

硝酸態窒素および水中の有機物指標に基づく水質浄化資材量推定法の探索

Explore Method for Estimating the Input of Water Purification Materials Worth Based on Nitrate Nitrogen and Indices of Organic Material in Water

○山寄 高洋*, 大塚 明**, 迎里 伸朗***, 藏重 直輝****, 長坂 貞郎*, 石川 重雄
○Takahiro YAMAZAKI*, Akira OTSUKA**, Nobuaki MUKAEZATO***,
Naoki KURASHIGE****, Sadao NAGASAKA* and Shigeo ISHIKAWA

1. 背景および目的

富栄養化した湖沼等の水質改善策として窒素除去は重要な問題である。この問題に対して、コストと環境負荷の両面から、天然素材を利用した浄化資材の開発を行ってきた。これまでに $\text{NO}_3\text{-N}$ 除去率、COD 濃度および水質浄化資材量の関係から、汚濁水に対する水質浄化資材量が推定されている^{1,2)}。しかし、推定に COD 濃度を用いたため、有機物汚濁の詳細把握が難しく、また、分析工程での誤差が懸念されてきた。

そこで本研究では、従来からの COD 濃度に加えて TOC 濃度を有機物指標として検討項目に加えた。さらに、既報で使用した全ての試験区を用いた実験を行うことで、より明確な有機物指標を用いた浄化資材量推定法の探索を目的とした。

2. 実験概要

2-1 供試材

稲わらと蒸留水が重量比で 1:20、水温 25°C の条件下で 72 時間浸漬し、稲わら成分浸出液を作製した。この稲わら成分浸出液にナラ木炭を 48 時間真空浸漬処理することで、脱窒菌を担持した処理木炭を供試材とした。

2-2 供試液

$\text{NO}_3\text{-N}$ が 15mg/L になるよう水道水に硝酸カリウム(KNO_3)を加え、供試液として実験に使用した。

2-3 実験方法

容量 1000mL の塩化ビニール容器に、供試材と供試液が重量比で 1:5、1:10、1:15、1:20、1:25、1:30、1:50、1:100 となる試験区を設け充填した。この塩化ビニール容器を、脱窒菌の最適活性温度とされる 25°C に設定したインキュベータ内に 3 反復で静置した。供試液は実験開始 0、6、12、24、48、72 時間毎に採水し、水質分析を行った。今回は同一の設定で 2 度の実験を行った。

2-4 推定方法

$\text{NO}_3\text{-N}$ 除去率と COD 濃度または TOC 濃度の関係より得られる指数関数の近似曲線より、(1)式のモデルを求める。

$$C = K_1 \cdot e^{K_2 \cdot R_{\text{NO}_3\text{-N}}} \quad \dots (1)$$

C: 有機物指標濃度(COD 濃度の場合は C_{COD} 、TOC 濃度の場合は C_{TOC} とする)、 $R_{\text{NO}_3\text{-N}}$: $\text{NO}_3\text{-N}$ 除去率、 K_1 および K_2 : 変数である。

さらに、有機物指標濃度と水質浄化資材の充填比率の関係より得られる累乗関数の近似曲線より、(2)式のモデルを求める。

$$PR = K_3 \cdot C_C \frac{K_4}{O_D} \quad \dots (2)$$

PR(Prediction Rate): 木炭を 1 とした時の汚濁水の最適予測比率、 K_3 および K_4 : 変数である。(1)式より $\text{NO}_3\text{-N}$ 除去率を 100%にした際の C を算出し、これを(2)式に代入することにより最適予測比率 PR とした。

*日本大学生物資源科学部 College of Bioresource Sciences, Nihon University

**東京都下水道サービス株式会社 Tokyo Metropolitan Sewerage Service Co.

***大阿蘇水質管理株式会社 oaso-suishitukanri Co., Ltd.

****鹿島道路株式会社 KAJIMAROAD Co., LTD.

キーワード: 水質浄化資材、硝酸態窒素、有機物指標

3. 結果および考察

既報^{1,2)}同様に 24 時間目以降の結果を用いて最適予測比率の推定を行った。

NO₃-N 除去率と COD 濃度の関係から、(3)式の関数を得た (Fig.1)。

$$C_{COD} = 7.7822 \cdot e^{0.017R_{NO_3-N}} \dots (3)$$

さらに、COD 濃度と水質浄化資材の充填比率の関係から、(4)式の関数を得た (Fig.2)。

$$PR = 588.62 \cdot C_{COD}^{-1.195} \dots (4)$$

(3)式および(4)式より COD 濃度を推定に導入した場合に NO₃-N 除去率を 100%とした際の PR は 6.65 と推定された。

次に、NO₃-N 除去率と TOC 濃度の関係から、(5)式の関数を得た (Fig.3)。

$$C_{TOC} = 3.8511 \cdot e^{0.0181R_{NO_3-N}} \dots (5)$$

さらに、TOC 濃度と水質浄化資材の充填比率の関係から、(6)式の関数を得た (Fig.4)。

$$PR = 287.87 \cdot C_{TOC}^{-1.231} \dots (6)$$

(5)式および(6)式より TOC 濃度を推定に導入した場合に NO₃-N 除去率を 100%とした際の PR は 5.90 と推定された。

NO₃-N 除去率と有機物指標濃度の関係である Fig.1(R²=0.69)および Fig.3(R²=0.78)と、有機物指標濃度と充填比率の関係である Fig.2(R²=0.87)および Fig.4(R²=0.91)の寄与率を比較すると、どちらの関係性においても TOC 濃度を推定に用いた方がデータと関数の当てはまりが良いと示された。また、TOC 濃度の場合には有機物汚濁を全有機炭素と断定できることから、今まで以上に明確な水質変化を捉えることが可能といえる。

以上のことから、TOC 濃度を推定に導入する方が、精度の高い推定結果が得られると考えられた。

参考文献

- 1) 山崎高洋、五十嵐正夫、石川重雄、長坂貞郎：硝酸態窒素(NO₃-N)および化学的酸素要求量(COD)に基づく水質浄化資材投入量の推定、H26 農業農村工学会大会講演会講演要旨集、pp.292-293(2014)
- 2) 山崎高洋、石川重雄、長坂貞郎：硝酸態窒素(NO₃-N)および化学的酸素要求量(COD)に基づく水質浄化資材投入量の推定法における詳細な検討、H28 農業農村工学会大会講演会講演要旨集(2016)

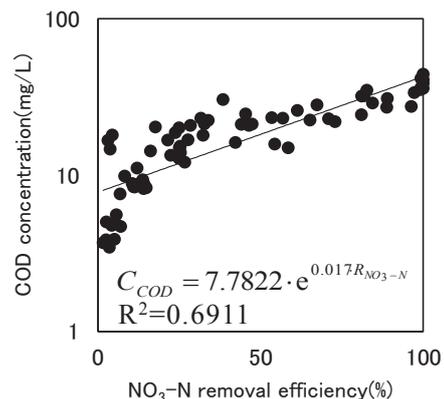


Fig.1 The relationship between NO₃-N removal efficiency and COD concentration

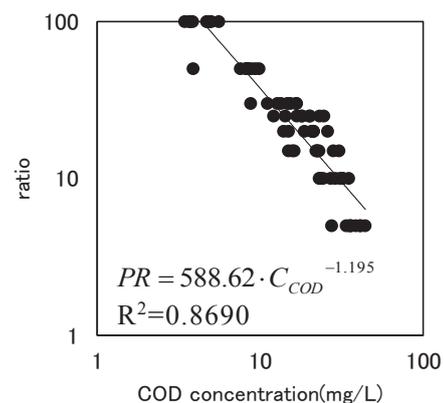


Fig.2 The relationship between COD concentration and ratio of materials worth

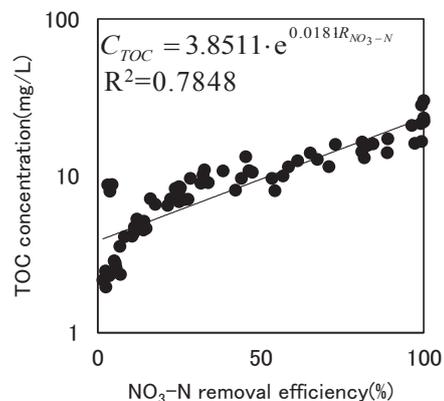


Fig.3 The relationship between NO₃-N removal efficiency and TOC concentration

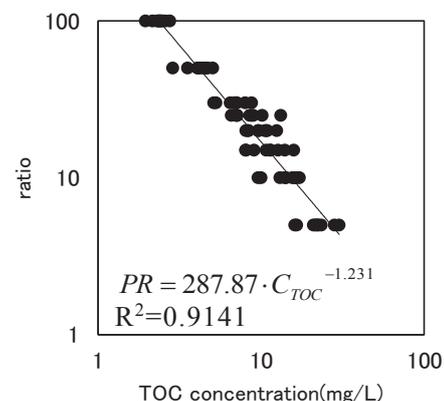


Fig.4 The relationship between TOC concentration and ratio of materials worth