

平成 20 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 21 年 3 月

硝酸性窒素浄化技術開発普及等調査検討会



## **I. 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、家畜排せつ物、生活排水等、汚染原因が多岐に渡り、汚染が広範囲に及ぶ場合が多い。そのため、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、家畜排せつ物の適正管理、生活排水対策等)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必要がある。

硝酸性窒素による地下水汚染の技術については、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の検証はまだあまり進んでいない。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ための普及し得る手法を確立することを目的とする。

## **II. 平成20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」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。

- 透過性浄化壁工法による硝酸性窒素汚染地下水の原位置浄化(大成建設株式会社)
- 徐放性有機物の埋設工法による土壌浸透水の生物学的脱窒技術(大成建設株式会社)
- 硫黄・カルシウム系基質を用いた硫黄酸化脱窒細菌による浄化技術(新日鉄エンジニアリング株式会社)

硝酸性窒素による地下水汚染が認められるフィールド(岐阜県各務原市、静岡県島田市、茨城県つくば市)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。

## **III. 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、効果的は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)～e)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) 周辺の環境影響・安全性  
添加物・副生成物の影響、騒音、臭気、施行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、施行上の条件等、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
- e) 面的な地下水汚染浄化シナリオ  
具体的な汚染サイトを想定した場合の適用性の評価

評価結果については、実証技術評価結果のとおりである。

#### **IV. 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しており、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。

<実証技術評価結果 1 >

<b>技術名</b> 透過性浄化壁工法による硝酸性窒素汚染地下水の原位置浄化
<b>実証機関名</b> 大成建設株式会社
<b>実証フィールド</b> 岐阜県各務原市鵜沼真名越町1丁目
<b>1. 技術の概要・原理</b> 地下水流路に、透過性地下水浄化壁を設け原位置で浄化を行うものであり、浄化壁は脱窒材として生分解性プラスチックと鉄粉より形成されたものである。
<b>2. 実証調査結果の概要</b> <ul style="list-style-type: none"><li>平成 12 年 1 月に設置された浄化壁の設置後 8 年経過時における浄化効果および浄化材(脱窒材)の状態を確認した。</li><li>浄化壁を透過することによる地下水の硝酸性窒素の低減が確認され、8 年後も浄化効果が確認された。</li><li>浄化材である鉄粉は中心部まで酸化されていたが、浄化壁内の還元状態は持続していた。</li><li>高分子量のポリマーは分子量の減少が生じていたが、重量減少は認められなかった。</li><li>還元状態及び有機物供給の持続、炭酸イオンの増加等から、現在も微生物脱窒は進行していることが確認できた。</li></ul>
<b>3. 評価</b> (講評) 施工後 8 年が経過したが、浄化効果が長期間継続していることは評価できる。高額な設置費用が予想されるが、これまで実証試験を行った他の技術と比較して、帯水層の浄化ができる点が特に優れており、将来、実用化が期待できる。 <b>a) 技術の有効性</b> 硝酸性窒素の除去性能は長期間有効に機能しており、評価できる。しかしながら、さらなる持続性については調査が必要となる。メンテナンスフリーの技術を前提にしているが、より長期の浄化継続を期待するには、有機物を放出する生分解性プラスチックの選択に検討の余地が残されると考えられる。 <b>b) 技術の経済性</b> メンテナンスフリーであるため、ランニングコストが不要であるが、今回の実証試験地のような帯水層までが深い現場では、かなりの施工費用がかかり、インシヤルコストが高くなることが予想される。今後、経済性をより正確に評価するためには、設置にかかる費用と設置による硝酸性窒素の除去量を示す必要がある。

面的な汚染に対応するためにどの程度の規模での工事が必要かなど、実際の地下水汚染に対応するための設置条件の改良が課題になる。

#### c) 周辺への環境影響・安全性

水質が安定するまでに TOC 濃度の変動が大きく、浄化壁として用いる場合は近傍の飲用井戸等で TOC の二次汚染に配慮する必要がある。

また、多量の鉄を帯水層に投入しており、還元状態で可溶性の2価鉄が流出する可能性が懸念される。今回の試験地に帯水する地下水は好氣的であり、ある程度の距離で酸化沈着すると考えられるが、実際に設置する場合には、直近井戸への影響を考慮する必要がある。

#### d) 技術の適用対象

設置費用がかなり高額になると思われるので、限定的な施工に成らざるを得ない。「壁」として広域の帯水層の浄化に適応することは、メンテナンスフリーであっても困難であると考えられ、飲用井戸等の水源保全や、小河川へ湧出する地下水の窒素負荷の低減など、狭い範囲の浄化には適応可能な技術であると思われる。また、汚染源付近の高濃度地下水の拡散防止への適用も考えられる。

<実証技術評価結果 2>

<b>技術名</b> 徐放性有機物の埋設工法による土壌浸透水の生物学的脱窒技術
<b>実証機関名</b> 大成建設株式会社
<b>実証フィールド</b> 静岡県島田市金谷 野菜茶業研究所敷地内
<b>1. 技術の概要・原理</b> 不飽和地盤に徐放性有機物を混合して最適含水比で締め固める「有機物供給層」を埋設し、土壌浸透水中の硝酸性窒素を不飽和地盤浸透中に土壌細菌を利用して浄化する。
<b>2. 実証調査結果の概要</b> <ul style="list-style-type: none"><li>・ 肥料負荷の高い実農地(茶畑)において有機物供給層の脱窒効果を確認した。</li><li>・ ステアリン酸の粒径選択と締固持の土壌水分量の調整により、様々な地盤に対処できると考えられる。</li><li>・ 目標(100 円/m<sup>2</sup>/年以下)の達成には、材料(ステアリン酸)のコスト削減が課題である。</li><li>・ 有機物溶出およびガス生成による環境 2 次汚染の可能性は低い。</li><li>・ 有機物供給層の透水性は黒ボク土と同程度であり、豪雨時の作土層への影響は小さい。</li><li>・ 施肥量が多い作土層下部に高透水性地盤を持つ平地・台地に適用可能である。</li><li>・ 長期的な効果についての検証が必要である。</li></ul>
<b>3. 評価</b> (講評) <p>発生源からの窒素源の拡散を防ぐ対策として一定の効果は期待でき、茶畑などの普及も見込まれる技術である。ただし、経済性や持続性の改善が望まれる。畑地などの下に水平方向に設置することを考えると、どの程度の規模での導入が可能であるのか、工事規模、有機物の寿命、メンテナンスの必要性など、経済性を考慮した最適な利用を考える必要がある。</p> <b>a) 技術の有効性</b> <p>硝酸性窒素の除去については、一定の効果が認められた。ただし、水平方向での有機物の埋設など工事の手間を考慮すると、広範囲な面的な汚染には応用しにくいなど使用対象に限界があると考えられる。</p> <b>b) 技術の経済性</b> <p>使用対象の条件によって、埋設深さや予定寿命などに幅を持たせて、幅を持った経費で議論する必要がある。また、広く普及させるには、ステアリン酸の耐用年数の改善、コスト低減化が必要である。</p> <b>c) 周辺への環境影響・安全性</b> <p>調査期間中は、有機物の溶出も少なく、特に周辺への環境影響はないと考えられる。埋設有機</p>

物の分解生成物、土壌中で成長する菌体の種類と量などについて、スクリーニングのマニュアルを作成するとよい。

**d) 技術の適用対象**

茶木および果樹栽培で収量確保のために定期的に植え替えを行う圃場等に有効であると考えられる。

30年という長期間にわたって有効であるかどうかの検証と共に、茶木を掘り起こさずに有機物を追加する方法などを検討するとよい。

<実証技術評価結果 3>

<b>技術名</b> 硫黄・カルシウム系基質を用いた硫黄酸化脱窒細菌による浄化技術
<b>実証機関名</b> 新日鉄エンジニアリング株式会社
<b>実証フィールド</b> 茨城県つくば市
<b>1. 技術の概要・原理</b> 硫黄-カルシウム系基質の浄化材に硝酸性窒素汚染地下水を通すことにより、無機質の硫黄が電子供与体として作用し、硝酸性窒素を浄化する。
<b>2. 実証調査結果の概要</b> <ul style="list-style-type: none"><li>・ 透過壁内での地下水中硝酸性窒素濃度の低減が確認され、ORPも(-)になっていることから透過壁による浄化は進んでいると考えられる。</li><li>・ 透過壁下流側の井戸(B-1,2,3)には、地下水流向がまわり込んで、到達しないようであった。</li><li>・ 硫酸イオンの下流への影響を確認する必要がある。</li><li>・ 長期的な試験ができていないので、有効性の判断が難しい。</li></ul>
<b>3. 評価</b> (講評) この技術は揚水後処理向き技術であるが、原位置浄化技術としては、汚染範囲の分散度が小さく、地下水流動が明確なケースでは有効と考えられる <b>a) 技術の有効性</b> 今回の調査では地下水の動きが把握できておらず、有効性の評価に至っていないが、透過壁内での脱窒は確認されている。したがって、透過壁は壁厚を薄く、長さを伸ばせば、有効性も確認できたと思われる。 <b>b) 技術の経済性</b> 基質の脱窒材価格は、ポリマーなどに比べて安価であり、壁厚は今回の調査よりも薄くてよいと考えられるため、経済的には可能な技術であると思われる。 <b>c) 周辺への環境影響・安全性</b> 浄化材に有機物を使用していないので、COD や TOC の問題はないが、硫酸イオンなどの下流への影響を確認する必要がある。硫化水素発生の可能性に関する注意は必要である。 <b>d) 技術の適用対象</b> 地下水動線の明確な畑地や、発生源近くの高濃度汚染地下水の拡散を防ぐための対策としても考えられる。

平成 20 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 21 年 3 月現在)

稲葉 一穂 国立環境研究所水圏環境研究領域水環境質研究室長

田瀬 則雄 筑波大学大学院生命環境科学研究科長

寺尾 宏 財団法人岐阜県環境管理技術センター 技術主幹

中杉 修身 上智大学大学院地球環境学研究科 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長

山田 俊郎 国立保健医療科学院水道工学部 主任研究官

※ ○は座長