

マイクロライシメーターによる人工湿地の水収支に及ぼす 水位条件と植栽の影響の評価

日本大学工学部 学生会員 ○吉田 樹央 正会員 中野 和典
日本大学工学部 橋本 純

1. はじめに

人工湿地の水質浄化性能の評価では湿地ろ材中の貯留水量と植栽による蒸発散水量が考慮されていない。この両者が大きな時期には、人工湿地の水収支を無視して流入出水の汚濁濃度差のみに基づいて算出される水質浄化率は正当とは言えない。このような背景より本研究では、実験条件や反復数を増やすことが可能なマイクロライシメーターを製作し、人工湿地の水収支に及ぼす水位条件と植栽の影響の評価に用いることを試みた。

2. 実験方法

人工湿地における水収支は次式で表される¹⁾。

$$\text{流入水量} + \text{降雨量} = \text{貯留量} + \text{流出量} + \text{蒸発散量}$$

図-1 に人工湿地を模擬した2種類のマイクロライシメーターの概要を示す。

マイクロライシメーターの水収支において、流入水量及び降雨量は、それぞれ実験時の投入水量及び気象庁郡山観測所の公表データ²⁾を適用した。流出量は、マイクロライシメーター下部の流出水溜の集水量とし、貯留量はマイクロライシメーター全重から装置重と流出水量を差し引いた値とした。蒸発散量は、上式に示す水収支より算出した。実験は、5種の植栽条件（無植栽、アジサイ、ハナショウブ、シバザクラ、ヤナギ）と2種の水位条件（不飽和、飽和）でそれぞれ2連で2012年11月8日から12月14日にかけて8回行った。

3. 結果と考察

3. 1 貯留量に及ぼす水位条件及び植栽の影響

5種の植栽条件と2種の水位条件で得られた貯留量を雨量条件別に整理したものを表-1に示す。2種の水位条件で比較すると貯留量は、出口水位を高くすることで水が貯留される飽和条件で大きいものに対し、水位をコントロールしない不飽和条件で小さいことが分かる。降雨の影響が小さい $0 \leq R < 0.2$ の降雨条件下での貯留量に着目すると、不飽和条件のアジサイとハナショウブでは無植栽との差がないのに対し、シバザクラとヤナギでは無植栽よりも明らかに貯留量が大きかったことから、植栽種によって貯留量に差が生じることが示された。一方、飽和条件においても、無植栽と比較してアジサイで明らかに貯留量が大きかったのに対しヤナギで小さかったことから、植栽種によって貯留量に差が生じることが分かった。これらの結果より、貯留量に及ぼす植栽の影響は、植栽種と水位条件によって異なることが明らかになった。また、降雨の影響がある $0.2 \leq R$ の降雨条件下での貯留量に着目すると、水位条件や植栽の有無に関わらず、降雨の少ない条件よりも貯留量は増加していたことから、降雨が貯留量に及ぼす影響は水位条件や植栽の有無よりも大きいことが示唆された。

3. 2 流出量に及ぼす水位条件及び植栽の影響

5種の植栽条件と2種の水位条件で得られた流出量を雨量条件別に整理したものを表-2に示す。貯留量とは逆に流出量は、飽和条件では小さく、不飽和条件では大きいことが分かる。流出量に及ぼす植栽の影響も、貯留量で得られた結果とほぼ逆となった。降雨の影響が小さい $0 \leq R < 0.2$ の降雨条件下での流出量に着目すると、不飽和条件下で貯留量が最大であったシバザクラは、流出量では最小となった。同様に、飽和条件下で貯留量が最大であったアジサイは、流出量では最小となり、貯留量が最小であったヤナギで流出量が最大となった。このような貯留量と流出量の相補的関係が得られたことから、マイクロライシメーターにより貯留量と流出量の収支が正当に定量できていることが裏付けられた。一方、降雨の影響がある $0.2 \leq R$ の降雨条件下での流出量に着目すると、水位条件や植栽の有無に関わらず降雨

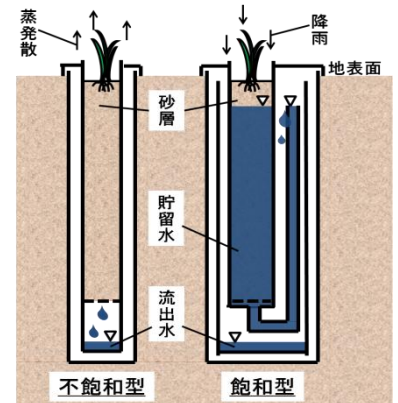


図-1 マイクロライシメーターの概要

Key words : マイクロライシメーター, 人工湿地, 水収支, 水位条件, 植栽条件, 蒸発散

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

表一 各降雨・水位・植栽条件で得られた貯留量 [kg/m²/day] の比較

降雨量:R [kg/m ² /day]	水位条件: 不飽和					水位条件: 飽和				
	無植栽 ±S.D	アジサイ ±S.D	ハナショウブ ±S.D	シバザクラ ±S.D	ヤナギ ±S.D	無植栽 ±S.D	アジサイ ±S.D	ハナショウブ ±S.D	シバザクラ ±S.D	ヤナギ ±S.D
0≤R<0.2	3.0±1.1	2.8±2.6	2.9±3.9	8.8±3.5	6.2±3.5	48.8±10.9	55.9±13.0	46.6±10.3	47.3±10.3	42.0±8.8
0.2≤R<1.0	1.8±5.3	6.8±6.7	2.3±3.7	7.2±6.4	6.2±5.2	51.2±35.1	57.5±39.6	49.6±34.5	50.0±34.7	42.9±29.4
1.0≤R	6.3±3.4	8.0±5.3	5.8±5.7	12.3±6.9	9.5±5.9	54.4±26.7	62.4±31.2	52.1±25.4	52.3±25.2	45.4±21.8

表二 各降雨・水位・植栽条件で得られた流出量 [kg/m²/day] の比較

降雨量:R [kg/m ² /day]	水位条件: 不飽和					水位条件: 飽和				
	無植栽 ±S.D	アジサイ ±S.D	ハナショウブ ±S.D	シバザクラ ±S.D	ヤナギ ±S.D	無植栽 ±S.D	アジサイ ±S.D	ハナショウブ ±S.D	シバザクラ ±S.D	ヤナギ ±S.D
0≤R<0.2	48.9±2.9	49.7±6.6	51.5±6.0	41.5±3.3	47.3±5.5	10.6±5.6	1.6±2.6	11.6±4.9	11.8±4.9	18.4±5.8
0.2≤R<1.0	37.3±13.3	33.6±11.6	35.0±11.6	32.0±9.6	32.9±8.6	6.6±5.6	0.4±0.5	7.7±6.2	7.7±7.2	14.3±10.3
1.0≤R	48.3±26.4	49.3±28.1	51.0±27.4	41.3±23.1	49.7±27.2	11.8±8.3	5.0±3.2	13.8±8.2	13.1±7.1	21.2±10.7

表三 各降雨・水位・植栽条件で得られた蒸発散量 [kg/m²/day] の比較

降雨量:R [kg/m ² /day]	水位条件: 不飽和					水位条件: 飽和				
	無植栽 ±S.D	アジサイ ±S.D	ハナショウブ ±S.D	シバザクラ ±S.D	ヤナギ ±S.D	無植栽 ±S.D	アジサイ ±S.D	ハナショウブ ±S.D	シバザクラ ±S.D	ヤナギ ±S.D
0≤R<0.2	2.2±1.0	3.7±0.7	1.3±3.0	2.9±1.5	3.5±2.1	1.1±1.6	3.0±2.3	2.4±2.0	1.3±1.0	-0.03±2.1
0.2≤R<1.0	0.6±1.2	-0.7±2.2	2.7±0.3	0.5±1.2	0.4±2.0	0.4±1.1	0.2±1.5	0.9±1.0	0.4±1.5	1.0±1.5
1.0≤R	-1.6±2.0	-3.5±2.8	-2.4±2.0	-2.1±2.1	-2.8±3.5	-0.5±3.9	-1.8±4.4	-0.2±2.9	0.2±3.3	-0.9±3.3

量が増加しても流出量の増加は少なく、降雨が流出量に及ぼす影響は水位条件や植栽の有無と比較して大きくないことが示唆された。

3. 3 蒸発散量に及ぼす水位条件及び植栽の影響

5 種の植栽条件と 2 種の水位条件で得られた蒸発散量を雨量条件別に整理したものを表三に示す。同植栽条件で比較すると飽和条件よりも不飽和条件の方が蒸発散量が大きくなることが分かった。無植栽での値は蒸発量を示しており、植栽系における蒸発量が植物体の存在による影響を受けないと仮定すると、植栽系で得られた蒸発散量から無植栽系で得られる蒸発量を引いた値が、植物による蒸散量となる。この仮定のもとで蒸散量を植栽種で比較すると、シバザクラとヤナギの蒸散量は不飽和条件で大きいのに対し、ハナショウブの蒸散量が飽和条件で大きいことから、植物による蒸散量の大小関係は水位条件により変化することが考えられた。一方、降雨の影響が大きい 1.0≤R の降雨条件下で得られた蒸発散量に着目すると、10 データ中 9 データでマイナスの値となったことから、雨量が多い条件下では蒸発散量を正しく評価できていないと考えられた。

3. 4 マイクロライシメーターの水収支測定装置としての評価

蒸発散量がマイナスに算出された理由として、計算に用いた降雨量に対して実際の降雨による流入量が過大であったことが考えられる。降雨条件 1.0≤R で蒸発散量が特に大きくマイナスの値を示したのは、ヤナギとアジサイであった。両者に共通するのは、枝葉がマイクロライシメーターの口径面積を超えて広がっていたことであり、これにより降雨のマイクロライシメーターへの流入が過大に起きたことが考えられる。これはライシメーターをコンパクト化したことにより生じた問題であり、降雨条件下での水収支及び蒸発散量をマイクロライシメーターによって正確に定量するためには、植栽による降雨の集水効果を一定化する工夫が必要であることが示された。

4. まとめ

本研究で製作したマイクロライシメーターを人工湿地の水収支に及ぼす水位条件と植栽の影響の評価に用いた結果、降雨量の少ない条件下では、貯留量・流出量及び蒸発散量に対する水位条件と植栽の影響を概ね正確に定量することが可能であった。一方、降雨量の多い条件下では、植栽による降雨の集水効果が大きいと水収支を正しく評価できないことが分かった。植栽の有無に関わらず降雨条件下での集水量を一定とする手法の開発が、今後の課題である。

謝辞 本研究は平成 24 年度私立大学戦略的研究基盤形成支援事業の成果の一部である。実験において日本大学工学部機械工学科材料工学研究室の協力を得た。記して感謝の意を表す。

参考文献

- 1) 小野芳 他 (2006): 屋上緑化における植物の蒸発散量, 日緑工誌, vol.32, No.1, pp.74-79.
- 2) 気象庁 郡山観測所 気象データ: <http://www.jma.go.jp/jma/index.html>