

菜豆の窒素施肥法改善に関する研究

第1報 菜豆の窒素施肥反応の特異性と 条施施肥法の改善

岩 淵 晴 郎†

STUDY ON THE NITROGEN FERTILIZATION OF KIDNEY BEANS

Part 1. Peculiar Response to Nitrogen Fertilization of Dwarf Kidney Beans and Improvement of Common Banding Fertilization

Haruo IWABUCHI

菜豆栽培品種の主流をなす矮性菜豆は、施肥窒素量の増加に従って収量を増加するが、ある範囲のところでは収量の伸びが停滞する。しかしそれを越えてさらに用量を増すと再び収量が増加をはじめるとの特異的な施肥反応を示す。窒素の多量施用は体内窒素濃度を開花後も高く維持し、これによって増収がみられた。しかしかかる多量の窒素施用は発芽や初期生育を著しく阻害する。したがってこれらの改善策として開花以降の追肥を行なうことにより収量を高めうることを見出した。

I 緒 言

菜豆は十勝地方の主要畑作物の1つで、その作付面積は4万～5万haに達し全耕地面積の20%前後にも及ぶ。しかもこれら菜豆の栽培品種は生態的にも栄養生理的にもかなり多様のもので栽培されているが、主体となっているのは矮性種で2万5千ha前後が作付けされている。

著者は先に本地方の2・3の代表的栽培品種についてその生育経過と無機養分吸収状況を調査し¹⁾、矮性菜豆においては開花結莢後多数の若い莢が脱落して、成熟期における着莢率がきわめて低いことを認め、落莢の要因の1つとして窒素栄養の一時的飢餓があるものと推定した。

矮性菜豆に対する三要素試験の結果²⁾によれば

菜豆の生育、収量は窒素の欠除によって著しく収量を減じ、開墾年次の古い既耕地土壌では、火山性土の場合でも磷酸欠除よりも窒素欠除が強く生育に影響することが認められた。

一般に豆類は、根粒固定窒素を利用するので、窒素施用による増収率が低い作物といわれている。しかし菜豆においては前記のように窒素施肥の効率が大きいばかりでなく、大豆・小豆などのほかの豆類に比して根粒菌の窒素固定力が弱く¹⁰⁾窒素施肥反応もかなり高い⁹⁾。したがって、慣行施肥法においても菜豆の窒素施用量は豆類の中でも最も多い。

著者はかかる矮性菜豆の窒素施肥法に検討を加え、より合理的な施肥法の確立をはかることにより菜豆の生産性を一段と向上させるため一連の研究を行ない、矮性菜豆に対する全面施肥法を確立するに至った。よってその第1報として菜豆の窒

† 中央農業試験場

素施肥反応の特異性と、これを考慮した施肥法の改善策として追肥の効果について報告する。

本研究の実施・とりまとめにあたり、終始ご指導をくださった十勝農業試験場楠隆場長および中央農業試験場化学部森哲郎部長に深く感謝する。

II 試験方法

1. 試験地土壌の理化学性

本試験は主として芽室町新生の十勝農業試験場は場で行なったものである。この土壌については、北海道農業試験場土性調査報告によれば、伏

古統に分類され、湖成洪積台地上に数種の火山灰が堆積被覆した火山性土である。作土は旭岳火山灰、雌阿寒岳 a 火山灰、十勝岳 b 火山灰および十勝岳 c 火山灰が耕起混合されているが、主体となっているのは十勝岳 b および c 火山灰である。作土の物理性は良好であるが化学性は不良で、十勝地方内陸地帯を構成するいわゆる高丘地と称せられる低位生産地帯の代表的土壌である。試験地土壌の断面および化学性は Table 1, 2 のとおりである。

2. 研究項目および処理

Table 1 Soil profile of experimental field

Horizon	Depth	Soil class	Color	Structure	Drainage
1	0-21	HCL	Brown	Crumbs	Well
2	-38	S	Red brown	Crumbs	Well
3	-51	LC	Yellow brown	Blocky	Moderately Well

Table 2 Chemical properties of soils

Horizon	pH		Total Nitrogen (%)	Humus (%)	Fixation index		Exchangeable Base m.e/100gsoil			
	H ₂ O	KCl			N	P ₂ O ₅	Capacity	CaO	MgO	K ₂ O
1	5.78	5.12	0.26	5.47	382	1,248	13.7	4.65	0.69	0.29
2	6.06	5.54	0.10	2.03	537	2,096	12.8	3.96	0.35	0.27
3	5.68	4.74	0.04	0.82	427	1,429	13.6	2.94	0.48	0.29

Table 3 Treatment of nitrogen application

Basic dressing	Nothing	After dressing							
		2.5kg/10a			5.0kg/10a			7.5kg/10a	
		A	B	C	A	B	C	B	
2.5 kg/10 a	◎	◎	◎	◎	○	◎	○	○	
5.0 kg/10 a	◎	○	◎	○	—	○	—	—	
7.5 kg/10 a	◎	—	○	—	—	—	—	—	
10.0 kg/10 a	○	—	—	—	—	—	—	—	

A: about 10 days before flowering period (July 1)

B: 10 days after at (A), about beginning of the flowering period (July 9)

C: 10 days after at (B), flower had been almost ended.

◎: both experimented at 1960 and 1961.

○: only experimented at 1961.

本研究は次の項目について行なった。

(1) 窒素用量に対する生育反応

(2) 窒素施用法試験

(3) 後期窒素追肥の現地適応性

(1) は窒素用量を 10a 当たり 1.5kg きざみに 0 から 10.5kg までの区を設定し、1961, 1962 年の 2 か年 3 連制で用量試験を行なったものであるが、1962 年はさらに 12.0, 15.0 kg の用量区も設けた。

(2) は 10 a 当たり窒素 2.5 kg を 1 単位とし、基肥および追肥の組合せならびに追肥時期について、1960, 1961 年の 2 か年間、乱塊法 3 連制で試験を行なった。その処理の内容は Table 3 に示した。

(3) は (2) の試験結果に基づき、開花始以

降の後期窒素追肥の現地適応性について試験した。すなわち、開花前にあらかじめ生育が良好均一な農家栽培ほ場を現地普及所に依頼して選定し、開花始ごころに特に生育均一な部分を区画して3連制の試験区を設け、開花始追肥処理およびその10日後の開花終追肥処理を行なった。追肥量は10a当たり3kgおよび6kgの2段階とした。

3. 供試品種および耕種梗概

(1)の用量試験においては「大正金時」を供試し、共通施肥として10a当たり燐酸12kg、加里8kgおよび苦土3kgを施用した。(2)の施用方法に関する試験は「常富長鶉」を供試し、燐酸10kg、加里6kgおよび苦土3kgを共通施用した。これらの共通肥料は、過石、硫加および硫酸苦土で基肥に施用し、窒素は基肥に硫酸を用い追肥には尿素を使用した。

栽植密度は十勝農試の標準である畦幅60cm、株間20cm、1株2本立とし、施肥以外は十勝農試標準耕種法によって栽培した。

なお、(3)の研究項目については、基肥は農家慣行で施用されており、栽植密度も農家慣行であったが、畦幅はすべて54cmであった。供試品種はほとんどが「大正金時」であったが、一部で「常富長鶉」および「大正白金時」も供試した。

III 試験結果

1. 窒素用量に対する菜豆の生育反応

(1) 生育の概況

1961年および1962年の2か年試験を行なったが、2か年ともほぼ順調な生育を示し病害の発生も少なかった。

窒素用量の増加に伴って発芽は明らかに抑制され、両年とも6kg以上の施用区では、発芽が遅れかつ不良であった。本試験では慣行用量の3倍以上の多量施用を行なったので、多量窒素施用による発芽障害軽減をはかるために、施肥溝深を慣行(種子直下3~4cm)より深く(種子直下5~6cm)し十分な間土を行なったのであるが、このような条件においても発芽率がかなり低下した。しかも発芽した個体でも、濃度障害を強く受け初葉が黄化ないしは灰白化し、一時生育を停止するものも

多かった。1962年における発芽状況は、1961年よりも発芽時の気象条件が良かったため全般に良好であったが、それでも精査した結果はTable 4のとおりであった。

さらに、発芽後の生育状況も窒素用量の影響を

Table 4 Influence of nitrogen fertilizer on the germination of Kidney beans (1962, variety 'Taisho-Kintoki')

Applied nitrogen (kg/10 a)	Number of non-germinated seeds (A)	Number of injured plants at the primary leaves after germination (B)	Percentage of (A+B) to sowed beans
0	9	0	2.2
1.5	14	0	3.6
3.0	11	3	3.6
4.5	20	7	6.8
6.0	34	15	12.2
7.5	39	19	14.5
9.0	38	24	15.5
10.5	51	27	19.5
12.0	63	26	24.8
15.0	102	42	36.0

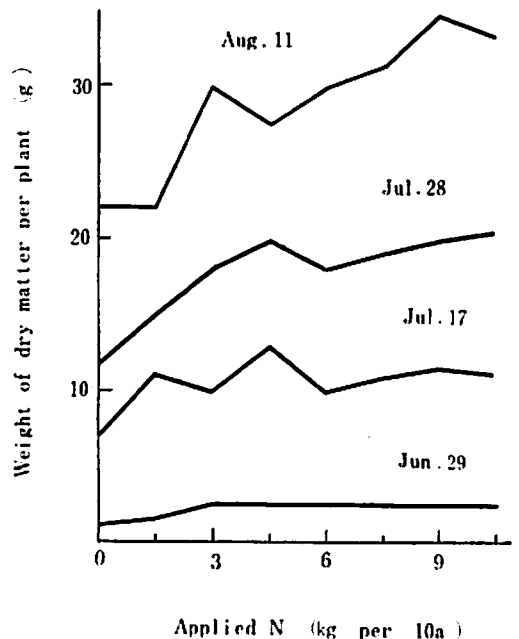


Fig. 1 Effect of N application rates on the growth of Kidney beans (1961)

Table 5 Effect of N application rates on the yield of Kidney beans

Year	Parts of harvested	Amount of applied N kg per 10 a									
		0	1.5	3.0	4.5	6.0	7.5	9.0	10.5	12.0	15.0
1961	Stem and pod	146	205	235	275	231	236	268	279	—	—
	Seed	196	222	232	248	248	247	278	283	—	—
1962	Stem and pod	98	107	149	163	166	168	176	188	174	168
	Seed	181	186	218	242	233	243	247	254	268	268

強く受けた。窒素用量を増すと初期生育が良好となるが、6 kg 以上になると発芽後の生育は抑制され、9 kg 以上ではかなり異常な生育状況を示した。すなわち、葉は小型で肉厚、かつ皺を生じ、葉色は暗緑色で開花ごろまではこのような矮化した異常な生育相となった。

しかし開花期（7月中旬）以降はこれら初期生育の異常な窒素多量区の生育もしだいにおう盛となり、個体乾物重も Fig. 1 のように英伸長期（7月25日～8月4日ごろ）から子実肥大期（8月5日ごろから以降）にかけて、窒素用量に伴って大となる傾向であった。

(2) 収量調査結果

収量調査結果を Table 5 および Fig. 2 に示した。茎葉重・子実重ともに窒素 4.5 kg までは窒

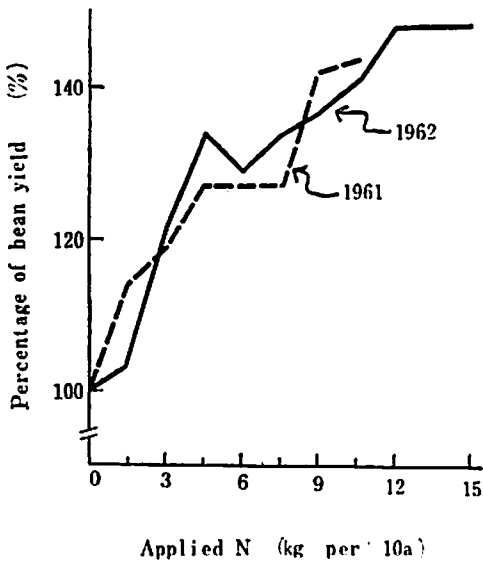
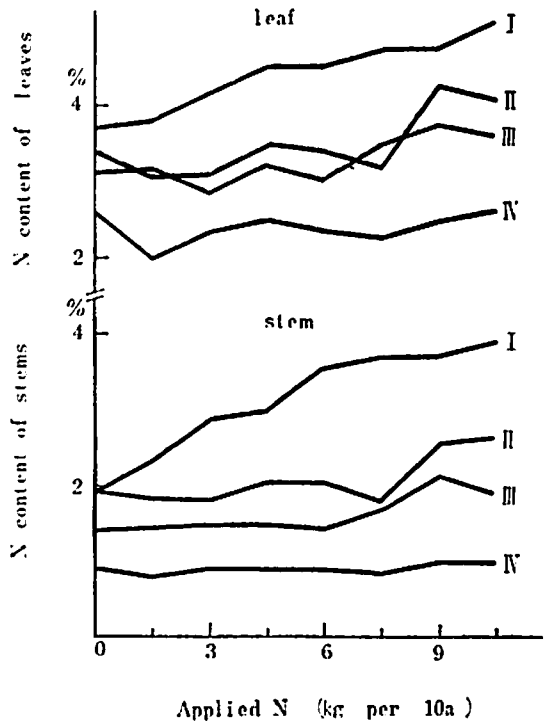


Fig. 2 Yields of bean on the N application rate

素用量を増すにつれて増収するが、4.5 kg から 7.5 kg までの用量間では窒素量を増しても子実・茎葉重ともに増大しなかった。しかし用量をさらに増すと収量は再び増大をはじめ、窒素 12 kg 程度までは子実収量が増大した。

ある範囲内の窒素用量でみられるこのような収



I: Sampled at Jun. 29 III: Sampled at Jul. 28
II: Sampled at Jul. 17 IV: Sampled at Aug. 11

Fig. 3 N content of Kidney beans on the N application rates (1961)

量の停滞は、矮性菜豆の特異的な現象であり、これを矮性菜豆の窒素用量に対する「収量の中だるみ現象」と称することとする。

(3) 窒素吸収状況

1961年の菜豆の生育時期別窒素含有率を Fig.3 に示した。初期においては、窒素用量が大であるほど茎葉の窒素含有率は大きであるが、生育の進展とともに含有率が低下し、開花期の8月17日においては処理間の差はかなり縮小した。

しかし多収を示した窒素9kg以上の処理区は、茎部・葉部ともかなり含有率が高く経過した。さらに特徴的な現象が無窒素区の含有率の消長でみられた。すなわち、開花期の葉部含有率は1.5~3.0kg施用区よりも高く、4.5~7.5kg施用区と同程度を示し、茎部においても同様な傾向であった。莢伸長期の始めごろ(7月28日)には、7.5kg以上の施用区の含有率は無窒素区よりも高くなるが、依然として1.5~6.0kg施用の各区は無窒素区と同程度かそれを下回る含有率を示し、この傾向は子実肥大期の8月11日においてもみられた。

生育時期別の窒素吸収量は Fig.4 に示したが収量の中だるみ現象を越え増収がみられた9.0および10.5kg施用区は、莢伸長期以降高い吸収量を示していた。しかし用量増加にもかかわらず、収量

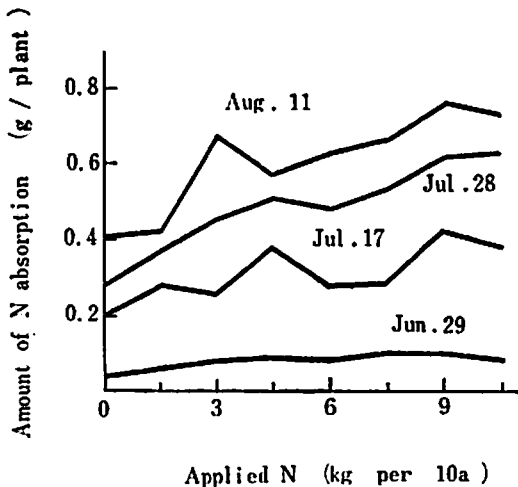


Fig.4 Effect of N application rates on the N absorption of Kidney beans (1961)

の停滞した4.5~7.5kg施用の各区は、3.0kg施用区に比して必ずしも高い吸収量を示さなかった。

以上の結果は、窒素用量の増加が必ずしも菜豆の体内窒素濃度を高く維持させ、吸収量を増大せしめるものではなく、収量の中だるみ現象を呈する4.6~7.5kg施用の各区は、登熟期には3.0kg施用区と同程度の窒素吸収状況にあったことを示すものである。

2. 窒素施用試験

(1) 生育の概況

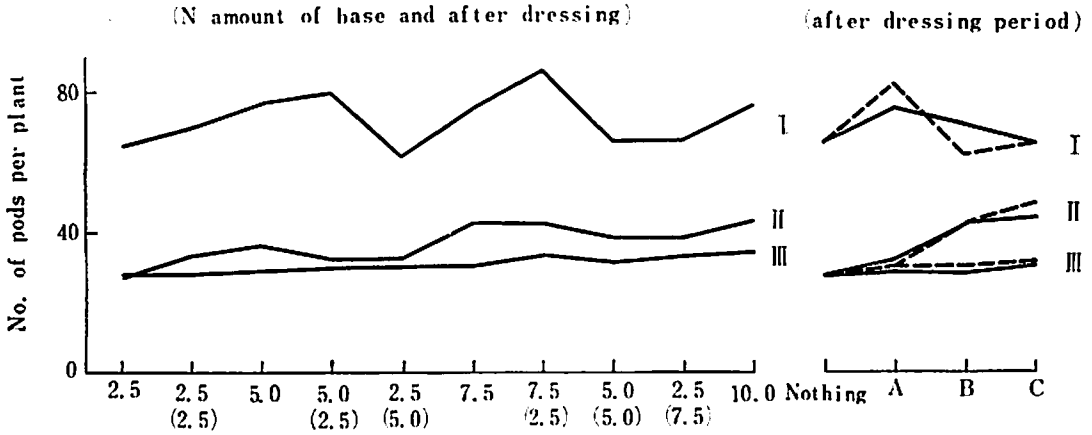
1960年予備的な試験を行ない、1961年詳細な検討を行なったが、兩年とも全般に生育は良好で登熟も順調であり、病害の発生も少なかった。

基肥10kg施用区は発芽が著しく害され、初期生育劣り特異な生育を呈したが、開花期以降の生育はおう盛であった。7.5kg施用区も同様な傾向を示した。

開花約10日前(7月1日)の追肥により、開花始(7月9日)の葉色は濃くなり葉の広がりも大で生育はおう盛となった。これに対して、開花始10日後の追肥は、莢伸長期の終わりごろ(8月上旬)から子実肥大期にかけて、葉色が濃く下葉の枯れ上がりを遅らせ、成熟期に至ってもなお生葉を多く残存せしめたが、草丈・分枝数には影響を及ぼさなかった。

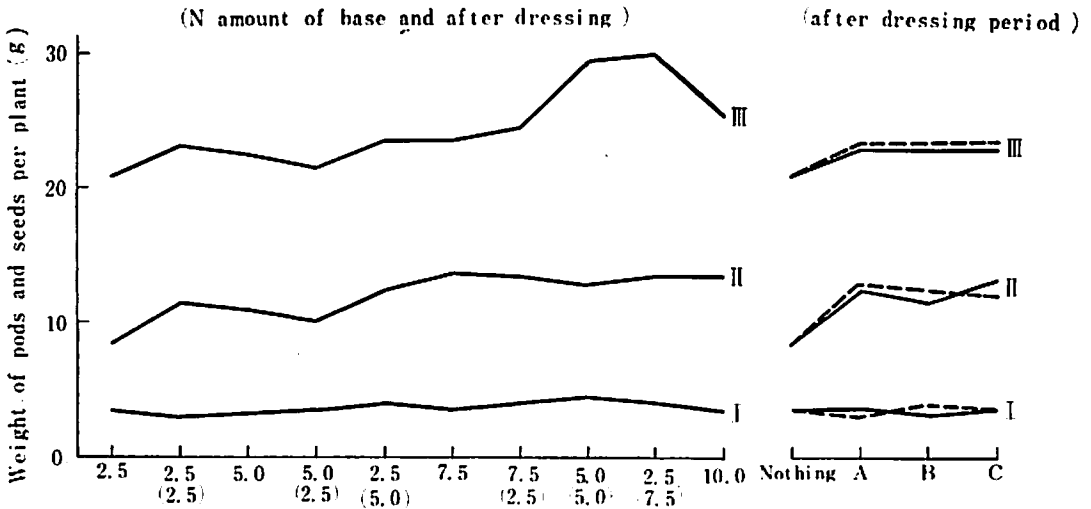
Fig.5は窒素施用処理による莢伸長期以降の着莢数の推移を示したものである。着莢数は莢伸長期における処理間の差が大で、基肥窒素量の多いものは着莢数が多かったが、追肥による着莢数増加は判然としなかった。登熟が進むにつれて処理間の差はしだいに縮小したが、かえって基肥多量施用および追肥による着莢数増大の傾向が明らかに認められた。

また、乾物量の推移を莢部についてのみ Fig.6 に示した。莢伸長期の始めごろ(7月24日)は重量が少なく判然としなかったが、子実肥大期の始めごろ(8月7日)以降は追肥による乾物量増加が認められた。この追肥の効果は、追肥量の多いものほど顕著であった。しかし、その時期との関係については、追肥効果の低かった段階でのみ試験したので判然としなかった。



Treatment of N application (kg/10a) B: after 10 days at A
() : amount of after dressing C: after 10 days at B
I: July. 24 II: Aug. 7 III: Aug. 22 base dressing N: 2.5 kg
Period of the after dressing after dressing N: 2.5 kg
A: 10 days before flowering period and 5.0 kg (broken line)

Fig. 5 Effect of N after dressing on the number of pods (1961)



Treatment of N application (kg/10a) B: after 10 days at A
() : amount of after dressing C: after 10 days at B
I: July. 24 II: Aug. 7 III: Aug. 22 base dressing N: 2.5 kg
Period of the after dressing after dressing N: 2.5 kg
A: 10 days before flowering period and 5.0 kg (broken line)

Fig. 6 Effect of N after dressing on the weight of pods and seeds (1961)

(2) 窒素吸収状況

莢伸長期以降の窒素吸収状況を調査したが、莢伸長期の始めごろにおいては追肥による含有率の上昇傾向が認められたがこの差は小さかった。子実肥大期の始めごろから以降は、登熟の進展とともにさらに含有率が低下するので、処理間の差はほとんど認められなかった。

しかし莢部の窒素吸収量については Fig. 7 のように、子実肥大期以降の追肥の効果が顕著であった。特に追肥量の多いほど吸収量が大で、また追肥の時期については開花前の追肥よりも開花始以降の追肥によって莢部吸収量が増大した。

(3) 収量調査結果

1960年の予備試験の結果は Fig. 6 に示すように、基肥窒素増量の効果はみられなかったが、追肥による増収傾向が認められた。よって1961年はこれらについてさらに試験を行ない、Fig. 8 に示すように追肥の効果が明らかに認められた。追肥の時期との関係については明瞭ではないが、開花始追肥処理が収量高く、追肥量が多い場合に増収が大であった。

Table 8 Yields of beans on the different application of nitrogen fertilizer at 1960

(kg/ 10a)

Base dressing nitrogen	After dressing nitrogen				
	Nothing	2.5kg per 10a			5.0kg per 10a B
		A	B	C	
2.5kg per 10a	256	261	264	279	269
5.0kg per 10a	244	—	286	—	—
7.5kg per 10a	266	—	—	—	—

A: about 10 days before flowering period

B: 10 days after at (A)

C: 10 days after at (B)

なお、基肥窒素量については2.5~7.5kgの段階では大差なかったが、10kgでは子実収量が多い傾向であった。しかし追肥処理はこれよりもかなり高い子実収量を示した。

莢莢収量については、開花前の追肥によって増大したが、開花終ごろのおそい時期の追肥ではあ

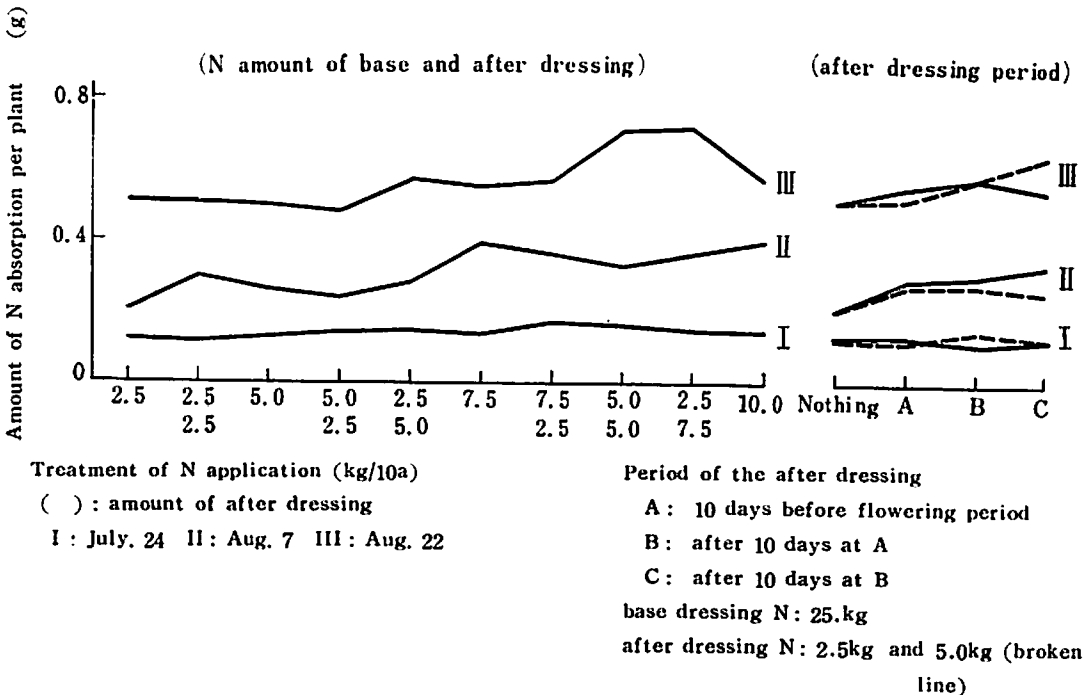


Fig. 7 Effect of N after dressing on the amount of N absorption with pods and seeds (1961)

まり差がなかった。

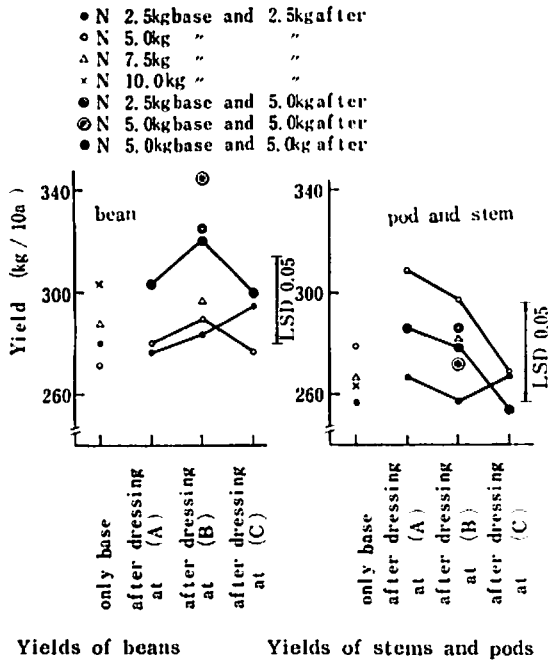


Fig. 8 Effect of N after dressing on the yield of Kidney beans (1961)

3. 後期窒素追肥の現地適応性

前項の試験の結果後期の窒素追肥による収量増加の可能性が認められたので、現地ほ場における実用性について検討を行なった。

これらの現地試験地は、沖積土の相川試験地を除いてすべて火山灰土であり、適潤型から乾性型火山性土の矮性菜豆主要作付地帯に試験地を設定した。

この収量調査結果は Table 7 のとおりであるが、子実収量については Fig. 9 に図示した。

これによれば、11 試験地中 8 試験地で明らかに追肥による子実収量増加が認められた。増収効果は、開花終ごりの追肥効果が大きい場合が多く、また、追肥量が多いほど効果が大きであった。

なお、増収効果の著しかった北伏古、鈴蘭および下佐幌試験地においては、追肥により明らかな莢英収量の増大が認められた。このうち、下佐幌・鈴蘭試験地は無処理(標準)区の子実収量はかなり低い水準にあり、北伏古・鈴蘭試験地は隣接ほ場に外観上明らかにダイズシストセンチュウの被害が認められた。前項の試験結果では、開花終ごりの追肥は莢英収量をほとんど増加させない

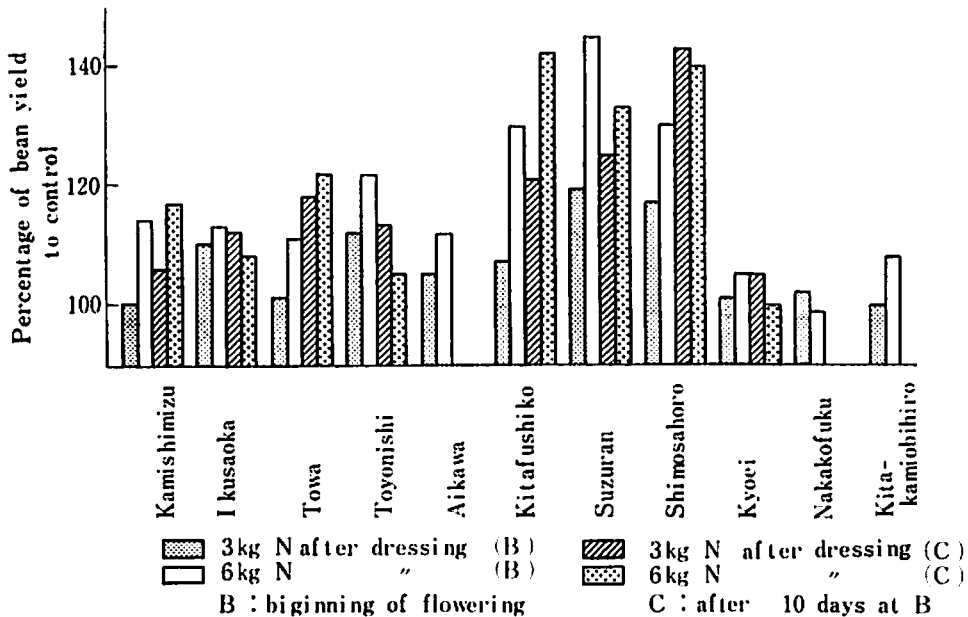


Fig. 9 Effect of N after dressing on the yield of Kidney beans at some locations in Tokachi district

Table 7 Effect of N after dressing on the yield and weight of 1,000 grains of Kidney bean

Treatment		Location										
		Kamishimizu (Shimizu T.)	Ikuoaka (Makubetsu T.)	Towa (Obihiro C.)	Toyonishi (Obihiro C.)	Alkawa (Makubetsu T.)	Kitafushiko (Memuro T.)	Suzuran (Otofuke T.)	Shimosahoro (Shimizu T.)	Kyoei (Otofuke T.)	Nakakofuku (Obihiro C.)	Kitakamiobihiro (Obihiro C.)
Yield of beans (kg per 10 a)	No treatment	164	210	179	206	283	165	141	109	195	140	216
	3 kg N after dressing (B)	164	231	181	230	296	177	167	128	198	142	216
	6 kg N after dressing (B)	187	238	201	251	316	215	204	142	204	138	233
	3 kg N after dressing (C)	174	235	211	233	—	199	176	156	205	—	—
	6 kg N after dressing (C)	193	226	219	215	—	235	187	153	194	—	—
Yield of pods and stems (kg per 10a)	No treatment	158	149	186	127	231	117	188	104	221	182	161
	3 kg N after dressing (B)	133	134	172	132	220	144	211	111	232	167	153
	6 kg N after dressing (B)	154	140	174	139	229	153	238	119	185	192	160
	3 kg N after dressing (C)	167	152	151	142	—	161	216	136	230	—	—
	6 kg N after dressing (C)	161	149	185	136	—	188	240	138	219	—	—
Weight of 1,000 grains (g)	No treatment	586	641	650	686	651	623	542	568	658	—	645
	3 kg N after dressing (B)	603	647	655	706	651	625	573	588	664	—	655
	6 kg N after dressing (B)	634	663	658	715	654	659	630	615	681	—	658
	3 kg N after dressing (C)	627	652	648	703	—	638	626	604	670	—	—
	6 kg N after dressing (C)	633	647	658	704	—	655	626	626	675	—	—

ことが認められており、他方、グイズシストセンチュウの被害対策として行なわれた窒素追肥試験²⁾の結果では、これら極端に窒素飢餓状態³⁾にある菜豆に対しては、開花終ごりの追肥によって子実収量のみならず、莢収量も著しく増大することがみられている。したがって、これら3試験地における著しい追肥効果は、きわめて低い窒素栄養条件における特殊な例であると考えられた。

一方、追肥効果のみられなかった3試験地のうち、共栄試験地は農家経営が小さく堆肥が多量に運用されている都市近郊ほ場であり、中幸福試験地は病害の発生もあったがクローバ緑肥鋤込み地で、さらに北上帯広試験地は開墾後4年目の新墾地であり、いずれも潜在窒素地力の高いほ場と考えられた。

なお、子実1,000粒重についてはTable 7に併記したが、窒素追肥による粒重増大の傾向が明らかであった。特に追肥による増収率が大きい場合に粒重増大が顕著な傾向であった。

IV 論 議

矮性菜豆に対する窒素用量試験の結果、ほかの畑作物とは異なり、窒素用量に応じてその収量が、増加→(停滞)→減少の傾向をとらず、収量停滞後さらに増収に向かう段階があることを認めた。この現象を窒素用量に対する「収量の中だるみ」と称することとしたが、この現象は大豆にはみられない⁴⁾特異的現象である。この中だるみ現象は単に子実収量が停滞するのみならず、莢収量もまた増加しなかった。

窒素用量を増すと初期の窒素含有率は高くなり、ある限度まではこれに伴って生育も良好となったが、開花始以降の窒素含有率は無窒素区と同程度かそれよりも低くなる用量段階がある。無窒素区は生育初期に黄緑色を呈し、窒素欠乏状態を示すが、根粒着生がきわめて多く、このため開花始以降には高い窒素濃度を維持したものと考えられる。根粒着生は施肥窒素によって著しく阻害される⁷⁾ので、用量増加は土壌中の窒素濃度を高め生育をおう盛にするが、一面では根粒着生を阻害することによって、開花期以降の根粒固定窒素の供給減少を意味することになる。したがって、生育量の増大に見合う窒素吸収が行なわれたとしても、その開花期以降の窒素栄養状態は必ずしも良好とはならなかったものであろう。すなわち、矮性菜豆は急激な開花に伴って莢の急激な増加と伸長が起こり、このため開花期以降一時的窒素飢餓が生ずる⁸⁾。初期生育量の増大は開花数の増大をもたらす、結果的にはこのような開花後における若莢の競合を激化するが、施肥窒素による初期生育の増大は、一面では根粒着生阻害による後期窒素供給面で不利な条件を惹起し、後期窒素栄養の不足を招来したものと考えられる。

これに対して、収量中だるみ後の高い窒素施用量においては、初期生育が異常に抑制されるが、開花後の生育はおう盛であり、体内窒素濃度は開花後も高い水準に保たれ、根粒固定窒素の供給が行なわれなくても、開花後の窒素栄養状態が高く維持され、結果的に高い収量を得たものと考えられる。すなわち、この用量段階での増収は、初期生育における異常に高い窒素栄養状態によるものではなく、むしろ過剰障害と考えられる初期の生育障害を脱した後の開花後における窒素栄養状態が良好に維持された結果である。したがって、菜豆における収量中だるみ現象は、施肥窒素による根粒固定窒素供給の減少と、さらに、開花後に多量の窒素供給を必要とする菜豆の開花登熟の特性によって生じたものと推定される。

なお、収量中だるみを越える窒素用量は、慣行施肥より著しく高く、発芽障害および初期生育の阻害が著しくて、実用しうる水準をはるかに越え

ている。しかし、以上の結果は、なんらかの方法によって後期の窒素栄養を高く維持することが、菜豆増収法として重要であることを示すものである。

多肥による発芽障害あるいは初期生育阻害を防ぎ、かつ後期窒素栄養を高く維持させるための方法としては、施肥位置(水平・垂直位置)の改善や施用時期(追肥)が考慮される。現在慣行として行なわれている条施施肥法における施肥位置の改善としては、種子直下を避ける側方施肥について、てん菜を対象として研究が行なわれ⁹⁾菜豆に対してもすでに検討されており¹⁰⁾、発芽障害を軽減する結果、欠株による減収を防いだが、積極的な増収とはならなかった。また、施肥深度についてもてん菜¹¹⁾や大豆¹²⁾について試験が行なわれ、大豆については発芽障害の軽減・根粒着生増加や若干の収量増加が認められた。しかし、大豆よりはるかに高い窒素用量を要求し、しかも大豆より浅根性である菜豆に対しては、上記のような施肥深度の改善効果をあまり期待できない。

よって、慣行の条施施肥体系における窒素の施用法改善の1つの方法として、生育の後半における追肥について検討し、基肥多量施用に基づく生育初期の障害性(発芽・初期生育抑制および根粒着生障害)を回避し、さらに開花後における窒素栄養状態を高く維持させた場合の効果を試験した。

この結果、追肥窒素はよく吸収され、成熟期における着莢数を増加させ、子実収量の増大をもたらすことが認められた。すなわち、追肥によって登熟前期における体内窒素濃度が高められ、その結果落葉がおそく成熟期まで生葉が着生し、登熟後期の着莢数の減少が緩和され、さらに莢部乾物重増大が促進されて子実収量が増大したものと考えられる。

しかし窒素の追肥効果は追肥の時期・量によって異なった。開花前の追肥は、草丈を伸長させ生育をおう盛にならしめ、莢伸長期初期の着莢数が、ほかの時期の追肥区よりも多かった。しかしこのような早い時期の追肥は、花芽分化をおう盛にするので、開花数の増加や若莢の多量の着生をもたらすが、かえって莢間の栄養競合を激化させ

るものと推測される。このため収穫期茎葉重が増大し、過繁茂による倒伏を招くほどであったが、成熟期の着莢数の増加および子実重の増大が、さほどみられなかったものと考えられる。これに対して、開花始における追肥は、分枝の生長がまだ行なわれ、かつ開花後における一時的窒素飢餓が起こるころに窒素吸収が増大することになる。したがって、生育量もやや増大し収穫期茎葉重も増加するが、莢伸長初期における着莢数が多くなり、さらに莢伸長期から子実肥大期にかけてみられる着莢数減少が緩和されて子実重増加が大となったものである。また開花終ごろの追肥による窒素吸収は、茎葉の伸展がすでに終わり、これらの乾物重が最大に達した時期以降に行なわれることになる。したがって、茎葉の生育量にはほとんど影響せず、かつ莢伸長初期の着莢数も多くはなかったが、莢伸長期以降の窒素濃度が高く維持され着莢数減少が緩和されるので、子実収量も増加したと推測される。

なお、菜豆においては菌核病をはじめ各種の病害がしばしばみられ、これらは茎葉過繁茂によって著しく蔓延して子実収量ならびに品質を低下させることがある。したがって、開花期における追肥は、茎葉が繁茂する割合には収量増加が少ないので、開花始以降の追肥よりも一層有利性が少ないと考えられる。

また、追肥の量については、この試験の範囲内の追肥量 (2.5~7.5 kg/10 a) では、その量が多いものほど窒素含有率の上昇や莢部乾物重の増加がみられ、子実収量も増大した。

このような結果から、開花後における窒素追肥の現地適応性を、十勝地方菜豆主要作付地帯において農家慣行栽培条件で調査した。潜在窒素地力が大であると考えられる新墾地、緑肥鋤込み地や堆肥連用地を除いて、開花始ごろから10日後くらいまでの追肥によって子実収量が増大し、開花以降の窒素栄養状態改善の効果を認めることができた。さらに、このような追肥によって、子実収量増加のみならず粒重の増大傾向も認められ、収穫物品質を高める効果もあり、かつその適応性は広いものと考えられる。

V 摘 要

- 1) 矮性菜豆に対して窒素施用量を増すと、10 a 当たり 3 kg 程度までは収量が増加するが、6~7.5 kg の窒素施用量では収量が停滞し、それを越えてさらに施用量を増すと収量が再び増加する。
- 2) 収量が停滞している窒素施用量範囲における菜豆の開花期以降の体内窒素濃度は、根粒着生の多い無窒素区と同程度かこれよりも低く、施肥窒素を増しても開花期以降の窒素栄養状態が良好にはならなかった。
- 3) この現象は、施肥窒素による窒素供給量増加と根粒固定窒素量減少との相互関係によるものであるが、菜豆の開花・登熟の特性とも関連して生じたものと推察される。
- 4) 収量停滞後の著しい窒素多量施用による収量の増大は、開花後の体内窒素含有率が高く維持されたことによるものであり、菜豆においては後期窒素栄養確保が重要であると考えられる。
- 5) このような高い窒素施用量は、発芽や初期生育の障害が著しく実用できないので、慣行条施体系における後期窒素栄養確保を目的として、追肥の効果を検討した。その結果、開花始から10日後までの追肥により着莢数の増加・粒重および子実収量の増大がみられ、その現地適応性も高かった。

文 献

- 1) 北海道立十勝農業試験場, 1964; 事業成績書, (未発表)。
- 2) 北海道農業試験場畑作部, 1959, 1960; 土壌肥料試験研究成績書, (謄写)。
- 3) 井上 寿, 1962; ダイズシストセンチュウに関する試験および調査, (謄写, 十勝農試, 十勝支庁)。
- 4) 岩淵晴郎, 1960; 菜豆の生育過程における栄養生理学的試験 (第1報) 無機成分の吸収について, 道農試集 6, 77-92。
- 5) ———, 1960; 菜豆の生育に及ぼす施肥の影響, 北農 27, 10, 3~4。
- 6) ———, 1963; ダイズシストセンチュウ被害大豆の無機成分と N 追肥の効果, 北農, 30, 4, 16-17。
- 7) 鎌田悦男, 1957; 大豆における根粒形成に関する生

- 理形態的研究, 1. 窒素供給量と根粒発達について, 日作紀, 25, 3, 145—146.
- 8) 串崎光男・石塚潤爾・赤松房江, 1964; 大豆の栄養生理学的研究(第1報) 根粒着生の状況が大豆の生育・収量・養分吸収に及ぼす影響, 土肥学雑誌, 35, 9, 319—322.
- 9) 松代平治, 1967; 根粒菌との関係よりみた菜豆の窒素栄養に関する研究(第1報) 種子の窒素含有率よりみた初期生育について, 土肥学会講演要旨集 13, 35.
- 10) ———, 赤城仰哉, 1968; ——— (第2報) 施肥窒素の意義および共生根粒菌の窒素固定力について, 土肥学会講演要旨集 14, 41.
- 11) 尾崎 薫・桜庭慎吾, 1967; 施肥位置がてん菜の生育収量におよぼす影響, 北農試集報 82, 16—22.

Summary

1) Yield of dwarf Kidney beans was increased with N fertilization, of which amount was up to about 3 kg/10 a of N application, and the increase in yield stagnated with 6.0—7.5 kg/10 a. However, in case of more N applied, the yield was increased more than that of the stagnating state.

2) In the stagnating level of yield, the nitrogen content in dwarf Kidney beans after time of flowering was the same or low value in comparison with that of non-nitrogen plots where a great deal of root bacteria bred, and though the amount of

applied-N was increased, the nutrient condition of nitrogen did not turn to the good after time of flowering.

3) It was supposed that this phenomenon was due to the correlation between the increase in applied-N and the decrease in nitrogen fixation by root nodule bacteria, and was also related to the characteristic of the flowering and the maturity in Kidney beans.

4) It was considered that, after the stagnating level, the increase in yield by remarkable applied-N was due to the high nitrogen component of the plant after flowering. Thus it was important to keep the high condition of nitrogen nutrition for the growth in the late stage of Kidney beans.

5) Such high level of nitrogen fertilization is not practical because of inhibiting the germination and the early growth. With the common banding fertilization, therefore, the top-dressing was carried out in order to maintain the nitrogen nutrition in late growth. And so, the yield and size of the beans, and the number of productive pods were increased by applying the top-dressing within ten days after the beginning of the flowering, and this was very practical for farm cropping.