

キャンプ場の炊事場廃水を処理する 花壇型人工湿地の水質浄化性能

日本大学 学生会員 ○佐藤 敬樹
日本大学 非会員 谷口 崇至
日本大学 正会員 中野 和典

1. 研究背景と研究目的

日本の個人経営のキャンプ場では、炊事場排水が処理されているキャンプ場は極めて少なく、未処理の炊事場排水がキャンプ場周辺の河川に流入している。排水処理が行われない原因として、従来の排出処理システムのコストが高くキャンプ場の経営を圧迫することや機械的なシステムはキャンプ場の景観を損なう可能性があることなどが挙げられる。本研究では、キャンプ場のあるべき姿とはどういったものなのかという視点、経済性及び省メンテナンス性を踏まえ、人工湿地技術を導入した花壇をキャンプ場に設置し、炊事場排水を処理することに至った。そのような花壇を調査対象とし、バーベキューが頻繁に楽しめるキャンプ場の炊事場排水に多いと考えられるノルマルヘキサン抽出物質や界面活性剤を含めた水質項目に対する花壇の水質浄化性能を評価した。

2. 調査対象とした花壇と調査方法

福島県耶麻郡北塩原村の松原キャンプ場に設置した人工湿地技術を導入した花壇の外観を写真-1に示す。花壇のサイズは奥行2.6m×幅3.5m×深さ0.34mであり、キャンプ場の炊事場排水が流入する上流側のろ材として中粒の鹿沼土が、花壇中間部以降の下流側のろ材として小粒の鹿沼土が充填されている。このような花壇の水質浄化性能を評価するため、キャンプ場が利用される6月から10月までの毎月2回、花壇への流入水、花壇中間部の処理水及び出口の処理水を採水し、COD_{Cr}濃度、全窒素（T-N）濃度、全リン（T-P）濃度、ノルマルヘキサン抽出物質濃度及び界面活性剤濃度を測定した。炊事場の水道に設置した水量メーターの値より、花壇に流入した炊事場排水量を推定した。



写真-1 松原キャンプ場に設置した人工湿地技術を導入した花壇

3. 結果と考察

3.1 炊事場での使用水量の変遷

キャンプ場の炊事場の使用水量の変遷を図-1に示す。6月前半及び10月前半のデータは欠損している。6月と7月前半は、コロナウイルス感染者の増加によって4月に発令された緊急事態宣言の影響を受け、キャンプ場利用者が少なかったことを反映し、使用水量が少なかった。7月後半からキャンプ場の利用者が増加し、8月には1日のキャンプ場利用者の数が100人に達する日もあり、炊事場の使用水量がピークに達したことから、花壇に流入した炊事場排水の水量も急激に増加したと考えられた。

3.2 花壇流入前後の一般水質項目の水質の変遷

花壇流入前後の一般水質項目の水質の変遷を図-2に示す。キャンプ場利用者が少なく炊事場の使用水量が少なかった7月前半までは、同日に採水した流入水の濃度が花壇による処理水の濃度を下回る結果となった。これは、処理水の水質が採水時以前に流入した炊

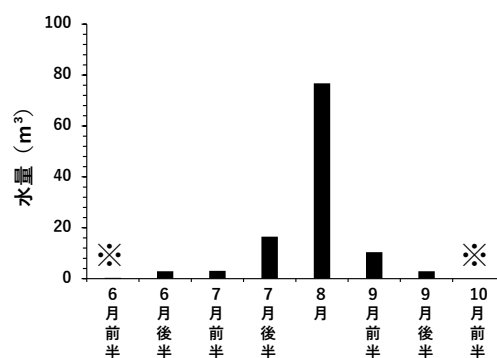


図-1 炊事場での使用水量の変遷

キーワード: 花壇型人工湿地、炊事場廃水、キャンプ場

〒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

事場排水の影響を受けているためと考えられた。花壇の中間部における COD_{Cr} 濃度の平均値が 141mg/L であったのに対し、花壇出口での平均濃度は 65mg/L であり、54%低下していた。8月に炊事場排水量が急増したにも関わらず花壇出口での処理水濃度に大きな変化が見られなかったことから、人工湿地技術を導入した花壇の有機物除去性能が、流入水量の急激な変動の影響を受けず安定していたことが明らかとなった。

T-N 濃度に着目すると、流入濃度が最大であった8月前半の濃度でも 1.3mg-N/L に過ぎず、キャンプ場の炊事場排水に含まれる窒素成分が非常に少ないことが明らかとなった。花壇中間部及び出口における T-N 濃度の平均値はそれぞれ 0.6 及び 0.2mg-N/L であり、低濃度で流入した T-N が更に低濃度化できていた。

COD_{Cr} や T-N と異なり、流入水の T-P 濃度が最大となったのは7月後半であった。その値は 1.2mg-P/L で T-N 濃度を上回っており、キャンプ場の炊事場排水に特有の水質であると考えられた。花壇中間部における T-P 濃度の平均値が 0.43mg/L であったのに対し、花壇出口での平均濃度は 0.18mg/L であり、59%低下していた。 COD_{Cr} と同様に8月の炊事場排水量が急増した時期でも花壇出口での処理水濃度に大きな変化が見られず、リン除去性能の実績がある鹿沼土をろ材に用いた効果が現れたと考えられた。

3.3 花壇流入前後の油脂分及び界面活性剤濃度の変遷

花壇流入前後のノルマルヘキサン抽出物質及び界面活性剤濃度の変遷を図-3に示す。流入水のノルマルヘキサン抽出物質濃度は、キャンプ場利用者がピークとなった8月以降に高いレベルとなった。8月以降には炊事場排水を花壇に導水するパイプの詰まりが目視で確認できたことから、キャンプ場利用者が減少した9月でも導水パイプに蓄積したノルマルヘキサン抽出物質の漏出が継続していたことが推察された。花壇の流入部におけるノルマルヘキサン抽出物質濃度の8月と9月の平均値は 0.404mg/L であり、花壇の中間部における平均濃度は 0.015mg/L であった。花壇出口での平均濃度は 0.003mg/L であり、流入水と比較すると99%低下していたことから、高い油脂分除去性能を確認することができた。

流入水の界面活性剤の濃度が最大であったのは7月後半であり、9月前半まで高いレベルであったことは、T-P 濃度の挙動と一致していた。従って T-N 濃度に比して T-P 濃度が高かった原因は、炊事場で使用される洗剤に由来すると考えられる界面活性剤であると考えられた。キャンプ場では自然に易しい無リン系洗剤の使用を推奨していたことから、キャンプ場利用者が私的に持ち込んだ洗剤が原因であると推察された。流入水の界面活性剤濃度の平均値は 2.8mg/L であったのに対し、花壇の中間部及び出口の界面活性剤濃度はそれぞれ 2.5 及び 1.6mg/L であり、流入水と比較すると43%低下していた。

4. まとめ

松原キャンプ場の炊事場排水を処理する花壇を調査した結果、8月に炊事場排水量が急増した時期でも花壇出口の処理水質に大きな変化は見られず、人工湿地技術を導入した花壇の水質浄化性能が、流入水量の急激な変動の影響を受けなかったことが明らかとなった。調査した水質項目の中では、特にノルマルヘキサン抽出物質の除去性能に優れていたことが明らかとなった。炊事場排水のリン濃度の挙動は、界面活性剤の挙動と一致していたことから、窒素濃度に比してリン濃度が高かった原因は、炊事場で使用される洗剤に由来する界面活性剤であると考えられた。

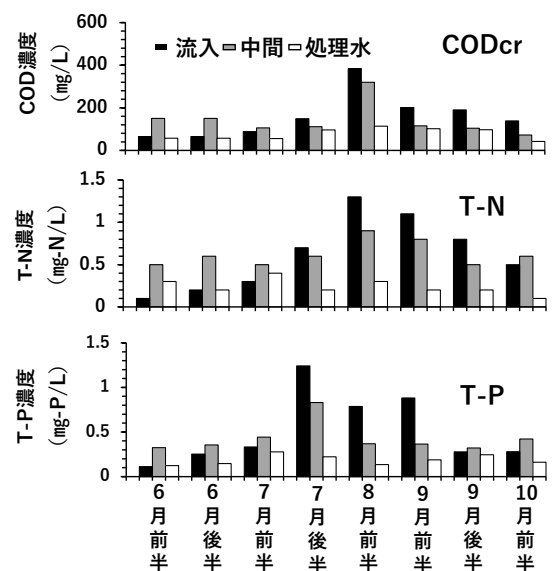


図-2 花壇流入前後の一般水質項目の水質の変遷

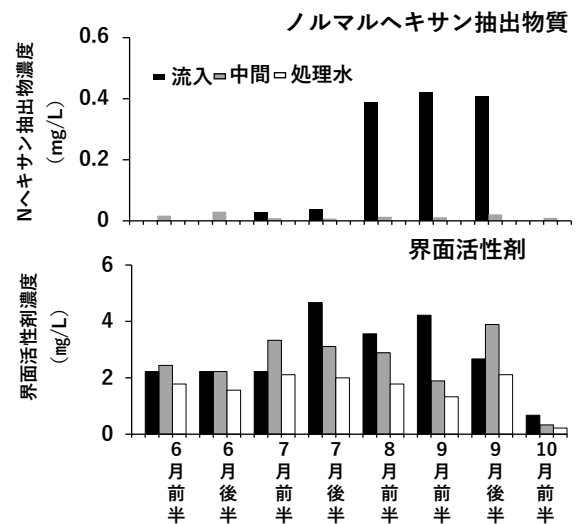


図-3 花壇流入前後の油脂分及び界面活性剤濃度の変遷