

アンモニア回収装置の高度化 —薬液濃度自動調整による酸性薬液使用量の削減—

福重直輝

(東北農業研究センター)

Enhancement of Ammonia Recycling Apparatus

-The Reduction of Acidic Fluid Consumption by Automatic Chemical Concentration Regulate System-

Naoki FUKUJU

(NARO Tohoku Agricultural Research Center)

1 はじめに

吸引通気方式や密閉型堆肥化施設での排気は高温・多湿であり、アンモニア濃度が場合によっては数千～数万 ppm に達するため、既存の生物脱臭法や吸着法による脱臭装置の処理限界を超えている場合が多い。アンモニアをリン酸や硫酸との中和反応によってリン酸アンモニウムもしくは硫酸アンモニウムとして回収する簡易スクラバ脱臭装置が開発されている。しかし、現在のスクラバ脱臭装置は高濃度臭気に対応しているため、中小規模農家の堆肥化施設における脱臭でも高濃度時と同じランニングコストがかかり、更なる普及には脱臭装置の酸性薬液の使用量および電力消費量を低減する必要がある。これまでに回収作業中の使用電力量削減のため、薬液加温ヒータの移設、アンモニア回収装置に pH センサーと薬原液ポンプを付加し、一定 pH 値または一定重量になるまで薬原液ポンプを起動するように制御方法を変更した。これにより回収に必要な薬液の加温を薬液調整過程で発生する水和熱と回収過程に発生する中和反応熱を利用が可能となり、開発時、常に起動状態にあったヒータの稼働時間を約 5 時間に短縮できた。この結果、回収過程の全消費電力量は改良前と比較して約 61% の削減を行った。これまでの装置の改良・制御方法の見直しにより、回収後薬液の pH および重量が一定になり、薬液の使用量削減の可能性が示された。

本試験では改良後の使用薬液量を通常運転時のそれと比較し、薬液使用量削減のための運転方法の検討を行った。

2 試験方法

(1) 酸性薬液使用量の削減方法

アンモニア回収装置は①堆肥排気からの水蒸気が入ることによる薬液の希釈、②回収装置の薬液槽のヘッドスペースが不十分であるため、アンモニアの回収効率が低下し、③作業者の視覚・嗅覚に頼った薬液調整のため、回収能力が残っている薬液でも、交換してしまう場合が多く、薬液のムダが発生している。①と②の対策として、少量・高濃度の酸性薬液を利用し、②と③の対策として薬液の自動調整・自動排水機能を付加した。

(2) 薬液の自動濃度調整機能

薬液の無駄①、②、③の対策には、薬液全重量のモニタリングする機能が不可欠である。そこで薬液自動濃度調整機能を付加したアンモニア回収装置に新たにロードセルを設置した。pH メータ、薬原液ポンプとロードセルを連動させ、pH 値と重量を指標にして薬原液ポンプを起動するように装置の改良、制御プログラムを変更した。また、回収過程でアンモニア回収による薬液 pH が上昇した場合にも濃度調整する機能を付加した。

(3) 測定方法

自動濃度調整機能を付加したアンモニア回収装置に、吸引通気堆肥化施設の排気を想定したガスを通気し、アンモニア回収試験を行った。

ヒータを常に起動した通常運転、薬液温度が 60℃ 一定に保つように制御したヒータ間欠運転および今回の改造による pH 調整運転法において、それぞれ

れ、薬液（硫酸, 25%濃度希釈）を同量使用し、吸引
 通気堆肥化施設の排気を想定した 20000ppm 濃度の
 アンモニアガスの回収を行い、回収漏れが始まるま
 での時間、入口濃度、出口濃度、薬原液投入量、薬
 液の pH の測定を行った。

運転条件はブロウを 4.1m³/min、ヒータ制御温度
 を 60℃に設定、スタート時の硫酸水溶液は 25%（水
 350kg）に調整し、アンモニア回収により薬液が pH
 7 になると自動的に薬原液（98%硫酸）を投入し、pH0.
 0 以下になるように再調整する。再回収の後、薬液
 総重量が 500kg、pH7.5 に達成するとアンモニア回
 収終了、自動排出されるように設定した。

3 試験結果および考察

（1）薬液 153kg を使用した場合、ヒータ間欠運転
 では 15 時間 21 分、ヒータ常起動の場合は 15 時間 5
 0 分のアンモニア回収が可能であった。ヒータの間
 欠運転では加温が不十分であるため、回収効率が低
 下し、回収時間が短縮されたと考えられる(図 1)。

（2）ヒータ低コスト運転法である Ph 調整運転法
 （ヒータ使用）では 16 時間 18 分、ヒータ無使用の
 場合では 16 時間 7 分の回収時間であった。Ph 調整
 運転法のヒータ起動の有無では大きな差は認めら
 れなかった(図 2)。このことから薬液の加温ヒータ
 の代替として薬液調整時に発生する水和熱および
 アンモニア回収時に発生する中和熱が利用可能で
 あると考えられる。

（3）4 つの運転方法についてアンモニア
 の吸着割合 ($[\text{NH}_4^+] \text{mol} / [\text{SO}_4^{2-}] \text{mol}$) をシミュ
 レーションした結果、回収終了時の割合は全調整運転（ヒータ間欠）が硫酸イ

オン 1 に対して、1.69、ヒータが常に運
 転の場合が 1.76、pH 調整運転ヒータなし
 が 1.82、ヒータ自動起動の場合は 1.89
 のアンモニアイオンが結合をしていた。
 本来、回収のできる硫酸アンモニウムは
 化学式 $[(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4]$ に示すように硫酸イ
 オンとアンモニウムイオンは 1 : 2 の状態
 が安定である(表 1)。

（4）pH調整運転法に変更することにより、1時間
 弱の回収時間延長となった。

（5）全量調整運転では153kgの硫酸を使用した
 が、pH調整運転では140kgで同量のアンモニアを回収
 することができ、薬液の調整方法をpH調整運転方法に
 することで、約10kg削減することができた。

4 ま と め

アンモニア回収装置に pH センサーと薬原液ポン
 プを設置し、薬液濃度調整の自動化、薬液の加温に
 水と熱・中和熱を使うことで、薬液加温ヒータの起
 動時間を短縮し、改良前の全消費電力を約 60%の削
 減することができる。また、アンモニア回収過程で
 薬原液を追加調整した場合、回収時間が延長し、薬
 液の使用量を抑えることができる。

表 1 回収終了までの時間と吸着割合

運転方法	回収時間	吸着割合	薬液使用量
①全調整運転 ヒータ:間欠	15:21	1.64	153kg
②全調整運転 ヒータ:常起動	15:50	1.76	
③pH調整運転 ヒータ:無	16:07	1.82	140kg
④pH調整運転 ヒータ:自動起動	16:18	1.89	

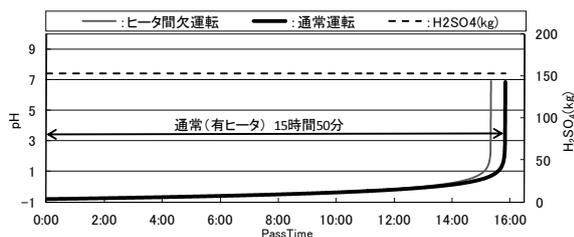


図 1 回収終了時間(全量調整運転)

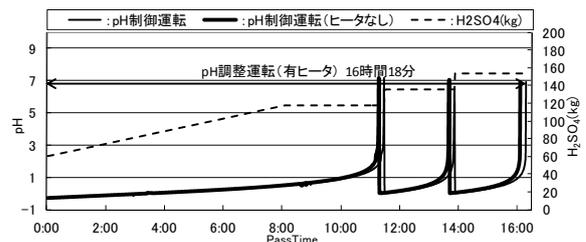


図 2 回収終了時間(pH 調整運転)