

最初沈殿池+DHS システムに付加する芳香成分による殺菌システムの開発

香川高等専門学校 創造工学専攻 学生会員 ○三好 直美

香川高等専門学校 正会員 多川 正

1. はじめに

我々の研究チームでは、「初沈+DHSシステム」を考案し、途上国での実現に向け、長期連続処理実験を行っている。しかしながら、DHS法によって処理された処理水の糞便性大腸菌群の対数除去率は、滞留時間を長くすることで除去を進めることができるが、ほぼ横ばいである。¹⁾

そのため、後段処理が必要と考えられた。

そこで、精油等に含まれる「芳香成分」に着目した殺菌方法を考えた。殺菌方法のメリットとして、天然の芳香成分を用いるため安全性が高く、大腸菌に絞った殺菌ができる等がある。本稿では、下水処理を安価でかつ安全に行うための処理システムの開発を行うことを目的に、芳香成分による殺菌の実験結果と、今後の展望を述べた。

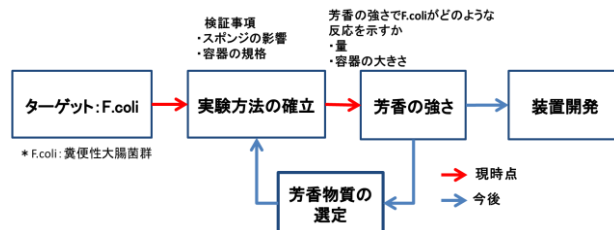


図-1 システム開発までの流れ



図-2 実験の様子(左図は上から、右図は横から)

2. 実験方法

(1) 初沈 + DHS リアクターの運転条件

本研究は、K 浄化センターに設置した、初沈+DHS リアクター(φ 0.8 m×H 5.25 m,有効容積 2.4 m³)のスポンジ単体で生物処理された後のサンプル(以下,DHS処理水と称す)を実験に用いた。リアクターの運転状況として、下水処理量 6.67 m³/日 で,HRT(水理学的滞留時間)を 2.4 時間とした。また、殺菌対象は糞便性大腸菌群(F.coli)としているが、ふん便汚染のあるところは必ず大腸菌が存在するため、本研究では大腸菌を殺菌の対象とした。

(2) 次亜塩素酸ナトリウムによる実験方法の検証

検証のために、芳香成分の比較として「NaClO(以下、NaClO と称す)」としているのは、現在の下水処理を殺菌する際に用いられることから、殺菌効果を容易に確認できると考えられたからである。200 mL(寸法:幅 6.2 cm,長さ 9.2 cm,高さ 4.5 cm)の容器に,DHS処理水を 28 mL 含ませた約 3 cm 正方体のスポンジと芳香成分約 0.05 mL の入ったバランスディッシュを置き、25 °Cで 24 時間暴露し、大腸菌に対する殺菌効果を検証した。容器の気密性は、パラフィルムを蓋と容器の接合部に巻き、担保した。芳香成分は、NaClO(残留塩素 5 %以上)を用いた。比較のため、芳香成分を用いない BL も同様に暴露し、コンパクトドライ(「ニッスイ」EC,日水製薬(株)製)に散布し、35 °C で 24 時間培養し、大腸菌の測定を行った。

(3) 芳香物質の探索

(2)と同じ実験条件で、芳香成分を増やして実験を行った。芳香成分として、シナモン精油、NaClO、ヒノキ、ティートゥリー、木酢、竹酢を用いた。大腸菌の測定は(2)と同じ方法で行った。6つの芳香物質を用いた理由は、表-1に示した。

表-1 芳香物質の選択理由

芳香物質	芳香成分	選択理由	主な用途
シナモン精油	リナロール	グラム陰性菌に抗菌作用を示すとされている	アロマセラピー
次亜塩素酸ナトリウム	塩素	殺菌効果	殺菌
ヒノキ	α-カジノール、α-ピネン	抗カビ性・抗菌性・消臭効果	建材、内装材
ティートゥリー	テルピネン-4-オール	精油の水溶性が高く、グラム陰性菌に活性を示す	アロマセラピー
木酢	有機酸	土壌の消毒や害虫忌避に使用されるため	農業利用
竹酢			

(4) 竹酢の量を変化させた場合の大腸菌の挙動

(3)の実験結果を踏まえて、暴露 25 時間で竹酢の量を 0.05 mL、0.5 mL、2.5 mL、5 mL と変化させ、大

腸菌の殺菌に効果のある濃度を探索した。実験は(2)と同様な方法で行った。

3. 実験結果及び考察

(2) 次亜塩素酸ナトリウムによる実験方法の検証

NaClO を用いた実験方法の検証結果を以下に述べる。暴露 24 時間の大腸菌の増加量は、BL が 1.0×10^1 CFU/mL, シナモン精油が 5.0×10^1 CFU/mL, NaClO は 0×10^1 CFU/mL という結果となった。NaClO (Cl₂)による殺菌を確かめられた。したがって、実験方法の妥当性を証明できたと考えられる。

(3) 芳香物質の探索

図-3は、6種類の芳香成分による大腸菌の殺菌効果を示した。殺菌効果を確認するために用いた NaClO を除き、24 時間の大腸菌の増加量を少ない順に上位三者を並べると、「ヒノキ」、「竹酢」、「シナモン精油」という結果になった。このような順になった要因として、芳香成分の化学構造の違いが考えられる。ヒノキの抗菌成分として α -ピネン(化学式: C₁₀H₁₆)と α -カジノール(分子式: C₁₅H₂₆O)がある。また、シナモン精油に含まれるリナロールは、C₁₀H₁₈O となっており、木酢と竹酢に含まれている有機酸のギ酸と酢酸の化学式は、HCOOH, CH₃COOH

となっている。細菌では、炭素鎖長 10-16 に強い抗菌活性が現れるとされている。そのため、ヒノキに含まれる α -ピネンと α -カジノールが、それらの芳香成分の中で強く抗菌活性を示したと考えられる。シナモン精油より竹酢の殺菌効果が高かったのは、竹酢に含まれているギ酸の酸度による殺菌効果が見られたのではないかと考えた。また、竹酢と木酢で殺菌効果に差が出たのは、竹酢の方が「ギ酸」が多く含まれていことによるものと考えた。したがって、このような順番で、殺菌効果が見られたのではないかと考えた。

(4) 竹酢の量を変化させた場合の大腸菌の挙動

図-4 は実験結果を表したものである。竹酢を 0.05 mL, 0.5 mL 用いた場合の大腸菌の増加量と、芳香物質を用いなかったものの増加量を比べると少なく、大腸菌の増加をそれぞれ約 66.8%, 約 1.2% と抑制できていることが分かる。これらのことから、大腸菌の殺菌には最適な濃度があると考えられた。

4. まとめ

今回の実験より、様々な芳香物質を検討したとき、途上国で安価に入手可能と考えられる「竹酢」が、その他の芳香物質と比べて大腸菌の抑制効果があると考えられた。また、大腸菌の殺菌には、大腸菌の量に対する芳香物質の最適濃度があると考えられた。今後は、竹酢以外にも殺菌効果のある芳香物質を探索し、また最適な暴露温度を検討する。大腸菌の殺菌に最適な諸条件を確立し、後段処理のシステム開発に生かす。

5. 参考文献

1) 景政柊蘭, 長町晃宏, 井口晃徳, 久保田健吾, 高橋優信, 原田秀樹, 押木守, 荒木信夫, 大久保努, 上村繁樹, 多川正: 最初沈殿池+DHSシステムに付加する下水処理水の灌漑利用のための消毒システムの開発, 土木学会論文集G(環境), Vol. 74, No. 7, III_333-III_340, 2018

2) 三好直美, 多川正: 香り成分によるDHS処理水中の大腸菌の殺菌, 公益社団法人 土木学会四国支部, 2018.

キーワード DHS 法, E. coli, 芳香物質, 殺菌

連絡先 〒761-8058 香川県高松市勅使町 355 番地 (独立行政法人) 香川高等専門学校 TEL 087-869-3811

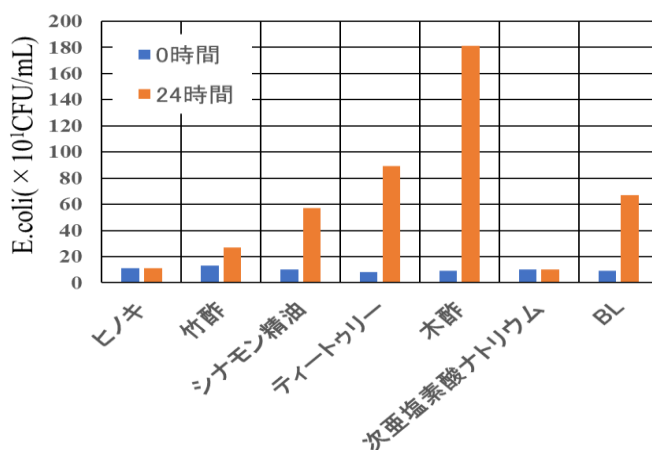


図-3 芳香物質別 大腸菌の増加量

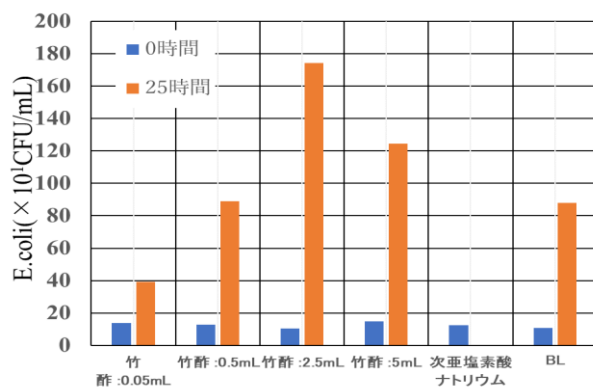


図-4 竹酢の量を変化させた場合の大腸菌の挙動