

# 台湾における 大豆多収穫と施肥の要点

野菜試験場  
土壌肥料研究室

吉 田 堯

## 1. はじめに

筆者は1973年から1976年の3年間、台湾の台南市近郊に新たに設立された国際農業研究所AVRDC<sup>註</sup>で、土壌肥料の立場から大豆の研究に従事して来た。大豆は陸の鯨といわれるように、多面的な用途をもった貴重な作物でありながら、アジアでは収益の少ない作物であるため、増収のための本格的な研究は少なく、稲作に比べ、栽培技術の面で著しく立遅れている。

今世紀の終りには、世界の人口は60億になることが予測され、今後も増加し続けるわけだが、これを支えるための食糧の増収技術の開発は急務である。さいわい過去25年間の食糧生産は、人口増加に同調して順調に伸びて来た。しかしその内容は、必ずしも順調ではなかった。すなわち、炭水化物と脂肪の給源となる農産物は、人口の増加率より高い比率で伸びたが、蛋白質の給源の伸びは、それより低くなっている。

そのため、人間の栄養状態が悪化の方向に進む可能性のあることが予測されている。大豆に限らず、蛋白質の主要な給源である荳科作物の増収を達成し、収量を安定化することは、今日の重要課題である。

## 2. 台湾における大豆栽培法の実態

現在の台湾ではほとんどの人が、牛乳の代用として朝食に大豆の豆乳を飲むので、その消費量も多く、重要な蛋白質源となっている。かなりの量をアメリカから輸入しているが、国内での栽培も、なおさかんである。

台湾は大豆に関しては、単位面積当りの収量の最も高い国の一つで、手許にあるFAOの資料(1975)によると、単位面積当りの収量は、最近の20年間に約3倍になっている。大豆の世界の平均収量が1.4t/haで、日本の平均収量にほぼ等しいのに対し、台湾におけるそれは1.7t/haとなっている。他の作物の収量が、日本や世界の平均値に比べてかなり低いことから、大豆栽培に如何に力を注いでいるかが窺い知れる。その台湾における大豆栽培法の実態について、農家からの聞き取り調査結果をもとに、その概略を述べてみよう。

台湾における大豆の主要な栽培地は花蓮、高雄、屏東

の地帯である。栽培法としては不耕起稲株栽培(Rice stubble culture)と呼ばれる方法と、耕起畦立て栽培と呼ばれる方式とがとられている。

前者は、主として稲の二期作跡で行なわれている方法で、刈取後の稲株のきわに2~3粒の種子を埋め込み、表面に稲わらを敷き栽培する方法である。時には、表面に敷きつめた稲わらを焼く場合もある。稲株のきわに種子を埋めるので、栽植間隔は稲の場合と同じである。高雄、屏東地方をその時期に旅行すると、いたる所で、この栽培法を見ることができる。

耕起畦立て栽培は、花蓮地帯の春作(2月-6月)、夏作(5月-11月)の大豆で主に実施されている。屏東や高雄でも水稻の跡地を耕起して栽培する方が収量は高いが、耕起すると、大雨があったような場合に表面排水が悪くなり、表土が過湿になり、出芽不良や根腐れが起り、全滅する恐れがあるので、不耕起栽培が安全性の面から採用されている。

使用されている品種は、台湾で育成されたものも多いが、日本から20年位前に取り入れた和歌島と、十石が今も主流を占めている。

台湾における大豆の主要病害虫は、日本で見られるものと大差ない。害虫ではカメムシ、ハダニ、クキモグリバエ、ウンカ類、コガネムシ、イメガ等が、病害では銹病、ベト病、紫斑病、モザイク病、根こぶ線虫が主要なものとなっている。その中で最も重要なものは、クキモグリバエと銹病である。これらの対策としては薬剤(Parathion, Lannate, Malathion, Endrin, Dithane M-45)が計画的に散布されている。散布回数には3~4回で、播種期、開花直前、莢の生長期には必ず散布される。

肥料については、全ての農家が、播種前または2葉期以前にNPKを基肥として施す。追肥はNPKを施す農家もあるが、Nだけ施す農家も多い。追肥のN量は、基肥として施されるN量の通常3~4倍程度である。基肥についてはPKが多く、Nの割合が少ない。追肥ではNの割合が高い。第1表に、施肥に関する聞き取り調査をとりまとめたものを示す。不耕起稲株栽培でも、耕起栽培においても、かなりの量のNを使用している農家のことが分る。しかも、一般的にNの場合追肥に重点が置かれ、それも施肥量の多い場合には、それを一度に施すのではなく、2度、3度に分けて施す。

以上、現在の台湾における大豆栽培法の実態について、その概略を述べたが、以下、「大豆の窒素肥料に対する反応」と題して、筆者が在台時代に行なった試験結果の幾つかを紹介し、大豆増収安定技術として、筆者が現在考えていることの一部を述べてみようと思う。

註) Asian Vegetable Research and Development Center (亞洲蔬菜研究發展中心)

第1表 台湾の大豆栽培における施肥

施肥 (kg/ha)	不耕起稲株		耕 起 栽 培			
	栽 培		水 田 跡		畑 地	
	範 囲	平 均	範 囲	平 均	範 囲	平 均
N	8-86	27	8-46	19	3-34	21
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	7-93	37	12-78	48	8-44	14
K <sub>2</sub> O	10-97	48	23-51	35	10-37	20
追肥 (kg/ha)						
N	7-202	50	17-144	56	10-83	43
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	7-158	48	7-44	34	4-48	22
K <sub>2</sub> O	5-240	57	17-75	40	8-112	37
追肥回数	1-4	1.5	1-3	1.5	1-2	1.6
追肥法	基肥 全面散布または Hilling		条施または全層 施肥		同	左
	追肥 全面散布		条施または全面 散布		同	左

3. 大豆の窒素肥料に対する反応

大豆の増収の研究にとりかゝるに際し、筆者は先ず、次のようなことを考えた。

大豆は単位収量を得るに要するN量の、最も大きい作物の一つである。即ち、大豆を1t生産するには、80~100kgのNが植物に吸収されなければならない。米麦では20~25kgであるので、約4倍のNが必要なのである。大豆中のNは、そのほとんどが大豆と共生関係にある根瘤菌によって、空気中から取り込まれると考えられて来た。大豆の場合の根瘤菌によって固定されるN量を、最近の文献で調べてみると、通常100kg/ha以下という数字が多い。それを収量に換算すると1t/ha前後しかない。

また、大豆は生殖生長期においても、それ迄と変わらない速度で、収穫期近くまでNを吸収し続けることが出来るが、根瘤菌の活性は測定してみると、開花以後急速に低下するようである。

そこで筆者は、大豆のN源を根瘤菌にだけ頼るのではなく、土壌中のNや、肥料Nを上手に利用することによって、収量を経済的レベルに高める方法があるのではないかと考えた。実際に大豆の収量は、N供給力の強い土壌で一般に高く、そのような条件では、根瘤菌により固定されたNの全吸収Nに対する割合が、4割以下になることなどは、その可能性を示している。

それで先ず、大豆がN肥料に対し、どのように反応するかをいろいろな条件で改めて実験してみた。以下、その中の幾つかについて概要を述べる。

1) 根瘤の着生及び大豆の生育に対するN施肥の影響

土壌AとしてAVRDC大豆栽培圃場の表土に、完熟稲わら堆肥を容積で3:1の割合で混ぜた土壌、土壌Bとして、その表土そのもの、土壌Cとして50cm以下の下層土を準備した。土壌Aは微生物密度も高く、有効態N含量も多い。土壌C

は、微生物密度も低く、有効態N含量も少なく、根瘤菌の密度も低い。土壌Bは、それらの中間的なものと思ってもらえばよい。この3種の土壌に、以下の4処理を施し、木箱の中で品種十石を栽培した。

その処理とは、① N肥料も根瘤菌も施さない対照区(W/O N, W/O I)、② N肥料を施用せず、根瘤菌のみを接種した区(W/O N, W. I)、③ N肥料を施用し、根瘤菌を接種しない区(W. N, W/O I)、④ N肥料を施し、根瘤菌を接種した区(W. N, W. I)の4つである。この実験結果を第2表に示した。

これについて結果を要約すると次のようになる。

① 根瘤菌を接種しない条件下でN肥料を施用すると、菌数が多く有効態N含量の多い土壌Aでは、根瘤の数が著しく減少したが、土壌Cでは、N肥料の施用が根瘤の形成を著しく促進した。② 根瘤菌接種条件下では、土壌A、BともN肥料の施用により、根瘤の形成が阻害されることはなかった。③ 更に根瘤菌の接種は、根瘤の数を増加するが、そのサイズを小さくする。N肥料はそれを大きくする。④ N肥料の施用は全ての土壌で、大豆の乾物生産と莢数の増加に役立ったが、根瘤菌の接種は土壌Cにおいてのみ、その面で効果的であった。

このような結果は、Nが土壌からある濃度で供給されることが、収量を高める面だけでなく、根瘤菌の発達にも重要であることを示唆している。また、土壌中の根瘤菌密度を或る程度高めておけば、N肥料は、必ずしも根瘤の形成発達を阻害するものではない。

更に土壌Cのように肥沃度の劣る土壌では、N肥料を施用した条件下でも、なお根瘤菌接種の効果はかなり大きいことから、そのような土壌では、根瘤菌の接種とN施肥を、同時に行うことがよいのではないかと思える。

台湾では現在、根瘤菌の接種をしている農家はほとんどないが、N肥料と併用することによって、収量の高まる圃場もあるのではないかと思う。

2) NO<sub>3</sub>-Nの優位性

大豆の生育収量に対する供給Nの形態と、供給濃度の影響を調べるため、水耕実験を行った。NH<sub>4</sub>-Nとしては硫酸を用い、供給N濃度を5, 10, 15, 30, 50ppm, NO<sub>3</sub>-Nとしては硝酸ナトリウムを用い、15, 30, 50, 100, 150ppm N濃度条件下で、出芽後2週間目から収穫期まで水耕で大豆を栽培した。

第2表 大豆の生育及び根瘤の発達に対する根瘤菌接種及び窒素肥料施用の影響

処 理	土 壌 A			土 壌 B			土 壌 C		
	乾物重 (g)	根瘤数	莢数	乾物重 (g)	根瘤数	莢数	乾物重 (g)	根瘤数	莢数
W/O N, W/O I	73	125	205	50	66	121	21	19	55
W/O N, W. I	84	139	197	44	84	101	46	136	83
W. N, W/O I	97	59	233	73	104	185	76	193	116
W. N, W. I	107	152	223	82	96	211	93	429	140

なお水耕条件下において、根瘤菌の力だけで、大豆がどの程度生育するものかを知る意味で、無N区も設けた。以下この実験結果の概略を述べる。なお収穫期の調査結果を第3表に示した。

第3表 水耕栽培における大豆の生育と窒素の形態

処 理	着 莢 数 (個体当り)	種 子 数 (莢当り)	100粒重 (g)	種子重 (g/pot)	N吸収量 (g/pot)
無 窒 素	4.3	1.05	5.0	0.9	0.2
NH <sub>4</sub> -N					
5ppm	11.8	1.70	11.0	8.8	0.9
10	15.5	1.86	9.1	10.2	1.2
15	20.3	1.80	14.8	21.6	2.3
30	21.8	1.80	18.1	28.2	1.9
50	17.8	1.77	14.4	18.1	2.9
NO <sub>3</sub> -N					
15ppm	27.0	1.83	12.9	25.5	2.3
30	46.0	1.83	15.7	52.8	5.5
50	57.5	1.85	19.2	81.6	6.2
100	53.0	1.77	20.1	75.7	5.8
150	49.3	1.86	21.0	76.7	5.9

① NH<sub>4</sub>-N 系列についてみると、実験開始3日目に下位葉にアンモニア障害による異常症状が、5ppm という低い供給濃度条件下でも現われ、大豆がNH<sub>4</sub>-Nに非常に弱いことが分かった。生育が進み、伸長期になるとアンモニア障害に対する抵抗力も高まり、最終的には、30ppm区のもの、生育が最もよかった。② NO<sub>3</sub>-N 系列では、N 150ppm という高濃度条件下でも、生育に異常は認められず、収量においても、50ppm 以上の供給濃度条件下では殆んど差異がなかった。③ 無Nで栽培したものには、かなり大きい根瘤が個体当り4個程着生したが、初期からN欠乏症を呈したまま生育を続けた。生育期間はかなり短縮されたが、開花結実は起こり、生育を全うした。④ 収量からみて、NH<sub>4</sub>-Nの場合、最適供給濃度は30ppmであったが、アンモニアによる障害のため、根や葉の機能は低下しており、その種子収量はNO<sub>3</sub>-Nで栽培したものの最高が、ポット当り82gあったのに対し、28gしかなかった。⑤ その収量構成要素について、NO<sub>3</sub>-N系列のものと比較してみると、NH<sub>4</sub>-Nによって、とくに着莢数が影響を受けた。NO<sub>3</sub>-Nの場合、着莢数はN供給濃度に大きく影響を受け、着莢数を最大にするには50ppm以上の供給濃度が必要である。⑥ 莢当りの種子数は、無N区では1粒であったが、5ppm以上で無機態Nを供給すれば、その形態や供給濃度によって影響されることはなかった。⑦ 100粒重については、Nの供給形態よりも、Nの供給濃度に大きく左右される点が興味を引く。NO<sub>3</sub>-N系列では供給濃度150ppmまで、それが高いほど100粒重は大きかった。⑧ 収穫期の葉(落葉)や莢殻のN濃度は、NH<sub>4</sub>-Nで栽培したものの方が、NO<sub>3</sub>-Nで栽培したものより高いが、Nの個体当りの蓄積量は、NO<sub>3</sub>-Nで栽培したものが、NH<sub>4</sub>-N

で栽培したものの2倍以上で、N吸収に対するNO<sub>3</sub>-Nの優位性が認められる。⑨ 1gの種子を生産するのに要するN量は、NH<sub>4</sub>-Nの場合106mg、NO<sub>3</sub>-Nの場合83mgで、また吸収されたNの種子への転流割合も、NO<sub>3</sub>-Nで栽培されたものの方が高く、NO<sub>3</sub>-Nの種子生産効率が、NH<sub>4</sub>-Nのそれよりかなり高いことが認められた。

これらの現象は、大豆によるNの吸収を促進するには、かなり高い濃度でNを供給しなければならないが、NH<sub>4</sub>-Nで供給する場合には、特に生育初期には、供給濃度を高くすることは危険であることを示唆している。台湾の農家では、基肥のN施用量は比較的少なく、追肥の場合でも、分施して一度に多量施用しない点は、理にかなっているように思える。実際面では、硝化作用が順調に進行するよう、土壌を整備しておくことが、大豆を安全に栽培する要点であろう。

### 3) 生育時期別の窒素肥料に対する反応

このことについて、水耕、ポット、圃場試験によって種々実験を行った。データは紙数の関係で省略するが、その概要を示す次の通りである。

① 基肥として2葉期までに施用されたNは、根瘤菌の活性を高め、開花初めに施されたN程ではないが、着莢数を増やす。② 開花初めに施されたNは、着莢数と100粒重の増加に役立つ。③ 莢肥大期に施されたNは、100粒重を増やす。⑤ 大豆の増収に対しては、栄養生長期に施されたNよりも、開花初めに施されたNの方が効率がよい。⑥ 堆肥または土壌有機物の効果は台湾の春作では100粒重と着莢数の増加に役立つ、夏作では着莢数の増加と草丈の増加に役立つが、100粒重を減少させる。

台湾の農家でN施用が後期に重点が置かれている点は、上記の結果より理にかなっているように思う。また大豆が、有機物の多い土壌で収量の高いこと、大豆栽培で堆肥の効果が高いことは、主として、それが供給するNによると推察される。

### 4. 結 語

筆者はこれらの実験結果をもとに多収穫栽培を試みた。堆肥も窒素肥料も使わず、通常の方法で栽培した場合、春作で2t/ha、夏作で1.8t/haの収量を得ることの出来る圃場で、堆肥を連用して地力を高め、肥料N 100kg/haを使用することによって、それぞれ、3.9t/ha、3.8t/haの収量を得た。この成功は助手を務めて呉れた李氏の優れた栽培技術に負うところが多いが、大豆栽培に窒素肥料を使うことが出来ることを確信させた。