

浄化槽における蚊の発生抑制を目的とした凝集剤の活用

福島工業高等専門学校 学生会員 ○根本 真穂
正会員 高荒 智子

1. はじめに

近年、地球温暖化による平均気温の上昇が問題視されている。平均気温の上昇により蚊の発生数が増加することや、冬季に死滅していた蚊が越冬することなどが予想されている¹⁾。ここで懸念されるのが蚊媒介感染症である。蚊媒介感染症とは、病原体を保有する蚊に刺されることによって起こる感染症である。近年、海外渡航者の増加に伴い、わが国における蚊媒介感染症への懸念が高まっており、2014年夏に我が国で発生したデング熱の国内流行においては、東京都を中心として160人の感染者を引き起こした²⁾。蚊媒介感染症対策として、蚊の発生数を抑制することが挙げられるが、蚊の発生源をみると、浄化槽や下水溝などの下水道施設からの発生が報告されている³⁾。中でも合併処理浄化槽は、全国に約370万基設置されており、我が国の排水処理装置として重要な位置づけにある。人間生活圏内に設置されている浄化槽からの発生抑制は、蚊と人間の接触を低減するために必要である。

そこで本研究では、浄化槽からの蚊の発生抑制を目的として、アルミ系凝集剤の添加による蚊幼虫の餌成分の除去と、蚊幼虫の成長に及ぼす影響について考察した。

2. 実験方法

先行研究⁴⁾から、浄化槽内の沈殿槽に存在する好気性微生物を含むと思われる浮遊物が蚊幼虫の餌として働いている可能性が考えられた。そこで、アルミ系凝集剤を用いた凝集沈殿によって、蚊幼虫の餌となる浮遊物を除去し、処理後の水を用いて蚊幼虫の飼育実験を行った。

2-1. 水試料の準備

2021年9月27日に福島県いわき市内の合併処理浄化槽から採水した水を使用した。ピストン式採水器を用いて、浄化槽内の嫌気ろ床槽（第2室）の水を水質分析用に約1L、蚊幼虫飼育実験用に約5L採水した。この

時、水質分析用の試料には蚊幼虫やスカムなどが入らないように採水を行った。

2-2. 凝集沈殿処理

蚊幼虫に対する凝集剤添加による影響、および曝気を行ったことによる影響を観察するため、「凝集剤添加なし曝気なし」「凝集剤添加なし曝気あり」「凝集剤添加あり曝気なし」「凝集剤添加あり曝気あり」の4条件で実験を行った。凝集剤はポリ塩化アルミニウム（PAC）を使用した。採取した水試料を各条件400mLずつ3つのボトルに分け、凝集剤を添加する条件のものには、PACを90mg/Lの濃度で添加した。凝集剤添加後、曝気を行う条件のものは10分間曝気による混合を行った。その後、全ての条件で30分間静置した。凝集沈殿処理後、上澄水250mLを採水しpH、TOC、TN、A660を測定した。残りの試料150mLを腰高シャーレに移し、飼育実験に用いた。

2-3. 蚊幼虫飼育実験

飼育実験は、「凝集剤添加なし曝気なし」「凝集剤添加なし曝気あり」の条件は2021年9月27日～10月11日の14日間、「凝集剤添加あり曝気なし」「凝集剤添加あり曝気あり」の条件は2021年9月28日～10月12日の14日間実施した。28℃に設定したインキュベーター内で飼育を行い、生存数と形態を記録した。また、成虫になった個体は記録後にその都度取り除いた。そして、凝集剤による餌成分の沈殿除去が蚊幼虫の成長に与える影響を考察した。

3. 結果と考察

3-1. 凝集剤添加による水質変化

図1に凝集沈殿処理後のA660の測定結果を示す。「凝集剤添加あり曝気なし」の条件では、A660は最も低い値を示した。これは、蚊幼虫を含む懸濁成分がフロックに取り込まれ沈殿が促進されたためと考えられる。一方、「凝集剤あり曝気あり」の条件では、A660は最も

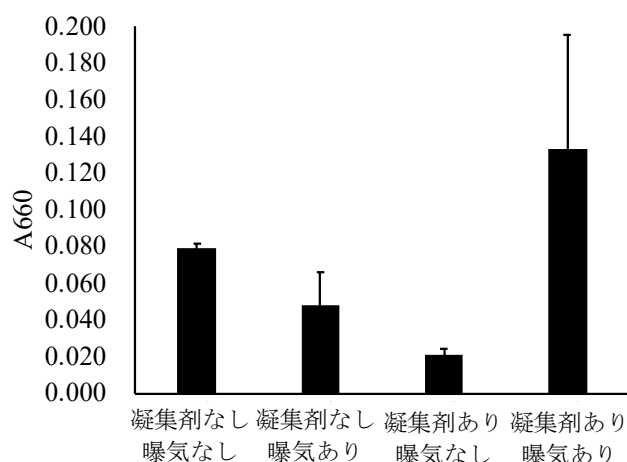


図1 凝集沈殿処理後のA660。
(エラーバーは標準偏差を示す。N=3)

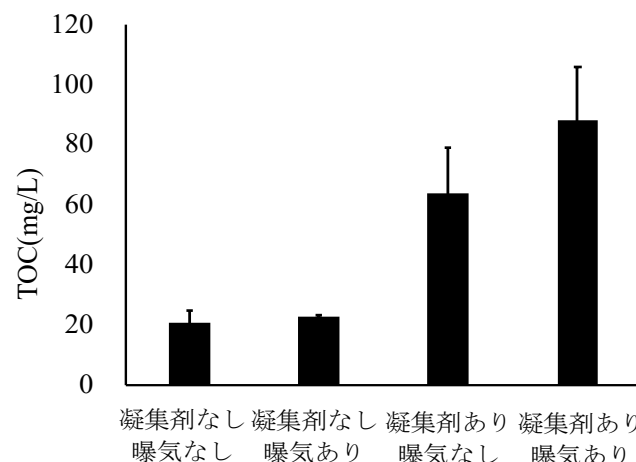


図2 凝集沈殿処理後のTOC。
(エラーバーは標準偏差を示す。N=3)

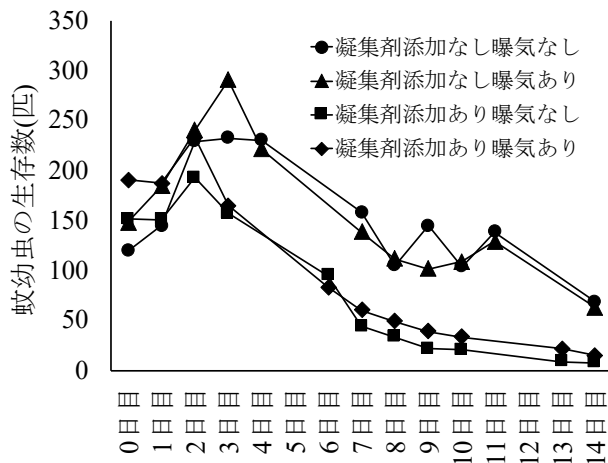


図3 飼育日数ごとの蚊幼虫の生存数

高い値を示した。実験中における目視では試験水の懸濁成分のほとんどが蚊幼虫であったことから、凝集剤添加と曝気の両方を行ったことにより蚊幼虫の体が破壊され、細胞断片が発生したため処理後のA660が上昇したと考えられる。これらのことから、凝集沈殿による餌成分の除去の効果は見られなかった。図2に凝集沈殿処理後のTOCの測定結果を示す。曝気の有無だけに着目したとき、「凝集剤なし曝気なし」「凝集剤なし曝気あり」の条件ではTOCの値にあまり差が見られなかった。また、凝集剤の有無だけに着目したとき、凝集剤の添加によってTOCは約2倍の値を示した。これは、凝集剤に含まれるAIの影響によるものと考えられる。AIはココクゾウムシなどの害虫に対する毒性作用を持つことが報告されている⁵⁾。このことから、AIを含む凝集剤を添加したことによって蚊幼虫の細胞が破壊され、体内の内容物が水中に流出したためと考えられた。このことより、蚊幼虫が既に発生している水への凝集剤添加は、餌成分の除去の効果は低く、逆に幼体の破壊に伴う有機物成分の上昇を招く恐れがあることが示された。

3-2. 飼育実験結果

図3に飼育日数に対する蚊幼虫の生存数を示す。「凝集剤添加なし曝気なし」「凝集剤添加なし曝気あり」の条件では、観察9日目～11日目で生存数が増加した。これは、水試料に残留していた卵が孵化することによるものと思われる。これに対して、凝集剤を添加した条件では、観察2日目以降卵が孵化することなく生存数は徐々に減少した。また、表1の観察10日目の蚊幼虫の生存率に示すように、凝集剤を添加しない条件では生存率70%以上を示したのに対して、凝集剤を添加した条件では生存率20%以下と低い値を示した。曝気の有無で比較すると、生存率にあまり差は見られなかった。このことから、曝気による蚊幼虫への影響は少なく、凝集剤の添加が蚊幼虫の成長に影響を与えた可能性が考えられる。Wageha et al.⁶⁾は、 Al_2O_3 粉末（AIナノ粒子）を溶解させた蒸留水で蚊幼虫20匹を飼育し、AI濃度30mg/Lで幼虫の高い死滅率を示し、蚊幼虫駆除剤としての有効性を報告している。本研究においても、凝集剤に含まれるAIが蚊幼虫や卵に影響を与え、死滅率を上昇させた可能性が考えられた。

表1 飼育10日目の蚊幼虫の生存率

	10日目の生存率(%)
凝集剤なし曝気なし	86.4
凝集剤なし曝気あり	73.5
凝集剤あり曝気なし	13.9
凝集剤あり曝気あり	17.8

4. 蚊の発生抑制を目的とした浄化槽構造の提案

本実験を通して、蚊幼虫が発生している浄化槽内の水にアルミ系凝集剤を添加した場合、餌成分の除去は見込めないものの、凝集剤に含まれるAIが蚊幼虫の成長を阻害する作用があることが示された。上述した通り、凝集剤に含まれるAIは生物への毒性作用があり、蚊幼虫の成長を阻害する作用がある一方で、浄化槽内で有機物分解に寄与する細菌への影響も考えられる。そのため、水処理に寄与する微生物への影響が少なく、蚊幼虫の発生抑制となる方法としては、沈殿槽での凝集剤添加が有効である。沈殿槽は、微生物による処理が行われていないため、PACを添加することによる処理への影響は少ないと考えられる。また、浄化槽調査でも沈殿槽からの蚊の発生が確認されていることから、沈殿槽でPACを添加することにより、処理に関わる微生物に影響を与えずに蚊の発生抑制を図ることができる。

5. まとめ

本研究では浄化槽からの蚊の発生抑制を図るため、アルミ系凝集剤の添加による蚊幼虫の餌成分の除去と、蚊幼虫の成長に及ぼす影響について考察した。その結果、凝集剤の添加により、蚊幼虫の生存数は減少したことから凝集剤に含まれるAIが蚊幼虫や卵に影響を与え、死滅率を上昇させた可能性が考えられた。しかし、AIは細菌や微生物に対する毒性を持つことが報告されている。このため、実際の浄化槽での凝集剤添加においては、微生物による水処理工程が行われた後の沈殿槽でアルミ系凝集剤を添加することが有効であると考えられた。

参考文献

- 1) 環境省，地球温暖化と感染症：地球温暖化の感染症に係る影響に関する懇親会，2005年
- 2) NIID 国立感染症研究所，デング熱国内発生状況：<https://www.niid.go.jp/niid/ja/diseases/ta/dengue/5020-dengue-hassei.html>（最終検索日：2021年1月15日）
- 3) 高橋朋也ら，ある大規模工場における蚊駆除のための調査事例：ペストロジー学会誌，14（2），pp.13-15，1999年
- 4) 根本真穂ら，浄化槽における蚊幼虫の餌とその除去方法の検討，令和2年度土木学会東北支部技術研究発表会，2021年3月6日
- 5) STADLER, T., et al., Novel use of nanostructured alumina as an insecticide : Pest Manag. Sci. 66, pp.577-579, 2010
- 6) Wageha A Mostafa., et al., Insecticidal effect of zinc oxide and aluminum oxide nanoparticles synthesized by co-precipitation technique on Culex quinquefasciatus Larvae : International Journal of Applied Research, 4(4), pp.290-297, 2018