

ダイズ栽培圃場において追肥または深層施肥した被覆尿素 の土壌中における動態

誌名	日本土壌肥料学雑誌 = Journal of the science of soil and manure, Japan
ISSN	00290610
著者	高橋, 能彦 池主, 俊昭 中野, 富夫
巻/号	64巻3号
掲載ページ	p. 338-340
発行年月	1993年6月

ノ ー ト

ダイズ栽培圃場において追肥または
深層施肥した被覆尿素の土壤中に
おける動態*高橋能彦**・池主俊昭**
中野富夫**・大山卓爾***キーワード ダイズ, 被覆尿素, ^{15}N , 深層施肥,
硝酸化威力

1. はじめに

著者らは、水田転換畑におけるダイズ (*Glycine max.* (L.) Merr.) の多収技術として、被覆尿素を利用した施肥法について検討してきた^{1,2)}。この結果、被覆尿素の深層施肥は慣行施肥や被覆尿素の培土期追肥より増収することが確認された。この増収要因を解明するには、施肥のもたらす窒素固定への影響や、施肥窒素の吸収利用率および土壤中での動態等を追跡する必要がある。前者については別報²⁾で報告しているため、本報告では施肥窒素の土壤中での動態を中心に深層施肥効果の要因を検討する。

2. 材料および試験方法

試験は1990年に、新潟農試の田畑輪換圃場(東和統)で実施した。ダイズ品種エンレイを5月31日に播種した。栽培様式および施肥法は前報¹⁾と同様の3処理(1区63m²:3反復)を設けた。対照区は慣行栽培で硫酸窒素を16kg ha⁻¹基肥として耕起時に全層施用した。深層施肥区は被覆尿素の溶出100日タイプを5月28日に、培土期追肥区は70日タイプを7月18日にそれぞれ窒素成分で100kg ha⁻¹施用した。

施肥窒素利用率は、 ^{15}N ラベルの被覆尿素(昭光通商(株)社製:100日タイプ,3.04atom%;70日タイプ,3.03atom%)を施肥して、最頂葉展開期および黄葉期に地上部を採取し、質量分析計(日本酸素(株):AN

CA-MS)で ^{15}N 含有率を分析することにより求めた。

各処理の反復ごとに区の中央付近から根圏土壌(畦方向,株元を断面に幅30cm,奥行き10cm)をそれぞれの施肥部位にあたる地表下0~10cmおよび15~25cm(以下:0~10cm,15~25cmと表示する)から採取した。土壌に混入した植物根と被覆尿素を除去した後、等量を3反復分混合し1試料とした。風乾砕土後,10%塩化カリ液で窒素成分を浸出した。浸出窒素成分はアンモニア態,硝酸態および尿素態窒素に区分して,それぞれインドフェノール法³⁾,Cataldo法⁴⁾および比色法⁵⁾で分析した。

1992年に同圃場(水田輪換,ダイズ慣行栽培)の硝酸化威力(硝化能)を3地点から土壌層別(0~10cm,15~25cm)に採取し,2mmのふるいを通した湿潤原土を採土時のpHおよび水分状態(結果的に,20~25%の範囲)のまま室内ビーカー培養法⁶⁾を基に湿潤土40gに対して硫酸40mg(N8.4mg)を添加し,30°Cで培養,分析した。

3. 結果および考察

第1表に肥料窒素利用率を示した。施用窒素全量を基礎とした場合の深層施肥された被覆尿素の利用率は,最頂葉展開期では12%であったが黄葉期では62%と高い利用率を示した。一方,追肥された被覆尿素は,最頂葉展開期で2%,黄葉期でも33%と比較的低い利用率だった。前年にも ^{15}N トレーサー試験でそれぞれの処理区の肥料利用率を求めており,黄葉期で深層施肥48%,追肥26%という結果であった。利用率自体の年次間差はあるが,追肥より深層施肥のほうが約2倍利用率が高いという同様の傾向がうかがわれた。

第1図に土壌層別(0~10cm,15~25cm)の10%塩化カリ浸出窒素の含有量を示す。本試験では土壌窒素の分析に風乾土を供試した。風乾土は湿潤土より浸出窒素量を多く見積もる可能性があるが,1988年秋に採土した本圃場の土壌分析では湿潤土と風乾土からの浸出窒素の差は乾土100g当たり0.5~0.6mgであり,風乾土を供試した結果でも考察に影響ないと考えた。粒肥大期の8月22日ごろから黄葉期にかけて深層施肥区の15~25cm土壌の合計窒素量は追肥区の0~10cmに比べて著しく多かった。深層施肥区の15~25cm土壌での多量の含有窒素はそれまでに被覆尿素から溶出してダイズに吸収された窒素と根圏外に溶脱した窒素の残り,つまり土壌に集積した窒素(主にアンモニア態)と考えられる。浸出窒素の形態は8月22日で深層施肥区の15~25cm部位がアンモニア態窒素71%,硝酸態窒素27%であり追肥区の0~10cmはそれぞれ55%,44%

Yoshihiko TAKAHASHI, Toshiaki CHINUSHI, Tomio NAKANO and Takuji OHYAMA: Behavior of Fertilized N from Top-Dressed or Deep Placed Coated Urea in Soil of Soybean Field

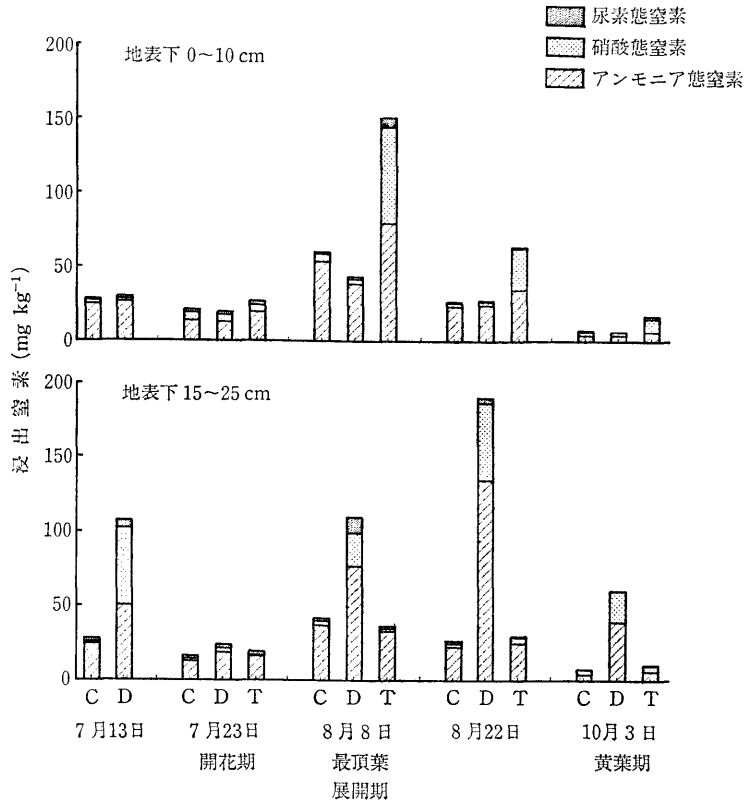
* 本報告の一部は1991年度日本土壌肥科学会関東支部大会において発表した。

** 新潟県農業試験場(940長岡市長倉町857)

*** 新潟大学農学部(950-21新潟市五十嵐2の町8050)

1992年11月9日受理

日本土壌肥科学雑誌第64巻第3号p.338~340(1993)



第1図 各生育ステージごとの施肥処理, 土壌層別別の塩化カリ浸出窒素含有量
C, 慣行区; D, 深層施肥区; T, 追肥区。

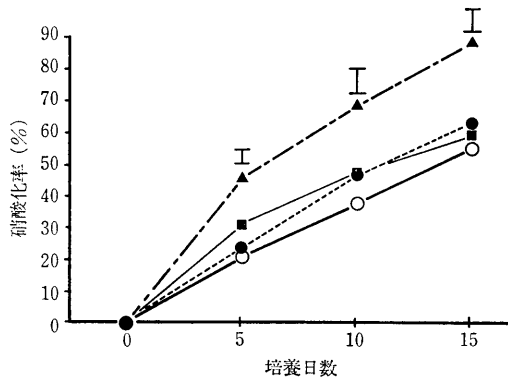
第1表 被覆尿素の吸収利用率および同化量

処 理	最頂葉展開期 8/8		黄葉期 10/3	
	(%)	(g-N m ⁻²)	(%)	(g-N m ⁻²)
深層施肥	12.3	1.23	62.4	6.24
追 肥	2.2	0.22	32.6	3.26

であった。最頂葉展開期と黄葉期でも深層施肥区の15~25 cmのほうが追肥区の0~10 cmより、アンモニア態窒素の割合が多いという傾向は同様であった。尿素態窒素も各採取土壌から微量ながら検出されたが含有割合について一定の傾向はなかった。深層施肥区の0~10 cm層の窒素含有量は期間中、慣行区とほぼ同量であり、深層施肥された窒素の上層への移動がほとんどなかったことを示唆している。深層施肥において施肥窒素の上層への移動がないということは、深層施肥区では根粒の活性阻害がなかったという前報^{1,2)}の結果からも間接的に証明される。通気性の悪い沖積転換畑ダイズの根粒は主に上層根に着生する。根粒着生部位に多量の化合態窒素(土壌無機化窒素と肥料窒素)が存在すると根粒形成や

活性が強く阻害されるが、直接接触していない場合は阻害されにくいことが知られている⁷⁾。

深層施肥部位(15~25 cm)より追肥部位(0~10 cm)の根密度は高いと考えられるが、深層施肥の肥料利用率が追肥より高いのは、畑地転換初年度である試験圃場の土壌深層部が栽培期間中も比較的湿潤嫌気の状態を保持し硝酸化能力が低く、溶出窒素の硝酸化成が進まなかったことが要因として推定され、第1図の結果もこれを支持する。石塚ら⁸⁾も沖積土壌において、施肥位置を変えた場合の養分動態を明らかにし、深層に施肥されたアンモニア態窒素の硝酸化抑制効果を報告している。これを確認するために1992年に1990年の試験と同一の圃場でダイズを慣行栽培し、その土壌層別別の硝酸化能力を調査した(第2図)。耕起前の5月22日に採取した土壌は、15~25 cm層のほうが0~10 cmより硝酸化活性が若干高かったが、作付後の7月9日の採取土壌では0~10 cmで高い活性を示した。このことは、当地域の冬の積雪や春先の過乾燥等の土壌条件で表層土壌の硝酸化能力はかなりの季節変動があるものの、栽培期間は肥培管



第2図 土壤採取時期および土層別の硝酸化能力
○, 5月22日採土0~10 cm; ●, 5月22日採
土15~25 cm; ▲, 7月9日採土0~10 cm;
■, 7月9日採土15~25 cm.
縦棒の長さは危険率5%での最小有意差を示す。

理の影響で高い硝酸化能力が誘導されるものと考えられる。緩効性といえども土壤表層の被覆尿素から溶出する窒素は植物に吸収されるほかは速やかに硝酸化作用を受けて溶脱するが、深層の被覆尿素から溶出した窒素は夏期にも硝酸化能力があまり高まらないため、アンモニア態のまま、施肥部位に集積していたと考えられる。

一方、栽培期間中にそれぞれの施肥部位(地表下5 cm, 20 cm)の地温を測定し、被覆尿素からの窒素の溶出パターンをチッソ旭(株)の溶出プログラムを用いて含水量の50%水分条件で推定した。土壤水分等の違いによって実際の溶出と若干異なる可能性はあるが、深層20 cmに施肥した被覆尿素は7月後半から8月前半に溶出速度がピークとなり、8月後半から溶出速度が低下したと推定された。追肥した被覆尿素は、8月後半に溶出のピークとなり、9月になってから漸減したと推定された。ダイズが大量の窒素を要求する8月中旬以降の子実肥大期では肥料の推定溶出速度からみる限り、追肥した被覆尿素のほうが豊富な窒素供給能力があったと考えられる。肥料からの窒素溶出パターンとダイズの窒素吸収パターンのずれは前述してきたように、土壤におけるアンモニア態窒素の集積で説明されるが、土壤の性質によってはこの効果が期待できないことも考えられる。したがって、より効果のある肥料溶出パターンの検討も今後の課題の一つであろう。

ダイズは好硝酸植物に分類され、アンモニア態窒素単独の供給は栄養生理的に不利とされている。しかし、アンモニアの吸収と茎葉などへの移行パターンは硝酸とよく似ていることが、 ^{15}N 標識実験から示されている⁹⁾。また、星ら¹⁰⁾は生殖生長期におけるアンモニア態窒素の

施用はダイズの子実増収に効果があることを報告している。第1図に示されているようにアンモニア態窒素と硝酸態窒素とが同時に吸収されている場合はかならずしも不利な供給条件ではないと考えられる。したがって、ダイズの多収に多量の窒素を必要とする生育中後期にアンモニア態窒素を含む可給態窒素が土壤根圏域に高濃度ストックされている状況はダイズの多収を得るための土壤条件として有利であると期待される。とくにこの時期は一般に根粒の活性が低下しはじめ、固定窒素の供給が制限されはじめる時期でもある。

以上、沖積転換畑への被覆尿素の深層施肥は溶出窒素に対して、周辺土壤の硝化能が低く、アンモニアとして集積するため、溶脱が抑えられることで、高い肥料の吸収利用率を得ることができた。とりわけ、生育後半で利用率が高まることは、多収を得るためのダイズの栄養要求にも合致している。また、同時に土壤表層への移動も起こりにくく、窒素固定を阻害しない理由が明らかとなった。

謝辞 本試験は農林水産省の補助研究である「地域水田農業技術確立試験」の一部として行った。最後に溶出窒素量の計算をしていただいたチッソ旭肥料(株)の高橋知剛氏に深く感謝します。

文 献

- 1) TAKAHASHI, Y., CHINUSHI, T., NAGUMO, Y., NAKANO, T. and OHYAMA, T.: Effect of deep placement of controlled release nitrogen fertilizer (Coated urea) on growth, yield, and nitrogen fixation of soybean plants. *Soil Sci. Plant Nutr.*, **37**, 223~231 (1991)
- 2) TAKAHASHI, Y., CHINUSHI, T., NAKANO, T. and OHYAMA, T.: Evaluation of N_2 fixation and N absorption activity by relative ureide method in field-grown soybean plants with deep placement of coated urea. *Soil. Sci Plant Nutr.*, **38**, 699~708 (1992)
- 3) 植物栄養実験法編集委員会編: 植物栄養実験法, p. 174~177, 博友社, 東京 (1990)
- 4) 植物栄養実験法編集委員会編: 植物栄養実験法, p. 177~178, 博友社, 東京 (1990)
- 5) 植物栄養実験法編集委員会編: 植物栄養実験法, p. 200~201, 博友社, 東京 (1990)
- 6) 土壤養分測定法委員会編: 土壤養分分析法, p. 158~163, 養賢堂, 東京 (1976)
- 7) 桑原真人: ダイズの多収条件と窒素代謝(2), 農及園, **61**, 590~598 (1986)
- 8) 石塚喜明・田中 明・林 満: 畑作物に対する施肥位置に関する研究(第1報), 肥料成分の土壤中における移動, 土肥誌, **33**, 562~566 (1962)
- 9) OHYAMA, T., SAITO, K. and KATO, N.: Assimilation and transport of nitrate, nitrite, and ammonia absorbed by nodulated soybean plants. *Soil Sci. Plant Nutr.*, **35**, 9~20 (1989)
- 10) 星 忍・石塚潤爾・仁紫宏保: 窒素質肥料の追肥が大豆の生育と子実生産に及ぼす影響, 北農試研報, **122**, 13~54 (1978)