

きせいき

## 起生期土壌診断による

## 秋まきコムギに対する窒素の施肥設計（後編）

北海道オホーツク総合振興局 産業振興部  
網走農業改良普及センター 紋別支所  
興部(おこっぺ)分室

専門普及指導員 佐藤 康 司

前号では、北海道における秋まき小麦の栽培概要として栽培地域、気象条件、栽培面積、品種と収量、栽培体型について述べた。

今号では、北海道の中でも大規模な畑作農業が展開されている東部畑作地帯における秋まき小麦の土壌窒素診断技術と、それに基づいた窒素施肥について説明する。

### 3. 秋まき小麦の起生期無機態窒素診断

#### 1) 背景と目的

起生期の無機態窒素診断の背景となった事柄は以下に示す①～③の3点である。

①前述したように、十勝・網走地方では収量が高く、これに対応して窒素施肥量も増加傾向にあるが<sup>1)</sup>、多肥による倒伏が目立っている。

②2005年産から品質（子実タンパク質含有率など）により価格差が設定されたため、今後は子実タンパク質含有率のより一層の規格内安定化が重要となった。

③近年、窒素施肥量や堆肥等の有機物施用量の増加により土壌中の無機態窒素が蓄積傾向にあり、このことが地下水などの硝酸態窒素汚染の原因となる危険性があることから窒素施肥の適正化が求められている。

したがって、十勝・網走地方を対象に、土壌中に残存する無機態窒素を評価するとともに、それに対応した窒素追肥量を設定した。

## 2) 試験方法

### (1) 土壌中の無機態窒素の実態調査

2000～2003年に播種された十勝・網走地方の秋まきコムギ品種「ホクシン」栽培圃場のべ164圃場（表1）において、融雪後から起生期追肥（4月中～下旬）までの間に、深さ20cm毎に最大100cmまでの土壌（1圃場につき4ヶ所）を採土器（写真1）で採取し、無機態窒素を測定した。

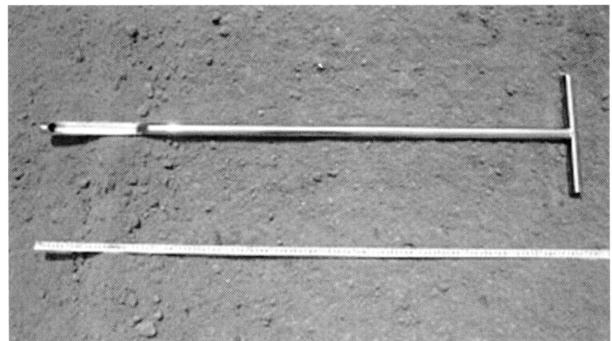


写真1. 採土器（下はメジャー）

表1. 土壌タイプ別試験供試圃場の内訳

	土壌区分 <sup>1)</sup>				計
	乾性	湿性	沖積	洪積	
十勝	40	47	21	5	113
網走	4	34	6	7	51
計	44	81	27	12	164

注1) 土壌区分は以下の通りとした。

乾性：淡色黒ボク土、褐色森林土

湿性：多湿黒ボク土、腐植質黒ボク土、多腐植質黒ボク土

沖積：褐色低地土、灰色低地土

洪積：灰色台地土

#### <土壌区分について>

- ・淡色黒ボク土  
主として火山灰などの火山噴出物を母材として生成した土壌のうち、腐植質～多腐植質の表層をもたない土壌。
- ・腐植質黒ボク土  
主として火山灰などの火山噴出物を母材として生成した土壌のうち、腐植質の表層をもつ土壌。
- ・多腐植質黒ボク土  
主として火山灰などの火山噴出物を母材として生成した土壌のうち、多腐植質の表層をもつ土壌。
- ・多湿黒ボク土  
主として火山灰などの火山噴出物を母材として生成した土壌のうち、地表下50cm以内に斑鉄層または灰色で斑紋をもつ層の上端が現れる土壌。
- ・褐色低地土  
主に沖積低地に見出され、表層50cm以内には地下水の影響を受けず、灌漑水の影響もないか弱い、次表層が黄褐色を呈する土壌。
- ・褐色森林土  
山地、丘陵地、洪積台地の落葉広葉樹林下で発達する土壌。
- ・灰色台地土  
主に洪積台地に見出され、灰色で斑紋をもつ層の上端が地表下50cm以内に現れる排水不良の土壌。

(2) 土壌の深さ別硝酸態窒素の秋まきコムギへの吸収割合

秋まきコムギにおける土層深別の窒素利用率を求めるために、採土器を用いて、深さ10cm, 30cm, 50cm, 70cm, 90cmまでの孔（直径2.2cm）を開け、これらの孔に重窒素で標識された硝酸石灰を窒素として5.7kg/10a施用した。成熟期にコムギの収穫を行い、作物体を深さ別の窒素利用率を求めるために分析に供した。

(3) 収量および窒素吸収量の調査・分析方法

(1)の調査で土壌中の無機態窒素を測定した圃場において、成熟期に1区当たり3.6m<sup>2</sup>を収穫し、乾燥後、脱穀した。得られた子実を105℃で2日間乾燥させたものを絶乾重とし、水分13.5%に換算して粗収量とした。

作物体の窒素含有率は、子実、稈、穂殻を粉碎した試料について硫酸-過酸化水素分解法により分解した後、自動分析装置（AACS-IIまたはFIA Star）によって測定し、それぞれの乾物重を乗じて窒素吸収量とした。子実タンパク質含有率は窒素含有率に蛋白換算係数5.70を乗じ、水分13.5%ベースで表示した。

3) 試験結果および考察

(1) 十勝・網走地方における土壌無機態窒素の実態

i. 土壌無機態窒素の地域間差

土壌の深さ60cmまでの無機態窒素量を測定した結果、十勝地方においては平均5.8kg/10a（最

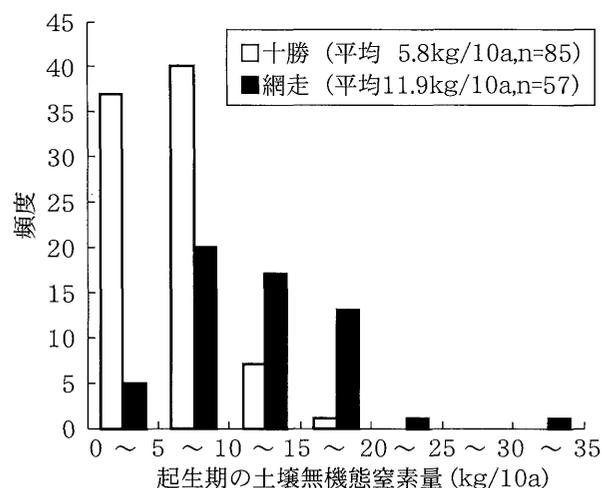


図1. 起生期の土壌無機態窒素量の分布割合

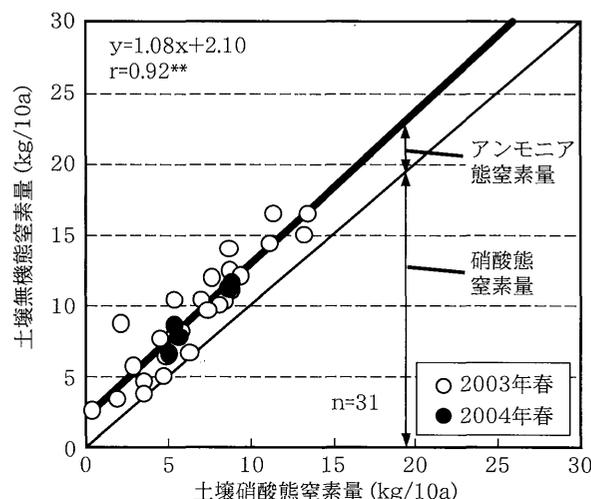
低1.4kg/10a, 最高16.4kg/10a), 網走地方では十勝地方よりも多い平均11.9kg/10a (最低3.2kg/10a, 最高30.8kg/10a) が残存していた(図1)。

ii. 土壌中の硝酸態窒素とアンモニア態窒素の関係

十勝地方を例として深さ100cmまで採土できた圃場について無機態窒素量（アンモニア態窒素と硝酸態窒素の合量）と硝酸態窒素量の関係をみたところ、どの圃場でもアンモニア態窒素量はおよそ2.1kg/10aとほぼ一定かつ少量で、硝酸態窒素量の変動が大きいことが明らかとなった(図2)。

(2) 土壌中の硝酸態窒素の深さ別窒素利用率

土壌診断を行うためには、コムギがどの程度の深さまで無機態窒素を吸収するかを知ることが重要である。そこで、重窒素を用いて秋まきコムギの深さ別の窒素利用率を測定した。深さ10cmに重窒素を施用した場合のコムギの重窒素利用率

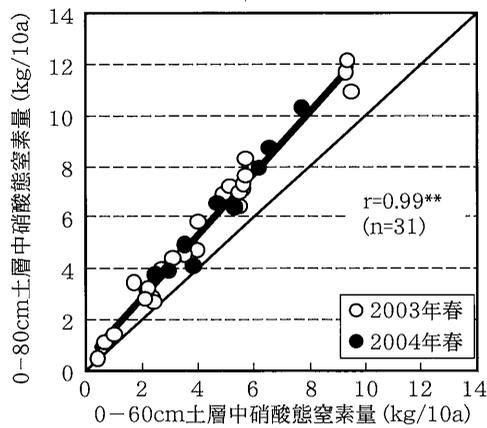


(十勝, 深さ100cmまで採取地点, 2003年春・2004年春)

図2. 土壌中の硝酸態窒素と無機態窒素の関係

表2. 重窒素施用深別の重窒素利用率 (十勝, 2005年播)

重窒素施用深さ	コムギの重窒素利用率 (%)	同左指数
10cm	86.6	100
30cm	71.1	82
50cm	79.0	91
70cm	80.9	93
90cm	40.7	47



(十勝, 深さ100cmまで採取地点, 2003年春・2004年春)

図3. 土層深別硝酸態窒素残存量

を100として各施用深の相対値を検討した結果、80cm以深の重窒素利用率は0~80cmの土層と比較して大きく低下していた(表2)。しかし、0~80cmの土層を採取することは石礫の出現によって不可能であったり、土が硬くて採土が大変であることが多いため、0~60cm土層中の硝酸態窒素量の関係をみた。すると、両者の間には正の相関関係が認められた(図3)。このことは、道東の秋まきコムギ圃場の起生期においては0~80cm土層中の硝酸態窒素量は、0~60cm土層中の硝酸態窒素量を測定することで推定できることを示している。

### (3) 土壌中の硝酸態窒素量に基づく窒素供給量と窒素吸収量の関係

北海道の秋まきコムギは、起生期以降に窒素追肥を行うので、起生期の深さ60cmまでの硝酸態窒素量と起生期以降の窒素追肥量を合計して窒素供給量とし、コムギの成熟期における窒素吸収量との関係を検討した。その結果、地域や土壌による影響は小さく、有意な相関関係(十勝：

$r=0.59^{**}$ , 網走： $r=0.63^{**}$ )が認められた(図4)。また、両地域で回帰式にほとんど差がなかったことから、十勝地方における窒素吸収量と窒素供給量の関係式(1)を用いて、起生期以降の窒素追肥量を設定した。

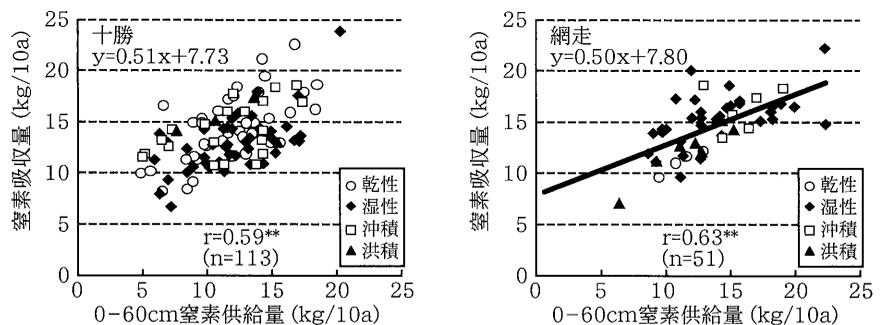
$$y = 0.51x + 7.73 \dots \dots (1)$$

$x$ : 起生期の土壌中の硝酸態窒素量 ( $x_1$ : kg/10a)  
 + 起生期以降の窒素施肥量 ( $x_2$ : kg/10a)  
 $y$ : 窒素吸収量 (kg/10a)  
 $x$ : 窒素供給量 (kg/10a)

$$x_2 = (y - 7.73) / 0.51 - x_1 \dots \dots (2)$$

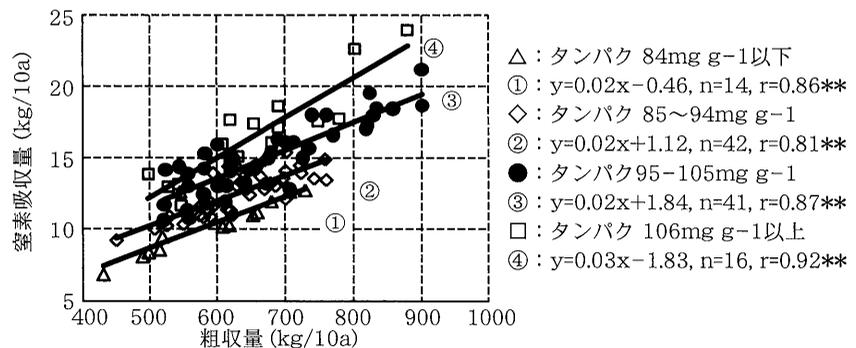
となり、起生期以降の窒素追肥量 $x_2$ は窒素吸収量と土壌の残存硝酸態窒素から、関係式(2)を用いて計算で導き出されることになる。

一方、窒素吸収量と粗収量とは一般に正の相関関係にあることが知られている<sup>2)</sup>。そこで、十勝地方の調査圃場について粗収量と窒素吸収量の関係を子実タンパク質含有率の水準別に区分して検討した結果、有意な相関関係が認められた(図5)。日本めん用コムギの子実タンパク質含有率の基準



0-60cm窒素供給量: 起生期の0-60cm土層中の硝酸態窒素量+起生期以降の施肥窒素量  
\*: 1%水準で有意

図4. 窒素供給量と窒素吸収量の関係



(十勝, 2000-2003年播) \*\*: 1%水準で有意

図5. 子実タンパク質含有率水準別の収量と窒素吸収量の関係

表 3. 収量水準および起生期の土壌中の硝酸態窒素量に対応した秋まきコムギの起生期以降の窒素追肥量 (kg/10a)

目標収量水準 kg/10a	窒素吸収量 kg/10a	起生期の60cm深までの土壌硝酸態窒素量 (kg/10a)								
		0	2	4	6	8	10	12	14	16
480	11~12	8	6	4	2	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)
540	12~13	10	8	6	4	2	(2)	(2)	(2)	(2)
600	14	12	10	8	6	4	2	(2)	(2)	(2)
660	15	(14)	12	10	8	6	4	2	(2)	(2)
720	16	(16)	(14)	12	10	8	6	4	2	(2)
780	17	(18)	(16)	(14)	12	10	8	6	4	2

注 1) 目標タンパク10.0%

注 2) 右上の () は起生期の最低限の窒素追肥量。左下の () は倒伏及びタンパク過剰を招く危険性があり望ましくない。

値は2005年産現在では9.5~11.5%であるが、過度に上昇するとコムギ粉色が悪化する危険性がある<sup>2)</sup>ことから、本研究における子実タンパク質含有率の目標値は10.0%とした。この値を中央値として9.5~10.5%の試料を対象としたところ相関係数は $r=0.87^{**}$ ( $n=41$ )と高かった(図5, ③式)。

以上のことから、目標収量を得るための窒素吸収量が設定され、さらに土壌中の硝酸態窒素量を測定することにより、図5の③式から目標収量を得るために必要な窒素追肥量の設定が可能となる(表3)。例えば表3において、収量水準を600kg/10aとすると、窒素吸収量の目安は14kg/10aとなる。ここで、起生期の土壌中の硝酸態窒素量が4kg/10aであれば、起生期以降の窒素追肥量は8kg/10aと設定され、硝酸態窒素量が8kg/10aであれば、窒素追肥量は4kg/10aとなる。

表 4. 土壌中の硝酸態窒素診断の適応性の検証結果

実窒素吸収量 - 想定窒素吸収量 kg/10a	地点 数	内訳 (解釈可能な要因)
+4~	14	有機物施用圃場10 (うち緑肥ヒマワリ後3)
	3	園芸作栽培跡地2, 有機物施用圃場1
+3	4	有機物施用圃場1
	0	
-2~+2	72	
	40	
-3	8	下層礫質土壌6, 下層堅密土壌1
	3	作土が浅い圃場1(下層堅密土壌), 晩播1
-4~	0	
	4	晩播3

注) 地点数の上段は十勝, 下段は網走

#### (4) 土壌中の硝酸態窒素診断の検証

圃場データを用いて、本試験で設定された窒素吸収量(想定窒素吸収量)と実測した窒素吸収量(実窒素吸収量)との適合性を検証するとともに、不適合要因を解析した。その結果、7割以上が $\pm 2\text{kgN}/10\text{a}$ の範囲にあり、本法の適合度は高いと判断された。不適合圃場は多量に有機物を施用した圃場や起生期の生育量が大きく劣る圃場などであった(表4)。

#### 4. 最後に

農業現場に出ると、そこには様々な疑問や発見が散在している。新たな気持ちで現場に出て、様子を見聞きして、刺激を受けることが大切である。今回紹介した技術が現場で利用されているかどうか、確と振り返ることが求められる。

普及活動に携わる者として、技術を「伝える」

ことから一歩進んで、技術が「伝わる」ことを望んでいる。

#### 文 献

- 1) 十勝管内土壌診断事業推進協議会：十勝畑作地帯における施肥の実態, p.53~56 (2002)
- 2) 中津智史・渡辺祐志・奥村理：窒素施肥および収穫前の降雨が小麦品質に及ぼす影響. 土肥誌, 70, 514~520 (1999).

**お詫びと訂正** 5月号掲載の「起生期土壌診断による秋まきコムギに対する窒素の設計(前編)」に間違いがありました。読者各位に深くお詫び致しますとともに、下記のとおり謹んで訂正致します。  
 (8頁, 4行目) 【誤】 2) 北海道農政部：北海道施肥ガイド, p.59~69 (2002)  
 【正】 2) 北海道農政部：北海道施肥ガイド, p.38~42 (2010)