

鉛直流人工湿地における基盤材のサイズが蒸発散および水収支に及ぼす影響

東北工業大学工学部都市マネジメント学科 非会員 ○大友 航, 岸 凌伽, 加藤 友弥

東北工業大学工学部都市マネジメント学科 会 員 中山 正与

東北工業大学工学部環境学科エネルギー学科 会 員 矢野 篤男

1. はじめに

人工湿地における蒸発散は人工湿地の水収支と密接な関係がある¹⁾。これまでの気象学的なパラメータを用いた PET（蒸発散能）の算出では植物の生育状況ならびに人工湿地の基盤材の状況などについて考慮されていないため蒸発散量を正確に算出することが難しく、水収支を正確に把握することは困難であった。これまで我々は植物の生育の違いが鉛直流人工湿地における水収支に及ぼす影響を明らかにしてきた²⁾。本研究では鉛直流人工湿地における基盤材のサイズの違いが蒸発散および水収支に及ぼす影響について検討した。

2. 実験方法

仙台市内の S 産業廃棄物埋立処分場内にパイロットスケール鉛直流人工湿地(1m×2m×0.6m)を設置した。実験では用いた基盤材の条件の異なる 2 系統を設定した。A 系統は 1~5mm の砂利区 (2.5mm メッシュを通過する砂利が 75%) とし、B 系統は砂区 (0.3~1.2mm メッシュを通過する砂が 72%) とした。鉛直流人工湿地での流入水は 1 回 12L を 1 日に 5 回間欠的に流入させた。試料分析のための採水および、ヨシの生育調査（稈長・稈数）は毎月 2 回行った。稈長は生育したヨシのうち稈長の最も高い 30 本を選び稈長を測定しその平均値を最大稈長とした。気温および流入水量は調査時に現地にて測定し、流出量は人工湿地の流出口に量水計を設置し、連続的に測定した。pH, EC, Cl⁻, COD, BOD, T-N, NH₄-N, NO₂-N, NO₃-N, T-P は実験室にて測定した。また、現地の気象データ（気温・降雨量）は S 処分場より提供された。本研究は 2017 年 4 月 1 日~12 月 31 日と 2019 年 4 月 1 日~12 月 31 日までの試験結果について実測の蒸発散量 (ET) と気象データから求めた蒸発散能 (PET) と比較した。蒸発散能を求めるための気象データは仙台管区气象台より得た。蒸発散量は水収支法により算出し、蒸発散能は Hamon の式により求めた。

3. 結果および考察

3.1 人工湿地の塩分濃度とヨシの生育

人工湿地の流入水の平均塩分濃度は A 系統で $15.8 \pm 1.9 \text{ gCl}^-/\text{L}$, B 系統で $16.8 \pm 1.3 \text{ gCl}^-/\text{L}$ であった。A, B 系統の人工湿地の塩分濃度はヨシの生育限界である塩分濃度 ($12 \sim 15 \text{ gCl}^-/\text{L}$) 範囲にあったことからヨシの生育には非常に難しい条件であった。2017 年の A 系統ヨシの最大稈長および単位面積当たりの稈

数はそれぞれ $52.4 \pm 1.6 \text{ cm}$, $65.5 \text{ 本}/\text{m}^2$, 2019 年の B 系統ヨシではそれぞれ $8.8 \pm 5.8 \text{ cm}$, $9 \text{ 本}/\text{m}^2$ であった。A, B 系統ともに塩分の影響を受け、ヨシの生育は悪く、特に B 系統では植栽 1 年目と言うことで著しく生育は悪かった。

3.2 水収支の経月変化

図 1a, 1b に A 系統および B 系統の 4 月~12 月までの月ごとの総流入水量, 流出水量ならびに蒸発散量を示す。図に示すように両系統ともに総流入水量が流出水量より高い値を示し、A 系統では ET は 4 月から緩やかに増加し、11 月でピーク ($7.5 \text{ mm}/\text{d}$) となり、その後低下した。B 系統では実験期間中を通じて $9 \sim 10 \text{ mm}/\text{d}$ 前後で推移し、B 系統すなわち砂区の ET が砂利区より高い値で推移していた。

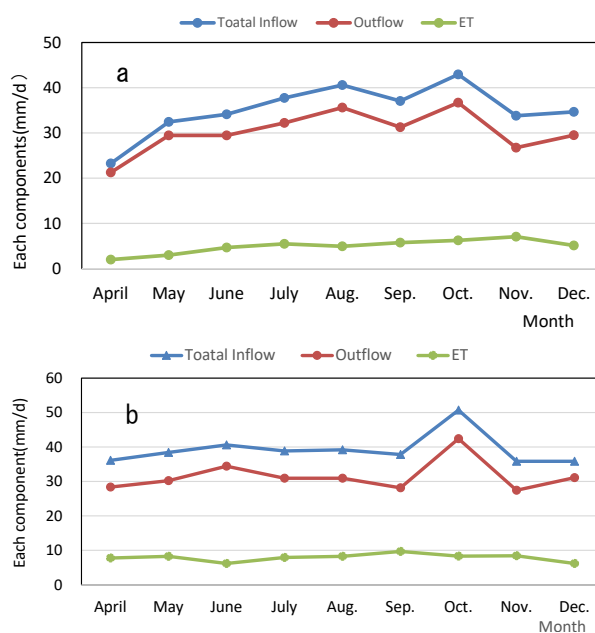


図 1 水収支の月ごとの日平均水収支
(a: Run A, b: Run B)

3.3 総流入水量に対する ET の比

図 2 に 2017 年, 2019 年 4 月~12 月までの総流入水量に対する蒸発散の比の月変化を示す。図より B 系統では実験期間中を通じて A 系統より高い値で推移していた。A 系統および B 系統の実験期間中の平均値はそれぞれ 0.14 および 0.22 で、B 系統が A 系統より 1.6 倍高い値を示した。実験期間中の変化をみると A 系統は 4 月から気温上昇とともに徐々に ET

キーワード：鉛直流人工湿地, 基盤材, サイズ, 蒸発散, 水収支

連絡先：〒982-8577 宮城県仙台市太白区八木山香澄町 35-1

TEL 022-305-3537

は高くなる傾向があるが、ピークが11月に示すことからETの増加が気温によるものでないと思われた。一方、B系統では4月から8月までは0.23付近で推移し、9月にピークとなりその後値は低下した。

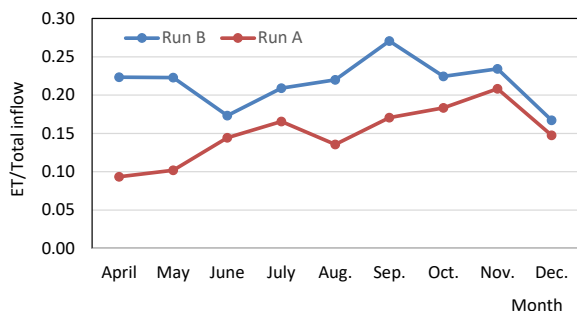


図2 総流入水量に対するETの比

3.4 ETとPETの変化

図3に2017年と2019年1月～12月までのHamonの式から求めた月ごとの日平均蒸発散能（PET）を示す。

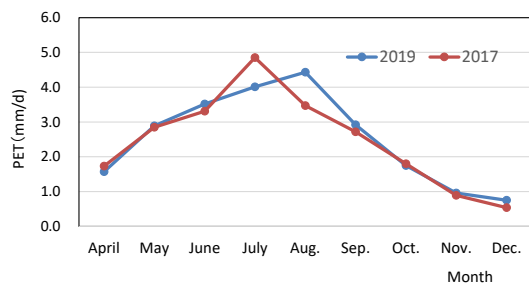


図3 2017年・2018年の月ごとのPETの変化

図に示すようにHamonの式で求めた2017年と2019年におけるPETは7月、8月を除いてほぼ一致しているが、この違いが両年度のPET量の差に多少影響を与えるかも知れない。

図4および4bにA系統、B系統のETとそれぞれの年のPETの比較を示す。

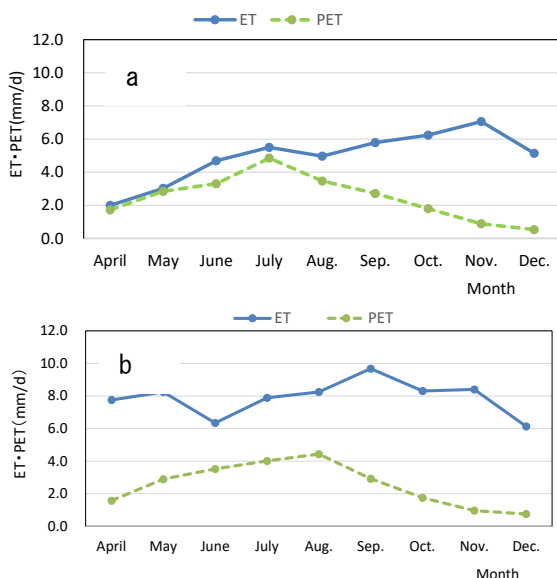


図4 ETとPETの変化
(a:Run A, b:Run B)

図4に示すようにRun AのETとPETでは4月から7月まではほぼ同程度の値で推移を示したが、7月以降ETとPETの挙動は異なった。一方、Run BのETとPETでは、ETとPETの挙動は4～12月の期間で大きく異なっていた。

Run A, Run BのETの年変化はPETの年変化のパターンと異なっていた。

3.5 ET量とPET量の比較

図5に2017年、2018年4月～12月までの実験期間中（275日）のET量およびPET量を示す。

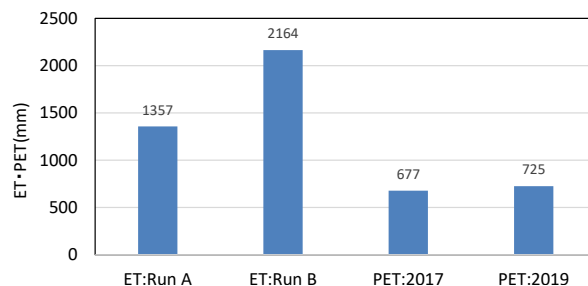


図5 4月～12月までのET量とPET量
ET量とPET量(4/1～12/31)

図に示すようにA系統、B系統のET量はそれぞれ1357mm、2164mmとなり砂を基盤材とした人工湿地では砂利を基盤材とした人工湿地と比べて約1.6倍高いET量となった。すなわち鉛直流人工湿地において用いる基盤材の粒子サイズにより蒸発散量が異なることが明らかになった。粒径の小さな基盤材では粒径の大きな基盤材との時より高いETを示す。

4. まとめ

鉛直流人工湿地における基盤材のサイズの違いによる蒸発散と水収支を検討した。鉛直流人工湿地において基盤材のサイズによって蒸発散量が異なった。すなわち粒子サイズの小さな砂を基盤材とした人工湿地では砂利を基盤材とした人工湿地より高い蒸発散量となった。ETとPETの年間の変化のパターンは大きく異なっており、鉛直流人工湿地でのETの季節的な変化は小さい。実験期間中のET量はPET量より高い値を示し、Hamonの式から求めたPETは実測で求めたETと大きな違いがあることが認められた。

鉛直流人工湿地の水収支においてもヨシの生育の違いとともに人工湿地に用いた基盤材のサイズに考慮して蒸発散量を評価する必要がある。

参考文献

- 1) M. Rozkosny, et al., IWA 10th International Conference on Wetland Systems for Pollution Control, pp.123-129, Lisbon, Portugal (2006)
- 2) 矢野他, 第56回日本水処理生物学会誌, 別巻39号, pp. 39 (2019)