6
混合物(原料)		68.0	11.2	8.3	6.1	1.48	41.8	28.2	—

注：PH、ECは1:10の浸出割合で測定。  
NaOHは1%NaOH可溶性成分%である。



少なくなり、非常によく育った。また牛舎やその周辺もおが屑使用以前に比べ、衛生的になった。

これはおが屑の特性<sup>9)</sup>、特に吸水性・吸着性がよく、しかも表面が非常に大きいことなどによるところが大きいようである。

畜種別ふん尿、おが屑とふん尿の混合割合は勿論のこと、混合物の水分率、水分量、 $\rho$ 重などを把握した上で、堆肥化試験を行なっている例は非常に少なく、ほとんどが水分率だけを求めている状態であり、この場合においても水分率で数%の差も問題にしていなことが多い。

家畜ふん尿の堆肥化は、まず水分率を如何に低下させるかであり、この方法として、蛭川ら<sup>1)</sup>は固液分離による方法、松崎ら<sup>6)</sup>は火力乾燥を利用した方法について述べている。木下ら<sup>4), 5)</sup>はおが屑を混合させて水分率の低下をはかった後、ダノ式ロータリーキルンを使ったコンポスト化方法について述べている。筆者らの方法も水分率の低下におが屑を利用しているが、ロータリーキルン等の大型機械を設置しないで、おが屑の特性を最大限に生かした方法を試みたものである。

そこで、最も大切な水分率について検討した結果、混合物（水分率66~68%）を天日乾燥で水分率の低下を図ると、非常によく発酵が進行したが、少し水分率を高めると発酵が悪くなった。これはその混合物の水分率が高くなる程、通気性が悪くなること、特に堆積した下層では上層からの重みでしまりやすく、通気性が悪くなったためであると推察される。

家畜ふんを堆肥化する場合の水分条件については、半ふん・豚ふんの水分率を堆積時60~70%にすれば堆肥化しやすい<sup>6)</sup>。おが屑豚ふん混合物の水分率59%でよく発酵した<sup>4), 5)</sup>などの報告があるが、筆者らの試験では51~68%の範囲でよく発酵し、62~64%が最適と考えられ、概ね、これらの報告と一致した。

また、混合物の発酵する最大水分率は66~68%であり、これ以上になると非常に発酵が悪く、混合物の堆肥化は長期間を要する。

家畜ふん尿堆肥化の経済的効率からみれば、できるだけ少量のおが屑で堆肥化した方が有利であり、この観点（混合物の水分率68%）からみれば、同一おが屑量に対して、混合物の水分率60%に規

制した場合よりも倍の家畜ふん尿（水分率80~82%のもの）が堆肥化できるし、また水分率65%に規制した場合よりも3割強の家畜ふん尿が堆肥化できるようになる。

しかしながら、家畜ふん尿を多く混ぜれば混ぜる程、混合物だけでなく、堆積後の通気性も悪くなるので、堆積・切返し時や下層に加重がかからないような工夫が必要であり、それなくしては高い水分率の混合物を堆肥化できないであろう。

混合物の水分率60%以下では、堆積しても通気性は悪くならず、下層までしめることはなく、通気性に余り気を配る必要がないように思われた。

高い水分率の混合物において、通気性をよくする方法として、熟成おが屑堆肥を混合すれば、混合物の水分率の低下はみられなくても、混合物の粘着性は減少し、そのものの堆積物は非常によく発酵した。その混合割合は多い程（容積比で半分まで）よく発酵した。

松崎らは家畜ふん尿を発酵させた水分率の低いものと生ふん尿を混合して、混合物の水分率低下をはかったのち、堆積発酵させて生ふん尿を堆肥化している。このように、混合物の水分率が低下すれば、発酵しやすくなるが、水分率がほとんど低下しなくても、混合物の粘着性が減少するだけでもよく発酵した。

また、生ふんとおが屑の混合物では、混合物中に生ふん尿が多く含まれる程（同一水分率では）発酵がよく、窒素成分をある程度加えた方がよく発酵した。しかしながら、窒素成分だけ加えても混合物中の窒素成分含有率は全く増加しなかった。これは半ふんが他の家畜ふんと成分含有率が異なるためか、それとも発酵にはその混合物における成分含有率が高い方がよいのか、今後研究される問題点も多いように思われる。

以上のように、混合物の発酵には混合物の水分率、通気性、混入易分解性物質（ふん尿・窒素など）などの要因が大きく関与する。

この要因は、おが屑と生ふん尿の混合割合によって変り、水分率・通気性と易分解性物質含有率は相反する要因となる。すなわち、おが屑に対して生ふん尿を多く混合する程、水分率は高く、通気性も悪くなり、水分率・通気性面からの発酵条件としては悪くなるが、易分解性物質は多くなり、

易分解物質面からの発酵条件としては良くなる。

これら、おが屑と生ふん尿の混合割合によって、相反する要因も天日乾燥・火力乾燥などで水分率の低下をはかったり、熟成おが屑堆肥を混合すれば、発酵が非常によく、しかも短期間に悪臭・粘着性のないおが屑堆肥ができる。

### 摘 要

(1) 牛ふん尿を取扱いやすく、運搬・利用しやすくするために、おが屑と混合し、発酵熟成して堆肥化する場合におけるおが屑と牛ふんの混合割合と混合物の性状、混合物の堆肥化条件について検討した。

(2) 畜舎に敷料としておが屑を入れた場合、その混合物の水分率が68%をこえないように気をつけ、畜舎からショベルローダーで搬出し、堆積すれば堆肥化できた。

(3) 混合物の発酵は水分率によって異なり、水分率62~64%が最もよいと推定された。おが屑に対して生ふん尿の混合割合が多い程、水分率は高くなるが、発酵する最大水分率が68%位であるので、これ以上にならないようにすることが必要である。

(4) 次に発酵に関与する重要な因子として通気性があるが、混合物の水分率と密接な関係があり、水分率が低い混合物は通気性もよかった。

(5) 熟成おが屑堆肥を混合物に加えると粘着性は減少し、よく発酵した。

(6) 混合物中に牛ふん尿が多くなると発酵がよくなるが、多く混合されると水分率は高く、通気性は悪くなる。従っておが屑にふん尿を多く混合したものを乾燥して、水分を調整してから堆積すればよく発酵するものと推定された。

### 引用文献

- 1) 蟻川浩一・松崎敏英・西山信一(1967): 神奈川農試研報, (105), 21~30
- 2) 藤田桂治(1975): 熱帯林業, 36(4), 22~25
- 3) 蜂須賀藤彦(1975): 木材工業, 30(9), 417~419
- 4) 木下忠孝・森下勇治ほか(1975): 愛知農総試研報, E(5), 87~93
- 5) 木下忠孝・山川芳男ほか(1976): 愛知農総試研報, E(6), 67~72
- 6) 松崎敏英・蟻川浩一(1970): 神奈川農総研報, (109), 117~126
- 7) 佐藤 俊(1978): 農業および園芸, 53(3), 425~428
- 8) 十鳥茂義(1974): 畜産の研究, 28(12), 1425~1426
- 9) 徳島県畜産課(1976): 畜産経営に起因する環境汚染防止対策指導要領・指導指針, 徳島県畜産課
- 10) 右田伸彦・米沢保正・近藤民雄(1968): 木材化学(下), 1~59, 共立出版