

## 発刊の言葉

硝酸性窒素が飲料水などに高濃度で含まれると人の健康を害する恐れがあることから、1999年には環境基本法に基づく水質環境基準健康項目に硝酸性窒素の基準値(10mg/L)が新たに設定された。道内においても、農村地帯等を中心に硝酸性窒素等による地下水の汚染が広範に顕在化しているが、その汚染要因として、生活排水のほか、農用地への過剰な施肥や家畜排せつ物の不適正な処理などが指摘されている。

そのため道は、2004年に「硝酸性窒素及び亜硝酸性窒素に係る健全な水循環確保のための基本方針」および同方針に基づく実施要領を定め、環境基準を超過する井戸が存在する市町村に対し、施肥の改善や家畜ふん尿処理施設の整備、生活排水対策など地域全体で総合的な改善対策に取り組むことを求めている。

これまでに道では、主に農業試験場等の研究成果に基づいて、農用地における改善対策の技術的資料として、適正な施肥の基本を示した「北海道施肥ガイド」(2002)に加え、「硝酸性窒素汚染防止のための施肥管理の手引き」(2003)及びその追補版(2005)、「家畜ふん尿処理・利用の手引き 2004」等を刊行している。しかしながら、地下水汚染は非常に複雑な問題であるため、汚染要因の特定、汚染のメカニズム、対策技術の導入効果の評価など、農業試験場単独の研究では解決が難しい問題が残されていた。

そこで、これらの問題を解決するため、道立農業試験場、地質研究所、環境科学研究センターの道立3研究機関が連携し、それぞれの得意分野を活かしながら、特定政策研究「安全・安心な水環境の次世代への継承 - 硝酸性窒素等による地下水汚染の防止・改善」試験を平成16年度より5カ年の期間で実施した。特定政策研究とは、北海道知事のトップダウンによる戦略的な政策誘導に基づいて、社会的にクローズアップされた問題に取り組むプロジェクト研究と位置付けられている。

本特定政策研究の主要な成果は「北海道農耕地における硝酸性窒素による地下水の汚染リスクと軽減対策」としてとりまとめられ、平成21年の北海道農業試験会議成績会議において指導参考事項となり、既に普及に移されている。本資料は、この指導参考事項の内容に基礎的なデータや新たな解析も加え、特定政策研究の成果全体をとりまとめたものである。本資料が今後の研究展開の基礎となるとともに、硝酸性窒素汚染の軽減に向けた各種施策の推進や、対策技術の導入・実践の一助となれば幸いである。

平成21年9月

北海道立中央農業試験場長 竹田芳彦

## 試験の実施体制と概要

### 1. 試験実施体制

特定政策研究「安全・安心な水環境の次世代への継承 - 硝酸性窒素等による地下水汚染の防止・改善」は平成 16～20 年に、中央農業試験場が主査場となり、十勝農業試験場、北見農業試験場、地質研究所、環境科学研究センターが共同で以下の 3 本の課題構成について試験を実施した。

- ・硝酸性窒素汚染の現況とリスク要因  
(担当：地質研究所，環境科学研究センター，農業試験場)
- ・農耕地における硝酸性窒素汚染軽減対策  
(担当：農業試験場)
- ・硝酸汚染軽減対策の評価  
(担当：農業試験場，環境科学研究センター)

試験実施にあたっては、各機関の得意分野を生かしつつ総合力が発揮できるよう、連携強化に努めた。具体的には、地質研究所、環境科学研究センター、中央農業試験場の実務担当者によるワーキンググループを設置・開催し、情報交換するとともに、とりまとめの方向性について随時意見交換を行った。また、毎年 1 回、全機関・全担当者が参画する成績・設計検討会を開催し、各機関が担当する課題の進捗状況や成果の見通しについて論議した。

また、下記 3 名の先生方には特定政策研究の技術アドバイザーとして、試験の遂行に当たり、適切にご指導・ご助言をいただいた。ここに記して感謝の意を表する。

北海道大学大学院農学研究科 教授 出村 克彦  
北海道大学大学院工学研究科 教授 古市 徹  
酪農学園大学酪農学部酪農学科 教授 松中 照夫  
(所属・職名は平成 21 年 3 月 31 日現在)

### 2. 試験概要

#### 1) 目的

北海道農耕地における地下水中硝酸性窒素汚染の現況を把握し、汚染リスクを評価するとともに、各種の汚染軽減技術を提示し、総合的な硝酸汚染対策推進の資とする。

#### 2) 方法

- (1) 硝酸性窒素汚染の現況とリスク要因：地質・気象要因に基づく潜在的リスク要因の評価法，地下水の水質分析による汚染原因の判定法を検討し，その適用性について畑作地域の小流域 A において検証を行った。
- (2) 農耕地における硝酸性窒素汚染軽減対策：たまねぎ畑における耕盤層破碎処理，クリーニングクropp(緑肥)の有効利用，植生帯の活用による汚染軽減効果を検討した。
- (3) 硝酸汚染軽減対策の評価：中央農業試験場が平成 18 年に開発した肥培管理情報によるリスク評価ソフト「NiPRAS」の適用性を検証するとともに，小流域 A における各種汚染軽減対策の効果を予測した。

### 3) 成果の概要

#### (1) 硝酸性窒素汚染の現況とリスク要因

硝酸性窒素が環境基準(10mg/L)を超えた井戸の約8割が年平均降水量800mm以下の地域に分布していた。米国環境保護庁のDRASTIC評価法を応用して、5項目の自然要因から潜在的汚染リスクを評価することが可能である(図1)。影響要因として、地下水面が浅いほど、地下水涵養量が少ないほど、透水性が高いほど、傾斜が緩いほどリスクが高まる。畑地においては潜在的汚染リスク区分と井戸水の硝酸性窒素濃度に明確な対応が見られる。水質分析値からの汚染源の特定には、ヘキサダイアグラム法及び窒素安定同位体比と硫酸イオン濃度を用いた判別マトリックスが有効である。潜在的汚染リスクが「高」に区分された小流域Aでは、主として融雪水の浸透時に環境基準を超える硝酸性窒素濃度が観測され、主要な原因は施肥にあることが窒素負荷量および水質分析値から推定された。

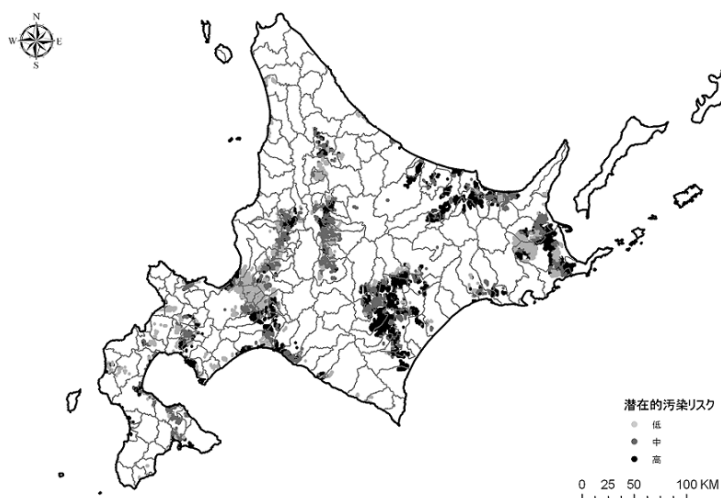


図1 自然要因による地下水の潜在的汚染リスク区分(高,中,低の3区分.黒色が濃いほどリスク高)

#### (2) 農耕地における硝酸性窒素汚染軽減対策

たまねぎ圃場における振動式全層破碎処理は、根張りの改善を通じて10%程度の増収と窒素吸収量の増加をもたらし、その効果は通常的心土破碎と比較しても大きかった(表1)。土壌無機態窒素が残存しやすい露地野菜畑における後作緑肥としては、播種期が早く900以上の積算温度を確保できる場合には、炭素率が低いシロカラシやひまわりが適し、播種期が遅く積算温度が600~900の場合、イネ科緑肥(えん麦, えん麦野生種, ライ麦)が適する(表2)。局所的汚染源から土壌水の横移動がある場合、下流側にひまわり、デントコーンを用いた植生帯を設置することにより、硝酸汚染を軽減する効果が期待できる。

表1 たまねぎ圃場における振動式全層破碎処理の効果

耕盤層 破碎処理	例数	窒素吸収量	
		収量比 %	kg/10a
無施工	10	(5,731)	10.9
全層破碎		112	12.4
心土破碎	6	(7,145)	10.6
全層破碎		108	12.0

注1)H17~19年、北見農試・現地の平均。  
注2)括弧内の数値は実数(kg/10a)。

表2 無窒素栽培による後作緑肥の播種期別生育量と窒素吸収量の目安および次作物での対応

緑肥作物	地帯	晩限(月/旬)		栽培期間 積算温度 (°C)	乾物 生産量 (kg/10a)	窒素 吸収量 (kg/10a)	炭素率 (C/N比)	窒素飢餓 の有無	窒素放出 時期	次作の窒素 減肥可能量 (kg/10a)
		播種	生育							
シロカラシ ・ ひまわり	A	8/中	10/上	900~	300~	8~13	12~20	無	翌年春~	3~5
	B	8/中~下	10/中							
	C	8/下	10/下							
イネ科緑肥 (えん麦、えん 麦野生種、ライ 麦など)	A	8/中	10/上	600~ 900	100~ 350	4~7	10~20	無	翌年春 又は夏~	0~4
	B	8/中~下	10/中							
	C	8/下	10/下							
	A	8/下	10/上							
	B	8/下~9/上	10/中							
	C	9/中	10/下							

注1) A地帯は後志中部、胆振東部、上川南部・北部、十勝北部、網走の一部の地区を示す。

B地帯は渡島北部、後志北部、石狩全域、空知全域、上川中部、十勝中部、網走の一部の地区を示す。

C地帯は渡島南部、檜山全域、胆振西部、日高中部、留萌中部の地区を示す。

その他の地区については近隣の地区を参考とする。

注2) 生育晩限は最低気温が2.0°C未満となる最初の時期を示す。播種晩限はその時期から遡った積算温度に対応した時期を示す。

注3) 播種時期が遅い場合は、緑肥作物の生育が小さいので、すき込み時期を可能な限り遅らせるのが望ましいが、

粘質土壌で降雨の影響によりすき込めない場合には、無理に行わず翌年春にすき込む。

注4) 線虫害発生圃場ではえん麦野生種が適す。

### (3) 硝酸汚染軽減対策の評価

NiPRAS で算出した超過窒素量（窒素投入量 - 窒素環境容量）は、多様な栽培体系での汚染リスクを適正に評価していた。小流域Aでは、現状で平均 2.9kg/10a の窒素が超過していたが、土壌診断を活用して施肥改善すると超過窒素は-0.6kg/10a に低下し、さらに振動式全層破碎処理や後作緑肥を導入すると-1.2kg/10a となり、小流域A全体で汚染が改善する方向に向かうと予測された（図2）。

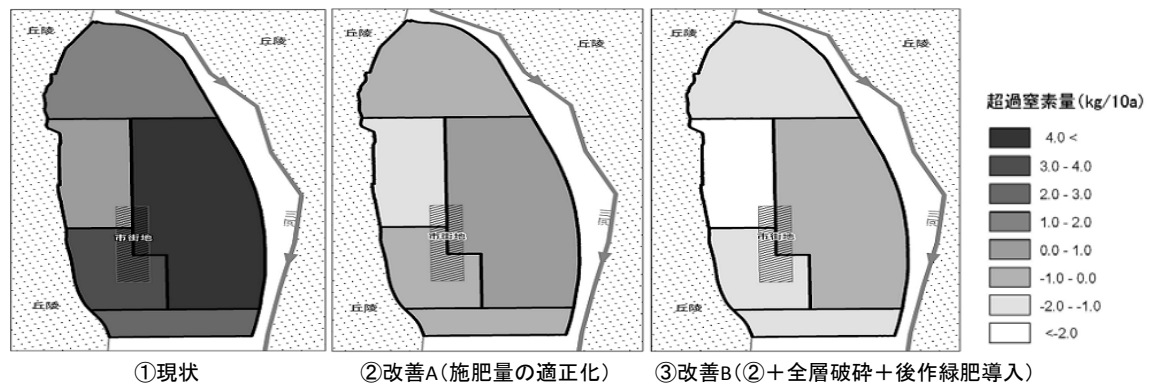


図2 モデル地域における超過窒素量の現状と各種汚染軽減対策による改善シミュレーション

### 3. 本資料の掲載内容

本資料の ~ 章にはこれらの成果内容を詳述した。 章には補遺として、各種の動態モデルに関する解析および硝酸汚染軽減対策の現地実証結果を掲載した。

