

土壌残存窒素を考慮した年内どりダイコンの窒素施肥量

山本 二美・草川 知行・松丸 恒夫

キーワード：年内どりダイコン、残存窒素、施肥窒素、播種期、黒ボク土

I 緒 言

農耕地、特に野菜畑に必要以上に施用される窒素は、農作物に吸収されない余剰窒素として、水とともに地下に浸透し、地下水の硝酸濃度を高める可能性がある。環境庁は、1999年2月22日に、水質汚濁に係る人の健康の保護に関する環境基準及び地下水の水質汚濁に係る環境基準に硝酸態窒素を追加し、硝酸態窒素及び亜硝酸態窒素を10ppm以下と定めた。

従って、作物に施用する窒素量は、生産性だけでなく、環境に配慮することが必要である。このことは、施肥基準を意識した上で、作物が必要とする窒素量を施用することが重要であることを意味する。

著者らは、これまで千葉県環境保全型農林業技術開発研究事業（第Ⅰ期：1993～1997年、第Ⅱ期：1998～2002年、第Ⅲ期2003年～）において、減肥料・減化学農薬を研究課題として取り組んできた。その際、減肥料の重要なポイントとなる施肥量決定の考え方は、目標収量を得るために必要な窒素吸収量から土壌の供給窒素量を引き、それを肥料成分の利用率で除すものである。従って、施肥窒素を低減するには、いかに窒素利用率を高めるかということになる。そのための技術として、施肥位置の改善（草川ら、1999；草川ら、2003；岩佐ら、2004）、施肥時期の改善（山本・松丸、2005）及び根域制限における施肥法（川上・松丸、2003）などを提唱してきたが、もう一つの施肥窒素低減に関する重要なポイントは、土壌に残存している窒素を有効に利用することである。

千葉県の秋まき年内どりダイコンの前作には、スイカ、ニンジン等が作付けされ、収穫後の土壌残存無機態窒素（以下、残存窒素とする）が多いことが指摘されている（草川、2001）。従って、これら残存窒素を利用した施肥は、ダイコンの収量を維持しつつ窒素施肥量を削減する方法として有効と考えられる。また、本作型は9月上旬

から下旬に播種し、11月上旬から12月上中旬にかけて収穫されるため、播種期の違いが窒素施肥量に強く影響する。すなわち、9月上旬播種では、根部肥大期が適温であるため、施肥基準相当量でよいが、9月下旬播種では、根部肥大期が低温期に当たるため、施肥基準量以上の窒素が必要であることが現地事例を基に報告されている（岡田、1997）。

以上のような背景から、本研究は、残存窒素を考慮したダイコンの好適窒素施肥量について検討した。その結果、黒ボク土における秋まき年内どりダイコンにおいて、残存窒素を考慮した播種期別窒素施肥量が明らかになったので、ここに報告する。

なお、本研究は、農林水産省補助事業の地域基幹農業技術体系化促進研究「有機質資材投入等による持続的安定生産技術」の中で実施した。

謝辞 本研究を実施するに当たり、当農業総合研究センター生物工学部青柳森一部長には、試験設計及び実施方法について指導・助言を賜った。同生産環境部齊藤研二主席研究員には、土壌調査に関する助言と土壌分析の協力を頂いた。また、同生産環境部安西徹郎部長には、校閲を賜った。ここに記して、深く感謝の意を表します。

II 材料及び方法

1. 残存窒素を考慮した好適窒素施肥量の決定(場内試験)

(1) 試験場所及び土壌

試験は、千葉市緑区大膳野町にある千葉県農業総合研究センター生産環境部環境機能研究室ほ場で実施した。供試ほ場の土壌は、表層腐植質黒ボク土である。

(2) 試験区の構成

試験区は、2000年9月中旬及び下旬播種では、残存窒素と施肥窒素の合計量で3kg/10a区、6kg/10a区、9kg/10a区、12kg/10a区及び15kg/10a区の5区を設定した。同様に、2001年9月上旬播種では、残存窒素のみ区、3kg/10a区、6kg/10a区、9kg/10a区及び12kg/10a区の5区を設定した(第1表)。なお、試験区の窒素量の設定に

第1表 場内ほ場における各試験区の残存窒素と施肥窒素

試験区 合計窒素	2000年		2001年	
	残存窒素	施肥窒素	残存窒素	施肥窒素
15.0	2.7	12.3	—	—
12.0	2.7	9.3	2.5	9.5
9.0	2.7	6.3	2.5	6.5
6.0	2.7	3.3	2.5	3.5
3.0	2.7	0.3	2.5	0.5
残存窒素のみ	—	—	2.5	0.0

- 注 1) 合計窒素は、残存窒素(kg/10a)と施肥窒素(kg/10a)を加えた。
 2) 残存窒素は、施肥前の0～15cm層の土壤中無機態窒素量(mg/100g乾土)を施肥窒素相当量(kg/10a)に換算。
 3) 2000年は9月中旬及び下旬播種、2001年は9月上旬播種における試験区である。
 4) 2000年は残存窒素のみ区を設定せず、2001年は15.0区を設定せず。

あたっては、秋播秋冬どりダイコンの窒素施肥基準量 9 kg/10a (千葉県主要農作物等施肥基準、1994)を参考にした。さらに、各区にそれぞれマルチ処理の有無を設け、合計10処理区とした。試験は、供試面積を1区30㎡で2反復とした。

残存窒素は、土壌の仮比重を0.67とし、0～15cm層の土壤中無機態窒素量(mg/100g乾土)を施肥窒素相当量(kg/10a)として換算した。供試肥料は、CDU化成(N-P₂O₅-K₂O=15-15-15)とし、リン酸及び加里は、それぞれBM溶リン及び硫酸加里で各区15kg/10aとなるように調整した。

(3) 供試品種及び耕種概要

品種は、「秋いち」(タキイ種苗)を用いた。播種期は、9月上旬播種が2001年9月5日、9月中旬播種が2000年9月14日、9月下旬播種が2000年9月25日とした。栽植密度は、無マルチ区では、条間60cm1条、株間30cm(5,556株/10a)、マルチ区では、ベッド幅70cm2条、株間30cm(5,128株/10a)とした。マルチ資材は、厚さ0.2mmの透明ポリフィルム(9230透明：株式会社カド加工)を使用した。間引きは、各播種期とも播種後約14日目に行った。収穫

は、2001年9月上旬播種が11月8日、2000年9月中旬播種が11月14日、2000年9月下旬播種が12月8日に行った。

(4) 収穫物調査及び土壌分析

ダイコンは、各収穫日毎に1区20本ずつ抜きとり、洗浄後、葉部と根部に切断し生体重を測定した。調査は、千葉県調査基準(1983)に準じた。

施肥7日前に深さ0～15cmの土壌を1区3カ所から採取し、1つにまとめて分析試料とした。土壤中無機態窒素は、生土20gに100mLの蒸留水を加えて30分間振とうし、濾過後、オートアナライザー(トラックス800：ブランルーベ社製)法により分析した。

2. 残存窒素を考慮した好適窒素施肥量の現地実証
(現地試験)

(1) 試験場所

現地実証試験は、山武郡山武町の農家3戸(U、S、T)のほ場(表層腐植質黒ボク土)で2000年～2001年に行った。各農家の残存窒素量は前作の違いで異なり、U農家は、前作が2000年はサツマイモ、2001年はソルゴーで、残存窒素量1.5～1.7mg/100g乾土で‘少’、S農家は、

第2表 農家ほ場における前作と各試験区の窒素施肥設計

試験区	U農家		S農家		T農家	
	2000年	2001年	2000年	2001年	2000年	2001年
農総研基準	12.0 (10.5)	12.0 (10.3)	12.0 (6.3)	12.0 (4.8)	—	—
農家慣行	6.5 (5.0)	7.7 (6.0)	14.7 (9.0)	13.2 (6.0)	20.2 (4.0)	23.8 (4.0)
無施肥 (前作)	1.5 (0.0) (サツマイモ)	1.7 (0.0) (ソルゴー)	5.7 (0.0) (ニンジン)	7.2 (0.0) (ズッキーニ)	16.2 (0.0) (スイカ)	19.8 (0.0) (スイカ)

- 注 1) 無施肥区の窒素量は、施肥前の0～15cm層の土壤中無機態窒素量(mg/100g乾土)を施肥窒素量(kg/10a)に換算。
 2) ()内の数値は施肥窒素量。
 3) 供試肥料は、U農家では、‘味好1号’(N-P₂O₅-K₂O=6-8-4)、S農家及びT農家では‘ガンマ有機’(N-P₂O₅-K₂O=5-6-1)。

ニンジンとブッキーニで、残存窒素量5.7~7.2mg/100g乾土で‘中’、T農家は、スイカ連作で、残存窒素量16.2~19.8mg/100g乾土で‘多’であった。

(2) 試験区の構成

試験区は、各農家に以下の3区を設定した(第2表)。
 ①農総研基準区：残存窒素と施肥窒素の合計量が12kg/10a施用。
 ②農家慣行区：残存窒素と各農家慣行施肥窒素の合計量を施用。
 ③無施肥区：施肥窒素なしで残存窒素のみ。なお、T農家は2年間とも、残存窒素量が農総研基準区の設定量を上回ったので、②、③の2区で試験を実施した。残存窒素は、試験1の場内試験と同様に算出した。作型は、9月下旬播種の年内どりとした。

(3) 供試品種及び耕種概要

品種は「秋いち」(タキイ種苗)を用いた。肥料は、U農家では‘味好1号’(N-P₂O₅-K₂O=6-8-4)、S農家及びT農家では‘ガンマ有機’(N-P₂O₅-K₂O=5-6-1)の各配合有機質資材を施用した。播種期は、2000年及び2001年とも9月27~30日で、いずれもマルチ栽培とした。マルチの規格は、試験1の場内試験に準じた。

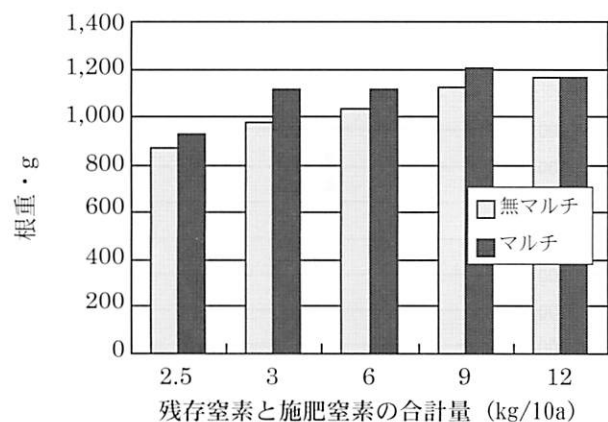
(4) 収穫物調査及び土壌分析

収穫物調査は、農家の出荷時期にあわせて、2000年播種ではML級(900g)を基準として2000年12月13日に、2001年播種ではL級(1,000g)を基準として、2002年1月13日に行った。調査個体数、調査項目及び土壌分析方法は、試験1の場内試験に準じた。

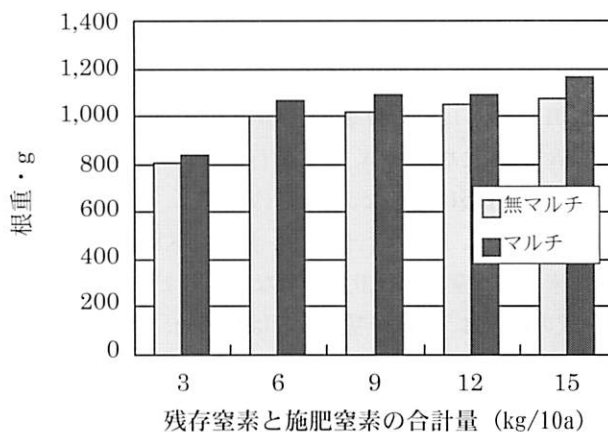
III 結 果

1. 残存窒素を考慮した好適窒素施肥量の決定(場内試験)

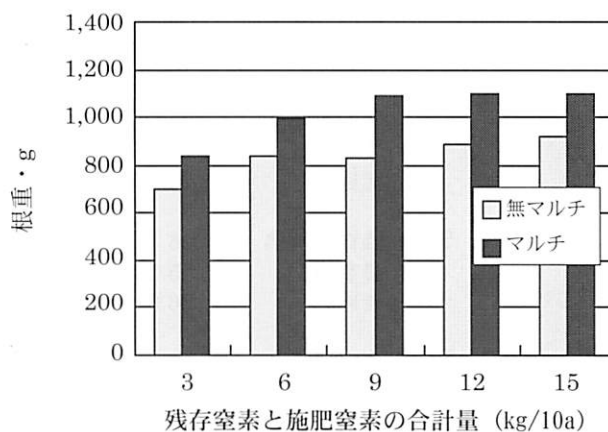
9月上旬播種におけるダイコンの根重は、残存窒素と施肥窒素の合計量が3kg/10a以上のマルチ区、6kg/10a以上の無マルチ区及びマルチ区で、L級に区分される1,000g以上となった(第1図)



第1図 9月上旬播種におけるダイコンの平均根重 (播種：2001年9月5日 収穫：11月8日) 注) 1区当たり20本調査。



第2図 9月中旬播種におけるダイコンの平均根重 (播種：2000年9月14日 収穫：11月16日) 注) 1区当たり20本調査。



第3図 9月下旬播種におけるダイコンの平均根重 (播種：2000年9月25日 収穫：12月8日) 注) 1区当たり20本調査。

9月中旬播種におけるダイコンの根重は、残存窒素と施肥窒素の合計量が6kg/10a以上のマルチ区及び無マルチ区で1,000g以上となった(第2図)。

9月下旬播種におけるダイコンの根重は、残存窒素と施肥窒素の合計量が9kg/10a以上のマルチ区で1,000g以上となったが、無マルチ区では残存窒素と施肥窒素の合計量の多少に関わらず1,000gの根重を得られなかった(第3図)。

2. 残存窒素を考慮した好適窒素施肥量の現地実証 (現地試験)

2000年におけるU農家の根重は、農総研基準区では950g、農家慣行区では910gで、ML級である900g以上のダイコンが得られたが、無施肥区では745gであった(第3表)。葉重は、農総研基準区228g、農家慣行区248g、無施肥区192gであった。S農家の根重は、農総研基準区では913g、農家慣行区では918gであり、ML級のダイコンが得られたが、無施肥区では802gであった。葉重は、241~260gで区間差は小さかった。T農家の根重は、農家慣行区では887g、無

施肥区では879gと両区ともML級に達しなかった。葉重は259~274gで区間差は小さかった。

2001年におけるU農家の根重は農総研基準区では1,127gでL級になったが、農家慣行区では944g、無施肥区では767gとL級に達しなかった(第4表)。葉重は、農総研基準区138g、農家慣行区114g、無施肥区84gであり、残存窒素と施肥窒素の合計量が少ない区ほど軽くなった。S農家の根重は、農総研基準区では1,053g、農家慣行区では1,041gでL級に達したが、無施肥区では908gであった。葉重は、133~149gで区間差は小さかった。T農家の根重は、農家慣行区では946g、無施肥区では931gとなり、両区ともL級に達しなかった。葉重は170~196gで、U農家及びS農家の農総研基準区の葉重133~138gに対して、明

らかに重かった。

2000年の現地ほ場における残存窒素と施肥窒素の合計量と9月下旬播種ダイコンの根重との関係を見ると、U農家とS農家の農総研基準区及び農家慣行区は、残存窒素と施肥窒素の合計量が6.5~14.7kg/10aでML級である900g以上の根重が得られた(第4図)。しかし、U農家とS農家の無施肥区は、残存窒素と施肥窒素の合計量が1.5~5.7kg/10aで、根重が900g以下であった。T農家の農家慣行区及び無施肥区は、残存窒素と施肥窒素の合計量が16.2~20.2kg/10aで、根重が900gに達しなかった。

2001年の現地ほ場における残存窒素と施肥窒素の合計量と9月下旬播種ダイコンの根重との関係では、U農家の農総研基準区とS農家の農家慣行区及び農総研基準区

第3表 現地ほ場におけるダイコンの生育(2000年)

農家	試験区	葉数 (枚)	葉長 (cm)	根長 (cm)	根径 (mm)	葉重 (g)	根重 (g)	葉色
U	農総研基準	24.6	41.7	33.7	71.1	228	950	31.8
	農家慣行	25.3	41.9	32.5	70.8	248	910	33.8
	無施肥	24.8	39.7	30.7	65.8	192	745	29.4
S	農総研基準	26.4	40.9	33.5	70.4	255	913	32.8
	農家慣行	25.3	40.1	31.8	71.8	241	918	34.3
	無施肥	26.6	41.0	31.4	69.0	260	802	31.6
T	農家慣行	27.1	42.9	33.9	70.3	274	887	30.9
	無施肥	26.4	41.2	34.3	69.8	259	879	31.5

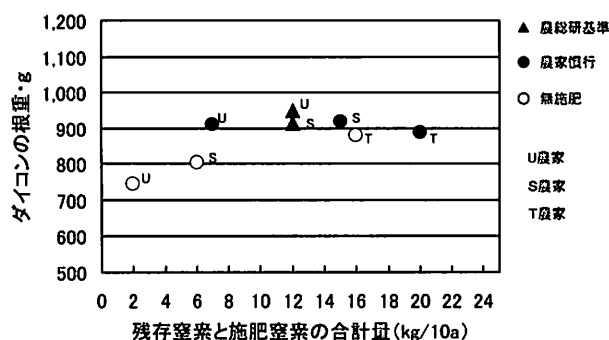
注1) ダイコンの調査は20本で行い、表中数値は1本当たりの平均値。

2) 葉色は葉緑素計 (SPAD-502、ミノルタ製) による測定値。

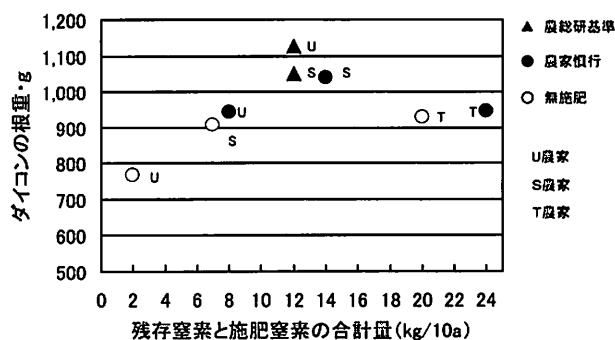
第4表 現地ほ場におけるダイコンの生育(2001年)

農家	試験区	葉数 (枚)	葉長 (cm)	根長 (cm)	根径 (mm)	葉重 (g)	根重 (g)	葉色
U	農総研基準	16.1	33.7	35.7	73.1	138	1127	24.0
	農家慣行	15.6	31.0	33.3	70.2	114	944	21.5
	無施肥	13.0	29.4	30.3	66.1	84	767	22.1
S	農総研基準	15.9	33.5	34.8	71.7	133	1053	23.7
	農家慣行	15.5	34.1	34.5	69.9	137	1041	24.3
	無施肥	15.6	35.8	32.7	69.4	149	908	25.0
T	農家慣行	15.4	38.4	34.5	71.7	170	946	26.9
	無施肥	17.5	38.0	34.0	71.0	196	931	30.1

注) 第3表と同じ。



第4図 現地ほ場における残存窒素と施肥窒素の合計量と9月下旬播種ダイコンの根重との関係(2000年)



第5図 現地ほ場における残存窒素と施肥窒素の合計量と9月下旬播種ダイコンの根重との関係(2001年)

は、残存窒素と施肥窒素の合計量が12.0～13.2kg/10aであり1,000g以上の根重が得られた(第5図)。一方、U農家の無施肥区、農家慣行区及びS農家無施肥区は、残存窒素と施肥窒素の合計量が1.7～7.7kg/10aで、根重が1,000g以下であった。T農家の農家慣行区及び無施肥区は、残存窒素と施肥窒素の合計量が19.8～23.9kg/10aで、根重が1,000g以下であった。

IV 考 察

1. 播種期別年内どりダイコンの残存窒素を考慮した適正窒素施肥量

窒素吸収量に見合った施肥量を検討した報告(千葉県農業総合研究センター、研究成果集4、2002)によれば、1994年に設定された施肥基準以下の施肥量でも収量が確保できる品目のひとつにダイコンがある。特にダイコンの秋まき年内どり栽培では、試験期間の4年とも無窒素区と標準施肥区(施肥窒素9kg/10a)との生育に差がなく、いずれも1,000g以上の根重が得られている。その要因として、0～30cm層の残存窒素量が4mg/100g乾土以上と高かったことが指摘されている。また、ダイコンの窒素吸収量は、無窒素区で13.5kg/10a、窒素9kg/10aの標準施肥区で、15.0kg/10aであり、施肥窒素利用率は17%であった。このことから、ダイコンは、施肥窒素より地力窒素を吸収する品目であるとしている。一方、著者らが行った1997年の現地調査では、根重1,000gのダイコンが得られたときの窒素吸収量は、9.4～17.4kg/10a(平均13.6kg/10a)であった(千葉県農業総合研究センター、地域基幹農業技術体系化促進研究、2002)。

上記の知見に基づいて、場内試験において残存窒素を考慮したダイコンの好適窒素施肥量を検討したところ、以下の結果が得られた。すなわち、ダイコンの根重がL級に区分される1,000gを得るためには、9月上旬播種の場合、残存窒素と施肥窒素の合計量がマルチ栽培では、3kg/10a以上、無マルチ栽培では6kg/10a以上必要であった。同様に、9月中旬播種の場合には、マルチの有無に関わらず残存窒素と施肥窒素の合計量は6kg/10a以上、9月下旬播種の場合には、マルチ処理が必須で、残存窒素と施肥窒素の合計量は9kg/10a以上必要であった。

次に、現地試験において9月下旬播種時の残存窒素を考慮した好適窒素施肥量を12kg/10aで実施したところ、残存窒素と施肥窒素の合計量が7.7～14.7kg/10aの範囲でML級またはL級の根重のダイコンが得られた。このことは場内試験における適正量の9～12kg/10aを実証したことになる。一方、残存窒素と施肥窒素の合計量

が16.2kg/10a以上で根重が低下したことから、この窒素量は、秋まき年内どりダイコンにおいては過剰域であると考えられた。

2. ダイコンの窒素吸収根域と残存窒素との関係

ダイコンの窒素吸収根域に関する報告では、三木ら(1999)は、根長は100～120cm程度で作物の中では最も深い部類に属するとしている。町田ら(1985)は、根系の広がり、主根で180～200cm、側根で60～100cmに達すると報告している。また、長谷川ら(2003)は、主要作物の中で根長が100cm以上あるダイコン、秋まきコムギ及びテンサイを深根性作物として位置づけ、土壌に集積した塩類の回収作物として適していると述べている。すなわち、ダイコンは、深い位置まで根を張り地力窒素を利用するタイプであると言える。八槨ら(2004)によれば、黒ボク土の野菜畑においては4mの常総粘土が出現する下層まで硝酸態窒素が多く存在するので、深層部分の窒素供給も考慮する必要があるとしている。そこで、本試験でも深層部分の影響を考え、ダイコンの地力窒素吸収根域を0～120cm層までと仮定し、その土層中の全硝酸態窒素量を試算した。

場内における施肥前残存窒素量は、2000年の0～15cm層で2.7kg/10aであることから、0～120cm層では、2.7kg/10aが8層と仮定して、21.6kg/10aと推定した。同様に、2001年では、2.5kg/10aであり、20.0kg/10aと推定した。この深い土層まで考慮した推定残存窒素量は根重1,000gのダイコン得るのに必要な窒素吸収量が約13kg/10aとしても、十分な供給量である。

3. ダイコンの生育適温と施肥窒素量との関係

深い土層からの窒素供給が考えられる本試験において、9月上旬播種のマルチ栽培では少量の施肥窒素(0.5kg/10a)で根重1,000gのダイコンが得られた(第1表と第1図)。しかし、播種期が約20日間遅い9月下旬播種のマルチ栽培では比較的多量の施肥窒素(6.3～9.3kg/10a)が必要であった(第1表と第3図)。このようにダイコンの施肥窒素量は播種時期によって著しく異なった。以下に、この理由を生育期間中の気温との関係から考察した。

ダイコンの生育適温については、川城・武田(1986)、松本(1983)、平石ら(1969)による詳細な報告がある。これらによれば、ダイコンの生育適温は、地上部が肥大する前期が21～23℃程度、根部が肥大する後期が16～20℃程度である。また、根部が肥料を吸収する地温は、15～19℃程度と考えられ、根部の肥大は、地温が2℃以下では停止する。一方、町田(1985)は、ダイコン根部の肥

大が地温に強く影響されるとして、マルチ処理により地温が無マルチと比べて2℃程度高くなり、その結果、肥大が促進したことを報告している。

また、試験を実施した2000年と2001年の千葉地区の根部肥大期の平均気温は、千葉県農林水産部業務支援サイトを利用すると、2001年9月上旬播種で17.0℃、2000年9月中旬播種で15.4℃、2000年9月下旬播種で11.8℃であった。

そこで、この気温データ及び前述のマルチ栽培時の温度上昇を播種期別に目標収量が得られた下限の施肥窒素量を併記すると、気温の高い9月上旬播種では無マルチ栽培(根部肥大期平均温度17.0℃)で施肥窒素が3.5kg/10a、マルチ栽培(同19.0℃)で施肥窒素が0.5kg/10a必要であった(第1表と第1図)。同様に、9月中旬播種では、無マルチ栽培(同15.4℃)及びマルチ栽培(同17.4℃)は、それぞれ施肥窒素が3.3kg/10aであった(第1表と第2図)。一方、低温期の9月下旬播種では、無マルチ栽培(同11.8℃)で窒素施肥量に関わらずダイコンは肥大せず、マルチ栽培(同13.8℃)で必要な施肥窒素が6.3~9.3kg/10aであった(第1表と第3図)

このように、ダイコンは、気温が低い場合、根部の窒素吸収力が低下するので施肥窒素量を増加する必要があると考えられた。これに関して、川城(1996)は、春どりダイコンにおいて播種期が遅いほど窒素施肥量を減少できることを報告し、春どりダイコンは、12月播種で施肥窒素15kg/10a、1月播種で同8kg/10a、3月播種で同5kg/10aとしている。この報告内容も根部肥大期の気温がより高くなることで窒素施肥量が減少したと考察すれば、本研究の結果と一致する。

以上、これまで述べてきた場内試験及び現地実証試験の残存窒素を考慮した窒素施肥量は、窒素吸収根域及び根部肥大期の気温を考えると合理的なもの判断した。

V 摘 要

黒ボク土における秋まき年内どりダイコン栽培において、残存窒素を考慮した窒素施肥量について播種期を3回に分けて検討した。

1. 9月上旬播種の場合、L級に区分される1,000gの根重を得るには、残存窒素と施肥窒素の合計量がマルチ栽培で3kg/10a以上、無マルチ栽培で6kg/10a以上必要であった。
2. 9月中旬播種の場合、マルチの有無に関わらず、同6kg/10a以上必要であった。
3. 9月下旬播種の場合、マルチ栽培が必須で同9~12kg/10a必要であった。

4. 現地ほ場における9月下旬播種のマルチ栽培において、残存窒素と施肥窒素の合計量が基準量(12kg/10a)より少なくとも、また、極端に多くとも根重が減少したことから、残存窒素と施肥窒素の合計量は、9~12kg/10aが適正であることが実証できた。

VI 引用文献

- 岩佐博邦・大塚英一・真行寺孝・井上満・小林広行 (2004). セル培養土内基肥施用によるキャベツの減窒素栽培. 千葉農総研報. 4: 23-32.
- 岡田毅 (1997). 千葉県農業改良協会. 野菜ハンドブック: 324~327.
- 川上敬志・松丸恒夫 (2003). 根域制限による施設野菜の環境保全型栽培(第1報) 遮根シート栽培トマトの土量と生産力及び全面敷設栽培の施肥法. 千葉農総研報. 3: 37-44.
- 川上敬志・松丸恒夫 (2003). 根域制限による施設野菜の環境保全型栽培(第2報) トマト・キュウリ作付け体系における遮根シートの敷設方法に対応した減肥栽培の実証. 千葉農総研報. 3: 45-60.
- 川城英夫・武田英之 (1986). 根菜類の生育並びに根形に及ぼす土壌環境の影響. (第1報)ダイコンの生育並びに根形に及ぼす地温と土壌水分の影響. 千葉農試研報. 27: 13-20.
- 川城英夫 (1996). 春ダイコン栽培. 農業技術体系野菜編9. 追録第21号: 117-123
- 草川知行・吉井幸子・高崎強 (1999). 条施肥畦立て機を利用したキャベツの減化学肥料栽培. 千葉農試研報. 40: 1-8.
- 草川知行・松丸恒夫・青柳森一 (2001). マルチ内施肥によるトンネル春夏どりニンジンの減肥栽培. 園学雑. 72(5): 432-439.
- 草川知行(2003). 夏まきニンジン-残存窒素を考慮した施肥量の決定-(環境保全型施肥). 農業技術大系土壌施肥編. 6-1: 276の6-10.
- 千葉県主要農作物等施肥基準(1994). ダイコン秋播秋どり栽培: 206.
- 千葉県農業総合研究センター. 研究成果集4 (2002). 緊急技術開発促進事業. 主要露地野菜の安定生産のための窒素施用法の確立: 94-111.
- 千葉県農業総合研究センター. 地域基幹農業技術体系化促進研究 (2002). 有機質資材投入等による持続的安定生産技術研究成果報告書: 104-108.
- 千葉県農林水産部業務支援サイト(2000~2002). 農業気

- 象情報. //:chibaadv.wni.co.jp/
- 長谷川周一・波多野隆介・岡崎正規編著 (2003). 環境負荷を予測するーモニタリングからモデリングへー. 博友社：47-51.
- 平石雅之・大林延夫・横溝剛 (1969). 三浦ダイコンの生産予測に関する研究 (第1報) 根部の発育に対する気温と日射量の影響. 神奈川園芸試験場研報. 26:43-51.
- 町田治幸 (1985). 種類別の施肥技術-ダイコン. 農業技術大系土壤施肥編. 6-1:277
- 松本正雄 (1983). ダイコンの肥大根発達の生理. 農業技術大系野菜編. 9:23-40.
- 三木直倫 (1999). 野菜畑における物質移動. 北海道農業と土壤肥料1999. 日本土壤肥料学会北海道支部編：246-248.
- 三木直倫・安積大治・須田達也 (1999). 農業域内での環境負荷の実態と制御法ー畑・野菜地域における特性と解明上・制御上の問題点. 北海道土壤肥料研究通信. 45:7-22.
- 八槇敦・安西徹郎 (2004). 下総台地黒ボク土畑下層における硝酸態窒素の実態と環境負荷評価. 千葉農総研研報. 4:107-116.
- 山本二美・松丸恒夫 (2005). 施設トマトにおける施肥前の土壤中硝酸態窒素量が栄養診断に基づく施肥量に及ぼす影響. 土肥誌. 76(6):825-831.

Nitrogen Application Rate for Fall-Winter Harvest Japanese Radish Based on Soil Nitrate before Fertilizer Application

Futami YAMAMOTO Tomoyuki KUSAKAWA and Tsuneo MATSUMARU

Key words : Japanese radish for fall-winter harvest, soil nitrate before fertilizer application, nitrogen application, seeding time, Andosol

Summary

Japanese radish was cultivated by fall seeding for fall-winter harvest in Andosol to study nitrogen application rate based on soil nitrate before fertilizer application. Seeds were sown at three different timings.

1. When the seeding was early in September, the total sum of soil nitrate before fertilizer application and nitrogen application combined required to obtain a root weight of 1,000 grams, which is classified as large size, was 3 kg/10a or more by mulching culture and 6 kg/10a or more by non-mulching culture, respectively.
2. When the seeding was in the middle of September, the total sum was 6 kg/10a or more regardless of mulching.
3. When the seeding was late in September, mulching culture was essential and the total sum was 9-12 kg/10a .
4. In the mulching culture in a farmer' s field seeded late in September, yield decreased whether the total sum was less than the recommended rate of fertilizer (12 kg/10 a) or significantly more than that. The results provided an actual proof that the proper level of the total sum was 9-12 kg/10a.