

平成 19 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 20 年 3 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」という。）は、平成 11 年に地下水の水質汚濁に係わ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処理、生活排水の適正処理等）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 19 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

畑地の畜糞堆肥および施設園芸の土壌から溶脱する硝酸性窒素の浸透抑制技術（松下ナベック株式会社）

腐植木チップを用いた硝酸性窒素除去システム（エヌエス環境株式会社）

硝酸性窒素による地下水汚染が認められるフィールド（愛知県豊橋市及び静岡県浜松市）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。

．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) ~ 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

各技術の評価結果については、次頁から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年度から平成20年度まで調査を継続し、様々な浄化技術の実証試験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とりまとめを行うこととしている。

< 実証技術評価結果 1 >

技術名 畑地の畜糞堆肥および施設園芸の土壌から溶脱する硝酸性窒素の浸透抑制技術
実証機関名 松下ナベック株式会社
実証フィールド 愛知県豊橋市内
1. 技術の概要・原理 畑地の畜糞堆肥から溶脱する硝酸性窒素の浸透抑制（深層施用） 水素供与体などの脱窒材を畑地表面に散布した後、“プラウ”と称する農用機具を用い土壌を深さ方向に反転耕起して、脱窒材を地下 30cm 程度まで深層施用する。次に、土壌改善を目的とした畜糞堆肥を散布した後、ロータリーを用いて地下 20cm 程度を耕うんする。さらに、野菜育成に必要な化学肥料を散布した後、畝上して野菜苗を定植・育成させることで、地下 20cm より上層部では野菜苗が畜糞堆肥や化学肥料の硝酸性窒素を吸収する一方、野菜苗が吸収し切れず地下に浸透した硝酸性窒素は、脱窒材が多く含まれる地下 30cm の深層部で土着の脱窒菌によって脱窒・気散させる方法である。 施設園芸土壌から溶脱する硝酸性窒素の浸透抑制（湛水太陽熱消毒） 水素供与体などの脱窒材を土壌に散布した後に耕うんし、水を張りマルチすることで湛水太陽熱消毒をするとともに、高温かつ嫌気状態という比較的脱窒作用に有利な条件のもとで、土壌から溶脱した硝酸性窒素を土着の脱窒菌によって脱窒・気散させる方法である。
2. 実証調査結果の概要 畑地の畜糞堆肥から溶脱する硝酸性窒素の浸透抑制（深層施用） 液体脂肪酸または粉末脂肪酸が速効性、有機物溶出が少ない、寿命が長い、pH の安定性の点で優れていた。液体脂肪酸を 0.5t/10a を用いた実証フィールド試験において 2 ヶ月間ほど硝酸性窒素を半減できた。 施設園芸土壌から溶脱する硝酸性窒素の浸透抑制（湛水太陽熱消毒） 液体脂肪酸が速効性、有機物溶出が少ない、pH の安定性の点で優れていた。液体脂肪酸 0.2t/10a を用いた実証フィールド試験(40mg-N/100g 土)では 21 日で硝酸性窒素を除去した。液体脂肪酸の投入量を抑制して、脱窒材が残留せず次作の植物栽培に影響が少ないことを確認した。

3. 評価

(概評)

液体脂肪酸を混合施用することにより、堆肥から溶出する硝酸性窒素濃度は半減しており、硝酸性窒素の溶脱を軽減できる効果はあるといえる。大規模な土木工事が不要である点、作物に影響が少ない点も評価できる。溶脱の軽減効果が濃度での評価であり、窒素量としての評価が必要となる。また十分な脱窒効果を確保するには、多量の液体脂肪酸を用いる必要があり、脱窒剤の低価格化を図るか、より効果的な施用方法を検討する必要がある。また、技術を普及させる方法についても検討が必要である。

a) 技術の有効性

液体脂肪酸の脱窒効果は認められる。本実証試験では、硝酸性窒素濃度の評価に留まっているが、脱窒した窒素量など物質収支を精度よく見積もることができれば、実証試験の信頼性が増す。大規模な土木工事が不要である点、作物に影響が少ない点も評価できる。

農地を長期間利用することによる作土への影響、作土の物理化学性の違いによる効果の違いが確認され、栽培計画に応じた脂肪酸添加方法が確立されればより実用的な技術となる。

b) 技術の経済性

液体脂肪酸の寿命が短く、何度も施肥を繰り返す農業形態には検討を要する。液体脂肪酸の低価格化を図るとともに、効果的な施用方法などを検討する必要がある。

c) 周辺の影響・安全性

液体脂肪酸など脱窒剤を長期連用した場合に、土壌間隙に目詰まりなど水の降下浸透を妨げる要因が生じないかどうか、長期的な試験が望まれる。野菜への直接的な影響が問題となるため、安全性の高い脱窒剤の開発継続が必要であり、周辺地下水水質への影響評価も必要である。

d) 技術の適用対象

基肥が窒素肥料施用量の多くを占める農業形態には効果が期待できる。ただ本実証試験で用いた液体脂肪酸の寿命は短いため、効果的な施用方法や施用量を検討する必要がある。

< 実証技術評価結果 2 >

技術名 腐植木チップを用いた硝酸性窒素除去システム
実証機関名 エヌエス環境株式会社
実証フィールド 静岡県浜松市内
1. 技術の概要・原理 硝酸性窒素による地下水汚染地域において、腐植木のチップを充填した槽に汚染地下水を通過させ、脱窒作用を利用して硝酸性窒素の浄化を行う装置である。
2. 実証調査結果の概要 腐葉土等を植種後、処理水量約 1.5m ³ /日(速度約 1.5m/日)で処理を続けた 14 日目には、原水(NO ₃ +NO ₂)-N13mg/L が 1mg/L 以下まで除去された。 その後、処理量を約 2.1m ³ /日(速度約 2.1m/日)の条件で継続して 4 ヶ月間処理を続けた。この間の原水の(NO ₃ +NO ₂)-Nは、11～13mg/L の範囲で安定していたが、処理水では 5.6～10mg/L と 50%近い変動が見られた。 こうした、処理水濃度の変動と悪化は、処理水温度の低下と変動によるものであり、装置の 1 日当たりの窒素除去量と処理水温との間に高い一次の相関が見られた。 この窒素浄化装置では、前半の溶存酸素の消費を伴う溶解性有機物の産生と後半の脱窒の両者ともに槽内微生物の活性に依存しているため、処理温度の影響がより顕著なものとなりやすいと考えられる。本試験結果の上では、この装置により脱窒処理を行う場合、実用上少なくとも寒候期に処理温度が 15 以上に維持できることが条件となる。 他方、冬季の平均気温が 15 以上あるような温暖な地域では、腐植木のチップを充填した後、通水管理し、減量に応じチップを随時補充するだけという、極めて簡易でランニングコストの低い窒素浄化装置となりうる。但し、本装置では、低濃度であるが脱窒処理により消費されなかった有機物が処理水中に継続的に溶出する。従って、多くの場合この有機物を除去するための後処理施設の計画が必要となる。
3. 評価 (概評) 未利用資源である腐植木を用いて地下水に含まれる硝酸性窒素の脱窒する技術であり、地域で発生する未利用資源を活用する点は評価できる。水溶性有機物の供給源として腐植木はある程度の効果を示しているが、脱窒過程は水温に支配されており、15 以下では脱窒効果を期待することは難しい。その意味で年間を通して水温が 15 以上である地域など、本システムの適用範囲は限られる。さらに腐植木の分解過程で生じる有機物の処理が

必要となる場合がある。地下水の面的な浄化という本来の趣旨からみて、帯水層での浄化技術として応用、発展させることが望まれる。

a) 技術の有効性

腐植木の脱窒効果は確認されているが、水温に大きく影響を受ける。そのため本システムの適用できる地域が年平均気温 15 以上などに限定される。地下水の面的な汚染に対して原位置以外で水処理しており、また、腐植木から発生する有機物により処理水の有機物濃度が高くなっているといった未解決の課題があり、現段階では実用的なレベルで有効な技術とは評価できない。

b) 技術の経済性

腐植木チップを用いており、材料費は廉価である。ただ通水管理や腐植木から溶出した有機物処理などのシステム管理の経費、腐植木を供給のための人件費が伴うことが想定され今後改善を要する。地形をうまく利用して動力を使用せず浄化ができればより経済的なシステムになると考えられる。

c) 周辺の影響・安全性

腐植木そのものは未利用資源であるが、溶出した有機物の処理が必要な場合がある。

d) 技術の適用対象

硝酸性窒素の脱窒は温度に影響される。そのため、年平均気温が 15 以上の地域、条件に合った腐植木を容易に入手できる地域、湧水など適用できる対象が限定される。また腐植木から溶出する有機物濃度が原水濃度より高い場合には、有機物の処理も必要になる場合がある。

平成 19 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 20 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 専門研究員
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