

施設軟白ネギの乾物生産特性に基づく窒素施肥法

誌名	日本土壌肥料学雑誌 = Journal of the science of soil and manure, Japan
ISSN	00290610
著者名	林, 哲央 日笠, 裕治 坂本, 宣崇
発行元	日本土壌肥料学会
巻/号	74巻4号
掲載ページ	p. 407-414
発行年月	2003年8月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター
Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council
Secretariat



施設軟白ネギの乾物生産特性に基づく窒素施肥法

林 哲央*・日笠裕治**・坂本宣崇***

キーワード 施設栽培, ハウス土壤, ネギ, 硝酸態窒素, 窒素施肥量

1. はじめに

軟白ネギは、1970年に水田転作が開始されて以来、北海道の施設栽培作物として各地で作付けされている。露地と施設栽培とを合わせると1999年には全国4位の生産量があり、北海道にとって重要な府県への移出野菜である。現在、このうちの2割程度が施設栽培による生産であり、外国産品の輸入量が増加する中、高品質のネギが生産される施設栽培は今後も重要な栽培形態である。

軟白ネギは一般に連作可能な作物とされ、また、施設軟白ネギを栽培するに当たっては、新規導入時に軟白フィルム被覆のための資材一式を購入すること、産地として市場の信頼を得るために限られた施設栽培面積で生産量を確保し周年出荷を目指すことから、連作に陥りやすい。そのため、軟白ネギを栽培する多くのハウスは専用となり、雨による溶脱がないため土壤養分の集積や不均衡が発生しやすく過剰な施肥窒素がさらにこれを助長している。それらのことが作物体の病害に対する抵抗力を弱め、各種の障害発生誘因となり生産性を低下させる¹⁾。ネギ根腐萎ちょう病は塩類濃度の高い施設土壤において発症しやすいことが報告されている²⁾。施設軟白ネギを持続的に生産するためには土壤の塩類濃度を適正レベルに維持することが必要である。このためには、施設栽培条件での生育や養分吸収特性に対応した合理的な肥培管理を行う必要がある。また、近年は過投入された窒素が農地系外に負荷を与える事例が見られ³⁾、周辺環境への配慮の点からも窒素施肥の適正化が重要となっている。

そこで、施設軟白ネギに対する施肥法を確立するため、夏秋どり施設栽培で軟白ネギの乾物生産および窒素吸収特性について検討し、軟白ネギの窒素吸収パターンおよび土壤硝酸態窒素の残存量に対応した窒素施肥法を検討した。

2. 試験方法

1) 道南地域の主要な生産地における土壤硝酸態窒素の実態

1995年11月2～3日に北海道瀬棚郡今金町の85棟の農家ハウス土壤において硝酸態窒素量の実態調査を行った。調査対象ハウス土壤の多くは褐色低地土および灰色低地土で、表層無機質泥炭土が数点あった。土壤試料は1つのハウスについて畝間の5～6カ所で0.15m深まで採取して混合し、風乾させた後に2mm以下に粉碎してサンプルとした。硝酸態窒素はフェノール硫酸法で定量した。

2) 乾物生産および窒素吸収パターン(試験1)

北海道における夏秋どり施設軟白ネギの栽培時期は幅が広く、定植期は3～6月、収穫期は8～11月である。軟白化の方法は数種あるが、一般に草丈が80～90cm程度になると葉鞘部を両側からフィルムで被覆する方式で行われる。本試験では北海道における標準的な夏秋どり施設栽培を行った。

道南農業試験場内のビニールハウスで5月定植夏秋どり作型の慣行栽培を行った軟白ネギを供試した。土壤は中粒質普通褐色低地土であり、養分の過不足は特に認められなかった。試験2)～4)も同じ土壤で行った。品種は「元蔵」を用い、80日間育苗した苗を1998年5月27日に定植し、11月4日の収穫まで164日間栽培した。栽植密度は83.3株/m²(畦間0.3m, 株間0.04m)とした。栽培期間中は白黒二層ポリエチレンフィルムで全面をマルチし、かん水は作土層の水分ポテンシャルが19.6kPaになったときを目安にして1回につき10L m⁻²をマルチの下に各畝間に敷設したかん水用チューブを用いて全面に行った。葉鞘部の軟白化は定植後80日目からプラスチックのフィルム資材で両側から高さ0.4mまで挟んで行った。施肥量は北海道施肥ガイド⁴⁾に従い基肥は窒素を0.15m深さまで全面全層に50kg ha⁻¹、分肥はかん水用チューブによって液肥で全面に窒素およびカリウムのそれぞれを2回(定植後60, 90日目)各40kg ha⁻¹とし、窒素は硝酸アンモニウムを、カリウムは硫酸カリウムを用いて施肥した。乾物重は地上部を定植後10日目から10日ごとに1回当たり10株を掘り取り、葉身と葉鞘とに分けて通風乾燥した後測定した。調査はいずれも2反復で実施した。粉碎した乾物試料を硫酸-過酸化水素法で湿式分解した後、インドフェノール青法で窒素含有率を分析した。調査期間ごとの乾物の個体群生長率(CGR)は以下の式で

* 北海道立道南農業試験場 (041-1201 北海道亀田郡大野町)

** 同上 (現在, 北海道立中央農業試験場 069-1395-北海道夕張郡長沼町)

*** 同上 (現在, 北海道農政部農業改良課 060-8588 札幌市中央区)

2002年10月15日 受付・受理

日本土壤肥料学雑誌 第74巻 第4号 p. 407～414(2003)

算出した⁵⁾。

$$\text{個体群生長率} = \frac{1}{F} \times \frac{dW}{dT} = \frac{1}{F} \times \frac{W_1 - W_2}{t_1 - t_2}$$

(ただし、 F ：調査面積、 W ：乾物重、 t ：時間)

3) 基肥窒素量の検討 (試験 2)

基肥窒素量が施設軟白ネギの生育に与える影響を明らかにするため、基肥窒素 0, 50, 100, 150, 200 kg ha⁻¹ の 5 水準を設けた。なお、基肥の他に定植後 70 日目に全処理共通に窒素 50 kg ha⁻¹ を分施した。試験場所は道南農業試験場内のビニールハウスで、試験開始前の土壤の残存硝酸態窒素は 2.0 mg kg⁻¹ と殆どない条件であった。1 区面積は 4.5 m² で、3 反復である。64 日間育苗した苗を 1997 年 7 月 1 日に定植し、12 月 18 日の収穫まで 170 日間栽培した。葉鞘部の軟白化は定植後 70~80 日目にプラスチックのフィルム資材で両側から高さ 0.4 m まで挟んで行った。なお、リン酸およびカリウム (K₂O) は基肥に各々 100 kg ha⁻¹、分施にはカリウムを 2 回 (定植後 60, 90 日目) 各 50 kg ha⁻¹ を共通施肥した。堆肥は施用しなかった。窒素施肥方法、栽植密度、かん水・マルチ等の栽培条件は前項と同じである。

栽培期間中の生育調査および収量調査における生育指数 (草丈 cm × 葉鞘径 cm)、葉色、一本重、軟白長、軟白径、乾物重、生重、規格内収量は各々 20 個体について調査した。葉色は上位葉側から 3 葉目を野菜用葉色カラースケールで目測した。収量調査では高さ 0.8 m に切り揃えた葉身を 3~4 枚残して表皮を剥ぎ、軟白部分の長さが 0.4 m 以上得られた個体を規格内品とした。土壤試料の採取方法および分析方法は前項までと同じである。

4) 基肥・分施割合の検討 (試験 3)

合計窒素施肥量を 200 kg ha⁻¹ として基肥・分施割合が生育に与える影響を検討した。処理区は①基肥 50 kg ha⁻¹ と分施 150 kg ha⁻¹ (50 kg ha⁻¹ × 3, 定植後 30, 60, 90 日目)、②基肥 100 kg ha⁻¹ と分施 100 kg ha⁻¹ (50 kg ha⁻¹ × 2, 定植後 60, 90 日目)、基肥 150 kg ha⁻¹ と分施を定植後 90 日目に 50 kg ha⁻¹ の 3 処理区および無窒素区とした。試験開始前の土壤の残存硝酸態窒素は 9.0 mg kg⁻¹ と殆どない条件であった。69 日間育苗した苗を 1998 年 5 月 18 日に定植し、11 月 19 日の収穫まで 185 日間栽培した。窒素施肥方法および他の試験方法は前項と同じである。

5) 分施時期の検討 (試験 4)

同一基肥量において分施開始時期が生育に与える影響を検討した。合計窒素施肥量を 200 kg ha⁻¹ として基肥窒素量を 100, 150 kg ha⁻¹ の 2 水準、分施開始時期を定植後 30 日目 (早)、同 60 日目 (遅) の 2 時期とした (表 1)。定植後 30 日目に分施を開始した場合の適正な基肥窒素量を検討するため、試験 3 において最も多収が得られた処理 (基肥 50 kg ha⁻¹、定植後 30 日目から合計 150 kg ha⁻¹ 分施) を対照区とした。試験開始前の土壤の残存硝酸態窒素

表 1 「分施時期の検討 (試験 4)」における処理

処理区名	基肥 kg ha ⁻¹	分施 (定植後日数)			合計 kg ha ⁻¹
		30 日	60 日	90 日	
基肥+分施					
0	0				0
対照区	50	50	50	50	200
100+早 ^a	100	50	50	—	200
150+早	150	50	—	—	200
100+遅	100	—	50	50	200
150+遅	150	—	50	—	200

^a 早は分施開始時期が定植後 30 日目、遅は同 60 日目。表 4, 5 も同じ。

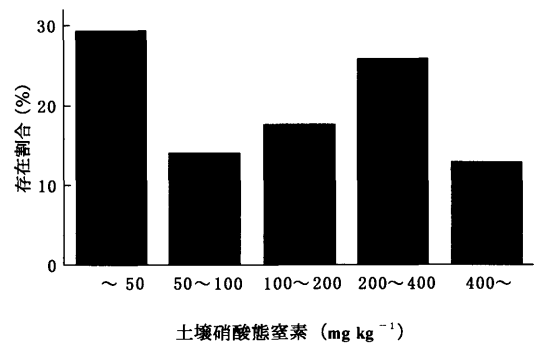


図 1 今金町におけるネギ栽培ハウスの土壤硝酸態窒素の実態 (n=85)

は 4.0 mg kg⁻¹ と殆どない条件であった。64 日間育苗した苗を 1999 年 5 月 12 日に定植し、11 月 1 日の収穫まで 173 日間栽培した。窒素施肥方法および他の試験方法は前項と同じである。

6) 施肥前の土壤硝酸態窒素に対応した施肥量の検討 (試験 5)

施肥前の土壤硝酸態窒素が、ハウス① 301 mg kg⁻¹、ハウス② 63 mg kg⁻¹ の 2 水準の農家ハウスにおいて、基肥窒素量を① 0, 50, 100, 200 kg ha⁻¹、② 0, 100 kg ha⁻¹ とし、窒素分施量を②において 2 回 (定植後 30, 60 日目) 各 50 kg ha⁻¹ とした。堆肥は施用しなかった。栽培期間は① 1997 年 7 月 20 日~12 月 16 日、② 1999 年 3 月 28 日~8 月 10 日、試験規模は① 1 区面積を 13.3 m²、2 反復、② 同 60.1 m²、2 反復とした。他の条件は①、②とも窒素施肥方法、品種および栽植密度は前項と同じ、場所は北海道山越郡八雲町、土壤は褐色低地土である。

3. 結 果

1) 道南地域の主要な生産地における土壤硝酸態窒素の実態

各調査ハウスに肥料は全面施用され、6~8 月に定植したネギが栽培途中であった。土壤硝酸態窒素は最高値が 732 mg kg⁻¹、最低値が 3 mg kg⁻¹、平均値が 178 mg kg⁻¹ であり、200 mg kg⁻¹ 以上のハウスが全体の 39% であった (図 1)。ハウス建設後の経過年数との関係では、年数が経過するとばらつき範囲が広くなり高い値のハウスも見られ

るようになったが、中には、建設後1年で200 mg kg⁻¹を超えたハウスが見られた(図2)。

2) 乾物生産および窒素吸収パターン(試験1)

乾物重は葉身、葉鞘とも定植後30日目頃までは少なく、その後増加し、軟白化のために資材で葉鞘を被覆した定植後80日目頃に下位葉の一部が枯死して一時的に生育が停滞し、それ以降は乾物重の増加は少なくなった(図3)。収穫時の乾物重は葉身で7.9 Mg ha⁻¹、葉鞘で6.2 Mg ha⁻¹、地上部全体で14.1 Mg ha⁻¹であった。

乾物の個体群生長率(CGR)は葉身、葉鞘とも定植時から増加し続け定植後50~70日目頃に最も高く、葉身のほうが高く推移していた(図3)。軟白化開始によりCGRは一時的に落ち込んだ。90日目以降は低い値で概ね一定となり部位ごとの違いは認められなかった。

乾物率は定植時の苗で最も高く、その後低下し定植後30日目以降には大きな変化は見られず、葉身が70~80 g kg⁻¹、葉鞘が80~90 g kg⁻¹程度で推移した(図3)。部

位別に見ると、定植後80日目頃を除いて葉鞘が高く推移した。

収穫時の葉身、葉鞘合計の新鮮重は158.3 Mg ha⁻¹であった。これは製品歩留まりを50~60%程度とすると⁶⁾、79~95 Mg ha⁻¹程度の商品収量に相当し、北海道施肥ガイド⁴⁾の目標収量100 Mg ha⁻¹よりも5~20%程度低かった。

窒素含有率は葉身、葉鞘ともに定植直後に一時的に低下した後は40日目頃までやや高まり、それ以降は葉身で23 g kg⁻¹内外、葉鞘で14 g kg⁻¹内外で推移した(図4)。

窒素含有量は乾物重と同様のパターンで増加し、葉身では定植後30日目頃から軟白化開始期である80日目頃までの生育盛期に最も増加し、その後の軟白部分伸長期には僅かに増加しながら推移した。葉鞘における含有量は定植後30日目頃から収穫時まで徐々に増加した(図4)。収穫時に葉身、葉鞘を合わせた窒素含有量は255 kg ha⁻¹であった。

3) 基肥窒素量の検討(試験2)

定植後30日目までの初期生育を見ると、基肥窒素0~150 kg ha⁻¹の範囲では基肥量が多いほど生育指数(草丈cm×葉鞘径cm)が高く葉色も濃いものの、150 kg ha⁻¹区と200 kg ha⁻¹区との差は認められなかった(表2)。乾物重および窒素含有量は、収穫時には基肥窒素150 kg ha⁻¹区で最大となり200 kg ha⁻¹区よりも多かった。規格内収量は基肥窒素150 kg ha⁻¹区で最大であった。基肥量が多くなると収穫時の窒素乾物生産効率(乾物重/窒素含有量)が低下し、両者の間に有意な負の相関($p < 0.01, r = 0.983$)が認められた。また、土壤硝酸態窒素は定植後30日目頃から収穫まで1~4 mg kg⁻¹程度と低く推移した(表2)。

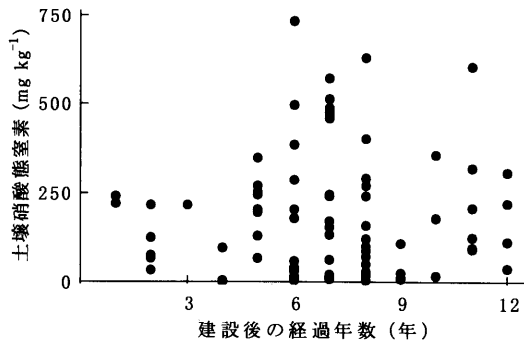


図2 今金町におけるハウス建設後の経過年数と土壤硝酸態窒素 (n=85)

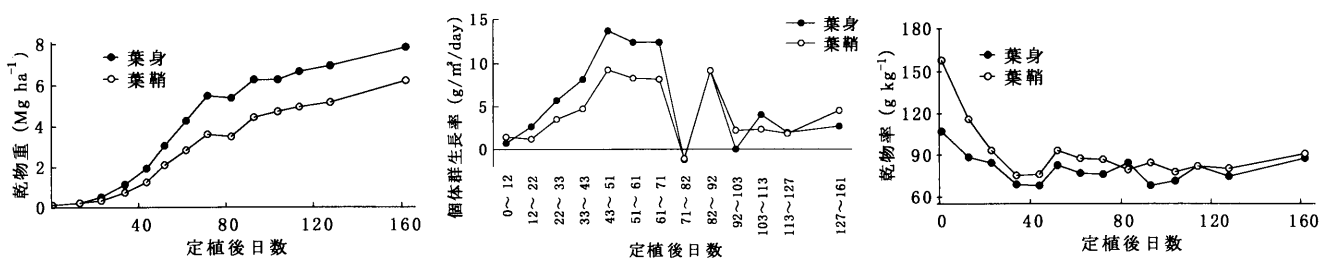


図3 乾物重、調査期間ごとの個体群生長率、乾物率の推移(試験1)

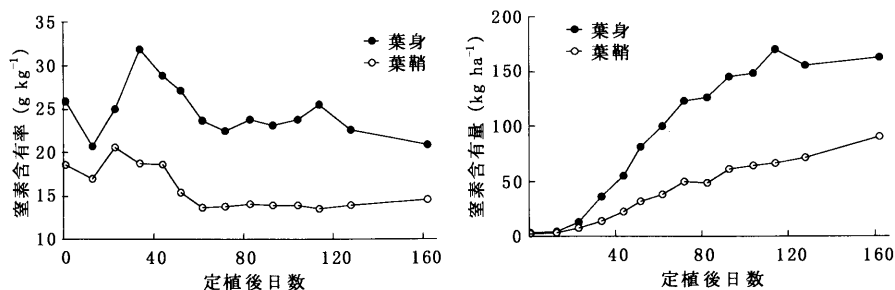


図4 窒素含有率および窒素含有量の推移(試験1)

表 2 基肥窒素量と軟白ネギの生育, 収量および窒素含有量, 土壤硝酸態窒素の推移 (試験 2)

基肥量 (kg ha ⁻¹)	定植後 30 日目		全 収量	規格内 収量	収穫時 乾物重 (Mg ha ⁻¹)	収穫時 窒素含有量 (kg ha ⁻¹)	収穫時の窒素 乾物生産効率 (kg kg ⁻¹)	土壤硝酸態窒素 (mg kg ⁻¹)	
	生育指数 ^a	葉色						30 日目	跡地
0	43.9±4.7 ^b	3.1±0.1	133± 8	75± 5	10.6±0.5	169±14	65.0±5.7	1.3	0.8
50	52.0±1.4	4.2±0.7	153± 3	86± 3	11.3±0.4	183±27	62.9±7.4	1.3	1.7
100	52.3±4.3	4.9±0.3	167± 9	87± 9	12.7±0.6	223±25	57.3±5.5	1.0	4.0
150	58.1±1.8	5.5±0.1	188± 5	99± 4	16.0±1.0	273±28	59.0±3.6	1.7	3.7
200	57.3±1.5	5.4±0.3	165±12	75±23	13.5±0.7	249±19	54.4±2.2	4.0	4.3

^a 生育指数=草丈 (cm)×葉鞘径 (cm), ^b ±標準偏差, 表 3 以下も同じ.

表 3 基肥・分施肥割合と収量および窒素含有量, 土壤硝酸態窒素の推移 (試験 3)

処理区 基肥+分施	全収量 (Mg ha ⁻¹)	規格内収量 (Mg ha ⁻¹)	窒素含有量 (kg ha ⁻¹)	土壤硝酸態窒素 (mg kg ⁻¹)			
				30 日目	60 日目	90 日目	跡地
0	98±20	15.8±6.0	92.6± 3.2	4.3	4.6	3.5	9.7
50+150	221± 9	125.7±2.2	242.2± 4.6	8.3	4.7	4.3	11.2
100+100	206±14	116.6±7.7	217.3±24.8	11.5	4.0	4.8	9.7
150+ 50	210±17	118.0±9.6	223.4± 4.6	35.1	6.6	4.1	10.6

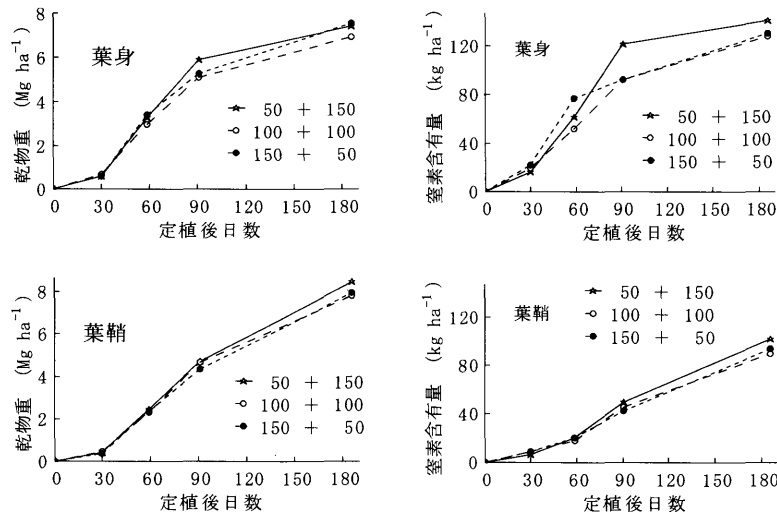


図 5 基肥・分施肥割合と乾物重および窒素含有量の推移 (左: 乾物重, 右: 窒素含有量) (試験 3)

4) 基肥・分施肥割合の検討 (試験 3)

葉身の乾物重および窒素含有量の推移を見ると, 基肥 50 kg ha⁻¹+分施 150 kg ha⁻¹ 区において定植後 30~90 日目までの増加量が他区よりも多かった (図 5). 葉鞘の乾物重および窒素含有量の処理間差は定植後 60 日目頃までは見られず, 60 日目以降に基肥 50 kg ha⁻¹+分施 150 kg ha⁻¹ 区において窒素含有量の増加量が多かった.

規格内収量は基肥 50 kg ha⁻¹+分施 150 kg ha⁻¹ 区において最大であり, このときの土壤硝酸態窒素は定植後 30 日目頃から収穫まで 4~11 mg kg⁻¹ 程度に低く推移した (表 3). 収穫時の窒素含有量は基肥 50 kg ha⁻¹+分施 150 kg ha⁻¹ 区において最も多く 242 kg ha⁻¹ であり, 無窒素区との差し引きによる施肥窒素利用率は 74.8%であった.

5) 分施肥時期の検討 (試験 4)

時期別の乾物重を部位ごとに見ると, 葉身の乾物重は定植後 90 日目までは定植後 30 日目の分施 (早期分施系列) で多かったが, 収穫時の処理間差は小さかった (表 4). 一方, 葉鞘の乾物重は定植後 90 日目までは処理間差が小さかったが, 収穫時点では早期分施系列で多かった. 窒素含有量の処理間差は乾物重と同じ傾向を示した.

早期分施系列の乾物重を対照区と比較すると, 葉身の乾物重は早期分施系列においてやや多く推移する傾向があり, 葉鞘では定植後 90 日目までは処理間差が小さかったが収穫時には早期分施系列において多かった. また, 窒素含有量は葉身・葉鞘ともに基肥 100, 150 kg ha⁻¹ 区において多かった (表 4).

規格内収量は早期分施系列で多かった (表 5). このと

表4 分施肥時期と時期別の部位別乾物重, 窒素含有量 (試験4)

処理区 基肥+分施	乾物重 (Mg ha ⁻¹)						窒素含有量 (kg ha ⁻¹)					
	葉身			葉鞘			葉身			葉鞘		
	60日 ^a	90日	収穫	60日	90日	収穫	60日	90日	収穫	60日	90日	収穫
0	1.43	1.83	5.44	1.58	1.99	4.58	18	29	95	8	15	42
対照区	3.28	5.78	9.23	2.37	4.97	7.95	63	93	161	22	39	76
100+早	3.50	6.14	9.54	2.47	5.01	8.82	98	123	173	26	49	89
150+早	3.99	6.28	9.91	2.63	5.15	8.73	105	129	180	37	48	88
100+遅	3.46	5.83	9.52	2.35	4.96	7.97	67	103	161	22	42	80
150+遅	3.59	5.71	9.55	2.38	4.71	7.92	83	116	164	27	50	81

^a 定植後日数。表6, 7も同じ。

表5 分施肥時期と外観品質, 収量, 収穫時の窒素含有量, 土壌硝酸態窒素の推移 (試験4)

処理区 基肥+分施	一本重 (g)	軟白長 (mm)	軟白径 (mm)	全収量		窒素含有量 (kg ha ⁻¹)	土壌硝酸態窒素 (mg kg ⁻¹)	
				規格内収量 (Mg ha ⁻¹)			30日目	跡地
				30日	60日			
0	99.3±12.7	359±23	12.2±0.6	118±8	24.2±17.3	137.4±23.7	7.6	14.1
対照区	144.9±3.6	419±7	13.5±0.4	213±11	102.4±11.6	236.6±13.1	23.0	11.9
100+早	146.1±5.0	437±13	13.8±0.7	228±14	111.9±4.1	262.3±18.9	33.3	11.1
150+早	143.0±13.4	435±4	14.0±0.5	225±10	111.3±9.4	268.0±10.5	56.0	12.5
100+遅	132.4±15.9	412±11	13.0±0.8	214±4	96.1±5.4	241.2±25.1	34.3	15.6
150+遅	136.6±4.0	417±5	13.0±0.4	214±5	95.6±7.5	245.4±21.7	54.9	15.4

表6 土壌硝酸態窒素の推移および生育, 収量 (施肥前土壌硝酸態窒素; 301 mg kg⁻¹) (試験5)

窒素基肥量 (kg ha ⁻¹)	土壌硝酸態窒素 (mg kg ⁻¹)			生育指数 ^a		収穫時乾物重 (Mg ha ⁻¹)		全収量 (Mg ha ⁻¹)
	30日	60日	跡地	30日	60日	葉身	葉鞘	
0	127±17	62±13	55±9	51.7±2.7	118.6±9.7	6.00±0.26	5.17±0.11	175.5±10.1
50	191±24	131±21	114±6	51.5±1.4	112.1±2.7	5.35±0.18	4.87±0.51	159.0±6.4
100	232±79	189±23	180±17	49.7±0.8	109.6±6.8	5.37±0.45	4.58±0.50	153.2±15.0
200	322±44	376±91	313±54	47.2±4.1	101.3±4.2	5.07±0.12	4.01±0.13	144.0±0.6

^a 生育指数=草丈 (cm)×葉鞘径 (cm)。

表7 土壌硝酸態窒素の推移および生育, 収量 (施肥前土壌硝酸態窒素; 63 mg kg⁻¹) (試験5)

窒素基肥量 (kg ha ⁻¹)	土壌硝酸態窒素 (mg kg ⁻¹)			生育指数 ^a		収穫時乾物重 (Mg ha ⁻¹)		全収量 (Mg ha ⁻¹)
	30日	60日	跡地	30日	60日	葉身	葉鞘	
0+100	20±4	9±1	5±0	20.6±1.1	81.2±0.3	6.77±0.75	6.59±0.36	166.3±4.3
100+100	42±11	20±4	46±1	22.8±1.7	83.0±2.6	6.87±0.90	6.71±0.69	167.9±13.3

^a 生育指数=草丈 (cm)×葉鞘径 (cm)。

きの処理間差は全収量よりも規格内収量において大きく、遅く分施肥開始した系列では規格内品の製品一本重, 軟白長および軟白径が小さかった。早期分施肥系列内の基肥100 kg ha⁻¹区と150 kg ha⁻¹区との間に生育および収量差は認められなかった。

土壌硝酸態窒素は各処理区において低く推移し, 多収を得た早期分施肥系列の基肥100 kg ha⁻¹区において定植後30日目に33.3 mg kg⁻¹, 跡地で11.1 mg kg⁻¹であった (表5)。

6) 施肥前の土壌硝酸態窒素に対応した施肥量の検討 (試験5)

施肥前の土壌硝酸態窒素が301 mg kg⁻¹と高かったハウス①では, 施肥量が少ないほど栽培期間中の生育指数で見た生育量が多く収量も多かった (表6)。施肥量と葉身・

葉鞘を合わせた乾物重との間には有意な負の相関 ($p < 0.05$, $r = 0.974$) が認められた。定植時に大量のかん水が行われ, 基肥0 kg ha⁻¹ (無窒素) 区における土壌硝酸態窒素は生育初期 (定植後30日目) に127 mg kg⁻¹, 跡地で55 mg kg⁻¹であった。

施肥前の土壌硝酸態窒素が63 mg kg⁻¹のハウス②では, 定植後30日目, 60日目の生育指数および収量に処理間差が認められなかった (表7)。定植後30日目の土壌硝酸態窒素は基肥0 kg ha⁻¹区において20 mg kg⁻¹, 100 kg ha⁻¹区において42 mg kg⁻¹であった。

4. 考 察

1) 時期別の乾物生産および窒素吸収特性

本調査において軟白ネギの生育ステージを乾物生産量の

変化から、増加量が少ない定植後30日目頃までの生育初期、定植後30日目頃から軟白化を開始する80日目頃までの生育盛期、それ以降のCGRが低い軟白部分伸長期の3期に分けることができた。石居ら⁷⁾は5~7月定植した露地ネギの生育と養分吸収経過を調査し、定植後1カ月頃までは全重、葉鞘重とも殆ど変化せず、その後の1~2カ月間に急生長し、それ以降の生長は緩やかになると報告しており、田中・小山田⁸⁾もセル成型苗を5月定植した作型において同様の報告をしている。

窒素含有量は乾物生産量と同様のパターンで推移したことから、窒素吸収についても乾物生産と同様の3期に分けることが適当である。多収を得るためには各期の乾物生産および窒素吸収特性に対応した窒素施肥量および施肥配分を明らかにする必要がある。

2) 基肥窒素の必要性

生育初期のCGRは葉身、葉鞘ともに定植直後から増加傾向にあり、試験3)の基肥窒素用量試験では基肥150 kg ha⁻¹までは窒素量が多いほど初期生育が高まり、これが収穫時まで影響し基肥150 kg ha⁻¹区の収量が最も多かった。このように、良好な初期生育を得るためには初期の十分な窒素供給が必要であり基肥窒素は重要と考えられた。ただし、この試験では生育盛期の窒素吸収量に対して分施肥量が50 kg ha⁻¹と少なく、適当な分施肥を行った場合、基肥窒素の適量は150 kg ha⁻¹よりも少なくなる可能性がある。

なお、露地ネギ栽培についての一般書^{9,10)}の中には定植時の基肥は不必要と書かれたものもあるが、北海道の施設栽培で多収を得るためには初期生育を高めることが重要であり、基肥窒素は必要と判断した。

3) 乾物生産および窒素吸収特性に対応した窒素施肥時期

試験2では基肥150 kg ha⁻¹区(基肥と分施肥との合計が200 kg ha⁻¹)において収量および窒素含有量が最大となり、試験1では1作当たりの窒素含有量が255 kg ha⁻¹であったことから、基肥・分施肥の合計窒素施肥量は200 kg ha⁻¹が適当と判断した。

軟白部分伸長期には葉身の乾物重は増加し続けたが窒素含有量の増加は僅かであり、生育日数の経過とともに葉身に炭水化物が蓄積したと考えられた。石黒¹¹⁾は露地軟白ネギにおいて軟白化開始後に葉身長は変化せず葉鞘長のみが伸長し、このとき葉鞘における細胞数は増加せず各細胞が大きくなると報告している。軟白ネギは収穫まで栄養生長を維持し、軟白部分伸長期は葉鞘部を被覆することで作られた人為的な生育ステージである。この時期には葉鞘部が被覆フィルム等によって高さ40 cm以上まで遮光され¹²⁾、同化産物は葉身部分から被覆された葉鞘部に転流すると考えられることから、葉身部の大きさと葉鞘部の細胞数を十分に高めた後に軟白化フィルムで被覆することが重要と考えられる。そこで、生育盛期の乾物生産を高めるための基肥・分施肥割合と分施肥開始時期を検討した。

試験3で、分施肥割合を多くした処理区では軟白フィルム被覆までの生育盛期の葉身重が大きくなり、その後の軟白部分伸長期に葉鞘部分への同化産物の転流量が増加して葉鞘重が大きくなり多収となった。従って基肥窒素量が少ない場合でも、分施肥時期を早めるか、または分施肥割合を多くすることで十分な収量が得られると考えられる。しかし、試験3では分施肥量が少ない処理区に分施肥開始時期が遅いため、多収効果が分施肥割合の多いことによるか分施肥開始時期の早いことによるかが判断できなかった。

試験4で、早期に分施肥して軟白化開始までの生育盛期に葉身を大きくすると、基肥100 kg ha⁻¹以上では同等に多収が得られた。従って、分施肥開始時期を定植後30日目頃まで早めると、基肥は100 kg ha⁻¹が適当であり、このときの分施肥量は100 kg ha⁻¹であった。基肥150 kg ha⁻¹区においても同等の収量が得られたが、基肥は必要最少量とし、栽培期間中の土壌からの窒素供給を考慮して作物生育状況を診断しながら分施肥することが合理的である。対照区(基肥50 kg ha⁻¹+分施肥150 kg ha⁻¹)における収量は早期分施肥開始系列よりも少なかったが、遅く分施肥開始した系列の収量よりも多かったことから試験3の結果とは矛盾しない。収量レベルがやや低かった原因は栽培期間が試験3よりも10日以上短かったため、および1999年8月に記録的な猛暑(8月上旬の平均気温が1998年:19.8°C, 1999年:25.4°C)があり本来冷涼な条件を好む軟白ネギの生育が停滞したためであると思われる。

以上のことから、施設軟白ネギに対する窒素施肥は基肥を100 kg ha⁻¹として、100 kg ha⁻¹程度の分施肥を定植後30日目頃の生育前期から開始することが適当である。

4) 施肥前の土壌硝酸態窒素レベルに対応した施肥量

北海道内の代表的施設軟白ネギ産地の一つである今金町において、土壌硝酸態窒素レベルは調査した栽培期間中のハウスの39%で200 mg kg⁻¹を超えていた。北海道施肥ガイド⁴⁾では施肥前の残存硝酸態窒素が100 mg kg⁻¹以上であると窒素減肥の対象となる。一方、同地域における施設軟白ネギへの平均窒素施肥量は307 kg ha⁻¹であり²⁾、これは北海道施肥ガイド⁷⁾における標準施肥量の約2倍量であった。すなわち、施設軟白ネギ生産地では多くのハウスにおいて窒素施肥量が過剰傾向にある。しかし、建設後1年で200 mg kg⁻¹を超えたハウスや、建設後12年で40 mg kg⁻¹程度のハウスが見られたことから、農家間による施肥量の差が大きいと考えられ、残存窒素レベルに対応して施肥量を減らすことはハウス土壌を健全に保つために必要と考えられる。

そこで、施肥前に残存する土壌硝酸態窒素レベルと基肥量との関係を検討した。道南農業試験場内で実施した試験における施肥前の土壌硝酸態窒素は2~9 mg kg⁻¹とわずかであり、前節で適当とした窒素施肥法は土壌硝酸態窒素が低い圃場のみ適用される。

施肥前の土壌硝酸態窒素が301 mg kg⁻¹と高い八雲町の農家ハウス土壌では、基肥窒素量が少ないほど生育量・収

表8 施肥前の残存土壌硝酸態窒素に対応した窒素施肥法

土壌硝酸態窒素 (mg kg ⁻¹)	基肥窒素量 (kg ha ⁻¹)	分施窒素量 (kg ha ⁻¹)		跡地の窒素 残存量の変化
		定植後30日目頃	同60日目頃	
～ 50	100	50	50	維持
50～100	50	50	50	僅かに減少
100～200	0	50	50	減少
200～	0	0	50	大きく減少

量が多く無窒素区において最も多収であった。定植後30日目の土壌硝酸態窒素は無窒素区で127 mg kg⁻¹、基肥窒素50 kg ha⁻¹区では191 mg kg⁻¹であり、50 kg ha⁻¹区の収量は無窒素区よりも少なかった。これらのことから、定植時に土壌硝酸態窒素が100 mg kg⁻¹以上ある圃場では基肥窒素を施肥する必要はなく、200 mg kg⁻¹以上ある圃場では定植後30日目頃の分施は必要ないと考えられる。

また、施肥前の土壌硝酸態窒素が63 mg kg⁻¹と今金町農家ハウスの平均レベルよりもやや低い土壌では、基肥窒素100 kg ha⁻¹区と無窒素区との間に処理間差が認められなかった。このことから、施肥前の土壌硝酸態窒素が50～100 mg kg⁻¹程度残存する圃場では基肥窒素を施肥しなくてもよい可能性がある。しかし、基肥0区における定植後30日目の土壌硝酸態窒素は20 mg kg⁻¹とやや低く、確実に多収を得るためには50 kg ha⁻¹程度の基肥が必要と考えられる。

以上のことから、施肥前に残存する土壌硝酸態窒素に対応した窒素施肥法を表8のように作成した。なお、ここに示した窒素施肥量はネギ1作の窒素吸収量よりもやや少ないため、一般的な窒素地力を持った土壌であることを前提とする。本施肥法を導入することにより、軟白ネギ栽培ハウスの残存土壌硝酸態窒素は確実に低減できる。

5. 要 約

北海道における栽培軟白ネギの乾物生産および窒素吸収特性に基づく窒素施肥法を検討した。

1) 軟白ネギの生育ステージを乾物生産量の変化から定植後30日目頃までの生育初期、定植後30日目頃から葉鞘部を被覆して軟白化を開始する80日目頃までの生育盛期、それ以降の軟白部分伸長期の3期に分けた。生育初期には個体群生長率(CGR)を高く保ち、多収を得るために100 kg ha⁻¹程度の基肥窒素を施肥して初期生育を高める必要があった。生育盛期にはCGRが最も高い定植後30日目頃から窒素を100 kg ha⁻¹程度分施することにより高い収量が得られた。また、生育盛期に葉身重を高めると軟白部分伸長期に葉鞘部分の生育が高まり多収となった。

2) 1作の軟白ネギによる窒素吸収量は、新鮮重158 Mg ha⁻¹、乾物重14.1 Mg ha⁻¹のとき255 kg ha⁻¹であり、1作当たりの窒素施肥量は200 kg ha⁻¹程度が適量であった。

3) 施肥前に残存する土壌硝酸態窒素と窒素施肥量との関係から、土壌硝酸態窒素が50 mg kg⁻¹未満では基肥窒素量を100 kg ha⁻¹、50～100 mg kg⁻¹では同50 kg ha⁻¹、100 mg kg⁻¹以上では同ゼロ、200 mg kg⁻¹以上では基肥と定植後30日目頃の分施をともにゼロと設定した。

4) 土壌硝酸態窒素レベルは調査した栽培期間中のハウスの39%で200 mg kg⁻¹を超えており過剰に蓄積していた。従って、本施肥法は多くの軟白ネギ栽培農家ハウスにおける残存土壌硝酸態窒素を低減できる。

謝 辞 北海道立中央農業試験場能代昌雄農業環境部長には本稿を校閲して頂き、本試験調査の実施に当たり道南農業試験場 阿部珠代氏、檜山北部地区農業改良普及センター 星 春光氏、今金町および八雲町のネギ生産組合並びに渡島北部地区農業改良普及センターに協力して頂いた。各位に謝意を表する。

文 献

- 1) 西尾道徳：最近の連作障害の実態と発生要因，化学と生物，**23**，582～589 (1985)
- 2) 新村昭憲・坂本宣崇・林 哲央・星 春光・谷井昭夫：檜山北部地域におけるネギ根腐萎ちょう病の発生実態，北海道立農試集報，**74**，27～33 (1998)
- 3) 竹内 誠：農耕地からの窒素・リンの流出，土肥誌，**68**，708～715 (1997)
- 4) 北海道農政部編：北海道施肥ガイド，p.82～190，札幌(2002)
- 5) 山口裕文・堀内昭作・森源治郎：応用植物科学実験，p.111～112，養賢堂，東京(2000)
- 6) 阿部珠代・川岸康司・福川英司：簡易軟白ネギの根系と生育・収量の関係，北海道園芸研究談話会報，**33**，16～17 (2000)
- 7) 石居企救男・細谷 毅・柴 英雄・斉藤哲夫：ネギ栽培における土壌肥料に関する研究第1報生育及び養分吸収経過，埼玉農試研報，**27**，71～79 (1967)
- 8) 田中有子・小山田勉：セル成型苗を利用した秋冬穫りネギの吸肥特性，茨城農総セ園研報，**8**，13～18 (2000)
- 9) 小林五郎・農耕と園芸編集部共編：ネギ類 生理と栽培技術，p.51，誠文堂新光社，東京(1989)
- 10) 農山漁村文化協会編：野菜園芸大百科 10 ネギ・ニンニク・ラッキョウ・ニラ・ワケギ・その他のネギ類，p.88，農山漁村文化協会，東京(1989)
- 11) 石黒嘉門：越津ネギの生産安定と栽培の省力化に関する研究，愛知県園試研報，**6**，1～66 (1967)
- 12) 農山漁村文化協会編：農業技術体系 野菜編8-① ネギ・ニンニク・ラッキョウ・ニラ・ワケギ・他ネギ類，p.278の111～112，農山漁村文化協会，東京(1999)

Nitrogen Application Methods Based on Growth Properties on Japanese Bunching Onion (*Allium fistulosum* L.) under Greenhouse Conditions

Tetsuo Hayashi, Yuji Hikasa¹ and Nobumitsu Sakamoto²
(*Hokkaido Donan Agric. Exp. Stn.*; present addresses: ¹*Hokkaido Cent. Agric. Exp. Stn.*, ²*Dept. Agric., Hokkaido Govt.*)

Nitrogen application methods were studied, based on growth rate, dry matter production and nitrogen absorption properties for autumn harvesting Japanese bunching onion (*Allium fistulosum* L.) grown under greenhouse conditions for 3 years. The following results were obtained:

1) Growth stages of Japanese bunching onion were divided into three stages based on growth rate by measuring dry weight: [stage 1] initial growth period: from transplant to about 30 d after transplant, [stage 2] maximum growth period: about 30 to 80 d after transplant, and [stage 3] blanching culture period: about 80 d after transplant to harvest time. As basal fertilizer, 100 kg nitrogen ha⁻¹ was appropriate to maintain high crop growth rate during initial growth periods, and also to obtain high early growths and high yields. To apply 100 kg nitrogen ha⁻¹ as topdressing about 30 to 60 d after transplant led to higher yields, since more gain of dry matter was observed when topdressing was applied during maximum growth periods. Gain of weight of leaf blades during maximum growth periods led to gain of weight of leaf sheaths during blanching culture periods, and resulted in high yields.

2) Japanese bunching onion absorbed nitrogen of 255 kg ha⁻¹ when it yielded fresh matter of 158 Mg ha⁻¹ or dry matter of 14.1 Mg ha⁻¹. Proper nitrogen application rates amounted to 200 kg ha⁻¹.

3) Proper relations between soil nitrate nitrogen contents before applying basal fertilizer and the amount of nitrogen fertilizer as basal and topdressing were as follows: under soil nitrate nitrogen contents of less than 50 mg kg⁻¹, basal fertilizer of 100 kg ha⁻¹ plus topdressing of 100 kg ha⁻¹ were appropriate; under soil nitrate nitrogen contents from 50 to 100 mg kg⁻¹, 50 kg ha⁻¹ plus 100 kg ha⁻¹; under soil nitrate nitrogen contents from 100 to 200 mg kg⁻¹, no basal fertilizer plus topdressing of 100 kg ha⁻¹, under soil nitrate nitrogen contents of more than 200 mg kg⁻¹, only topdressing of 50 kg ha⁻¹ was appropriate.

4) Soil nitrate nitrogen contents in 39% of the greenhouses that were surveyed in this study where Japanese bunching onions have been cultivated, were more than 200 mg kg⁻¹ in typical production areas in southern Hokkaido. In addition, applied nitrogen amounts were in excess there. Therefore, these nitrogen application methods enable the reduction of soil nitrate nitrogen contents in most greenhouses and maintain low levels of it in the long run.

Key words dry matter production, greenhouse conditions, Japanese bunching onion, nitrogen absorption properties, nitrogen application

(*Jpn. J. Soil Sci. Plant Nutr.*, **74**, 407-414, 2003)