

大豆多収への挑戦……<その3>

大豆多収と根粒……(その1)

東北農業試験場環境部
土壌肥料第2研究室

金野 隆光

1. 大豆根粒の働きと特長

大豆の多収を得るためには、根粒の働きを重視しなければならぬことは、前回までに窒素栄養との関係で述べた。

大豆の収量目標を、300kg/10a程度においた場合の窒素吸収量は24~35kgであるのに対し、収量目標を450~500kg/10a以上においた場合には、35~50kg以上の窒素を必要とする。そのためには、土壌の窒素を豊富にする事が大事であると同時に、根粒の働きを飛躍的に高めなければならない。本稿では、根粒の働きについて考えてみたい。

大豆に着生する根粒の働きは、豆科作物の中でも大きい方に属している。代表的な各種の豆科作物に根粒菌を接種し、根粒菌の働きを調べた結果を第1表に示した。

第1表 各種豆科作物への根粒菌接種効果

作物名	区別	乾物収量 (g/pot)		窒素吸収量 (mg/pot)	
		重量	比	重量	比
アルファルファ (グリム)	不接種	3.4	100%	34	100
	接種	18.3	538	580	1716
赤クローバ	不接種	17.4	100	293	100
	接種	33.0	190	1046	357
えん豆 (札幌青手無1号)	不接種	4.1	100	70	100
	接種	18.1	441	582	834
菜豆 (手無中長鶏)	不接種	3.0	100	43	100
	接種	5.5	183	144	336
黄花ルーピン	不接種	2.9	100	34	100
	接種	32.5	1121	804	2352
大豆 (十勝長薬)	不接種	4.3	100	64	100
	接種	22.9	533	738	1160
小豆 (円葉1号)	不接種	1.5	100	30	100
	接種	4.0	267	134	454

(注) 1/5000aポット・殺菌砂研栽培・昭和43年・松代

表の窒素吸収量について、不接種区に対する接種区の比を見ると、根粒菌の接種効果は、作物の種類によって異なり、黄花ルーピン、アルファルファ、大豆などで効果が大きく、えん豆がこれに次ぎ、小豆、菜豆の順に接種効果が小さい。(ただし、赤クローバの不接種区には、根粒が着生したため、窒素吸収量の比では接種効果は低いが、接種区の窒素吸収量は1046mgもあり、最も接種効果の大きい部類に入る。)

このように、大豆の根粒菌は、窒素固定能が大きいと考えられてきたが、圃場において、どの時期に、どの位の窒素を固定しているか、不明な点が多かった。

最近になって、根粒の窒素固定能を調べる有力な方法(アセチレン還元法)が開発されて以来、圃場での根粒の働きを測定できるようになった。この方法を用いて、大豆の生育経過に伴う根粒数・根粒重の推移に対応した1株当りの根粒活性・根粒1g当りの根粒活性の推移が調べられている。その1例を第1図に示した。

大豆の根粒は、発芽後直ちに形成され、根系の発達と共に、その数と重さを増していく。図に示したように、根粒数・根粒重および根粒1個当りの重量の推移は、作物体乾物重の推移と類似しており、開花以後の作物の生育が、最も旺盛になる頃に急激に増加し、8月下旬から9月上旬頃の地上部重が、最大になる時期にピークに達した以後は、漸次減少する。

根粒菌が根に入って、根粒を形成した後には、根粒は次第に大きくなり(肥大)、大きくなった後に老化し、最後には脱落するという一生をたどる。

根粒は或る時期に、一斉に着生するものではなく、図でわかるように、6月~8月上旬まで、長い期間にわたって着生し、その数が増える。早い時期に着生した根粒は早く老化し、遅い時期に着生した根粒は、遅くまで働きを持続するであろう。

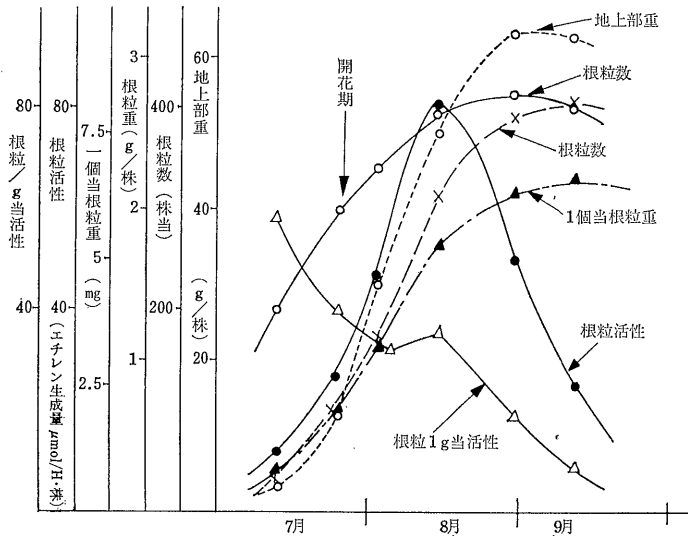
従って、早い時期に着生した根粒から、遅い時期に着生した根粒へと順次、世代の交代があると考えられる。

若い根粒は、老化した根粒よりも、1g当りの根粒活性は高く、図でわかるように、根粒1g当りの活性は7月上旬が最も高く、生育につれて次第に低下する。このように、根粒の世代の交代があるために、株当りの根粒活性のピークは、根粒重のピークより早めの8月中旬頃にあり、その後、低下する推移となる。

一株当りの根粒活性が最大となる8月中旬は、大豆の地上部重が、急激に増加している時期に相当しており、またその時期は、莢の肥大期にも当たっており、前報で指摘したように、大豆の窒素栄養でも、最も大切な時期でもある。更に、基肥で施用した窒素は、7月下旬には土

第1図 根粒数・根粒重・根粒活性の推移

「北見白」1974, 十勝川沖礫土, (北海道農業試験場畑作部)



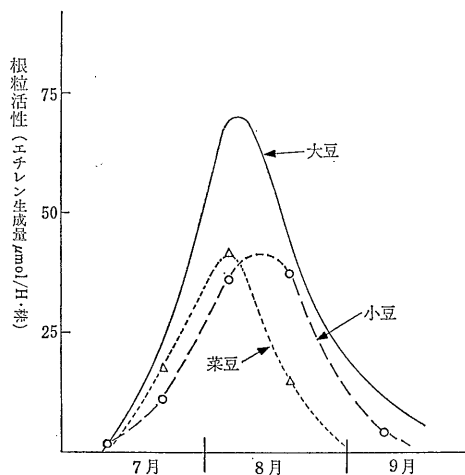
壤中からなくなってしまうので、8月以降は、土壌窒素と根粒固定窒素とで、生育をまかなうことになるが、丁度その時期に、根粒活性が最大になっていることがわかる。このように見てみると、大豆の栄養生理の上で、根粒の果す役割りが非常に大切であることが、わかるであろう。

先に述べたように、同じ豆科作物の中でも、根粒の働きは大豆で最も大きく、次いで小豆であり、菜豆で最も低いと考えられてきた。

このことを確かめるために、最近開発されたアセチレン還元法を用い、圃場に生育している作物について測定した。その結果を第2図に示した。図からわかるように、大豆、小豆、菜豆の中で、大豆の根粒活性が最も高

第2図 大豆・小豆・菜豆の根粒活性

(北海道農業試験場畑作部・乾性火山灰土)



いことが確かめられた。

菜豆は、小豆に比して初期生育が大きく、根粒の肥大も早いので、7月～8月上旬にかけては、菜豆の根粒活性の方が小豆より高いが、8月に入ると急激に根粒の老化が進み、小豆の根粒活性の方が高くなる。それ故、作物の生育期間を通してみると、根粒の働きは、小豆の方が長いので、小豆の根粒活性の方が、菜豆より大きいといえる。

このように、同じ豆科作物でも、作物によって根粒固定窒素への依存度が異なり、大豆の根粒固定窒素への依存度が最も高く、次いで小豆であり、菜豆は最も低い。特に、菜豆は生育期間が短いので、^(註1)根粒固定窒素への依存度が低いばかりでなく、9月以降の地力窒素を利用できないため、地力窒素の利用量も少ないこともあり、相対的に、肥料窒素への依存度の高い作物である。

このことを反映して、十勝地方の施肥実態調査(1978)の結果によると、[窒素施用量 (kg/10 a)] は、大豆 3.1 (基肥 3.0)、小豆 6.2 (基肥 5.3)、菜豆 8.8 (基肥 6.5) となっており、肥料依存度の差異が明瞭に出ている。

以上要するに、大豆は、小豆や菜豆に比して根粒固定窒素への依存度が高く、根粒活性が最大になるのは8月中旬頃であり、その時期は、大豆の乾物重が急激に増える時期に相当しており、また、その時期は、莢が肥大する時期にも相当して、大豆の栄養生理の上で、極めて大切な時期である。更に、基肥で施用した窒素は、7月下旬でなくなってしまうので、その後の窒素供給の上で根粒の果す役割りが極めて大きいといえる。

2. 気象条件と根粒の働き

—低温・多雨・日照不足は

根粒の働きを阻害する—

根粒の着生や根粒の活性は、第1図に示したようなパターンになることが多いが、気象条件によっては、かなり変動するものである。根粒の活性と、自然条件との関連についての知見は少ないが、これまでの試験結果に基づいて、整理してみる。

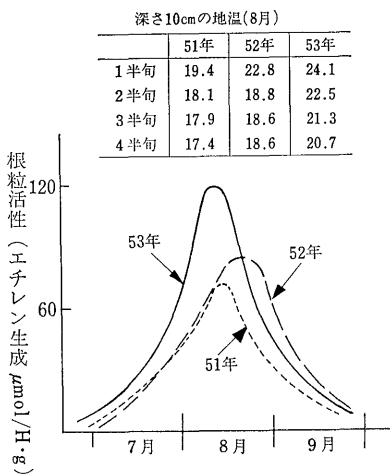
まず、根粒活性に及ぼす温度の影響について見てみよう。根粒の活性は、20℃を境にして温度の影響の強さが変わる。この20℃を、根粒活性の生理的転換温度と呼ぶこ

注 1) 十勝地方での豆菜の播種期は6月上旬であり、9月上旬に収穫されるので、小豆の収穫期が9月下旬、大豆が10月上旬に比べ、生育期間が短い。それ故、菜豆の根粒は、8月に入ると老化し、下旬には脱落する。

とができる。20℃以上では、1℃上昇する毎に、根粒活性が8%増加するのに対し、20℃以下では、温度の影響が著しく大きく、1℃低下する毎に、約20%も根粒活性が低下する。従って、地温が20℃以下に低下した場合には、根粒活性が著しく低下すると考えられる。

それでは、実際の生産の場面で、温度がどのように影響するかを見てみよう。第3図は十勝農試の試験結果で、51年は低温年で豆類不作の年、52年は平年に近い年、53年は

第3図 地温と根粒活性



(トヨヌズ, 十勝農業試験場)

高温年で豆類豊作の年で、それぞれの根粒活性のパターンと、地温とを対比させて比較したものである。

8月の1半旬から4半旬までの地温は、53年が最も高く、次いで

52年であり、51年が最も低かった。この地温にはほぼ対応して、根粒活性も53年が最も高く、52年、51年の順であった。53年のピーク時の根粒活性を「100」とすると、それぞれのピークの比は52年で「71」、51年「59」であった。

このように、圃場における根粒の働きに対しても、温度の影響は著しく大きいといえることができる。

次に、降雨と日照不足が、根粒活性にどのように影響するかを見てみよう。第4図に、十勝農試と共同して行った試験結果を示した。

Aは無処理区で、Bは寒冷紗をかけて遮光した区であり、Cは葉撒機で20mmの人工降雨を降らせた区であり、Dは遮光と人工降雨とを、合せて処理した区である。根粒の活性には日周期があり、夜間は活性が最も低く、夜が明けると活性が高まり、日中に最高となって漸次低下する。第4図においても、日周期が認められる。

この試験から、遮光処理と人工降雨処理は、いずれも根粒活性を低下させることがわかる。また、遮光と人工降雨とを合せて処理した区が、最も低くなることわかる。従って、降雨および日照不足は、大豆の生育にとって阻害的に作用し、両者が同時に重なった場合は、著しく根粒活性を阻害するものと考えられる。

それでは、多雨と日照不足が同時に重なる気象条件が、実際に起った場合に、大豆の生育がどうなるかを見てみよう。

十勝の8月の気象を調べると、多雨と日照不足とが重なった典型的な年は、昭和44年で

あった。これに対し、8月の降雨が少なく、日照の多い早魃年は昭和47年であった。

8月の日照時間は、44年では「100」時間に対し、47年は「170」時間であった。日照時間「0.5」時間以下の日が、44年では13日もあったのに対して、47年は5日であった。8月の降水量は、44年では「241mm」に対し、47年は30mmであった。土壌水分は、「44年では8月20日から9月「10」日まで、PF2.0以下が続いたのに対し、47年では、7月30日から9月上旬まで、PF2.8以上の非常な「早魃」であった。

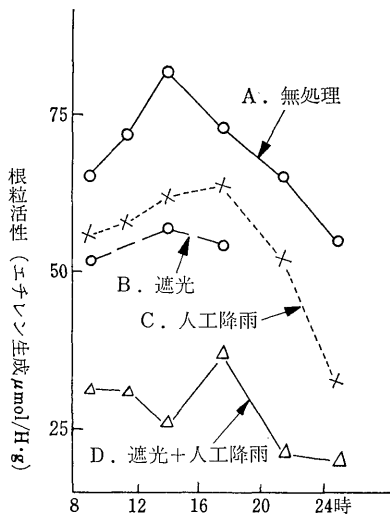
このように、極端に異なる気象条件下での大豆の生育・収量を対比させて第5図に示した。図には乾性火山灰土、湿性火山灰土、沖積土の3種の土壌における、それぞれの生育推移と収量とを示した。

多雨・日照不足の44年について見ると、8月上旬までは、3土壌の生育には差があり、沖積土>湿性火山灰土>乾性火山灰土の順であるが、8月に入ると、その差がちぢまり、排水の悪い沖積土と湿性火山灰土では、生育が停滞して、9月に入ると、排水の良好な乾性火山灰土との生育差が、あまりなくなることがわかる。そうして、収量順位は、初期生育の順位とは全く逆の、乾性火山灰土>湿性火山灰土>沖積土の順となった。

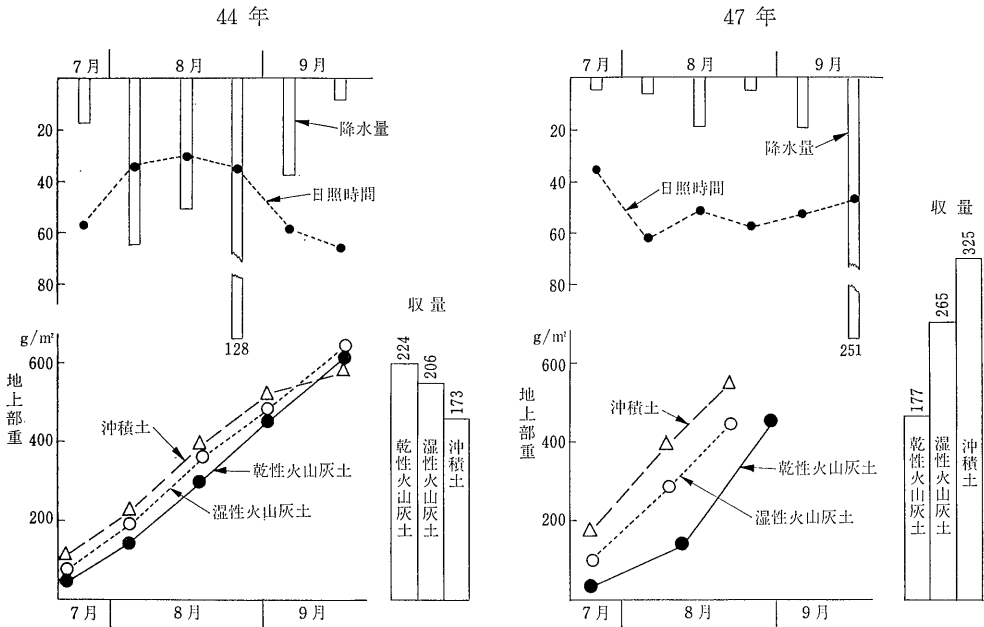
他方、早魃年の47年について見ると、平年と同様に、初期生育の順位と収量順位とは同じで、沖積土>湿性火山灰土>乾性火山灰土の順であった。

多雨・日照不足の44年の根粒数と葉面積指数を第2表に示した。

第4図 根粒活性に及ぼす遮光と人工降雨の影響 (51年8月14日, 北見白)



第 5 図 44年と47年の気象生育収量の比較



7月21日の根粒数は、ほぼ平年並みであるが、8月に入っても、根粒数はあまり増えず、根粒活性が最大となる時期の、8月18日の根粒数は、株当たり約400位でないと正常ではないのに、それに比して、少なかったことがわかる。特に排水の悪い土壤（沖積土、湿性火山灰土）で低く、また、初期生育が最も良好だった沖積土では、8月18日の根粒数が、7月21日より少なくなっていたことがわかる。

第 2 表 44年の根粒数と葉面積指数

土壤	項目	根粒数(株当)		葉面積指数	
		7月21日	8月18日	7月21日	8月18日
乾性火山灰土壤		110	254	0.91	3.05
湿性火山灰土壤		146	156	1.35	3.64
沖積土		126	104	1.43	4.01

これは、過湿による根の機能の低下と日照不足による相対的な過繁茂とが、同時に阻害的に作用した結果であると解釈され、土壤の排水が悪い土壤ほど、強く阻害され、初期生育が良好で、葉面積指数の高い土壤ほど、日照不足による阻害を強く受けたものと見られる。

大豆の生育にとって、8月の根粒の働きは重要なのであるが、44年の事例のように、8月になって多雨と日照不足とが重なった場合には、大豆の生育が阻害され、根粒の働きも、著しく阻害されるのである。

以上要するに、低温や多雨による過湿並びに日照不足は、根粒の働きを阻害する。特に、根粒の働きが最も盛

んとなる月になって、上記の悪い気象に遭遇すると、大豆の生育・収量に大きな影響があると考えてよいであろう。

ところで、44年の多雨・日照不足の事例の中で、乾性火山灰土では排水が良好なので、多雨による阻害が軽かったし、また、乾性火山灰土は養分に乏しい「土壤」なので、初期生育が悪く、葉面積指数が3程度で、他の土壤よりも低かったために、日照不足による阻害程度も軽く、収量も他の土壤より高かったことに注目したい。

このことは、気象要因が、作物に直接的に作用するだけでなく、土壤条件とも関連し合って、作用することを意味しており、また、それ故に、気象要因による阻害程度は、土壤タイプによって異なるともいえよう。

次稿では、土壤条件と関連させて、根粒の働きを考えてみる予定である。

「大豆多収への挑戦」シリーズは、東本シリーズについて、北農業試験場環境部長木下彰先生以下、杉原、金野ら、主として同試験場土壤肥料第2研究室の研究グループを中心に、79年10月号から連載して参りましたが、「転作大豆栽培に関する好研究資料」として注目されているようであります。

今日まで木下先生の「大豆多収の科学のために」に続き、以下各論として杉原先生の「大豆多収と窒素栄養」と金野先生の「大豆多収と根粒」の2篇を連載致しました。当初の方針ですと、本号を以て完結の予定でありましたが、「各論」がそれぞれ①②の2回となりましたので、本シリーズの最終は、4月号頃になるものと存じます。ご諒承下さい。(係)