

1 新技術情報 その2

鶏ふん堆肥化施設における燃焼脱臭装置の開発

栗田工業株式会社 新事業推進本部 資源化プロジェクト 桑原 育朗
三崎 岳郎

1. はじめに

鶏ふん堆肥化施設からはアンモニア濃度の高い排ガスが発生し、その臭気対策が課題となっている。これまで、運転コストが安価であることから、生物脱臭法や水洗脱臭法が多く採用されてきた。しかし、生物脱臭法の代表例である土壌脱臭法やロックウール脱臭法では、アンモニア濃度を平均200ppm以下に抑える必要があるなど、アンモニア濃度に制約がある。また、これらの方式ではアンモニアを含んだ排水が発生するため、排水処理施設も必要となる¹⁾。

高濃度のアンモニア濃度にも対応でき、且つ排水処理施設を必要としない方式として燃焼方式があるが、燃焼方式は燃料消費による運転コストの増大のため敬遠されてきた。そこで、高い熱回収率を有する蓄熱式燃焼装置を採用することにより、燃料消費量を抑えることが検討され、鶏ふん堆肥化施設に試験装置を設置して連続運転を実施するとともに継続的なデータを採取した。採取されたデータによって、蓄熱式燃焼脱臭装置がアンモニア分解率及び熱回収率において優れていることが実証された。

2. 蓄熱式燃焼装置の原理

図1に蓄熱式燃焼装置における熱回収の原理図を示す。蓄熱式燃焼装置は、蓄熱体と呼ばれるセラミックハニカムが充填された複数の蓄熱塔、燃焼室及びガスの流れを切り替える切替弁から構成される。臭気ガスは、熱を保持した一方の蓄熱塔を通過することによって燃焼温度近傍まで予熱される(熱の流れ:蓄熱体→臭気ガス)。臭気ガスは蓄熱塔で予熱されているため、燃焼室においては燃焼温度(800?850°C)に達するのに必要な熱量分だけが与えられ、アンモニアを主体とした臭気成分が酸化分解される。浄化された高温ガスは、もう一方の冷えた蓄熱体が装填された蓄熱塔を通過して蓄熱体に熱を与え、ガス自体は100°C前後まで冷却される(熱の流れ:浄化ガス→蓄熱体)。蓄熱体を通過するガスの流れを一定時間毎に逆転させることにより蓄熱体に蓄熱と放熱を繰り返させ、90%以上の熱回収率を維持する(図1においてPhase I →Phase II とPhase II →Phase I を繰り返す)。

蓄熱塔の数により2塔型、3塔型及び5塔型、あるいは切替弁が回転する、いわゆる回転バルブ型などがあり、ガスの流れの切り替えに工夫が試みられている。

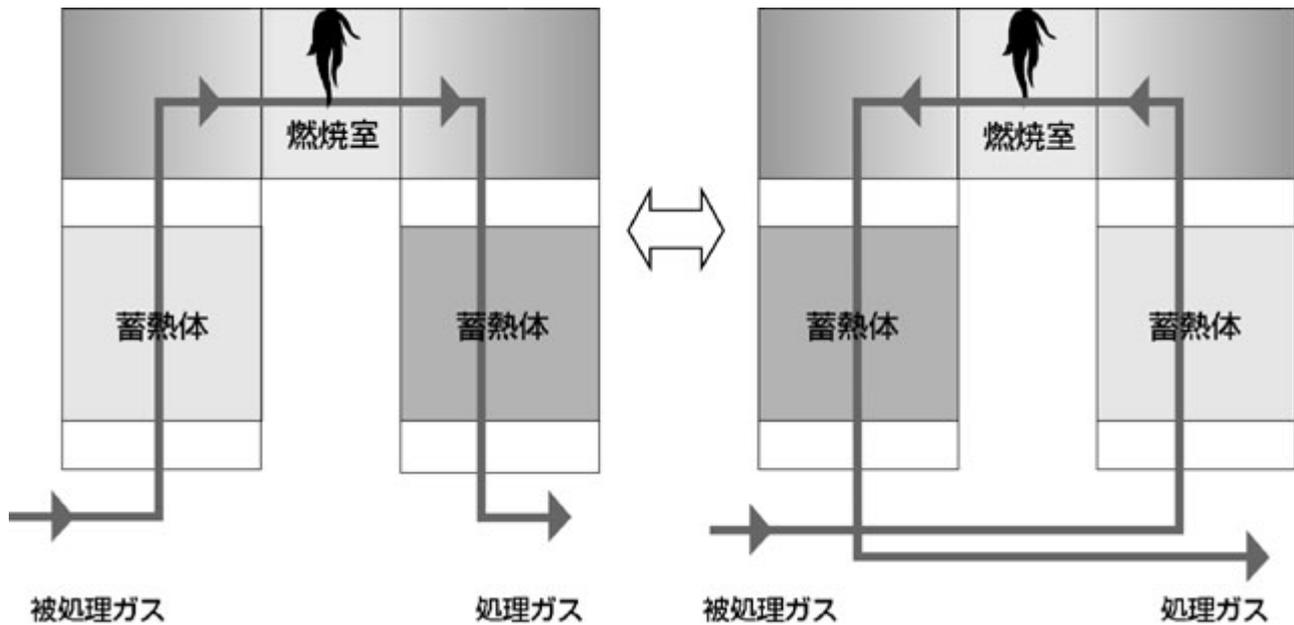


図1 蓄熱式燃烧装置の熱回収原理

3. 鶏ふん堆肥化施設への適用

財団法人畜産環境整備機構の事業の一環として、家畜排せつ物堆肥化施設のなかでもアンモニア濃度が高いといわれている鶏ふん堆肥化施設への適用開発を行い、継続的なデータを採取した。

(1) 施設の概要

全長約100mの開放直線型スクープ式堆肥化装置のうち、臭気ガスが大量に発生すると推察される原料投入入口側1/3(約30m)をカーテンで仕切り、天井部に捕集管を設置した。

高濃度のアンモニアを含む臭気ガスは、捕集管から吸引ファンにより連続的に排気され、蓄熱式燃烧脱臭装置内で酸化分解された後、高さ10mの煙突から大気に放出される。

蓄熱式燃烧脱臭装置の主な設計仕様は次の通りであり、その全景写真を写真1に示す。

- ・設置場所 : 株式会社岩手シーアイファーム内(現:アイ・ティー・エスファーム(株)内)
- ・装置型式 : 2塔型蓄熱式燃烧脱臭装置
- ・処理ガス量 : 170m³/min
- ・アンモニア濃度 : 200ppm
- ・アンモニア分解率 : 90%以上
- ・熱回収率 : 90%以上
- ・燃料 : A重油(但し、パイロットバーナ用はLPG)



写真1 蓄熱式燃焼脱臭装置 全景写真

(2) 試験結果

1) 結露防止策としての浄化ガスの熱利用

堆肥化施設から排出される臭気ガスは水分飽和であることから、蓄熱式燃焼脱臭装置の入口ダクト等の低温部分において水分が結露しやすい。水分の結露は装置材料の腐食などの悪影響を与えるため、防止する必要がある。その防止策として、約100℃の浄化ガスの一部を蓄熱式燃焼脱臭装置の入口側に循環することによって、入口ガス温度を数度昇温させることを試みた。内部点検等により、浄化ガスの一部循環が水分結露の有効な防止策であることが確認された。

2) アンモニア濃度とアンモニア分解率

蓄熱式燃焼脱臭装置における入口アンモニア濃度、出口アンモニア濃度及びそれらの値から算出したアンモニアの分解率の推移を図2に示す(月別平均値)。

鶏ふん堆肥化施設から発生する臭気ガスの主成分であるアンモニア濃度は、脱臭装置設計時の予想値である200ppmを大幅に上回る1,000～2,500ppmの高濃度が年間を通じて発生していた。1月～3月が最も低く、7月～11月の期間は約2,000ppmの濃度を示し、アンモニア濃度が季節(外気温度)に大きく影響を受けることもわかった。

なお、他の代表的な悪臭物質については、硫化水素はほとんど含まれず、メチルメルカプタン、硫化メチル及び二硫化メチルについても1ppm以下であった。

高濃度のアンモニアに対して、年間を通じて90%以上の安定した分解率を維持し、季節間のアンモニア濃度の変化に対しても十分対応することが確認できた。

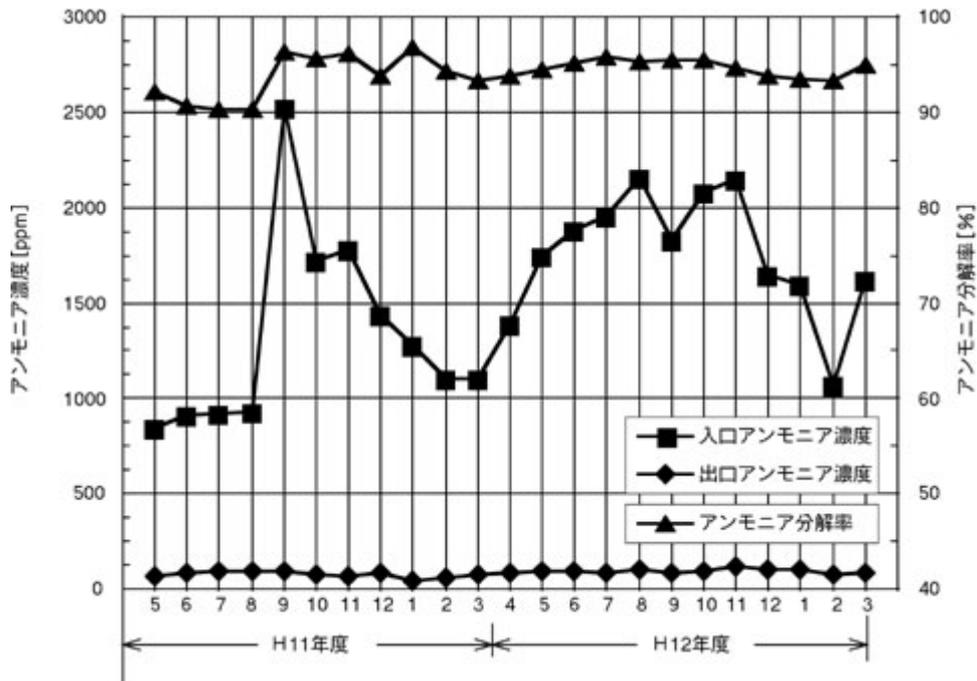


図2 アンモニア濃度及びアンモニア分解率の推移

3) ユーティリティー消費量

燃料消費量と電力消費量の推移を図3に示す(月別平均値)。A重油の平均消費量は16L/hであり、電力の平均消費量は21kWであった。

4) 窒素酸化物の生成

燃焼脱臭方式に対して、アンモニアが酸化分解されることによる窒素酸化物の生成がマイナス要因として指摘されている。しかし、約2,000ppmの高濃度アンモニアに対しても、窒素酸化物濃度は200ppm以下であり、アンモニア濃度に対する窒素酸化物への転換率は10%以下であった。

これは、燃焼炉内において、燃焼によって生成する窒素酸化物と流入するアンモニアが反応して窒素酸化物が窒素に転換している、即ち、燃焼炉内で無触媒脱硝反応が生じているものと推察される。

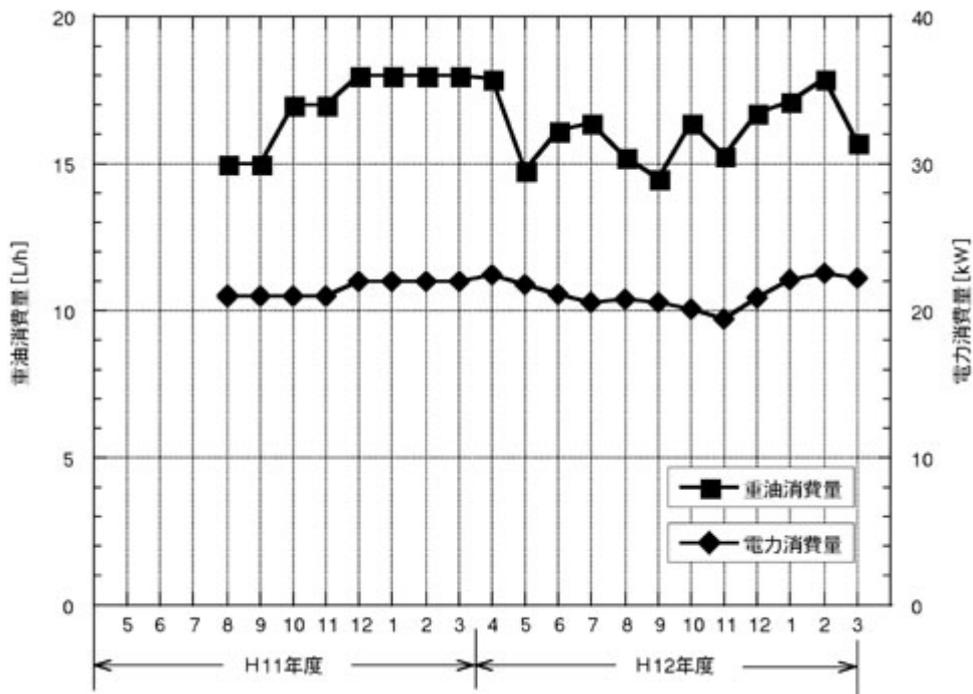


図3 ユーティリティー消費量の推移

4. 今後の展望と課題

蓄熱式燃焼方式には2塔型、3塔型及び5塔型、あるいは回転バルブ型などの型式があることは既に述べた。鶏ふん堆肥化施設への適用開発は最もシンプルな2塔型で実施して、その優れた性能が実証されたが、ガス流れの切り替え時に生じる未処理アンモニアの排出を極力防止することや、さらなる熱回収率の向上のために、他型式の採用も視野に入れて検討することが必要である。そこで、堆肥化施設に対して回転バルブ型を採用した代表例について、その諸元を試算した。なお、試算は円型及び直線型の堆肥化装置について各々2ケースの規模に対して行った。その結果を表1に示す。

また、浄化ガスは約100℃程度の温度レベルであることから、その熱利用には限りがあるものの、今回実施した結露防止等の利用法などの成果を踏まえ、堆肥化施設を含めた全体システムとしての熱利用、省エネルギーを考察することによって、さらなる運転コストの検討が重要であると考えられる。

表1 ケーススタディ結果

鶏ふん処理量	15 ton/日		30 ton/日	
堆肥化槽型式	円型	直線型	円型	直線型
	直径15m	幅2.5m×長さ100m	直径20m	幅2.3m×長さ100m
捕集ガス量	140m ³ /min		250m ³ /min	
アンモニア濃度	1,000ppm			
温度	60℃			
脱臭装置型式	回転バルブ型			
装置径	2,700φ		3,700φ	
装置高	5,000H			
敷地面積*)	4,000×8,000		5,000×9,000	
燃料消費量(A重油)	11L/h		17L/h	
電力消費量	25kW		40kW	
*)敷地面積は蓄熱式燃焼脱臭装置のみの面積(堆肥化施設は含まない)。				

5. おわりに

鶏ふん堆肥化施設において蓄熱式燃焼脱臭装置が有効であることが実証され、そこで得られたデータは、今後ますます重要性が増す家畜排せつ処理施設の脱臭装置の設計・運転に貢献するものと確信している。

謝辞

鶏ふん堆肥化施設における蓄熱式燃焼脱臭装置の開発は、財団法人 畜産環境整備機構から補助金を受けて「家畜排せつ物処理コスト低減等技術開発推進事業」の一環として実施したものである。実施に当たっては、株式会社岩手シーアイファーム(現:アイ・ティー・エスファーム株式会社)から、鶏ふん堆肥化施設や敷地の利用など多大なる協力を頂いた。ここに、財団法人 畜産環境整備機構及び株式会社岩手シーアイファーム(現:アイ・ティー・エスファーム株式会社)に御礼申し上げます。

【参考文献】

- 1)中央畜産会「堆肥化施設設計マニュアル」