

酵素法を用いた酢酸の簡易酢酸分析の浄化槽への適用

(公社) 岩手県浄化槽協会 岩手県浄化槽検査センター 柿木 明紘

1. はじめに

浄化槽における有機物の可溶化の一つに有機酸発酵があるが、この発酵によって生じた有機酸は後のメタン発酵や二次処理における生物酸化などで消費され浄化槽における BOD 除去の重要なフローになっていると言われている。しかし、過度の有機物の流入がある施設では有機酸発酵のみが過剰になり一連の処理機能に影響を与える事例も報告されている。¹⁾ 実際に検査においても摂食障害などで未消化物が流入している施設では槽内 pH の低下や BOD の超過、臭気問題などの事象が起こっていることがみられた。²⁾ その影響が有機酸によるものと想定はされたが、現在の現場理化学試験では対応することが難しく、外観や経験則でしか推測することができないためその判断に迷うことが往々にしてあった。

これら排水中の有機酸の影響を把握するには本来、ガスクロマトグラフィー法や液体クロマトグラフィー法を用いた水質分析を行うが、機器が高価で操作法も熟練を要する。また、浄化槽槽内水のような夾雑物を多く含む試料を分析するには前処理が必要であり、刻々と変化する槽内水の有機酸を迅速に把握するのに適した分析方法とは言い難い。そこで特殊な設備を必要とせず、汎用性から食品分野で広範に実績のある酵素法による酢酸分析法³⁾ を用い槽内で生成される有機酸の多くを占めるといわれている酢酸を測定することができるならば有機酸の影響の把握に活かせるのではないかと考え、浄化槽槽内水へ適用が可能か調査を行った。

2. 調査方法

2-1 対象施設

浄化槽は現場毎に異なる特性を持っている。このため簡易測定方法として浄化槽に適用するにあたって様々な使用状態におけるサンプルが対象となることが考えられた。そのため対象施設は、BOD 濃度が異なる 3 つの施設の以下の状態に分類し選定し、法定検査時に調査を行った。

- ① 通常稼働で特異な流入水性状のない合併浄化槽の一次処理槽内水及び処理水(n=21)
- ② ばっ気が停止している小型合併浄化槽処理水(n=12)
- ③ 未消化物の流入がみられる小型合併浄化槽一次処理槽内水及び処理水(n=10)

2-2 酢酸の分析

(1) 酵素法による方法

今回の調査では、ロッッシュ社が販売している酵素法による食品成分分析キットである F・キッ

ト(酢酸)を用いた。(図1)各試薬がすでに調合されており操作性が良い。また、この分析方法は有害な試薬は使用しないため食品工場などでの採用が多く、ISOなどの国際機関も公定法として採用している。F-キット(酢酸)での測定は、図1の試薬類と試料を”1cm角石英セル”に添加し、吸光度(340nm)を測定する(図2)。その吸光度でランベルトベールの法則の一般式で濃度を求めることが出来る。なお、吸光度測定にはポータブル吸光高度計 HACH DR2800 を用いた。



図1 F-キット(酢酸)

また、今回の測定では前処理は行わない。これはF-キットが通常、食品などの成分分析に主体を置いて開発されており、浄化槽槽内水程度では測定系に与える妨害は限定的であると考えたためである(食品などの高濃度試料の場合は妨害を防ぐため前処理が必要)。そのため、槽内水のような懸濁試料でも測定可能である(図3)。

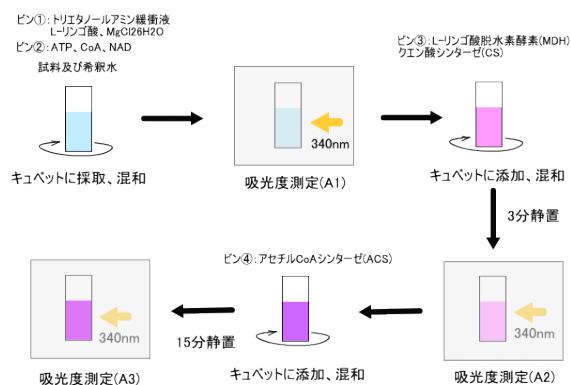


図2 測定手順



図3 槽内水サンプル

(2) イオンクロマトグラフィー法(IC法)による方法

酵素法による排水分析は現状として適用事例が少なく、その信頼性を調査する必要があると考えられた。そのため現行法で精度が高く環境水や排水の水質管理に多く適用されているイオンクロマトグラフィー法を用いて対象施設サンプルも測定し比較することにした。

測定手順は、試料 5ml を 0.2 メンブランフィルターでろ過する前処理を行い試験溶液とした。KOH の溶離液(移動相)に注入し、陰イオン交換樹脂を充填した分離カラムを通過させ、電気化学検出器にて酢酸を定量した。

3. 調査結果と考察

調査対象施設からサンプリングした試料を、酵素法と IC 法により分析した酢酸濃度を比較した結果を図4に示す。なお、この図は調査対象施設の状態をマーカーごとに分類してある。

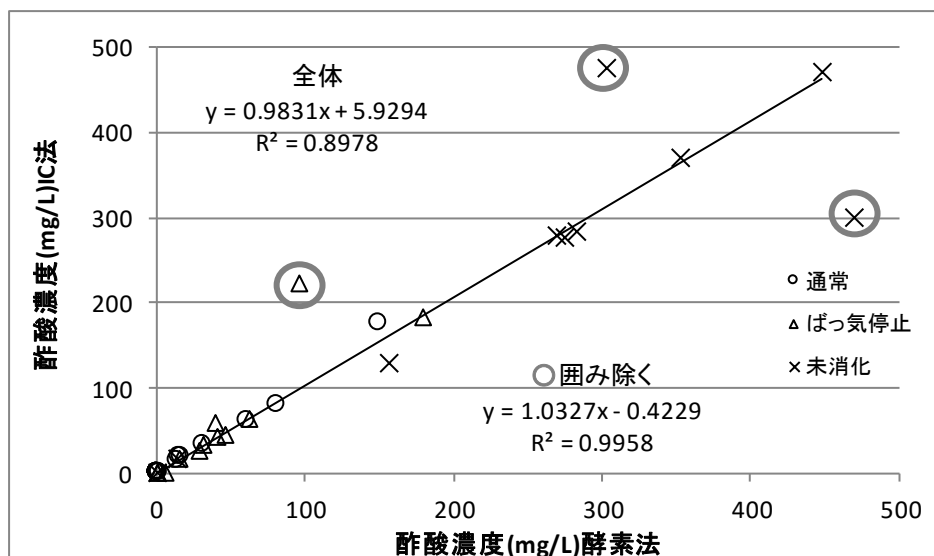


図4 酵素法とIC法の比較

その結果、全体的な傾向としては、近似曲線の決定係数(R^2)が0.8978(MS-Excelによる)と比較的高い相関が得られた。しかし、この図には、酢酸濃度が高くなるにつれて酵素法とIC法の値に100mg/L以上も近似曲線から大きく外れるもの(円で囲まれたマーカー)がみられた。そこで、さらに、この図のプロットの近似曲線近傍のマーカーと、大きく外れているものマーカー(円で囲まれた3件)に分けて評価をおこなった。

最初に、近似曲線近傍のマーカーのみでは R^2 は0.9958と非常に高い相関が得られ、その傾きも、ほぼ1であった。つまり、酵素法はIC法と同等な分析値を示しており、浄化槽の槽内水および処理水の分析に十分活用可能と考えられた。

次に、円で囲まれている3件のマーカーは近似曲線から大きく外れている。これらは、ばっ気が停止している小型合併処理浄化槽(Δ 1件)と、未消化物の流入がみられる小型合併浄化槽のサンプル(\times 2件)であった。こういった状態におけるサンプルは酢酸濃度が高いだけではなく、濁り、SS(浮遊物質)あるいは臭気等も著しい、このことが分析結果への与える影響について、次のような考察が考えられた。

① 酵素法では、妨害物質としての明確な物質と妨害指標量は明記されていないが、生化学反応回路を利用した測定方法であることを考慮すると、浄化槽において正常な処理が行われていない、ばっ気が停止している状態や未消化物が流入している状態のサンプルでは、酢酸だけではなく、雑多な成分が存在し、それが酵素活性に何らかの影響を与えている可能性があると考えられた。

② 酵素法では、試料に前処理を行っていないのに対して、IC法では、機器の性質上、懸濁試料に対して前処理を行うのが通例である。この前処理の有無による違いが、分析結果へ影響していることも考えられた。なお、今回調査した未消化施設は、酢酸濃度のほか法定検査におけ

る BOD 濃度も著しく高い値であった。

また、**図 5**に示すように、今回調査した酢酸濃度と法定検査での処理水 BOD 濃度(一部 BOD を測定していない施設もあり)をグラフにプロットした結果、近似曲線の R^2 は 0.9338 と高い相関がみられた。特に、酢酸濃度が 100mg/L を超える施設は、全てばっ気停止あるいは未消化施設であり、処理水 BOD 濃度も 300mg/L を超えていた。これは、酢酸は生物酸化を受けやすいため、その濃度が高いケースでは、溶解性 BOD の大部分を、酢酸を含めた有機酸が占めていることに起因すると考えられた。このように、酢酸濃度が 100mg/L 以上となる施設は、ばっ気停止あるいは未消化物が流入する施設などに特有であることから、浄化槽の水質悪化の機能診断などにも十分活用が可能なことも確認することができた。

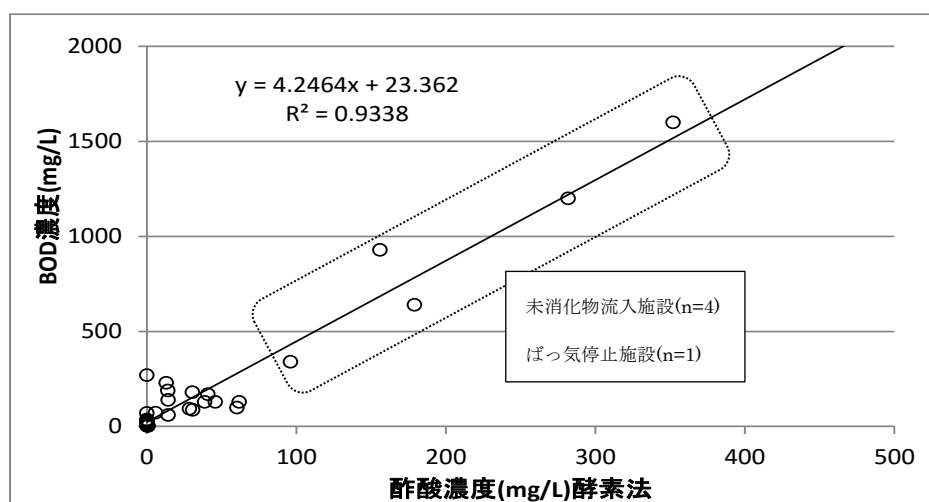


図 5 酢酸濃度と BOD 濃度の比較

4. まとめ

本調査では、酢酸分析としての酵素法が浄化槽槽内水に適用できるかという基礎的な調査を行った。その結果、多くのサンプルでは IC 法との比較において高い相関があり、酢酸濃度の把握に利用できることがわかった。また、酵素法は、ばっ気が停止している施設や未消化物が流入している施設のような汚れの著しい施設では相関が低いケースもあり、正しいな濃度を求めるには注意が必要な面もあるが、BOD 濃度との相関は十分高いことから、浄化槽の機能診断などにも十分活用が可能なことが確認できた。今後は更なる活用法などを模索していくのが課題であると思う。



図 7 現場使用例

なお、酵素法はクロマトグラフィー法などと比較して簡単、迅速(20分)、安価に(1000円/件)酢酸が測定でき、ポータブル分光光度計があれば試料採取場所での測定も可能である。(図7)このメリットは現場利用に即している。酢酸などの有機酸は、メタン発酵、生物酸化、臭気問題など

浄化槽での種々の事象に密接に関連している。この利点を活かし、今後も継続的に測定をすることで酢酸が浄化槽に与える影響を調査したいと思う。

【参考文献】

- 1) 小川雄比古、田所正晴 “浄化槽の機能診断と対策” 日本環境整備教育センター
- 2) 伊藤秀樹 米澤広輔 “二次検査導入による水質改善について” 第25回全国浄化槽技術研究集会要旨集(2011)P101-106
- 3) 嶋崎孝行 “酵素を用いた有機酸分析法” 日本醸造協会雑誌(1983) P690-694