

食品工場汚泥の堆肥化に関する研究

竹野大志・釜谷剛・上田成一・村上正文・久保克己*

An experiments on making compost from the organic sludge of the food factory

Taiji TAKENO, Takesi KAMAYA, Seiichi UEDA, Masahumi MURAKAMI, Katumi KUBO

The composting is important for recycling of the organic sludge. However it produces the odor and it 's the difficult process. Thereupon, purpose of this research is the development of the composting technology that has the concern for the environment and a little labor consumption. We attempted to compost the organic sludge from the marine food factory.

The results were as follows;

The fermentation could be promoted by aeration instead of mixing. The odoral substance was able to be decreased, because we covered the dry compost on the organic sludge. The period when it requires to fermentation was 5 weeks. Furthermore, the organization of T-N and T-P of the fermentable compost that was completed was T-N: 1.9%, P₂O₅: 1.2%. The safety was confirmed by the germination test.

Key word : Compost, Odor, Organic sludge キーワード:コンポスト,臭気,有機質汚泥

1 はじめに

污水处理過程で発生する汚泥は、焼却処理した後、焼却灰を埋め立て処分するのが主流となっているが、最終処分地の確保は年々困難となっており有機性汚泥の再資源化が望まれているところである。しかし、有機性汚泥の再資源化を行う上で、重要な技術となっている堆肥化は、悪臭発生や作業の煩わしさから、実際に堆肥化を行っている事業所は少ない。そこで、本研究は、産・学・官共同で環境にやさしく、労力の少ない堆肥化技術の確立を目的とし実験したので報告する。

2 実験方法

水産食品加工場から排出される生汚泥を原材料として、図1の工程で2回工程行った。

<発酵槽> 図2の状態に堆積した 1.8m^W × 1.8m^L × 1.6m^H の発酵槽を3連にしたものを用いた。なお、試験区①②は混合物上下の完熟堆肥が無い状態で、堆積容量は5m³程度である。

<実験条件> 各試験区の実験条件を表1に示す。今回の実験では、炭素率・水分調整材に粉殻を利用し、種菌として土とあらかじめ完熟した堆肥を使

い、各材料を十分に混合して発酵槽に堆積した。1回目の試験区③と2回目の試験区④は全く同一の条件である。

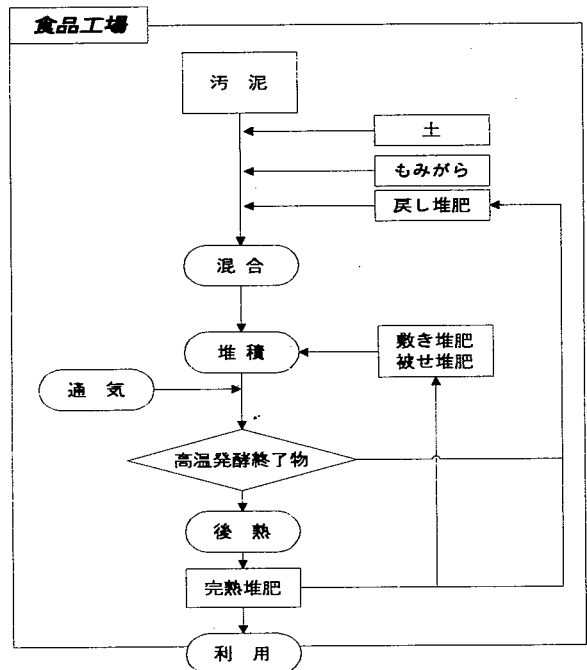


図1 堆肥化工程フロー

表1 実験条件

		混合容量比				被せ堆肥 敷き堆肥	期間 (週)	散気時間 (h)		切り返し
		汚泥	粉殻	土	戻し堆肥			初期	通常	
第1回実験	試験区①	2	5	1	—	無	7	48	—	1週間毎
	試験区②	2	3	1	3	無	7	48	—	1週間毎
	試験区③	2	3	1	3	有	5	48	1h/day	なし
第2回実験	試験区④	2	3	1	3	有	5	48	1h/day	なし
	試験区⑤	2	3	1	3	有	4	24	1h/day	なし
	試験区⑥	2	3	1	3	有	4	24	1h/day	なし

*長崎県工業技術センター

<通気方法> 発酵槽の底に、30 cm間隔に設置した散気管から、堆積開始時の24~48時間、その後は1日当たり1時間、100 ℓ/min・m³の速度で散気した。さらに2回目の試験区⑥では垂直方向に直径5 cmの穴空き塩化ビニールパイプを埋め込み通気した。なお、試験区①②については、重機を用いて1週間毎に切り返した。

<試験項目及び試験方法>

試験項目及び試験方法を表2に示す。温度及び検知管法によるアンモニア濃度の測定は現場で行った。

3 結果および考察

(1)温度

堆肥化期間中の堆積物上部から30cm内部の温度変化を図3・図4に示す。第1回実験の仕込み直後は通常どおりの発酵によって温度上昇が見られたが、翌日には低下した。これは、仕込み後の通気が過度であったと考えられ、通気量を150 ℓ/min・m³から100 ℓ/min・m³に改めた。それ以後は順調に堆積温度は上昇した。試験区③④⑤⑥では各試験区とも切り返しは行わず、発酵を進めた。試験区⑥は垂直方向の通気管の効果によって、2週間経過後には堆積温度は70℃を下回り始め、試験区④⑤と温度の経時変化に差が見られた。なお、試験区⑤⑥については、堆積物中心部の発酵状態を確認するため、4週間後に切り返し再堆積した。

(2)水分

試験区①②については、1週間毎の切り返し時にサンプリングを行った。また、試験区③④⑤⑥については仕込み時と高温発酵終了時にサンプリングし、乾燥重量法で測定した。その結果を図5に示す。仕込み時の理想的な水分は、55~60%であるが、本実験では65%前後の仕込みとなった。いずれの試験区においても、発酵期間中の発熱によって蒸散し、水分は10%~21%減少した。しかしながら、試験区①の水分については、試験後半に堆積物に雨が降り込み、6%程度の減少にとどまった。

(3)pH

堆積後1~3週間目のpHは中性から弱アルカリ性(pH8以上)を示したが、その後、徐々にではあるが低下の傾向を示した。この時のpHの上昇はアンモニアの発生によるものであり、pHの低下はアンモニアの硝化によるのが主な原因と考えられる。

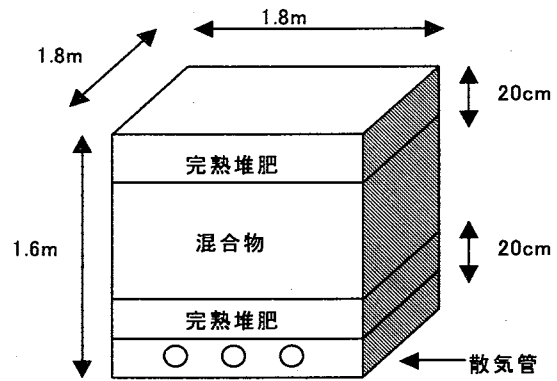


図2 試験区③④⑤⑥の堆積状態

表2 試験項目及び試験方法

分析項目	備考
温度	棒状温度計及び自動測定器
pH (H ₂ O)	ガラス電極法
水分	乾燥重量法
全炭素 (T-C)	全炭素測定装置
全窒素 (T-N)	ケルダール分解法
アンモニア 硫黄系化合物 トリメチルアミン	環境庁告示第9号に準拠 アンモニアについては検知管法
臭気濃度	官能試験法(三点比較式臭袋法)
肥料成分含有量試験	肥料成分分析法に準拠
発芽試験	コマツナによる幼植物試験法

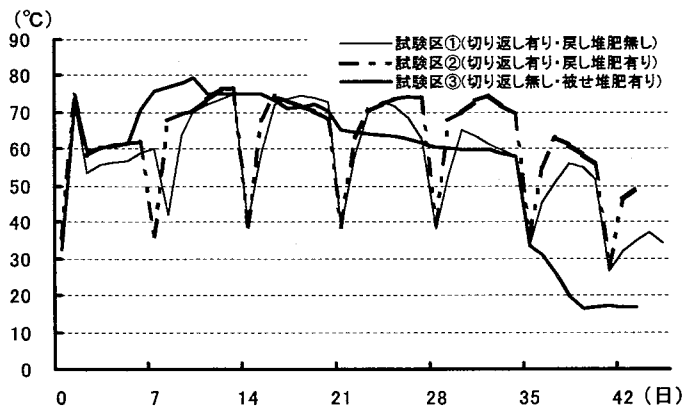


図3 第1回実験の温度経過

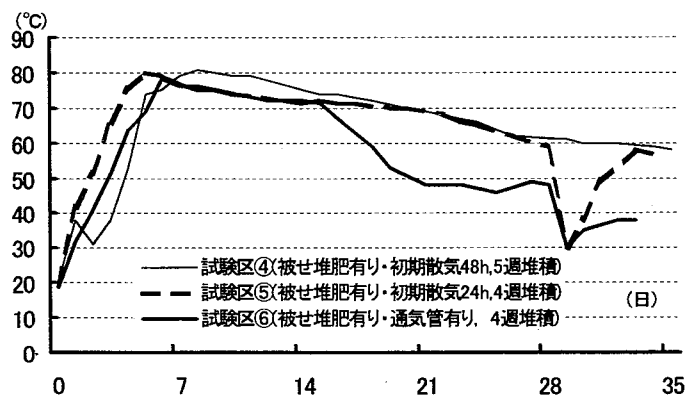


図4 第2回実験の温度経過

(4)アンモニア濃度

発生臭気の指標として堆積物直上のアンモニア濃度を検知管で測定した。測定結果を図7及び図8に示す。第1回実験の試験区①②は、堆積物を完熟堆肥で覆っていないので、発酵直後に高濃度のアンモニアが検出された。試験区①では、1日後に120ppm, 2日後に試験区②では最高の200ppm検出されたが、試験区③の最高値は20ppmであった。また、第2回実験では、完熟堆肥を被せたことによってアンモニアの発生を抑えることができた。試験区④⑥は期間中を通して10ppm以下であった。試験区⑤については、散気時のアンモニア濃度を確認するため、通気時に測定した。最高値で40ppm検出され、全体的にも④⑥より高い濃度で推移した。

(5)悪臭物質

第2回実験の試験区④⑤⑥について、仕込み時と4週間後とさらに後熟時に、堆積部直上より臭気を捕集し機器分析した。併せて三点比較式匂い袋法による官能試験も実施した。結果は表3のとおりであった。

(6)肥料成分分析

高温発酵終了物について肥料成分分析を行い、分析結果は表4のとおりであった。肥料取締法での重金属の基準は、満たしていたが、窒素とリン酸については、食品工業汚泥堆肥の推奨基準を満足していなかった。(推奨基準:T-N:2.5%以上, P₂O₅:2%以上)¹⁾

(7)コマツナによる幼植物試験結果

完成した堆肥の発芽阻害性を調べるために、コマツナによる幼植物試験²⁾を行った。発芽率はすべての試験区において約95%で発芽阻害は認められなかった。

まとめ

- ・高温発酵が終了するまでの期間は、約6週間であった。また、散気管を設置することで約1週間短縮することができた。
- ・期間中の堆積物の最高温度は、約80℃まで上昇し活発な発酵状態であった。
- ・完熟堆肥をあらかじめ被せることによって、発酵期間中の悪臭の拡散を抑えることができた。
- ・散気装置によって通気することによって、面倒な繰り返し作業を省くことができた。
- ・今回の実験により得られた堆肥は、十分に有用な物であった。

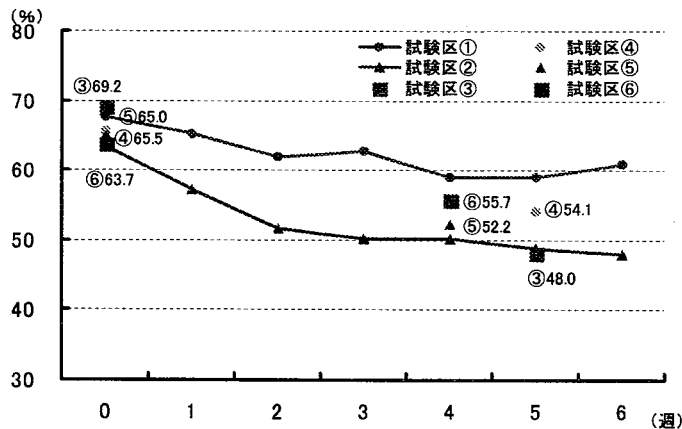


図5 水分変化

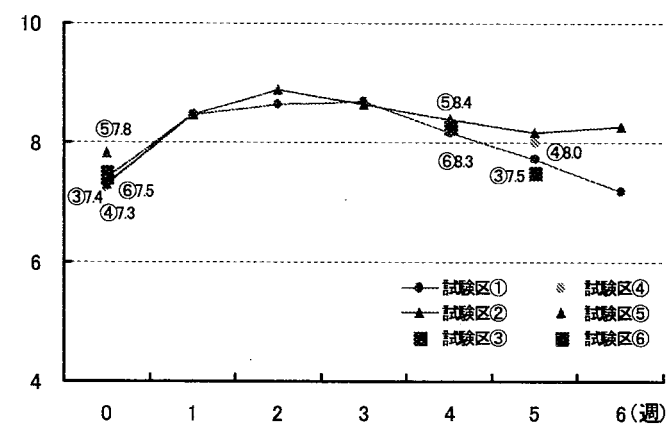


図6 pH変化

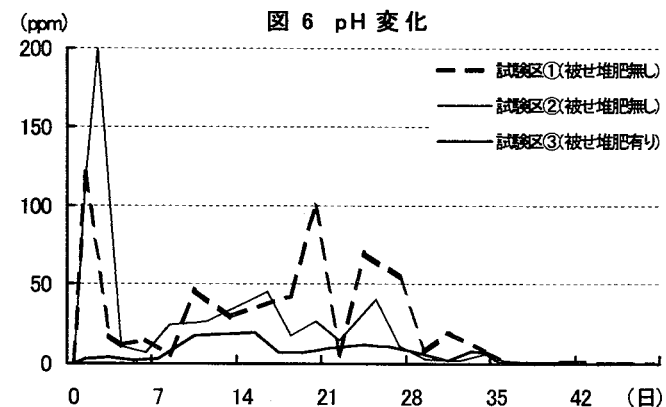


図7 第1回実験アンモニア濃度変化

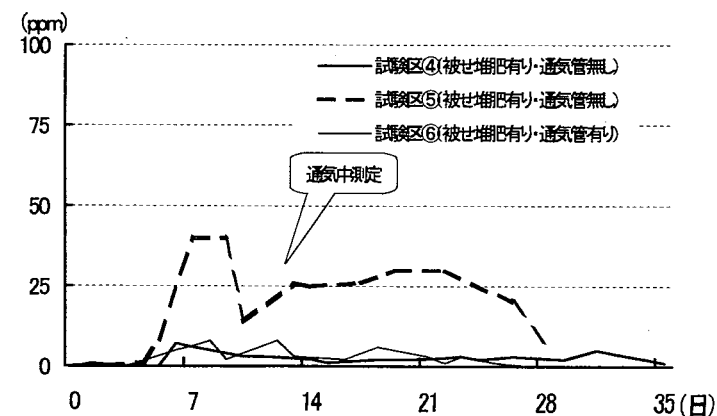


図8 第2回実験アンモニア濃度変化

おわりに

この研究成果は、「未利用資源堆肥化解説書(汚泥編)」として編纂し、県内の事業所や関係機関に配布した。

なお、今回の共同研究について、ご検討頂いた長崎県産業廃棄物資源化ガイドライン作成検討委員会の皆様に深く感謝申し上げます。当所以外の検討委員については次のとおりです。

- 長崎大学教育学部(玉利正人教授 農学博士)
- 長崎県総合農林試験場(岡野剛健 野菜花き部長)
- (株)八江農芸(草野政人 常務取締役)
- 長崎県廃棄物対策課(白井玄爾 参事)
- 長崎蒲鉾水産加工業協同組合(多以良純一工場長)
- 長崎県農業技術課(中須賀孝正 課長補佐・永尾嘉孝 課長補佐)

さらに、本研究に積極的な御協力を頂いた田中辰明課長及び同組合に厚くお礼申し上げます。

参考文献

- 1)全国農業協同組合中央会：有機質肥料等推奨基準に係る認証要領(1994)
- 2)藤原俊六郎,加藤哲朗：ベランダ・庭先コンパクト堆肥 (1990)
- 3)田中久晶他：畜ふん堆肥化に関する実証試験,長崎県衛生公害研究所報 43,43~45(1997)
- 4)長崎県産業廃棄物資源化ガイドライン作成検討委員会：長崎県産業廃棄物資源化ガイドライン—畜ふん編—(1998)

表 4 高温発酵終了物の成分分析結果

成分	単位	第1回実験			第2回実験		
		①	②	③	④	⑤	⑥
水分	%	60.9	47.8	48.0	54.1	52.2	55.7
PH	—	6.9	7.2	8.2	8.0	8.4	8.3
T-C	%	18.3	17.4	17.6	17.5	17.5	17.7
T-N	%	1.2	1.4	1.8	1.9	1.8	1.9
炭素率	—	16	12	10	9	9	9
NH ₃ -N	mg%	380	420	430	410	420	400
NO ₃ -N	mg%	61	58	63	72	65	71
P ₂ O ₅	%	0.83	0.93	0.89	1.20	1.13	1.15
K ₂ O	%	0.64	0.81	0.74	0.82	0.77	0.79
CaO	%	0.042	0.140	0.813	0.082	0.073	0.074
MgO	%	0.26	0.27	0.25	0.25	0.26	0.25
Mn	mg/kg	250	450	390	420	400	390
Fe	mg/kg	3300	9500	13700	9760	8830	8300
Cu	mg/kg	21	19	13	17	17	17
Zn	mg/kg	157	190	257	250	247	263
Na	mg/kg	2070	2370	2200	2360	2230	2230
Cl ⁻	mg/kg	230	440	240	300	350	280
T-Hg	mg/kg	0.14	0.14	0.14	—	—	—
Cd	mg/kg	0.2	0.3	0.3	—	—	—
As	mg/kg	4.8	6.5	18.3	—	—	—
Pb	mg/kg	5.3	8.2	11.1	—	—	—

表 3 悪臭物質測定結果

測定項目	仕込み時			4週間後			高温発酵終了物 (13週後)			※ 敷地境界基準 (A) (B)	
	④	⑤	⑥	④	⑤	⑥	④	⑤	⑥		
試験区	④	⑤	⑥	④	⑤	⑥	④	⑤	⑥		
アンモニア	<0.2	<0.2	<0.2	14.1	2	25	<0.2	<0.2	<0.2	1	2
トリメチルアミン	0.006	0.0016	0.0021	0.0007	0.0011	0.0009	0.0024	<0.0005	0.0019	0.005	0.02
硫化水素	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	0.02	0.06
メチルメルカプタン	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	0.002	0.004
硫化メチル	0.013	0.151	0.36	0.005	0.006	0.006	<0.001	<0.001	<0.001	0.01	0.05
二硫化メチル	0.44	0.217	0.128	0.002	0.005	0.002	<0.0009	<0.0009	<0.0009	0.009	0.03
臭気濃度	—	—	—	170	73	173	73	55	55	500	1000
臭気指数	—	—	—	22	19	22	19	17	17	27	30
臭気の質	—	—	—	刺激臭	刺激臭	刺激臭	弱い	弱い	弱い	—	—

※敷地境界基準の特定悪臭物質については、悪臭防止法の規制基準。
臭気濃度・臭気指数については、長崎県悪臭防止指導要綱基準。