

汚濁指標及び維持管理指標としてのN-BODの問題点と

UV-C照射によるN-BOD抑制効果の検証

公益社団法人 宮城県生活環境事業協会 浄化槽法定検査センター
○桃澤 健、古川 昇平、菊池 友文、久住 知裕

1. はじめに

浄化槽の性能を評価または規制するとき、有機汚濁指標として生物化学的酸素要求量（以下、「BOD」という。）が用いられている。BODは、有機物質の分解に要する酸素量を示すとされてきたが、硝化細菌が繁殖した試料では、有機物質分解に要する酸素量（以下、「C-BOD」という。）に硝化に要する酸素量（以下、「N-BOD」という。）が加算されて、BODとして測定されることがある¹⁾。しかし、N-BODは、希釈試料中の試料量によって変化し、一定の値を示さない²⁾ことや、基質量の指標とすることは困難である²⁾こと、N-BODは再現性が乏しいこと³⁾など、以前より問題が指摘されている。

現在の浄化槽は、接触ばっ気法や担体流動法などの生物膜法が広く利用されているが、生物膜法は活性汚泥法と比較して汚泥日令が長いいため硝化細菌が増殖しやすく、硝化の影響を受けやすい。このため、N-BODに関する問題は、浄化槽の処理能力の評価に関わる重要な課題であり、これまでもN-BODと浄化槽処理水に関する調査⁴⁾⁵⁾が行われているが、N-BODを含むBODを浄化槽処理水の汚濁指標や維持管理の指標として評価した場合の問題点を整理した報告は見当たらない。また、N-BODの問題を解決する方法として、浄化槽処理水は硝化の影響が少ない消毒後のBODで評価するべきとの提案⁴⁾⁵⁾があるが、消毒後のBODは、あらかじめ残留塩素を還元する必要があるため、測定検数に比例して作業量や薬品費の増加につながるものが課題である。このため、BODの試料において硝化の影響を少なくする簡便な方法の検討が必要と考えられる。

本研究では、当検査センターが行った浄化槽の水質調査において把握したBOD、C-BOD、N-BOD、NH₄-Nの経時的な挙動をもとに、汚濁指標または維持管理指標としてのN-BODの問題点を検討するとともに、N-BODを除外しうる簡便な方法として浄化槽放流水試料に消毒用紫外線(UV-C)を照射することによるN-BODの抑制効果を検証した。

2. 汚濁指標及び維持管理指標としてのN-BODの問題点の検討

(1) 水質調査施設の概要及び期間

宮城県内に設置されている浄化槽2基について調査を行った。対象施設は、処理水BODの内、N-BODの影響が大きい⁶⁾とされるコンビニエンスストアとした。処理方式および処理対象人員は、嫌気ろ床担体流動方式の30人槽（以下、「A店」という。）と嫌気ろ床生物ろ過方式の35人槽（以下、「B店」という。）とした。調査期間および頻度は、A店については2018年1月10日から3月29日にかけて毎週1回行った。B店

については2019年1月9日から3月27日まで毎週1回実施した。A店およびB店とも清掃後約1か月後に調査を開始した。

(2) 水質調査方法

浄化槽の消毒前の放流水について、BOD、C-BOD（N-アリルチオ尿素添加法による。）、NH₄-Nを測定した。また、一次処理槽一室から二室の移流口付近の一次処理槽BODを測定した。

(3) A店の水質調査結果と考察

図-1にA店の水質調査結果を示す。A店の水質は調査開始直後からN-BODの発現が認められ、調査期間中の平均BOD112mg/Lの内、平均N-BODの割合は74%の83mg/L、平均C-BODの割合は26%の29mg/Lであった。平均BODの内、平均N-BODが7割以上を占めており、BODの本来の意味である有機汚濁指標のC-BODから乖離した値となった。また、一般的に浄化槽は好気性処理の行われていない一次処理槽のBODが放流のBODより高いが、図-1の①から⑤に示す5箇所で放流のBODが一次処理槽BODを超える現象が認められた。この逆転現象が認められた箇所はN-BODが50mg/Lを超える値を示しており、N-BODの影響のため放流BODが一次処理槽BODを上回ったと考えられる。このような場合のBODは、浄化槽の処理状態を正しく表しているとは言えず、維持管理の指標として用いることは適当ではないと考えられる。A店の水質調査では、N-BODの対策として2月21日調査時に送風機を定格風量250L/分から風量120L/分にランクダウンし、ばっ気量を低下させた。このばっ気量の低下の結果、N-BODが0mg/Lとなり（図-1、⑥部分）、調査期間中でBODは最も低い値の31mg/Lとなったが、NH₄-Nは42.4mg/Lから89mg/Lに上昇し（図-1、⑦部分）、C-BODの値は24mg/Lから31mg/Lに上昇した。すなわち、N-BOD対策のためにばっ気量を低下させると、好気性処理が後退し浄化槽処理水質は悪化することが示された。

(4) B店の水質調査結果と考察

図-2にB店の水質調査結果を示す。B店もA店同様に調査開始直後からN-BODの発現が認められ、B店の調査期間中の平均BOD108mg/Lの内、平均N-BODの割合は45%の49mg/L、平均C-BODの割合は55%の59mg/Lと、N-BODの影響が表れていた。また、図-2の①から⑥に示す6箇所で、A店同様に放流のBODが一次処理槽BODを超える逆転現象が認められた。B店でも逆転現象は、N-BODが50mg/Lを超える値を示した箇所で起きており、N-BODの発現が浄化槽の処理状態の把握を困難にしている。B店の水質調査では、2月20日調査

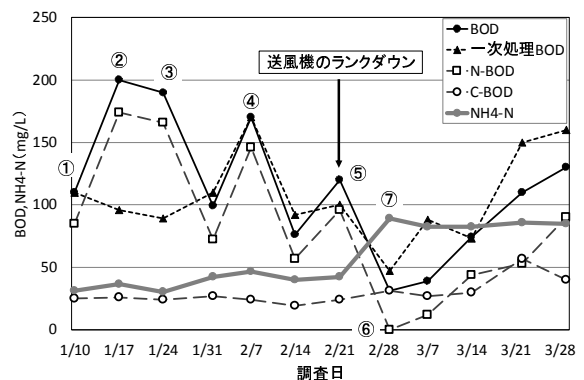


図-1 A店の各BOD、NH₄-Nの経時変化

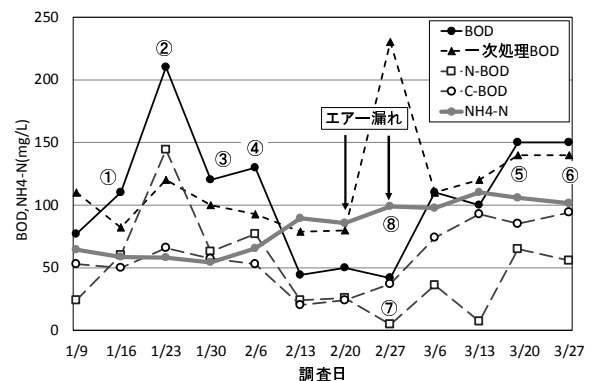


図-2 B店の各BOD、NH₄-Nの経時変化

時に送風機と送気管の接続部からエアリークし、ばっ気量が低下するトラブルが発生した。このばっ気量の低下の結果、N-BODが5mg/Lに低下し（図-2、⑦部分）、調査期間中でBODは最も低い値の42mg/Lとなったが、NH₄-Nは85.7mg/Lから98.8mg/Lに上昇し（図-2、⑧部分）、C-BODの値は24mg/Lから37mg/Lに上昇した。A店と同様にN-BODの低下に伴いBODが低下しても、浄化槽処理水質は改善せず、むしろ悪化する結果となった。つまり、N-BODを含むBODの汚濁指標としての信頼性に問題がある事例が示された。

以上の調査結果より、N-BODが発現しているBODは、浄化槽の処理状態や浄化槽処理水の汚濁状態を正確に表しているとは言えず、適正な汚濁指標や維持管理指標は、N-BODの影響を可能な限り除外したBODを用いるほうが望ましいことが明らかとなった。

3. 紫外線(UV-C)照射によるN-BOD抑制効果の検証結果

(1) 実験方法

紫外線照射は紫外線波長254nm付近を照射する殺菌ランプ（パナソニック製 GL15型）を利用し、宮城県内の店舗（コンビニエンスストア）に設置されている浄化槽2基から採水した消毒前放流水試料の直上約50cmから紫外線照射を行った。浄化槽から採水した18試料に紫外線照射量等の照射条件を変え、延べ30検体について紫外線照射後のBODを測定した。BOD希釈操作における希釈倍率は、BOD、C-BOD、紫外線照射後BODの各試料で同じ倍率とした。

(2) 実験結果

図-3に紫外線照射前後の30検体の平均N-BOD結果を示す。紫外線照射後N-BODは、紫外線の照射条件を様々に変更したものが含まれるが、全ての検体についてN-BODの低減が認められ、紫外線照射前の平均N-BODは38.3mg/Lに対して紫外線照射後の平均N-BODは7.1mg/Lとなり、紫外線の照射によるN-BODの抑制効果が認められた。紫外線量とN-BODの変化の例を図-4と図-5に示す。図-4の試料1は、N-BODが77mg/Lであったが、紫外線量90J/m²のN-BODは35mg/L、紫外線量450J/m²では10mg/Lと徐々に減少した。試料2は、N-BODが26mg/Lであったが、紫外線量90J/m²のN-BODは7mg/L、450J/m²では10mg/Lとなった。図-5の試料3は、450J/m²の紫外線量でN-BOD24mg/L、紫外線量450J/m²のN-BODは7mg/Lと減少したが、紫外線量900J/m²では8mg/Lとなり紫外線量450J/m²とほぼ同じ値となった。試料4は、N-BODが14mg/Lであったが、紫外線量450J/m²のN-BODは1mg/Lとほと

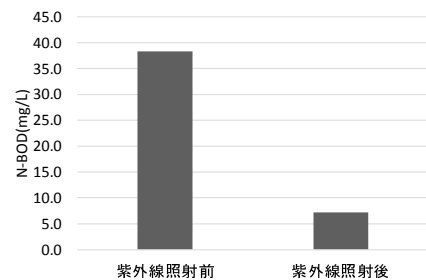


図-3 紫外線照射前後の平均N-BOD

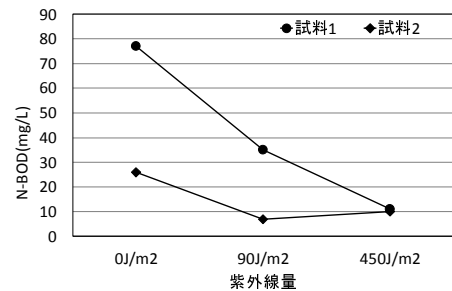


図-4 紫外線量とN-BODの変化

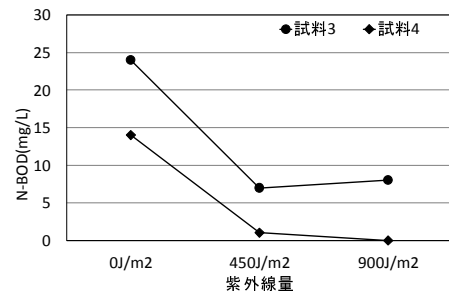


図-5 紫外線量とN-BODの変化

んど発現しなくなり、900J/m²でN-BODは発現しなくなった。すなわち、紫外線量90J/m²から450J/m²に紫外線量を増加させるとN-BODが徐々に減少する試料が認められ、紫外線量450J/m²から紫外線量を900J/m²に増加してもN-BODは450J/m²の紫外線量とほとんど変わらなくなった。

以上の結果から、N-BODを除外しうる簡便な方法として、試料に消毒用紫外線を照射する方法が有効であることが示された。

4. まとめ

(1) 汚濁指標及び維持管理指標としてのN-BODの問題点の検討

- ① 水質調査施設の平均BODの内、平均N-BODは74%または45%を占めており、BODの本来の意味である有機汚濁指標のC-BODから乖離した値となった。
- ② N-BODが50mg/L以上発現する場合、放流BODが一次処理槽BODより高くなる逆転現象が起こった。この場合のBODは、処理状態を正しく表しているとは言えず、維持管理の指標として用いることは適当ではないと考えられた。
- ③ ばっ気量の低下の結果、N-BODの減少に伴いBODは減少したが、NH₄-NやC-BODは上昇し浄化槽処理水質は悪化する結果となった。N-BODを含むBODの汚濁指標としての信頼性に問題がある事例が示された。
- ④ 調査結果より、適正な汚濁指標や維持管理指標は、N-BODの影響を可能な限り除外したBODを用いるほうが望ましいことが明らかとなった。

(2) 紫外線(UV-C)の照射によるN-BODの抑制効果の検証

- ① 紫外線を照射した全ての検体についてN-BODの低減が認められ、紫外線照射前の平均N-BODは38.3mg/Lに対して紫外線照射後の平均N-BODは7.1mg/Lとなり、紫外線の照射によるN-BODの抑制効果が認められた。
- ② BODの内、N-BODを除外しうる簡便な方法として、試料に消毒用紫外線を照射する方法が有効であることが示された。

最後に、本調査の実施に当たって、協業組合アクアネットをはじめ関係各位の皆様から多大なご協力を頂き、厚く御礼申し上げる次第である。

参考文献

- 1) 公益社団法人日本下水道協会：下水試験法 上巻 2012年版 pp270～278
- 2) 成富武治：硝化性酸素消費量を含むBODの測定上の問題点 用水と廃水 Vol.31 No.7、pp24-29 (1989)
- 3) 藤井滋穂ほか：硝化反応のBODに及ぼす影響の実験による評価検討 環境工学研究論文集 Vol.40、pp531-540 (2003)
- 4) 渡辺孝雄ほか：接触ばっ気槽からの硝化細菌の流出現象とN-BODへの影響 浄化槽研究 Vol.3、No.1 pp47-54 (1991)
- 5) 小川浩ほか：浄化槽の処理水質に及ぼす塩素消毒とその評価 月間浄化槽 No.431、pp11-16 (2012年3月号)
- 6) 小島博義ほか：コンビニエンスストア設置浄化槽の排水水質と処理性能 用水と廃水 Vol.53 No.6、pp55-62 (2011)