

## 特殊硫黄資材を用いた地下水中の硝酸性窒素の脱窒について Nitrate Removal by Application of Sulfur Denitrification Process in Groundwater

中野 拓治\*, 安元 純\*, 嘉森裕史\*\*, 真謝孝正\*\*\*  
NAKANO Takuji\*, YASUMOTO Jun\*, KAMORI Hiroshi\*\*, MAJYA Kose\*\*\*

### 1. はじめに

沖縄本島南部地域（糸満市・八重瀬町）は、琉球石灰岩を表層地質とする段丘地形によって特徴づけられる畑地農業地帯（基幹作物：サトウキビ）であるが、国営沖縄本島南部水利事業（1992～2005年）の地下ダム築造（米須・慶座）等によって水資源開発が進められ、1,352haの畑地に地下水が灌漑用水として利用されている（Fig.1）。一方、本地域地下水の硝酸性窒素濃度は、近年、横ばい又は上昇傾向を示すとともに、環境基準値（10mgL<sup>-1</sup>）を超過する地下水観測地点も存在している。このような状況を踏まえ、今後の水質管理を含めた地下水利用に資する観点から、室内カラム試験等を通じて、特殊硫黄資材による地下水中の硝酸性窒素（NO<sub>3</sub>-N）と亜硫酸性窒素（NO<sub>2</sub>-N）の浄化効果とその特性について考察したので、概要を報告する。

### 2. 試験内容・方法

試験には、特殊硫黄材と琉球石灰岩※を充填したカラム（※琉球石灰岩：含有されるミネラルが浄化微生物の栄養源として利用。充填材の支持材としても機能）を反応槽として用いるとともに、原水槽と処理水槽を設けた（Fig.2）。カラムは、φ50mm×1,000mmの透明アクリル樹脂製のものとして、充填材の充填高は700mmとした。カラムへの特殊硫黄材と琉球石灰岩の充填は、所定の粒径に調整した2種類の充填材を均一に混合した後に行った。なお、琉球石灰岩の機能に対する比較試験として、砕石を用いたカラムを設置した。

原水は、沖縄本島南部地域地下水のNO<sub>3</sub>-N濃度測定結果等を踏まえ、硝酸ナトリウムによりNO<sub>3</sub>-N濃度を15mgL<sup>-1</sup>に調整して用いた。カラムへの原水供給は、ポンプにて流量を調整し、カラムの線速度（LV）として0.03m/hrから0.13m/hrになるように所定の期間において順次LVを速めて試験を行った。

### 3. 試験結果と考察

処理水中のNO<sub>3</sub>-Nの経時変化をFig.3に、NO<sub>3</sub>-NとNO<sub>2</sub>-N濃度の経時変化をFig.4に示す。また、各LV条件における処理水中のNO<sub>3</sub>-NとNO<sub>2</sub>-N+NO<sub>3</sub>-Nの平均値をTable 1に示す。

#### (1) 立上期間

LVが0.03m/hrの条件で処理を開始した場合、特殊硫黄材と琉球石灰岩混合したカラム、特殊硫黄材と砕石を混合したカラムとも処理開始後7日目の処理水中のNO<sub>3</sub>-NとNO<sub>2</sub>-Nは、いずれも0.1mgL以下と良好であり、立上に必要な期間は1週間程度と考えられる。

#### (2) 処理水のNO<sub>3</sub>-N濃度

Table 1、Fig.3,4の結果から、特殊硫黄材と琉球石灰岩あるいは砕石を充填したカラムの処理水NO<sub>3</sub>-N濃

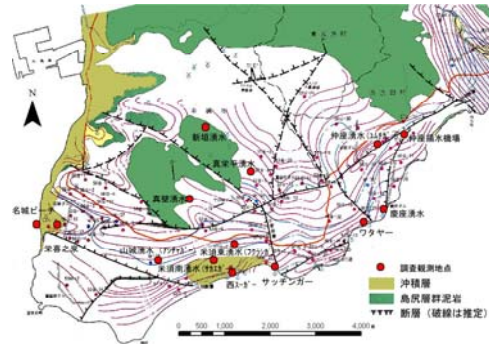


Fig.1 沖縄本島南部地域の概要

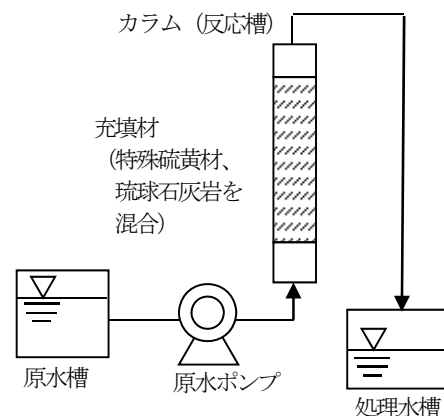


Fig.2 試験装置の概要

\* 琉球大学農学部地域農業工学科

\*\* 新日鉄住金エンジニアリング(株)環境ソリューション事業部環境修復推進部, \*\*\* 名建産業(株)

キーワード：特殊硫黄材, 硝酸性窒素, 地下水

度は、LV が 0.03m/hr～0.07m/hr の条件でいずれも 0.1mg/L 以下と良好であった。また、LV を速めた 0.09m/hr～0.13m/hr の条件下では、特殊硫黄材と琉球石灰岩を充填したカラム及び特殊硫黄材と砕石を充填したカラムとも処理水中の NO<sub>3</sub>-N 濃度が若干上昇する傾向が認められた。

さらに、特殊硫黄材と琉球石灰岩を充填したカラムと特殊硫黄材と砕石を充填したカラムにおける処理水質を比較すると、特殊硫黄材と琉球石灰岩を混合したカラムの処理水 NO<sub>3</sub>-N 濃度は、LV が 0.09, 0.11, 0.13m/hr において、平均値でそれぞれ 1.07, 2.60, 4.71mg/L と特殊硫黄材と砕石を混合したカラムに比較し 0.14～1.15mg/L 低くなっており、特殊硫黄材に琉球石灰岩を混合することを通じて、砕石等を混合するより硝酸性窒素の処理性能が向上することが明らかになった。

### (3) 処理水の NO<sub>2</sub>-N 濃度

LV が 0.05m/hr を超過する条件下では、特殊硫黄材と琉球石灰岩あるいは砕石を充填したカラムとも NO<sub>2</sub>-N が処理水に検知され、また、LV の上昇に伴い NO<sub>2</sub>-N 濃度が上昇する傾向が認められた。これは処理における NO<sub>3</sub>-N 負荷が高くなり NO<sub>3</sub>-N が十分に N<sub>2</sub> ガスに還元されず中間生成物である NO<sub>2</sub>-N が処理水中に蓄積したために生じたものと考えられる。特殊硫黄材と琉球石灰岩を混合したカラムの処理水中における NO<sub>2</sub>-N と NO<sub>3</sub>-N の合算濃度値は、LV が 0.09m/hr～0.13m/hr においていずれも特殊硫黄材と砕石を混合したカラムの処理水中濃度を下回っており、琉球石灰岩を混合することを通じて浄化性能を高められることが示唆された。

## 4. まとめ

地下水中の硝酸性窒素を対象として、特殊硫黄材を用いた浄化効果を考察した結果、微生物の栄養源となるミネラル成分を含む琉球石灰岩を特殊硫黄材の支持材として混合したカラムは、砕石等を支持材として用いたカラムに比較し硝酸性窒素をより低い濃度に処理できることが確認された。

今後は、パイロットレベルによる試験等を通じて、更に、硫黄脱窒浄化処理システムの構築に寄与する知見を蓄積する予定である。

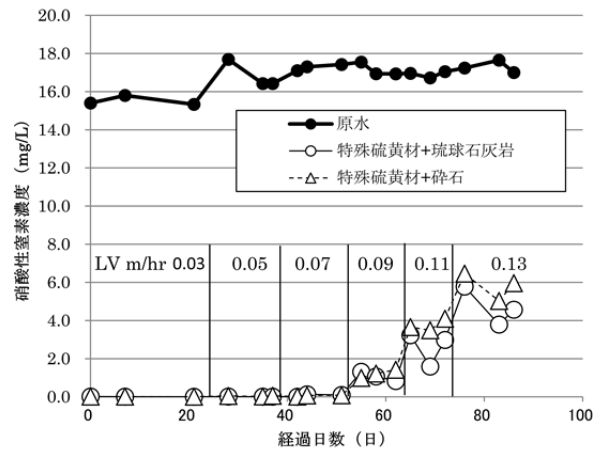


Fig. 3 処理水 NO<sub>3</sub>-N 濃度の経時変化

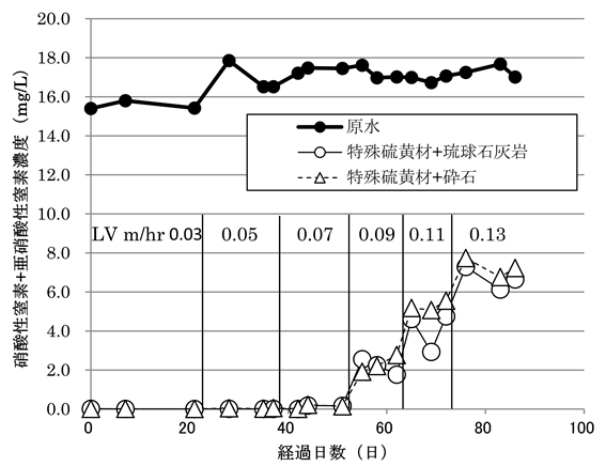


Fig. 4 処理水 NO<sub>3</sub>-N と NO<sub>2</sub>-N 濃度の経時変化

Table 1 LV と処理水 NO<sub>3</sub>-N・NO<sub>2</sub>-N 濃度の関係

LV(m/hr)	特殊硫黄材+琉球石灰岩 (mgL <sup>-1</sup> )			特殊硫黄材+砕石 (mgL <sup>-1</sup> )		
	NO <sub>2</sub> -N	NO <sub>3</sub> -N	計	NO <sub>2</sub> -N	NO <sub>3</sub> -N	計
0.03	0.00	0.01	0.01	0.00	0.01	0.01
0.05	0.00	0.01	0.01	0.00	0.04	0.04
0.07	0.04	0.08	0.12	0.07	0.06	0.13
0.09	1.12	1.07	2.19	1.09	1.21	2.30
0.11	1.50	2.60	4.10	1.52	3.75	5.27
0.13	1.98	4.71	6.69	1.43	5.82	7.25