

人工湿地の物質収支に及ぼす温室の影響

日本大学 学生会員 ○山口 大輔
 日本大学 非会員 鈴木 援
 日本大学 非会員 谷口 崇至
 日本大学 正会員 中野 和典

1. 研究背景と目的

毎年大量に発生する下水汚泥は、埋め立て処分場を圧迫しており、処分場の確保が困難になってきている。そのため下水汚泥のさらなる減容化が必要とされているが、減容化には多大な電力消費を必要とする。加速する気候変動に対処するためにあらゆる分野で消費エネルギーの削減が進められている中、汚泥減容化も例外ではなく、さらなる低炭素技術の開発が求められている。

人工湿地法による汚泥脱水では、固液分離される床に堆積した汚泥の脱水が重力や蒸発散により進行するため、人為的エネルギーの追加を伴わない低炭素な汚泥脱水技術であることが知られている。そのため、海外では汚泥脱水への人工湿地法の応用が実規模水準で検討されつつある。しかしそれらの人工湿地は、屋外に開放されたシステムであり、雨水が流入しており、汚泥脱水に関する

知見は雨水の影響を受けた見かけ上のものにとどまる。温室内に汚泥脱水用の人工湿地を設置すれば、そのような雨水の影響を排除した性能評価はもとより、脱水効率の改善が期待できる。

そこで本研究では、下水を受け入れるパイロットスケールの人工湿地に新たに温室を有する人工湿地を設置し、温室がある場合と温室がない場合における人工湿地ろ床の水分収支と水質浄化性能を比較評価し、人工湿地の物質収支に及ぼす温室の影響を検証した。

2. 調査対象とした人工湿地と調査方法

本研究で調査対象とした人工湿地は郡山市の下水処理場敷地内にあり、下水処理の実証実験を行っている。本研究では下水が流入する 1 段目のろ床に着目した。1 段目のろ床は 2 系統あり、ひとつは一般的な屋外に暴露されたろ床（温室無ろ床）であり、他方は温室内に設置された温室有ろ床である。温室有ろ床と温室無ろ床の配置及び下水の流入出の概要を写真-1 に示す。ろ床面積はどちらも 36m²であり、ろ材として砂利（粒径 10~20mm）が 15cm 厚で敷き詰められている。下水はそれぞれのろ床に対して 3.5 日毎に交互に流入し、1 日当たりの流入水量は約 7m³である。原水槽、処理水集水槽それぞれに水圧計を設置し、5 分毎に水位を記録し、その変動量から流出入水量を決定した。処理水の採水を 1 ヶ月に 1-2 回実施し、BOD、T-P、T-N、NH₄-N、SS 濃度を測定した。

蒸発量、蒸発率、濃度の除去率、正味の除去率は以下の式により算出した。

$$\text{蒸発量}(m^3) = \text{流入濃度量}(m^3) - \text{流出水量}(m^3) \quad (1)$$

$$\text{蒸発率}(\%) = \frac{\text{蒸発量}(m^3)}{\text{流入水量}(m^3)} \times 100 \quad (2)$$

$$\text{濃度の除去率}(\%) = \left(1 - \frac{\text{流出濃度}(mg/L)}{\text{流入濃度}(mg/L)}\right) \times 100 \quad (3)$$

$$\text{正味の除去率}(\%) = \left(\frac{\text{流入水量}(m^3) \times \text{流入濃度}(mg/L) - \text{流出水量}(m^3) \times \text{流出濃度}(mg/L)}{\text{流入水量}(m^3) \times \text{流入濃度}(mg/L)}\right) \times 100 \quad (4)$$

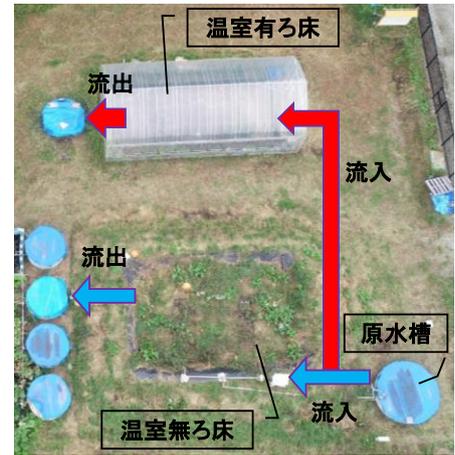


写真-1 温室有ろ床と温室無ろ床の外観

キーワード: 人工湿地、物質収支、汚濁物質、温室

〒963-8642 福島県郡山市田村町徳定字中河原 1 日本大学工学部 土木工学科 環境生態工学研究室

3. 結果と考察

3.1 温室の有無による人工湿地ろ床における水分収支の違い

温室有る床と温室無る床における水分収支の季節変化を図-1 に示す。水分収支に占める蒸発量の割合(蒸発率)に着目すると、5月から9月までは温室有る床より温室無る床の方が蒸発率が高く、10月から11月にかけては温室有る床の方が蒸発率が高かったことが明らかになった。温室有る床は降水の流入が無く、温度も高くなることから、季節に関わらず温室無る床より蒸発率が高くなることが予想されたが、本研究の結果は異なった。

その原因は植物にあると考えられた。本研究で調査対象とした温室有る床は完成から間もなかったため、植物は皆無であったのに対し、温室無る床は本研究以前に既に1年間、下水を受け入れており、ろ床一面に植物が成長していた。5月から9月までの季節は、植物の成長が旺盛で植物による蒸発散が活発であったことが考えられ、温室有る床を上回る蒸発率となったことが推察された。

これに対し10月から11月では、植物による蒸発散が低下して水分収支に及ぼす植物の影響が小さくなり、降水の流入が無く、温度も高い温室が水分収支に及ぼす影響が相対的に高くなり、温室有る床での蒸発率が温室無る床を上回る結果となったと考えられた。温室無る床の植物の活性が低下する12月以降においても、そのような傾向が継続すると考えられる。温室有る床に植物があれば、温室無る床以上に蒸発が起きる可能性が高く、植物の存在条件下での水分収支を検証する必要がある。

3.2 人工湿地ろ床の水質浄化性能の評価に及ぼす水分収支の影響

BOD、T-P、T-N、NH₄-N、SS について人工湿地ろ床の流出入濃度から求めた濃度除去率と流出入水量を加味して求めた正味除去率の比較を図-2 に示す。水質項目に関わらず正味除去率が濃度除去率を上回っており、流出入水量を加味した正味除去率では、水質浄化性能が高く評価されることが示された。

濃度除去率での評価は、流出入水量が等しい蒸発量がゼロの状態を仮定した評価であることから、蒸発率が高く流入水量と流出水量の差が大きい場合には、正味除去率との差は大きくなる。図-1 の結果より、5月から9月にかけての濃度除去率は、温室無る床において過小評価となっており、10月から11月にかけての濃度除去率は、温室有る床において過小評価となっていることが明らかとなった。

4.まとめ

人工湿地の物質収支に及ぼす温室の影響の検証を行った結果、予想に反して温室無る床の方が温室有る床内よりも水分収支に占める蒸発量の割合が高い期間が長かった。これは植物の有無によるものと考えられ、植物存在下で温室の効果を検証する必要性が明らかとなった。

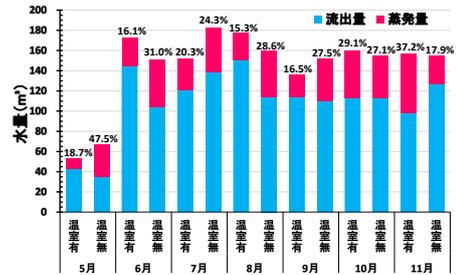


図-1 温室の有無による水分収支の比較。図中の%表示は蒸発率を示す。

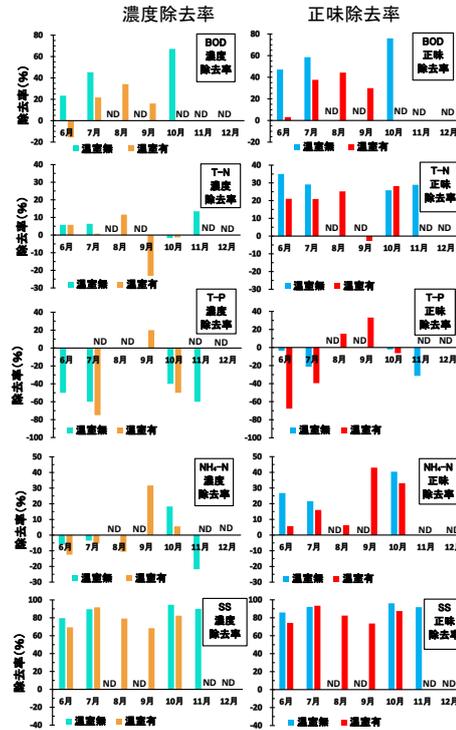


図-2 温室の有無による正味の除去率と濃度除去率の違い。図中のND表示はNo Dataを示す。