

## 矮性菜豆の子実生産におよぼす窒素の影響

長谷川 進\*\* 野村 琥\*\*

Effects of Nitrogen Application on Seed Production  
of Dwarf Kidney Beans

Susumu HASEGAWA and Ko NOMURA

矮性菜豆「手無中長鶉」の生育期を6期に分け、窒素の供給について、A試験では、全期間無供給、全期間供給および各生育期毎に順次供給期間を延長する7区と、B試験では、生育期毎に供給を順次中断する6区を設け、子実生産に及ぼす窒素の影響を礫耕法により検討した。窒素は、60 ppmの1水準で供給した。その結果A試験では、子実収量は窒素の供給期間が長くなるにしたがい増大し、成熟期まで供給した区が最も高かった。また窒素の子実生産能率(部分収量/総収量)は、生育の初期と後期が低く、第2複葉展開期~英伸長終期にかけ高かった。B試験では、いずれの生育期に窒素を中断しても、子実収量は全期間供給に比べて低く、とくに開花期の中断によって結実率や着実数の減少が著しかった。以上により矮性菜豆の子実生産に対する窒素供給は、成熟期近くまで必要であり、とくに開花期以降の供給が著しく影響することが明らかとなった。

### I 緒 言

豆類は、根粒菌によって固定された窒素を利用するため、その窒素施用量は、他の作物に比らべて少ない。

しかし、豆類のうちでも菜豆は、大豆や小豆にくらべ施肥窒素量が多くなっている<sup>3)</sup>。この理由として、松代は<sup>17)</sup>、初期生育が旺盛であるにもかかわらず、根粒菌の働きが遅く、しかも弱いこと、また、種子中の窒素含有率が低いことなどを主にあげている。さらに、松代は<sup>16,17)</sup>、菜豆の根粒菌には、無効菌が多く、しかも共生関係においても特異性がみられることから、生育後期でも肥料窒素反応の高いことを指摘している。

また、岩淵らは<sup>8,9,10)</sup>菜豆の窒素施肥反応に特異性があり、窒素肥料の多施用により著しく増収することを認め、実際面における窒素の多量施肥法について二、三の報告をしている。

一方、豆類は、着蕾しても、途中で落花や落英(大部分)により最終成熟英が20~50%にすぎない<sup>2,20)</sup>。(うち菜豆では20~30%と低い)。この原因には、開花期間中の温度<sup>11)</sup>や水分<sup>12)</sup>の影響もあるが、落花は別として、落英の場合は、英の発育過程における栄養生長との競合によっておこる養分不足から生ずる場合(おもに窒素不足の影響大とされ<sup>6)</sup>、実際に葉面散布により落英の防止効果のあることを認めている<sup>7)</sup>)と炭水化物代謝産物の供給不足や不均衡からおこる場合<sup>4)</sup>とが考えられている。

そこで、筆者らは、菜豆の子実生産に対する窒素の時期的な役割について明らかにするため、窒素養分の供給を自由にコントロールできる礫耕法により、菜豆の生育、収量および収量構成要素と

1978年6月23日受理

\* 本報の一部は、1974年4月、日本土壤肥科学会で発表した。

\*\* 北海道立十勝農業試験場、河西郡芽室町

結実率におよぼす影響を試験した。また、併せて、窒素養分の菜豆に対する生産効率的な観点からも検討した結果をここに報告する。

本研究の遂行にあたり、楠隆前十勝農試場長、松代平治前十勝農試特別研究員（現、根釧農試場長）岩淵晴郎前十勝農試土壌肥料科長（現、中央農試化学部土壌肥料科長）には、終始有益な御助言を賜り、また、本稿を草するにあたり、中山利彦前十勝農試場長、後藤計二中央農試化学部長、森義雄中央農試畑作部長には、御校閲をいただいた。さらに、本研究の遂行にあたり重要な役割を果たした礫耕施設は、豆類基金協会よりの施設費で設置されたもので、それぞれ、各位に対し、深く感謝の意を表する。

## II 試験方法

本試験は、写真に示す礫耕施設を使い行ったものである。

### 1. 礫耕試験の方法

礫は、十勝川流域産の径2~10mm程度に篩別したもので、礫の使用にあたっては、前処理とし



礫耕施設

て正リン酸 ( $P_2O_5$  2000 ppm 相当) で24時間浸漬後水洗した。

培養液組成は下表に示す通りである。

上記のほかに微量元素 (Fe, Zn, Mn, Cu, Mo) を添加した。

pH は2~3日ごとに6.0~6.5の範囲になるように硫酸アンモニウムまたは苛性ソーダで調整し、さらに培養液の交換は、7~10日ごとに行なった。

### 2. 供試品種の選定

供試品種は、矮性菜豆の「手無中長鶉」を選んだ。その理由として、現在の基幹品種である「大正金時」は、礫耕法で栽培すると、開花期頃に根腐れが激しくなり以降の生育に支障をきたすことがみられるので、根腐れ現象がみられず、熟期もあまり差がない当品種を使って検討した。

### 3. 処理区別および耕種概要

本試験は、A、Bの二つからなり、A試験は、昭和46年度、B試験は、昭和47年に実施した。処理区別は、図1、2、表1、2に示した。

A試験は、5月23日ペーパーポットに川砂を入れ播種した。6月10日初葉展開時に礫耕ベットへ移植し、1ベットの株数は14株、1株2本立て、1区面積1.7m<sup>2</sup>、2連制で実施した。B試験は、A試験と同様な方法で5月28日播種し、6月12日移植、ほかはA試験に準じた。

なお、根粒菌の接種は、兩年とも行わなかったが、根粒の着生がみられた。しかし、根粒から供給される窒素量としては、後述するように極めて少ないものと推定された。

窒素の供給から欠除への切替時は、ネスラー氏

表1 A試験の供給時期に関する区分

区番号	通算供給日数	時期	各時期日数	備考
1	0		日	
2	18	I	18	初葉展開期~第2複葉展開期
3	25	II	7	第2複葉展開期~開花始10日前
4	35	III	10	開花始10日前~開花始
5	46	IV	11	開花始~開花中期
6	56	V	10	開花中期~莢伸長期
7	67	VI	11	莢伸長期~子実肥大初期(莢伸長終期)
8	99	VII	32	子実肥大初期(莢伸長終期)~成熟期

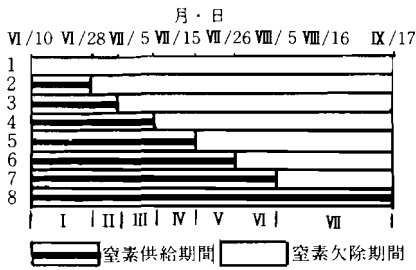


図 1 A 試験の処理区別

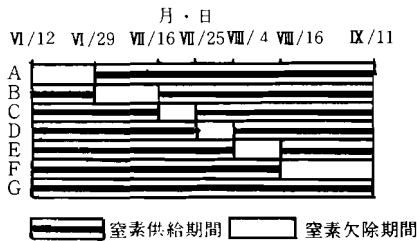


図 2 B 試験の処理区別

液反応が確認できなくなるまで水洗した。

この種の試験方法では、供給濃度を何段階か設けて検討されていることが多いが、<sup>5,13,18,19)</sup>本試験では、実際畑状態での生育量と大差ない状態で検討した。

### III 試験結果および考察

#### 1. A 試験 (窒素の供給期間の差異が生育収量に及ぼす影響)

##### (1) 生育状況

移植後、礫耕ベッドでの活着は順調で、その後の生育は、全期間窒素供給の(8)区では、圃場状態と殆んど差がなく経過し、終始正常な生育であった。

窒素の供給を断つと、各処理とも2~3日で葉

部の褪色がみられ、窒素欠乏の症状を呈し以降の生育において根粒着生による葉色の回復はみられなかった。

根粒の着生は、各処理とも若干みられたが、窒素無供給区(1区)の生育をみると、終始貧弱な経過をたどり、根粒菌による空中窒素固定量は、極めて少なく、殆んど無視し得る程度と考えられた。したがって、この試験の各処理において、窒素の供給を断っても、それ以降根粒着生による窒素固定量は、ほとんど無視し得るものと思われた。

##### (2) 成熟期における生育、収量および収量解析調査結果

落葉の拾集が困難であったため成績として完全を欠くが、まず、草丈、枝数など栄養体形成におよぼす窒素の供給期間についてみると、図3に示すように、草丈では開花始(4区)まで、枝数では開花中期(5区)まで高まるが、以降さらに供給を続けても増大がみられなかった。

次に、開花数に対する着莢数の割合を示すいわゆる結莢率におよぼす窒素の影響をみると、図4に示すように、供給期間が長くなるにつれ結莢率が徐々に高まり、着莢数が最高になる莢伸長終期すなわち、子実肥大初期(7区)まで供給した場合が最高となった。このように、後期まで窒素養分の供給が結莢率の向上(落莢防止)に関与していることがうかがえた。したがって、着莢数を十分に確保するには、生育ステージでみると、莢の伸長が終り、子実肥大の初期あたりまで供給する必要のあることを示している。

収量調査は、収穫物を茎、莢殻、子実に分けて風乾後測定した結果を表3、および図5に示した。

これによると、まず、茎重におよぼす窒素の供給期間の影響をみると莢伸長期頃(6区)までは、

表 2 B 試験の供給欠除期間に関する区分

供給欠除期間	欠除日数	備 考
	日	
A 期	17	初葉展開期~第2複葉展開期
B 期	17	第2複葉展開期~開花始
C 期	9	開花始~開花中期
D 期	10	開花中期~莢伸長期
E 期	12	莢伸長期~子実肥大初期(莢伸長終期)
F 期	26	子実肥大初期(莢伸長終期)~成熟期
G 期	0	初葉展開期~成熟期まで全期間供給

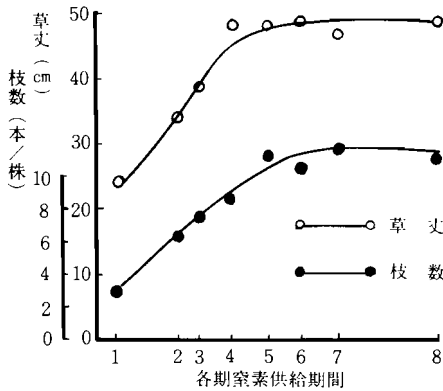


図3 窒素の供給期間と草丈、枝数の関係

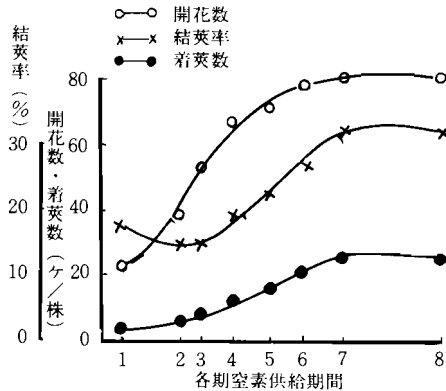


図4 窒素の供給期間と開花数、着莢数、結莢率の関係

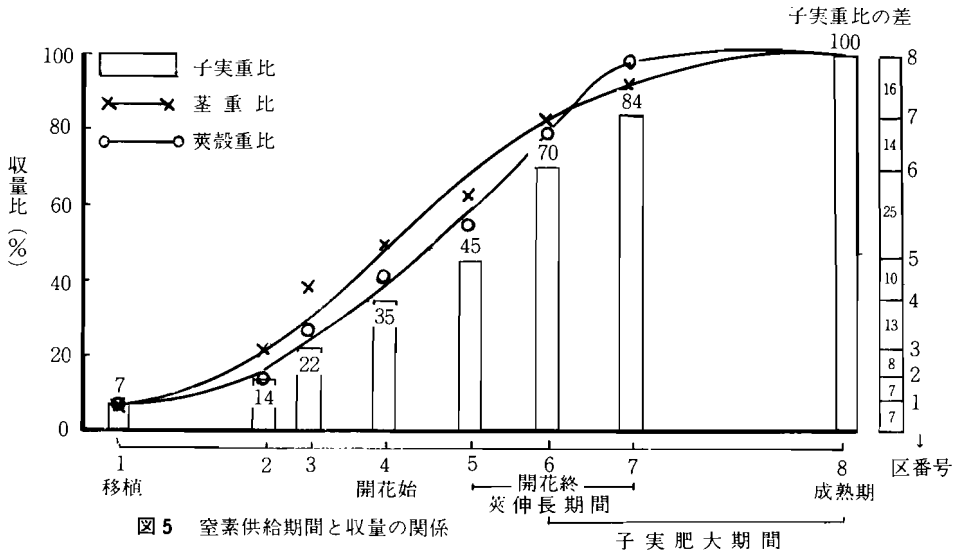


図5 窒素供給期間と収量の関係

表3 A試験の収量調査成績及びN分析成績(成熟期)

区番号	成熟期 月・日	収量調査 (g/ペット)			N 分 析 値*							
		莢重	莢殻重	子実重	N含有率 (%)			吸収量 (g/ペット)				
					莢	莢殻	子実	莢	莢殻	子実	計	
1	9.5	12.2	13.2	(7)	0.83	0.69	3.07	0.10	0.08	1.71	(7)	
2	9.6	42.4	32.5	108.5	0.83	0.61	3.04	0.35	0.20	3.30	1.89	
3	9.7	72.0	59.5	174.6	0.84	0.57	2.81	0.60	0.34	4.90	3.85	
4	9.8	93.2	89.0	283.4	0.66	0.57	2.84	0.62	0.50	8.05	5.84	
5	9.9	120.1	122.1	362.9	0.59	0.54	2.89	0.71	0.66	10.49	9.17	
6	9.12	154.1	174.7	563.4	0.68	0.52	2.80	1.05	0.91	15.79	11.86	
7	9.14	171.5	215.0	675.1	0.63	0.64	2.77	1.08	1.37	18.70	17.74	
8	9.17	186.6	220.5	803.9	0.96	0.55	3.12	1.79	1.22	25.08	21.15	

( ) 内は指数% \*Nの分析はケルダール法によった。

直線的な増大を示し、結局、全期間供給区(8区)が増大となり成熟期に至るまで窒素の効果がみられた。

また、莢殻重におよぼす窒素の影響をみると、前2葉展開～莢伸長期(2～7区)にかけ直線的な増加を示すが、それ以降の子実肥大初期から成熟期(7～8区)にかけては、ほとんど増加がみられない。このように、子実の「入れもの」と考えられる莢殻重への窒素の効果は、子実肥大が著しくなるまえあたりまでと考えられた。

子実重におよぼす窒素の影響は、全生育期間にわたり認められた。すなわち、窒素の供給期間が長くなるにつれ増加し、成熟期まで供給した8区が最高収量を示した。8区を100%とすると、7区が84%、6区が70%、5区が45%の指数を示し、また、その区間差でみると、開花中期～莢伸長期(5区～6区間のV期)が25%で最も大きく、続いて子実肥大初期～成熟期(7～8区間のVII期)が16%で大きく、さらに、6～7区(莢伸長期～子実肥大初期)のVI期の14%と生育の中期～後期において大きな数値がみられる。

この結果からみると、子実生産におよぼす窒素の効果は、生育全期間にみられるが、そのうちでも、莢の形成される前期あたりから粒肥大の著しい成熟期近くに向け、その効果の高いことを示している。

(3) 収量構成要素の解析調査結果

調査結果を図6に示した。まず、着莢数(完全粒が1粒以上入っている莢)および1株粒数(1

株着莢数×平均粒数)におよぼす窒素の影響は、子実肥大初期(7区)あたりまでその供給期間が長くなる程増加を示すが、7～8区間での増加はみられなかった。

また、平均1莢内粒数は、1、2区の窒素無供給および第2複葉展開時までの供給区においてやや低下がみられたが、開花始10日前まで供給の3区以降ほとんど差がみられなかった。

一方、粒肥大の充実度合を示す百粒重についてみると、窒素の供給期間が長くなるほど増大を示し、成熟期まで供給した8区が最大となり、とくに、子実肥大初期～成熟期(7～8区間)において著しい肥大がみられた。

このように、収量構成要素別に解析してみると、着莢数など粒数確保におよぼす時期は、莢伸長期終り(子実肥大初期)あたりまでとみられ、そのうちでも、開花中期から莢伸長期(V期)までが最も大であると考えられる。また、粒重への影響は、全期間にわたってみられるが、とくに粒数が確保されたのちにおいて顕著に作用するものと考えられた。これらのことは、岩淵らの報告<sup>7,8)</sup>、すなわち、「開花期の窒素肥料の追肥により着莢数および百粒重が高まり、子実収量が増加した」ということと一致している。

(4) 収穫物の窒素分析結果

収穫物を茎部、莢殻部、子実部の三部位に分けて窒素の分析を行った。葉部(葉身、葉柄)、根部については、拾集困難なため省略した。分析結果を表. 3および図7に示した。なお、吸収量は、

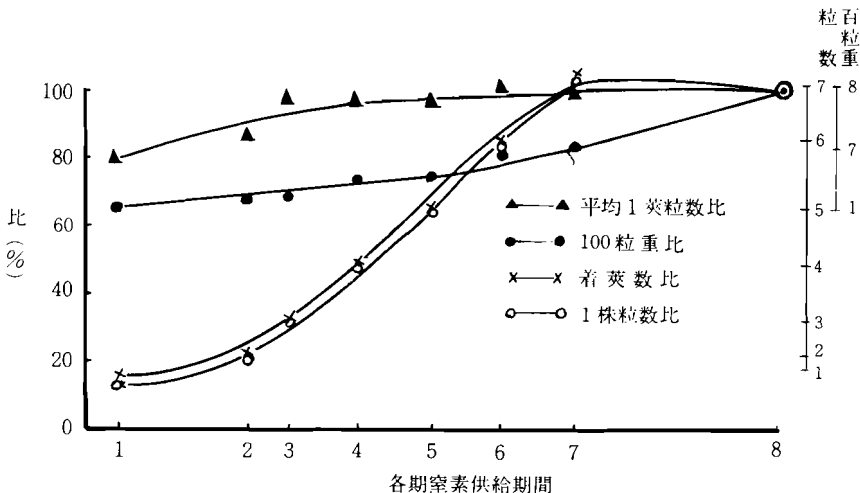


図6 窒素供給期間と収量構成要素の関係

葉部・根部を省いた値であるため真の値とは異なるが、葉部・根部は、吸収した窒素のかなりの部分が子実に移行されるので大きく影響することは少ないものと考えられる。

窒素の含有率をみると、1～7区までは、窒素の供給期間が長くなっても、各部位とも高まらなかったが、成熟期まで供給を続けると茎および子実の含有率が著しい上昇を示した。

また、窒素の吸収量は、子実収量の経過と同様に窒素の供給期間が長くなるにつれ高まり成熟期まで供給したものが最も高かった。

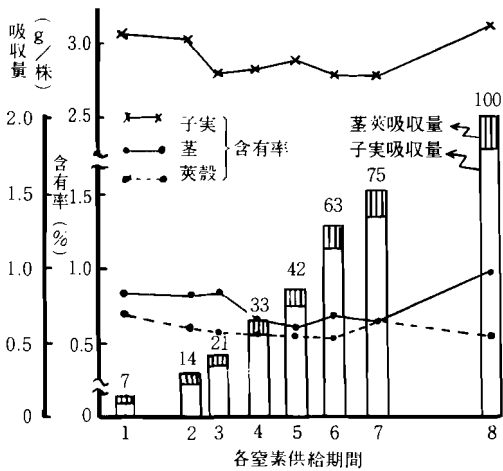


図7 成熟期における窒素含有率、吸収量

各区分差をみると、8区(成熟期まで)を100%とした場合、7～8区間(VII期)が全体の約25%の吸収割合を示し、5～6区間(V期)の21%を凌ぎ区間で最も高い吸収率を示した。

このように、窒素養分の吸収は、ほぼ成熟期までみられ、中でもVII期においては、含有率の上昇や著しい吸収がみられたことからみて、この時期の窒素は、粒重肥大および蛋白合成の上で大きく影響をおよぼしていた。

しかし、図8に示すように、各期間別1日当たり窒素吸収量をみると、4～5区間(IV期)および

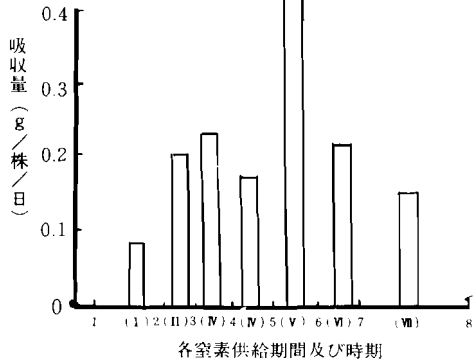


図8 各時期別窒素吸収量

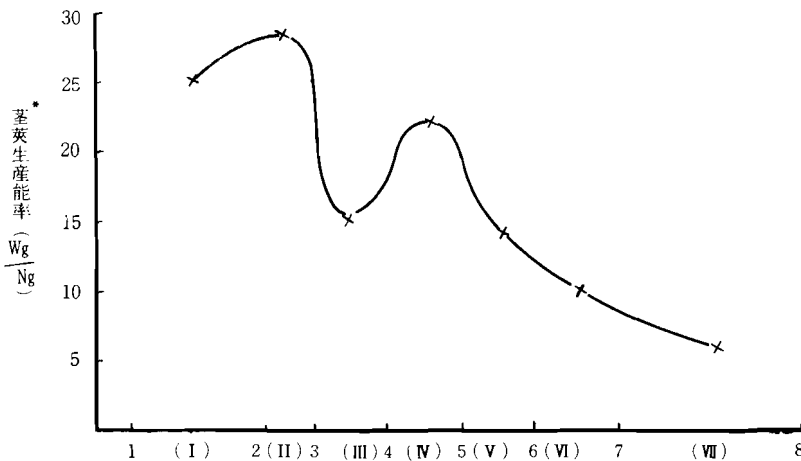


図9 各時期別窒素の茎莢生産能率

\*  $\frac{\text{茎莢重 No. } x}{\text{窒素吸収量 No. } x} - \frac{\text{茎莢重 No. } (x-1)}{\text{窒素吸収量 No. } (x-1)}$

5～6 区間 (V 期) の莢形成期頃が高く、7～8 区間 (VII 期) では、必ずしも高くなく継続的に吸収していることを示している。

(5) 窒素の生育時期別部分生産能率と 1 日当り子実生産量

窒素の生育時期別の生産能率については、木村・千葉<sup>13)</sup>、石塚・田中<sup>6)</sup>は水稻で、村山ら<sup>19)</sup>は、燐酸について大豆でそれぞれ報告している。同様に筆者らは、各生育時期別に窒素の部分生産能率を算出した。その結果を示すと、図 9、10 のとおりである。

まず、莖葉の生産能率をみると、生育の前期～中期 (I～IV 期) にかけて高い能率を示す (III 期にやや凹がある) が、その後は、生育が進むほど能率が低下した。これに対し、子実の生産能率は、I 期 (初葉展開～第 2 複葉展開) と VII 期 (子実肥大初期～成熟期) が低いが、莖葉増大の著しくなる II 期～着莢数の決まる VI 期にかけて高く (途中開花の最も盛んな時期の VII 期がやや低下がみられた) いわゆる山型を呈し、橋本<sup>1)</sup>が大豆で算出した推移とやや似ている。

一方、村山ら<sup>19)</sup>による各時期の 1 日当り平均子実生産量 (窒素吸収量と無関係にある時期における窒素供給が子実生産に貢献する割合を示す) についてみると、概ね、先の中期～後期でやや差異がみられた。すなわち、子実生産能率の場合は、II 期～VI 期にかけて比較的フラットに高く推移するが、1 日当り子実生産量の場合では、V、VI、VII 期のいわゆる莢形成から子実肥大の盛んな生育後

半の時期が I、II、III 期の生育前半の時期にくらべ高く推移し、しかも、V 期 (開花中期～莢伸長期) に明らかにピークがみられた。

このように、矮性菜豆の子実生産に対する窒素養分の貢献度は、生育後半の方がより高くしかも開花中期～莢伸長期にかけ最も高いことを示した。

2. B 試験 (窒素の供給欠除時期の差異が生育・収量におよぼす影響)

時期別に窒素供給を停止し、その窒素の欠除が生育・収量におよぼす影響を調査することにより、時期別に窒素の働きを把握するとともに、A 試験結果を裏付けようとした。その結果を表 4 および図 11～13 に示した。

(1). 生育面への影響

草丈をみると、表 4 に示すように、A 期 (初葉展開期～第 2 複葉展開期) と B 期の窒素欠除が著しい影響を受け、その後窒素を供給しても十分な回復はみられなかった。また、枝数は、表 4 に示すとおり A 期 (初期) は、分枝がまだ出ない時期でもあるので、その時期の窒素欠除は影響が少ないが、B、C 期における欠除は、著しく影響がみられた。

(2). 収量調査とその解析結果

収量におよぼす影響は、表 4 および図 11 に示すとおりで、窒素の欠除時期別減収割合をみると、全期供給の完全区 (G 時期) に対し、各欠除時期とも減少がみられた。すなわち、莖および莖葉重では、C 時期 (開花始～中間期) の欠除が最低で、

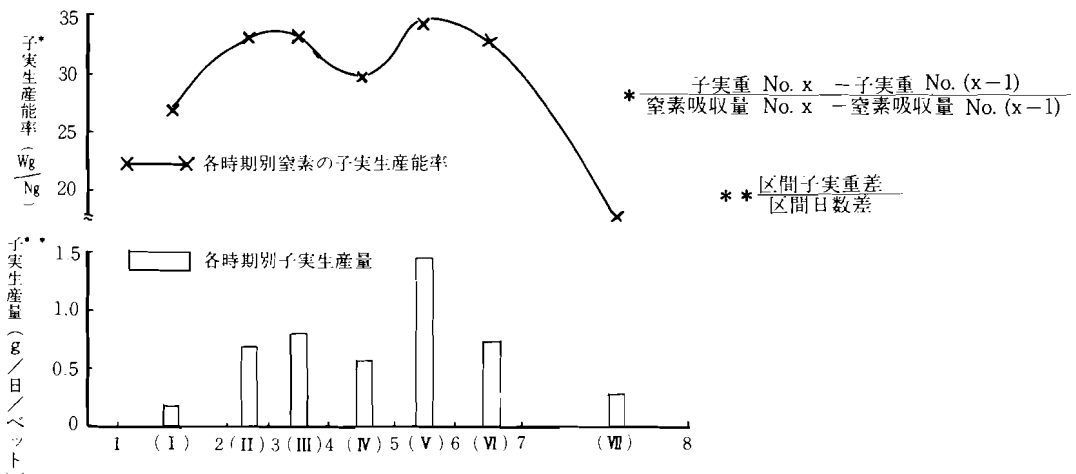


図10 各時期別窒素の子実生産能率及び一日当り子実生産量

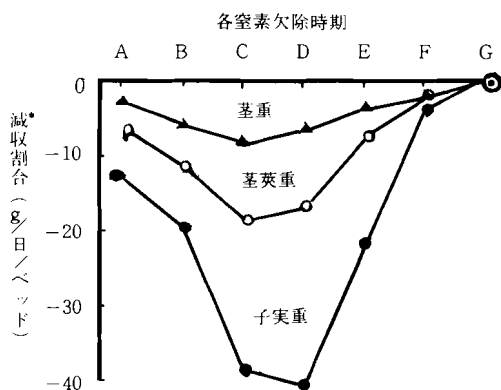


図11 各窒素欠除時期別収量の減収程度

\*  $\frac{G - \text{各欠除時期間収量}}{\text{各欠除日数}}$

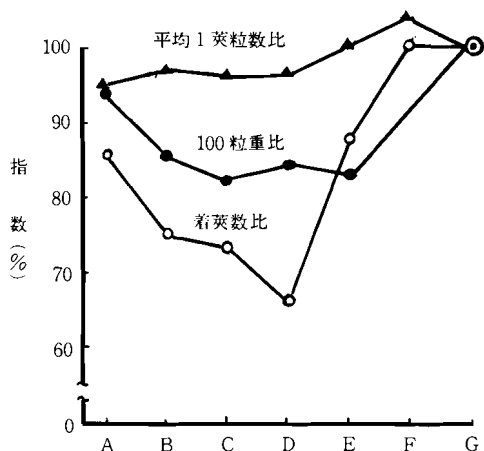


図13 各窒素欠除時期と収量構成要素の関係

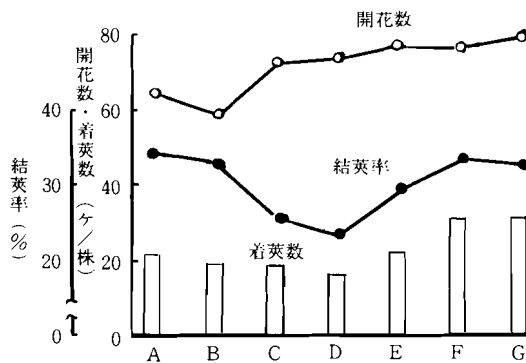


図13 各窒素欠除時期と開花数、結莢率、着莢数の関係

これより前後の欠除時期ほど減収程度が小さかった。

また、子実重では、C時期・D時期（開花中期～莢伸長期）の欠除が著しい減少を示し、この時期の前後ほど影響が少なかった。

次に、収量解析の結果によると、図12に示すとおり、平均1莢内粒数は、各時期とも欠除の影響がほとんどみられなかった。しかし、着莢数は、F時期（子実肥大初期～成熟期）以外減少を示し、とくにB、C、Dの各時期の欠除の影響が顕著であった。また、百粒重は、完全区（G時期）にくらべ各時期とも減少を示し、B～Fの各時期の欠除の影響が大であった。

つぎに、結莢率におよぼす影響を図13に示したが、C、D、E時期の窒素欠除により著しく減少がみられ、このうちでも、開花中期～莢伸長期にかけて欠除したD時期が最も著しい低下を示した。しかし、このC、D、Eの3時期以外の欠除

表4 B試験の成熟期における生育・収量調査成績

処理区別	成熟期月、日	成熟期		収量 (g/ベッド)			同左比 (%)		
		草丈 cm	枝数* / 1株	莖重	莢殻重	子実重	莖重	莢殻重	子実重
A期	9. 8	45.2	6.7	130.2	165.9	586.4	73	72	73
B期	9. 9	40.8	6.0	86.1	126.0	469.7	48	55	58
C期	9. 5	49.6	6.2	100.8	116.2	417.2	57	51	52
D期	9. 5	51.3	6.5	116.2	121.8	396.2	65	53	49
E期	9. 8	51.7	6.6	139.3	175.0	548.1	78	76	68
F期	9. 8	52.4	6.9	143.5	212.1	702.1	81	92	87
G期	9.11	51.8	6.8	177.7	229.4	803.9	100	100	100

\* 分枝数+亜枝数



の影響は、ほとんどみられなかった。

このように、B試験の結果においても菜豆の生育・収量におよぼす窒素の影響は、各時期とも認められたが、時期別に見ると、生育前期との窒素は、草丈や枝数など栄養器官確保の面に主に影響し、生育中期(開花始~莢伸長期)の窒素は、結莢率など着莢数に大きな影響を与え、さらに生育後期の窒素は、百粒重などおもに粒肥大面に作用していることがうかがわれ、それぞれ、生育時期によって、その形質におよぼす影響が異なることを認めた。

以上、A・B試験結果を通してみると、矮性菜豆の子実生産におよぼす窒素の効果は、生育の全期間にわたってみられるが、このうち、開花期~莢伸長期にかけて、生産能率や平均1日当り子実生産量が高く、また、この時期に窒素を欠除すると、結莢率が顕著に低下を示すことからみて、窒素供給にとって最も重要な時期と考えられた。さらに、子実肥大初期~成熟期は、生産能率や1日当り平均子実生産量でみると高くないが、粒肥大には、著しい影響をおよぼすので、前記時期につぐ子実生産に寄与する重要な時期であるといえよう。

したがって、これらの結果から、矮性菜豆の子実生産を高めるには、生育の中期から成熟期にかけ窒素を十分に供給できる耕種肥培を確立することが重要と考えられる。

### 引用文献

- 1) 橋本鋼二, "大豆の生育時期別発達に対する肥料並びに固定窒素の意義". 北農試集報, **99**, 17-29 (1971).
- 2) 平井義孝, "肥料3要素が大豆の落莢に及ぼす影響". 北農, **27** (8), 3-5 (1960).
- 3) 北海道農務部編, "北海道施肥標準", 1971, p. 10-12.
- 4) 石塚潤爾, "北海道の大豆の生育および子実たんばくの生成における可溶性窒素成分の栄養生理学的意義". 北農試研究報告, **101**, 51-121 (1972).
- 5) 石塚喜明, 田中明, "水稻の栄養生理". 養賢堂, 1963, 307 p.
- 6) 岩濶晴郎, "菜豆の生育に及ぼす施肥の影響". 北農, **27** (10), 3-4 (1960).
- 7) ———, "主要畑作物の施肥(豆類)". 石塚喜明監, 札幌, 北農会, 1960, p. 179-192. (北農研究シリーズIII).
- 8) ———, "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肥法の改善". 道立農試集報, **22**, 61-72 (1970).
- 9) ———, 高島晃, "—————".
- 第2報, 窒素全層施肥法の効果と実用性". 道立農試集報, **23**, 31-42 (1971).
- 10) ———, ———, 佐藤辰四郎, 野村琥, "—————, 第3報, 表面施肥法の効果". 道立農試集報, **26**, 59-68 (1973).
- 11) 岩見直明, "菜豆の生理的研究, 第2報, 落花について". 園芸誌, **20**, 53-57 (1951).
- 12) 加藤一郎, 坂口進, "大豆不稔実粒の発生機構並にその防止に関する研究". 東近農試研究報告, **1**, 115-126 (1954).
- 13) 木村次郎, 千葉春雄, "窒素養分の水稻生産能率に対する吸収経過による分解的研究". 土肥誌, **17**, 481-497 (1943).
- 14) 昆野昭岐, "ダイズの子実生産機構の生理的研究, 第1報, 開花期間中の肥料要素欠除が体内成分並びに子実生産におよぼす影響". 日作紀, **36**, 238-247 (1967).
- 15) 松代平治, "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 (1967).
- 16) ———, "—————".
- 第4報, 窒素用量試験からの考察". 土肥学会講演要旨集, **16**, 47 (1970).
- 17) ———, "豆類の栄養特性と施肥". 農及園, **46**, 167-171 (1971).
- 18) 村山登, 河原崎裕司, "大豆の磷酸栄養に関する研究, 第1報, 磷酸の供給期間が生育収量に及ぼす影響". 土肥誌, **28**, 191-193 (1957).
- 19) ———, ———, "—————".
- 第2報, 磷酸の生産能率について". 土肥誌, **28**, 247-249 (1957).
- 20) 三分一敬, "大豆の開花および着莢様式についての品種間差異". 北農, **31** (5), 1-5 (1964).

## Effects of Nitrogen Application on Seed Production of Dwarf Kidney Beans

Susumu HASEGAWA\* and Ko NOMURA\*

### Summary

The following is a summary of the results obtained by the two experiments aimed at examining effects of nitrogen application on seed production of dwarf kidney beans using a gravel culture.

Experiment A:

1. Nitrogen application affected seed production of dwarf kidney beans at each of the growing periods; namely, the maximum seed yield was obtained by supplying nitrogen throughout the growing season. As to the periods of nitrogen application, the period from midflowering to pod lengthening influenced the seed yield most, followed by the period from the initial stage of pod filling to the stage of maturity.

2. Efficiency of nitrogen application in seed production was high from the stage of second foliage development to the end of pod lengthening, but was low at the stages of initial growing and podfilling.

3. Concerning the influence of nitrogen application on the rate of pod lengthening, the observed trend was that, according as nitrogen was continuously supplied until about the final stage of pod lengthening, the influence became stronger.

Experiment B: Each period of growth showed a decrease in seed yield when nitrogen was not supplied, the yield being smallest during the flowering period if lacking a nitrogen supply, namely, the rate of podding and the number of pods were lowest.

From these results, it was clear that nitrogen application was necessary for seed production of dwarf kidney beans throughout the entire growing season and that, above all, nitrogen supplied after flowering had a remarkable effect on the seed yield.

\* Hokkaido prefectural Tokachi Agricultural Experiment Station, Memuro, Hokkaido, 082 Japan.