

人工湿地技術を応用した花壇による 汚水の多目的利活用

日本大学 学生会員 ○松本 隆仁
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

日本の人口は 2050 年に 1 億人を下回ることが予測されている。葛尾村は、福島第一原子力発電所事故の影響により、事故前に 1516 人であった人口は 330 人に激減し、減少率は約 78%に相当する。この減少率は、2050 年の日本の約 6 割の地点で起こりうることが予測されており、葛尾村は、日本の未来の姿と言える。そのような人口減少への対策として、平成 27 年に閣議決定された国土形成計画では、「本格的な人口減少社会において、豊かさを実感でき、持続可能で魅力ある国土づくり、地域づくりを進めていくために、社会資本整備や土地利用において、自然環境が有する多様な機能（生物の生育・生育の場の提供、良好な景観形成、気温上昇の抑制等）を積極的に活用するグリーンインフラの取組を推進する」ことが決定された。そこで本研究では、葛尾村を日本における将来モデルとして捉え、葛尾村に人工湿地技術を応用した花壇を導入して、その効果を評価することで、過疎地域へのグリーンインフラの導入効果を検証した。

2. 調査対象とした花壇と調査方法

本研究で調査対象とした花壇 1 号、2 号を、図-1 に示す。花壇 1 号は、4 段構成となっており、各段のサイズは、底面の直径 850mm、天面の直径 1000mm、高さ 500mm のプランターである。ろ材は、1 段目と 2 段目に砂利とゼオライト、3 段目に砂利と砂（洗い砂）、4 段目には砂利と活性炭を利用している。また花壇 1 号は、公衆トイレの浄化槽処理水を受け入れている。花壇 1 号の処理水は、花壇 2 号に送られる。花壇 2 号は、1 段構成となっており、サイズは、幅 19.7m、奥行 0.82m である。ろ材は、砂を利用している。花壇 2 号の処理水は、道路の側溝に放流される。本研究では、浄化槽処理水（原水）、花壇 1 号処理水、花壇 2 号処理水を月 1～2 回採水し、水質を測定した。測定項目は、CODcr 濃度、T-N 濃度、T-P 濃度、SS 濃度、大腸菌群数とした。



図-1 トイレ排水の多目的利活用のフローチャート

3. 結果と考察

3.1 花壇のトイレ排水処理性能の評価

浄化槽処理水（原水）を給水した花壇 1 号及び 2 号の流入前後の水質の経時変化及び大腸菌群数の経時変化をそれぞれ図-2 及び図-3 に示す。原水に着目すると、どの水質項目でも 4～8 月の期間より 9～12 月の期間で濃度が低下していた。大腸菌群数は約 90%、SS は約 70%、CODcr 及び T-N は約 50%低下していた。この要因として、8～9 月の間に浄化槽のメンテナンスが行われたことが考えられ、メンテナンスの有無により処理水質が大きく異なることが示唆された。過疎化によりインフラの維持管理が難しくなり、このようなメンテナンス不良が起こり得ることを考慮すると、

キーワード： 人口減少、持続可能、グリーンインフラ、人工湿地技術、花壇、多目的利活用

〒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

メンテナンスに依存しない水処理システムの必要性が浮き彫りとなった。

花壇 1 号処理水に着目すると、どの水質項目でも 4～8 月の期間より 9～12 月の期間で濃度が低下しており、流入する原水の影響を受けていたことが明らかであった。4～8 月の期間と 9～12 月の期間で水質浄化性能を比較すると、T-P、SS、大腸菌群数の除去率は同等であったのに対し、CODcr、T-N の除去率は増加しており、原水の影響は異なっていた。

花壇 2 号処理水でも同様に、どの水質項目でも 4～8 月の期間より 9～12 月の期間で濃度が低下していたが、両期間の水質浄化性能を比較すると、除去率が増加していたのは、T-N、T-P、大腸菌群数であり、花壇 1 号を介することで原水の影響が異なっていたことが推察された。4～12 月の原水及び花壇 2 号処理水の平均濃度から算出した CODcr、T-N、T-P、SS、大腸菌群数の平均除去率は、それぞれ 82%、77%、75%、89%、99% であり、メンテナンスが不要な花壇でも高度な排水処理が行えることが示された。

花壇 1 号と 2 号の消費電力は 0.37kWh/d であった。花壇による 1 日当たりの処理水量が 5 人槽浄化槽の処理水量範囲内の 0.2m³/d であったことから、最も普及している BOD 除去型の性能評価型 5 人槽浄化槽の消費電力と比較すると、この値は 4 分の 1 であった。このように花壇を利用することで、省エネルギーかつ省メンテナンスで効果的な排水処理が行えることを確認できた。

3.2 液肥としてのトイレ排水の利用性

花壇 1 号の外観の季節変化を写真-1 に示す。500mm×4 段のプランターの原型が見えなくなるほど顕著に植物が生長した。花壇 1 号に流入する原水の T-N と T-P の平均濃度は、それぞれ 135mg/L、25mg/L であり、植物の液肥としての利用性が非常に高く有効であったことを確認できた。

花壇 1 号処理水を給水した花壇 2 号及び芝生の様子を写真-2 に示す。芝生の写真は花壇 1 号処理水散布開始から 2 週間後の様子である。スプリンクラーで散水された場所の芝生だけが異常に生長して緑のサークルが現れており、花壇 1 号を経て T-N と T-P の平均濃度が、それぞれ 97mg/L、18mg/L に低下しても未だ液肥として非常に有効であることが明らかであった。一方、花壇 2 号においては、植物の生長を促進することはできなかった。その原因は花壇 2 号における水位が高すぎたためであり、花壇においてトイレ排水を利用する際に考慮すべき要因であることが示された。

4. まとめ

本研究により、人工湿地技術を応用した花壇は消費エネルギーやメンテナンスなどの経済的コストと環境負荷が小さい一方で、排水処理、緑化及び汚水資源の活用などの多様な利益が得られ、総合的な費用対効果が高いことを示すことができた。今後、過疎地域の既存インフラ施設と自然を利用するグリーンインフラの多様な機能を組み合わせることで、人口減少社会における持続可能な地域づくりへの貢献が期待できる。

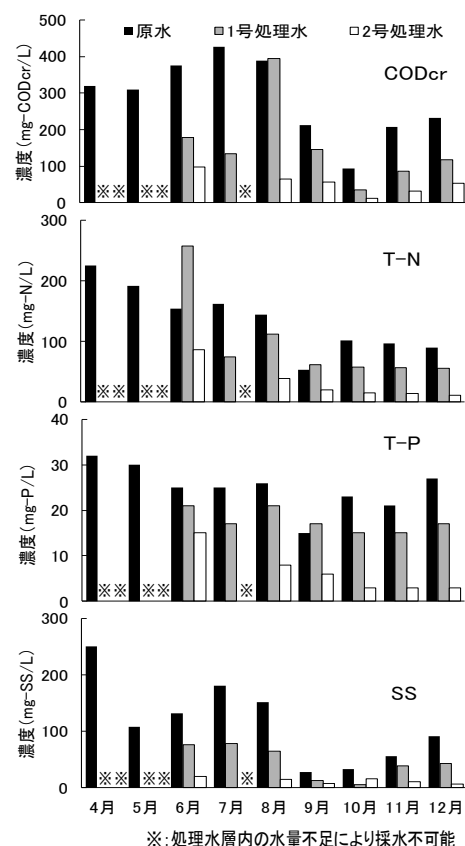


図-2 花壇流入前後の水質の変遷

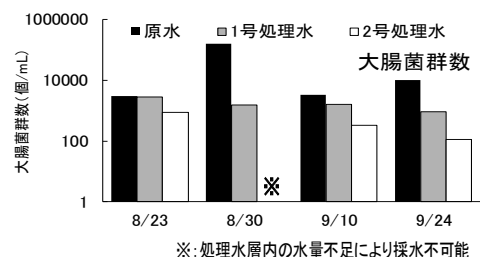


図-3 花壇流入前後の大腸菌群数の



写真-1 花壇 1 号の外観の季節変化



写真-2 花壇 1 号処理水を給水した
花壇 2 号及び芝生の様子