

平成16年度硝酸性窒素浄化技術開発普及等調査

実証技術評価報告書

平成17年6月

硝酸性窒素浄化技術開発普及等調査検討会

### ．硝酸性窒素浄化技術開発普及等調査の目的

硝酸性窒素及び亜硝酸性窒素（以下、硝酸性窒素）は、平成11年に地下水の水質汚濁に係る環境基準に追加されたが、他の項目と比較して環境基準の超過率が高い状況にある。

硝酸性窒素による地下水汚染は、施肥、生活排水、家畜排泄物等、汚染原因が多岐に渡り、汚染が広範囲に及ぶ場合が多い。このため、地下水汚染対策としては、発生源対策である窒素負荷低減対策（施肥量の適正化、生活排水対策、家畜排泄物の適正管理等）を推進するとともに、効果的な浄化技術の開発及び普及を促進し、汚染された地下水の浄化対策を推進していくことが重要である。

硝酸性窒素による地下水汚染の浄化技術については、いくつかの技術で浄化の効果が確認されているものの、面的に広がりのある汚染に対する効果については検証がなされていない。このため、様々な地域特性を持つ汚染地域において、浄化技術のフィールド実証調査を実施し、面的に広がりのある汚染を効果的に浄化する手法を確立し、普及させていくことを目的とする。

### ．平成16年度硝酸性窒素浄化技術開発普及等調査の概要

硝酸性窒素により汚染された地下水を効果的に浄化できる技術を民間企業等から募集し、学識経験者により構成した「硝酸性窒素浄化技術開発普及等調査検討会」（別紙）による厳正な審査を経て、以下のとおり、実証調査を実施する技術（及び実証機関）を決定した。

茶園等多窒素投入土壌における固体水素供与体を用いた面的浄化技術  
（松下ナベック株式会社）

自然エネルギーを利用した地下水原位置浄化技術（株式会社ヤマト）

硝酸性窒素による地下水汚染が認められるフィールド（愛知県豊橋市及び群馬県新田町）において、上記の浄化技術の実証調査を実施し、技術の有効性・経済性等の評価、浄化処理能力・最適条件等の検証を行った。

### ．実証技術の評価

実証調査を行った浄化技術については、適正に技術の評価を行い、技術の課題等を整理した上で、その結果を公表し、効果的な浄化手法の確立及び普及を推進していくことが重要である。そのため、「硝酸性窒素浄化技術開発普及等調査検討会」において、実証調査結果を踏まえて専門的かつ中立的な立場から浄化技術の評価を行った。

評価に当たっては、以下のa)～d)の項目別に検討を行うとともに、併せて総合的な観点からの評価を行った。

a) 技術の有効性

広がりのある汚染に対する浄化能力の質、量、速度の面からの評価

b) 技術の経済性

広がりのある汚染を浄化する際のイニシャルコスト、ランニングコスト、消費エネルギー等の評価

c) 周辺的环境影響・安全性

添加物・副生成物の影響、騒音、臭気、施工上の安全性等の評価

d) 技術の適用対象

気候条件、地質の状況、土地利用、施工上の条件等、適用に当たっての制約条件や最適な適用条件についての評価

評価結果については、別添の実証技術評価結果のとおりである。

. その他

硝酸性窒素浄化技術開発普及等調査は、平成16年度から20年度まで調査を継続し、様々な浄化技術の実証調査を実施する予定であり、5年間の調査結果を踏まえて総合的な取りまとめを行うこととしている。

<p><b>技術名</b> 茶園等多窒素投入土壌における固体水素供与体を用いた面的浄化技術</p>
<p><b>実証機関名</b> 松下ナベック株式会社</p>
<p><b>実証フィールド</b> 愛知県豊橋市の茶園圃場</p>
<p><b>1. 技術の概要・原理</b> 土壌表層部に、電子供与体（水素供与体）として機能する固体水素供与体（高級脂肪酸組成物）を混合し、地下に浸透する段階で硝酸性窒素を生物学的脱窒により除去する技術である。脱窒材と土壌を混合するだけで、メンテナンスフリーに広範囲に硝酸性窒素の地下浸透を抑制することができる。</p>
<p><b>2. 実証調査結果の概要</b> 茶園を4区画（1区画：約10m×約10m）用いて、固体水素供与体施用区（1kg/1m<sup>2</sup>施用）を2区画と、無施用区を2区画に分割した。それぞれ同様の条件で施肥（菜種油粕肥料20kg-N/10a）をし、土壌溶液中の硝酸性窒素濃度を比較することにより固体水素供与体の効果を検証した。その結果、地温は調査期間の平均値で約8℃と低かったにもかかわらず、調査開始約100日後から、固体水素供与体施用区において、無施用区に比べ、土壌溶液中の硝酸性窒素濃度の有意な低下が見られた。 また、固体水素供与体の温度依存性等を調査するため、茶園でのフィールド実証調査と同様の条件で、ラボスケールのカラム実験（温度はそれぞれ、28℃、23℃、18℃、13℃に設定）による検証を行った。その結果、18℃以上のカラムにおいて、調査開始約30日後から、固体水素供与体を施用したカラムを通過した溶液中の硝酸性窒素濃度の低下が見られた。</p>
<p><b>3. 評価</b> <b>（概評）</b> 調査期間が約4ヶ月間と十分に確保できなかったが、冬季（低温）にもかかわらず茶園でのフィールド実証においてある程度の硝酸性窒素濃度の低下が確認された。また、カラム実験で18℃以上の温度では特に浄化の効果を発揮することがわかった。今後は、効果の持続性の評価、茶の生育や品質等への影響評価、物質収支的な観点からの定量的な評価等、継続して検討していく必要がある。低コスト化が実現すれば、特に茶園において実用化が期待できる技術であると考えられる。 <b>a) 技術の有効性</b> 固体水素供与体の土壌散布により、地下に浸透する土壌溶液中の硝酸性窒素を浄化していることは確認できたが、効果の持続性等を含めて、長期的に調査をする必要がある。また、散布した固体水素供与体がどれだけ効果を発揮したか、物質収支的な観点から定量的に評価をする必要がある。硝酸性窒素を有効に浄化するには、温度が重要となり、ラボスケールのカラム実</p>

験でも 18 以上の温度では特に効果を発揮することがわかった。

#### b) 技術の経済性

現段階では、固体水素供与体の価格が約 300 円/m<sup>2</sup>・月 ( 1 kg/ 1 m<sup>2</sup>散布する場合 ) 必要となり、低コスト化を図っていく必要はあるが、製品として量産化できれば経済性が期待できる可能性がある。一方、浄化に当たっては固体水素供与体を土壤に散布するだけと作業性が良いこと、土壤に散布後は消費エネルギーがかからずメンテナンス等が必要ないことは評価できる。

#### c) 周辺の影響・安全性

茶の生育、品質等への影響評価が必要である。また、植物・土壤生物への影響を、長期間確認する必要がある。機械・装置等を用いないため、騒音は発生しない。なお、TOC 等のモニタリングを通して、周辺地下水の水質への影響に配慮することが重要である。

#### d) 技術の適用対象

浄化手法の性質上、茶園のようなアンモニア性窒素を主栄養源とする植物への適用性が高い。ただし、施肥量と硝酸性窒素の浄化能力の関係等、物質収支を把握する必要がある。

<p><b>技術名</b> 自然エネルギーを利用した地下水原位置浄化技術</p>
<p><b>実証機関名</b> 株式会社ヤマト</p>
<p><b>実証フィールド</b> 群馬県新田町（平成 17 年 3 月 28 日より太田市）の農用地の一角</p>
<p><b>1. 技術の概要・原理</b></p> <p>脱窒細菌を固定化した電極を陰極に用いた電極ユニットを、地下水に十分浸るように埋設し、水の電気分解により発生する水素を電子供与体として利用して、生物学的脱窒により地下水中の硝酸性窒素を浄化する技術である。消費電力が少ないため、電源にはソーラーパネルを活用することができる。</p>
<p><b>2. 実証調査結果の概要</b></p> <p>直径約 1.1m、水深約 2.5mの掘り抜き井戸に、電極ユニットを地下水流に対して垂直に設置した。また、掘り抜き井戸の上流（約 10m）及び下流（約 0.6m）に観測井を設置した。バッテリーを用いて電極ユニットに電流（電流密度：0.02mA/cm<sup>2</sup>）を流して水素を発生させ、掘り抜き井戸、上流井戸、下流井戸内の地下水の硝酸性窒素濃度を比較することにより、浄化の効果を検証した。</p> <p>調査開始約 30 日後までは、上流井戸と掘り抜き井戸で硝酸性窒素濃度の有意な変化は見られなかった。これは、地下水中の DO が約 5mg/L と高く、嫌気的な条件が形成されなかったためと考えられる。このため、掘り抜き井戸に有機物（グルコース等）を添加し、地下水中の DO を下げることにより、嫌気的な条件を形成させ、脱窒反応を促進させた。その結果、有機物添加後約 1 日後に、DO は約 1mg/L まで低下し、掘り抜き井戸の硝酸性窒素濃度が約 25mg/L から 20mg/L へと減少した。また、数日後には、下流井戸の硝酸性窒素濃度も減少が見られ、浄化の効果が広がっていくことが確認された。</p>
<p><b>3. 評価</b> (概評)</p> <p>原理的には硝酸性窒素を浄化することは可能であるが、嫌気的な状態の維持や、浄化のコストの問題等、面的に広がりのある実際の汚染された地下水に適用するには、検討すべき課題が多い。また、発生した水素の浄化への寄与が、定量的に把握できていないため、技術そのものの評価は困難であった。</p> <p>a) 技術の有効性</p> <p>嫌気的な状態が維持できれば硝酸性窒素濃度を低下させることができるが、DO を下げたために有機物の投入が必要となると、電極ユニットを使用する利点は小さくなる。また、DO を低下させるために添加した有機物が電子供与体となった可能性もあり、電極ユニットそのものの効果を評価することは困難であった。</p>

#### b) 技術の経済性

通常の稼働に使用する電力量は小さいが、現時点では電極のライフタイム等が不明である。また、DO を下げるのに大量の有機物の投入が必要となれば、コストが増大する。

#### c) 周辺的环境影響・安全性

大量の有機物を投入する場合、周辺への環境影響や利水への影響がないとは言えない。周辺井戸での TOC 等のモニタリングが必要となる。一方、水素の発生量は少なく、安全性の面から大きな影響はないと考えられる。

#### d) 技術の適用対象

原理的には硝酸性窒素を浄化することは可能であるが、面的に広がりのある実際の汚染された地下水に適用するには、嫌気的な環境をいかに作り出し、維持するのかを検討していく必要がある。

(別紙)

平成16年度硝酸性窒素浄化技術開発普及等調査検討会  
委員名簿

(五十音順、敬称略、平成16年3月現在)

稲葉一穂	独立行政法人国立環境研究所水圏環境研究領域 地下環境研究室長
佐野算彦	社団法人日本水道協会工務部水質課水質専門監
田瀬則雄	筑波大学生命環境科学研究科地球環境科学専攻教授
寺尾 宏	岐阜県保健環境研究所環境科学部主任専門研究員
中杉修身	横浜国立大学客員教授
平田健正	和歌山大学システム工学部長
増島 博	東京農業大学客員教授
松尾 宏	福岡県保健環境研究所環境科学部水質課専門研究員

は座長