

北海道における玉ねぎの施肥技術 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

古山芳広† 南松雄†

STUDIES ON THE EFFECTIVE FERTILIZATION FOR ONIONS IN HOKKAIDO

2. On the Causes of Inferior Growth and Reduced
Yield in the Field cropped for the First Time
with Onions and its Improvement

Yoshihiro FURUYAMA & Matsuo MINAMI

北海道における春播き玉ねぎの新畑における生育不良および低収性の要因と、その改良対策について検討した結果、新畑における発芽不良と立枯発生の要因は主に土壌の pH と Al_2O_3 および磷酸含量に影響され、立枯菌による罹病は二次的であり、さらに、その後の生育の停滞と磷基肥大化の遅延は土壌中の可給態磷酸含量に最も強く規制される。この改良対策としては酸性矯正はもちろん、磷酸として 15~20 kg/a に相当する過石を多施し、土壌中の $TRUOG P_2O_5$ の水準を 80 mg/100 g 以上に高め、磷酸肥沃度を増大させることが必要である。

I 緒言

前報¹²⁾において、北海道における玉ねぎの養分吸収の特性と肥料の施用量ならびに種類の差異による生育および収量に対する反応などについて調査した結果、初期生育とその後の磷基肥大化に対する磷酸の重要性を明らかにし、さらに、主要な玉ねぎ栽培地帯の土壌の理化学性を調査し、ほかのそ菜土壌に比してその物理性が良好であると同時に、化学性として、置換性塩基および可給態磷酸含量が多く、中性に近い肥沃度の高い土壌であることを明らかにした。

しかし、最近、都市周辺農地の宅地化に伴って、新畑における玉ねぎの作付面積が増加の傾向にあり、この場合、ほかのそ菜が正常に生育する土壌条件であるにもかかわらず、直播玉ねぎでは発芽不良と立枯れの発生が目立ち、さらに、直播、

移植のいずれについても初期生育の不振と磷基肥大化の不良性が著しく、3~4年の連作以降でなければ満足な収量がえられないのが実情である。

本報においては、1964年から1966年の3年間にわたってこの新畑の生育不良と低収性の原因を明らかにし、さらにその改良対策について検討した結果¹⁰⁾¹¹⁾を報告する。なお、新規に玉ねぎ栽培を始めようとする普通畑を開墾畑と区別して新畑と呼称し、連作を続けている一般の玉ねぎ畑を経年畑とした。

なお、本試験の実施に際し、ご協力をいただいた札幌地区農業改良普及所ならびに北札幌農協職員諸氏に対し深甚の謝意を表す。

II 試験方法

(1) 試験地および供試土壌

本研究を実施した土壌は、前報¹²⁾と同様に札幌市丘珠の石狩川流域に発達した沖積土壌であり、

† 中央農業試験場

玉ねぎを10数年以上連作してきた経年畑と、近接した土性および物理性の類似した玉ねぎ栽培初年目の新畑を選定して、両土壌の化学性の差異と生育不良要因の解析試験を実施した。さらに、新畑の改良対策としての磷酸多施試験を札幌市琴似町中央農試ほ場(石狩川沖積土壌)において実施した。

(2) 研究項目および処理

本研究は次の3項目について実施した。

- 1) 新畑と経年畑の土壌化学性と養分吸収の差異
- 2) 新畑の生育不良要因の解析
 - a) 土壌殺菌と生育障害
 - b) 土壌水分、磷酸多施、pH 矯正と生育障害
 - c) 初期生育に対する Al_2O_3 、pH 矯正の影響
 - d) 新畑土壌の硝酸化成能
- 3) 新畑の磷酸多施による改良

まず、1)は、新畑と経年畑ほ場に直播と移植の2つの異なる栽培条件の試験区を設置し、玉ねぎの生育、収量、養分吸収および土壌の化学性の差異を比較して作物と土壌の両面からその不良要因を究明しようとした。

2)は、新畑と経年畑土壌を供試し、室内実験によって土壌殺菌の効果および立枯れ病菌の病原性を明らかにすると同時に、生育障害に関与するpHの矯正、磷酸および Al_2O_3 施用の影響を見出す目的で一連の実験を行なった。

そのうち、a)は、新畑と経年畑土壌に(1)無処理区、(2)蒸気殺菌処理区、(3)Dexon粉剤処理区の3区を設け、発芽率をはじめ、不整、立枯れ、腐敗率などに与える影響を調査し、さらに立枯れ病菌の同定¹⁰⁾を行なった。本実験はノイバウエル法¹¹⁾によって行なった。すなわち、 10.5×9.5 cm 磁製ポットに85gのvermiculiteを入れ、その上に土壌400gを充填し、水分を最大容水量の50%にし、ポットあたり「札幌黄」種子50粒を播種し、 $25^\circ C$ で25日間無肥料栽培した。殺菌条件については、蒸気殺菌は 1 kg/cm^2 、30分間、Dexon剤処理は乾土200gあたり4%粉剤0.5gを土壌と混

合した。

b)は、新畑土壌を用い、(1)原土無処理区、(2)pH 6.5 矯正区、(3) P_2O_5 200 mg/100 g 区、(4)低水分(最大容水量の30%)区、(5)高水分(最大容水量の75%)区の5区を設け、発芽と立枯れの発生程度を調査した。実験方法はa)と同様で、pH 矯正は $CaCO_3$ によって、 P_2O_5 は過石を施用した。

c)は、新畑土壌に(1)無処理区、(2) Al_2O_3 25 mg 区、(3) Al_2O_3 50 mg 区、(4) Al_2O_3 100 mg 区、(5) Al_2O_3 150 mg 区、(6) Al_2O_3 300mg 区の6区を設け、さらに新畑と経年畑土壌に(1)pH 5.5 区、(2)pH 6.0 区、(3)pH 6.5 矯正区の3区を加えて玉ねぎの発芽および初期生育に対する Al_2O_3 施用、pH 矯正の影響を検討した。

実験方法は200ccのビーカーに200gの乾土を充填し水分を最大容水量の60%とし、N 12 mg、 P_2O_5 15 mg、 K_2O 10 mg/100gを硫酸、過石、硫酸で施用し、 Al_2O_3 は $Al_2(SO_4)_3 \cdot 18H_2O$ により、pH 矯正は $CaCO_3$ を所要量添加し、1ビーカーにつき「札幌黄」種子100粒を播種し、 $20 \sim 25^\circ C$ で30日間栽培し、抜取調査した。

d)は、新畑および経年畑土壌100gに0、15 mg、30 mgのN量を $(NH_4)_2SO_4$ で添加し、 $20^\circ C$ で15日間培養し、3日ごとに洗滌培養¹²⁾により NO_3-N を測定して、新畑と経年畑土壌の硝酸化成力を比較検討した。

3)は、磷酸多施による新畑改良効果について、中央農試ほ場で実施した。すなわち、直播区と移植区に(1)無処理区、(2) P_2O_5 5 kg 区、(3) P_2O_5 10 kg 区、(4) P_2O_5 15 kg 区、(5) P_2O_5 20 kg 区(6) P_2O_5 25 kg/a 区の6処理を設置し、2年目は同一処理を繰返した連用系列と、処理しない残効系列を設け、磷酸多施による土壌の化学性改良が収量におよぼす影響について検討した。共通肥料はN 1.2 kg、 P_2O_5 1.5 kg、 K_2O 1.0 kg/aを硫酸、過石、硫酸で作条施用し、磷酸資材としては過石を全面全層施用した。

III 試験成績

- 1) 新畑と経年畑の養分吸収と土壌化学性の差異

Table 1 Difference of the growth of onion in both newly cropped field* and successively cropped field

Treatment	Growth at bulb formation stage				Growth at fall-down stage				Growth at harvest		
	Height of plant (cm)	Numbers of leaves	Weight of fresh matter (g/hill)		Height of plant (cm)	Numbers of leaves	Weight of fresh matter (g/hill)		Bulb diameter (cm)	Bulb diameter (cm)	
			Weight of leaves	Weight of bulb			Weight of leaves	Weight of bulb			
Direct seeding culture	Newly cropped	19.6	3.1	0.7	0.2	67.3	7.6	67.0	18.0	2.4	5.9
	Successively cropped	37.5	4.8	7.9	1.1	90.8	9.5	134.0	77.0	6.0	7.5
Transplanting culture	Newly cropped	29.3	4.5	4.9	1.6	69.9	9.1	110.0	51.0	4.7	6.3
	Successively cropped	55.5	5.9	22.9	3.4	81.6	9.2	112.0	135.0	6.4	8.1

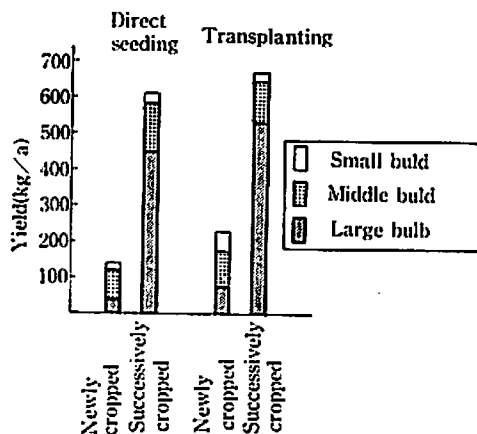
Remarks: 1. So called "Newly cropped" is the field where onions were cropped for the first time with onions, on the other hand, "Successively cropped" is the field where onions have been cropped successively.
 2. Fertilizers applied; 1.2 kg N as Ammonium sulphate, 1.5 kg P₂O₅ as Super Phosphate of lime, 1.0 kg as Potassium sulphate per are respectively were supplied.
 3. Seeding and transplanting form: with of ridge is 42 cm, and distance of plant is 12 cm.
 4. Seeding — 7 May, transplanting — 24 May.

新畑と経年畑の生育相の差異については Table 1 に示した。

直播の場合、新畑は経年畑に比して発芽が遅れると同時に立枯れがとくに目立った。直播区と移植区のいずれについても、新畑の方が草丈、葉数および葉重が経年畑に比して著しく劣り、かつ、鱗茎の肥大化も遅れ、鱗茎肥大期における新畑の鱗茎重は経年畑の1/2~1/3程度である。その後も葉色が濃く、秋まさり的な生育様相を示し、収穫期に至っても倒伏せず青立ち状態で終わっており、その傾向は移植区よりも直播区の方が強く現われている。

このように、初期生育の不良と鱗茎肥大化の遅延が収量面に反映して、Fig. 1 に示すごとく、新

Fig. 1 Difference of the yield of onion in both newly cropped field and successively cropped field



畑の直播区は経年畑の約20%、移植区では40%前後にすぎず、鱗茎の構成割合においても大玉が少なく、きわめて規格外が多く、新畑は経年畑に比して著しく低収であった。

一方、養分吸収の面においても同様に著しい差異が認められ、生育初期においては新畑区の養分濃度が低く¹⁰⁾とくに、磷酸、加里、硫黄の濃度が著しく低く推移し、作物体内の養分吸収量のバランスが乱れ、窒素の吸収割合に比して磷酸、加里の吸収量が少なく、あたかも無磷酸栽培のごとき養分吸収経過を示している。

この初期生育の栄養状態が生育後半まで影響し

Table 2 Difference of the amount of nutrient absorption in both fields (mg per hill)

Treatment			N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	S
24. Jun.	Direct seeding culture	Newly cropped	0.71	0.09	0.75	0.29	0.07	0.09
		Successively cropped	5.37	0.89	7.80	2.40	0.52	0.94
	Transplanting culture	Newly cropped	6.17	0.95	7.23	3.40	0.81	0.87
		Successively cropped	9.30	2.44	15.58	6.75	1.52	2.05
7. Jul.	Direct seeding culture	Newly cropped	5.55	2.97	7.24	2.57	0.72	0.72
		Successively cropped	34.45	7.10	54.04	14.29	4.08	5.92
	Transplanting culture	Newly cropped	18.53	4.06	22.33	9.33	2.34	2.86
		Successively cropped	72.95	20.55	119.53	38.91	11.33	14.87
17. Aug.	Direct seeding culture	Newly cropped	297	64	327	129	33	45
		Successively cropped	634	226	699	341	70	182
	Transplanting culture	Newly cropped	409	111	442	250	58	98
		Successively cropped	522	247	688	322	79	186
8. Sept.	Direct seeding culture	Newly cropped	291	72	314	257	33	104
		Successively cropped	455	171	455	175	47	165
	Transplanting culture	Newly cropped	337	69	326	149	42	115
		Successively cropped	405	181	500	250	45	156
6. Oct.	Direct seeding culture	Newly cropped	242	60	188	79	22	71
		Successively cropped	390	153	370	123	38	156
	Transplanting culture	Newly cropped	251	71	201	90	33	97
		Successively cropped	348	181	394	119	46	134

Remarks; S was determined with SANFORD & LANCASTER's¹⁹⁾**Table 3** Rate of three elements transferred to bulb at the different growing stage (%)

Date of investigation	Treatment		N	P ₂ O ₅	K ₂ O
23. Jul.	Transplanting culture	Newly cropped	17.5	25.0	12.5
		Successively cropped	16.9	20.7	12.3
17. Aug.	Direct seeding culture	Newly cropped	15.2	21.9	11.9
		Successively cropped	36.4	48.7	30.0
	Transplanting culture	Newly cropped	28.6	40.5	25.8
		Successively cropped	52.3	64.8	46.5
8. Sept.	Direct seeding culture	Newly cropped	39.2	52.8	33.1
		Successively cropped	65.7	81.3	64.8
	Transplanting culture	Newly cropped	61.4	68.1	53.4
		Successively cropped	76.3	91.3	80.0
6. Oct.	Direct seeding culture	Newly cropped	78.1	85.0	85.1
		Successively cropped	96.2	98.7	98.1
	Transplanting culture	Newly cropped	89.2	91.5	95.5
		Successively cropped	95.9	98.3	98.5

生育最盛期における養分吸収量 (Table 2) は、経年畑と比較すると、その生育量の差にもよるが、直播の場合、窒素、加里、石灰、苦土、硫黄の吸収量は経年畑の $\frac{1}{2}$ 、磷酸は $\frac{1}{4}$ に過ぎない。

さらに、三要素の磷茎部への移行割合については Table 3 に示してあるとおり、いずれの時期においても移行割合が低く、新畑と経年畑の生育最盛期における移行割合の差を求めてみると、直播区の場合は、窒素は21.2%、磷酸は26.8%、加里は18.1%、移植区の場合は、窒素は23.7%、磷酸は24.3%、加里は20.7%であって、いずれの養分も磷茎部への移行が経年畑よりも悪く、なかでも磷酸の移行状態がもっとも悪い。

つぎに、土壤の化学性の差異についてみると、Table 4 に示すとおりである。新畑土壤は経年畑土壤に比し、酸性が強く、活性の Al_2O_3 含量が多いと同時に置換性塩基含量、石灰飽和度がやや低い。一方、可給態磷酸含量は経年畑の作土が 50 mg に対して新畑は 20 mg 以下で少なく、さらに形態別磷酸のなかで、特に Ca 型および Al 型磷酸が少ない。このように新畑土壤は明らかに

磷酸供給力の劣る土壤であると考えられる。

また、作土と心土の肥沃度の差異は経年畑土壤においては小さいが、新畑土壤では大きいことが特徴である。

2) 新畑の生育不良要因の解析

新畑における生育不良の要因としては、前項の結果から pH と磷酸肥沃度をもっとも支配的と考えられた。一般に新畑土壤においては直播玉ねぎの発芽が遅く、かつ発芽後の立枯れの発生が多いのが特徴であるが、この原因が病菌によるものか土壤 pH あるいは磷酸によるものかを明らかにする目的で一連の実験を行なった。

a) 土壤殺菌と生育障害の関係について Table 5 に示した。発芽したもののうち、葉が展開し第2葉が分化し、健全に生育した個体を正常個体とし、ほかを異常個体とした。さらに異常個体をその外観的症狀から不整、萎凋、腐敗の3種に分類した。すなわち、不整とは根際部が瘤状に肥大して露出し、葉の展開しないいわゆる発芽を完全に終了しない個体であり、腐敗とは発芽後根の伸長が妨げられごく初期に地中において腐敗に至った

Table 4 Difference of chemical properties of both soils

Soil	Horizon	pH		Y_1	Fixation index		C. E. C. (m. e)	Exchangeable base		
		H ₂ O	KCl		N	P ₂ O ₅		CaO	MgO	K ₂ O
Newly cropped soil	Surface soil	4.65	4.05	2.84	393	1250	29.1	19.1	3.1	0.7
	Subsoil	5.95	4.85	0.41	410	1250	27.0	18.5	3.7	0.5
Successively cropped soil	Surface soil	6.05	5.65	0.29	410	1250	28.1	22.4	3.4	0.9
	Subsoil	6.20	5.70	0.20	416	1150	28.7	21.0	3.3	0.9

Soil	Horizon	Degree of CaO saturation (%)	Active Al_2O_3 (mg)	TRUOG P_2O_5 (mg)	Water soluble P_2O_5 (mg)	Fraction of P_2O_5 (mg)			
						Ca type	Al type	Fe type	Sum
Newly cropped soil	Surface soil	65.7	14.1	17.9	0.2	25	55	24	104
	Subsoil	68.3	9.0	8.5	0.1	16	29	27	72
Successively cropped soil	Surface soil	76.0	5.4	50.8	0.9	41	91	24	159
	Subsoil	73.2	7.1	47.9	0.8	53	90	33	176

- Remarks; 1) Units of exchangeable CaO, MgO, K₂O and C. E. C. were determined with SHOLLENBERGER's method (pH 7.0), and they are me per 100 g dry soil.
 2) Active Al_2O_3 dissolved in acetic acid-sodium acetate buffer (pH 4.8) was determined with Aluminon method, and it's unit was mg. per 100 g dry soil.
 3) TRUOG P_2O_5 , water soluble P_2O_5 and fraction of P_2O_5 are mg. per 100 g dry soil. Fraction of P_2O_5 was determined with EGAWA & SEKIYA's method.²⁰⁾

Table 5 Effect of the soil pasteurization to the germination and wither

Treatment	Rate of germination (%)	Rate of normal plant (%)	Rate of abnormal plant (%)	Composition of abnormal plant (%)			Soil pH (H ₂ O)	
				Irregular plant	Damping-off plant	Rot plant		
Newly cropped soil	No treatment	53.0	0	100.0	60.4	0	39.6	4.25
	Steam pasteurization	54.0	0	100.0	76.8	0	24.0	4.35
	Dexon treatment	52.2	0	100.0	78.8	0	21.2	4.25
Successively cropped soil	No treatment	63.0	13.2	86.8	16.3	53.0	17.5	5.25
	Steam pasteurization	64.0	51.6	48.5	21.9	21.9	4.7	5.30
	Dexon treatment	55.0	19.1	80.9	17.3	61.8	1.8	5.00

Remarks; Experimental procedure: 1) Neubauer pot method was used.
 2) Soils were pasteurized at 1 kg/cm² air pressure, in 30 minute, by steam boiler, or by suppling of 0.5 g of 4% Dexon per 200 g dry soil.
 3) After pasteurization, 50 seeds of "Sapporo-ki" per pot were sown, and were grown at 25°C, in 25 days.

ものである。萎凋とは葉の展開後、地際部が細まり萎凋倒伏し、立枯れに至るもので病菌によると思われる個体である。なお、異常個体の発生率を立枯率として表現した。

全般的に、新畑土壌は経年畑土壌に比して発芽が遅れ、発芽率自体も低い値を示し、正常個体が認められず、すべて異常個体であった。異常個体のうち発芽後葉が展開せず、根の伸長が抑制され、根際部が瘤状に肥大して地上へ露出する不整個体が大部分である。

残りの個体は発芽初期に黒変して地上部が倒伏し、腐敗する個体で正常に発芽し、葉の展開した後に罹病する、いわゆる病菌による立枯病と思われる個体はほとんど認められなかった。しかし、経年畑土壌においては正常に発芽し、葉が展開した後に明らかに病菌による立枯症状が認められた。

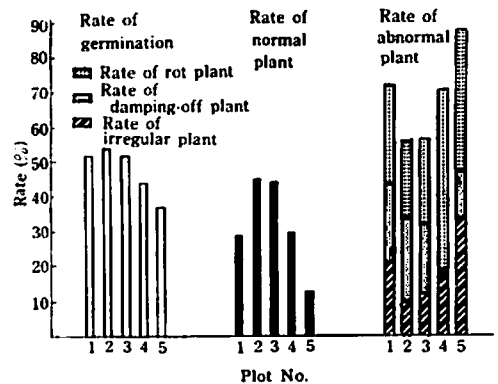
この初期生育の障害に対する殺菌の効果は、発芽率については蒸気殺菌>無処理>Dexon 剤処理、萎凋率は Dexon 剤処理>無処理>蒸気殺菌、腐敗率については無処理>蒸気殺菌>Dexon 剤処理の順に高い。すなわち、新畑においては腐敗に対して、経年畑においては萎凋、腐敗に対する蒸気殺菌の効果が明らかに認められる。

一方 Dexon 剤処理によって腐敗率は減少するが、萎凋に対する効果はほとんど認められない。この場合の立枯病菌を同定した結果¹⁰⁾、Pythium 菌

は発見されず、すべて Fusarium 菌であった。

Dexon 剤は一般に Pythium 菌に効果はあるが Fusarium 菌には効果が認められない点からも理解できる。

b) 土壌水分、燐酸多施および pH 矯正と生育障害の関係について Fig. 2 に示した。

Fig. 2 Effect of soil moisture, P₂O₅ and pH to the germination.

1. No treatment
2. pH 6.5 corrected.
3. P₂O₅ 200 mg/100 g supplied.
4. Low soil moisture.
5. High soil moisture.

その結果、高水分および低水分区の発芽率は無処理に比して低く、かつ異常個体率と腐敗率が高く、土壌水分調節の効果はほとんど認められな

い。一方、pH 矯正および磷酸多施の効果は発芽率の増加と萎凋率の減少面に対しては認められないが、不整個体率、腐敗率が著しく減少している点から、発芽時の生育障害の軽減に著しく効果が認められた。

以上のことから、新畑における発芽時の生育障害は主に土壌の化学性が原因であって、その結果二次的に病原菌に侵されて、腐敗、萎凋枯死に至

るものと考えられる。

c) 初期生育に対する Al_2O_3 添加と pH 矯正の影響について、Table 6~7, Fig. 3~4 に示した。

新畑土壌に対して Al_2O_3 を添加した場合、その施用量の増加に伴って発芽率が減少すると同時に、発芽後の根の伸長が悪く、立枯率が増大し、正常個体数、草丈の伸長、茎葉重が急激に減少し

Table 6 Effect of application of Al_2O_3 and correction of soil acidity to the early growth

Treatment		Height of plant (cm)	Numbers of leaves	Weight of fresh matter (mg/hill)	Rate of germination (%)	Rate of damping-off (%)	Rate of normal plant (%)
Newly cropped soil	No treatment	15.2	1.7	196	69	18.8	56
	Al_2O_3 25 mg added	14.5	1.6	140	64	19.1	53
	50	13.3	1.5	111	60	23.3	46
	100	9.5	1.3	52	52	38.5	32
	150	5.2	1.1	18	20	45.0	11
	300	0	0	0	0	0	0
Newly cropped soil	pH 5.5	15.0	1.7	196	69	18.8	56
	pH 6.0	15.4	1.8	221	69	9.0	61
	pH 6.5	16.7	1.8	235	70	4.3	67
Successively cropped soil	pH 5.5	18.6	2.0	276	70	8.6	64
	pH 6.0	20.5	1.9	305	69	5.8	65
	pH 6.5	19.4	1.9	298	68	2.9	66

Remarks: 1) Al_2O_3 from 25 to 300 mg. as $Al_2(SO_4)_3 \cdot 18H_2O$ per 100 g dry soil were supplied.
2) pH was corrected by $CaCO_3$.

Table 7 Effect of application of Al_2O_3 and correction of soil acidity to the chemical properties of soil.

Treatment		pH (H_2O)	Exchangeable CaO (m.e)	Degree of CaO saturation (%)	TRCOG P_2O_5 (mg)	Active Al_2O_3 (mg)
Newly cropped soil	No treatment	4.45	17.0	68.3	11.3	13.7
	Al_2O_3 25 mg	4.40	15.4	62.9	8.9	25.6
	50	4.35	15.4	63.7	8.0	37.4
	100	4.25	15.3	63.9	7.5	49.3
	150	4.15	15.3	64.4	7.0	57.3
	300	3.90	15.3	68.0	6.1	77.1
Newly cropped soil	pH 5.5	4.45	17.0	68.3	11.3	13.7
	pH 6.0	5.85	22.6	88.1	20.7	10.6
	pH 6.5	6.45	27.7	107.7	24.0	6.6
Successively cropped soil	pH 5.5	4.55	18.6	70.7	55.5	7.8
	pH 6.0	6.05	23.8	88.5	58.3	6.0
	pH 6.5	6.70	29.7	114.6	76.6	4.4

Fig. 3 Effect of application of Al_2O_3 to the early growth in newly cropped soil

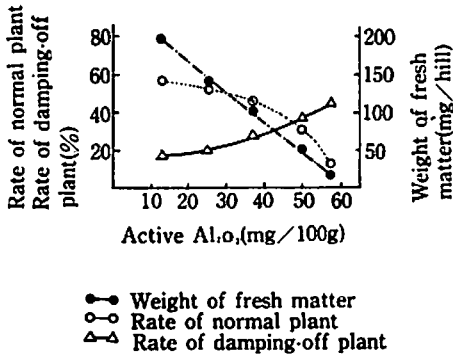
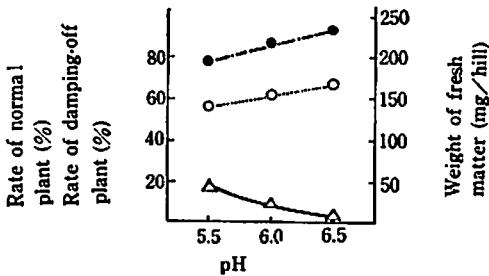


Fig. 4 Effect of correction of pH to the early growth in newly cropped soil



て初期生育におよぼす影響がきわめて大きい。一方、土壤の化学性の面においても置換性石灰量にはあまり差異が認められないが、活性 Al_2O_3 が増加することはもちろん、土壤の pH が低下し、同時に TRUOG P_2O_5 も 11.3 mg から 6.1 mg に減少している。

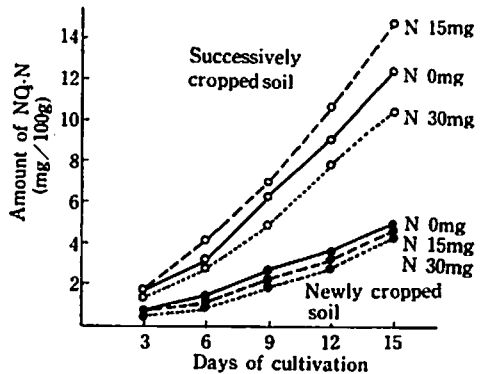
つぎに、培地の pH を矯正した場合、立枯率が減少し、正常個体数、草丈、茎葉重が増加しており、土壤中の TRUOG P_2O_5 含量が約 2 倍に増加し、 Al_2O_3 含量は逆に約 1/2 に減少した。この傾向は経年畑よりも新畑の方がより大きい。

このように、 Al_2O_3 施用の影響には Al_2O_3 そのものによる直接的な面と、培地の pH の低下、

可給態磷酸含量の減少によって、根の伸長が妨げられて立枯れを起こす間接的な面とが考えられ、発芽におよぼす要因としては土壤 pH、可給態磷酸含量と Al_2O_3 含量の関係がもっとも重要と思われる。しかし、いずれにしても、培地の pH を高め、可給態磷酸含量を増加させることが新畑における発芽の向上と立枯率の低下、さらにその後の生育を促進させるものと考えられる。

d) 新畑土壤の硝化化成能については、一般に新畑土壤は硝化化成が劣り、生育初期に土壤中のアンモニア態窒素濃度が高く推移し、これが初期生育に影響することが考えられるので、洗滌培養法¹²⁾による硝化能力について、新畑土壤と経年畑土壤を比較検討しその結果を Fig. 5 に示した。供試土壤の化学性は Table 8 のとおりである。

Fig. 5 Effect of the nitrificational ability in both soils



Remarks: 15 mg or 30 mg N as $(NH_4)_2SO_4$ per 100 g dry soil were supplied, and nitrificational ability was determined with H. SAKAI's.¹³⁾

洗滌培養の結果、新畑土壤の硝化化成力が経年畑土壤より明らかに劣り 1/2 ~ 1/3 程度である。さらに、アンモニア態窒素の施用量を増加すると両土壤ともに硝化化成能が抑制されているが、経年畑

Table 8 Chemical properties of experimental soils

Soil	pH (H ₂ O)	Exchange acidity Y ₁	C.E.C (m.e)	Exchangeable CaO (m.e)	Degree of CaO saturation (%)	TRUOG P ₂ O ₅ (mg)	Active Al ₂ O ₃ (mg)
Newly cropped soil	5.50	2.04	24.0	12.4	51.8	7.4	20.2
Successively cropped soil	6.15	0.24	26.7	18.5	69.4	51.5	6.2

土壤の場合、 $N\ 15\text{ mg} > N\ 0\text{ mg} > N\ 30\text{ mg}$ の順で $N\ 15\text{ mg}$ の硝酸化成量をもっとも多いのに対して、新畑土壤では $N\ 0\text{ mg}$ 区が最高であり、かつ、窒素増量による硝酸化成の抑制からの回復が遅れている。

このような傾向は、土壤の化学性に起因しているものと思われるが、いずれにしても、新畑土壤は経年畑土壤に比して硝酸化成量が劣り、土壤中のアンモニア態窒素濃度が高く推移することは、当然玉ねぎの初期生育に影響をおよぼすことが考えられる。

3) 新畑の燐酸多施による改良

新畑における玉ねぎの低収性の要因として、土壤の酸性と活性 Al_2O_3 による直接的な害、可給態燐酸の不足および硝酸化成能の低下にもとづく土壤中のアンモニア高濃度による燐酸吸収を害などの要因が考えられるが、いずれにしても土壤燐酸の供給力と燐酸吸収状態の不良性に基因することが明らかである。

したがって、本項目においては土壤燐酸の肥沃度を高める手段として、燐酸質肥料の多施による改良効果について検討した。

玉ねぎ栽培初年目のいわゆる新畑に対して、燐酸質資材として過石を P_2O_5 5 kg, 10 kg, 20 kg, 25 kg/a に相当する量を全面全層に施用した場合の収量を初年目、2年目の残効、2年目の連用系列について比較した結果を Fig. 6 に示した。

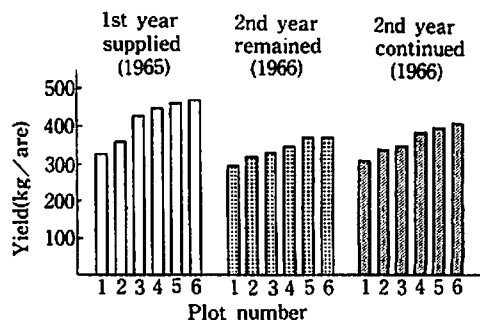
直播については省略したが、直播および移植両系列ともに燐酸多施による改良効果が顕著に認められている。

すなわち、初年目では燐酸多施により最高45% 2年目の連用で35%、残効の場合でも25%前後の高い増収率を示し、残効系列と連用系列の収量差は比較的小さいが連用系列の方がやや大玉の割合が多くなっている。

また、概して燐酸多施の効果は直播よりも移植の方がより大きい傾向を示している。

つぎに、燐酸多施による各年次における燐基肥大期(7月2日)の燐酸濃度におよぼす影響について Fig. 7 に、また、最盛期における養分吸収量におよぼす影響について Table 9 に示した。

Fig. 6 Effect of phosphorus fertilizer much supplied under transplanting growing on the yield of onion



- | | |
|-------------------|-------------------|
| 1. No treatment | 2. P_2O_5 5 kg |
| 3. P_2O_5 10 kg | 4. P_2O_5 15 kg |
| 5. P_2O_5 20 kg | 6. P_2O_5 25 kg |

- Remarks; 1) Fertilizers applied: 1.2 kg N as Ammonium sulfate, 1.5 kg P_2O_5 as superphosphate of lime, 1.0 kg K_2O as Potassium sulphate per are respectively were supplied.
- 2) From 5 kg to 25 kg of superphosphate of lime per are respectively as phosphorus materials were supplied with broadcasted manuring in the field.
- 3) Transplanting
 /1st year (1965) 26 May.
 /2nd year (1966) 24 May.
- 4) Harvesting
 /1st year (1965) 7 Oct.
 /2nd year (1966) 27 Sept.

一般に、直播、移植両系列ともに燐酸施用量の増加にしたがって初期生育が従進され、草丈の伸長、葉重の増加量が大きく、かつ、燐基の肥大化が早く、その後の倒伏および葉部の枯凋も早く、正常に行なわれた。

前報¹⁾において、燐基肥大の開始される7月上旬の燐酸吸収状態が収量に強く影響することを明らかにしたが、養分吸収の面においても Fig. 7 に示したように、燐酸施用量の増加に伴って体内の燐酸濃度が顕著に高くなる傾向を示し、2年目の連用系列はもっとも強く燐酸施用量の影響を反映している。また、残効の場合においては移植よりも直播の方がより敏感に反応する傾向が認められる。

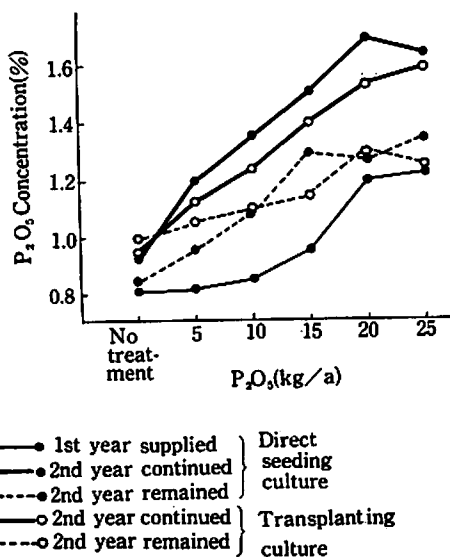
このように、生育初期ほど可給態燐酸含量の影

Table 9 Effect of phosphorus fertilizer much supplied on the nutrient absorption, in the prime stage of onion

Treatment	Direct seeding culture					Transplanting culture					
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	
1st year (supplied)	No treatment	945	198	473	750	179	1,048	254	537	637	196
	P ₂ O ₅ 5 kg	1,076	249	464	587	248	1,256	326	738	731	251
	10	1,301	321	657	844	305	1,257	370	709	771	287
	15	1,451	457	642	911	389	1,464	422	756	873	309
	20	1,690	482	737	1,106	433	1,872	477	897	1,035	343
	25	1,803	535	743	1,079	473	1,816	556	878	1,005	325
2nd year (continued)	No treatment	504	205	498	501	123	653	213	463	434	130
	P ₂ O ₅ 5 kg	659	299	631	572	150	715	256	592	458	114
	10	739	357	778	602	165	770	269	655	458	125
	15	699	363	840	732	172	794	295	646	485	141
	20	693	410	831	638	190	796	340	659	475	138
	25	679	481	920	624	181	812	371	684	546	140
2nd year (remained)	No treatment	509	214	504	487	118	655	223	545	459	158
	P ₂ O ₅ 5 kg	489	233	521	531	122	765	252	650	510	134
	10	523	269	603	593	134	750	250	663	492	156
	15	645	291	629	627	134	705	296	711	485	160
	20	707	328	699	710	157	773	298	687	604	130
	25	710	337	739	675	154	813	317	696	554	119

Remarks; Priming stage — 19 Aug.

Fig. 7 Effect of phosphorus fertilizer much supplied on P₂O₅ concentration in the bulb formation stage of onion. (Jul. 2)



Remarks; Seeding — 6 May, both direct seeding and transplanting culture.

響が強く現われるものと思われるが、さらにその後においても各部位の磷酸濃度が高く推移し、最盛期における各要素の吸収量も多くなり、鱗茎への養分の移行状態を改良し、結果的に増収をもたらしたものと考えられる。

ただし、磷酸を 25 kg/a 以上多量に施用したりまた多量に連用すると、鱗茎部の肥大化が早い反面、葉部の窒素、加里、苦土濃度が低下し、その結果、葉部の生育量が十分でなく凋落的な様相を示すので考慮を要する。

つぎに、磷酸の多施が跡地土壤の化学性におよぼす影響について調査した結果を Table 10 に示した。

すなわち、磷酸を多施することによって、土壤の pH, Y₁, 活性 Al₂O₃ 含量が減少し、置換性石灰が逆に漸増する傾向を示している。しかしながら、置換性苦土含量の減少という悪影響も見逃がせない。

土壤中の可給態磷酸及び磷酸の fraction についてみると、水溶性 P₂O₅, TRUOG P₂O₅, Ca type

Table 10 Effect of phosphorus fertilizer much supplied on the chemical properties of soils

Treatment	pH (H ₂ O)	Exchange acidity Y ₁	Exchangeable base (m.e)			TRUOG P ₂ O ₅ (mg)	Fraction of P ₂ O ₅ (mg)			Active Al ₂ O ₃ (mg)	
			CaO	MgO	K ₂ O		Ca type	Al type	Fe type		
1st year (supplied)	No treatment	5.70	0.71	17.5	2.7	0.2	21	12	36	21	12.0
	P ₂ O ₅ 5 kg	5.70	0.61	19.2	2.2	0.2	37	28	63	22	7.1
	10	5.55	0.56	22.4	2.0	0.2	60	55	88	24	6.0
	15	5.45	0.55	23.1	1.9	0.2	97	84	108	30	5.6
	20	5.30	0.53	27.2	1.9	0.2	122	110	142	34	4.7
	25	5.25	0.54	27.9	1.7	0.2	144	133	165	34	4.3
2nd year (continued)	No treatment	5.35	1.23	17.5	2.4	0.3	18	12	35	39	11.9
	P ₂ O ₅ 5 kg	5.35	0.87	20.4	2.0	0.3	50	34	81	54	9.7
	10	4.95	0.86	23.6	1.8	0.3	78	75	106	61	9.0
	15	4.95	0.83	26.9	1.7	0.2	130	111	133	63	7.2
	20	4.90	0.74	27.3	1.7	0.2	160	128	141	66	7.0
	25	4.90	0.68	28.0	1.6	0.2	189	136	158	69	6.2
2nd year (remained)	No treatment	5.45	1.15	17.3	2.5	0.3	18	11	40	40	12.0
	P ₂ O ₅ 5 kg	5.45	0.95	19.4	2.5	0.3	32	21	47	46	11.6
	10	5.45	0.95	20.2	2.2	0.3	42	50	63	50	11.3
	15	5.40	0.94	20.7	2.0	0.3	55	59	82	52	11.1
	20	5.40	0.93	21.1	1.0	0.3	78	68	119	64	9.9
	25	5.35	0.80	22.3	0.9	0.3	100	79	130	65	8.3

および Al type P₂O₅ が顕著に増加し、Fe type P₂O₅ の増加量は小さい。

つぎに、土壤中の形態別磷酸含量の経時的変せんについてみると、まず残効系列では初年目の跡地よりも TRUOG P₂O₅、Ca type および Al₂O₃ type P₂O₅ の量はかなり減少し、とくに Al type P₂O₅ よりも TRUOG P₂O₅、Ca type P₂O₅ の減少量が大きい。

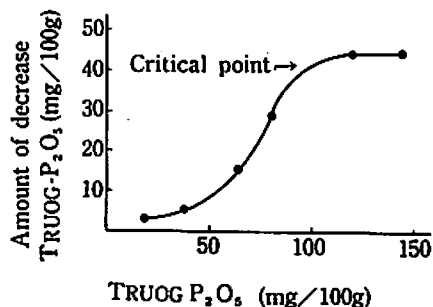
この傾向は磷酸施用量の多いものほど強く表われている。その反面、Fe type P₂O₅ は逆に2倍前後に増加している。一方、連用系列では、TRUOG P₂O₅ の増加量は著しく多いが、Ca type および Al type P₂O₅ の増加量は比較的少なく、P₂O₅ 20 kg/a 以上ではほとんどその増加は認められない。その反面 Fe type P₂O₅ は漸増しているが、その増加量は残効系列と大差ない。このような一連の事実は、施用磷酸が Ca type → Al type → Fe type に移行することを示唆するものと思われる。

つぎに、培地の TRUOG P₂O₅ の水準と1作期間(1965年跡地—1966年跡地)における TRUOG P₂O₅

の減少量との関係をプロットした Fig. 8 によると、TRUOG P₂O₅ の水準が低い段階では一定の勾配で TRUOG P₂O₅ の減少量が増加するが、TRUOG P₂O₅ の水準がある一定以上の水準、すなわち、100 mg 以上高い場合には、その減少量が 40 mg 前後ではほぼ一定である。

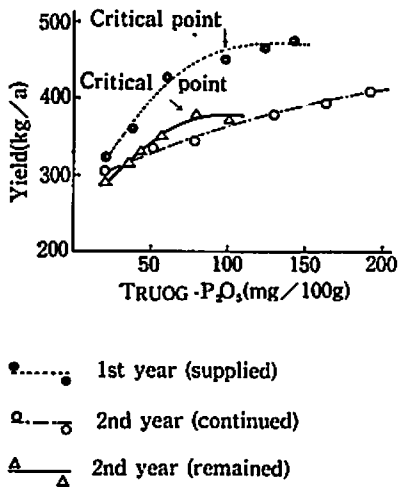
また、Fig. 9 に示した土壤中の磷酸含量と収量との関係から、新畑に対する改良資材としての

Fig. 8 Amount of decrease of TRUOG-P₂O₅ within a cultivated period of time



Remarks: Amount of decrease of TRUOG-P₂O₅ was calculated from Table 10.

Fig. 9 Relation between yield of onion in transplanting condition and content of TRUOG-P₂O₅ in soil



磷酸の適量濃度を求めてみると、その限界濃度は試験年次、連用、残効の処理に関係なく、土壌中の P₂O₅ が 80~100 mg にあり、また、改良資材としての磷酸施用量は土壌磷酸の濃度および土壌条件によって多少異なるので一概には決定できないが、本試験地の場合（土壌中の TRUOG P₂O₅ 含量が 10~20 mg/100 g）は、磷酸施用量は P₂O₅ 15~20 kg/a 程度と考えられる。

IV 考 察

新畑における玉ねぎの生育障害は、外観上、発芽障害と鱗茎の肥大化不良の二段階に大別できる。移植においては、活着と立上りの遅延、そして鱗茎の肥大化不良に現われるが、その障害程度は比較的軽い。これは体内に貯えられた養分によって初期生育がある程度確保されるためと考えられるが、永井ら¹³⁾は不良条件下でも疑似球からの発根が比較的容易に行なわれることと、移植による若返りによって確実に後期栄養生長相へ転換するためであろうとしている。

新畑土壌について、発芽不良と立枯発生の要因を調査すべく、無磷酸状態で一連の実験を行なったが、根際部が瘤状に肥大し、根が伸長せずに地上部へ露出してしまいいわゆる不整個体が多く、培地の pH を矯正したり、磷酸を多量に添加する

ことによって不整個体が減少し、根および葉が正常に伸長する。

また一般に、玉ねぎは Al₂O₃ に対する抵抗性が弱い作物といわれ、THOMPSON²¹⁾は土壌 pH の影響が強くと現われるそ業であると指摘しており、堀ら⁹⁾が水耕試験において Al 1 ppm で玉ねぎの生育に影響があったことを認めている。

本研究の結果によると、pH の矯正によって活性 Al₂O₃ が減少し、可給態磷酸を増加する傾向があり、結果的に正常個体を増加し、その後の生育を良好にする。一方、Al₂O₃ を添加した場合には、全く逆に pH の低下と可給態磷酸の減少によって、立枯れが発生し、茎葉重の減少が著しくこの場合 Al₂O₃ と同時に磷酸を増施すると pH には変化がなく Y₁, Al₂O₃ が減少し茎葉重の減少は抑制されるが立枯れには影響が少ない。または場試験¹¹⁾によると、CaCO₃ の施用効果は pH の上昇による立枯れ防止の面に現われ、磷酸の増収効果より劣るが、立枯れ防止の面では磷酸多施よりもまさる。

このように、酸性と磷酸欠乏は表裏一体であるが、発芽不良と立枯れ発生は磷酸よりも pH の低下による Al₂O₃ の害が主要因と考えられる。したがって、まず pH の矯正によって発芽の不良性と立枯れを防止して個体数を確保し、磷酸を十分に与えて生育初期の根の伸長を助長し、磷酸吸収を促進させる必要がある。

一方、鱗茎の肥大化不良は生育初期における磷酸吸収の阻害によるもので、これが後期の鱗茎肥大充実まで影響し、肥大化せずに栄養生長的生育相が延長されるものと考えられ、養分的にも窒素濃度が後半に高く推移する点が見受けられる。同時に、新畑の場合、磷酸供給力の劣る土壌であることと、硝酸化能力も劣ることがこのような養分吸収の推移を裏づけている。

また、生育初期に根の伸長が停滞し、瘤状に肥大する傾向が認められたが、これは Al₂O₃ を添加した場合にみられた症状と同様である。堀ら⁹⁾は、富士市の甘らん跡地玉ねぎの生育障害について、このような症状を認めており酸性化と磷酸欠乏が玉ねぎの結球を抑制し、磷酸の増施と酸性矯

正の効果が大きく、また、苗床で過石溶液を散布してえられた大苗を定植することによる効果が認められたことを報告している。

さらに、新畑の改良対策として、磷酸多施のほ場試験を実施した結果によって、新畑の生育障害の要因が磷酸の吸収そ害であることを実証した。

畑地に対する磷酸多施に関する試験は多く行なわれている⁶⁾⁷⁾⁹⁾¹⁰⁾²²⁾が、おもに火山灰土壌における研究であり、小田切ら⁶⁾¹⁰⁾の火山灰畑における玉ねぎの試験によると、磷酸吸収係数20%相当量(P_2O_5 400 kg/10 a)が最高の収量を上げ、磷酸多施の顕著な効果を認めている。

玉ねぎに対する磷酸多施の効果は、土壌の化学性の面では可給態磷酸含量の増加(生育初期においては水溶性磷酸が重要と考えられる)と置換性石灰の増加、その反面、活性 Al_2O_3 と Y_1 の減少などの面に顕著に現われているが、養分的には、生育初期の磷酸濃度を高め、発根を促進せしめた結果、ほかの養分の吸収も盛んにし、結局、鱗茎の肥大化を促進したものと考えられる。

しかしながら、磷酸20kg以上を増施することによる増収率は低く、かつ、生育後半の窒素、加里、苦土などの吸収が低下し、さらに土壌中の苦土含量が減少することによって凋落的様相が認められるので、磷酸多施の場合には苦土、窒素施用面の対策が必要である。さらに、小田切ら⁶⁾は磷酸多施によって、無機態窒素の生成量が増すとしており、本実験において新畑の硝化化成能が低く後期に窒素が吸収される様相を示すことから、新畑の生育障害と土壌中の窒素の消長との間になんらかの関係がありそうである。

つぎに、多施された磷酸の肥効の持続性については検討を要する問題がある。

磷酸の長期間にわたる残効、あるいは磷酸の形態変化に関する最近の研究は多々あるが¹²⁾²³⁾²⁴⁾¹⁶⁾¹⁷⁾²²⁾CHANG & CHU²³⁾は、磷酸の固定は第一段階は土壌中のもっとも活性なイオンに結びつきつぎに第二段階では溶解積の原理にしたがって、Al-PとCa-Pはより難溶性のFe-Pへと変化するとし、また、ROBERTSON・THOMPSONら¹⁷⁾は各形態に変化した磷酸の有効性を論じ、Al-P/Fe

-Pの高い場合が有効性が高いとしている。山本ら²⁴⁾は火山灰土壌において磷酸多施の有効性を論じ、磷酸肥沃度をAl-Pで評価できるとし、少量の磷酸をstarterとして施用するのみで、かなりの持続性が期待できると報告している。

本研究は磷酸要求度の高い玉ねぎに関するものであり、かつ、一般に河川流域の沖積土に栽培されている土壌条件よりみて、一概に磷酸多施効果の持続性を論じえないが、新畑の磷酸欠乏を改良するうえでは単年の施用で十分と考えられる。しかし、多量に全面施肥したとしても、なお作条に存在する水溶性磷酸の意義は失われないであろう。

V 要 約

玉ねぎは連作によく耐えるそ菜で、10数年連作という例は珍らしくはない。近年、都市周辺の宅地化によって、あるいはその有利性から新規に玉ねぎ栽培を始めようとする場合に、生育初期の生育障害および結球化の不良などのため、満足な収量がえられないのが実情である。

本研究においては、この新畑における生育障害の要因を解析し、その改良対策について試験した。その結果を要約するとつぎのとおりである。

(1) 新畑においては玉ねぎの初期生育が著しく劣り、鱗茎の肥大化が遅延し、収量は経年畑の30%前後で、その傾向は移植よりも直播の方がより大きい。

(2) 新畑の生育と結球化不良の要因は、主に土壌の磷酸供給力と磷酸吸収の不良性に起因し、これは玉ねぎが、ほかのそ菜に比して磷酸要求度が高いことにも由来する。

(3) 新畑の発芽不良と立枯れの発生は土壌の酸性による Al_2O_3 の直接的な害と磷酸の欠乏に起因するものと考えられ、立枯病菌による罹病は二次的結果である。したがって、まずpHの矯正と可給態磷酸を増加して立枯れを防ぐ必要がある。

(4) 新畑の改良方法として、磷酸質肥料の多施がきわめて顕著に認められ、施用初年目で45%、2年目における残効で25%前後、さらに連用することによって35%の高い増収率を示し、この傾向は移植よりも直播の方がより強く現われる。

(5) 磷酸多施は土壤中の可給態磷酸 および 置換性石灰の増加と、さらに活性の Al_2O_3 含量と Y_1 の減少に役立ち、磷酸の供給力を高めたものと思われる。

(6) このように、土壤中の磷酸供給力の向上により、磷酸の吸収が著しく増加し、初期生育が促進され、鱗茎の肥大化が順調に行なわれた。

(7) 土壤中の磷酸含量と収量との関係から、新畑の改良には P_2O_5 15~20 kg/a 程度に相当する過石を多施し、 $TRUOG-P_2O_5$ の水準を 80 mg/100 g 以上に高めることが妥当と考えられる。

引用文献

- 1) CAMPBELL, R. E., 1965; Phosphorus fertilizer residual effects of irrigated crops in rotation. *Soil Sci. Soc. Amer. Pro.*, 29: 1, 67-70.
- 2) CHANG, S. C. & W. K. CHU, 1961; The fate of the soluble phosphate applied to soils. *J. Soil Sci.*, 42: 286-293.
- 3) 船引真吾, 上村親土, 吉永長則, 1966; 施肥磷酸の土壤中における形態変化と有効性について, 土肥学会講演要旨集12, 107.
- 4) 堀 裕ほか, 1958; 富士山にみられる甘藍跡玉ねぎの生育障害について (第1報), 園芸学会雑誌, 27, 1, 1-10.
- 5) _____, 1958; _____ (第2報), _____, 27, 4, 221-233.
- 6) 鎌田嘉孝, 1964; 火山灰畑における磷酸多用による土壌改良効果 (第1報), 土肥学会講演要旨集 10, 15.
- 7) _____, 1965; _____ (第2報), _____, 11, 78.
- 8) MANNING, P. B. & M. SALOMON, 1965; Forms of phosphorus in soil after long-continued fertilization. *Soil Sci. Soc. Amer. Pro.*, 29: 4, 421-423.
- 9) 南 松雄, 1964; 畑土について, 北海道土壌肥料研究通信, 49, 4.
- 10) _____, 古山芳広, 沢口正利, 1966; 春播たまねぎの施肥技術改善に関する研究 (第1報), 土肥学会講演要旨集, 12, 74.
- 11) _____, _____, 1967; _____ (第2報), _____, 13, 88.
- 12) _____, _____, 1968, 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), 道農試集, 17.
- 13) 永井 信, 花岡 保, 1967; 春まきタマネギの生態ならびに生育相に関する研究 (第1報), 園芸学会雑誌, 36: 1, 99-107.
- 14) 日本植物防疫協会, 1964; 土壌病害の手引(II), 25.
- 15) 小田切弘一, 松下利定, 1964; 火山灰畑における玉ねぎに対する磷酸多施効果, 農及園, 39: 2, 379-380.
- 16) PECK, N. H., G. E. MACDONALD, M. T. VITUM & D. J. LATHWELL, 1965; Accumulation and decline of available phosphorus and potassium in a heavily fertilized Honeoye silt loam soil. *Soil Sci. Soc. Amer. Pro.*, 29: 1, 73-75.
- 17) ROBERTSON, W. K., L. G. THOMPSON, JR., & C. E. HUTTON, 1966; Availability and fractionation of residual phosphorus in soils high in Aluminum and Iron. *Soil Sci. Soc. Amer. Pro.*, 30: 446-450.
- 18) 坂井 弘, 1959; 土壌の硝化作用に関する研究 (第2報), 北農試集報, 30: 2, 53-56.
- 19) SANFORD, J. O. & J. D. LANCASTER, 1962; Biological and chemical evaluation of the readily available sulfur status of Mississippi Soils. *Soil Sci. Soc. Amer. Pro.*, 26: 63-65.
- 20) 関谷宏三, 1961; 土壌りと作物との関連について, 土肥研究通信 32, 42-53.
- 21) THOMPSON, H. C., 1949; Vegetable crops, 355.
- 22) 山本 毅, 宮里 愿, 1965; 火山灰土壌における磷酸質肥料の肥効増進に関する研究 (第5報), 土肥学会講演要旨集, 11, 79.
- 23) 横田勝徳, 1966; 作物連作障害に関する問題, 北海道土肥研究通信, No. 54, 1-6.

Summary

In the previous paper, it was shown that physical and chemical properties of soils under cropped with onion were better than other vegetable cropped-soils, remarkably such as neutral pH, high contents of ex-CaO and available P_2O_5 , and onion was more sensitive to phosphoric acid than other vegetable crops.

In general, onion has been successively grown in Hokkaido. But at the field cropped with onions for the first time, yield was reduced because of inferior growth of the early stage.

In this paper, the authors investigated mainly the causes of damping-off and inferior bulb formation, and it's improvement on a plot of land that was used for the first time for onion production.

The results were summarized as follows;

- 1) The yield of onions in the field where onions were planted for the first time was about 30% of the successively cropped-field, because of inferior growth at the early stage and poor bulb formation. Yield of the direct seeding culture was tended to be reduced compared with the transplanting culture on the field where onions were grown for the first time.

- 2) It was concluded that inferior growth and reduced yield of onions in the field where onions were grown for the first time was due to poor P_2O_5 absorption especially in the early stage, because of lack of a supply of phosphoric acid from soil.
- 3) The inferior germination and resulting damping-off were not primarily caused to fungus of damping-off, but caused to ill effects of Aluminum and resulting of strong acidity.
- 4) Phosphorus fertilizer much supplied to the plot where onions were produced for the first time increased in yield of onion remarkably, that is, showed 45% increase comparison with control in last year, 35% in 2nd year by continuously supplied, 25% in 2nd year by remaining on the transplanting condition.
In general, the increase of yield in direct seeding condition was greater than in transplanting condition.
- 5) Superphosphate of lime as phosphorus material added increased in contents of available P_2O_5 and ex-CaO in soil, conversely decreased in active Al_2O_3 and exchangeable acidity.
- 6) As a result of high content of available P_2O_5 in soil, increased absorption of P_2O_5 in the early stage was obviously increased, and growth at the early stage and enlargement of bulb formation were promoted.
- 7) In order to improve the reduced yield in the field where onions were grown for the first time, it is necessary that contents of available P_2O_5 in soil be increased more than 80 mg. P_2O_5 per 100 g. dry soil (by TRUOG's), supplying the superphosphate of lime corresponding to from 15 kg. to 20 kg. P_2O_5 per are.