

小豆の無機栄養に関する調査

第I報 窒素, 燐酸, 加里, 石灰の吸収について

山内 益夫[†]

STUDIES ON THE INORGANIC NUTRIENTS OF THE AZUKI-BEAN PLANT.

I) On the Absorption of Nitrogen, Phosphorus,
Potassium and Calcium.

Masuo Yamanouchi

小豆(宝小豆)を十勝地方の火山性土壌に普通栽培した。その生育状態を調査し、大豆、菜豆と比較して、小豆の生育の特徴を明らかにした。さらに、その生育に際して、窒素、燐酸、加里、石灰などの無機要素の吸収状態ならびにそれら無機要素の葉、莖、莢への分布の状態を調査した。

小豆は十勝管内における主要畑作物の1つとなっており、その栽培面積は約2.5万haに達している。しかしその収量は、不安定で年次による変異⁷⁾は非常に高く、このことが換金作物の中でもとくに投機性を強め、無理な作付けをしい、計画的な農業を行なう際に障害となっている。したがって生産性の向上をはかり、かつ安定した栽培法を確立することが緊急の課題とされている。それが解明の手段の1つとして施肥技術がある。そこで、作物の生育、養分吸収の特徴を把握することが合理的な施肥を行なう上の基礎であるとして、すでに十勝地方においても大豆⁸⁾、菜豆⁹⁾でその生育経過ならびに養分吸収経過について詳細に検討されている。しかし、小豆については、その種の研究は例が少ない。⁸⁾

そこで本報告では最も普及度の高い品種について、その生育過程を調査し、小豆における無機養分の吸収、蓄積の特徴を把握し、施肥合理化の資に供せんとして本調査を行なった。ここにその概要を報告する。なお本報告はすでに十勝農学談話会、北農研究発表会において発表したものを取り

まとめたものである。

本調査は道立農試十勝支場長三島京治氏、同土壤肥料課長岩淵晴郎氏および同課研究員平井義孝氏にご援助をいただいた。付記して感謝の意を表する。

I 調査方法

供試品種および材料

供試品種 「宝小豆」

耕種肥培法 十勝支場標準耕種法にしたがい、畦幅50cm, 株間25cm, 1株2本立て、施肥量は10a当たりN 2.5 kg, P₂O₅ 8 kg, K₂O 5 kgでそれぞれ硫安、過石、硫加にて作条施用し、苦土はドロマイト 10kg を全面撒布した。

供試材料 1960年5月23日に播種し、第1復葉展開時に第1回採取を行ない、以後10日おきに成熟期まで計9回採取して供試した。落葉はできる限り回収し、供試材料に含め、落花、落莢は対象としなかった。同試料採取後当該の調査をし、ただちに葉、莖および莢に分け水洗、乾燥(60°C)後粉碎し分析に供した。供試小豆の一般的な生育は次のとおりである: 播種後低温過湿のため発芽は遅れ(6月14日)たが、不揃いの傾向はなか...

た。6月下旬から8月上旬までの高温多照により、生育の遅れは取りもどされた。草丈はその間徒長気味となり、8月中、下旬に一部倒伏もみられた。登熟は倒伏箇所は別として順調に経過し、収穫期に達した。なお、病害の発生は倒伏箇所に一部菌核病の発生をみた以外著しいものはなかった。以上のような経過をとり作柄は普通であり、やや徒長気味ながら、同品種の正常の生育状態をしていたものと解される。

分析 方法

窒素はセミクロキエールダール法、ほかは乾式灰化後磷酸は磷モリブデンブルーの比色法、加里は焰光分析法、石灰は硝酸石灰沈澱の過マンガン酸加里滴定による容量法によった。

II 結果および論議

生育 概況

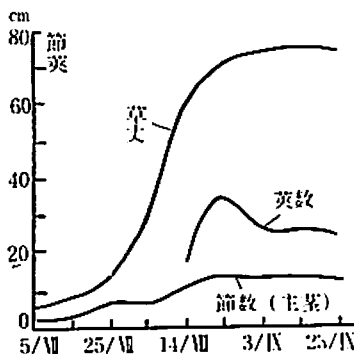
各試料採取時期における生育状況は第1表に示した。なお、生育段階において開花終了後、子実形成の期間を葉豆の区分⁷⁾にしたがい莢伸長期、子実肥大期、後熟期の3つに分けた。

第1表、第1図に示すように、草丈は開花前の伸長は非常に遅く、開花後急激に伸長をみせ、開花終了時にその伸長はほとんど止まる。主莖節数は開花最盛期ころにほぼ一定に達する。分枝は第4複葉展開期ころから出始め、開花始めころまでに2~3本の枝となる。莢数は莢伸長期に最高に達し以後減少する経過をとる。

第1表 生育 概況

| 試料番号 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
|----------|--------|--------|--------|---------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 採取月日 | 7月5日 | 7月15日 | 7月25日 | 8月4日 | 8月14日 | 8月24日 | 9月3日 | 9月13日 | 9月23日 |
| 播種後日数 | 41日目 | 51日目 | 61日目 | 71日目 | 81日目 | 91日目 | 101日目 | 111日目 | 121日目 |
| 草丈 (cm) | 6.9 | 8.9 | 15.6 | 29.8 | 60.3 | 72.5 | 74.0 | 74.8 | 74.7 |
| 主莖節数 (節) | 2.1 | 3.2 | 6.3 | 7.5 | 12.6 | 13.8 | 13.2 | 13.5 | 13.6 |
| 分枝数 (本) | — | — | 1.8 | 2.6 | 2.3 | 3.0 | 2.5 | 2.5 | 3.0 |
| 着莢数 (ヶ) | — | — | — | — | 15.8 | 34.6 | 26.7 | 27.0 | 24.8 |
| 乾物重 | | | | | | | | | |
| 葉 | 2.25 | 0.78 | 2.73 | 6.4 | 11.0 | 15.7 | 15.2 | 13.4 | 10.0 |
| 莖 | 0.04 | 0.13 | 0.57 | 1.8 | 4.5 | 7.2 | 10.0 | 10.4 | 6.6 |
| 莢+子実 | — | — | — | — | 0.23 | 0.57 | 11.2 | 32.8 | 33.8 |
| g/個体 | | | | | | | | | |
| 子実 | — | — | — | — | — | — | 7.34 | 26.5 | 29.4 |
| 総重 | 0.29 | 0.91 | 3.30 | 8.2 | 15.73 | 23.47 | 36.4 | 56.6 | 50.4 |
| 生育過程 | 第1複葉展開 | 第2複葉展開 | 第5複葉展開 | 8月1日開花始 | 開花終了 | | 子実肥大期 | | 後熟期 |

第1図 生育 概況



乾物重の推移も草丈の伸長と同じく、葉、莖は開花前は増加割合が少ないが、開花後急激に増加をみせ、葉は莢伸長期に、莖は後熟期にそれぞれ極大となった後、減少を始める。莢部(子実を含む)は莢伸長期から急激に増加し、子実の充実をみせる。(第6図)

これらの生育概況にみられる特徴をほかの豆類と比較して^{7) 12)} 検討すると次のとおりである。すなわち「宝小豆」の播種後収穫までの所要日数の半ばである60日目の調査では、草丈は 15.6 cm (最高74.8cm) であり、一方菜豆、大豆では同じく半分の所要日数で、「大手」132.0cm (最高142.7cm)

「手無中長鶉」39.0cm (65.7cm), 「紅金時」27.8cm (43.4cm), 「大正金時」31.9cm (47.1cm), 「十勝長葉」26.9cm (83.7cm), 「大谷地2号」36.6cm (91.7cm), 「鈴成」28.4cm (66.9cm) というように「大手亡」以外はかなりの伸長をしている。また葉の乾物重では、「宝小豆」2.7g (最高15.7g), 「常富長鶉」8.8g (11.53g), 「紅金時」11.8g (13.4g), 「十勝長葉」13.3g (29.0g), 「大谷地2号」10.9g (20.1g), 莖重では「宝小豆」0.57g (10.4g), 「常富長鶉」7.1g (11.3g), 「紅金時」9.0g (12.2g), 「十勝長葉」8.0g (16.9g), 「大谷地2号」6.5g (13.7g) であり、「宝小豆」が非常に低い。以上のように明らかに初期生育が非常に遅いという特徴を有する作物であることがうかがえる。またその間の主莖節数をみると約6節となり平均節間長は2.6mに過ぎないが、その後20日間(60~80日)で草丈は60.3cmとなり、その間の平均節間長は6.4cm以上となる。これは出葉速度が早まると同時に節間伸長も著しく増し、急激な草丈伸長の主因となっている。

さらにまた、子実肥大の様相を大豆、菜豆と較べると次のようになる。「宝小豆」では莢部が0.57gから32.8gになるのに30日を要し、「常富長鶉」では1.83gから22.53gになるのに32日、「紅金時」では3.67gから29.17gになるのに39日、「大手亡」では1.43gから29.88gになるのに39日、「十勝長葉」では3.1gから28.1gになるのに58日を要する。大豆は蛋白合成作物であり

それが同じマメ科でも比較的澱粉作物とみなされる小豆、菜豆より長日を要するのかもしれないが、同じ澱粉作物である菜豆と比較しても、小豆では莢部の肥大が急激に行なわれることがうかがわれる。

以上のように栄養生長、生殖生長とも大豆、菜豆に較べ非常に短期間に営まれ完成されるのを特徴としている。

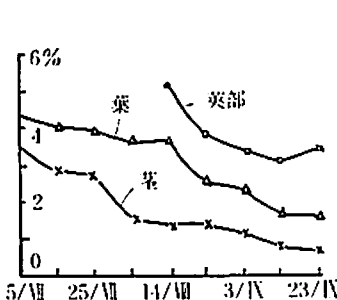
無機成分含有率の推移

各時期の含有率を別表1に示した。

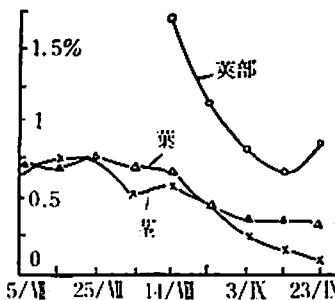
窒素含有率の推移は第2図に示したとおり葉においては、莢伸長初期(80日)までは漸減するけれども、比較的高含有率に保たれ、葉の細胞充実に寄与していることがうかがわれる⁶⁾。その後急減し莢部形成のために使用される。莖においては、80日まで急激に含有率を減少せしめる。その後草丈伸長がほぼ定まってからの含有率の変化は少なく、子実肥大後期に入って莢部への転流を示し減少する。莢部(子実を含む)における初期の高含有率は、子実、莢の細胞形成などの作用にあずかるためであろう。その後の同化産物の急激な集積により、窒素含有率は相対的に減じてゆき、後熟期に入ってから含有率は高まった。

磷酸含有率の推移は第3図に示した。葉では窒素と同様、莢伸長期の初期(80日)までは0.7%前後でほぼ一定な値を保ち、その後莢伸長期にかけて、含有率を急速に減じ子実肥大期に至ってほぼ一定となる。莖では、第6複葉展開(60日)までは、葉とほぼ同含有率に経過し、その後莢伸長

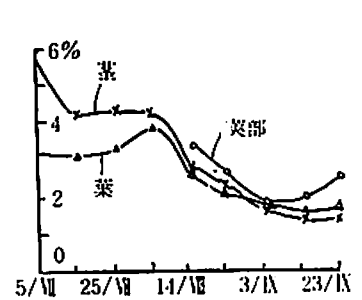
第2図 窒素含有率



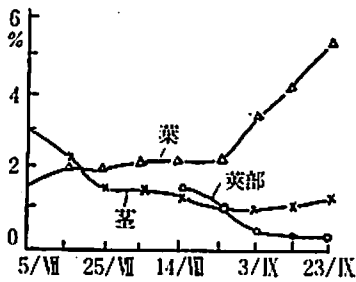
第3図 磷酸含有率



第4図 加里含有率



第5圖 石灰含有率



期までの栄養生長および盛期には0.5～0.6%とほぼ一定に経過し、その後は後熟期まで含有率を減少する。莢部においては、細胞核蛋白合成元素として結莢初期に非常に高含有率となり、その後は窒素同様相対的に含有率を減少してゆき後熟期にいたり高まった。

加里含有率の推移は第4図に示した。その生理作用は明らかではないが、ほかの窒素、リン酸とやや異なった推移をとる。すなわち莢伸長期までは莖の含有率は葉よりも高く、また莢部の含有率は他器官に較べ高くない。器官別では葉においては、生育初期から開花期(70日目)にいたる長い期間その含有率を漸増してゆき、その後急激に減少し、後熟期にいたって上昇する。莖では、第1複葉展開時期(40日目)は非常に高含有率で、その後開花期までほぼ一定で、莢伸長期からは葉に較べると同様急減して、子実肥大後期以後の減少は非常に少ない。莢部では、伸長肥大に伴ないほかの要素と同様減少するが後熟期にいたっての増加は少ない。

石灰含有率の推移は第5図に示した。石灰はほかの要素と異なり、移行しづらい要素といわれるように、葉においては、90日以後莢部の生長がおう盛になってゆきにつれて、その含有率を急激に増加してゆく。莖部では第3複葉展開期(50日目)まではやや高いが、その後はほぼ一定で推移する。莢部では、伸長肥大とともに漸減する。

以上の経過からみて大豆(大谷地2号)、菜豆(紅金時)、小豆(宝小豆)について、窒素、リン酸、加里、石灰の含有率の推移を比較してみると、播種後40日、開花始め、子実肥大期、成熟期と生育過

程で大きく分けた場合、「大谷地2号」の莖、ならびに子実における窒素、同じく葉における石灰が特異的である以外その推移の傾向は酷似していることが知れた。これは生育過程別の各器官の役割りは、ほぼ同じものであることを示すことと解される。しかし、実際には前述のように、その各豆類の生育の状況が著しく異なるために、同一生育日数について、その傾向をみた場合は、著しい差となってあらわれ、このことが豆類ということで施肥を一率に律することの不合理なることを示唆するものと考えられる。

養分吸収量の推移

以上の無機成分含有率から個体当たりの器官別吸収量を算出し別表2および第7～10図に示した。窒素は第7図に示すように、葉では第2複葉展開後急速に吸収が行なわれるが、莖では開花後に急増する。莖葉に吸収蓄積されていた窒素は、莖と葉でその時期をやや異にするが、莢、子実の伸長肥大の盛んな時期にいたって、転流し減少する。しかし莖葉内における減少量がすべて子実に移行したと仮定しても、第2表に示すように子実の全吸収量の32%にすぎない。さきに、大豆¹⁾菜豆²⁾について明らかにされているとおり、小豆においても子実中の窒素は量的には根からの供給に依存する割合が大である。窒素の器官別分布割合は別表3に示すように乾物重の器官別構成割合と比較してみると、葉では子実肥大期まで乾物構成割合より高く、その後漸次低くなり、莖では全期間乾物構成割合より低くなり、莢部では全期間高くなっている。

リン酸は第8図に示すように、吸収量はほかの要素より著しく低く、その吸収状態は乾物重の推移ならびに窒素の吸収の推移とやや異なる傾向を示す。すなわち莢伸長期の吸収量が比較的少なく、子実肥大期に入って吸収量を急激にます。莖葉内のリン酸は莢伸長初期を頂点として以後減じ、第2表のようにその移行率はほかの要素に較べ最も高く、かつ速か(別表2)で、このことは子実肥大期(90日目)の莢部リン酸の40%強が莖葉からの移行物でまかなわれるということにみられる。しかし、最終的な子実吸収部に占める割合は30%にすぎず

第2表 無機成分移行率

| | | 最 高 成 熟 期 期 | | 移 行 量 | 移 行 率 |
|---|----|-------------|---------|---------|-------|
| | | 吸 収 量 | 存 在 量 | | |
| 葉 | 窒素 | 394.9mg | 168.0mg | 226.9mg | 57.5% |
| | 窒素 | 76.9 | 31.0 | 45.9 | 59.7 |
| | 加里 | 336.0 | 250.0 | 86.0 | 25.6 |
| 莖 | 窒素 | 115.0 | 41.6 | 73.4 | 63.8 |
| | 窒素 | 35.3 | 6.6 | 28.7 | 81.3 |
| | 加里 | 164.2 | 96.4 | 67.8 | 41.3 |
| 莢 | 窒素 | 98.7 | 47.6 | 51.1 | 51.8 |
| | 窒素 | 25.0 | 12.7 | 12.3 | 49.2 |
| | 加里 | 56.2 | 14.4 | 41.8 | 74.4 |
| | | 55.5 | 53.4 | 2.1 | 3.8 |

第3表 移行量が子実全吸収量に占める割合

| | 窒 素 | 磷 酸 | 加 里 | 石 灰 |
|-----------------------------------|--------|-------|-------|------|
| 全 移 行 量 (mg) | 351.4 | 86.9 | 195.6 | 38.3 |
| 子 実 吸 収 量 (mg) | 1094.8 | 288.1 | 502.7 | 41.2 |
| 移 行 量 の 子 実 吸 収 量 に し め る 割 合 (%) | 32.1 | 30.2 | 38.9 | 93.0 |

窒素と同様、後期まで根から吸収される必要がある。また、器官別分布の状態(別表3)は、葉において開花始めの時期に乾物構成割合よりやや高く、同期に莖で低い以外、子実肥大期前には、莖葉では乾物構成状態と大差なく、子実肥大期以後は、急激に低くなっている。また莢部では終始高く、澱粉蓄積に対する磷酸の役割りの重要なこと⁹⁾がうかがわれる。

加里は第9図に示すように、吸収量は窒素について高く、その吸収状態は生育初期から子実肥大後期まで漸増し、後熟期にはほとんどその吸収がみられない。莖葉では莢伸長期(90日目)に最高となり、以後移行量が吸収量を凌駕するが、その移

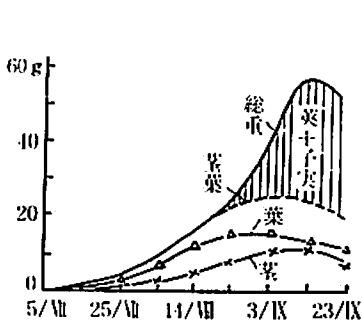
行率は第2表のように莖葉においては磷酸、窒素よりも著しく低くこれは葉豆⁷⁾における莖葉の加里の移行率の高いのとは、趣きを異にする。しかし子実の要求量も低く、また莢からの移行が逆に窒素、磷酸よりも高く、移行加里の子実吸収加里に占める割合は窒素、磷酸よりも高くなっている。吸収加里の分布状態は別表3に示すように、ほかの要素と比較し、生育全般にわたって莖に占める割合が著しく高いのを特徴としている。

石灰の吸収状態は、第10図のとおり、葉では、生育とともに、その吸収量を増し、莖も子実肥大期まで漸増する。莢にしめる割合はきわめて低い。別表3にもみられるが、すでに知られているように^{11) 2) 7) 11)}石灰は莖葉とくに葉部に沈積する要素であることが、小豆でもうかがえる。しかし、村山ら¹⁰⁾が成熟期におけるある程度の移行の可能性をのべているように、この場合莖からの移行が認められ、子実の石灰は、これでほぼ充足されている。

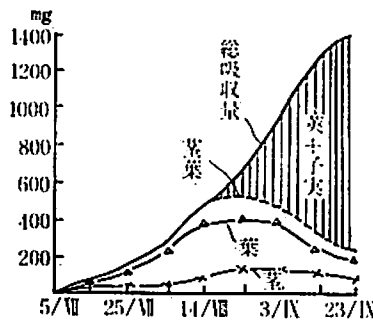
以上の結果によれば栄養体の生長の最も活発な時期は開花時期に始まり、その頂点が子実肥大の始まる時期となる。ただし窒素、磷酸、加里はそれよりも10日ほど前に、栄養体の最高吸収量となる。子実肥大期には前述のとおり、莖葉からの移行による量よりも、根からの直接吸収した量の占める割合が高いことから判るように窒素、磷酸、加里の吸収は、この期に最もおう盛なものとなる。また石灰は栄養体の生育が止まったあとは、その増加は少ない。

これらのことからわかるように、吸収無機養分の80%前後は開花(70日目)後に吸収される。これ

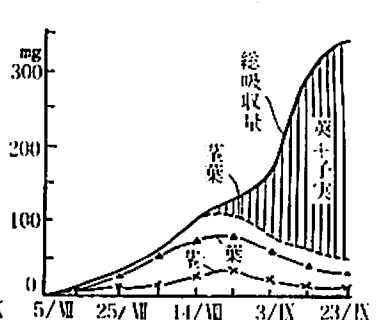
第6図 乾物量



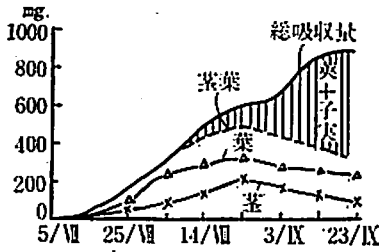
第7図 窒素吸収量



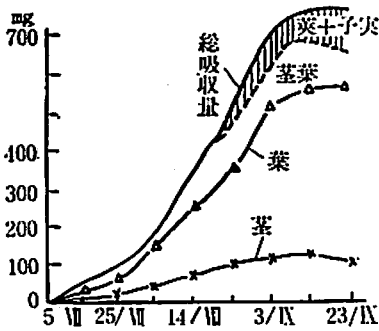
第8図 磷酸吸収量



第9図 加里吸収量



第10図 石灰吸収量



は大豆、菜豆でもそれぞれ生育後期の占める割合は多少異なるが、その重要性は同じであり、菜豆¹²⁾ではすでに、窒素の後期追肥の効果が認められており、大豆¹³⁾ではリン酸の施肥位置が検討されている。しかし、窒素に関しては、根瘤菌の窒素固定力が、それぞれ豆類で異なっている⁵⁾ので菜豆における窒素の後期追肥の効果が、小豆でも同様に期待できると断ずるのは早計で、さらに検討の要がある。

茎葉の窒素、リン酸および加里は登熟経過とともに減少するが、その移行率は、大豆⁴⁾、菜豆⁷⁾、小豆と比較した場合、窒素、加里は大豆>小豆>菜豆となり、リン酸は小豆>大豆>菜豆の順に移行率は低くなる傾向にある。しかし、移行量の子実吸収量に占める割合は各要素とも大豆>小豆>

菜豆となる。また10a当たりの要素吸収量および圃場からの収奪量(葉は圃場に還元されるので茎および莢の含量をもって示した)を算出すると第4表のようになる。

収奪量は窒素、加里、リン酸、石灰の順で、後二者は少ない。また加里の収奪量は大豆、菜豆に較べ非常に少なくなっている。

III 摘 要

十勝支場の圃場に「室小豆」を栽培し、その無機養分の吸収を時期的に追跡した。これを要約すると次のとおりである。

- 1) 初期の生育は緩慢であり、また栄養生長、生殖生長のおう盛に営まれる期間が短い。
- 2) 窒素は、とくに栄養生長期の葉、生殖生長期の莢部において重要な位置を占める。
- 3) リン酸は、とくに莢部において、重要な要素のようであり、移行率は最も高いが、その子実に占める割合は低い。
- 4) 加里は茎葉に占める割合がほかの要素よりも多いことを特徴とし、また後熟期には、あまり吸収されない。移行率は低い、その子実に占める割合は高い。
- 5) 石灰はすでにいわれているとおり、葉に蓄積することを特徴としている。
- 6) 施肥面に対しては、窒素、リン酸、加里とも施肥した時期よりも、60日以降にその吸収量を急激に増し、そのことが施肥技術上とくに重視する必要が考えられた。

参 考 文 献

- 1) 青木茂一、1956; 土壤と植生(養賢堂): 485~486
- 2) 出口正夫、太田安定、1959; カルシウムの生理作用に関する研究(第1報)土肥誌 30(3): 108~112
- 3) 北海道豊因考証試験成績 昭和9年~昭和25年
- 4) 平井義孝、1961; 大豆の無機栄養に関する調査(第1報)北海道立農業試験場集報 No.7: 47~54
- 5) 北海道立農業試験場化学部試験成績 1961
- 6) 石塚喜明、田中明、1958; 水稻の葉の栄養生理学(1)農及園 33(9): 1320~1324
- 7) 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)北海道立農業試験場集報 No.6: 77~92

第4表 吸収量および収奪量(10a当たり)

| 区 別 | 窒 素 | リン 酸 | 加 里 | 石 灰 |
|----------|------|------|-----|-----|
| 吸 収 量 kg | 14.6 | 3.6 | 9.3 | 8.1 |
| 収 奪 量 kg | 12.8 | 3.3 | 6.6 | 2.0 |

10a 当たり収量

{ 葉 117kg 茎 78kg
 { 莢 45kg 子実 300kg

- 8) 中崎光男, 星 忍, 伊藤邦男, 1961; 北海道における
主要作物の肥料要素吸収に関する試験 北農28(5): 3
~25
- 9) 村山 登, 河西崎裕司, 1957; 大豆の磷酸栄養に関する
研究(第2報) 土肥誌 28(6): 247~249
- 10) _____, 塚原貞雄, 吉野 実, 1949; 大豆の無機栄
養に関する研究(第2報) 土肥誌 22(2): 93
- 11) 田中 明, 1958; 葉位別にみた水稻葉の生理機能の特
性およびその意義に関する研究(第9報)
土肥誌 29(6): 241~245
- 12) 十勝支場作況報告 1960年
- 13) 十勝支場試験成績 1962年

別表1 無機成分含有率の推移(乾物中%)

| 試料番号 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | |
|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 窒素 | 葉 | 4.55 | 4.01 | 3.99 | 3.60 | 3.59 | 2.50 | 2.37 | 1.61 | 1.68 |
| | 莢+子実 | 3.65 | 2.92 | 2.74 | 1.62 | 1.43 | 1.45 | 1.15 | 0.69 | 0.36 |
| | 子実 | — | — | — | — | 5.00 | 3.81 | 3.45 | 3.08 | 3.38 |
| | 子実 | — | — | — | — | — | 3.92 | 3.56 | 3.72 | — |
| 磷酸 | 葉 | 0.71 | 0.74 | 0.76 | 0.71 | 0.69 | 0.49 | 0.35 | 0.35 | 0.31 |
| | 莢+子実 | 0.64 | 0.69 | 0.75 | 0.50 | 0.59 | 0.49 | 0.24 | 0.19 | 0.10 |
| | 子実 | — | — | — | — | 1.74 | 1.15 | 0.82 | 0.67 | 0.89 |
| | 子実 | — | — | — | — | — | 0.91 | 0.79 | 0.98 | — |
| 加里 | 葉 | 3.08 | 3.06 | 3.26 | 3.80 | 2.59 | 2.14 | 1.83 | 1.96 | 2.50 |
| | 莢+子実 | 5.59 | 4.10 | 4.38 | 4.21 | 2.79 | 2.28 | 1.61 | 1.56 | 1.46 |
| | 子実 | — | — | — | — | 3.24 | 2.53 | 1.76 | 1.42 | 1.53 |
| | 子実 | — | — | — | — | — | 1.92 | 1.63 | 1.63 | 1.71 |
| 石灰 | 葉 | 1.76 | 2.12 | 2.05 | 2.22 | 2.35 | 2.23 | 3.45 | 4.23 | 5.69 |
| | 莢+子実 | 3.14 | 2.28 | 1.41 | 1.49 | 1.37 | 0.99 | 1.05 | 1.18 | 1.31 |
| | 子実 | — | — | — | — | 1.42 | 1.12 | 0.56 | 0.25 | 0.28 |
| | 子実 | — | — | — | — | — | — | 0.13 | 0.10 | 0.14 |

別表2 無機成分吸収量(mg/個体)

| 試料番号 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | |
|------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|---------|---------|
| 窒素 | 葉 | 11.4 | 31.3 | 108.9 | 230.4 | 394.9 | 392.5 | 360.2 | 215.7 | 168.0 |
| | 莢+子実 | 1.5 | 3.8 | 15.6 | 29.2 | 64.4 | 104.4 | 115.0 | 71.8 | 41.6 |
| | 子実計 | — | — | — | — | 11.5 | 21.7 | 386.4 | 1,010.2 | 1,142.4 |
| | 子実計 | 12.9 | 35.1 | 124.5 | 259.6 | 470.8 | 518.6 | 287.7 | 943.4 | 1,094.8 |
| | 子実計 | — | — | — | — | — | — | 861.6 | 1,297.7 | 1,352.0 |
| 磷酸 | 葉 | 1.8 | 5.8 | 20.8 | 45.4 | 75.9 | 76.9 | 53.2 | 46.9 | 31.0 |
| | 莢+子実 | 0.3 | 0.9 | 4.3 | 9.0 | 26.6 | 35.3 | 24.0 | 19.8 | 6.6 |
| | 子実計 | — | — | — | — | 4.0 | 6.6 | 91.8 | 219.8 | 300.8 |
| | 子実計 | 2.1 | 6.7 | 25.1 | 54.4 | 106.5 | 118.8 | 66.8 | 209.4 | 288.1 |
| | 子実計 | — | — | — | — | — | — | 169.0 | 286.5 | 338.4 |
| 加里 | 葉 | 7.7 | 23.9 | 89.0 | 243.2 | 284.9 | 336.0 | 278.2 | 262.6 | 250.0 |
| | 莢+子実 | 2.2 | 5.3 | 25.0 | 75.8 | 125.6 | 164.2 | 161.0 | 162.2 | 96.4 |
| | 子実計 | — | — | — | — | 7.5 | 14.4 | 197.1 | 465.7 | 517.1 |
| | 子実計 | 9.9 | 29.2 | 114.0 | 319.0 | 418.0 | 514.6 | 140.9 | 432.0 | 502.7 |
| | 子実計 | — | — | — | — | — | — | 636.3 | 890.5 | 863.5 |
| 石灰 | 葉 | 4.4 | 16.5 | 56.0 | 142.1 | 283.5 | 350.1 | 524.4 | 566.8 | 569.0 |
| | 莢+子実 | 1.3 | 3.0 | 8.0 | 26.8 | 61.7 | 71.3 | 105.0 | 122.7 | 86.5 |
| | 子実計 | — | — | — | — | 3.3 | 6.4 | 62.7 | 82.0 | 94.6 |
| | 子実計 | 5.7 | 19.5 | 64.0 | 168.9 | 353.5 | 427.8 | 9.5 | 26.5 | 41.2 |
| | 子実計 | — | — | — | — | — | — | 692.1 | 771.5 | 750.1 |

別表3 無機成分器官別分布割合

| 試料番号 | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 窒 素 | 葉茎 | 88.4 | 89.2 | 87.5 | 88.8 | 83.9 | 75.7 | 41.8 | 16.6 | 12.4 |
| | 莢+子実 | 11.6 | 10.8 | 12.5 | 11.2 | 13.7 | 20.1 | 13.3 | 5.5 | 3.1 |
| 磷 酸 | 葉茎 | 87.2 | 86.5 | 82.9 | 83.5 | 71.6 | 65.2 | 31.5 | 16.4 | 9.1 |
| | 莢+子実 | 12.8 | 13.5 | 17.1 | 16.5 | 25.0 | 29.7 | 14.2 | 6.9 | 2.0 |
| 加 里 | 葉茎 | 77.8 | 81.8 | 78.1 | 76.2 | 68.2 | 65.3 | 43.7 | 29.5 | 28.9 |
| | 莢+子実 | 22.2 | 18.2 | 21.9 | 23.8 | 30.0 | 31.9 | 25.3 | 18.2 | 11.2 |
| 石 灰 | 葉茎 | 77.2 | 84.6 | 87.5 | 84.1 | 81.6 | 81.8 | 75.7 | 73.5 | 75.9 |
| | 莢+子実 | 22.8 | 15.4 | 12.5 | 15.9 | 17.5 | 16.7 | 15.2 | 15.9 | 11.5 |
| 乾 物 重 | 葉茎 | 86.2 | 85.7 | 82.7 | 78.0 | 69.9 | 66.9 | 41.8 | 23.7 | 19.8 |
| | 莢+子実 | 13.8 | 14.3 | 17.3 | 22.0 | 28.6 | 30.7 | 27.5 | 18.4 | 13.1 |
| | | — | — | — | — | 1.5 | 2.4 | 30.8 | 58.0 | 67.1 |

注) 各期の総吸収量を100とした器官別割合。

Summary

In this study the absorption and movements of Nitrogen, Phosphorous, Potassium and Calcium in the process of Azuki-bean growth were observed. The Azuki-bean was grown in the field under general cultivation in 1960.

Results summarized are as follows;

- 1) Development before flowering was retarded, and more vigorous times of vegetative and reproductive growth was shorter than the Soybean and Kidneybean.
- 2) Nitrogen was especially important in the leaves at vegetable growth stage and in the seeds at reproduction growth stage.
- 3) Phosphorous was an important element in the seed's production. The translocated rates from leaves and stem were the highest of

the three elements, but the rates which the translocated volume took in the seeds were the lowest.

- 4) It is remarkable that the potassium rate was more in the stem than in the leaves, and little potassium was absorbed at the time of late maturity. Translocated rates from leaves and stems were lower than in Nitrogen and Phosphorous
- 5) Calcium was accumulated in the leaves and could not be translocated to the other organs.
- 6) Since Azuki-bean plant needed much more of these three elements after 60 days from fertilization, it seemed that this point is the problem of this fertilizing method in the future.