

乾燥ハウスにおける低堆積発酵処理と放線菌の効果

誌名	福岡県農業総合試験場研究報告. C, 畜産
ISSN	02863049
著者	石山, 英光 田口, 清実 井上, 尊尋 森, 昭治 林田, 晋作 田中, 米実 南里, 信也 黒石, 高秋 平井, 保則
巻/号	1号
掲載ページ	p. 78-83
発行年月	1982年3月

乾燥ハウスにおける低堆積発酵処理と放線菌の効果

石山光栄・田口清実・井上尊尋・森昭治・林田晋作・田中米実・南里信也
*
** 黒石高秋・平井保則

Low Stack Composting of Swine Wastes and Effect of Added Actinomycetes
in Hot-House.

Hidemitsu ISHIYAMA, Kiyomi TAGUCHI, Takahiro INOUE, Shoji MORI,
Shinsaku HAYASHIDA, Yonemi TANAKA, Shinya NANRI, Takaaki KUROISHI,
and Yasunori HIRAI.

検討すると共に、放射菌の添加効果について併せて検討した。

新鮮ふん尿は、窒素・磷酸・加星の肥料三要素を多く含んでいるが、悪臭が強く、不潔感があり、取り扱い不便であるため、取り扱い容易で利用効果の高い製品を生産することが大切である。そのためには、乾燥処理が発酵処理を行う必要があり、太陽エネルギーを利用するハウス乾燥処理施設が県下に400カ所余り設置され、現在、畜ふんの乾燥が行われている。しかし、豚ふんや鶏ふんは、乾燥過程で悪臭が発生し、近隣住民に不快感を与えることがある。そこで、この対策として、添加物により水分調整して低堆積での発酵と防臭効果について

材料及び方法

1. 試験Ⅰ 越冬期の発酵試験
- 試験Ⅱ 水分・添加物の違いによる発酵試験
- 試験Ⅲ 連続投入による発酵試験
- 1) 試験方法 第1表に示すとおりである。
- 2) 調査項目 発酵温度、ハウス内気温、水分、pH、BOD、T-N、T-C、VFA、臭気度、放線菌群数
2. 現地施設調査

第1表 試験区分

試験区分	豚生ふん		添加物		開始時		堆積高	攪拌回数	実施年月日
	重量	水分	重量	水分	重量	水分			
Ⅰ	120	73.5	場内発酵堆肥	60	48.0	180	65.1	20	56.1.6~1.14 (8日間)
	114	73.0	放線菌添加堆肥	42	47.0	156	65.8	20	
Ⅱ	120	72.3	場内発酵堆肥	40	41.7	160	66.1	20	56.1.30~2.9 (10日間)
	120	72.3	放線菌添加堆肥	34	37.5	154	66.1	20	
	120	72.3	"	10	37.5	130	70.9	20	
	120	72.3	おがくず	23	24.5	141	65.2	20	
Ⅲ	連続投入	73.1	場内発酵堆肥	28	37.8	128	63.6	20	55.10.20~ 10.31 (11日間)
	100	75.3		44	48.1	144	67.2	17	
現地調査	連続投入	77.4	発酵乾燥物 (リサイクルペース)	80	44.0	560	73.5	17	56.3.24
	連続投入	75.3		44	48.1	144	67.2	14	

注：1) 施設：試験Ⅰ・Ⅱ・Ⅲ 攪拌巾1mのハウス攪拌乾燥施設
現地調査 ビニールハウス 225 m² (軌道4×42 m)
2) 現地調査：経営概況 規模(肉豚220頭・繁殖11頭)、飼料(自家配合+残飯)

- 1) 調査場所 久留米市K養豚場
- 2) 処理方法と施設 第1表に示すとおりである。
- 3) 調査項目 試験Ⅰ・Ⅱ・Ⅲと同じ。

結果及び考察

1. 試験Ⅰ 厳寒期の発酵試験

1) 発酵温度の変化

当試験期間は厳寒期であったので、ハウス内の最高気温は18℃まで上昇したが、夜間は氷点下3℃まで低下し、平均温度は4.3℃と非常に低温であった。そのうえ、堆積高20cmと低堆積であり放熱面積が広がったが、発酵温度は第1図に示すように、1区、2区とも高い温度上昇を示し、良好な発酵が認められた。しかし、最初の昇温は非常にゆるやかで、特に、1区の1日目は3℃から4℃と1℃しか上昇しなかったが、これは、開始時の品温が低く、そのうえ、ハウス内平均気温が0.75℃と極端に低かったためと考えられる。そして、2日目から徐々に上昇し、4日目に最高温度58℃を記録し、以後徐々に低下した。一方、2区は、1日遅れて開始したので、1日目に徐々に上昇し、3日目に最高温度63℃を記録し、以後ゆるやかに低下した。

2) 放射菌添加効果

放射菌添加の有無にかかわらず、全体に放線菌が増殖したが、放線菌を添加した2区は発酵後半に、品温の低下が1区よりゆるやかであり、高温が長期間持続する傾向が認められた。そのため、終了時の水分において、1区は62.5%であったが、2区は61.9%と若干水分の減少量が多くなったものと考えられる。

2. 試験Ⅱ 水分・添加物の違いによる発酵試験

1) 発酵温度の変化

発酵温度の変化は第2図に示したが、当試験期間もハウス内平均気温は5.8℃と寒冷期の試験であるにもかかわらず、1区(発酵堆肥添加)、2区(放線菌添加)とも発酵温度は良好に上昇し、最高温度は、それぞれ61℃、62℃に達し、昇温については、殆んど同じ温度変化が認められた。このことは、放線菌等の各種菌を添加することにより、発酵温度が急上昇することが知られており、また、発酵処理した堆肥を添加すれば、菌添加と同じ効果が認められており、そのため、当試験においても、1区、2区とも同様の温度変化を示

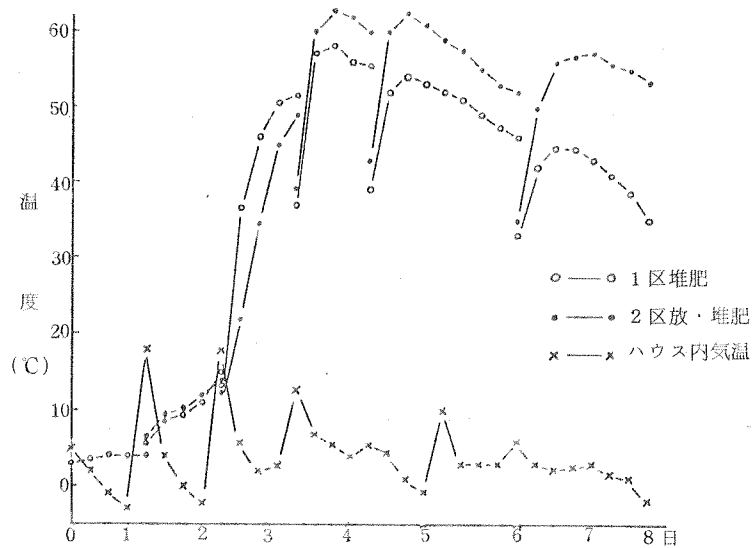
したものと考えられる。しかし、2区の放線菌添加区の方が試験Ⅰと同様にゆるやかに温度低下を示した。

3区は放線菌添加区であったが、発酵温度は殆んど上昇しなかった。これは、開始時の水分が70.9%と高く、また、冬期のため水分の蒸散量が少なく、かつ、物性が悪かった(塊状)ので、嫌気状態となったためと考えられる。

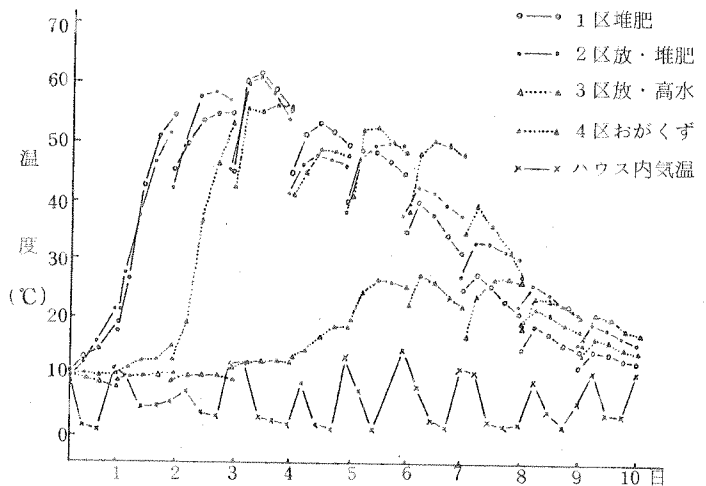
4区のおがくず添加区は、発酵温度の上昇が1日遅れたが、良好な昇温が認められた。

2) 性状変化

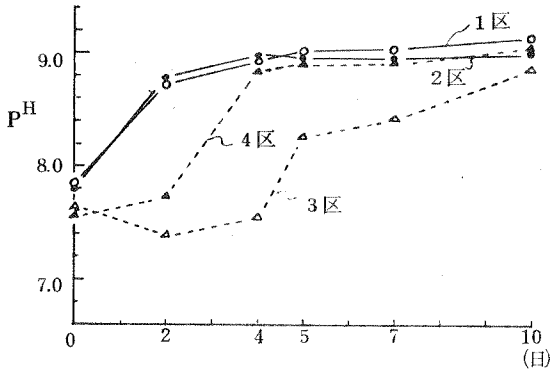
pHは第3図、BODは第4図、T-N、T-C、C/N比、



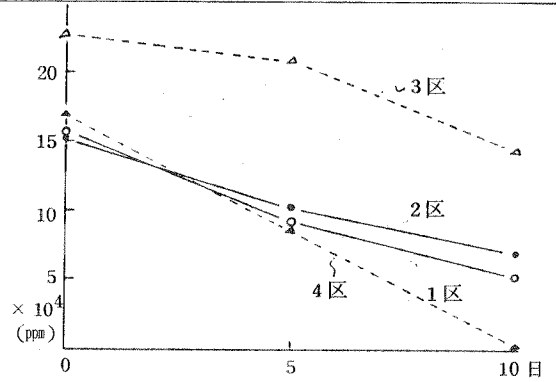
第1図 発酵温度の変化(試験Ⅰ)



第2図 発酵温度の変化(試験Ⅱ)



第3図 pHの変化(試験II)



第4図 BODの変化(試験II)

第2表 性状変化 (試験II)

区分	項目		T - N		T - C		C/N			V F A			
	経過日		0日 5日 10日		0日 5日 10日		0日 5日 10日			0日 2日 5日 10日			
			%		%		%			g			
1区	3.39	3.57	3.51	35.35	34.05	34.11	10.4	9.5	9.7	2.39	1.27	0.73	0.27
2区	3.63	3.48	3.38	35.63	34.77	33.56	9.8	10.0	9.9	1.83	0.72	0.51	0.36
3区	3.64	3.71	3.82	36.36	36.18	36.11	10.0	9.8	9.5	2.78	2.57	0.86	0.55
4区	2.53	2.57	2.81	40.27	39.39	38.85	15.9	15.3	13.8	1.95	1.07	0.86	0.28

注: 1) T-N, T-C……乾物% 2) VFA……乾物100g当たり酢酸として

VFAは第2表のとおりである。

pHは、開始時7.6~7.8と微アルカリ性であったが、発酵が進むと次第にアルカリ性となり1区, 2区が早く上昇し、次いで4区のおがくず添加区が上昇した。

BODの1・2区の減少率は、良好な発酵により、50, 43%とかなり大きな低下が認められた。一方、3区は高水分のため30%と微生物による分解が少なかったが、オガクズ添加の4区は77%と良好な分解が認められた。

C/N比は、おがくず添加の4区が15.9と他の区よりやや高かったが、全体的には豚ふんのC/N比である10~13に近かった。

3) 臭気濃度の変化

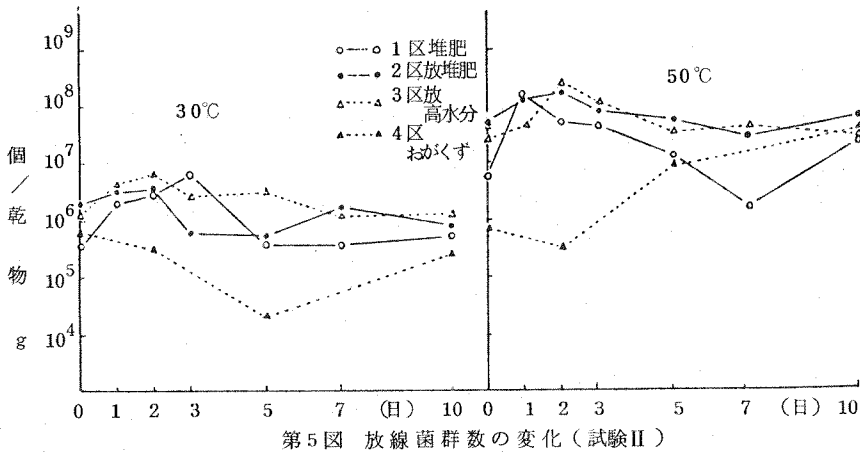
臭気については、臭気度(臭気強度-不快度), アンモニア・硫化水素(北川式検知管法)を測定して第3表に、また、VFAは、第2表のとおりである。好気発酵した1・2・4区では、殆んどアンモニアが中心で発生し、その発生量は発酵温度の上昇に比例していたが、臭気度では、1・2区は開始時に若干悪臭(3, -2)が認められたが、以後軽減し、3日目にはほとんど悪臭(3, -1)を感じなかった。1・2区の比較では、放線菌添加した2区が発酵後半に臭気が軽減する傾向にあった。また、おがくず添加した4区は、試験期間を通して悪臭を感じなかつ

たが、これは、おがくずによる吸着とマスキング効果が大きかったものと思われる。しかし、高水分の3区は、アンモニアの発生は少なかったが、開始日から7日目まで4, -3と強い嫌悪臭が感じられた。一方、VFAは、発酵により著しく減少したが、高水分の3区も6日目には30%に低下した。

第3表 臭気の変化

区分	経過日	0 2 4 7 10					
		官能法	1区	3-2	3-1	3-1	3-1
臭気強度	0~5	2 "	3-2	3-1	3-1	2-1	2-0
不快度	0~4	3 "	4-3	4-3	4-3	3-2	3-2
		4 "	3.0	3.0	3.0	2-1	2-1
NH ₃ 検知管法 (10ℓ容器) (30分後)	1区	6	95	450	230	180	
	2 "	6	103	263	180	80	
	3 "	痕	0	5	15	50	
	4 "	0	痕	150	170	140	

注: 1) 臭気強度: 0(無臭)~5(強烈なノイ)
 2) 不快度: 0(快でも不快でもない)~4(極端に不快)
 3) 痕: 0<痕<5ppm
 4) H₂S: 検出されなかつた



第5図 放線菌群数の変化(試験II)

以上のことより、添加物混合により発酵適水分で投入し、発酵乾燥を行えば、防臭効果は顕著であると思われた。

4) 放線菌群数

30℃と50℃の培養条件で放線菌を計数したが、その結果は第5表のとおりである。1・2・3区の間に余り差はなく、4区のおがくず添加区は、両条件とも他区と比較してやや低く推移したが、終了時には、ほぼ同程度の群数が認められた。各区の菌群数は30℃では $10^5 \sim 10^6$ 、50℃では $10^7 \sim 10^8$ のオーダーで推移し、高温菌の群数が多く認められた。

これらのことより、放線菌は自然界や堆肥中に多数存在しており、特に添加しなくても他から混入し、発酵中に増殖するものと考えられる。

5) 発酵による水分の蒸散量

重量の減少と水分の蒸散量については、第4表のとおりであり、発酵により重量の減少は各区とも2〜3割であったが、放線菌添加の2区が32%と最も大きく、次いで1区(発酵堆肥添加)の30%であった。また、乾燥効果を示す蒸散量も2区が $3.2\text{kg}/\text{m}^2 \cdot \text{日}$ と最も多かったが、1区も $3.1\text{kg}/\text{m}^2 \cdot \text{日}$ と多く、余り差はなかった。なお、寒冷期で1日1回攪拌、堆積高20cmという条件であったが、1・2区は、豚ふんの乾燥ハウスにおける蒸散量⁽⁴⁾ $(1.9\text{kg}/\text{m}^2 \cdot \text{日})$ よりも非常に良好な蒸散量が認められた。高水分の3区は発酵が認められず、蒸散量は $1.9\text{kg}/\text{m}^2 \cdot \text{日}$ と最も少なかった。おがくず添加

の4区は良好な発酵であったが、蒸散量は $2.1\text{kg}/\text{m}^2 \cdot \text{日}$ と低かった。それは、おがくずが表面を覆い、そのおがくずは粒子が小さいため早く乾燥して、下層を覆うためと考えられる。

3. 試験III 連続投入における発酵試験

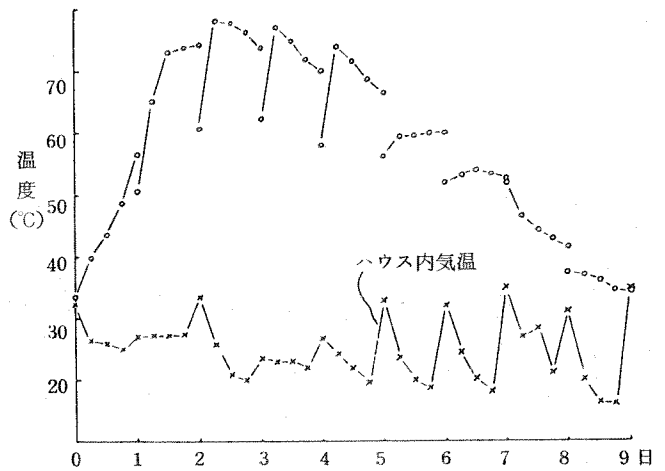
1) 発酵温度の変化

発酵温度は第6図に示すとおりである。開始直後より急激に上昇し、翌日の攪拌時には45℃に達し、4日目に最高温度の68

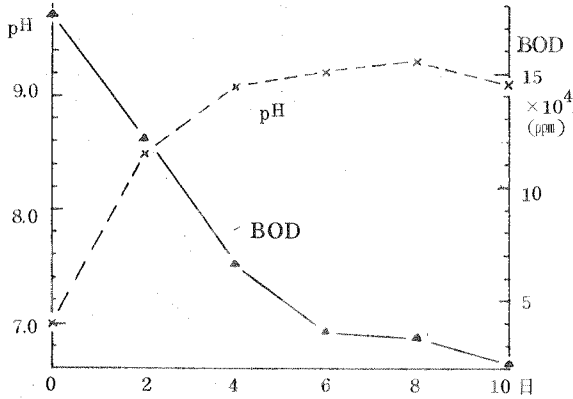
℃を記録し、非常に良好な発酵が認められた。これは開始時の水分が65%で物性は良く、また、ハウス内平均気温も16.8℃と高く、微生物の活動に適した環境であったためと考えられる。

第4表 重量減少と蒸散量 (試験II)

区分	開始時		終了時		重量減少率 %	蒸散量 kg	m ² ・日当り乾物	
	重量 kg	水分 %	重量 kg	水分 %			蒸散量 kg	減少率 %
1区	160	66.1	112.3	59.3	29.8	39.2	3.1	15.8
2区	153	66.1	104.3	58.9	31.9	39.7	3.2	17.4
3区	130	70.9	99.3	65.4	23.7	27.3	1.9	9.2
4区	141	65.2	102.6	60.8	27.2	29.6	2.1	18.0



第6図 発酵温度の変化(試験III)



第7図 pH, BODの変化(試験Ⅲ)

2) pH, BODの変化

pH, BOD の変化は、第7図に示すとおりである。pH は開始時 7.0~7.2 と中性であったが、発酵温度とともに急激に上昇し、最高 9.3 となった。

BOD は、開始時 177,000 ppm (乾物当たり) であったが、5 日目には 37.6% に低下し、そして、終了時 (11 日目) には 12.4% となり、微生物による分解が顕著に認められた。このことは、連続式であったので、試験Ⅰ, Ⅱの回分式と異なり、表面積が少なく、全体的に発酵したためと考えられる。

3) 臭気濃度の変化

試験Ⅱと同様に測定した結果は、第5表のとおりである。

好気性菌による発酵のため、臭気は試験Ⅱと同様にアンモニアが中心で、発酵温度とともに発生量は増加した、しかし、臭気度は、開始時に悪臭 (3, -2) が感じられたが、翌日には良好な発酵と添加物に吸着して軽減し、5 日目には、殆んど悪臭 (2, -1) を感じられなかった。

第5表 臭気の変化 (試験Ⅲ)

区分		経過				
		0	2	4	7	10 (日)
官能法	1回目	3. -2	3. -1	3. -1	2. -1	-
	2回目	3. -2	3. -1	2. -1	2. -1	1. 0
NH ₃ ppm	1回目	0	210	590	470	-
	2回目	0	415	680	540	140

注: 1) 官能法: NH₃……第3表と同じ
2) H₂S: 検出されず

以上のことより、連続投入方式は、非常に良好な発酵が認められ、微生物による分解が顕著であり、また、悪臭も著しく軽減された。

4. 現地施設調査

1) 発酵温度の変化

発酵温度の変化は第8図のとおりである。開始直後の品温は 22℃ と微生物が活発な活動するのに十分な温度であったが、品温の上昇はゆるやかであった。これは、開始時の水分が 73.5% と非常に高かったため、おがくずを一部添加していても、下層が嫌気状態になったためと考えられる。しかし、3 月下旬のためハウス内気温が上昇し、水分蒸散量は多くなり、そのため、物性が段々と良くなるにつれ、発酵温度も徐々に上昇し、8 日目に最高温度 65℃ を記録したものと考えられる。

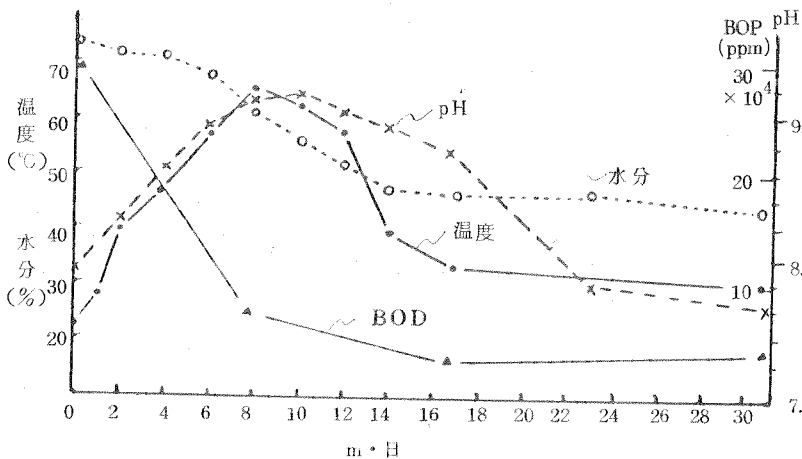
2) pH, BODの変化

pH, BOD は第8図に示したとおりである。pH は、開始時 7.59 と弱アルカリであったが、今までの試験と同様に発酵温度とともに上昇し、8 日目に最高の 9.18 となり、そして、徐々に低下し、終了時には菌体の pH に近い 7.60 となった。

BOD は、開始直後 297,000 ppm (乾物当たり) と非常に高かったが、試験Ⅲの連続投入方式と同様に微生物による分解が顕著に認められ、16 日目には 10.6% となった。

3) 水分の蒸散量

水分の変化は、第8図のとおりである。開始時水分は 73.5% であったが、8 m (7 日目) では 60.2%、17 m では 48.2%、終了時 (31 m) には 43.5% に低下した。これを水分蒸散量でみると、投入部より 17 m 地点までは 3.54 kg/m²・日であったが、終了時まででは 2.06 kg/m²・日と著しく蒸散量は低下し



第8図 発酵温度, 水分, pH, BOD の変化(現地調査)

た。これは、17の地点の水分は46.8%と良く低下していたが、これより終了時までの水分蒸散量が少なくなったのは、表層にある個体は乾燥により内部からの水分移動が表面の蒸散に追いつかず、また、攪拌回数が少なかったため、乾燥した個体が表層を覆ったためと考えられる。

4) ハウス内臭気

臭気は、投入部で4、-3と強い悪臭が認められ、6m地点まで硫化物による悪臭(3、-2.5)が感じられたが、これは、投入部の水分が73.5%と高かったため、下層がやや嫌気状態となっていたためと考えられる。それより先は、悪臭を余り感じなかった。

要 約

ハウス乾燥施設内で、豚生ふんに添加物を混合して水分調整し、低堆積による発酵と防臭効果、及び、放線菌の効果について検討した。

1. 豚生ふんと発酵堆肥、または、放線菌添加堆肥により水分65%に調整した場合、寒冷期に20cmの低堆積でも良好な発酵が認められた。おがくずによる調整区は、初期発酵が僅かに遅れる傾向が認められた。

2. 臭気については、発酵堆肥または放線菌添加により水分65%区は、開始直後に悪臭(3、-2)が認められたが、発酵により著しく軽減した。しかし、高水分(70%)区は、発酵が認められず嫌悪臭(4、-3)が長期間持続した。なお、おがくず添加区は防臭効果が顕著に認められた。

3. 放線菌添加効果は、水分65%の場合、他の添加物調整区と比較して、発酵後半に高温期間が持続し、その

ため水分蒸散量(3.2g/m²・日)が、僅かに向上する傾向が認められた。また、防臭効果についても、他区よりかなり高く効果が認められた。

4. 放線菌群数は、50℃培養条件において、1・2・3区の間之余り差はなく、4区のおがくず添加区は、やや低く推移したが、終了時にはほぼ同数の群数(10⁷)が認められた。

5. リサイクル物調整による連続投入方式も、水分が適度で物性が良ければ、良好な発酵が認められ、微生物による分解が顕著に認められ(BOD終了時12.4%)、また、悪臭も発酵により軽減した。

6. 現地調査の結果では、投入材料は73%の高水分であったので、初期昇温はゆるやかであったが、8日目には最高温度65℃を記録し、良好な発酵が認められた。臭気は投入部より6m地点まで、高水分のため硫化物による悪臭が感じられたが、それより先は軽減し、あまり悪臭を感じなかった。

文 献

- 1) 有馬 啓, 田村学造編: 生物による環境浄化, P 243 - 251, 東京大学出版会 1980
- 2) 檜垣繁光: 畜産の研究, 32, 5: 617 - 621, 1978.
- 3) 農林省畜産局監修, 家畜排せつ物の処理・利用の手引き p 12 - 35 中央畜産会 1978.
- 4) 田口清実, 森 昭治, 江崎 正, 上原洋一: 福岡種畜研報: 129 - 141, 1975.
- 5) 田中米実, 田中稔篤, 南里信也, 林田晋策: 発酵工学, 56, 6: 788 - 793, 1978.