成績概要書（2009年1月 作成）

研究課題：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
（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）

担当部署：中央農試環境保全部農業環境科・環境保全部土壌生態科・生産環境部栽培環境科、十勝農試生産研究部栽培環境科、北見農試生産研究部栽培環境科、地質研環境地質部水理地質科・環境地質部環境工学科、環境研環境保全部水質環境科・企画総務部環境GIS科

協力分担：試験対象地区の農業改良普及センター・JA

予算区分：道費（特定政策）

研究期間：2004～2008年度（平成16～20年度）

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砕処理、クリーニングクロップ（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：リスク評価手法としての NiPRAS（平成 18 年指導参考）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。

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砕処理は、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、その効果は通常の心土破砕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。

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砕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）。

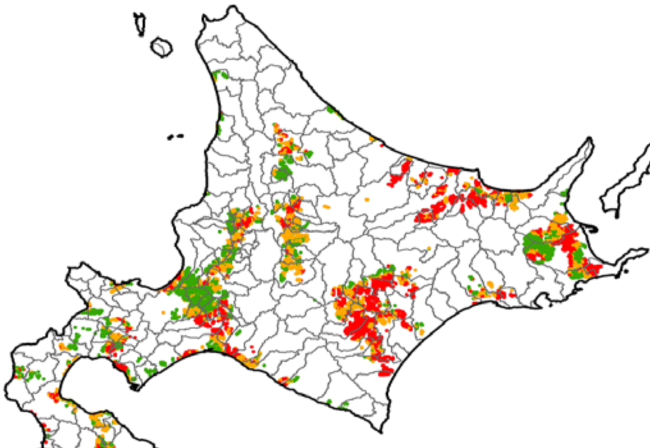


図１　自然要因による地下水の潜在的汚染リスク区分（赤・黄・緑の順に高・中・低）

表1　たまねぎ圃場における振動式全層破砕処理の効果

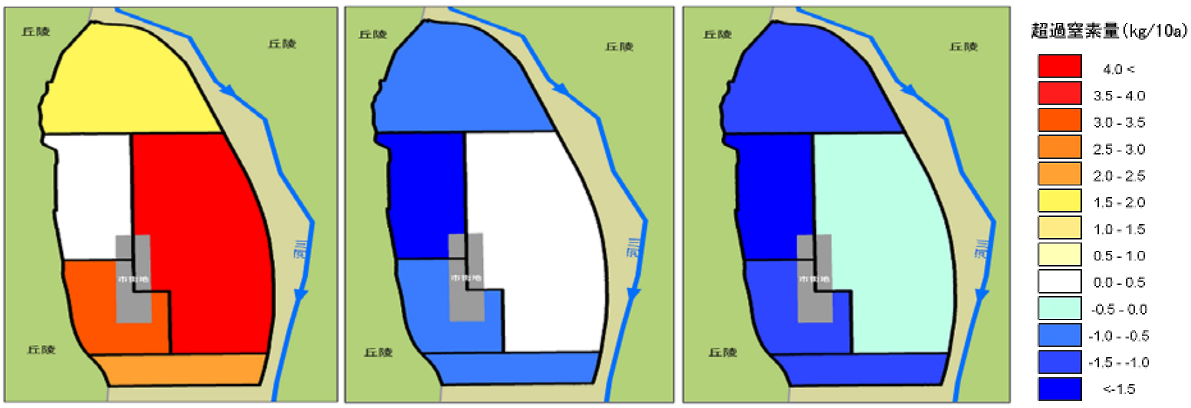
耕盤層破砕処理	例数	収量比 %	窒素吸収量 kg/10a
無施工	10	(5,731)	10.9
全層破砕		112	12.4
心土破砕	6	(7,145)	10.6
全層破砕		108	12.0

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) 播種	晩限(月/旬) 生育	栽培期間積算温度(℃)	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)
シロカラシ・ひまわり	A	8/中	10/上	900～	300～	8～13	12～20・15～20	無	翌年春～	3～5・2～4
	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	900～	350～	7～11	20～30	無～有	翌年春又は夏～	0～4
	B	8/中～下	10/中							
	C	8/下	10/下							
	A	8/下	10/上	600～900	100～350	4～7	10～20	無	翌年春～	0～3
	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℃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。



①現状（灰色は市街地）　②改善A（施肥量適正化）　③改善B（②＋全層破砕、後作緑肥導入）
図２　小流域Ａ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

４．成果の活用面と留意点

本成果は道・市町村段階における地下水水質改善対策の参考となるとともに、農業現場での窒素負荷軽減に活用できる。

５．残された問題とその対応