

攪拌による浸出水簡易浄化システムに関する研究

福岡大学大学院 学生会員 ○吉村之仁 廣江克規
正会員 松藤康司 田中綾子

1. 背景及び研究の目的

近年、アジア地域を中心として開発途上国がかかえるゴミ処理、特に埋立処分地の問題を解決するため、我が国は準好気性埋立構造（福岡方式）を有する衛生埋立地への改善事業を行っている。準好気性埋立構造は浸出水を埋立層より速やかに排除することが重要であり、排出された浸出水の処理も重要な課題となっている。しかし、埋立地は電気のない場所に設置されるケースが多いため、電気を必要としない処理技術の開発が必要である。そこで、本研究では、浸出水が落下する際の位置エネルギーや風力、温度差などの自然エネルギーを利用した「曝気」及び「攪拌」に着目し、その水質浄化効果について検討している。「攪拌」の水質浄化効果は「攪拌」による表層の溶存酸素(DO)が深層へ供給されるために生じると考えられる。そこで、本報告では「攪拌」による溶存酸素の供給効果及び水質浄化効果確認するとともに、自然エネルギーを利用した「攪拌」の方法について検討した。

2. 攪拌による水質浄化の基礎実験

2-1 煮沸純水を用いた DO 上昇確認実験

1) 実験の方法

煮沸により DO 濃度を 3.6mg/L まで下げた純水 1L を 1L ビーカー 5 つに注水した。そのうち 2 つ(「O」)は、上部に φ40 mm のシュノーケル様の筒を設けて周囲を流動パラフィンで封鎖した(図-1)。残る 3 つのうち 1 つ(「C」)は表面を流動パラフィン 2cm の層で覆い、大気との接触を遮断した。残り 2 つ(「全 O」)は表面に何も施さず大気と接触させる条件とした。「O」と「全 O」は、攪拌(「OS」,「全 OS」)と無攪拌の 2 条件とした。これら 5 条件の 5 時間後の DO 濃度を測定した。

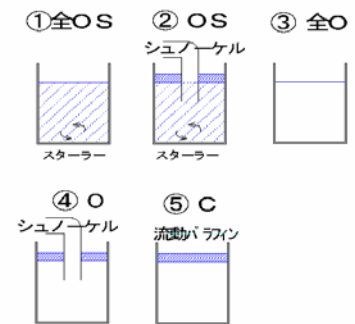


図-1 DO 上昇実験装置

2) 実験結果及び考察

5 時間後の DO 濃度は、全 OS>OS>全 O>O>C の順となり、全 O と O どちらの場合も攪拌が無攪拌を上回った(表-1)。特に、空気と接する表面積が全 O の 1/9 にしか満たない OS の DO 濃度が全 O より 0.8 mg/L 高い値であったことから、攪拌によって DO 濃度を上昇させることが可能であることがわかった。

表-1 5 時間後の DO 濃度及び開始からの上昇値

NO	条 件	DO(mg/L)	上昇値
①	全OS	8.7	5.1
②	OS	6.6	3.0
③	全O	5.8	2.2
④	O	4.8	1.2
⑤	C	3.4	-0.2

※実験開始時のDO濃度: 3.6mg/L

2-2 浸出水を用いた水質浄化効果確認実験

1) 実験方法

嫌気性埋立槽からの浸出水(BOD 濃度 6,000mg/L)を BOD 濃度 120mg/L 前後となるよう純水で希釈したもの 1L を 2-1 節同様にビーカーに注水し、実験に用いた。本実験では、3 週間の蒸発量を 10%以内に抑制するため、「O」と「OS」及び「C」の 3 条件とした。1 週目、2 週目、3 週目の BOD, COD, TOC, DO 濃度及び pH を測定した。

2) 実験の結果及び考察

DO 濃度は 7 日目に全タイプが一旦低下したが、その後上昇し、21 日目には O 及び C の DO 濃度は 1 及び 2mg/L と僅かな上昇であったが OS は 7.09 mg/L に達し、最も酸素の供給量が多かった。次に、BOD 濃度をみると、DO 濃度の高かった OS の低下が早く、その濃度はいずれの測定日においても C>O>OS 順であった。21 日目の時点の濃度は C と O がそれぞれ 56mg/L と 26mg/L であったのに対し、OS は 9.5 mg/L と初期の 1/10 以下であった。(図-2)、COD 及び TOC 濃度もほぼ同傾向であった。以上の結果から、「攪拌」によって表層からの大気(酸素)

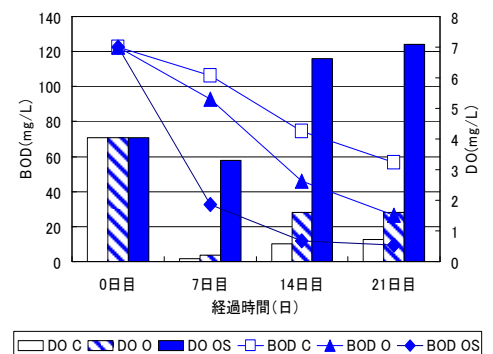


図-2 浸出水のDO及びBOD濃度の経時変化

の浸入が促進され、その結果、浸出水が浄化されたことが明らかになった。

3. 攪拌方法の検討

浸出水の流下に伴う位置エネルギーを利用した「深層誘導」と風車による「攪拌羽根」の回転の2つの攪拌方法について検討した。

3-1 浸出水の深層誘導による攪拌効果の検証

1) 実験方法

着色水を 300 mm×600 mm水深 1,200mm の水槽に滴下した場合（滴下型）と誘導パイプにより深層(1,100 mm)まで誘導した場合（深層誘導型）の2条件で行った。また、それぞれの水槽に水槽と同温度、又は+5℃の2条件の着色水を落差(落下高さ)150 mmの位置から流入させ、その攪拌挙動を観察した。

2) 実験の結果及び考察

深層誘導型は温度差の有無に関係なく、パイプ先端到達後深層の左右及び表層方向へと攪拌が始まり全体へ拡散したが、滴下型の着色水は表層付近に滞留し攪拌がみられなかった。滴下型の場合、水槽と同温度の場合では若干の攪拌はあったものの、+5℃の場合は表層に水塊を形成する成層現象が現れ、水面に蓋をする状態となった（図-3）。一方、深層型の場合、+5℃の方が同温度に比べて拡散が早かった。このことから深層（中層）まで誘導するパイプ等を設けて放流することによって、攪拌が起ること、特に浸出水に温度差（高温）がある場合はその効果が高いことが明らかになった。

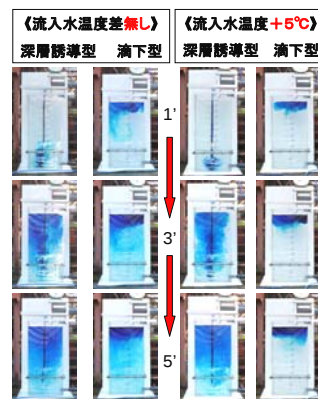


図-3 浸出水深層誘導実験

3-2 攪拌風車による攪拌効果の検証

1) 実験方法

10種類以上¹⁾と言われる風車の中から①サボニウス3枚羽根型（以下サボニウスと呼ぶ）・②クロスフロー型（以下クロスフローと呼ぶ）・③ゴミペールサボニウス型（以下ゴミペールと呼ぶ）の3種類の風車を作成し、攪拌能について比較検討を行った（図-4）。

3-2-2 実験の結果及び考察

回転能（回/min）はゴミペール、サボニウス、クロスフローの順となり、最も日常的な風速と思われる風速1～3 m/sの領域²⁾でゴミペールは22回/minと、クロスフローの2倍以上であった（図-5）。また、ゴミペールは構造が単純で部品も少ないため、製作時間が2時間程度であり、他の3～4日間に対して短く、総合的に判断してゴミペールが攪拌風車として望ましいといえる。

4. まとめ（今後の課題）

本報告で実施した基礎実験の結果、自然エネルギーを利用した「攪拌」によって浸出水の浄化が可能であることが明らかになった。今後は、嫌気状態での攪拌効果を明らかにするとともに、深層誘導型攪拌については、実験槽を大型化し、攪拌の限界点を明らかにする予定である。また、ゴミペール風車については、ゴミ箱の形状や容量別等の影響因子や耐久性に関する実験を行い、実用化に向けての問題点を抽出する予定である。さらに、これら攪拌方法と既報の浸出水の位置エネルギーを利用した「トルネード法浄化装置」や「循環水車」など³⁾との組合せによる、シンプルで安価なシステムの開発を目指す。



図-4 製作風車

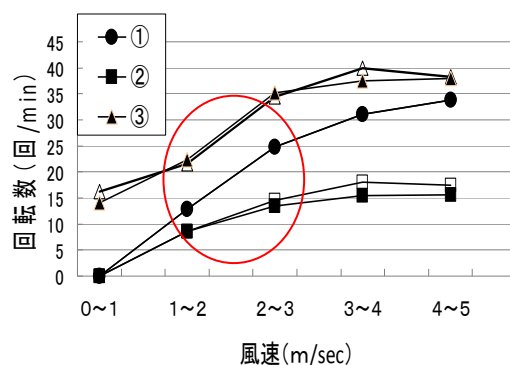


図-5 タイプ別風車能力

【参考文献】

- 1) 松本 文雄：風・風車の Q&A120 パワー社
- 2) 気象庁：過去の気象データ
- 3) 福重孝之：開発途上国における最終処分場の簡易浸出水処理システムに関する研究