

## 2 硝酸性窒素汚染を防止するための施肥管理の基本的な考え方

### 1) 生産性と環境保全を両立させる管理

消費者に“クリーンな農畜産物”として理解されるためには、農畜産物が生産される場である畑や酪農場もクリーンである必要があります（生産性と環境保全の両立）。地下水の硝酸性窒素汚染もその例外ではありません。この硝酸性窒素の地下水汚染の危険性を土地利用形態別にみると、露地野菜畑・普通畑で高く、草地・水田では低い傾向にあります。特に露地野菜畑では高濃度で、普通畑では広範囲に、また草地では局所で汚染を引き起こす危険性を持っていますので、それぞれ注意が必要となります。

### 2) 硝酸性窒素汚染を防ぐための基本知識

#### (1)肥料の種類と流出との関係を把握

窒素質肥料には①硝酸系：硝安、硝酸石灰、チリ硝石など、②アンモニア系：硫安、塩安、磷安、硝安など、③尿素系：尿素、④その他：石灰窒素、各種の緩効性肥料、有機質肥料など、いろいろの種類があります。有機質肥料および尿素は土壌中でアンモニア性窒素に変化し、さらにアンモニア系肥料と共に硝酸化成菌によって酸化され、亜硝酸性窒素を経て硝酸性窒素に変わります（図3）。

アンモニア性窒素は土壌粒子と緩やかに結合するため、降雨等によって流れにくいのですが、畑作物にとってそのままでは吸収されにくいのが短所です。硝酸性窒素は植物にそのまま吸収され速効的ですが、土壌に吸着されずに流亡しやすいのが欠点です。

いずれにしても、畑では施用された窒素質肥料は比較的短期間に硝酸性窒素に変化し、多雨時には河川や下層へ流出する危険性を持っています。

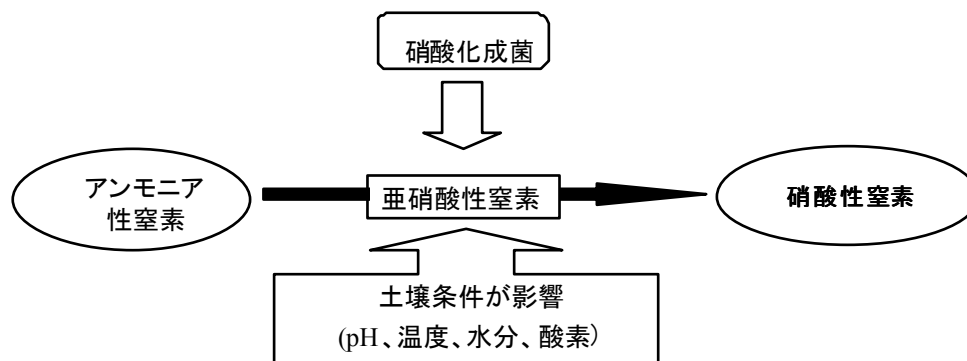


図3 土壌中での窒素の形態変化

## (2)硝酸性窒素の流出に影響する要因を把握

硝酸性窒素の流出に影響する要因は様々で、それらは複雑に絡み合っています（表2）。窒素の流出を少なくする基本的な技術は気象、土壌、作物の種類ごとに適正な施肥量、施肥法を選択し、作物を健全に育てることです。

表2 硝酸性窒素の流出に及ぼす要因とその影響程度

要 因		多 ←	流出	→ 少
気 象	降水量	多	←→	少
	土壌凍結	無	←→	有
土 壤	透水性	大	←→	小
	有効土層	浅	←→	深
	種類	未熟土 ←	低地・台地土	→黒ボク土
	地下水位	浅	←→	深
作 物	根張り	浅	←→	深
	裸地期間	長	←→	短
施 肥	施肥量	多	←→	少
	施肥位置	全層	←→	作条、局所
	施肥時期	基肥重点	←→	分施、緩効性

## (3)北海道施肥ガイドの活用（施肥標準の順守と土壌診断・施肥対応の活用）

作物は肥料が不足すると低収に、必要以上にやりすぎると品質が低下します。施肥標準は、それぞれの作物が与えられた気象・土壌条件の中で、目標とする収量・品質を得るための標準的な施肥量を示しています。この施肥量は、土壌中の養分状態と施用された有機物量によって変わりますので、土壌診断や有機物施用に伴う施肥対応の活用により適正に管理することが硝酸性窒素汚染を防止するために重要となります。

## 3) 硝酸性窒素汚染を防ぐための施肥管理

### (1)考え方の要点

#### ①硝酸性窒素残存許容量の把握

(a)農地から地下水に到達する浸透水の硝酸性窒素濃度を環境基準以内に維持するためには ⇒⇒ 降水量に対応した許容量があります。

(b)北海道の主要な畑作地帯では、硝酸性窒素の残存許容量が6 kg/10a未満と少なく、大変厳しい環境にあります。

#### ②過剰な窒素施肥・有機物施用の回避

(a)吸い残された窒素は地下水汚染の最大の原因です。

(b)吸い残される窒素を最小限にするためには ⇒⇒ 施肥標準の順守と土壌診断や有機物施用に伴う施肥対応の活用が基本です。

### ③施肥窒素の流れ易さ区分の活用

- (a) 施肥窒素が流れやすい時期と土壌があります ⇒⇒ このような時期と土壌は特に注意が必要です。
- (b) 畑作物が収穫された後、または牧草が窒素を吸収しなくなる時期以降の、アンモニア性窒素を多く含む有機物（スラリー、未熟家畜ふん尿物）の施用は厳禁です。

### ④後作緑肥作付けの推進や深根性作物の活用

- (a) 秋まき小麦や初夏・夏どり野菜収穫後に、後作緑肥を積極的に作付けします。
- (b) 下層の硝酸性窒素を吸収する深根性作物（てんさい、秋まき小麦、だいこん等）を輪作体系へ組み込みます ⇒⇒ 特に露地野菜畑では重要です。

## (2)実践技術の解説

### ①硝酸性窒素残存許容量の把握 —農耕地の試算例—

硝酸性窒素を下方移動させる原動力は“水”です。降雨によって土壌に加わった雨水は一部が大気中に蒸発し、残りは浸透水として徐々に下層に浸透し、それに伴って硝酸性窒素も下層へ移行し、ついには作物の根が届かない深さまで移動して地下水を汚染します。土壌中の硝酸性窒素を洗い流す水量（これを余剰水と言ひ、降水量から大気中への蒸発散量を差し引いた値）は多雪地帯で 800～1000mm、道東の少雪地帯で 400～600mm です。しかも、作物による吸水がない秋～翌春までの期間の余剰水がどの地帯でも主体を占めます。

余剰水中の硝酸性窒素を環境基準値内（10 mg/L 以下）に維持するための土壌の硝酸性窒素残存許容量は、図 4 のように概算されます。ここでの残存許容量とは、土壌

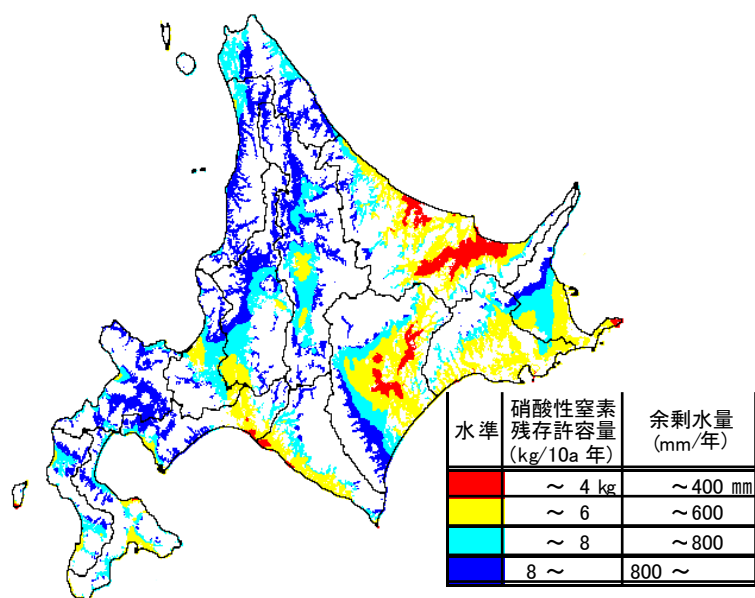


図 4 余剰水量から概算された硝酸性窒素  
残存許容量（中央農試、1998）

中に存在する硝酸性窒素が全て余剰水に流出したとしても、硝酸性窒素濃度が年平均で 10 mg/L 以下になる量です。この硝酸性窒素残存許容量は、「4 今後の方向性」で後述しますが、農耕地の窒素環境容量を求めるのに必要な数値です。なお、硝酸性窒素濃度 10 mg/L は余剰水 100 mm 当たり硝酸性窒素 1kg/10a に相当します。

北海道の主要な畑作地帯では余剰水が少ないので、許容される硝酸性窒素残存量も 6 kg/10a 未満と少なく、大変厳しい環境にあります。

## ②過剰な窒素施肥・有機物施用の回避 —適正な窒素施肥量—

作物が吸収する窒素の供給源は、肥料窒素、当作に施用した有機物（たい肥、緑肥、前作残さ）及び土壌から可給化される窒素などに区分され、これらが作物に供給されます。したがって、吸収されずに土壌に残存する硝酸性窒素を可能な限り低く抑えるためには、目標収量に見合った窒素を肥料と有機物及び土壌から可給化される窒素の合計量で供給する必要があります。このような適正な窒素施用量を決める基本技術が、施肥標準と土壌診断や有機物施用に伴う施肥対応です。

なお、肥料、有機物で施した窒素が効率よく作物に利用されるためには、根が健全であること、窒素吸収の場である土壌が好適環境に維持されていることが重要です。例えば、pH の低下した土壌、耕盤層が形成された土壌、また土壌病害やセンチュウ等によって障害を受けている作物根では、施肥窒素が十分利用されません。場合によっては、目標とする収量を得るために更なる窒素の多肥が行われ、結局、施肥された窒素は効率よく利用されないため、残存窒素となって地下水等へ流出します。

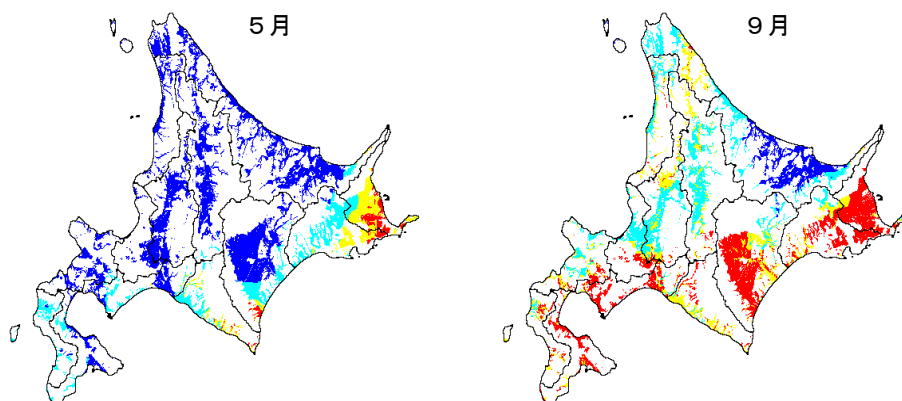
## ③施肥窒素の流れ易さ区分の活用 —流れ易さは気象や土壌で異なる—

播種、定植時には多量の窒素肥料が施用され、硝酸性窒素に変化します。硝酸性窒素は降雨時に発生する浸透水とともに下層へ移動しますが、その程度は降雨量と土壌タイプ及び作土層の土性によって異なります（表 2）。北海道では 5 月と 9 月が主な播種、定植時で、この時期の降水量は、知床—大雪—積丹半島を結ぶラインの南側が北側より多い傾向にあります。図 5 には、余剰水量と土性を考慮して、作土層からの硝酸性窒素流出の危険性を示しました。

また、粘土質の低地・台地土は施肥直後に強い降雨があると、硝酸性窒素が作土層から下層へつながる亀裂を通じて作物の主要な窒素吸収根域(0~60cm)の外に流出する危険性があります。これに対して、火山性土ではこの亀裂を通じた硝酸性窒素の流出が小さい特徴があります。

流れ易さの影響の程度は、たまねぎなど根域の浅い露地野菜で全面全層施肥を行う作物で大きく、根域が深く作条施肥を行う一般畑作物では小さいと言えます。

なお、流れる危険性があるからといっても、これを補うために多肥することは禁物です。また、流れやすい地帯では分施方式や緩効性窒素肥料などの利用が望まれます。



5、9月の余剰水量から推定される作土層(0~20cm)からの硝酸性窒素の流出程度(%)

土 性		5、9月余剰水量(mm/月)*			
火山性土	低地・台地土	<20	20-40	40-50	50<
S-LS	S-LS	<20%	20-40%	40-60%	60%<
SL-HC	SL-L	<10%	10-30%	30-50%	50%<
	CL-HC	<10%	10-20%	20-40%	40%<

\*降水量から蒸発散位(ソンスフェイト法により算出)を減じた量(mm/月)

図5 北海道農耕地土壌における硝酸性窒素の流れ易さ区分図  
(中央農試、1998)

#### ④後作緑肥作付けの推進や深根性作物の活用 —残存無機性窒素の回収—

##### ＜後作緑肥＞

夏までに収穫した畑(秋まき小麦、夏取りの露地野菜など)には積極的に後作緑肥を作付けし、吸収し残した窒素、土壌から放出される窒素および収穫残さ窒素を回収します。後作緑肥は、肥料成分の回収にとどまらず土壌の団粒化を促進し、緑肥の種類によってはセンチュウや土壌病害の抑制にも効果があるので、総合的な土づくり対策と言えます。

##### ＜深根性作物＞

てんさい、秋まき小麦、だいこんは深根性作物で、深い土層まで根を伸長させ降下した硝酸性窒素を吸収し、地下水への流出を低減します。特に残存窒素の多い露地野菜畑では、硝酸性窒素汚染を防止する上で重要な対策となります。例えば、露地野菜作の後に秋まき小麦を作付けすることによって、深い土層の硝酸性窒素が吸収され、土壌溶液中の硝酸性窒素濃度がゼロ付近まで低下し、この状態は次年まで継続します。