

Pseudonocardia sp. N23 株による 1,4-ジオキサン汚染地下水浄化への適用評価

大成建設 正会員 ○渡邊 亮哉
 大成建設 山本 哲史
 大成建設 斎藤 祐二

1. はじめに

近年、新たな 1,4-ジオキサン (DX) の処理技術として分解菌を活用した生物処理が提案されている。DX 分解菌は、その分解機構から共代謝菌と資化菌に大別され、さらに資化菌には、DX 分解酵素の誘導の有無により誘導型と構成型の 2 タイプが存在することが明らかとなっている¹⁾。特に構成型資化菌は、低濃度の DX を安定的に分解可能なため、DX の生物処理には構成型資化菌が適していると考えられている。我々が独自に単離した DX 分解菌 *Pseudonocardia* sp. N23 (以下 N23 株) は、これまでの研究から構成型資化菌の特徴を有していることが明らかとなっている²⁾。しかし今までの研究は産業排水を想定した条件 (数十~数百 ppm) での評価のみであり、汚染地下水等を想定した低濃度の DX (1.0 mg/L 以下) の分解特性は不明であった。そこで本研究では低濃度の DX が N23 株により地下水環境基準 (0.05 mg/L) 以下に分解できるか検討を行った。同時に pH や温度による影響を評価し、DX 汚染地下水浄化への適用可能性を評価した。

2. 試験方法

2.1 供試菌株

本研究の供試菌株としては *Pseudonocardia* sp. N23 株を用いた。N23 株は表 1 に示す MGY 培地を使って培養した後、無機塩培地 (表 2) を用いて 2 回洗浄したものを試験に供した。

2.2 低濃度 DX 分解試験

300 ml 容のフラスコに DX (終濃度 1.0 mg/L) を含んだ無機塩培地に N23 株 (終濃度 100 mg/L) を合計で 100 ml となるように添加した。添加後、シリコ栓で蓋をし、30℃、120 rpm の条件で攪拌浸とうを行った。開始して 2, 4, 6, 8, 10, 12 時間後にサンプリングを行い、ヘッドスペースガスクロマトグラフィー質量分析装置 (QP2010plus, 島津) を用いて DX を測定した。N23 株を添加した条件は 3 連で試験を実施した。また対照として N23 株を添加しない条件 (コントロール) を用いた。

2.3 pH, 温度が DX 分解に及ぼす影響評価

100 ml 容のフラスコに DX (終濃度 500 mg/L) を含む無機塩培地と N23 株 (菌体濃度 200-300 mg/L) を合計で 20 ml となるように添加し、シリコ栓で蓋をして試験を行った。試験期間は 24 時間以内とし、DX 濃度を適宜測定し、DX 濃度の減少から体積あたりの DX 分解速度を算出した。pH の影響を評価する試験では、pH を 3-8 に調製した無機塩培地を用いて 30℃の温度条件で試験を行った。また温度による評価は、培養温度を 20-40℃に維持した状態で試験を行った。分解試験は 120 rpm の条件で攪拌浸とうしながら行った。

表 1 MGY 培地組成

成分	濃度 (g/L)
Malt extract	10
Glucose	4
Yeast extract	4

pH: 7.3

表 2 無機塩培地組成

成分	濃度 (mg/L)
K ₂ HPO ₄	1000
(NH ₄) ₂ SO ₄	1000
MgSO ₄ ·7H ₂ O	200
FeCl ₃	10
CaCl ₂ ·2H ₂ O	50
NaCl	50

pH: 7.3

キーワード 1,4-ジオキサン, 地下水浄化, N23 株, バイオレメディエーション

連絡先 〒245-0051 神奈川県横浜市戸塚区名瀬町 344-1 大成建設 (株) 技術センター TEL 045-814-7240

3. 試験結果

3.1 低濃度 DX 分解試験

試験結果を図 1 に示す。N23 株を添加していないコントロールでは DX 濃度はほとんど変化しなかった。一方で N23 株を添加した条件では、時間が経過する毎に DX 濃度が減少し、試験を開始して 10 時間後には地下水環境基準である 0.05 mg/L を下回る結果が得られた。この結果より、N23 株は高濃度の DX だけでなく低濃度の DX を短時間で地下水環境基準値まで分解することが明らかとなった。

3.2 pH, 温度が DX 分解に及ぼす影響評価

pH, 温度における N23 株の DX 分解速度を図 2 に示す。pH の影響については、N23 株は pH 3.0-8.0 において DX を分解することが可能であり、その分解速度は pH 7.0 で最も高い値を示した。また pH 4.0 での DX 分解速度は、至適 pH (7.0) における分解速度の 83% であることから、酸性域においても高い DX 分解活性を維持出来ることが示された。次に温度の影響においては、N23 株は 40℃以上では DX を分解することが出来ないものの、15℃から 35℃において DX を分解することが示された。N23 株の至適温度は 25-30℃であるが、温暖な地域の地下水 (15-20℃) であれば至適温度の 60-76%の分解活性を維持出来ることが示された。

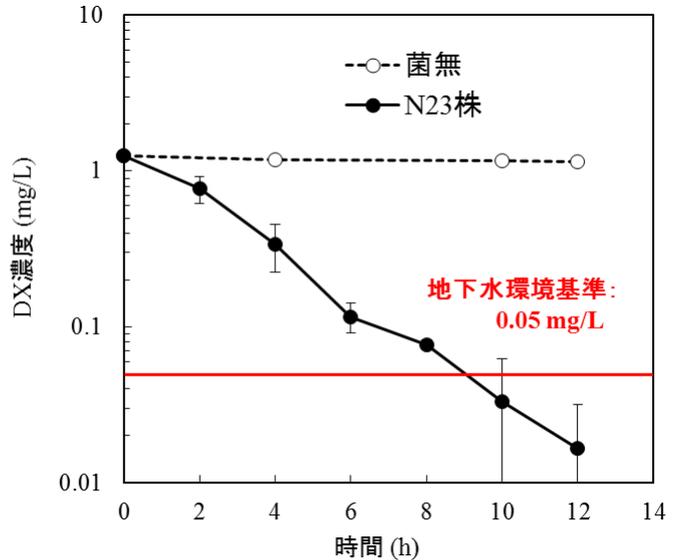


図 1 低濃度 DX 分解試験

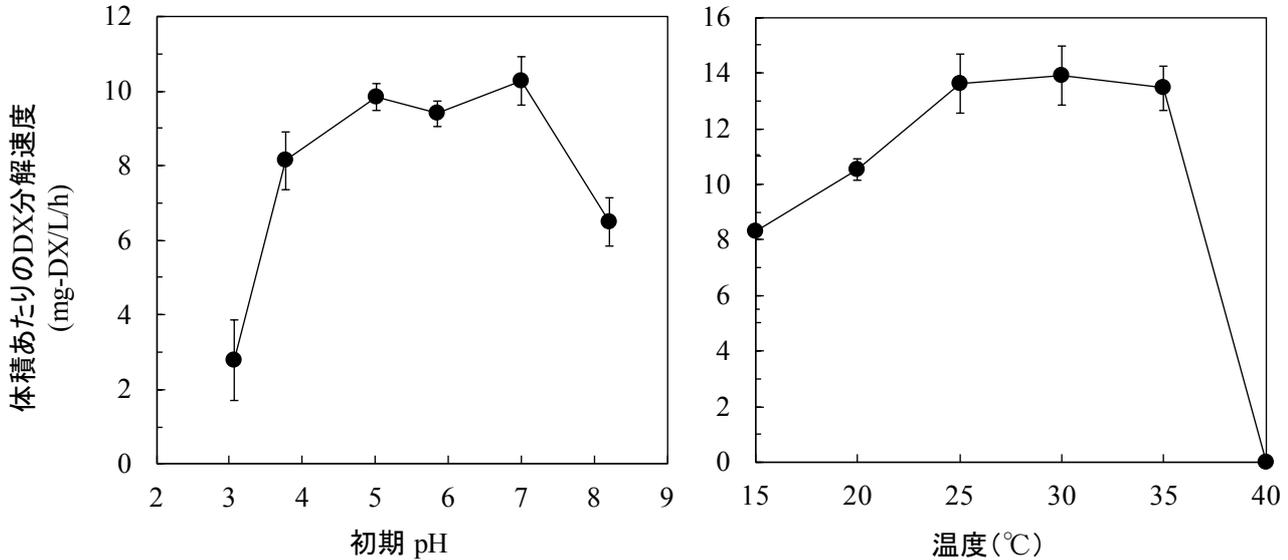


図 2 pH, 温度が DX 分解に及ぼす影響

4. 考察

試験結果より *Pseudonocardia* sp. N23 株は、1) 低濃度 (1.0 mg/L) の DX を短時間で分解する、2) 一般的な地下水の pH 域 (6.0-7.0) だけでなく酸性域 (pH 4.0) においても DX を分解する、3) 15-20℃の条件でも分解活性を維持することが出来ることから DX 汚染地下水浄化に適用出来る可能性が示された。

参考文献

- 1) Sei et al. (2013) *Biodegradation* 24 665–674.
- 2) Yamamoto et al. (2018) *Journal of Bioscience and Bioengineering* In Press.