

北海道・道央地区のタマネギ栽培土壌の実態とその問題点

相 馬 暁* 岩 渕 晴 郎**

道央のタマネギ栽培における春の施肥および秋の有機資材・無機資材の施用には地域性が認められた。そのような施肥・肥培管理の地域的特色が土壌の養分蓄積状況によく反映し、例えば、滝川地区の高P蓄積、札幌・十勝地区のCaO-K₂O優位の塩基蓄積状況をもたらしていた。ところでタマネギ畑のP富化は著しく、栽培開始10年でその蓄積量が有効態(Truog-) P₂O₅ 100 mg/100 g を超えていた。このようなP富化に伴ない可溶性Al・Fe量が減少するが、土壌の可溶性Al・Fe量自体は、塩基蓄積状況と同様、土壌に由来する面と、施肥・肥培管理に由来する面とが認められた。なお、P富化に伴うタマネギの生育反応は、Truog-P₂O₅ 80 mg/100 g 程度まではプラスに作用するが、それを超えるとその効果は判然としなかった。さらに、土壌中のN量との関係を検討すると、初期の無機態N量が多すぎると、濃度障害による生育抑制を、生育後半における過剰の残存N量は、収量低下をもたらした。

緒 言

タマネギ畑の養分蓄積・富栄養化が一般畑作物・一般野菜畑などと比較した時、最も進んだ状態にあることを前報¹⁷⁾で明らかにした。そして、そのような高蓄積・富栄養状態が春の過剰施肥と秋の資材(有機質および改良資材)施用を中心とした肥培管理によって惹起されるものと推論した。

本報においては、より広範囲なタマネギ畑の実態調査から、P高蓄積の実態と可溶性Alの減少、塩基蓄積の地域性などを取りまとめるとともに、富栄養状態におけるタマネギの生育・収量におよぼす高蓄積Pの影響について検討した。また生育前半の多N条件は濃度障害による生育抑制や乾腐の発生を助長することを既に明らかにしているが^{7,15)}、生育後半の土壌中N条件についてはまだ不明な点が多く、その点についても二・三調査・検討を加えた。すなわち、詳細なN・P用量試験を実施するにあたって、現地調査の中から、事前にその問題点を摘出・整理することが本報のねら

いの一つである。なお、これらの結果を踏まえて行われたN・P用量試験の成果は次報以下で報告する予定である。

本報を取りまとめるにあたって、石狩中部地区・空知南東部地区および富良野地区農業改良普及所の成績を一部利用させていただいた。また、調査にあたっては、当該地区普及所の全面的協力を受けた。ここに関係普及所並びに普及員各位に心から感謝の意を表する。

なお、本稿の取りまとめに当り、中央農業試験場化学部長奥村純一博士の御指導、御校閲を、細貝節夫園芸部長の御校閲をいただき、ここに心から謝意を表する。

方 法

調査対象地域・調査方法は前報¹⁷⁾と同様であり、施肥量などの聴取、土壌および作物体の試料採取・分析、タマネギの生育・収量調査を行った。すなわち、昭和48~54年にかけて聴取した343戸の農家慣行施肥量(春施肥)から施肥実態を明らかにし、秋の有機・改良資材の施用実態から肥培管理の様相を究明した。さらに、土壌分析は関係普及所の協力を得て、石狩261点、空知223点、上川396点、十勝38点の計918点について有効態P₂O₅ (Truog-P₂O₅)を中心にを行い、養分蓄積の実態を検討した。そして、補完的に実施したタマネギの生育・収量調査を含め、施肥量-土壌中養分蓄

1980年7月7日受理

* 北海道立中央農業試験場, 096-13 夕張郡長沼町6-13 夕張郡長沼町
北海道立上川農業試験場, 078-02 旭川市永山町

積量・タマネギの生育・収量の関係を中心に取りまとめた。

土壌分析は主として、アンモニア態 ($\text{NH}_4\text{-N}$) はマイクロケルダール法、硝酸態 ($\text{NO}_3\text{-N}$) はフェノール硫酸法、有効態 P_2O_5 (Truog- P_2O_5) は硫酸モリブデン比色法、置換性 $\text{CaO} \cdot \text{MgO}$ および $\text{PH} 4.0$, N 酢安抽出 $\text{Al} \cdot \text{Fe}$ は原子吸光法、置換性 K_2O は炎光法により、各養分抽出法は他の一般分析 ($\text{EC} \cdot \text{PH}$) とともに、土壌養分分析法¹⁾によった。

結 果

1. 農家慣行施肥実態

昭和48～54年にわたって聴取した343戸の農家慣行施肥量を取りまとめ既報¹⁸⁾で報告したが全農家の半数程度の $\text{N} \cdot \text{K}_2\text{O}$ 施肥量が10a当り20～30kgの範囲に集中するのに対し、 P_2O_5 施肥量の変異は大きく、またその量自体も多く、50kg以上施用する事例が全体の50%近くも存在した。

なお、表示しなかったが、農家慣行施肥の地域的な特色を簡単に取りまとめると、 N 施肥量は三笠地区 (平均26.7kg) で、 P_2O_5 施肥量は滝川・栗山・三笠地区 (65kg前後) で、 K_2O 施肥量は札幌地区 (27.5kg) で最も多く、逆に N は富良野・札幌地区 (18kg前後) で、 $\text{P}_2\text{O}_5 \cdot \text{K}_2\text{O}$ は富良野地区 (前者29.1kg, 後者17.6kg) で最も少なかった。これら三要素施肥量間では、各地区とも P_2O_5 施肥量が他より多く、 $\text{N} \cdot \text{K}_2\text{O}$ 施肥量は、札幌地区以外において、ほぼ同程度であった。それに対し、札幌地区では K_2O 施肥量が N 施肥量より明らか

に多かった。

一方、農家慣行施肥量 (三要素) 間の相互関係を検討したところ、全体では第1表に示すように、 $\text{N}-\text{K}_2\text{O}$ 、 $\text{N}-\text{P}_2\text{O}_5$ 間に高い正の相関関係が成り立ち、 N 施肥量の多い農家ほど、 K_2O も P_2O_5 も増肥していた。最も古くからの産地・札幌など二・三の地区で相互関係が認められなかった。

さらに、このような三要素間の相互関係がタマネギに対する施肥独自のものか、他の一般野菜に対する施肥と比較するべく、調査対象地域を三笠市に限定して検討した。同地区のタマネギ・一般野菜の栽培地は、幾春別川流域の極く、狭い範囲に集中し、かつ、トマト・キュウリなど一般野菜栽培農家の多くがタマネギをも生産していた。

平均 N 施肥量が26.7kg/10aのタマネギ栽培の場合、 $\text{N}-\text{P}_2\text{O}_5$ 、 $\text{N}-\text{K}_2\text{O}$ 施肥量間には高い正の相関関係が認められ、全体的傾向とよく一致した。そして、 N 施肥量が同じベルのキュウリ (27.9kg)、やや少ないメロン (22.9kg) においても、タマネギと同様な関係が成り立っていた。しかし、 N 施肥量の著しく高いトンネル・マルチ栽培の夏秋トマト (42.3kg) において、 $\text{N}-\text{P}_2\text{O}_5$ はもとより、 $\text{N}-\text{K}_2\text{O}$ 施肥量間にも一定の傾向が認められなかった。

このようなタマネギやキュウリなどで、 $\text{N}-\text{P}_2\text{O}_5$ 、 $\text{N}-\text{K}_2\text{O}$ 施肥量間に正の高い相関関係が認められるのは、三要素が一定比率で含まれる化成肥料中心の施肥に由来するものと推定した。それに対し、 N 施肥レベルが上がったり (トマト)、農家独自の施肥技術が確立

表1 三要素施肥量間の相互関係 (相関係数)

作物別	項 目	調査戸数	$\text{N}-\text{P}_2\text{O}_5$ 施肥量間	$\text{N}-\text{K}_2\text{O}$ 施肥量間	備 考
タマネギ全体		343	0.452 **	0.666 **	$\text{N}-\text{K}$ 回帰直線 $y = 0.70x + 7.67$ $\text{N}-\text{P}$ 回帰直線 $y = 2.40x + 1.40$
三 笠 地 区	タマネギ	57	0.547 **	0.563 **	N : ^{注)} 26.7 (18.5), P : ^{注)} 64.9 (98.2) K : ^{注)} 25.7 (18.3)
	メ ロ ン	47	0.464 **	0.654 **	N : 22.9 (13.7), P : 33.6 (19.5) K : 22.9 (10.9)
	キュウリ	44	0.455 **	0.751 **	N : 27.9 (47.6), P : 30.7 (26.2) K : 23.9 (39.6)
	ト マ ト	32	0.214	0.229	N : 42.3 (37.8), P : 42.4 (39.5) K : 35.7 (38.5)

注) N , P , K は各々の平均施肥量kg/10aを示し, () 内は, C. V. を示す。

している地区（タマネギの札幌）では、化成肥料中心の施肥から、各種特殊肥料（有機質肥料）や単肥の配合・施用が行われ、そのため、 $N-K_2O$ 、 $N-P_2O_5$ 間の比率が乱れるものと考えた。

一般的に、タマネギ畑に対する施肥は春、地力培養資材（改良資材）は秋に施用され、その施用実態については既に報告済であるが¹⁸⁾、結果を要約するなら、有機資材の利用は調査戸数146戸の内、有機質資材を一切施用しない農家が全体の35%近く存在し、また、利用される有機質資材も、多量施用型の粗大有機物・推肥を施用する農家は約35%程度であり、その施用量は1～4tであった。一方、ケイフン・有機質肥料（米ヌカ・粕類など）の秋施用も全体の半数近い農家で行なわれていた。なお、その施用量は米ヌカで100～200kg程度、ケイフンで300～400kg程度であった。また、有機質資材の施用は、栗山・札幌地区では推肥の利用が比較的多く、富良野地区ではパーク推肥が、滝川・新十津川地区では米ヌカ・ケイフンが主として使われるなど、地域性が認められた。

次に、無機質資材についても既報¹⁸⁾の結果を要約すると調査対象105戸の内、無施用農家が全体の1/3強、苦土資材（苦土石灰を含む）の利用が1/5弱で、炭カルを中心とした石灰資材の利用が最も多く、その施用量は50～200kg/10a程度であった。なお、改良資材も有機質資材をも施用しない農家は全体の一割以下で、しかもそれらの農家も前年に資材を投与している場合

がほとんどであった。

2. 養分蓄積状況

より広範囲にタマネギ畑の実態を取りまとめるために、昭和48～54年にわたって調査・分析した計918点について、まず、P蓄積量を検討した。結果は第1図に示すように、有効態 P_2O_5 （ $Truog-P_2O_5$ ）量50～125mg/100gの範囲に全体の60%程度の土壌が集中したが125mg以上含む事例も20%近く存在し、中には280mgとか300mgと言う場合も認められた。また、地域別に

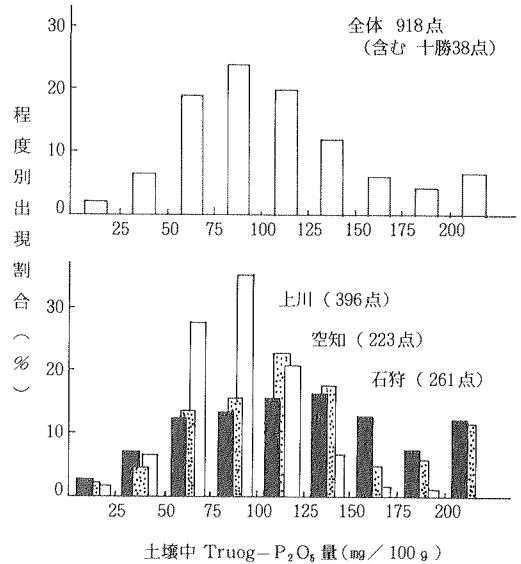


図1 タマネギ栽培土壌のP蓄積状況

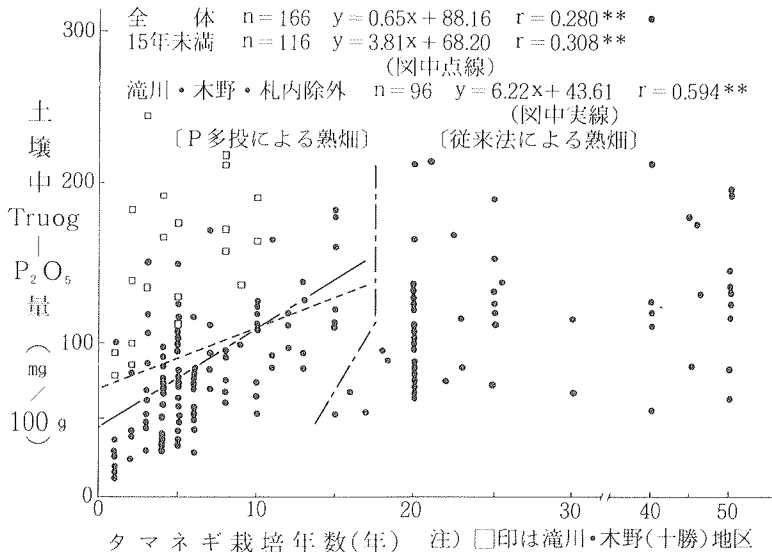


図2 タマネギ栽培年数と土壌中 $Truog-P_2O_5$ 量

取りまとめると、札幌を中心とする古い産地・石狩で $\text{Truog-P}_2\text{O}_5$ 量が多い傾向にあり、空知・上川の順に少ないなど、地域差が明らかとなった。

これを産地の平均タマネギ栽培年数との関係から見ると、表示しなかったが、12.5 年の中富良野、18.6 年の栗山、28.4 年の滝川と年数が増加するにつれ、明らかにタマネギ産地の土壤中 $\text{Truog-P}_2\text{O}_5$ 量が高まり、塩基飽和度も上昇していた。

別途、タマネギ栽培年数が明らかな 166 カ所の調査地について、栽培年数と土壤中 $\text{Truog-P}_2\text{O}_5$ 量の関係を検討し、その結果を第 2 図に示した。両者の間には高い正の相関関係が認められた ($r = 0.280^{**}$)。ただし、P 多投による熟畑化技術^{6, 12)}導入以前からのタマネギ畑(昭和 40 年頃までに熟畑となっていた畑)は経年化の割に $\text{Truog-P}_2\text{O}_5$ 量が少ない事例が多かった。すなわち、急激な P 蓄積は熟畑化技術の導入により生じたものと推測した。

そこで P 多投により熟畑化されたタマネギ畑のみで、栽培年数と $\text{Truog-P}_2\text{O}_5$ 量の関係を再度検討した。両者の間には高い正の相関関係が成り立つ($r = 0.308^{**}$, $n = 116$)とともに、タマネギ栽培開始 10 年で $\text{Truog-P}_2\text{O}_5$ 100 mg/100 g を超えると推論した。また、ケイ

フンの多量秋施用が顕著な滝川地区などでは(第 2 図中、□印)、土壤中の $\text{Truog-P}_2\text{O}_5$ 量が著しく高く推移し、これらを除去すると、一層高い正の相関関数が得られた($r = 0.594^{**}$, $n = 96$)。

一方、P 蓄積の垂直分布を検討するために、札幌市丘珠～東雁木地区で 10 カ所の断面から試料を採取し、栽培年数別に代表は場の分布を第 3 図に示した。なお、代表は場は全て沖積土壌である。栽培歴 40 年の戦前からのタマネギ畑(上坂氏は場)、P 多投による熟畑化 15 年目の畑(橋本氏は場)、熟畑化 6 年目の畑(藤井氏は場)、初年目(万所氏は場)のは場を例に垂直分布を見ると、経年化につれ表層の P 富化のみならず、下層まで P 蓄積が進行していた。また、第 1 層(0～15cm)の P 富化は戦前からの古い熟畑より、むしろ P 多投による急造成熟畑(15 年目は場)において最も顕著であった。一方、P 富化と逆に、Al・Fe は経年化につれ減少するが、戦前からの古い熟畑において特に著しく、急造成熟畑より P 蓄積量が少ないにもかかわらず、Al・Fe 量も減少していた。

ところで、タマネギの生育、特に根の伸長に対して、Al が阻害的に作用する⁴⁾ことは既に明らかとなつて

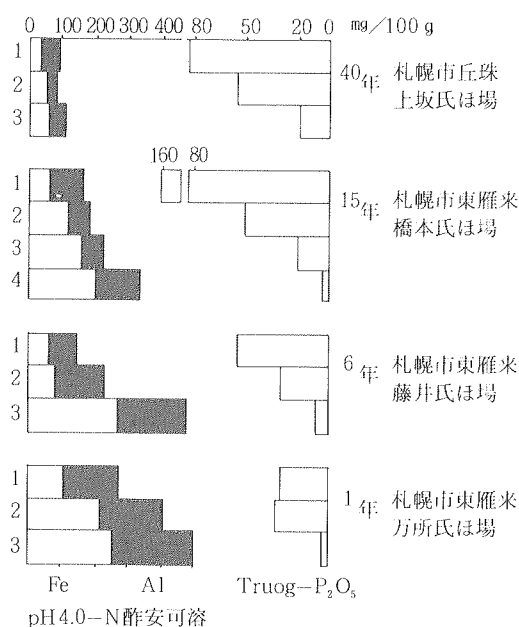


図 3 タマネギ栽培年数と $\text{Truog-P}_2\text{O}_5$ ・Al・Fe の垂直分布

注) 1: 0～15, 2: 15～30, 3: 30～45cm 部分

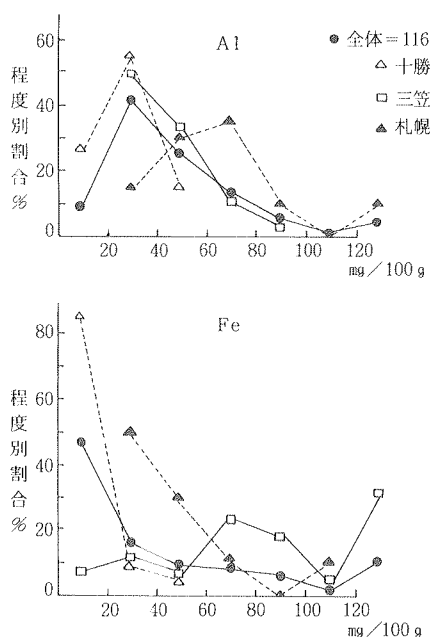


図 4 タマネギ畑における可溶性 Al・Fe 含量

注) 十勝・三笠・札幌は沖積土壌、中富良野は一部に重粘性土壌を含む。

表2 pHと可溶性Al・Fe及びTruog-P₂O₅の相関性

項目 地区名	pHと可溶性 Al・Fe	pHと可溶性 Al	pHと Truog-P ₂ O ₅	調 査 点 数
全 体	0.003	- 0.039	- 0.050	n = 101
十 勝 地 区	- 0.487 **	- 0.530 **	- 0.035	n = 42
三 笠 地 区	- 0.406 **	- 0.531 **	0.360 *	n = 39
札 幌 地 区	- 0.448 **	- 0.359	0.419 **	n = 20

注) 沖積土壌のみで検討を行った。

表3 可溶性Al・FeとP吸収係数及びTruog-P₂O₅の相関性

項目 地区名	可溶性 Al・Fe と P 吸収係数	可 溶 性 Al と Truog-P ₂ O ₅	P 吸収係数と Truog-P ₂ O ₅	調 査 点 数
全 体	0.309 **	- 0.472 **	- 0.150	n = 101
十 勝 地 区	0.621 **	- 0.326 *	- 0.127	n = 42
三 笠 地 区	0.366 **	- 0.485 **	- 0.303	n = 39
札 幌 地 区	0.468 *	- 0.798 **	- 0.520 *	n = 20

あり、また可溶性のAl・Feは施用したPと結合し、各々、Al型P、Fe型Pとなり、作物のP吸収に関与する。そこで一般的にタマネギ畑にどの程度の可溶性Al・Fe(pH4.0, N-酢安抽出)が存在するかについて検討し、第4図に取りまとめた。

タマネギ畑における可溶性Al・Fe量は、母材を異にする札幌・三笠・十勝の沖積土において、明らかに地域差が見られ、十勝地区で一般に少なく、Alは札幌で、Feは三笠で多かった。このような地域差が土壌の本来の差異に基づくのか、それとも限定された地域(丘珠の沖積土)においても、栽培年数や熟畑化技術の相違などによって異なったように(第3図)、人為的な肥培管理に依るところが大であるのか、興味ある問題である。なお、この点については今後、検討を重ねる予定であるが、土壌本来の差異に基づく面も多々あるものと推測し、土壌型が異なるなら、さらに大きな変異が認められるものと考えている。

次に、可溶性Al・Feに関与する要因としてpHを検討したところ、第2表に示すように、全体としては一定の傾向が認められなかった。しかし、各地区ごとに見ると、各々、高い負の相関関係が認められ、pHの上昇はAl・Feの不溶化を促進し、タマネギの生育に対する制限因子を除去する効果があった。この点こそ、農家が石灰資材を秋施用する一要因と思われた。なお、

同じ沖積土壌でも、各地区ごとにAl・Fe量が異なるため(第4図)、各地区内で明らかに成立していた負の相関関係が全体としては成り立たなかったものと推測した。

さらに、第3表で可溶性Al・Fe量とTruog-P₂O₅の関係を検討すると、全体でも、各地区でも高い負の相関が認められ、Truog-P₂O₅量の増加、すなわち、タマネギ畑の熟畑化に伴ない可溶性のAl・Feが減少していた。一方、可溶性Al・Fe量はP吸収係数と高い正の相関関係にあるので、P資材多投による熟畑化は、Truog-P₂O₅量の増加のみならず、可溶性Al・Fe量の減少を通じ、P吸収係数自体をも低下させている可能性が認められた。

ところで、第3図に示したが、P多投熟畑は下層のAl・Fe量がいまだ多いばかりか、戦前からの古い熟畑に比べ、表層のTruog-P₂O₅量が多いにもかかわらず、可溶性Al・Fe量も多かった。このようなP富化に伴なうAl・Feの減少の様相が異なるのは熟畑化技術の相違によるものと推測した。

塩基蓄積についても、垂直分布を検討したところ、表示しなかったが、熟畑化に伴ない下層まで養分蓄積が進んでいた。なお、塩基の蓄積については地域性が認められ、その点を第5図に取りまとめた。

まず、第5-a図に、土性三角図表をモデルに作成

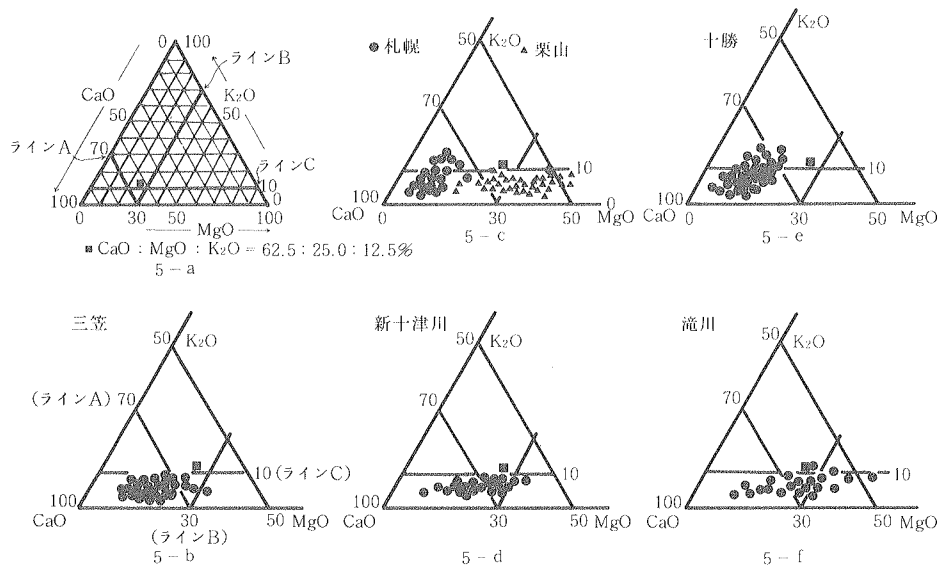
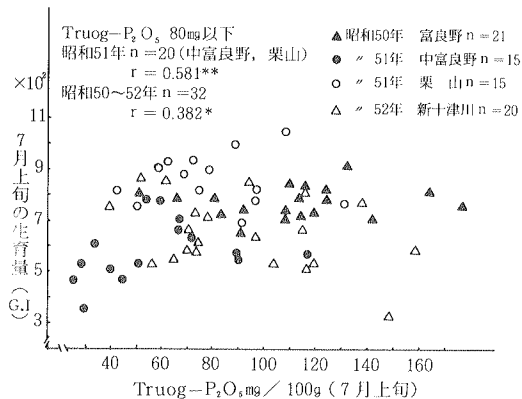
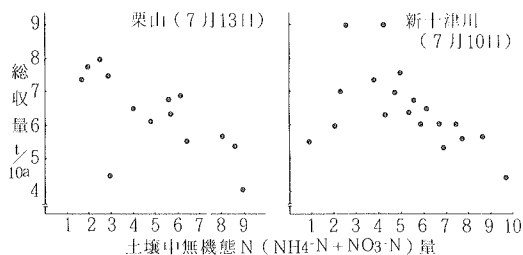


図 5 タマネギ畑の塩基バランス

した塩基三角図表を示した。この三角図表の各々の軸はCaO, MgO, K_2O の百分率組成を示しており、図表内のどの交点も三者の百分率の合計は100となる。すなわち、全塩基 (CaO+MgO+ K_2O) 量 ($m \cdot e/100 g$) を100とし、塩基のバランスを全塩基に占める割合 (百分率) で示した。

また、図中の■印は、望ましいとされているCaO:MgO: K_2O の比率 (当量比で5:2:1)¹⁹⁾を百分率 (62.5:25.0:12.5) に直した理想点である。そして、望ましいバランスより若干上乘せした値を基に、全塩基に占めるCaOの割合が70% (図中Aライン) 以上の場合をCaO優位の状態と見なし、MgO30% (図中Bライン) 以上をMgO優位の状態とした。なお、 K_2O の12.5%は一般的に非常に高い値を示し、例えばCEC 20 $m \cdot e/100 g$ の場合、94mgにも達する。そのため、 K_2O はむしろやや値を下げ、10%以上を K_2O 優位の状態と見なした。

しかる後、各地の塩基バランスを検討すると、5-b図に示すように、三笠のタマネギ畑はCaO優位の状態にあった。それに対し、 K_2O 施肥量が最も多かった札幌のタマネギ畑はCaO- K_2O 優位型的事例も現われ全体としてはCaO優位、CaO- K_2O 優位の状態にあった。そして十勝のタマネギ畑はほぼ札幌の場合と同様な傾向を示し、 K_2O 施肥の影響がうかがわれた。一方、新十津川、滝川、栗山のタマネギ畑はCaO-MgO優位

図 6 土壤中Truog- P_2O_5 量とタマネギの生育

状態にあり、その傾向は栗山で最も強かった。

3. 養分蓄積とタマネギの生育反応

タマネギ畑における養分蓄積が、タマネギの生育・収量におよぼす影響を検討するべく、まず、高蓄積状態にあるPと生育の関係を、昭和50～52年の現地調査から取りまとめた。結果は第6図に示すように、50年の富良野地区の場合は、生育と $\text{Truog-P}_2\text{O}_5$ 量の関係はあまり判然とせず、52年の新十津川の調査でも同様であった。しかし、51年の中富良野・栗山の調査では、 $\text{Truog-P}_2\text{O}_5$ 80mg程度まで、その増加によって生育は良好となった。そして、それを超えると生育との関係は判然とせず、同様な傾向は50～52年の調査全体からもうかがえた。

次に、N施肥と生育反応について補足的にふれるならば、かつて8～12kg/10a程度であったN施肥量が現在では20～30kg/10aの範囲まで約二倍も高まった。しかも、古い産地はどN施肥量が多い傾向がうかがえた。このような多N条件は、土壤水分条件によっては、濃度障害的な初期生育の抑制から、乾腐の発生を助長する場合が多かった。¹⁵⁾ なお、十分な土壤水分が供給されている条件下（かん水、または多雨）では濃度障害的な生育抑制は認められず、また、濃度障害を惹起しない限り、土壤中三要素量は多い方が望ましかった。

一方、生育後半まで残存している土壤中無機態N量の功罪について、現地調査から二・三検討したところ、7月上旬（タマネギの球肥大期始め）の土壤中無機態N量とタマネギの収量の間には、第7図のように、高い負の相関関係が成り立ち、球肥大の抑制、腐敗・欠株の増加が認められた。しかし、詳細にながめるならば、比較的中・細粒質の栗山地区で2～3mg/100g、比較的中・粗粒質の新十津川地区で3～5mg/100g程度の残存N量が必要のようであった。ただし、調査年次が異なるため、直接的な比較は困難であった。

論 議

一般畑地の肥沃度・養分蓄積が土壤本来の肥沃度（土壌要因）に影響されるのみならず、作付様式で表現される施肥・肥培管理（人為的要因）の差異をも反映していることを前報¹⁷⁾で指摘した。さらに、本報においては、広範囲なタマネギ栽培土壌の実態調査から、道央のタマネギ畑が長年の肥培管理によって、著しく富栄養化されていることを明らかにした。

まず、P蓄積について検討した結果、調査は場（918カ所）の約40%が $\text{Truog-P}_2\text{O}_5$ で100mg/100g以上

を含み（第1図）、下層土までP富化が進んでいた（第3図）。このようなP蓄積はいわゆる熟畑化によって急激にもたらされ、一般畑作の低P状態の土壌でも、タマネギ栽培開始10年程度で、 $\text{Truog-P}_2\text{O}_5$ 100mg/100gに達していた（第2図）。なお、経年化に伴うP富化の過程において、P施肥量多く、米ヌカ・ケイフンの秋施用が広く行われている滝川地区などにおいて、他地区より著しいP富化現象が見られ、施肥・肥培管理技術の影響が認められた。

一方、タマネギの生育、特に根の伸長に深く関与する可溶性Alも可溶性Feとともに、熟畑化に伴ない一般的に減少していた。これはP富化の過程で可溶性Al・FeがPと結合し、不溶性化して行くためと考え、 $\text{Truog-P}_2\text{O}_5$ 量の増加と表裏一体の関係にある現象と推測した（第3表）。さらに、可溶性Al・Fe量の減少がP吸収係数の低下をもたらす（第3表）ことから、P資材の多投がAl・Fe量の減少を通じて、P吸収係数に関与している可能性がうかがえた。

ところで、タマネギ畑の熟畑化は、1）古くは堆厩肥の多投・連用と歳月をかけて行われていたが、2）現在はP資材の多投により一挙に熟畑化を図っている。この相違が、タマネギ栽培の経年化に伴うP富化と、それに伴う可溶性Al・Fe量の減少（第3図、第3表）に影響をおよぼしているものと考えた。すなわち、P富化に伴うAl・Fe量の減少にはtime lagがあり、急激に土壌中のP濃度を高めても、一気にその量を低下させることは困難と推測した。一方、堆厩肥多用による熟畑化は、土壌中の有機物質・腐植を増し、可溶性Al・Fe量の減少に関与しているものと思われた。

このような要因によって、P多投熟畑化技術^{6,12)}導人以前からの古い熟畑は、栽培年数が長い割に $\text{Truog-P}_2\text{O}_5$ 量が少ない場合が多く、それにもかかわらず、可溶性Al・Feが下層まで少ない（第3図）など、急造成の熟畑と異なる点が生じたものと考察した。

ここで、タマネギ畑のP蓄積について取りまとめるなら、1）熟畑化技術^{6,12)}としてのP資材多用、2）毎年の過剰施肥、さらに、3）ケイフン施用例の多い滝川地区において、P蓄積が他地区に比べて顕著に進行していることなどから、毎年秋施用される有機資材起源のPもP富化に関与している可能性が推測された。

次に、このようなP蓄積がタマネギの生育におよぼす影響について検討すると、土壌中の $\text{Truog-P}_2\text{O}_5$

量は古山・南²⁾が指摘した改良目標値(80mg/100g)までは生育にプラスに作用するが、それを超えると生育に対する効果は判然とせず(第6図)、むしろ腐敗球の増加により収量低下につながる疑いがもたれた^{16,21)}。この点、土壤中の $\text{Truog-P}_2\text{O}_5$ レベルに対応したP施肥量の決定が必要と思われる。なお、P富化に伴う可溶性Alの減少は、タマネギの根を阻害する恐れをなくし⁴⁾、新畑における生育阻害を解決する大きな要因となったものと思われる^{2,12)}。しかし、転換5~6年の新畑では、下層はまだ十分にP富化しておらず、可溶性Alも多い。そのため、下層土を掘り起すような深耕は、土壤中の可給態P濃度の低下と可溶性Alの増加によって、生育ムラや抑制を生じ易く、また、そのような畑におけるN多用は硝酸化成に伴うpHの低下¹⁴⁾により、Alの直接的な害を受ける恐れがあった。

タマネギ栽培土壌における塩基蓄積は、P蓄積と同様に、栽培年数の増加につれ進行する傾向にあり¹⁸⁾、北見農試の報告³⁾ともよく一致した。また、その蓄積傾向には地域性が認められ、CaO、MgO、CaO-K₂O、CaO-MgO優位の各状態に分けることができた。これら塩基蓄積の地域性は、土壌に由来する面と、施肥・肥培管理による面とがあった。まず、前者は鎌田・水野⁸⁾の指摘にもあるように、蛇紋岩の影響を受けた水系の沖積土(新十津川・滝川・栗山)はMgO含量が高く、CaO-MgO優位状態にあった(第5図)。

続いて後者の施肥・肥培管理について見ると、K₂O施肥量が他地区より多い札幌地区は、十勝地区とともに、CaO-K₂O優位傾向を示し、施肥の影響が推測された。また、秋施用される改良資材にも地域性があまり明確ではないが認められ、MgO、CaO-MgO優位の栗山・新十津川で苦土石灰が、CaO、CaO-K₂O優位の三笠、札幌・十勝では炭カル・消石灰が利用されており、肥培管理の影響をも類推し得た。

塩基、特に、MgOやK₂Oがタマネギの収量・品質におよぼす影響については吉村^{20,21)}、川崎¹⁰⁾、Kunkel¹¹⁾などの報告があり、吉村²⁰⁾はMgOがPの過剰吸収を抑え、川崎¹⁰⁾はK₂OがNの過剰吸収を抑制し、腐敗球の発生を軽減し、かつ球肥大を促進するため、収量・品質向上につながると指摘している。これらの問題は、塩基蓄積に地域性が認められる北海道のタマネギ畑の現状からして、タマネギの品質・腐敗に関して重要であり、さらに、高蓄積状態(塩基飽和度100%を超え

る状態)の塩基の品質・貯蔵性に対する影響については、まだ不明な点も多く、今後の検討が必要と思われる。

ところで、Nの過剰吸収を抑制するために、K₂O施肥量をN施肥増にあわせ増肥するという考え方は、川崎¹⁰⁾や位田⁵⁾の指摘にもあるように、栄養生理的には意義があるが、実際の農家慣行施肥の段階において必ずしも普遍的な配慮がなされているとは思えない。タマネギの施肥においても、N-K₂O施肥量間のみならず、N-P₂O₅施肥量間にも高い正の相関関係が見られるばかりか、N増肥に伴うK₂O・P₂O₅施肥量の増加率は明らかにP₂O₅の方が高かった(第1表)。それのみか、同一地域の同一農家群において、Nの過剰吸収抑制効果をより求められるN施肥量の著しく多いトマト栽培(トンネル栽培)の場合に、N-P₂O₅、N-K₂O間に、一定の傾向が認められなかった。

これらのことから、1) N施肥レベルがタマネギ程度(メロン、キュウリ)では、N施肥量を中心に必要量を化成肥料で確保するため、三要素施肥量間に自ずと、一定の関係が成り立ち、産地全体ではN-P₂O₅、N-K₂O施肥量間に相関関係が認められるようになるものと推論した。それが、2) N多施用のトマトの場合は化成肥料をベースにし、各農家が独自に単肥や特殊肥料(有機質肥料)の上乗せを行っているため、N-P₂O₅、N-K₂O間に一定の傾向が見られなくなるものと考えた。また、3) 長い経験を持つ古い産地、例えば、タマネギの札幌では、農家が独自に各種肥料を配合し施用している事例が多く、これまた三要素間に一定の傾向が認められなくなるものと推測した。

さて、次に、N施肥について述べると、タマネギ栽培年数の増加は土壌中養分蓄積量を高めるのみならず、Nを中心とした施肥増をもたらした。すなわち、かつてN:P₂O₅:K₂O=8~12:15~20:10~15kg/10a程度の施肥レベル¹²⁾が、20~30:30~50:20~30kg/10aレベルまで上昇してきた。この理由については種々論議もあるが、P多投による熟畑化の過程で、タマネギの生育が後半に凋落の様相を示し、球肥大を不十分なものにした。それに対し、N増肥が効果をあげた²⁾ことが大きな要因となったものと思われる。この点、P蓄積量の増大に伴うN施肥反応の変化として、今後詳細な検討が必要である。

最後に、Nと生育・収量の関係についてふれると、

N多肥とそれに伴う土壌中無機態N量の増加はEC値を高め、タマネギの初期生育を抑えるばかりか、乾腐を多発させ、収量を低下させることは既に明らかである^{7,15)}。さらに、栗山・新十津川地区の実態調査の中から、生育後半(球肥大期)の多N条件が、球肥大を抑制し、収量低下をもたらす疑いが生じた(第7図)。これは球肥大期の多N条件が蓄積される光合成産物を消耗し、球肥大を抑制するとの加藤⁹⁾やScully et al¹³⁾の報告と一致するものと思われた。この点について、今後、N追肥の効果、生育後半の適正Nレベル、N肥沃度に対応したN施肥量などとの関連でより一層の検討を進めたいと思う。

引用文献

- 1) 土壌養分分析法委員会編, “土壌養分測定法”, 養賢堂, 東京 (1970).
- 2) 古山芳広, 南 松雄, “北海道における玉ねぎの施肥技術改善に関する試験. 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).
- 3) 北海道立北見農業試験場編, “北見地区における玉ねぎ栽培並びに玉ねぎ畑土壌の実態調査報告書”, (1975).
- 4) 堀 裕, 山崎肯哉, 上浜竜雄, 青木正孝, “富士市にみられる甘藍跡玉葱の生育障害について. 第1報, 蔬菜産地における土壌の生産力低下の一例として”, 園学雑, **27** (1), 1-10 (1958).
- 5) 位田藤久太郎, “カリ栄養”, 野菜に関する土壌肥料研究集録, 全購連, 東京, 1966, p.18-22.
- 6) 伊藤正輔, “リンサン施与による玉葱畑の熟畑化に関する試験成績”, 北海道農務部農業改良課, 札幌, 1966.
- 7) 岩渕晴郎, 多賀辰義, 相馬 暁, “春まきタマネギの栽培環境改善に関する研究. 第2報, 生育初期の濃度障害と乾腐病発生の関係”, 日土肥学会要旨集, 北海道支部編, **22**, 1975, p.7.
- 8) 鎌田賢一, 水野直治, “道央地帯の水田土壌の塩基・重金属の分布と水稻成分含有率の関係”, 北海道立農試集報, **43**, 52-62 (1980).
- 9) 加藤 徹, “タマネギの球の形成肥大および休眠に関する生理学的研究. (第5報), 球の形成肥大と炭水化物, チッ素およびAuxin代謝との関係”, 園学雑, **34** (3), 43-51 (1965).
- 10) 川崎重治, “タマネギの貯蔵性向上と栽培上の諸条件(1)”, 農及園, **46** (5), 71-74 (1971).
- 11) Kunkel, R., “The effect of various levels of nitrogen and potash on the yield and keeping quality of onion”, Proc. Ambr. Soc. Hortic. Sci., **50**, 3361-367 (1947).
- 12) 南 松雄, 古山芳広, “北海道における玉ねぎ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).
- 13) Scully, N.J., Parker, M.W., Borthwick, H. A., “Interaction of nitrogen nutrition and photoperiod as expressed in bulbing and flower-stalk development of onion”, Bot. Gaz., **107**, 52-61 (1945).
- 14) 嶋田永生, “集約多肥栽培土壌の酸性に関する土壌溶液論的研究”, 愛知園試報, **6**, 67-114 (1967).
- 15) 相馬 暁, 岩渕晴郎, 平井義孝, 多賀辰義, “施肥並びに土壌水分条件が春播タマネギの生育・収量・貯蔵性に及ぼす影響. I, 土壌水分及び窒素用量が生育・収量に及ぼす影響”, 北海道立農試集報, **35**, 42-52 (1976).
- 16) 相馬 暁, 多賀辰義, 岩渕晴郎, “土壌肥沃度に対応したタマネギのN・P₂O₅施肥法”, 日土肥学会講演要旨集, **25**, 135 (1979).
- 17) 相馬 暁, 多賀辰義, 石井忠雄, 平井義孝, 岩渕晴郎, “北海道・道央地区における野菜畑土壌の実態とその問題点について”, 北海道立農試集報, **44**, 25-36 (1980).
- 18) 相馬暁, “北海道における野菜栽培土壌に対する土壌診断技術確立に関する研究. 第1報, 北海道における野菜栽培の現況と道央地区の野菜栽培土壌の実態”, 北農, **48** (1) 15-34 (1981).
- 19) 野菜栽培土壌診断基準作成小委員会編, “野菜畑の塩基バランス改善”, 野菜栽培土壌の診断基準のとりまとめ, 1975, 83-94.
- 20) 吉村修一, “タマネギに対する苦土肥料の肥効について”, 大阪農技セ研報, **1**, 43-48 (1964).
- 21) 吉村修一, “タマネギ貯蔵中の腐敗におよぼす施肥の影響. (1) 三要素の施肥法が腐敗におよぼす影響”, 大阪農試セ研報, **2**, 17-30 (1965).

Actual Conditions and Problems of Soils for Onion Cultivation in Central Areas of Hokkaido

Satoru SOUMA and Haruo IWABUCHI

Summary

Fertilization for onion cultivation in the central area of Hokkaido varies depending on regional characteristics. For example, more nitrogen was used in the Mikasa area, phosphorus in the Kuriyama and Takikawa areas, and potassium in the Sapporo area, whereas in the Furano area generally less fertilizer was applied. Moreover, though not so distinct, major areas were also characterized by the use of organic and inorganic materials in autumn. These regional characteristics in fertilizer application, and control of fertilized cultivation substantially reflects the cumulative conditions of nutrients in soils, resulting in, for example, higher accumulation of phosphorus in the Takikawa area, and that of predominantly $\text{CaO-K}_2\text{O}$ base in the Sapporo and Tokachi areas. Onion fields were thus markedly enriched with phosphorus, and the accumulation was over 100mg/100g in terms of $\text{Truog-P}_2\text{O}_5$ ten years after the start of cultivation. With enriched phosphorus at these levels, the amounts of soluble aluminum and iron decrease. The amounts themselves could be seen, in the same way as under conditions of base accumulation, to have aspects of their characteristic derived from soils, and to have other aspects derived from fertilizer application and control of fertilized cultivation. In addition, the growth reaction of onion followed phosphorus enrichment, reacting positively to a level of 80mg/100g in $\text{Truog-P}_2\text{O}_5$. However, when it exceeded this level, the effect was unclear. Furthermore, a study of the relationship between growth and the amount of nitrogen in soils, revealed that excessive amounts of early inorganic nitrogen raise EC values to within a dangerous range, causing growth inhibition by disturbance due to high concentrations. It was also found that, in the latter stage of growth, excessive amounts of nitrogen remaining in the soil rather reduced the yield.

* Hokkaido Central Agricultural Experiment Station, Naganuma, Hokkaido, 069-13.

** Hokkaido Prefectural Agricultural Experiment Station, Asahikawa, Hokkaido 078-02.