

農業と科学

GHISSO-ASAHI FERTILIZER CO LTD

1979
12

大豆多収への挑戦………<その2>

大豆多収のための窒素栄養

農林水産省東北農業試験場環境部
土壌肥料第2研究室

杉原進

前回、大豆の多収をあげるためには、他の作物と比べ、多量の窒素の供給が必要であること、それに果たす根粒の役割が大きいことなどについて述べた。

今回は、大豆の生育の特徴を簡単に紹介した後、大豆の生育時期を分けて、多収のための窒素栄養について述べ、さらに窒素の供給方式についても言及する。

1. 大豆の生育の特徴

大豆の生育に伴う乾物重、窒素吸収量の推移を経時的

に調査した圃場試験成績を示すと図1の通りである。

これによれば開花始めまでの乾物重、窒素吸収量の増大はきわめて緩慢で、開花始めの乾物重、窒素吸収量は

最大時のそれぞれ1/4、1/5にすぎない。すなわち、大豆の乾物重、窒素吸収量は、開花期以後に著しく増大することがわかる。このことはまた、大豆では栄養生長と生殖生長が、同時に進行していることを示している。

栄養生長の終わりは、栄養器官である茎葉重が最大に達した時期に当たるから、生殖生長の始まりを、開花始めにおけば、両生長の重複する期間は約5週間にもわたっている。この点は、両生長が比較的明確に分かれているイネ科作物と、大いに異なるところである。

総乾物重、窒素吸収量は莢伸長後期にはほぼ最大に達するが、それらは子実肥大期にも、わずかながら増大が認められている。

2. 生育時期別にみた窒素栄養

(1) 生育初期の窒素栄養

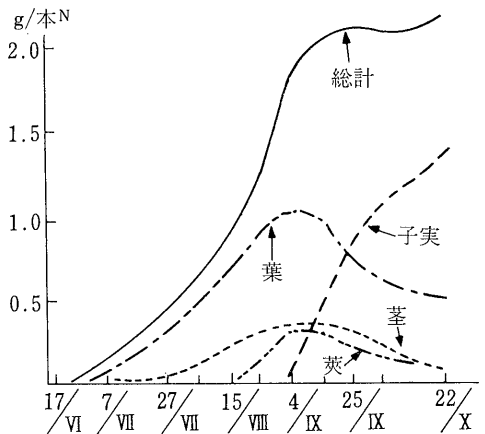
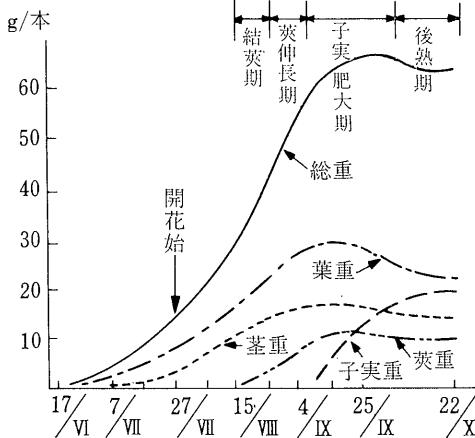
① 根粒着生と着生阻害

大豆は播種後5~10日で出芽し、出芽後1週間は、子葉から供給される栄養分で生長し、この間、子葉は乾物

図1 大豆の乾物重および窒素吸収量の推移 (十勝農業試験場)

a) 乾物重の推移

b) 窒素吸収量の推移 (品種十勝長葉)



<目次>

§ 大豆多収への挑戦……その2
(3) 大豆多収のための窒素栄養……………(1)
農林水産省東北農業試験場 杉原進
環境部土壌肥料第2研究室

§ 施設園芸と緩効性窒素質肥料……………(5)
CDUの分解と施用法
高知県農業技術課 柳井利夫
専門技 術 員

§ '79年本誌既刊目次……………(7)
あとがき……………(8)

の70%を失うという。

大豆に対する窒素供給に重要な役割を果す根粒は、出芽後1~2週間で生ずるが、根粒が着生し、更に肥大する過程では、根粒は幼植物の炭水化物を奪って生長する。

この期間の根粒菌の窒素固定量は少なく、むしろ、寄生の状態にあるとあってよい。したがって、この時期には、根粒肥大に必要な炭水化物収奪に帰因する、大豆の生長速度の減少が見られることもある。

次に、基肥窒素が根粒に及ぼす影響についてみてみよう。一般に、窒素施肥量が多いほど、根粒の着生と肥大が阻害され、大豆の窒素吸収量に占める根粒固定窒素の割合が、減少することが知られている。ある試験によると、大豆生育条件の良い年に16.8kg/10aの窒素施用を行った場合、固定窒素の占める割合は40%から16%に減少した。この原因は、肥料窒素が、窒素固定に必要な光合成産物の一部を根粒から奪い、大豆生長のための蛋白合成に、転用するためといわれている。

② スターター窒素の重要性

東北地方では1年1作の大豆栽培を行う時には、5月中旬に播種するから、下旬には初期生育が始まる。この時期の平均地温は15℃と低く、土壌からの窒素無機化量はあまり多くを期待できない。したがって、少量の基肥窒素の施用は、根粒が窒素固定を開始（出芽後2週間目頃）するまでの、大豆の初期生育を助け、かつ根粒着生を良好にするために必要である。

これまでの試験成績によれば、1~2kg/10aの基肥窒素を施用した場合には、窒素無施用の収量を上回っている。しかしながら、基肥窒素として2kg/10kg以上を施用しても、それより少ない場合と、収量にほとんど差がなかったり、かえって減収する例がみられる。

これは窒素施用量の増大が、根粒の着生と肥大を阻害し、また、生育初期は大豆の窒素吸収量が少ないため、大豆が本格的に窒素を吸収し始める開花始め（播種2ヵ月後）頃には、施用された窒素のほとんどは、溶脱されて失われてしまうためであろう。

これらのことから、大豆多収のためには、窒素を1~2kg/10a施用して大豆の初期生育を確保し、根粒の着生を促す、いわゆるスターター窒素としての窒素の施用が重要である。

(2) 開花期の窒素栄養

この時期は、大豆の栄養生長と生殖生長が、併行して進み始めて間もない時であり、両生長による各種養分獲得のための、激しい競争が生ずる。

この時期の窒素栄養を大豆多収の面から見ると、茎葉の生育量を確保するためには、栄養生長の促進が重要で

あり、これに果たす窒素の役割は大きい。

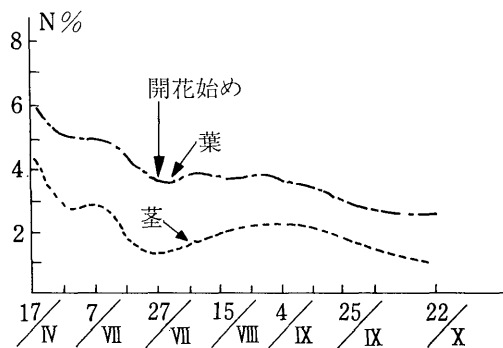
しかし、栄養生長が優先すると、栄養器官に移行する養分がふえ、生殖器官への窒素の供給が減少する。しかも、茎葉繁茂による受光条件の悪化から、光合成産物の生殖器官への供給量が減少し、落蕾、落花、落莢などの花器脱落が生じやすくなり、結局、十分な着莢数の確保ができなくなる。

大豆の開花期間は、約3週間にわたるが、開花数の70~75%は、莢を形成できないといわれており、大豆多収のためには落花、落莢の割合を少しでも減らして、着莢数を増加させることが重要である。

大豆体中の窒素濃度は、図2に示すように、生育初期から徐々に減少してきたものが、開花始め頃、一時的に目立って低下する。この現象は、多くの試験で認められており、原因は急速に増大する栄養生長に、窒素の吸収が追いつかなかつたためといわれているが、この時期は、前述したように栄養、生殖両生長が激しい競争を開始した直後に当たるから、窒素を始めとする各種養分濃度の一時的減少が、養分ストレスとなって、花器脱落などを引き起こす可能性のあることは、容易に推定でき

図2 大豆体中の窒素濃度の推移

(十勝農業試験場 1958)



る。

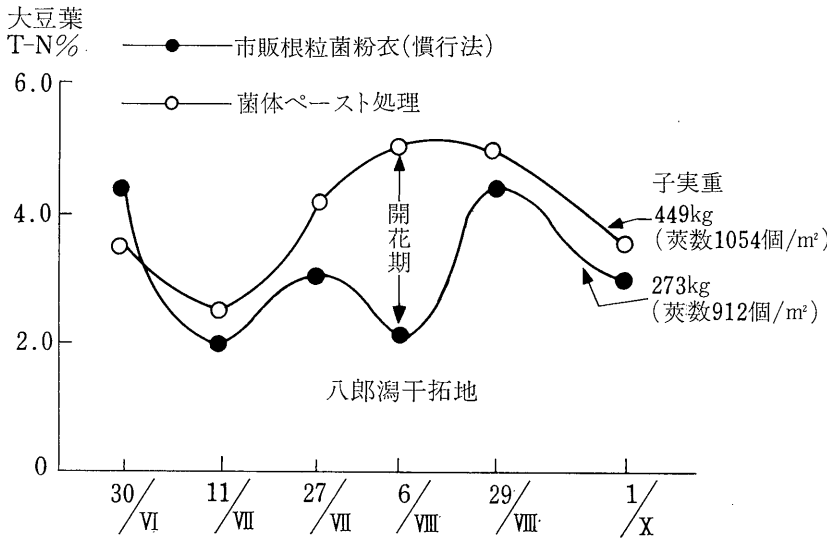
窒素の供給時期と、大豆の生育量を検討したポット試験の成績でも、開花2~3週間前、すなわち花芽分化期に窒素を断った場合に、もっとも減少すること、また、別のポット試験では、開花始めを中心とした前後10日間の窒素供給が、着莢数を増大させ、子実の増収に結びつくことを明らかにしており、この時期における窒素栄養の重要性が、理解できる。

開花始めの大豆体中の窒素濃度と、収量の関係をみた圃場試験の成績を図3に示す。これによれば、根粒菌の着生しなかった試験区(註)の大豆体中の窒素濃度は、前述のごとくこの時期に明らかに減少したが、根粒を高濃

八郎高干拓地では、大豆栽培初年目には市販の根粒菌粉衣（慣行法）では根粒が着生しない。

度接種した場合にはむしろ窒素濃度が高まり、着莢数も増大し、収量は大幅に増大している。

図3 大豆葉窒素含有率の推移 (秋田県農業試験場 1977)



したがって、開花期における体中の窒素濃度を高めることは、大豆多収のためにきわめて重要であり、それに対する、根粒の窒素供給に果たした役割が注目される。

(3) 開花期から莢伸長後期の窒素栄養

大豆の開花期間は3週間に及ぶが、始めの10~15日で、大多数は開花を終える。開花後、順調に生育したものは、約20日で莢の大きさは最大に達し、莢の伸長が終わる頃から、子実の肥大が始まる。図1に示すように、開花期から莢伸長期にかけては、最も多量の窒素が吸収されるから、栄養生長、生殖生長の両面で、この期間の窒素供給は重要である。

大豆の窒素同化系には、硝酸還元系と窒素固定系の2つがある。前者は、硝酸態窒素の形で吸収した化合物の窒素を、アミノ窒素に還元して同化し、後者は、光合成産物をエネルギー源として、根粒中に拡散してくる窒素ガスを還元して、アミノ窒素を得るものである。

ポット試験の成績によれば、大豆の硝酸還元系の活性は、葉面積の増大に伴ってゆっくり増大し、開花盛期にピークに達した後、急激に低下するという。

他方、窒素固定系の活性はゆっくり増大し、硝酸還元活性がピークになるより、3週間遅れてピークになるという。したがって、窒素の同化効率からみた場合、開花盛期から莢伸長期にかけての窒素供給は、硝酸態窒素より、アンモニア態窒素や根粒固定窒素の方が、有利ということがいえる。

図4は、根粒の活性と窒素固定量を経時的に見たもので、固定量が最大になる時期は、大豆が量的に最も窒素を必要とする時期、すなわち開花期から伸長期とよく一致しており、この時期の窒素栄養にとって、根粒の果たす役割が大きいことがわかる。

(4) 子実肥大期から成熟までの窒素栄養

子実の肥大は、光合成産物や窒素化合物の子実への転流によって達成される。登熟期における窒素の、子実への転流を検討した成績によると、子実中に蓄積された窒素は、転流量だけでは、全部を説明できず、窒素は子実肥大中にも、根から吸収されているものと考えられる。

図1からわかるように、大豆は子実肥大期にも、わずかではあるが窒素を吸収していることが明らかである。

しかしながら、光合成産物の転流が子実に進むと、根粒活性は低下するとされているから、固定窒素の供給は、子実肥大期以後、あまりあてにならないと考えられる。

したがって、この時期に根粒活性を維持するか、あるいは窒素を施肥するなどの方法で、窒素栄養を高めてやることにより、さらに多収への可能性がある。

以上、各生育時期別に、大豆多収のための窒素栄養について述べてきたが、結局、大豆は生育時期によって、窒素の吸収量は異なるものの、ほぼその生育全期間を通して、窒素吸収を行っており、大豆多収のためにはこれらの窒素をいかに供給するかが、大事な問題となる。次に、窒素の供給源を含めた供給方法について述べる。

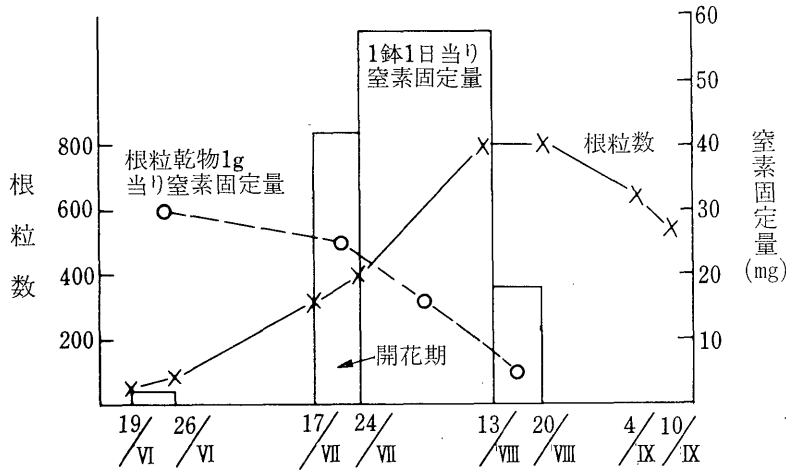
3. 大豆多収と窒素供給方式

—窒素栄養からみた固定窒素と肥料窒素—

大豆多収のためには、開花始め頃の体中の窒素濃度が高く保たれること、開花期以後に吸収する多量の窒素の供給が、順調に行なわれることが必要である。

これまでの収量事例等から判断して、根粒の着生状況や気象条件が好適な場合には、根粒による固定窒素主体の窒素供給方式で、目標収量である500kg/10aを達成さ

図4 生育時期による窒素固定の推移 (社村 1951)



4. まとめ

前後2回に分けて掲載した「大豆多収のための窒素栄養」をまとめると、次のようになる。

(1) 大豆は単位収穫物を得るのに、最も多量の窒素を必要とする作物のひとつで、多収穫をめざした場合には、多量の窒素の供給を必要とする。

(2) 大豆は土壤窒素、肥料窒素、根粒

せることは、それほど難問題ではないと思われる。

根粒固定窒素には、次のような特徴がある。

根粒は窒素固定系により大気中の窒素を還元し、普通アンモニアの形で寄主に与えている。しかし、還元型窒素が過剰になると、大豆は還元型窒素を効率的に貯蔵するため、アラントインという有機窒素化合物を生成する。アラントインは、茎葉の繁茂にはあまり使用されず、急速に多量の窒素を必要とする大豆の莢などに移行し、そこで分解利用されるので、大豆の子実蛋白の生産に効率的である。

一方、土壤条件などが不良で、根粒からの固定窒素の供給が不十分な場合には、当然のことながら、窒素追肥を行って体中の窒素濃度の維持、あるいは開花期以後に必要な、多量の窒素を確保しなくてはならない。ただし、追肥窒素の施用は、根粒の窒素固定をほとんど抑制してしまうから、その追肥量は、その後の大豆の窒素吸収量に、十分見合う量を施用しなくてはならない。

なお、窒素の追肥を検討した圃場試験の成績によると、開花2週間前の追肥は、栄養生長の促進による茎葉の過繁茂を招く可能性が強いこと、しかし、開花期以後の追肥は、過繁茂の原因とはならず、しかも追肥時期が遅れるほど、大豆のアラントインを増大させて、子実が増収することを示している。

また、追肥窒素の形態は、窒素同化の際に光合成産物の消費を伴わず、しかも、生育後期の大豆が好んで吸収するアンモニア態窒素が、好ましいことなどが明らかにされた。したがって追肥の時期、窒素肥料の形態、施用量が十分に検討されて、窒素追肥がなされるならば、将来、窒素肥料の利用で、多収をあげることは可能となる。

固定窒素を利用できるが、多収事例から、吸収窒素の由来を試算すると、収量が高いほど、窒素吸収量に占める根粒固定窒素の量、割合は増大する。

(3) 根粒着生が良好であれば、当面の収量目標 500kg/10aを得ることは、比較的容易である。しかも、根粒着生大豆では、子実蛋白合成に有利で、かつ、茎葉繁茂に作用しにくいアラントインが、増大するなどの長所があり、大豆の窒素栄養の基本は、根粒固定窒素にあると考えてよい。

(4) 大豆の初期生育の確保と良好な根粒着生のため、スターターとして少量の基肥窒素施肥が不可欠である。

(5) 花芽分化期から開花始めにかけて、大豆体中の窒素濃度は急激に低下するが、この時期の窒素濃度を高く保つことは、着莢数を増大させるなど、大豆多収のためには、きわめて重要である。

(6) 開花前後を境に、大豆では、栄養生長と生殖生長が同時に進行する。根粒着生が十分でない場合には、大豆多収のために、開花後の窒素追肥が子実生産に有効と思われる。

(7) 大豆は生育のほぼ全期間を通して、窒素を吸収しているから、根粒活性の低下する子実肥大期の窒素追肥は、収量を増大させる可能性がある。

(8) 大豆根粒の窒素固定能を無視し、化学肥料で多収を上げる試みが現在実施されており、その得失が検討されている。