

高温好気発酵法による豚舎廃棄物の処理 —微生物の挙動に及ぼす BOD 負荷の影響—

東北大学 工学部 学生会員 李 玉賛 雨

東北大学 農学部 多田千佳

東北大学 工学部 正会員 千葉信男、山田一裕、徐 開欽、須藤隆一

1. はじめに

水域の環境保全および汚濁進行を防止する観点から、高濃度有機廃水の処理が大きな問題となっている。高濃度有機廃水の中で特に家畜ふん尿の場合、1990 年度に尿総排出量は年間 77,208 千 t で産業廃棄物総排出量 394,736 千 t のうちの約 20% を占めており、年々増加の傾向を示している。家畜ふん尿は水分が多く、BOD やアンモニアの濃度が高いため、通常の方法、すなわち、ふんと尿を別々に処理する方法では、いくつかの問題がある。そこで筆者らは¹⁾経済的な処理法として、高温好気発酵法を用いて微生物の活性を高めるために補助熱源(食用油)を豚ふん尿と混ぜて処理する方法について検討した。しかし高効率な処理のための微生物の特性についての研究がまだ明らかになっていない。

そこで、本研究では高温細菌、中温細菌の二つの細菌に着目して豚ふん尿の BOD 負荷変動がこれらの微生物の挙動に及ぼす影響について検討した。

2. 高温好気発酵法

高温好気発酵法では、高濃度有機廃水を適切な担体に吸収させた後、空気を供給して微生物の活性を高め高効率で有機物を CO_2 まで分解し、さらに、有機物が分解される際に生成する熱により水分を蒸発させる処理方法である。この方法は、有機物と SS の濃度が高い廃水の方が適する。そのため、高濃度有機廃水を希釈する必要がなく、有機物の分解を担う微生物を反応槽内に高濃度に保持できるため、反応槽単位容積当たりの処理速度が速いなどの利点がある。

3. 実験方法

実験装置は、図 1 に示す。実験に用いた四つの反応槽は内径 31cm のアクリル製容器(有効容積 19L)である。熱損失を防ぐために保温マントルを用いた。対象廃水となる豚ふん尿はふんと尿を含水率が 90% になるように調整した。運転開始時に反応槽に 9L の担体(オガクズ)を充填し、そこに汚泥として豚ふんのコンポストを 300g 添加した後、初期含水率が 50% になるように調節した。以後、反応槽の通気量 $100\text{L}/\text{m}^3\text{min}$ になるように設定した。各反応槽に豚ふん尿の BOD 負荷を 1, 3, 5, $7\text{kg}/\text{m}^3\text{d}$ に調節した廃水と補助熱源(食用油)を豚ふん尿投入量の 10% になるように調整し、1 日 1 回の頻度でそれぞれの反応槽に注入するようにした。なお、廃水を注入したあと攪拌は 10 分間行った。

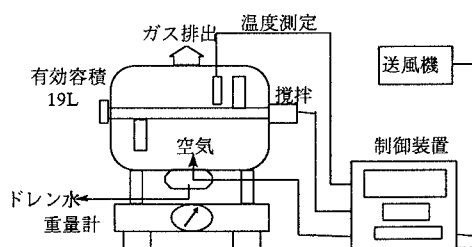


図1 実験装置

4. 結果と考察

微生物の活性を見るためには、有機物の分解時に熱が発生するので発酵温度の進行度合を見出すことが重要である。図 2 に BOD 負荷が 1, 3, 5, $7\text{kg}/\text{m}^3\text{d}$ の場合の発酵温度の経日変化を示す。運転開始から約 5 日目に定常状態になった。BOD 負荷が $5\text{kg}/\text{m}^3\text{d}$ までの条件では発酵温度が上昇したが、BOD 負荷が $7\text{kg}/\text{m}^3\text{d}$ ではそれ以上上昇せず約 10 日目から発酵温度が下がることが分かった。運転開始から 16 日目の細菌数を見ると(図 3)、高温細菌数は発酵温度が約 75°C 付近に達した BOD 負荷が $5\text{kg}/\text{m}^3\text{d}$ のとき約 $10^{10}\text{CFU}/\text{g}$ で他より多かった。一般的には有機物量が多ければ多いほど微生物の増殖量が多いが限度があると考えられる。

【キーワード：高温好気発酵法、豚舎廃棄物、高温細菌、中温細菌】

【〒980-77 仙台市青葉区荒巻字青葉 TEL 022-217-7472 FAX 022-217-7471】

このことから、高温細菌数から判断すると食用油を豚ふん尿投入量の10%添加し、BOD 負荷を $5 \text{ kg/m}^3/\text{d}$ にすると最適処理条件であった。中温細菌数は BOD 負荷が $7 \text{ kg/m}^3/\text{d}$ のとき他より多かった。そのとき発酵温度は 23°C であった。

BOD 負荷が $5 \text{ kg/m}^3/\text{d}$ のとき、高温・中温細菌数の経日変化を図4に示す。高温細菌数は運転開始直後から増加して16日目から約 10^{10}CFU/g で安定していた。中温細菌は発酵温度が平均 70°C と高温を維持していたために数が減少したが、11日目から約 10^7CFU/g に安定することが分かった。

BOD 負荷が $5 \text{ kg/m}^3/\text{d}$ のとき1サイクルにおける運転開始から11日目の発酵温度と高温・中温細菌の経時変化を図5に示す。高温細菌は発酵温度が上がるとともに数が増えた。中温細菌は発酵温度が高くなるにつれ数が減少したが、発酵温度が下がるとともに少し増加する傾向が見られた。このことから、1サイクルにおいて温度が下がっても中温細菌の有機物分解の役割もあると考えられる。

BOD 負荷が $5 \text{ kg/m}^3/\text{d}$ のとき豚舎廃棄物の重さの変化を見ると(図6)、発酵温度が定常状態になるまで実重量は少し増加するが、以後は、ほとんど増加せず、20日目の反応槽内の実重量と累積重量の差は、 11.64kg であった。さらに検討した他より投入された総豚ふん尿量の約77%がガスとして除去されていることが分かった。

5. まとめ

- (1)補助熱源として食用油を豚ふん尿投入量の10%を添加し、高温細菌を高濃度に維持するためには BOD 負荷を $5 \text{ kg/m}^3/\text{d}$ にすると最適であることが分かった。
- (2)BOD 負荷は $5 \text{ kg/m}^3/\text{d}$ のとき高温細菌数は 10^{10}CFU/g 、中温細菌数は 10^7CFU/g を維持できた。連続20日間の試験の結果、検討した他より投入された豚ふん尿の77%がガスとして除去されることが分かった。
- (3)1サイクルにおいて温度が下がっても中温細菌の有機物分解役割があることが推測された。

6. 参考文献

- (1)李 玉賛 雨、千葉信男、須藤隆一：高温好気発酵法による豚舎排水の処理、土木学会東北支部技術研究発表会講演概要集、684（1997）
- (2)須藤隆一：廃水処理の生物学、産業用水調査会

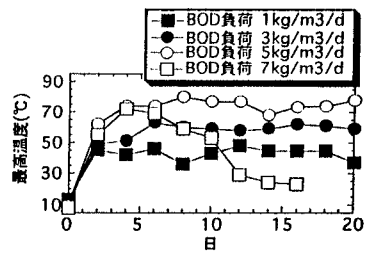


図2. BOD 負荷の変化と最高温度の関係

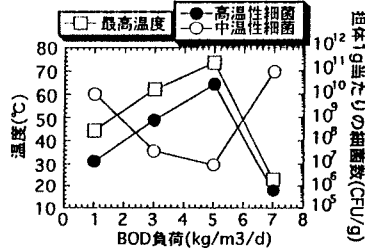


図3. 各 BOD 負荷における最高温度と細菌数の関係（運転開始から16日目）

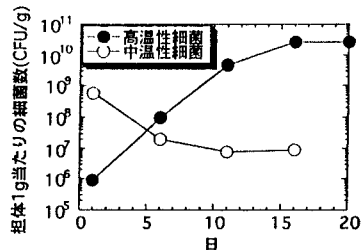


図4. 高温・中温性細菌数の経日変化 (BOD 負荷: $5 \text{ kg/m}^3/\text{d}$)

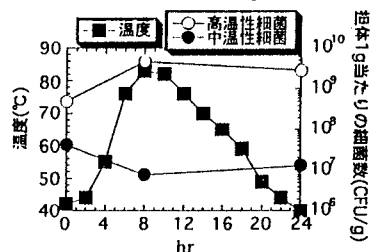


図5. 1 サイクルにおける温度と高温・中温性細菌数の経時変化 (運転開始から11日目、BOD 負荷: $5 \text{ kg/m}^3/\text{d}$)

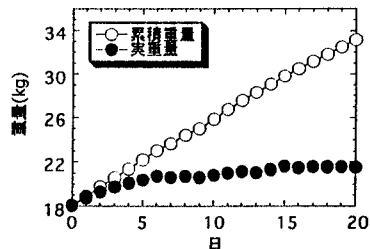


図6. 重さの経日変化 (BOD 負荷: $5 \text{ kg/m}^3/\text{d}$)