

施設軟白ネギのリン酸肥沃度に対応したリン酸施肥量

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1号
掲載ページ	p. 9-14
発行年月	2003年2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



施設軟白ネギのリン酸肥沃度に対応したリン酸施肥量

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, 有効態リン酸, リン酸施肥量

1. はじめに

軟白ネギは我が国において約1100年前から栽培されている葉菜である。露地では連作可能な作物とされることや面積当たりの収益が高いことから、1970年代に水田転作が開始されて以降、施設栽培作物として北海道の各地で作付けされており、露地と施設栽培とを合わせた収穫量は1999年には36100 tに達した。これは全国4位の生産量であり、軟白ネギは北海道にとって重要な移出野菜である。このうちの2割程度が施設栽培による。

施設で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用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販売量を確保し周年出荷を目指すことから、連作を目指すことが多い。このため、軟白ネギを栽培するハウスは軟白ネギ専用のハウスになる。軟白ネギと同じユリ科ネギ属 (*Allium*) 作物であるタマネギは、土壤有効態リン酸量を高め、またはリン酸肥料を多量に施肥することが多収につながる^{8,16,21)}。これまでは軟白ネギについてもこの技術が導入され、専用化された軟白ネギ栽培ハウスでもリン酸が多施肥された。しかし、軟白ネギに対するリン酸施肥についてはいくつかの報告があるが^{10,11,14,25)}、土壤リン酸肥沃度(有効態リン酸レベル)と施肥量との関係を検討した報告は少ない¹⁵⁾。さらに、リン酸過剰は作物の生理障害を誘発し、生産性を低下させることから³⁾、施設土壤の永続的利用のためにはリン酸肥沃度を適正に維持することが必要と考えられる。また、近年は過剰に投入されたリン酸が農地系外に流出し環境に負荷を与える事例が見られ²²⁾、環境保全の観点からも土壤リン酸肥沃度の適正化が重要である。

本報では、軟白ネギ生産ハウス土壤の有効態リン酸量の実態を明らかにするとともに夏秋どり作型について生育・収量と土壤有効態リン酸量との関係、並びに土壤有効態リン酸量に対応した適正なリン酸施肥量について検討した。

2. 試験方法

1) 道南地域の主要な生産地におけるハウス土壤の有効態リン酸量の実態

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有効態リン酸量の実態調査を行った。町内のほとんどのハウスは小河川沿いに形成された低地の転換畑に建設されており、軟白ネギ生産に専用化されたハウスが多かった。調査に供試したハウスの土壤は褐色低地土および灰色低地土が多く、表層無機質泥炭土が数点あり、黒ボク土はなかった。各供試ハウスにおいて肥料および土壤改良資材は全面全層施用されていた。

土壤は1つのハウスについて畝間を5～6カ所を0.15 m深まで採取し、風乾させた後に2 mm以下に粉碎してサンプルとした。土壤リン酸肥沃度はトルオーグ法による有効態リン酸量で評価した。すなわち、土壤有効態リン酸量の分析はトルオーグ法で抽出し、モリブデン青法で比色定量しP₂O₅態で示した。以下の試験でも同様である。

2) 夏秋どり作型における土壤有効態リン酸量と生育

5月定植作型における土壤有効態リン酸量とネギ生育との関係を栽培期間別に検討した。1997年の試験は5月29日(定植)～10月9日(収穫)の133日間栽培した。北海道の施設軟白ネギ栽培において年2作付けする場合の夏秋どり作型を想定した。定植時の土壤有効態リン酸量は390～3820 mg kg⁻¹の範囲に5水準を設定した。1998年の試験は5月19日(定植)～11月19日(収穫)に184日間栽培した。年1作栽培する場合の秋どり作型を想定した。定植時の土壤有効態リン酸量は180～4440 mg kg⁻¹の範囲で5水準を設定した。

両試験に供試した土壤は中粒質普通褐色低地土(リン酸吸収係数は8.3 g kg⁻¹)である。また、有効態リン酸水準の調整のために、試験する前年の10月に重焼燐、重過石、リン酸1水素カリウム、リン酸2水素ナトリウムを混合して0.15 mの深さの土壤と混和した。施肥は窒素およびカリウムのそれぞれを基肥100 kg ha⁻¹、分施2回各50 kg ha⁻¹(定植後60, 90日目)とした。品種は‘元蔵’を用いた。試験規模は、直径0.4 m、深さ0.4 mの円形無底枠を上記のハウス土壤に打ち込み、栽植密度は79.6株 m⁻²(1枠当たり10株、株間0.04 m)とした。栽培期間中は全面を白黒二層ポリエチレンフィルムでマルチし、かん水は作土層の水分ポテンシャルが19.6 kPa以上になったと

* 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3月27日 受付・受理

日本土壤肥料学雑誌 第74巻 第1号 p.9～14 (2003)

きを目安にして1回につき10 L m⁻²を枠内の全面に行った。栽培期間中の生育調査は、生育指数(草丈cm×葉鞘径cm)および葉数(2.5 cm以上に展開した葉を1枚と数えた)を測定し、各々10個体の平均値を示した。作物体の乾物重、リン酸含有率および吸収量は収穫物を10個体合わせて調査した。作物体のリン酸含有率は通風乾燥後に硫酸分解し、モリブデン青法で比色定量しP₂O₅態で示した。試験はいずれも2反復で実施した。以下の試験でも同様である。

3) 土壤有効態リン酸レベル別のリン酸施肥量の検討

5月定植夏秋どり作型において、ネギ生育に対する土壤有効態リン酸レベルとリン酸施肥量との関係を1999年に検討した。土壤有効態リン酸2水準(200, 500 mg kg⁻¹)とリン酸施肥量3水準(0, 50, 100 kg ha⁻¹)を組み合わせた。土壤有効態リン酸量200 mg kg⁻¹系列における施肥前の有効態リン酸量は209~222 mg kg⁻¹, 500 mg kg⁻¹系列では508~529 mg kg⁻¹であった。リン酸施肥は重過燐

酸石灰で行った。栽培期間は5月12日(定植)~11月1日(収穫)の173日間であった。その他の試験方法は前項と同様である。試験は2反復で実施した。

3. 結 果

1) 道南地域の主要な生産地における土壤有効態リン酸量の実態

調査農家ハウスの土壤有効態リン酸量は最高値が4355 mg kg⁻¹, 最低値が388 mg kg⁻¹, 平均値が1633 mg kg⁻¹であり、ほとんどが500 mg kg⁻¹以上であった(図1)。

ハウス建設後の経過年数との関係を見ると、年数が経過するとともに土壤有効態リン酸量の高いハウスが増加する傾向を示したが、中には建設後2年で4000 mg kg⁻¹を超えるハウスや建設後11年で1000 mg kg⁻¹程度のハウスも見られた(図2)。

各農家では、いくつかの作型を同時に複数のハウスで栽培しており、その年の出荷計画によって各ハウスにおける

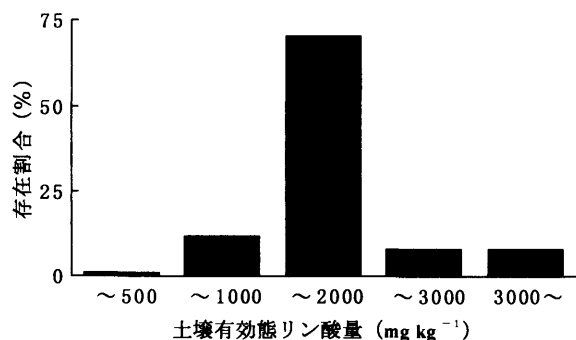


図1 今金町におけるネギ栽培ハウス土壤の有効態リン酸量の実態 (n=85)

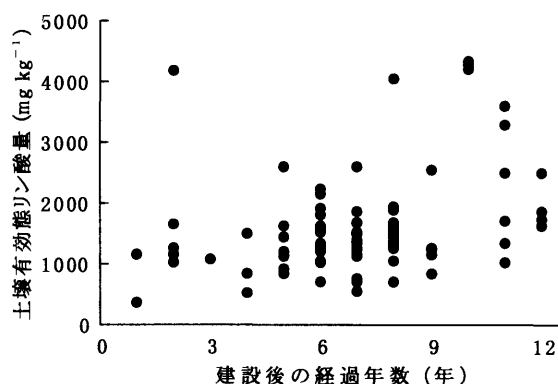


図2 ハウス建設後の経過年数と土壤有効態リン酸量 (n=85)

表1 夏秋どり作型における土壤有効態リン酸量と生育の推移, 収穫時の乾物重, リン酸含有率およびリン酸吸収量 (1997年)

土壤有効態リン酸 (mg kg ⁻¹)	生育指数 ^a			葉数(枚)		乾物重(Mg ha ⁻¹)			リン酸含有率(g kg ⁻¹)		リン酸吸収量(kg ha ⁻¹)		
	30日	60日	133日 ^b	30日	60日	葉身	葉鞘	合計	葉身	葉鞘	葉身	葉鞘	合計
390	26±0 ^c	56±3	149±4	3.6±0.0	5.5±0.2	6.33	3.95	10.3±0.2	5.0±1.4	4.9±1.4	33.1	20.0	53.1±13.3
540	27±3	54±2	152±12	3.8±0.1	5.6±0.1	6.50	3.87	10.4±1.0	5.0±0.1	3.7±0.3	34.0	15.0	49.0±3.1
1010	25±1	60±3	159±11	4.1±0.2	5.6±0.1	6.75	4.02	10.8±0.7	4.6±0.6	4.7±0.1	32.5	19.8	52.3±6.5
1970	27±2	66±1	156±10	4.3±0.1	6.1±0.3	6.79	3.91	10.7±0.7	5.4±0.2	4.9±1.1	38.0	19.8	57.8±1.5
3820	26±1	64±3	134±2	4.0±0.3	5.9±0.0	6.38	3.91	10.3±0.9	5.4±1.3	5.4±0.6	35.8	22.1	57.8±10.2

^a 生育指数=草丈(cm)×葉鞘径(cm), 表2と表4も同じ。 ^b 定植後日数, 表2と表4も同じ。 ^c ±標準偏差, 表2, 3, 4も同じ。

表2 秋どり作型における土壤有効態リン酸量と生育の推移, 収穫時の乾物重, リン酸含有率およびリン酸吸収量 (1998年)

土壤有効態リン酸 (mg kg ⁻¹)	生育指数				葉数(枚)		乾物重(Mg ha ⁻¹)			リン酸含有率(g kg ⁻¹)		リン酸吸収量(kg ha ⁻¹)		
	30日	60日	90日	184日	30日	60日	葉身	葉鞘	合計	葉身	葉鞘	葉身	葉鞘	合計
180	15±1	77±3	126±1	184±26	3.3±0.4	6.5±0.3	7.50	6.38	13.9±2.9	5.9±0.5	4.9±0.6	43.8	30.5	74.3±8.8
580	28±2	103±10	160±5	235±10	4.8±0.2	7.3±0.3	10.27	10.40	20.7±3.1	5.4±0.7	4.1±0.2	53.6	42.2	95.9±6.2
1340	40±4	118±3	162±0	223±4	5.0±0.2	7.8±0.1	9.58	8.58	18.2±1.3	7.2±0.3	5.2±0.4	68.9	44.8	113.7±2.8
2660	31±3	98±8	150±4	206±4	4.8±0.2	7.3±0.2	9.79	8.44	18.2±0.4	6.4±0.2	6.1±0.4	62.1	50.9	113.1±3.8
4440	25±1	71±3	117±7	173±5	4.6±0.1	6.3±0.2	8.37	8.42	16.8±1.2	6.7±0.4	5.1±0.2	55.5	43.0	98.5±2.4

作型が毎年様々に変わっていた。

2) 夏秋どり作型における土壤有効態リン酸量と生育との関係

1997年の試験において生育指数(草丈×葉鞘径)は定植後60日目までは土壤有効態リン酸量 1970 mg kg^{-1} 区において最大であったが、133日目には 1010 mg kg^{-1} 区においてやや大きくなった(表1)。 3820 mg kg^{-1} 区では定植後60日目までの生育指数は 1970 mg kg^{-1} 区と同程度であったが、収穫時の133日目には他の区より小さかった。葉数によって比較した初期生育は、定植後30日目には 1970 mg kg^{-1} 区において最大であったが、定植後60日目には相対的な処理間差が小さくなった。収穫時の乾物重は有効態リン酸量 1010 mg kg^{-1} 区において最大となり、それ以上有効態リン酸量が増加すると徐々に低下する傾向を示した。収穫時の作物体のリン酸含有率およびリン酸吸収量の処理間差は判然としなかった。

1998年の試験において生育指数は定植後日数が経過するほど相対的な処理間差が小さくなり、90日目までは 1340 mg kg^{-1} 区において最大であったが、収穫時の184日目には 580 mg kg^{-1} 区で最大となり、 2660 mg kg^{-1} 以上の区では明らかに小さかった(表2)。有効態リン酸量が $580\sim 4440\text{ mg kg}^{-1}$ の範囲では有効態リン酸量と収穫時(184日目)の生育指数との間に有意な負の相関(1%水準, $r=0.997$)が認められた。定植後30日目から60日目までの葉数は 1340 mg kg^{-1} 区において最大であり、それ以上に有効態リン酸量が高くなると低下した。葉数の処理間差を見ると、 180 mg kg^{-1} 区と 1340 mg kg^{-1} 区との差は定植後日数が経過するほど小さくなり、 1340 mg kg^{-1} 区と 4440 mg kg^{-1} 区との差は定植後日数が経過するほど

大きくなった。収穫時の乾物重は 580 mg kg^{-1} 区において最大であり、それ以上有効態リン酸量が高まると減少した。作物体のリン酸吸収量は有効態リン酸量 1340 および 2660 mg kg^{-1} 区においてやや多い傾向が見られた。

3) 土壤有効態リン酸レベル別のリン酸施肥量の検討

定植後60日目および収穫跡地の土壤有効態リン酸量は、各施肥区において施肥前と同程度であり、無施肥区では僅かに低下する傾向が見られた(表3)。

有効態リン酸量 200 mg kg^{-1} 系列では、リン酸施肥により生育指数および乾物重が増加し、 50 kg ha^{-1} 以上の施肥によって土壤有効態リン酸量 500 mg kg^{-1} 系列と同程度となった(表4)。このときの作物体中リン酸含有率は高まり、リン酸吸収量も増加した。有効態リン酸量 500 mg kg^{-1} 系列では、定植後30日目まではリン酸施肥によって生育指数の増加が見られたが、定植後60日目以降は施肥処理間差が認められなかった。

定植後30日目の生育指数および葉数は、有効態リン酸量が高い 500 mg kg^{-1} 系列において多かったが、各系列内での施肥処理間差は小さかった。すなわち初期生育に与える影響は施肥リン酸よりも土壤有効態リン酸量の違いが大きかった。

以上のことから、収穫時の生育指数および乾物重の増加、即ち収量増加に対して有効態リン酸量 200 mg kg^{-1} 系列では $50\sim 100\text{ kg ha}^{-1}$ 程度のリン酸施肥効果が認められ、 500 mg kg^{-1} 系列では施肥効果は認められないと判断した。

4. 考 察

1) 施設軟白ネギ産地の有効態リン酸量の実態と問題点

道南地域の代表的な軟白ネギ産地において、ほとんどのハウス土壤の有効態リン酸量は 500 mg kg^{-1} 以上であり(図1)、北海道土壤診断基準値⁷⁾の施肥対応上限値(600 mg kg^{-1})以下にあるハウスは少なかった。このように有効態リン酸量の高い理由の1つは、北海道のタマネギ畑における土壤有効態リン酸量の旧土壤診断基準値が $800\sim 1300\text{ mg kg}^{-1}$ と野菜一般の基準値よりも高く⁴⁾、タマネギの施肥に倣った軟白ネギ農家の間でリン酸多施肥が一般的となっていたことが考えられる。同地域における施設軟白ネギへの平均リン酸施肥量は 281 kg ha^{-1} であり²⁰⁾、一方、軟白ネギが1作で持ち出すリン酸量は各試験

表3 リン酸施肥後の土壤有効態リン酸量の推移

処理区 土壤 ^a -施肥 ^b	土壤有効態リン酸 (mg kg^{-1})	
	定植後60日目	収穫跡地
200- 0	202±11	193± 7
200- 50	214± 5	209± 5
200-100	213±10	210±12
500- 0	502±21	486±22
500- 50	506±42	489±41
500-100	530±39	526±32

^a mg kg^{-1} , ^b kg ha^{-1} , 表4も同じ。

表4 夏秋どり作型において土壤有効態リン酸量とリン酸施肥量との組み合わせが生育の推移, 収穫時の乾物重, リン酸含有率およびリン酸吸収量に与える影響

処理区 土壤-施肥	生育指数				葉数(枚)		乾物重(Mg ha^{-1})			リン酸含有率(g kg^{-1})		リン酸吸収量(kg ha^{-1})		
	30日	60日	90日	173日	30日	60日	葉身	葉鞘	合計	葉身	葉鞘	葉身	葉鞘	合計
200- 0	14±1	75±4	121±1	197± 4	3.3±0.1	6.9±0.0	9.46	8.32	17.8±0.9	5.3±0.3	4.0±0.1	49.9	33.4	83.2±6.7
200- 50	15±1	81±4	135±6	219± 1	3.3±0.1	7.0±0.1	9.71	9.71	19.4±0.5	5.8±0.9	4.5±0.0	56.3	43.5	99.8±5.6
200-100	16±1	78±2	133±3	213± 0	3.3±0.1	7.2±0.3	10.30	9.30	19.6±0.1	6.6±0.0	4.4±0.0	67.6	41.0	108.7±0.1
500- 0	16±0	86±3	138±3	215± 7	3.8±0.1	7.1±0.0	10.57	9.14	19.7±2.3	6.2±0.0	4.8±0.3	65.0	43.2	108.2±8.9
500- 50	18±1	86±3	135±1	213±18	3.8±0.1	7.1±0.0	9.99	9.42	19.4±0.0	6.6±0.2	4.3±0.3	65.9	40.5	106.4±4.9
500-100	19±0	82±2	128±4	204±11	3.9±0.1	7.2±0.1	10.10	8.55	18.7±2.1	5.8±0.0	4.4±0.3	58.6	37.6	96.2±8.9

における吸収量を北海道のハウス夏秋どり栽培における収量水準⁶⁾と比較して換算するとおおむね 100 kg ha^{-1} 程度である^{11,24)}。この施肥量と持ち出し量との差である 180 kg ha^{-1} /作が年 1~2 作ずつ土壌に蓄積された結果、有効態リン酸量が短期間に高まったと考えられる。なお、この地域におけるハウスの多くは転換畑に建設され、建設後経過年数に対応して有効態リン酸量が高まるが、建設後年数が短くても土壌有効態リン酸量が著しく高いハウスや年数が経過しても高まらないハウスもあったことから(図 2)、農家間によるリン酸施肥管理の差が大きいと考えられる。

北海道のタマネギ畑での土壌有効態リン酸量の基準は、露地畑で早春の低温時期に定植することを前提として、初期生育の確保による増収を主要な目標として設定されている。しかし、施設軟白ネギでは様々な作型による栽培が行われ、いずれもある程度のハウス内温度・地温を確保して栽培される。また、タマネギはリン酸施肥反応性が高く²⁴⁾、土壌可給態リン酸の適正上限値が高い¹³⁾とされているが、軟白ネギではリン酸施肥量の増加による増収が得られにくい^{10,11)}。したがって施設軟白ネギ畑の適正な土壌有効態リン酸量はタマネギ畑における土壌基準値と比較して低く設定することが適当と考えられる。

2) 適正な土壌有効態リン酸量の設定

土壌有効態リン酸量別に施設軟白ネギ栽培を行ったところ、1997 年における初期生育(葉数)および収穫時の生育指数・乾物重は土壌有効態リン酸量 $1010\sim 1970 \text{ mg kg}^{-1}$ 区でやや優れたものの、明らかな処理間差は認められなかった(表 1)。1998 年において初期生育(葉数および生育指数)は 1340 mg kg^{-1} 区で優れたものの、収穫時の生育指数および乾物重は 580 mg kg^{-1} 区で大きかった(表 2, 図 3)。このとき有効態リン酸量が $580\sim 4440 \text{ mg kg}^{-1}$ の範囲では有効態リン酸量と生育指数との間に有意な負の相関が認められ、両年を通じて収穫時の生育指数および乾物重は、およそ 1000 mg kg^{-1} 以上では有効態リン酸量が高まるほど漸減した。1998 年には栽培期間が 1997 年よりも 50 日以上長く、後期の生育が優れた 580 mg kg^{-1} 区の収穫時の生育指数が多くなり、有効態リン酸量

と生育指数との間に有意な負の相関が得られた。

このことから、初期生育の確保には栽培前の土壌有効態リン酸量が 1000 mg kg^{-1} 程度であることが望ましいが、最終的な収量確保のためには 500 mg kg^{-1} 程度で十分であると考えられた。

軟白ネギと同じユリ科ネギ属 (*Allium*) 作物では、タマネギ、ニンニクについて適正土壌有効態リン酸量を検討した報告がいくつかある。相馬・岩淵²¹⁾はタマネギの収量を増加させるには土壌有効態リン酸量を $800\sim 1000 \text{ mg kg}^{-1}$ に高めて初期生育を早める必要があるとし、玉川ら²³⁾は青森県においてニンニクの最高収量が 1200 mg kg^{-1} 程度で得られるとした。これらの作物はいずれも生育相が栄養生長期の終期から結球肥大期に変化する。土壌有効態リン酸量が高いことは初期生育の増加に有効であり、上記の 2 作物は初期生育を旺盛にすることが結球肥大期における球肥大を促進させ収量が高まる⁸⁾。一方、軟白ネギには前出の作物のような生育相の転換はなく、収穫まで栄養生長が持続することから、初期生育が多少遅れてもその後の栽培後期における生育を増加させることで十分に収量が確保できると考えられる。通常収量レベルでの軟白ネギの乾物中リン酸含有率は生育期間を通して $4\sim 6 \text{ g kg}^{-1}$ 程度であるが^{10,11,15)}、旺盛な初期生育を確保するためのタマネギの乾物中リン酸含有率は $10\sim 13 \text{ g kg}^{-1}$ である²¹⁾。このため、初期生育期における軟白ネギのリン酸要求性はタマネギよりも低いと考えられ、軟白ネギはタマネギよりも低い土壌有効態リン酸量で良好な初期生育が可能と考えられる。

道南地域における軟白ネギ農家ハウスの多くは土壌有効態リン酸量が高く、これらのハウスでは、とくに夏期において土壌交換性カルシウムが十分にあり、かん水を適度に行っているにもかかわらず葉先枯れが起こる事例が見られる¹⁷⁾。また、軟白ネギと同様に栄養生長型作物であるシュンギクの心枯れ症は、土壌有効態リン酸量が高すぎる圃場におけるカルシウムの吸収阻害であるとした報告がある^{1,18)}。本試験 2) においても 1998 年に有効態リン酸量が 580 mg kg^{-1} 以上では有効態リン酸量と収穫時の生育指数との間に有意な負の相関が認められ、これらのことから、施設軟白ネギ栽培における土壌有効態リン酸量は収量が最大となる範囲に維持することが安定生産を持続させるために不可欠である。

土壌からのリン酸供給量、作物根の伸長速度およびリン酸吸収能は、いずれも低地温で抑制されるため、低温期のリン酸肥効を確保するために多施肥することがある^{2,9,12,19)}。しかし、ハウスにおいて早春等の低温期に定植する場合は地中暖房によって地温を高めることが一般的であり、また、多くの軟白ネギハウスは年間 2 回作付けして周年利用される。このことから、土壌有効態リン酸量を高めて低温期の初期生育を多少増加させても、高温期に定植する作型においてリン酸過剰のために生育が抑制されると、年間 2 回作付けした場合の年間生産量はリン酸多施肥

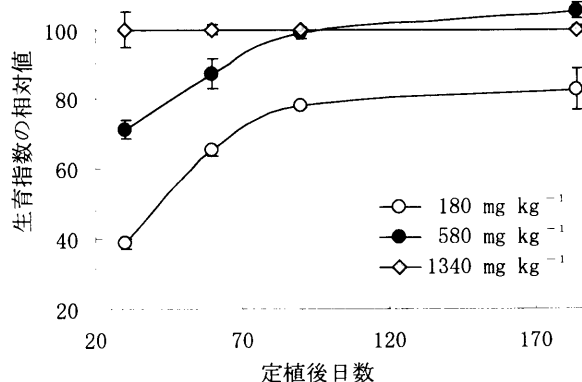


図 3 生育指数の相対値 (1340 mg kg^{-1} 区を 100 とした指数) の推移 (1998 年)

表5 北海道の施設軟白ネギ栽培における土壤有効態リン酸量に対応したリン酸施肥量

土壤有効態リン酸 (mg kg ⁻¹)	リン酸施肥量 (kg ha ⁻¹)	跡地土壤の 有効態リン酸
～200	250	ゆるやかに上昇
200～500	100	維持
500～	0	ゆるやかに低下

主に褐色低地土を対象とし、黒ボク土を除く。

によって増加しないと考えられる。従って、土壤有効態リン酸量および施肥量の適正值は、作型を区分せずに設定しても良いと判断した。

3) 土壤有効態リン酸量に対応したリン酸施肥量の設定

作物に対して供給されるリン酸は土壤と施肥に由来する。このため、リン酸施肥量は土壤有効態リン酸量に対応して増減する必要がある。

土壤有効態リン酸量とリン酸施肥効果との関係を検討したところ、収穫時の生育指数および乾物重の増加、即ち収量増加に対して土壤有効態リン酸量 200 mg kg⁻¹ 系列では 50～100 kg ha⁻¹ 程度のリン酸施肥効果が見られた。土壤有効態リン酸量を現状レベルに維持するためには、少なくとも作物体による吸収量と同程度の量を施肥する必要がある。リン酸施肥量は 100 kg ha⁻¹ が適当と考えられる。500 mg kg⁻¹ 系列では施肥効果が認められなかった。有効態リン酸量が 200 mg kg⁻¹ 未満の低い条件については検討できなかったが、土壤有効態リン酸量を高めるためには作物体による吸収量よりも施肥量を多くする必要がある。北海道施肥標準⁹⁾では有効態リン酸量が 150 mg kg⁻¹ 程度の低リン酸レベルの畑への施肥量を 250 kg ha⁻¹ としており、これを準用することが妥当であろう。

以上のことから、土壤有効態リン酸量に対応したリン酸施肥量を表5のように設定した。すなわち、土壤有効態リン酸量が 200 mg kg⁻¹ 未満ではリン酸施肥量を 250 kg ha⁻¹、200～500 mg kg⁻¹ では 100 kg ha⁻¹、500 mg kg⁻¹ 以上では無施肥とした。ただし、本結論の対象は主に褐色低地土であり、リン酸吸収係数の高い黒ボク土では十分なリン酸施肥効果が得られない可能性があり、また、本研究で検討していないため、黒ボク土はこの結論の対象から除いた。各施肥区の収穫跡地における土壤有効態リン酸量は施肥前のレベルと同程度であり、この施肥法によって、軟白ネギ栽培ハウスの土壤有効態リン酸量は 500 mg kg⁻¹ 以内に抑制される。また、土壤有効態リン酸量に対応して施肥量を決定する本施肥法は、多くの農家ハウスにおいて土壤有効態リン酸量を長期的に適正な範囲で維持することを可能にすると考えられる。

5. 要 約

北海道の施設栽培条件において軟白ネギのリン酸施肥量を検討した。

初期生育を高めるためには 1000 mg kg⁻¹ 程度の土壤有

効態リン酸量が望ましいが、その後の生育は土壤有効態リン酸量が 500 mg kg⁻¹ 程度で大きく、この有効態リン酸量で十分な収量が得られた。これは同じ *Allium* 属作物のタマネギ栽培における有効態リン酸量よりも低水準である。

土壤有効態リン酸量とリン酸施肥量との関係を検討し、土壤有効態リン酸量が 200 mg kg⁻¹ 未満ではリン酸施肥量は 250 kg ha⁻¹、200～500 mg kg⁻¹ では 100 kg ha⁻¹、500 mg kg⁻¹ 以上では無施肥と設定した。ただし、本結論の対象は主に褐色低地土であり、黒ボク土は対象から除いた。北海道道南地域の施設軟白ネギ生産地における農家ハウスの土壤有効態リン酸量は多くの場合 500 mg kg⁻¹ よりも高く、多施肥されている圃場も多い。従って、本施肥法は軟白ネギ栽培ハウスの土壤有効態リン酸量を 500 mg kg⁻¹ 以内に抑制し、多くの農家ハウスにおいて土壤有効態リン酸量を長期的に適正な範囲で維持することを可能にする。

謝 辞 北海道立中央農業試験場 能代昌雄農業環境部長、並びに同副部長 稲津 脩博士には本稿の御校閲を頂いた。北海道立道南農業試験場川原祥司専門研究員には多くの有益な助言を頂いた。檜山北部地区農業改良普及センター 星 春光氏には農家ハウスの土壤採取と管理来歴調査に協力頂いた。以上の各位に謝意を表する。

文 献

- 1) 二見敬三・吉倉惇一郎・桑名健夫・青山喜典：シュンギクの心枯れ症の発生要因と対策，土肥誌，**57**，411～413 (1986)
- 2) 橋本鋼二・山本 正：豆類の冷害に関する研究 第5報 大豆の生育・収量におよぼす生殖生長初中期の低温と燐酸肥料ならびに施肥水準との関係，日作紀，**43**，40～46 (1974)
- 3) 平岡潔志・米山忠克：農業資材多投に伴う作物栄養学的諸問題 3. 窒素，リン酸，カリウムの過剰と生理機能，土肥誌，**61**，315～322 (1990)
- 4) 北海道農業試験会議：土壤および作物栄養の診断基準 (改訂版)，p. 12～13 (1989)
- 5) 北海道農政部編：北海道施肥標準，p. 32 (1995)
- 6) 北海道農政部：平成12年普及奨励ならびに指導参考事項，p. 170～172 (2000)
- 7) 北海道農政部・北海道立農業試験場・北海道農業試験場：北海道土壤診断基準と施肥対応，p. 54～55 (1999)
- 8) 古山芳広・南 松雄：北海道における玉ネギの施肥技術改善に関する研究 第2報 新畑における生育障害とその改良対策について，北海道立農試集報，**18**，33～47 (1968)
- 9) 位田藤久太郎：タマネギの養分特に燐酸の吸収と移行について，農及園，**33**，69～70 (1958)
- 10) 石居企救男・細谷 毅・新井真杉：ネギ栽培における土壤肥料に関する研究 第5報 要素欠及び施肥に対するネギと他野菜との対応性の比較，埼玉農試研報，**29**，111～129 (1968)
- 11) 石居企救男・細谷 毅・柴 英雄・秋本俊夫：ネギ栽培における土じょう肥料に関する研究 第2報 三要素の影響，同上，**27**，80～89 (1967)
- 12) 景山美葵陽・石原正道・巽 稔・西村周一：そ菜のりん酸施肥に関する研究，たまねぎの生育に及ぼすりん酸の効果について，農技研報告，**E7**，87～105 (1958)

- 13) 亀和田國彦・岩崎秀穂・粕谷光正・佐藤文政：黒ボク土における土壤中リン酸と作物の生育に関する研究 第1報 作物生育に対する可給態リン酸濃度こう配の影響，栃木農試研報，**33**，17～32 (1987)
- 14) 小林 渡・酒井雄行・中島一成：屏風山砂丘地における根深ネギの栽培技術，青森農試研報，**31**，59～72 (1990)
- 15) 黒柳直彦・藤田 彰・中島靖之・許斐健治・渡邊敏朗：リン酸蓄積畑における施肥リン酸の肥効 第1報 春夏播きネギに対する肥効，福岡農総試研報，**B 9**，21～24 (1989)
- 16) 南 松雄・古山芳広：北海道における玉ネギの施肥技術改善に関する研究 第1報 養分吸収の特性と施肥法，北海道立農試集報，**17**，73～86 (1968)
- 17) 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，基278の112，農山漁村文化協会，東京 (1999)
- 18) 小野寺政行・西川政信・高栗仁子・鎌田賢一：シュンギクの心枯れ症とその軽減対策，北海道立農試集報，**67**，43～54 (1994)
- 19) 沢口正利：北海道における小豆の栄養生理的特性と施肥法に関する研究，北海道立農試報告，**54**，41～53 (1986)
- 20) 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)
- 21) 相馬 暁・岩淵晴郎：りん酸肥沃度及びりん酸施肥がタマネギの生育・収量に及ぼす影響，同上，**47**，47～56 (1982)
- 22) 竹内 誠：農耕地からの窒素・リンの流出，土肥誌，**68**，708～715 (1997)
- 23) 玉川和長・川村武司・鎌田建造・古川栄一・北山隆三：ニンニク畑における養分蓄積と収量 第1報 リン酸の蓄積と収量，東北農業研究，**45**，273～274 (1992)
- 24) 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，茨城農総セ園研研報，**8**，13～18 (2000)
- 25) 八槇 敦・戸辺 学・渡辺春朗・安西徹郎：砂質土における土壤の可給態リン酸含量と露地野菜の生育・収量の関係ならびに土壤中でのリン酸の移動，千葉農試研報，**38**，17～26 (1997)

Soil Phosphate Fertility and Phosphate Application Amount on Japanese Bunching Onion under Greenhouse Conditions

Tetsuo Hayashi, Yuji Hikasa¹ and Nobumitsu Sakamoto²

(Hokkaido Donan Agric. Exp. Stn.; present addresses: ¹Hokkaido Cent. Agric. Exp. Stn., ²Dept. Agric., Hokkaido Govt.)

Relations between soil phosphate fertility and phosphate application amount on Japanese bunching onion (*Allium fistulosum* L.) were investigated under greenhouse conditions for 3 years. The following results were obtained:

1) High levels of available soil phosphate (1,000 mg Truog-P₂O₅ kg⁻¹) were required to obtain high early growths, 500 mg P₂O₅ kg⁻¹ of soil phosphate were required to obtain high yields. Negative correlation between soil available phosphate and harvest index of Japanese bunching onion ($r=0.997$, $p<0.01$) was obtained between 580 and 4440 mg P₂O₅ kg⁻¹.

2) Japanese bunching onion requires less available soil phosphate content than onion requires because of the following reasons. The growth stage in onion changes from vegetative growth to bulb formation growth, while Japanese bunching onion continues vegetative growth until harvest. The importance of early growth differs between Japanese bunching onion and onion. Moreover, phosphate content in Japanese bunching onion is under half of that in onion.

3) Proper relations between soil phosphate fertilities and phosphate application amounts are as follows: less than 200 mg Truog-P₂O₅ kg⁻¹ and 250 kg P₂O₅ ha⁻¹, from 200 to 500 mg Truog-P₂O₅ kg⁻¹ and 100 kg P₂O₅ ha⁻¹, more than 500 mg Truog-P₂O₅ kg⁻¹ and no application.

4) Available soil phosphate levels in most greenhouses in which Japanese bunching onions are cultivated are in excess in southern Hokkaido. Phosphate application amounts are also in excess there because phosphate application amounts for Japanese bunching onion in Hokkaido follow those for onion. Therefore, adhering to these application amounts will keep the soil phosphate levels within 500 mg Truog-P₂O₅ kg⁻¹ in most greenhouses and maintain the proper levels in the long run.

Key words greenhouse conditions, Japanese bunching onion, phosphate application, soil phosphate fertility, welsh onion