

ディーゼルエンジンを利用した 燃焼脱臭・発電システムの実用化

石原 大治 *
Daiji Ishihara

秋吉 亮 **
Ryo Akiyoshi

前田 薫 ***
Kaoru Maeda

著者らは、臭気をディーゼルエンジンで燃焼脱臭し発電する「燃焼脱臭発電システム」を開発している。前報では、鶏糞の堆肥化装置（コンポスト）に適用し、その有効性を示した。本報では、含水率の高い豚糞の堆肥化装置からの臭気に適用し、以下を実証した。

- ①豚糞投入後数時間後に発酵が活発になると、酸素が炭酸ガスに化学変化するだけでなく、豚糞中の水分が盛んに蒸発し、臭気中の酸素濃度が低下する。このようなときも、臭気中の水蒸気を凝縮させるなどの対策を施し、本システムを安定に稼働させることができ、十分な脱臭効果を得ることができた。
- ②本システムの温排熱でコンポストに供給する空気を予熱することによって、冬季の寒冷地でも、十分な発酵状態を維持することができた。

キーワード：熱工学、燃焼、ディーゼルエンジン、脱臭、発電、堆肥化装置、コンポスト、豚糞、水分、含水率

1. はじめに

著者らは、次のような特長を持つ標記システムの開発を進めている。

- ①強烈な悪臭を無臭にする
- ②運転コストを大幅に低減する
- ③高濃度の悪臭ガスにも対応する
- ④廃棄物などの後処理が不要である

- ⑤容易に入手できる灯油が利用できる
- ⑥静粛性を考慮した設計である
- ⑦ボタン一つで運転できる

本システムを、鶏糞を堆肥化する際に発生する臭気に適用した結果、上記の特長を確認することができた(1)～(6)。

本システムは、原理的に、ディーゼルエンジンの吸気中にエンジンの駆動に必要な酸素が含まれ

* 研究開発事業部 熱流体技術部
** 研究開発事業部 熱流体技術部 工学博士
*** 中部エコテック株式会社 開発研究部 部長

表1 畜糞の含水率⁽⁷⁾

畜種		体重 (kg)	含水率 (%)
乳用牛	搾乳牛 ¹⁾	700	86
	搾乳牛 ²⁾	600~700	84
	乾乳牛	550~650	80
	育成牛	40~500	78
肉用牛	2歳以上	400~700	78
	2歳未満	200~400	78
	乳用種	250~700	78
豚	繁殖豚	150~300	72
	肥育豚	30~110	72
	子豚	3~30	72
採卵鶏	成鶏 ³⁾	—	70
	成鶏 ⁴⁾	—	60
	雛	—	70
ブロイラー	成鶏	—	70
	成鶏 ⁵⁾	—	40

1)生乳生産量が年間10,000 kg程度の場合

2)生乳生産量が年間7,600 kg程度の場合

3)低床式鶏舎の場合

4)高床式鶏舎の場合

5)暖房式のウィンドウレス鶏舎の場合

ていれば、どのような対象にも適用することができる。しかし表1⁽⁷⁾に示すように、牛糞や豚糞は鶏糞に比べ含水率が比較的高く、尿(牛ではふんの2倍、豚では5倍以上)が混入すると含水率はさらに高まる。したがって含水率が多い畜糞を堆肥化させる場合に、臭気中の水蒸気や、臭気に同伴する水滴が、本システムの稼働に悪影響を及ぼさないことを確認する必要がある。逆に、含水率の高い畜糞に適用できることが実証できれば、種々の畜糞はもちろんのこと、含水率の高い生ゴミの堆肥化にも適用できることとなる。

また本システムの2番目の特長である運転コストの低減には、電

力だけでなく、温排熱を利用できることが含まれている。堆肥化は好気性発酵であり、発酵のために供給している空気を予熱すれば発酵を促進できる可能性があり、特に寒冷地で起こりがちな冬季の発酵劣化を防止できる可能性がある。

そこで本システムが広範囲に適用できることを実証するため、以下の試験を実施することとした。

- ・本システムを、含水率が高い畜糞の堆肥化装置(コンポスト)に適用する。
- ・本システムの温排熱で、コンポストに供給する空気を予熱する。

2. 試験方法

図1に、コンポストを含めた装置全体のフローを示す。容量18 m³のコンポスト1台から排出される臭気は、凝縮器で水蒸気分圧を下げ、サイクロンで水滴を除去し、分配器を経て2台の燃焼脱臭発電システムで脱臭された。発電した電力は2台のコンポストのプロウに供給され、また温排熱は2台のコンポストの吸気として供給した。燃焼脱臭発電システムとコンポストを図2に示す。

計測は、温度、湿度、酸素濃度などを、豚糞投入後24時間にわたって行った。

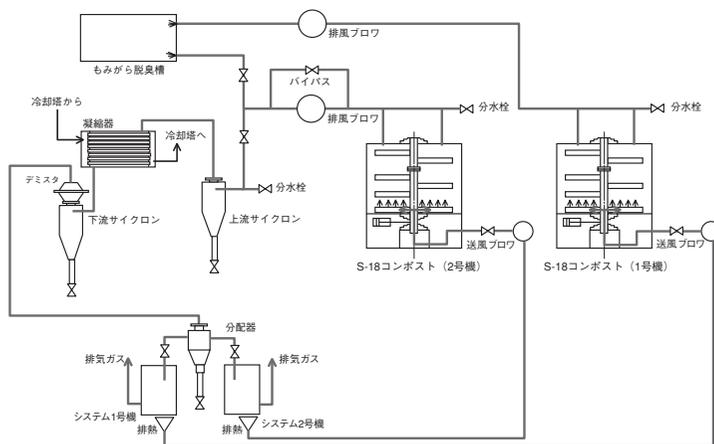


図1 コンポストを含む装置全体のフロー



図2 燃焼脱臭発電システムとコンポスト

3. 試験結果

①図3に示すように、豚糞投入後数時間後に、コンポスト内の温度は最高60℃～65℃程度、アンモニア濃度は最高3,000 ppmとなった。このとき酸素濃度は最低となった。

図中の●が発酵温度（右側の縦軸）を示し、それ以外のシンボルが各所でのアンモニア濃度（左側の縦軸）を示す。

②大気の酸素濃度は21%だが、発酵によって16%未満になると、本システムが不完全燃焼状態となった。酸素濃度低下の要因としては、酸素が炭酸ガスに化学変化する影響は1～2ポイントにとどまり、残りは水分の蒸発による水蒸気濃度上昇であった。

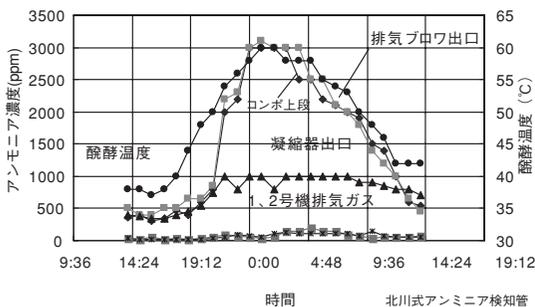


図3 豚糞投入後のアンモニア濃度と温度

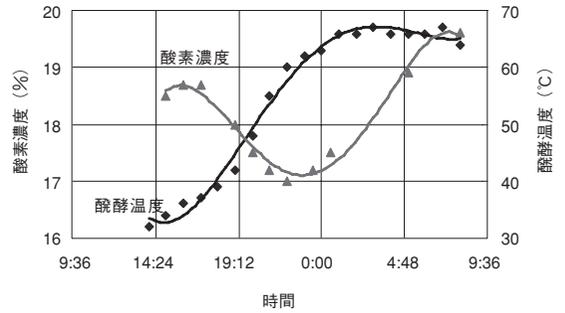


図4 豚糞投入後の発酵温度と酸素濃度

臭気の湿度は100%であり、水蒸気を凝縮させるなどの対策を実施した結果、臭気中の酸素濃度を16%以上に維持でき、本システムを安定に稼働させることができた。

コンポストに供給する空気量が減り新鮮な空気が混ざると酸素濃度が高まるが、この場合コンポストへの酸素供給が減るため好気性発酵が抑制され、コンポスト内の温度が上昇せずに発酵がますます抑制されるという悪循環に至る。しかし図4に示すように、コンポスト内の温度は豚糞を投入した後上昇し、そのときに臭気中の酸素濃度は最低となった。

すなわち本システムは、コンポスト内の発酵に悪影響を与えずに稼働することが確認できた。

③畜糞が発酵したときの臭気は、アンモニアが主成分であるとされている。表2にアンモニア濃度の計測結果を示す。本システムは、脱臭効果の仕様を満たしていることが確認できた。

④本システムの温排熱で、コンポストの吸気を予

表2 本システムの脱臭効果

	アンモニア濃度 (ppm)
脱臭後	60
脱臭前	2,500～3,000
仕様	脱臭率 90%以上

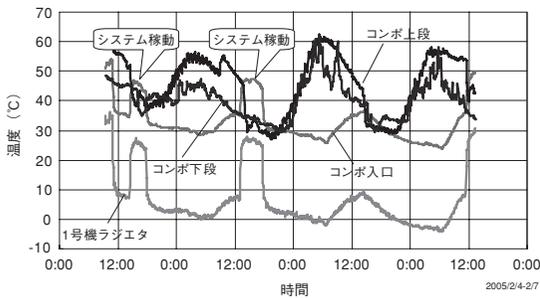


図5 温排熱の利用による発酵の促進

熱した。その結果、図5に示すように、冬季の寒冷地であるにもかかわらず、空気がコンポストに入るときに温度を常に30℃程度に維持することができ、夏季と同様の発酵状態を維持することができた。

4. まとめ

著者らが開発した燃焼脱臭発電システムが広範囲に適用できるものであることを実証するため、豚糞の堆肥化装置（コンポスト）からの臭気を脱臭する試験を行い、以下の結果を得た。

- ①豚糞投入後数時間後に発酵が活発になると、発酵によって酸素が炭酸ガスに化学変化するだけでなく、豚糞中の水分が盛んに蒸発し、臭気中の酸素濃度が低下する。このようなときも、臭気中の水蒸気を凝縮させるなどの対策を施し、臭気中の酸素濃度を16%程度以上に維持することによって、本システムを安定に稼働させることができ、脱臭率も十分高いことを確認した。
- ②本システムの温排熱によって、コンポストに供給する空気を予熱することによって、冬季の寒

冷地でも、夏季と同様の発酵状態を維持することができることを確認した。

謝 辞

本試験は、明智ジェネティクス(株)で行われ、その実施には多大なるご協力をいただきました。ここに記し、感謝の意を表します。

参考文献

- (1) 石原ほか2名、ディーゼルエンジンを利用した燃焼脱臭・発電システムの開発、I I Cレビュー（2004-4月号）p.60
- (2) 高原ほか7名、ディーゼルエンジンコージェネレーションシステムを利用した鶏ふん発酵臭気の脱臭、におい・かおり環境学会誌第35巻第1号（2004）p.49-55
- (3) 西川・高原、鶏糞発酵ガスの燃焼脱臭によるアンモニアと窒素酸化物の反応挙動、大気環境学会誌第38巻第6号（2003）p.377
- (4) 早川、高濃度悪臭ガスに対応した「脱臭・発電ディーゼルシステム」の開発、養鶏の友（2006年4月号）p.32
- (5) 秋吉・石原、ディーゼルエンジンで発電できる燃焼脱臭システム、農業機械学会誌第68巻第1号（2006）p.38-39
- (6) (財)畜産環境整備機構、家畜ふん尿処理施設・機械選定ガイドブック（脱臭・焼却・炭化処理施設編）（2006発刊予定）
- (7) 原田（農水省）、家畜ふん尿の特性と処理利用の基礎知識（1997）



研究開発事業部
熱流体技術部

石原 大治



研究開発事業部
熱流体技術部
工学博士

秋吉 亮



中部エコテック株式
会社
開発研究部 部長

前田 薫