

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

南 松 雄† 古 山 芳 広†

STUDIES ON THE EFFECTIVE FERTILIZATION FOR ONIONS IN HOKKAIDO

1. Manurial Effect and Characteristics of Nutrient Absorption in Onion

Matsuo MINAMI & Yoshihiro FURUYAMA

北海道における春播き玉ねぎの無機養分吸収の特性、施肥法ならびに玉ねぎ栽培土壌の特性について調査した結果、3要素のうち磷酸の肥効が最も高く、ついで窒素であり、加里の肥効はきわめて低い。磷酸は初期生育の促進と鱗茎の肥大化に重要な働きを持つとともに、3要素のうちで葉部から鱗茎部への移行時期が最も早く、かつ移行量も多い。

一般に玉ねぎ栽培土壌の特徴としては、膨軟で、通気性、透水性などの物理性が良好であると同時に、置換性塩基含量および有効態磷酸含量 ($\text{Truog P}_2\text{O}_5$ として40mg以上) が多く、土壌肥沃度がきわめて高い点あげられる。

I 緒 言

北海道においては、そ菜全般の土壌肥料に関する研究資料は普通作物に比べて乏しく、技術指導にあたっては府県の成績や栽培技術の進んだ農家の経験を参考にしている現状であり、早急にそ菜畑土壌の特性、養分吸収の特性、それらに立脚した合理的施肥法、ならびに土壌管理法の確立が望まれているが、北海道の主要な特産物である玉ねぎについてもその例にもれない。

本道の玉ねぎの栽培面積は約3,000haで、単位面積当たり収量とともに、栽培面積は年々増加しており²⁾、一般に玉ねぎの主産地はすべて河川流域の沖積地帯に発達し、土壌条件の適地の幅が狭いと考えられているが、経年畑では多肥栽培の傾

向があると同時に、最近、肥料の形態が有機質肥料から化学肥料へと変せんしている結果、土壌の酸性障害、土壌塩類濃度の増大、土壌理化学性の悪化のため、生育障害による生産力の低下が問題視されている。

一方、都市周辺農地の宅地化に伴い、新規に玉ねぎ栽培を始めようとする場合、3～4年の連作以降でなければ結球不良のため、満足な収量が得られない現状にあり、その改良対策が望まれている。このように、本道における玉ねぎの生産改善面として、経年畑と新畑の二方面における土壌肥料の諸問題を持っている。

筆者らは昭和37年より札幌市近郊の玉ねぎ栽培地帯を中心に、主として直播栽培を対象とし、種々の試験を継続してきたが、本報においては、経年畑における養分吸収過程、施肥適量および肥料

† 中央農業試験場

形態などの基本的な問題について触れ、さらに、北海道の主要な玉ねぎ栽培地帯の土壌の特性について調査した結果を報告する。

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る。

II 試験方法

(1) 試験地土壌の理化学性

本研究を実施した試験地土壌は、札幌市丘珠の豊平川流域に発達した沖積土壌であり、土性による肥料反応の差異を比較検討するため、壤土系 (Soil A) と埴壤土系 (Soil B) の 2 試験地を選定した。

その土壌の理化学性は Table 1 ~ 2 に示すとおりである。

壤土系の場合は、土壌の理化学性が良好で生産力の高い肥沃な土壌であり、埴壤土系の場合は酸性化しやすく、かつ濃度障害および初期生育の劣悪化が起りやすい特徴をもっている。

(2) 研究項目および処理

本研究は次の 6 項目について実施した。

- 1) 養分吸収の特性
- 2) 3 要素の肥効
- 3) 窒素およびリン酸用量
- 4) 窒素およびリン酸質肥料の形態と肥効
- 5) 窒素の施肥位置

Table 1. Physical properties of soils

Sort of soil	Depth (cm)	Mechanical composition (%) (International method)				Soil class
		Coarse sand	Fine sand	Silt	Clay	
A. Sandy clay loam type	0-10	5.3	56.4	23.1	15.2	CL
	10-25	5.2	59.2	21.0	14.6	L
B. Silty clay loam type	0-12	8.5	19.0	46.7	25.8	SiC
	12-28	6.4	19.2	48.4	26.0	SiC

Table 2. Chemical properties of soils

Sort of soil	Depth (cm)	pH		Exchange acidity Y ₁	Total carbon (%)	Total nitrogen (%)	Carbon nitrogen ratio
		H ₂ O	KCl				
A. Sandy clay loam type	0-10	6.30	5.45	0.24	1.21	0.11	11.0
	10-25	6.15	5.20	0.25	0.82	0.08	10.3
B. Silty clay loam type	0-12	5.90	4.75	0.51	1.72	0.22	7.8
	12-28	6.10	4.95	0.40	1.29	0.15	8.6

CEC (me/100g)	Exchangeable base (me/100g)			Degree of CaO saturation (%)	Fixation index		Available P ₂ O ₅ (mg/100g)
	CaO	MgO	K ₂ O		N	P ₂ O ₅	
30.72	21.54	4.46	0.96	70.1	324	1,166	23.6
32.75	18.56	4.29	0.62	56.7	391	1,069	0.6
28.60	20.65	2.23	1.23	72.2	406	1,362	12.4
37.57	20.04	4.17	0.98	53.2	463	1,273	0.3

Remarks : 1) Available P₂O₅ was determined with TRUOG's method.

2) Units of exchangeable CaO, MgO, K₂O and CEC were determined with SCHOLLENBERGER's method (pH 7.0).

6) 玉ねぎ栽培土壌の特性

1)は、壤土において、施肥量をN:1.0, P₂O₅:1.2, K₂O:1.0kg/aとし、457kg/aの収量をあげた標準栽培の場合の生育状況と、生育時期別の養分吸収過程を追跡した。

2)は、①無肥料区、②無窒素区、③無リン酸区、④無加里区、⑤3要素区の5区を設け、3要素の肥効ならびに吸収率について調査した。

3)は、窒素用量として0.8~2.0kgまで0.4kg/aごとに4処理を、リン酸用量として1.0~2.5kgまで0.5kg/aごとに4処理を設け、両者の組み合わせ計16区で、窒素とリン酸の適量を査定した。

4)は、窒素質肥料の比較として、①無窒素区、②硫安区、③塩安区、④尿素区の4処理を、リン酸質肥料の比較として、①無リン酸区、②過石区、③熔磷区、④過石 $\frac{1}{2}$ +熔磷 $\frac{1}{2}$ 区の4処理を設け、それぞれの肥料形態による肥効の差異について検討した。施肥量はN1.0kg, P₂O₅1.2kg, K₂O1.0kg/aである。

5)は、①作条施肥区、②全面(全層)施肥区、③側肥区の3区を設け、肥料の吸収率と窒素の濃度障害軽減に対する効果を検討した。

側肥とは畦間に施肥した場合である。施肥量はN1.2kg, P₂O₅1.5kg, K₂O1.0kg/aである。

6)は、北海道における主要な玉ねぎ栽培地帯である札幌市、岩見沢市、滝川市、新十津川町近郊

22か所の土壌の理化学性を調査し、玉ねぎ栽培土壌の特性について検討した。

(3) 耕種梗概および施肥法

本研究においては、品種としてすべて「札幌黄」を供試し、栽植密度は畦幅42cm, 株間12cmの2条植えとし、肥料は硫安、過石、硫加の単肥配合で作条に施した。

なお、上記1), 2)は昭和37年度, 3), 4), 6)は昭和38年度, 5)については昭和39年度に実施した。

III 試験成績

(1) 養分吸収の特性

1) 生育経過

府県の玉ねぎは、水田の裏作として9月下旬に播種、11月下旬から12月下旬にわたって定植し、翌年6月ころに収穫する栽培様式をとっているが、北海道の場合は年1作の直播および移植方式で栽培されている。

一般に直播栽培の場合、4月下旬に播種し、その生育状況はTable 3に示すとおりである。発芽後まず草丈および根の伸長が始まり、6月上旬よりしだいに葉数が増加し、地上部の生育量は7月下旬が最盛期で、8月上旬を境にして茎葉の倒伏、枯凋が始まる

一方、結球の発生は7月上旬より認められ、徐

Table 3. Seasonal change on the growth of onions

Date of investigation	Height of plant (cm)	Numbers of leaves	Weight of fresh matter (g/hill)			Bulb diameter (cm)
			Weight of leaves	Weight of bulb	Whole weight	
10 Jun.	20.1	2.5	0.7	—	0.7	—
25 Jun.	35.1	4.3	7.7	—	7.7	—
10 Jul.	60.2	7.0	49.0	8.4	57.4	1.2
25 Jul.	81.5	9.5	86.4	38.0	124.4	3.9
10 Aug.	78.9	8.4	81.3	108.0	189.3	6.0
25 Aug.	—	—	19.3	145.3	164.6	6.3
10 Sep.	—	—	—	153.9	153.9	6.5

Remarks ; 1) Seeding-26 Apr. Harvesting-- 15 Sept.

2) Fertilizers applied 1.0 kg N as Ammonium sulphate, 1.2 kg P₂O₅ as Superphosphate of lime, 1.0 kg K₂O as potassium sulphate per are respectively were supplied.

3) Yield was 456 kg per are.

々に肥大し、茎葉の倒伏が始まる8月上旬より鱗茎肥大充実期に移行し、9月中旬に収穫する。

玉ねぎの生育日数は120~140日前後であるが、その生育期間を2つに大別できる。すなわち、5月下旬~7月下旬までは地上部繁茂(栄養生長)期間で、7月上旬~9月中旬までは鱗茎肥大期間に相当する。

2) 養分吸収過程

一般にそ菜の養分吸収の型式は、山崎⁹⁾によるとA型とB型とに2大別されており、玉ねぎの3要素の吸収量の推移についてTable 4に、その吸

収速度についてはFig. 1に示したように、養分吸収の型式としては養分吸収最盛期が生育中期にある、いわゆるB型に相当し、間引き後、地温の上昇とともに吸収がおう盛となり、鱗茎発時期(7月上旬)から茎葉の倒伏期(8月上旬)までが養分吸収の最盛期であり、その後は減退し9月上旬で生育が止まる。

窒素、磷酸および加里濃度の推移についてはFig. 2に示すとおりである。

窒素についてみると、葉部の窒素濃度は、生育の初期から中期まで生育の進行とともにしだいに

Table 4. Transition on the uptake of N, P₂O₅ and K₂O in onion

Date of investigation	Amount of absorption (mg/hill)									Rate of the nutrient transferred for bulb (%)		
	N			P ₂ O ₅			K ₂ O			N	P ₂ O ₅	K ₂ O
	Leaves	Bulb	Sum	Leaves	Bulb	Sum	Leaves	Bulb	Sum			
10 Jun.	2.6	—	2.6	0.6	—	0.6	2.8	—	2.8	—	—	—
25 Jun.	30.2	—	30.2	6.3	—	6.3	40.3	—	40.3	—	—	—
10 Jul.	99.9	21.1	121.0	24.8	7.8	32.6	159.8	29.3	189.1	17.4	23.9	15.5
25 Jul.	178.0	79.6	257.6	68.0	36.0	104.0	250.0	106.0	356.0	30.9	34.6	29.7
10 Aug.	169.0	194.0	363.0	66.0	107.0	173.0	207.0	192.0	399.0	53.4	61.8	48.1
25 Aug.	64.0	267.8	331.8	29.0	164.0	193.0	55.0	257.0	312.0	80.7	84.9	82.3
10 Sep.	—	287.0	287.0	—	167.0	167.0	—	257.0	257.0	—	—	—

Fig. 1. Increasing curves of nutrient absorbed

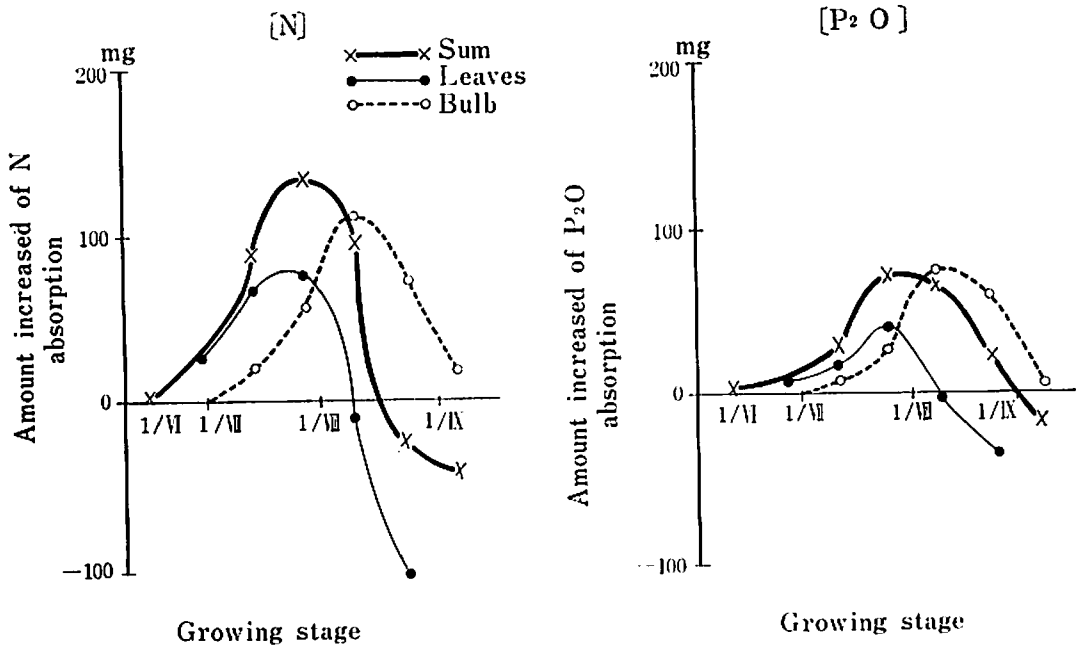
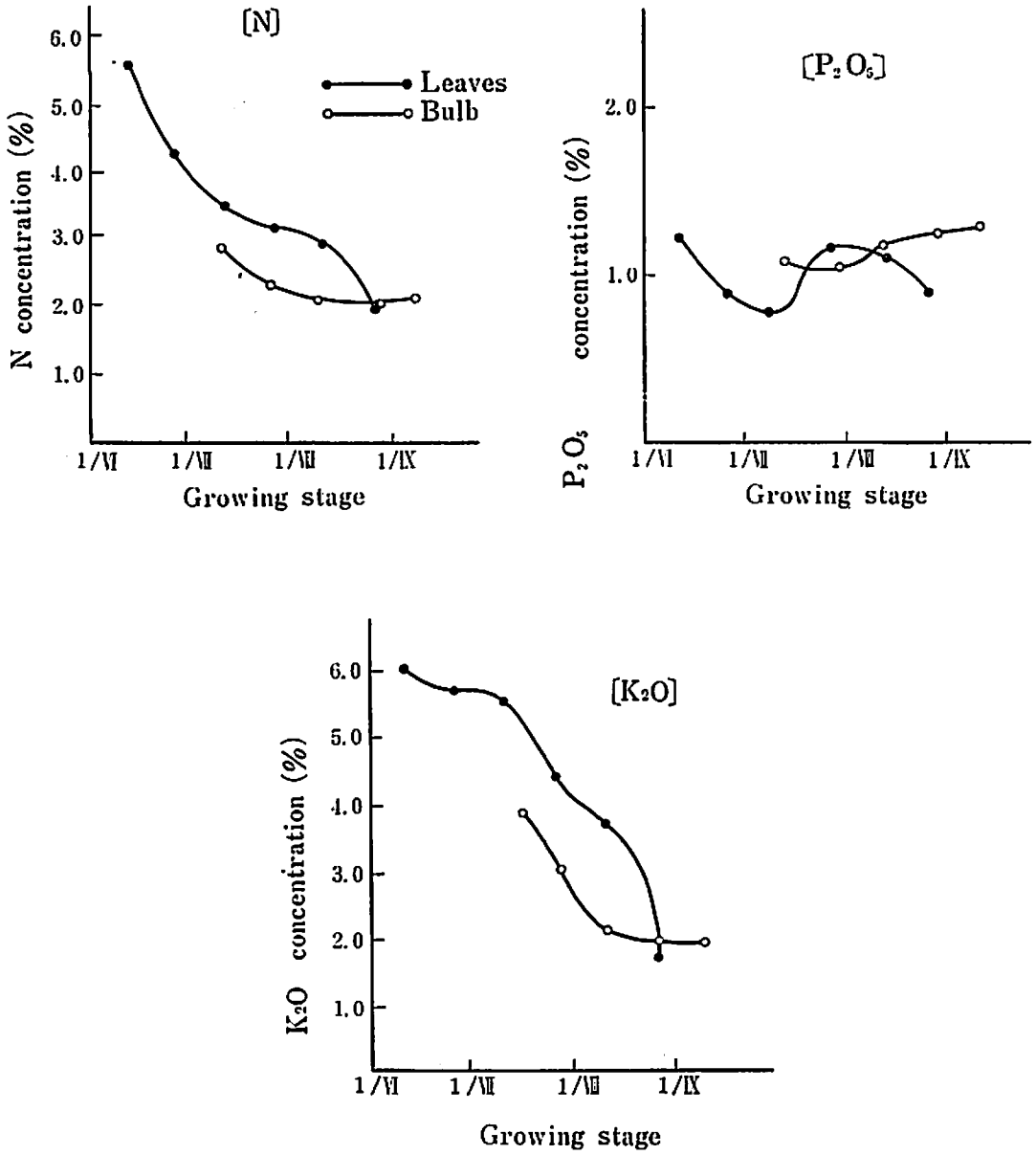


Fig. 2. Seasonal change of nutrient concentration in leaves and bulb



減少し、茎葉の倒伏後急激に低下する。一方、鱗茎部の窒素濃度は鱗茎の発生が認められた7月上旬より鱗茎の肥大とともにしだいに減少し、茎葉の枯凋以後は2%前後でほとんど変わらない。

つぎに、葉部の窒素吸収量は生育量に比例して増加し、7月下旬に最大となる。鱗茎部の吸収量は鱗茎の肥大とともに増加し、茎葉の枯凋以後に

おいては、その増加割合は鈍るが徐々に増加している。

また、鱗茎部への窒素の移行割合は、7月上旬においては18%、茎葉の倒伏期である8月上旬で54%前後に達し、全生育期間中に吸収された窒素量の最も多いのは8月上旬である。

リン酸については、葉部のリン酸濃度は間引き後、徐

Table 5. Effect of fertilizers on yield and nutrient absorption

Treatment		Yield (kg/are)				Yield index (%)	Average weight of bulb (g)
		Weight of large bulbs	Weight of middle bulbs	Weight of small bulbs	Weight of sum		
Soil A	None	172	211	55	438	96	132
	No nitrogen	155	239	51	445	97	129
	No phosphoric acid	152	205	40	397	87	128
	No potassium	223	198	27	448	98	137
	NPK	221	198	37	456	100	136
Soil B	None	148	244	49	441	83	116
	No nitrogen	161	231	55	447	84	117
	No phosphoric acid	216	185	34	435	82	133
	No potassium	341	156	23	520	98	143
	NPK	341	167	23	531	100	146

Amount of absorption (kg/are)					
Growth at full-down			Growth at harvest		
N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
0.661	0.382	0.884	0.688	0.441	0.737
0.767	0.446	1.036	0.681	0.468	0.726
0.900	0.454	1.055	0.674	0.391	0.576
1.312	0.598	1.318	0.822	0.470	0.682
1.372	0.653	1.508	0.888	0.518	0.798
			0.646	0.348	0.654
			0.632	0.339	0.639
			0.811	0.347	0.698
			1.005	0.475	0.875
			1.026	0.469	0.862

Remarks ; 1) Seeding - 26 Apr. Harvesting - 15 Sep.

2) Fertilizers applied; 1.0 kg N as Ammonium sulfate, 1.2kg P₂O₅ as Superphosphate of lime, 1.0 kg K₂O as Potassium sulphate per are respectively were supplied.

3) Diameter of bulb ;

{ Large bulb-above more than 6.4 cm
 { Middlebulb-5.2-6.4 cm
 { Small bulb-4.0-5.2 cm

4) Rate of nutrient absorption was 60.5% in N, 16.5% in P₂O₅ and 19.0% in K₂O.

々に減少し、鱗茎の発生が認められる7月上旬ころから急激に増加するが、7月下旬を境にして再

び低下する。一方、鱗茎部の磷酸濃度は漸増の一途をたどっている。

つぎに、葉部および鱗茎部の磷酸吸収量は、窒素に比して量的には少ないが、窒素と異なった吸収経過をたどり、鱗茎部への磷酸の移行割合は7月上旬で24%、倒伏期の8月上旬で62%前後であって、窒素に比して磷酸の方が鱗茎への移行時期が早く、移行量も多い。

このように、鱗茎の肥大化促進および養分移行に対する磷酸の役割りはきわめて大きいことがうかがわれる。

加里については、葉部および鱗茎部の加里濃度ならびにその吸収量は、窒素のそれとまったく同様であるが、窒素に比して葉部の加里吸収量が多く、鱗茎部の吸収量は少ない。

玉ねぎの3要素の吸収割合についてみると、加里が最も多く、ついで窒素、磷酸の順であり、加里を10とすると窒素は9、磷酸5の割合である。

(2) 3要素の肥効

壤土および堆積土の2種類の土壌について実施した玉ねぎに対する3要素試験の成績はTable 5に示したとおりである。

一般に、玉ねぎ栽培地帯では、前年秋に深耕、石灰および有機物の施用などによって地力維持に努めている関係上、概して、土壌肥沃度が高く、3要素の肥効は小さいが、磷酸および窒素の肥効が比較的顕著に認められ、加里の肥効はほとんど

認められない。もちろん、土壌の種類によって、多少、3要素の肥効の程度に差はある。

磷酸施用の効果は初期生育の向上、特に葉数の増加量の面に、窒素施用の効果は7月上旬以降の生育ならびに鱗茎の肥大面に顕著に現われている。

3要素の最高吸収量は、a 当たり 456kg の収量をあげた場合、窒素は1.372kg、磷酸は0.653kg、加里は1.508kgであり、3要素の吸収率についてみると、窒素は60.5%、磷酸は16.5%、加里は19.0%で、普通作物に比して、窒素の吸収率がやや高く加里の吸収率が比較的低いのが特徴である。

(3) 窒素および磷酸の適量

作物に対する施肥適量は、作条施肥の場合と全面施肥の場合とではおのずから異なってくるのが当然であるが、本研究においては作条施肥の場合の適量に関して試験した。

加里の適量については前項においても触れたように、その肥効があまり認められず、吸収量および吸収率などから判断すると、a 当たり 1.0kg 前後で十分と考えられるので、窒素と磷酸用量について試験した。

窒素および磷酸用量と収量の関係については Table 6 に示したとおりであるが、壤土および堆積土の両土壌ともに窒素の施用量が増加するに従い、発芽および初期生育がやや劣る傾向を示している。これは、初期生育時の土壌中の窒素濃度が一時的に高まって発芽障害をおこすことと、作物体内の窒素濃度が高くなって、初期生育の促進に重要な磷酸の吸収をそ奪するためと考えられる。

この初期生育の劣悪化が鱗茎肥大期から倒伏期に至るまで影響し、これがさらに、生育後期における窒素の過剰吸収とともに、葉部より鱗茎部への磷酸の移行を妨害するものと思われる。その場

Table 6. Effect of amounts of additional N, P₂O₅, on the yield of onions

Treatment	Soil A						Soil B					
	Yield (kg/are)	Yield index(%)	Amount of absorption (g/are)			Yield (kg/are)	Yield index(%)	Amount of absorption (g/are)				
			N	P ₂ O ₅	K ₂ O			N	P ₂ O ₅	K ₂ O		
N 0.8 P ₂ O ₅ 1.0	483	100	1,164	616	1,349	384	100	929	331	907		
1.2	470	98	1,368	658	1,558	427	111	806	350	879		
1.6	455	94	1,274	537	1,440	420	109	995	364	1,037		
2.0	406	84	1,123	476	1,232	382	99	984	336	1,002		
N 0.8 P ₂ O ₅ 1.5	486	101	1,217	578	1,380	401	104	910	364	1,003		
1.2	455	94	1,126	563	1,266	398	104	836	329	867		
1.6	447	92	1,210	609	1,463	384	100	1,271	407	1,038		
2.0	410	85	919	423	1,138	385	100	1,102	367	1,057		
N 0.8 P ₂ O ₅ 2.0	467	97	983	450	1,266	420	109	1,102	360	938		
1.2	445	92	1,149	533	1,380	402	105	1,068	397	1,179		
1.6	459	95	1,281	684	1,346	382	99	1,155	376	1,021		
2.0	427	88	1,126	450	1,179	388	104	979	306	965		
N 0.8 P ₂ O ₅ 2.5	473	97	1,183	537	1,300	393	102	1,012	324	963		
1.2	455	94	1,210	537	1,259	417	109	1,043	360	931		
1.6	430	89	1,134	529	1,251	403	105	1,141	340	946		
2.0	429	88	1,062	476	1,198	407	106	999	302	1,009		

Remarks: 1) Seeding - 27 Apr. Harvesting - 25 Sep.

2) 1.5 kg K₂O as potassium sulfate, 0.8 - 2.0 kg N as Ammonium sulfate,

1.0 - 2.5 kg P₂O₅ as Superphosphate of lime per are respectively were supplied.

合、磷酸の増施によって窒素増量による生育、収量の低下がやや軽減されるものと思われ、それが初期生育の養分吸収状態に反映されている。

土壌の種類としては埴壌土系の方が窒素の多施による発芽障害および初期生育の劣悪化がしやすい傾向があったが、生育の経過、養分吸収状況、鱗基収量よりみて、作条施肥の場合、濃度障害のでやすい土壌の窒素施用量としては0.8kg/a、ほかの土壌では1.2kg/a、磷酸は1.5~2.0kg/a前後が適量と考えられる。

(4) 窒素および磷酸質肥料の形態と肥効

前項において、玉ねぎの生育、収量におよぼす窒素施肥の影響の大きいことを明らかにしたが、当然、窒素質肥料の種類によっても差が生ずるものと思われる。

Table 7 に窒素質肥料の種類と収量との関係について調査した成績を示した。

両土壌ともに無窒素区の収量が比較的高く、窒素の肥効がそれほど顕著に認められないものの、種類間では尿素の肥効が硫酸および塩安よりかなり劣っている。尿素区は、ほかの窒素質肥料に比して、発芽時に $\text{NH}_3\text{-N}$ 濃度が高く、作条の土壌 pH が高い値を示し、そのため発芽に悪影響を与え、欠株を生じるに至ったものと考えられる。そ

れがさらに玉ねぎの初期生育の不良、収量の低下を惹起したものと考えられ、窒素吸収率も40.5%で、硫酸の60.5%、塩安の57.1%に比してかなり低い。

なお、発芽障害の原因に関しては、鈴木⁷⁾、南⁸⁾は施肥高濃度による土壌溶液の滲透圧の上昇か、あるいは土壌溶液の高い pH に基因することを指摘し、尿素を施用した場合の発芽障害は後者の土壌溶液の高い pH に原因し、さらに土壌溶液の電気伝導度が3.0mmho 付近で生育障害がおこることを認めている。

一方、塩安の肥効は、1.0kg/a 前後の窒素施用量では硫酸のそれに比して大差ないが、内容的に大玉の割合がやや少ない。なお、窒素質肥料の種類による辛味成分などの品質の面については検討を要する問題を包含している。

つぎに、磷酸質肥料の肥効についての成績は Table 8 に示すとおりである。

すなわち、熔磷区は生育初期より無磷酸区と同様に不良で、磷酸含有率および吸収量も少ない。鱗基肥大期より倒伏期にかけてやや過石区との生育量の差が縮小されたが、いぜんとして鱗基中の磷酸含有率が低く、両土壌とも過石区に対し10%前後の減収を示している。

Table 7. Effect of nitrogen fertilizers on the yield and N absorption

Treatment	Amount of N absorption (kg/are)	Yield (kg/are)				Yield index (%)	Average weight of bulb (g)	Yield composition (%)			
		Large bulbs	Middle bulbs	Small bulbs	Sum			Large bulbs	Middle bulbs	Small bulbs	
Soil A	No nitrogen	0.767	155	239	51	445	97	129	34.7	53.8	11.5
	Ammonium sulfate	1.372	221	198	36	456	100	136	48.4	43.3	8.3
	Ammonium chloride	1.338	207	222	37	466	102	134	44.4	47.6	8.0
	Urea	1.172	136	237	42	415	91	125	32.7	57.2	10.1
Soil B	No nitrogen		161	231	55	447	84	117	36.3	51.6	12.1
	Ammonium sulfate		341	167	23	531	100	146	64.1	31.4	4.5
	Ammonium chloride		313	183	21	517	97	146	60.5	35.4	4.1
	Urea		276	195	28	499	94	137	55.3	39.0	5.7

Remarks ; 1) Seeding - 26 Apr. Harvesting - { 17 Sep. in soil A
24 Sep. in soil B

- 2) 1.0 kg N as each form experimented, 1.2 kg P_2O_5 as Superphosphate of lime, 1.0 kg K_2O as Potassium sulphate per are respectively were supplied.

Table 8. Effect of phosphoric fertilizers on the yield and P₂O₅ absorption

Treatment		Amount of P ₂ O ₅ absorption (kg/are)		Yield (kg/are)				Yeild index (%)	Average weight of bulb
		Growth at early stage	Growth at prime stage	Large bulbs	Middle bulbs	Small bulbs	Sum		
Soil A	No phosphoric acid	6.8	223	266	130	40	436	93	138
	Superphosphate	8.3	276	256	190	22	468	100	140
	Fused phosphate	7.6	234	298	158	22	478	102	141
	Super. P _{1/2} + Fused. P _{1/2}	7.2	253	230	150	36	416	89	139
Soil B	No phosphoric acid	1.1	284	145	143	58	346	98	124
	Superphosphate	1.9	379	194	108	52	354	100	124
	Fused phosphate	1.5	353	183	113	34	330	93	125
	Super. P _{1/2} + Fused. P _{1/2}	1.5	322	177	101	41	319	90	123

Remarks ; 1) Seeding - 27 Apr. Harvesting - 25 Sept.
 2) Growth at early stage - 19 June. Growth at prime stage - 26 July.
 3) 1.2 kg P₂O₅ as each form experimented, 1.0kg N as Ammonium sulfate, 1.0kg K₂O as Potassium sulfate per are respectively were supplied.

このように、熔燐の肥効が過石より低いのは、初期における肥料の溶解度の差異による生育の遅延が原因であり、一般に、燐酸が根の伸長、新根の発生を促進すると同時に、作物が根群域の小さい生育初期の場合には、土壌燐酸よりも施肥燐酸に依存する度が高い点からも、玉ねぎの初期生育の促進には過石の肥効が大きく、特に水溶性燐酸が重要である。

したがって、熔燐を使用する場合は過石と併用して初期生育の確保をはかることが必要である。

(5) 窒素の施肥位置

一般に、畑作物に対する施肥位置は、肥料による作物の生育障害と肥料の効率の2つの点で規制される。最近、玉ねぎ栽培においても、施肥の機械化、濃度障害の軽減などに対する対策として、施肥位置の問題が重要視され、作条施肥のかわりに全面施肥の技術が導入されてきている。

窒素の施肥位置による養分吸収経過について Table 9に、収量については Fig. 3に示した。

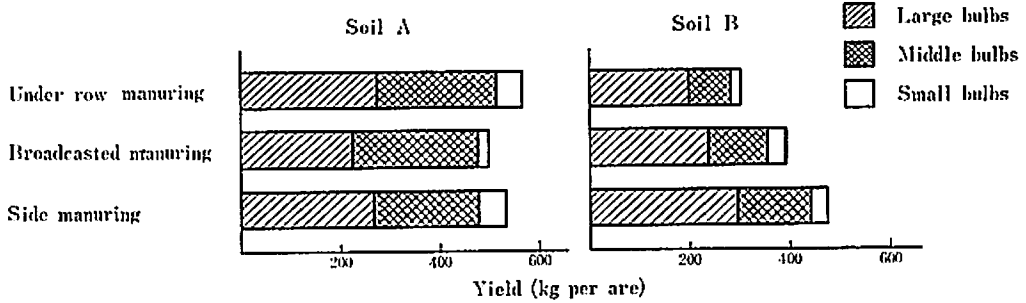
正常な生育を示す壤土の場合、生育の初期から

Table 9. Effect of the manurial placement of N fertilizer on N absorption

	Treatment	N concentration (%)				N Absorption (kg/are)				
		10 Jul. Leaves	10 Aug.		5 Oct. Leaves	10 Jul. Leaves	10 Aug.			5 Oct. Bulbs
			Leaves	Bulbs			Leaves	Leaves	Bulbs	
Soil A	Under row manuring	4.43	3.13	1.52	2.17	0.24	0.71	0.29	1.00	1.16
	Broadcasted manuring	4.18	2.92	1.32	2.18	0.18	0.66	0.20	0.86	1.06
	Side manuring	3.76	2.82	1.33	2.10	0.18	0.63	0.20	0.83	1.12
Soil B	Under row manuring	4.11	2.76	1.64	2.35	0.08	0.92	0.32	1.24	0.72
	Broadcasted manuring	3.25	2.65	1.60	2.32	0.10	0.76	0.34	1.10	0.81
	Side manuring	3.46	2.61	1.50	2.35	0.09	0.66	0.39	1.05	1.06

Remarks ; 1) Seeding - 4 May. Harvesting - 5 Oct.
 2) Fertilizers applied : 1.0kg. N as Ammonium sulfate, 1.2kg P₂O₅ as Superphosphate of lime, 1.0kg. K₂O as Potassium sulfate per are respectively were supplied.
 3) Manurial placement of N alone was changed, P₂O₅ and K₂O were manured under row.

Fig. 3. Effect of the manurial placement of nitrogen on the yield



全面施肥区および側肥区は作条施肥区より劣り、体内の窒素濃度が低く経過すると同時に、葉部および鱗茎部の窒素吸収量が少なく、収量についてはいずれの区も10%前後の減収を示している。

一方、窒素の多施による初期生育の劣悪化の起こりやすい畑壌土では、作条施肥区の窒素濃度が高く推移するが、鱗茎部への移行量が劣り、土壌

中の窒素濃度を軽減した側肥区および全面施肥区は体内の窒素濃度が低く推移するが、鱗茎部への移行が良好である。

このような生育を示した結果、畑壌土においては側肥区>全面施肥区>作条施肥区の順であり、窒素過剰により発芽障害および初期生育の不良化の起こりやすい土壌における窒素の施肥方法は、

Table 10. Representative soil profiles of the growing region of onion in Hokkaido

1. Coarse soil (Pit No. 2)

Soil horizon	Depth (cm)	Soil color	Soil structure	Volume composition			Compactness	Soil class
				Solid phase (%)	Liquid phase (%)	Air phase (%)		
1	0-15	Dark brown	Very fine granular	47.8	33.7	18.5	Soft	SL
2	15-55	Brown	Medium granular	44.3	40.4	15.3		SL
3	55-	Strong yellowish brown	Single	39.5	40.5	20.0		S

2. Medium soil (Pit No. 20)

1	0-15	Gray yellowish brown	Fine granular	39.7	39.4	20.9	Soft	Cl.
2	15-45	∕	Medium granular	41.7	43.7	14.6	Slightly hard	Cl.
3	45-	Gray yellowish orange	Single	32.8	56.6	10.6	Soft	SiL.

3. Fine soil (Pit No. 7)

1	0-14	Yellowish gray	Fine granular	44.8	43.2	12.0	Slightly hard	SiL.
2	14-25	∕	Fine angular blocky	45.7	41.8	12.5	Hard	SiCL.
3	25-	Gray yellowish brown	Coarse angular blocky	44.1	43.2	12.7	Slightly hard	SiCL.

作条施肥よりも全面施肥が側肥が有利である。

(6) 玉ねぎ栽培土壌の特性

北海道における玉ねぎ栽培地帯の土壌の理化学的特性を検討するため、主要な栽培地帯である札幌市、岩見沢市、滝川市、新十津川町近郊の22か

所について土壌調査を実施した。その代表的土壌断面形態についてTable 10に示したが、土性についてみると作土、心土ともに中粒質(L, CL, Sil.)のものが大部分であり、粗粒質(SL)のものは少なく、細粒質(LiC, SiC)の場合でもHCのごとく極端

Table 11. Chemical properties of soils on the growing region of onion in Hokkaido

1. Sapporo

Pit No.	pH (H ₂ O)	Exchange- acidity Y,	Total Carbon (%)	Total nitrogen (%)	Carbon nitrogen ratio	Fixation index		CFC (me/100g)	Exchangeable-base (mg/100g)			Available P ₂ O ₅ (mg/100g)
						N	P ₂ O ₅		CaO	MgO	K ₂ O	
1	5.95	0.44	1.98	0.26	7.6	414	1,068	30.0	598	88	127	79.7
2	6.65	0.29	1.15	0.20	5.8	338	1,066	24.5	532	101	90	63.8
3	6.90	0.23	2.42	0.27	9.0	351	1,273	24.1	558	68	58	22.0
4	6.70	0.29	1.87	0.20	9.4	422	1,483	30.9	656	85	84	14.1
5	6.30	0.23	1.21	0.11	11.0	324	1,166	30.7	604	90	45	23.6
6	4.70	6.86	1.72	0.22	7.8	406	1,326	28.6	579	45	58	12.4

2. Iwamizawa

7	6.75	0.28	2.51	0.29	8.7	274	959	24.6	612	91	76	50.0
8	5.80	0.40	2.57	0.31	8.3	251	806	22.3	520	30	60	54.8
9	6.65	0.21	2.31	0.28	8.3	225	756	23.7	491	105	64	59.8
10	6.65	0.25	2.00	0.27	7.4	239	857	22.2	514	94	44	47.2
11	6.35	0.30	1.60	0.20	8.0	255	703	19.9	468	147	63	41.5

3. Takikawa

12	6.90	0.26	2.32	0.28	8.3	507	1,173	28.8	596	246	71	40.6
13	6.75	0.20	1.55	0.15	10.3	298	904	22.4	389	131	53	19.2
14	6.10	0.25	1.95	0.24	8.1	296	856	23.5	434	134	75	37.7
15	6.20	0.23	1.79	0.18	9.9	264	854	23.9	507	173	58	45.0
16	6.35	0.30	1.81	0.18	10.0	255	653	22.1	421	197	83	43.7
17	6.85	0.19	1.58	0.15	10.5	257	751	20.0	348	107	55	26.5

4. Shintotsukawa

18	6.35	0.25	1.94	0.22	8.8	323	910	29.6	670	93	132	55.7
19	5.35	1.31	1.99	0.22	9.0	358	812	25.7	477	88	79	33.7
20	6.55	0.24	1.37	0.15	9.1	317	758	21.2	458	100	67	21.9
21	6.00	0.24	1.77	0.21	8.4	348	757	21.7	413	106	86	25.0
22	6.35	0.16	1.87	0.17	11.0	340	909	20.4	428	79	62	11.9

Average	6.32	0.25	1.88	0.22	8.9	321	918	24.5	512	109	72	37.9
---------	------	------	------	------	-----	-----	-----	------	-----	-----	----	------

Remarks ; 1) Available P₂O₅ was determined with TRDOG' s method.

2) Degree of CaO saturation was 74.4% on the average.

に粘土含量の多いものはない。

また、表土は 15~20cm, 有効土層は 1cm 以上で深く、土壌の固相率はおよそ 35~45%, 孔隙率は 55~65% で、深さ 50cm までは三相の割合はあまり変わらず、通気性、透水性、作物根の伸長性はきわめて良好な物理性を示している。

つぎに表土の化学性について Table 11 に示した。

それによると、土壌の pH (H₂O) は 6.0~7.0 であり、置換酸度も 0.2~0.4 で中性に近い土壌が多く、吸収係数は窒素が 200~400, 燐酸が 700~1,200 で吸収力は中庸といえる。

また、置換容量は 20~40 me で保肥力が良好である。土壌中の成分としては置換性塩基が多い。すなわち、CaO は平均 18me, MgO は 5.4me, K₂O は 1.5me であって、石灰飽和度は平均 74% と高い。

さらに、有効態燐酸含量 (True P₂O₅) は平均 40 mg/100g 前後で高い数値を示すなど、土壌肥沃度がきわめて豊かである。

IV 考 察

北海道における玉ねぎの生育相と養分吸収過程に関する系統的な研究はほとんど見当たらない現状より、本報告では、本道における春播き玉ねぎの養分吸収の特性と施肥、および玉ねぎ栽培土壌の特性について検討した。

本研究において、玉ねぎの生育過程を栄養生長期と磷茎肥大期に 2 大別したが、永井ら⁵⁾ は栄養生長期をさらに、前期栄養生長期と葉の分化と生長を伴う後期栄養生長期とに分け、葉の盛んな生長は球形成の前段階的な生長相であろうとしている。

そ菜の養分吸収の型はそ菜の種類によって異なるが、山崎⁹⁾ によって A 型と B 型に 2 大別され、本道の玉ねぎの養分吸収形式は B 型に相当することを前述したが、春播きと秋播きの栽培様式の違いが生育期間の長短として現われ、府県の玉ねぎとは異なり、生育の速度がやや鈍く、ゆるやかな山形の S 字曲線を描いている。

玉ねぎの養分吸収の特性は、窒素と加里の吸収

経過がおおよそ類似していることと、燐酸は前者と異なった吸収経過をたどり、磷茎部への移行割合が最も多く、かつ、その時期も早いことである。

さらに、3 要素の肥効については燐酸、窒素、加里の順で、3 要素の施用量は N 0.8~1.2kg/a, P₂O₅ 1.5~2.0kg/a, K₂O 1.0kg/a が適量という結果を得た。位田³⁾, 秋谷ら¹⁾ は府県の施肥例を概説し、玉ねぎの施肥量は地域的な差異の大きいことを指摘している。吉村ら¹⁰⁾ によると極端に異なった土壌条件においても N 2.0kg/a 以上の多肥の必要はなく、0.9~1.4kg/a が適量であるとし、燐酸については冬期間における根の燐酸吸収の低下によって肥効が高いことを認め、さらに加里については肥効が小さく、堆肥の併用で K₂O 0.8kg/a で十分であるとし、本成績と大差のない結果を示している。

しかし、吉村¹²⁾ は窒素施用量の多い場合は心ぐされ、燐酸施用量が多い場合には尻ぐされを発生しやすいことを認め、加里の増施によって貯蔵玉ねぎの腐敗が減ずることを指摘している。さらに玉ねぎは特臭の含硫アルコールを含み、硫酸根を特に必要とするということが問題にされるが、吉村¹³⁾ は無硫酸根肥料と硫酸根肥料との比較から、玉ねぎ栽培には必ずしも多量の硫黄を必要とするとは考えられないとしている。また、窒素質肥料の比較について、府県の秋播き玉ねぎでは冬期間の乾燥した年は生理的酸性肥料、とくに塩安の多肥区の生育・収量がきわめて低く、塩素系肥料による肥料焼けが問題となることがあり、逆に、冬期間降雨量の多い年は硫酸や塩安の肥効が高く、硝酸態窒素系肥料の効果が劣り、全般に乾燥する年は硝酸態の収量が比較的高いとしている。本道においては、玉ねぎに対する窒素質肥料に関する成績は少なく、土壌水分、温度条件の差異による肥効の程度などについてさらに検討を要する問題を含んでいる。

一方、燐酸質肥料の比較試験の結果、水溶性燐酸の量が初期生育を規制していることを明らかにしたが、吉村¹⁰⁾ ¹¹⁾ も水溶性燐酸群が最も肥効が高く、く溶性燐酸群は生育が遅延し、難溶性燐酸

群は無磷酸と同様の生育を示し、磷酸の不足が玉ねぎの冬期間の生育の抑制的因子であることを指摘している。また、西村・景山⁶⁾は磷酸の施用は根の發育に多大の影響があるとし、葉部、鱗莖部の成長、肥大、特に鱗莖部の肥大を支配しているのは1・2月の磷酸施用の有無であることを指摘しているが、本研究における生育初期の磷酸吸収の促進ならびに鱗莖部への磷酸の移行量と移行時期の先行という事実と一致する。

一方、北海道の玉ねぎ栽培地帯の土壤調査の結果、土壌pHが6.0~7.0と中性に近く、玉ねぎ栽培適性pHの範囲⁸⁾にあること、置換性石灰含量が高く、特に有効態磷酸含量の高いのが特徴である。吉村¹⁰⁾は施肥磷酸の大半が土壤に残留し、古い玉ねぎ栽培地帯では表層よりも15~30cmの下層の方が磷酸含有量が高い場合が多々あるとしているが、本研究においてはそのような土壤は認められなかった。

以上のように、生育初期のおう盛化と鱗莖の肥大化には磷酸が最も重要であることが明らかで、これは窒素が十分に存在するときにいえることである。したがって、玉ねぎの施肥にあたっては、まず第一に磷酸に重点をおき、つぎに窒素に重点をおくべきであると考えられる。

Y 摘 要

北海道における玉ねぎの栽培地帯は札幌、岩見沢、滝川市などの河川流域の都市周辺に分布し、おもに年1作の直播および移植方式で栽培されている。

本研究は春播き玉ねぎの養分吸収の特性と玉ねぎ栽培地帯の土壤の特性を明らかにし、その上に立脚した合理的施肥法を確立しようとしたものである。その結果を要約するとつぎのとおりである。

1) 玉ねぎの養分吸収最盛期は生育期(鱗莖肥大開始期より葉葉倒伏期)にあって、収穫の約60日前からの30~40日間に全吸収量の約80%が吸収され、その後は鱗莖部に移行して、根よりの養分吸収は激減する。また、葉部から鱗莖部への養分移行時期は3要素のなかで磷酸が最も早く、その移行割

合も多い。

2) 土壤の種類によって、玉ねぎの3要素の肥効の程度に差はあるが、磷酸の肥効が最も顕著に認められ、ついで窒素であり、加里の肥効は小さい。

一般に、磷酸施用の効果は初期生育の促進と鱗莖の肥大面に、窒素施用の効果は栄養生長のおう盛化の面に顕著に現われ、3要素の適量は壤土系の場合でN1.2kg/a、埴壤土系では0.8kg/a、磷酸はともにP₂O₅1.5~2.0kg/a、加里はK₂O1.0kg/a前後が妥当と思われる。

3) 肥料の種類として、窒素質肥料では硫酸が、磷酸質肥料では過石が最もすぐれており、窒素多施による初期生育の劣悪化しやすい土壤では窒素の利用率を高め、塩類の濃度障害を軽減する施肥法として、作業施肥より全面施肥および側肥の方が有利である。

4) 玉ねぎ栽培土壤の理化学性を調査した結果ほかのそ業土壌に比して、作土および心土ともに膨軟で通気性、透水性などの物理性がきわめて良好であると同時に、土壤肥沃度が高く、特に置換性石灰および有効態磷酸含量(Truog P₂O₅として40mg/100g)が多く、きわめて磷酸肥沃度が高い点の特徴である。

引用文献

- 1) 秋谷良三, 1963; そ業園芸ハンドブック, 536~542
- 2) 北海道農林協会, 1967; 北海道農林水産統計, 35
- 3) 位田藤久太郎, 1961; 蔬菜の施肥と土壤, 165~168.
- 4) 南松雄, 1966; 多肥の際の畑作物の障害について, 北農, 33, 2, 38~42.
- 5) 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.
- 6) 西村周一・景山美葵陽, 1955; 蔬菜における磷酸質肥料の施用に関する研究(第1報), 園芸学研究集録, Ⅶ, 69~73.
- 7) 鈴木達彦・藤沼善亮, 1966; 土壤の種類と施肥位置との関係(第2報), 土肥学雑誌, 37, 4, 261.
- 8) Thomson, H.C., 1949; Vegetable crops, 355.
- 9) 山崎肯哉, 1960; 蔬菜の肥培, 102~105.
- 10) 吉村修一・琴谷稔・伊藤清, 1960; 玉ねぎに対

- する施肥要量試験, 大阪農試研究報告, 198~200.
- 11) ———, 1960; 玉ねぎに対する磷酸肥料の肥効について, 大阪農試研究報告, 201~207.
- 12) ———, 1965; 玉ねぎ貯蔵中の腐敗におよぼす施肥の影響〔1〕, 大阪農技センター研究報告, 2, 17~30.
- 13) ———, 1967; タマネギに対する合理的施肥法〔1〕農及園, 42, 11, 1667~1670.
- 14) ———, 1967; タマネギに対する合理的施肥法〔2〕農及園, 42, 12, 1836~1838.

Summary

In Hokkaido district, the cultivated regions of onions are distributed in the outskirts of cities, on the alluvial soil belt mainly. In these regions, onions have been cultivated by direct seeding and transplanting in spring.

The method of fertilizing the autumn seeding culture of onions has been studied greatly, but the spring seeding culture very little.

In this paper, the authors investigated the characteristics of nutrient absorption and the manurial effect on the condition of direct seeding culture, and the characteristics of soil in the cultivated regions of onion.

The results were summarized as follows;

1) The prime stage of nutrient absorption was from the bulb formation period to the fall-

down period. In that stage, about 80 per cent of the total absorption of the three elements during growth were taken up.

2) Effect of the phosphoric acid contained in the fertilizer upon the onions was the most prominent, next the effect of nitrogen, and lastly the effect of potassium.

Phosphoric acid promoted growth at early stage and aided the enlargement of the bulb.

3) Among the nitrogen fertilizers which experiments were conducted Ammonium sulfate was the best, and in the phosphorus fertilizers Superphosphate of lime was better than fused phosphate in promoting onion growth.

4) The application of fertilizer supplying 1.2 kg as nitrogen and from 1.5 kg to 2.0 kg as phosphoric acid and 1.0 kg as potassium per are respectively gave good results. But, on the silty clay loam soil injured easily with increasing the nitrogen fertilizer, amount of nitrogen fertilizer should be reduced to some degree and applied with broadcasted manuring.

5) As a result of the characteristics of soils in growing were investigated, physical and chemical properties of soils were better than other vegetable cultured soils.

Remarkably, pH of soils were almost neutral, and riched in exchangeable CaO and available P_2O_5 (40 mg P_2O_5 per 100 g with TRUOG's method).