

令和7年度 公立鳥取環境大学
学校推薦型選抜（I型）問題

小 論 文
(環境学部 90分)

(注意事項)

1. 解答開始の指示があるまで問題冊子を開いてはいけません。
2. 問題冊子は3ページ、解答用紙は2枚です。
3. 解答用紙の所定欄に受験番号、氏名を記入しなさい。
4. 解答用紙は横書きです。
5. 試験終了後、問題冊子と下書用紙は持ち帰りなさい。

以下の文章をよく読んで設問に答えよ。

我が国の下水道の本格的な建設は昭和 30 年代に入ってからであり、その目的は昭和 33 年の新下水道法で「都市の健全な発達および公衆衛生の向上」とされた。しかし、急速な都市化や経済発展が公共用水域の水質汚濁や公害を生み、「公共用水域の水質保全」が目的に加えられた。その後、下水道のみならず浄化槽や集落排水などの汚水処理施設の整備は進み、令和 4 年度末の全国の汚水処理普及率は 92.9%となった。鳥取県においても令和 4 年度末で 95.8%となっており¹⁾、大半の人々が下水道、浄化槽などの汚水処理施設を利用できる状況となった。これら汚水処理施設の整備により、公共用水域の水質も、湖沼や海域の閉鎖性水域は未だ不十分であるが、特に河川については改善が見られている。

①近年は下水道に求められている役割が変化している。流入した汚水を適正に処理し、公共用水域に放流するという本来の目的が重要なのは変わらないが、循環型社会を構築する上で、下水に潜在するエネルギーを有効利用する取り組みが求められるようになっており、特に下水処理の過程で発生する下水汚泥からのエネルギー回収が注目されている。下水道整備が進んだことにより、下水処理の過程で発生する下水汚泥も増加した。かつては、「発生した下水汚泥をいかに減容化するか」を目的に様々な汚泥処理がなされてきた。しかし、下水汚泥の固形分のうち 80~90%は有機物で占められている。これをバイオマス資源と捉えると、「安定的」に「大量」に「比較的均質」に発生する下水汚泥は、非常に有用なバイオマス資源といえる。この下水汚泥中の有機物をエネルギーとしてどれだけ利用しているか（バイオガス発電や固形燃料利用など）を表した指標である下水汚泥のエネルギー化率は、令和 4 年度で全国 26%、鳥取県 30%となっており¹⁾、未だに未利用分が多く残されている。

本稿では下水汚泥処理の中でも、処理過程で発生するバイオガスのエネルギー利用が可能な処理方式として**②メタン発酵**を紹介したい。メタン発酵は、嫌気状態*を保ちながら中温（37℃程度）または高温（55℃程度）の条件で、微生物によって下水汚泥中の有機物を分解し、下水汚泥の発生量を低減させるのと同時に、メタンと二酸化炭素を主成分とするバイオガスを発生させる処理方式である。バイオガス中のメタンは可燃性であり、発電や熱利用が可能である。好気状態*で行う水処理などに比べて、曝気が不要なためエネルギー消費量が小さく、エネルギー回収型の処理と言われている。鳥取県内では、鳥取市の秋里下水終末処理場、米子市の内浜処理場でメタン発酵処理および発生したバイオガスによる発電を実施している。

メタン発酵は、地域で発生する様々な有機性廃棄物（以下地域バイオマスという）の混合処理やエネルギー回収が可能であり、その点からも注目を集めている。し尿、浄化槽汚泥、生ゴミ、食品工場残渣などの地域バイオマスを下水処理場に集約し、混合メタン発酵を行うことで、バイオガス発生量の増加（発電量の増加）、地域バイオマス処理の効率化が同時に可能となる。また、汲み取りし尿や浄化槽汚泥は汚泥再生センター（し尿処理場）などで処理されているケースも多く、類似施設の統廃合にも繋がる。こうした、様々な地域バイオマスを下水処理場に集約し、メタン発酵処理によりエネルギー回収を行う取り組みを全国 9 カ所（2018 年）の下水処理場で行なっている。下水処理場には水処理施設があるため、メタン発酵後の廃液の処理についても問題がない。今後の人口減少を考えると処理能力に余裕が生じている下水処理場も多く、その処理能力の余裕を活かし、下水汚泥以外の地域バイオマスを下水処理場で受け入れ、混合処理する事例の増加は、今後の流れとして考えられる。

鳥取県にも当然、浄化槽汚泥、汲み取りし尿は発生しており、県内にも多くの食品関連加工場が存在す

る。図1は鳥取県内で発生する地域バイオマスを対象とし、メタン発酵による投入有機物1gあたりのメタンガス発生量を測定した実験結果である。この図からわかるように、下水汚泥以外でもメタン生成量の大きな地域バイオマスはいくつかある。メタン発酵は微生物を利用した生物処理であるため、できるだけ均質な有機物を一定量で毎日与え続けることが処理の安定に繋がる。そのため③収集方法や保管方法の検討は必要であるが、こうした地域バイオマスとの混合メタン発酵処理の可能性も考えられる。今後は、こうした地域バイオマスを利用して、鳥取に適した形でのエネルギー回収システムを構築していくことが望まれる。

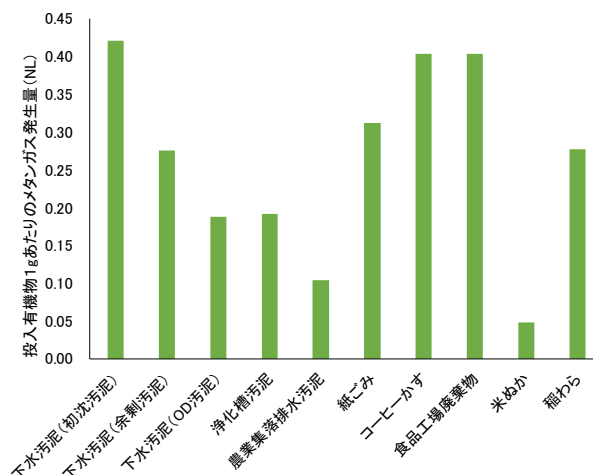


図1 様々な地域バイオマスからのメタンガス発生量

また、メタン発酵後の残渣には窒素、リン、カリウムの肥効成分が含まれる。溶出試験や含有量試験による安全性の確認は必要であるが、乾燥造粒し、④肥料や土壌改良剤としての利用が可能である。地域バイオマスを下処理場に集約し、混合メタン発酵処理後に発生した残渣を肥料や土壌改良剤として農地に還元することができれば、地域バイオマスを地域で処理し、発生残渣や回収したエネルギーを地域で利用するという、まさに地域内資源・エネルギー循環が可能となる。地域内資源循環の拠点となるポテンシャルを下処理場は有している。

*嫌気状態…酸素のない状態、 *好気状態…酸素のある状態

出典：「循環型社会における下水道の役割」(戸荻丈仁，とっとり公衆衛生 No. 71，令和2年11月30日発行)
を一部改変

参考文献：1)国土交通省水管理国土保全局下水道部 HP

問 1. 下線部①とあるが、下水道に求められる役割がどのように変化したのか、その理由も含めて 200 字以内で書きなさい。

問 2. 下線部②「メタン発酵」のメリットについて 200 字以内でまとめなさい。

問 3. 下水は下水管を通して下水処理場に集められ、処理場に流入してからも溜め置かれることなく処理される。例えば、図 1 から「稲わら*」は、投入した有機物 1 g あたりからのメタン生成量が比較的大きいことがわかる。しかし、実際に稲わらを使って下水処理場でメタン発酵を実施しようとした場合、下線部③の観点から、いくつかの問題が生じる。どのような問題が生じると考えるか 50 字程度で書きなさい。



*「稲わら」は水稻栽培で発生する有機性廃棄物の一つであり、収穫した稲の籾(もみ)を取り去ったもの。 稲わら

問 4. 下線部④とあるが、下水汚泥の肥料利用は全国的にも取り組まれているが、全汚泥発生量に対する肥料利用率は 1 割に留まっている。その理由は何だと考えるか。また、普及促進のためにはどうすれば良いと考えるか。300 字以内で書きなさい。