

Ⅶ-210

高温好気発酵法における高温細菌と中温細菌の役割

東北大学大学院工学研究科 学生会員 李瓚雨

茨城県科学技術振興財団研究員 多田千佳

東北大学大学院工学研究科 正会員 西村修、千葉信男、須藤隆一

1. はじめに

水域の環境保全および水質汚濁を防止する観点から家畜ふん尿の効率的な処理・処分が重要な課題となっている。近年開発された高温好気発酵法は、家畜ふん尿の中で豚ふん尿の処理が可能であり、その処理特性などが報告されている^{1),2)}。また、処理メカニズムを解明するためには、処理に関与する細菌の特性や役割などを明らかにする必要がある、有機物分解に関与している高温細菌の特性などが報告されている³⁾。しかし、本法の1サイクルでの温度は約30℃から75℃まで大きな変動をするので¹⁾、その温度変化の中で高温細菌と中温細菌それぞれの役割を明らかにする必要がある。

本研究では、高温好気発酵法による豚ふん尿(含水率90%)の処理における高温細菌と中温細菌の二つの細菌に着目して温度が変化する中でのそれぞれの役割について検討を行った。

2. 実験方法

3.1 処理期間中で高温・中温細菌の挙動および分離実験

実験では、有効容量19Lの高温好気発酵装置を用いた。実験に先立って反応槽に担体として杉チップを2.26kg充填し、そこに種菌として豚ふんで作製したコンポストを300g添加した。反応槽内の混合物の初期含水率としては50%になるように水道水を用いて調節した。そして、供試廃棄物である豚ふんはBOD₅負荷として $3\text{kg} \cdot \text{m}^{-3} \cdot \text{day}^{-1}$ 、補助熱源量(食用油)120mLを24時間に1回の頻度(1サイクルを24時間とする)で投入した後約10分間攪拌を行った。通気量は $100\text{L} \cdot \text{m}^{-3} \cdot \text{min}^{-1}$ として連続で送り、運転開始から1、5、15、30、45、60日目に高温・中温細菌の計数¹⁾および分離を行った。

3.2 分離した高温・中温細菌の有機物分解能力と増殖特性実験

SS成分を除いた豚ふん尿を滅菌水で10倍希釈したもの(豚ふん尿培地)を500mLの三角フラスコに100mL添加し、滅菌した後、吸光度で濁度を合わせた分離した高温・中温細菌をそれぞれの三角フラスコに添加した。分離菌を添加した三角フラスコは高温細菌は60℃、中温細菌は30℃のウォーターバスでそれぞれ12時間振とう培養した。この実験において、TOC減少量の高かった高温細菌2菌株、中温細菌2菌株については、nutrient broth $8\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$ の液体培地を用いて30℃と60℃での増殖特性を検討した。

3.3 温度変化による分離した高温・中温細菌の役割実験

3.2において最大増殖速度が高かった高温細菌1菌株、中温細菌1菌株を選択して滅菌豚ふん尿培地を投入した3つの三角フラスコにそれぞれ高温細菌のみ(RUN1)、中温細菌のみ(RUN2)、高温・中温細菌を等量混合したもの(RUN3)を吸光度で濁度を合わせて入れた。そして、高温好気発酵反応槽における1サイクルでの温度変化はオイルバスを用いて再現した。また、各RUNでのATP濃度を測定した。

3. 結果と考察

処理期間中、高温細菌と中温細菌数を計数した結果、高温細菌は、運転開始から15日目には約 $10^{11}\text{CFU} \cdot \text{g-cedar chip}^{-1}$ まで達して安定したが、60日目には $10^{10}\text{CFU} \cdot \text{g-cedar chip}^{-1}$ まで減少した。一方、中温細菌

【キーワード：高温細菌、中温細菌、高温好気発酵法、豚ふん尿】

【〒980-8579 仙台市青葉区荒巻字青葉06 TEL 022-217-7472 FAX 022-217-7471】

は、運転開始から減少する傾向が見られたが 15 日目からは $10^9\text{CFU} \cdot \text{g-cedar chip}^{-1}$ 程度で安定した。また、処理期間中、21 株の高温細菌と 37 株の中温細菌を分離した。45 日目に分離した高温・中温細菌のコロニーを電子顕微鏡で観察したところ (写真1) 高温細菌は桿菌、中温細菌は球菌であった。豚ふん尿培地を用いて分離細菌の有機物分解能力を検討した結果、高温細菌では T1 と T16 がそれぞれ 77%、75%、中温細菌では M11 と M15 がそれぞれ 69%、71% の TOC 除去率であり、他より高かった。有機物分解能力が高かった高温細菌 2 株と中温細菌 2 株の 30°C 、 60°C での増殖特性を検討した結果、高温細菌は 60°C で、中温細菌は 30°C でそれぞれ急激な増殖曲線が見られ、最大増殖速度 ($\mu_{\max}$) は、高温細菌が 0.54/hr (T1) と 0.42/hr (T16)、中温細菌が 0.37/hr (M11) と 0.33/hr (M15) であった。また、 30°C での高温細菌の増殖曲線は約 20 時間後より見られ、最大増殖速度 ($\mu_{\max}$) はそれぞれ 0.29/hr (T1)、0.27/hr (T16) であった。しかし、 60°C での中温細菌の増殖はほとんど認められなかった。最大増殖速度が高かった T1 と M11 について 1 サイクルの温度変化の下で、ATP 濃度を測定した結果を図 1 に示す。温度上昇に伴い高温細菌の活性度は上がり、中温細菌

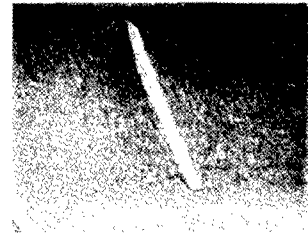
の活性度は下がることが分かる。しかし、高温細菌と中温細菌を混合した RUN3 では、温度変化の影響が少なく他より比較的安定していた。Graph での A は 70°C から 75°C まで温度が上がった後 70°C まで下がった時点であり、その時点には各 RUN 共に活性度が落ちることが分かる。このことから、最適最高温度は約 70°C であると考えられる。

4. まとめ

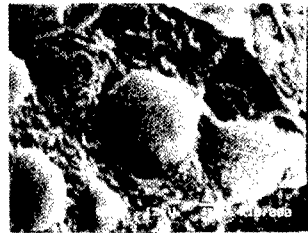
- 1) 処理期間中、高温細菌は $10^{11}\text{CFU} \cdot \text{g-cedar chip}^{-1}$ 、中温細菌は $10^{10}\text{CFU} \cdot \text{g-cedar chip}^{-1}$ でほぼ安定した。
- 2) 分離した高温細菌は桿菌、中温細菌は球菌であった。高温細菌は 60°C で、中温細菌は 30°C でそれぞれ急激な増殖曲線が見られた。中温細菌については、 60°C では増殖が認められなかった。
- 3) 高温・中温細菌共に存在する系では、温度変化の影響が小さく、比較的活性度が安定していた。また、 70°C 以上では高温・中温細菌共に活性度が低下した。

5. 参考文献

- 1) 李環雨、多田千佳、西村修、山田一裕、須藤隆一：高温好気発酵法による豚舎廃棄物の処理特性、水環境学会、Vol. 21、No. 12、pp. 862-868、1998
- 2) 李環雨、多田千佳、西村修、山田一裕、須藤隆一：高温好気発酵法による豚舎廃棄物の長期運転時の処理特性、環境工学研究論文集、Vol. 35、pp. 21-27、1998
- 3) K.S.Cho, B.G.Liu, Y.Agari, K.Sumiguchi, M.Takai and T. Mori: Function of Thermophilic Bacteria for the Complete Treatment of Organic Wastes in Thermophilic Oxidic Process, First International Specialized Conference on Microorganisms in Activated Sludge and Biofilm Process, LAWQ, pp.435-438, 1993

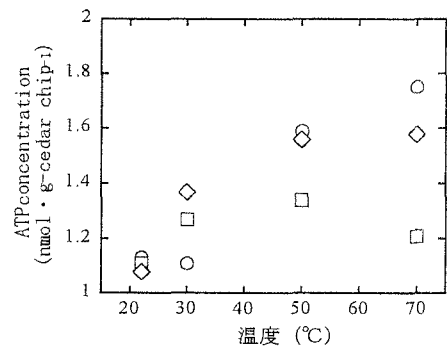


(a) 高温細菌

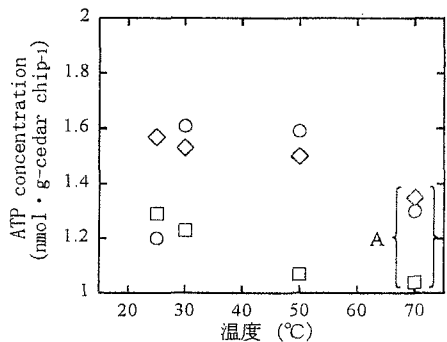


(b) 中温細菌

写真1. 分離した高温・中温細菌



(a) 温度上昇時



(b) 温度下降時

○ RUN1 □ RUN2 ◇ RUN3

図1. 各RUNにおける温度とATP濃度の関係