

大豆の無機栄養に関する調査

第2報 葉位別葉における窒素、磷酸、加里
および石灰の行動について

平 井 義 孝†

STUDIES ON THE INORGANIC NUTRIENTS OF SOYBEAN PLANTS

II On the Movement of Nitrogen, Phosphorus, Potassium and Calcium in Leaves at Definite Position on the Stem

Yoshitaka HIRAI

大豆の合理的な施肥法確立の資をうる目的で、生育時期別の窒素、磷酸、加里および石灰の吸収移動過程を先報²⁾で報告し、これら要素の利用状態が生育時期によつて差異のあることを明らかにした。さらに葉は莖および莢に比較し、これら無機要素の貯蔵量は多く、移動性の窒素、磷酸および加里は、子実の登熟にあたりほかの器官より子実の生産に寄与しているであろうと論じた。

葉の生理的機能は炭素同化作用の場のほか、養分の貯蔵の場としても重要であり、このことから主要無機要素の葉における行動を知ることは、葉と子実生産との結びつきの解明に有意なことと考えられ、ひいては施肥あるいは栽培法に示唆することが大きいものと考えられる。

大豆は主莖および分枝に多くの葉を発生し、その葉は出葉の時期あるいは形態が異なり、それらの葉は質的に相違しているものと考えられる。先報ではこのような葉を単に個体全体の葉として総合的に扱つたため、個々の葉の無機要素の行動については明らかでなく、葉位別の本質的な相違については論外であつた。水稻についてはこの観点から詳細な研究がなされ、葉の生理的意義が解明された⁵⁾。その方法を大豆に適應し、葉位別の各葉が大豆の生育、収量におよぼす役割りを追究し

ようと試みた。ここでは窒素、磷酸、加里および石灰の葉位別葉における行動について調査した結果を報告する。

本調査は道立農試十勝支場長三島京治技師、同大豆指定試験地主任後藤寛治技師、同土壤肥料課長岩淵晴郎技師および同調印内益夫技師の諸氏に御援助をいただいた。附記して感謝の意を表する。

I 実験方法

材料および方法

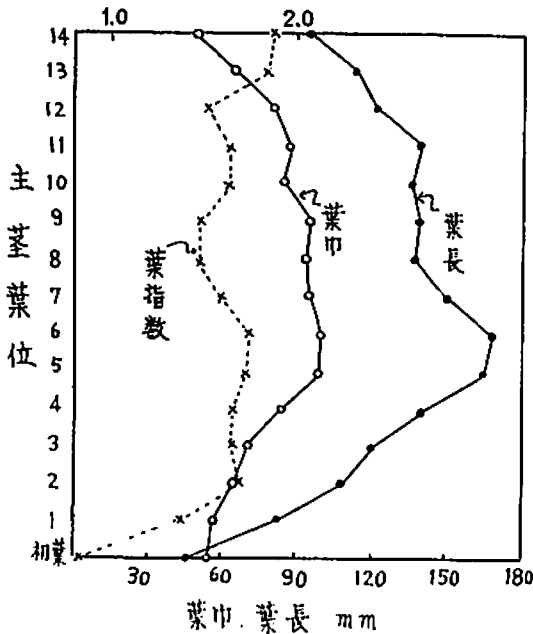
供試品種および栽培法は先報と同じである。調査および分析に用いた試料は子葉が完全に展開した6月2日に第1回を採取し、以後成熟期まで12回採取し、1回の試料は30~50個体用いた。採取後速かに葉位別に分別し(葉柄を含む)、所定の調査を行なつてから水洗し、通風乾燥後細粉し分析に供した。

葉長および葉幅の調査は複葉の場合は中心小葉で行ない、10葉の平均で示し、葉指数は葉長/葉幅をもつて示した。また子葉および初葉の乾物重は個体当り(2枚)で示した。

大豆の子葉、初葉および下位複葉は生育中から黄変落葉するので、落葉前(軽く葉に触れると落葉するとき)に採取し、またそのほかの各葉も同様な方法で成熟期の試料として採取した。なお分枝の各葉は成熟期における試料の回収はできなかつた。

第1図 主茎葉の形態

葉指数 (葉長/葉巾)



分析の方法

各要素とも先報と同じである。

II 結果と考察

主茎葉の形態的变化

主茎の葉位別葉の葉幅および葉長の時期別の推移を第1表に示した。また第1図は頂葉の14.*が完全に展開したと考えられる8月15日における葉幅、葉長および葉指数を示したもので、当時すでに落葉していた葉は、その葉の生育中における最高値をもつて図示した。第1図に示したように初葉は葉長にくらべ、葉幅が大きいが、このほかの各葉はいずれも葉長がまさっている。したがって葉指数は1以上を示している。これらの葉は下位より順次葉長は長くなり、1%, 2%が最大を示し7%~11%はこれらよりやや短くなるが差異は少ない。しかし12%以上の葉は順次短くなり、14%では95mm程度であつた。葉幅は葉長とほぼ正の相

第1表 主茎葉の時期別葉長および葉幅

葉位	I 6.2	II 6.10	III 6.17	IV 6.27	V 7.7	VI 7.17	VII 7.27	VIII 8.6	IX 8.15	X 8.25	XI 9.5	XII 9.25	推定 葉令 (日)
14								31/61	51/95	53/100	58/108		50
13								48/86	65/117	67/117	72/124		52
12								73/125	83/126	80/130	81/133		57
11							43/68	84/134	87/140	86/136	87/136		61
10							69/106	86/134	85/136	88/137	94/141	未	64
9							88/132	90/136	94/139	91/131	94/137		67
8						51/80	92/139	92/136	92/138	92/137	98/145		72
7						76/130	94/156	94/156	94/150	93/148	97/154	調	73
6						94/167	98/173	98/173	99/174	95/173	99/170		77
5					52/90	92/158	96/166	95/164	97/169	93/161	98/172		80
4					71/121	81/137	84/141	84/140	84/140				42
3				29/53	72/120	70/119	69/119	71/120				在	47
2			20/32	52/85	67/105	65/110	65/106	63/107					50
1		16/25	41/56	58/80	56/80	56/82	56/81						47
初葉	25/23	50/44	56/47	54/47	56/48	55/46							45

関を示しているが、葉位別の差異は葉長ほど著しくない。葉指数は1%は1.39とやや低いが、2%~12%までの各葉は1.5~1.7の範囲を示し、13%、

14%では高かつた。

主茎葉は生育の進行に伴つて、下位葉から順次出葉し、やがて黄変落葉するが、その状態を第1表から葉の寿命(葉令)を推定すれば、初葉は6月2日に展開直後であり、以後7月17日に枯死落葉したので葉令は約45日、同様に1%は47日と推定

* 14%の0は主茎、14はその葉位を意味し、主茎上の第14複葉を示す。同様に分枝では主茎の記号が1、2...と変わり、それぞれ第1分枝、第2分枝を示す。

され、1/2以下の各葉は50日以内の葉令と思われ
る。しかし1/2は7月7日にほとんど展開しており
その後成熟期まで落葉しなかつたので約80日と主
茎各葉の中で最も長い葉令を示し、1/2以上は1/2より
順次出葉が遅れているため、葉令は漸次短縮さ
れ、頂葉の1/2では約50日と推定された。また子
葉は6月2日完全に展開を終え、その後6月27日

には黄変落葉したので約25日くらいの葉令である
と考えられ、主茎各葉の中で最も短かつた。

このように主茎葉の形態および葉令は各葉位によ
つて差異のあることが認められた。

主茎葉の乾物重の消長

主茎各葉の乾物重の消長を示すと第2表のよう
に、子葉を除く各葉は伸長に伴つて葉重を増加

第2表 主茎葉の時期別乾物重

試料番号	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
部 位													
乾 物 重	14							120	434	571	570	373	
	13							295	771	839	895	625	
	12						59	743	1,286	1,355	1,252	979	
	11						118	1,051	1,488	1,499	1,496	1,117	
	10						578	1,301	1,707	1,715	1,719	1,319	
	9					91	922	1,420	1,636	1,705	1,706	1,351	
	8					278	1,144	1,428	1,496	1,599	1,719	1,250	
	7					46	607	1,257	1,421	1,489	1,582	1,616	1,193
	6					138	1,013	1,439	1,482	1,474	1,442	1,409	1,125
	5					296	1,060	1,185	1,194	1,193	1,207	1,074	1,062
	4				36	512	806	770	724	707	561		
	3				118	618	603	537	513	437			
mg/葉													
2			37	257	584	513	436	407	390				
1		28	119	410	498	314	259						
初葉	33	145	196	208	204	174	144						
子葉	133	79	68	59									
合 計	166	252	420	1,088	2,896	5,459	8,848	12,099	14,504	14,078	13,453	10,404	

し、ある時期に最高重を示してから、やがて減少
し黄変落葉の経過をたどる。各葉位ごとの最高重
を示す時期は、6月27日初葉が最高値を示してか
ら、下位より上位葉へと順次に達し、上位葉ほど
より後期に最高重に達する。

同一葉位葉の時期的な推移は下位葉、中位葉お
よび上位葉によつて特徴的な傾向がみられた。す
なわち、初葉1/2までの下位葉は葉の伸長によつ
て葉重は増加するが、最高重に達した後減少す
る。これにくらべ、1/2~1/2の中位葉は葉重の増
加は速かた、かつ最大値に達してから比較的長い
期間葉重の増減が少なく、登熟期になつてから減
少する。この傾向は1/2、1/2にもみられるが、こ

れらの上位葉は最大値に達してからの持続期間は
短かつた。子葉は展開以後葉重の増加はなく、生
育に伴い急速に減少し、落葉時には展開当時の1/2
以下の乾物重に減少した。

各葉が生育中に示した最大葉重の葉位別分布は
1/2~1/2が最大で、この葉を中心として上位およ
び下位とも順次低下している。この最大葉重から
落葉時における葉重の差を葉の含有物質の移行量
と考え、これを最大葉重で除した移行率は第11表
および第3図のとおりである。その結果移行率は
子葉が最も高く56%を示し、下位の初葉1/2およ
び上位の1/2、1/2は29~48%を示し、中位葉の
1/2~1/2にくらべいずれも高い結果であつた。し

かし移行率は移行量とは一致した傾向でなく、 $1\% \sim 12\%$ は350mg以上で、ほかの葉よりも多く、中でも 7% 、 9% の移行量は400mgを超え、この葉を中心に上位および下位へと順次減少する傾向である。

以上の事実は、各葉が大豆の生育に対して果た

す役割りが異なっていることを暗示するものと考えられる。

主莖葉の各要素含有率の消長

窒素 第3表に示すように子葉を除く各葉は、各生育時期とも下位葉より上位葉へと順次含有率は高まっているが、展開の不十分な新生葉は例外

第3表 主莖葉の窒素含有率(乾物中%)

部位	試料番号	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
主	14								4.82	3.83	3.55	2.82	1.84	
	13								4.52	3.83	3.66	2.91	1.88	
	12							4.19	4.43	4.08	3.85	2.59	1.75	
	11							4.30	4.08	4.10	3.84	2.81	1.63	
	10							4.37	4.00	4.01	4.02	3.15	1.79	
	9						4.31	3.55	3.93	3.92	3.83	3.03	1.92	
	8						4.47	3.48	3.90	3.57	3.51	2.79	1.64	
	7					5.22	4.11	3.47	3.68	3.19	3.24	2.41	1.65	
	6					5.90	3.77	3.07	3.48	2.98	2.82	2.39	1.53	
	5					5.72	3.57	3.00	2.98	2.77	2.59	2.34	1.56	
	葉	4				5.20	5.28	3.55	2.76	2.54	2.20	1.60		
		3				5.55	4.30	3.19	2.34	1.92	1.01			
		2			6.36	4.55	3.92	2.90	1.98	1.19	0.94			
		1		7.01	6.09	4.33	3.44	2.57	1.39					
初葉		7.21	5.62	5.16	3.91	2.58	1.41	1.22						
	子葉	7.83	6.02	4.31	2.46									

で、その葉より一段下位の葉が高い傾向を示した。

展開当時における要素含有率は下位葉ほど高いが、下位葉は生育の進行に伴って含有率の低下は著しい。しかし中位葉の $5\% \sim 12\%$ では展開の初期は高い値を示すが、展開が進むにつれて低下する。しかし展開がほぼ終了してからは含有率の低下は緩慢となり、登熟期にいたつて再び減少が目立ち、成熟期には $1.5 \sim 2.0\%$ の範囲で落葉した。上位の 12% 、 11% は展開初期の含有率は下位葉に比べてかなり低いが、その推移は中位葉のように展開終了から登熟期に入るまでの期間は緩慢に推移しない。また下位葉のように急速な低下も示さないで、漸次生育に伴い減少した。

磷酸 第4表に示したように、子葉を除いて

生育の各時期とも下位葉から上位葉へと順次含有率は高く分布し、窒素のように新生葉も例外でなく、むしろ新生葉ほど高濃度であることから、磷酸は窒素の場合に比較して細胞分裂のおう盛な部分に多く供給されると考えられた。

各葉位とも含有率は展開当時ほど高いが、葉の伸長に伴い急速に低下し、展開がほぼ終了してからの変化は少なかった。各葉位ごとの推移は窒素と同様に、初葉 $\sim 1\%$ の下位葉では展開当時は中位あるいは上位葉より高いが、生育の進行による減少は著しく、落葉時には 0.2% 以下であつた。 $4\% \sim 12\%$ の中位葉では展開終了後登熟期に入るまでの期間は含有率の変化は小さく、ある濃度を維持して経過し、その後登熟現象が進むに伴い減少した。この中位葉にみられる特徴は出葉のおそかつ

第4表 主茎葉の磷酸含有率(乾物中%)

試料番号		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
部 位	14								1.22	1.03	0.48	0.45	0.24
	13								1.04	0.58	0.54	0.45	0.26
	12								1.00	0.57	0.47	0.43	0.23
	11							1.26	0.72	0.64	0.53	0.46	0.25
	10							0.79	0.68	0.58	0.53	0.44	0.27
	9						1.46	0.75	0.65	0.63	0.54	0.44	0.30
	8						1.18	0.67	0.65	0.58	0.50	0.39	0.25
	7						0.93	0.58	0.65	0.56	0.50	0.43	0.26
	6						0.74	0.55	0.60	0.57	0.49	0.41	0.27
	5					1.26	0.62	0.51	0.55	0.53	0.48	0.37	0.29
	4					0.85	0.53	0.48	0.51	0.47	0.28		
	3			0.96	0.65	0.40	0.43	0.39	0.17				
	2			1.44	0.59	0.52	0.40	0.35	0.26	0.17			
	1		1.97	0.56	0.43	0.45	0.37	0.16					
	初葉	1.83	0.88	0.40	0.34	0.34	0.25	0.15					
	子葉	1.42	0.77	0.56	0.24								

た上位の13%、14%になるにつれて不明瞭となり、
下位葉ほどの急速な減少ではないが、生育の進行
に伴い含有率は漸減した。

加里 生育各時期の加里含有率を第5表に示
した。子葉の経過は窒素、磷酸と異なり、生育の
進行による変化は少なかった。含有率の分布状況

第5表 主茎葉の加里含有率(乾物中%)

試料番号		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
部 位	14								2.82	3.31	1.70	1.67	1.34
	13								2.91	2.47	2.07	1.87	1.89
	12								3.01	2.65	2.28	2.20	2.36
	11							3.08	3.05	2.80	2.41	2.31	2.45
	10							3.30	3.08	2.57	2.17	2.24	2.43
	9						3.37	3.76	3.15	2.87	2.34	2.38	2.43
	8						3.67	3.27	2.97	2.67	2.14	2.11	2.21
	7						3.95	3.00	3.01	2.42	2.02	1.95	1.85
	6						3.95	2.86	2.65	2.53	2.08	2.06	1.85
	5					3.85	3.50	2.76	2.55	2.57	2.06	2.07	1.79
	4					4.21	3.15	2.64	2.35	2.33	2.12		
	3				3.32	3.99	2.73	2.34	1.81	1.56			
	2			3.78	3.48	3.34	2.45	1.80	1.53	1.30			
	1		3.44	4.00	3.61	2.90	1.92	1.15					
	初葉	3.28	3.38	3.24	2.66	2.09	1.10	1.16					
	子葉	2.50	2.25	2.57	2.96								

は、生育の各時期とも下位葉より上位葉へと順に高濃度の分布を示すが、新生葉は窒素と同様に展開の十分な葉より低く、この傾向は窒素よりさらに強かつた。

各葉の生育に伴う推移は、初葉 \sim 1%の下位葉では著しく、中位および上位葉では下位葉より緩慢に低下した。

石灰 石灰含有率の推移は第6表に示すように、前記要素とは全く対照的に各葉位とも生育の進行に伴い次第に高まり、ことに下位の初葉 \sim 1%では顕著で、中位および上位葉では展開当時より次第に高まり、とくに登熟期に入つてからの上昇は著しい。その推移は窒素、磷酸の推移に反比例的であつた。

第6表 主茎葉の石灰含有率(乾物中%)

試料番号	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
部位													
主	14							1.80	1.52	2.28	2.94	4.47	
	13							1.16	1.43	2.20	2.50	3.51	
	12							1.56	1.64	2.10	2.37	3.44	
	11							1.67	1.61	1.97	2.46	2.61	3.73
	10							1.56	1.87	2.28	2.83	2.93	3.70
	9						1.30	1.94	2.50	2.78	3.27	3.27	4.08
	8						1.36	2.41	3.08	3.07	3.57	3.46	4.76
	7						1.70	3.07	3.51	3.68	3.88	3.95	5.47
	6						2.48	3.96	4.22	4.62	4.66	4.61	6.00
	5					1.28	3.22	4.58	4.82	5.19	5.47	5.49	5.68
	4					2.09	4.14	5.49	5.48	6.28	7.06		
	3				1.36	2.83	5.18	6.47	6.32	7.59			
	2			1.35	2.09	3.79	5.99	7.93	8.72	8.95			
1		0.64	1.50	2.88	5.15	8.15	9.90						
初葉	0.82	2.36	3.87	5.58	7.57	8.92	10.08						
子葉	0.63	1.96	3.17	4.44									

生育各時期の含有率の分布は頂葉の14%および子葉を除いて上位葉ほど低濃度であつた。

主茎葉における無機要素の集積、移行

第7表に示したように、窒素の絶対量は子葉を除く各葉は乾物重と同様に葉の伸長に伴つて増加し、最大値に達してからのち減少する。一方子葉は展開当時より減少を続けて落葉する。各葉の最大集積を示す時期は、乾物重と同様に、上位葉ほどより後期になつている。最大集積量の葉位別分布は1%~11%が最も多く、この葉を中心に上、下位葉とも漸減している。

同一葉の生育に伴う消長は初葉から1%までの下

位葉では最高値を示してからの減少は著しく、かつ速かであるが、1%~12%の中位葉では葉の伸長に伴つて増加し、やがて最高値に達してから登熟期になるまでの期間は、比較的高い値で経過し変化は少なく、この期間はほかの下位および上位葉に比較し、保持能力は高いと考えられる。この傾向は上位葉の13%、11%になるに従つて短縮され、下位葉のように最大値を示してからのちは急速に減少する。

磷酸は第8表に示したように、ほぼ窒素と同じ傾向であるが、各葉とも最大集積量を示す時期は窒素より早くなつている。集積量の多い葉は1%~

第7表 主茎葉の窒素絶対量の消長 (mg/葉)

部位	試料 番号	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
14									5.8	16.6	20.3	16.1	6.9
13									13.3	29.5	30.7	26.1	11.8
12								2.5	32.9	52.5	52.2	32.4	17.1
11								5.1	42.9	61.0	57.6	42.0	18.2
10								25.3	52.0	68.5	68.9	54.2	23.8
9							3.9	32.7	55.8	64.1	65.3	51.7	25.9
8								12.4	39.8	55.7	53.3	48.0	20.5
7						2.4	25.0	43.6	52.3	47.5	51.3	39.0	18.6
6						6.2	38.2	44.2	51.6	43.9	43.1	33.7	17.2
5						16.9	37.8	35.6	35.6	33.1	31.3	25.1	16.6
4					1.9	27.0	28.6	21.3	18.4	15.6	9.0		
3					6.6	26.6	19.2	12.6	9.9	4.4			
2				2.4	11.7	22.9	14.9	8.6	4.8	3.7			
1			2.0	6.7	17.8	17.1	8.1	3.6					
初葉		2.4	8.2	10.1	8.1	5.3	2.5	1.8					
子葉		10.4	4.8	2.9	1.5								
合計		12.8	15.0	22.1	47.6	124.4	190.6	276.7	431.0	493.7	485.8	368.3	176.6

第8表 主茎葉の磷酸絶対量の消長 (mg/葉)

部位	試料 番号	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
14									1.5	4.5	2.7	2.6	0.9	
13									3.1	4.5	4.5	4.0	1.6	
12									7.4	7.3	6.4	5.4	2.3	
11								1.5	7.6	9.5	8.0	6.9	2.8	
10								4.6	8.9	9.9	9.1	7.6	3.6	
9							1.3	6.9	9.2	10.3	9.2	7.5	4.1	
8								3.3	7.7	9.3	8.7	8.0	6.7	3.1
7								5.7	7.3	9.2	8.3	7.9	7.0	3.1
6								7.5	7.9	8.9	8.4	7.1	5.8	3.0
5						3.7	6.6	6.0	6.6	6.3	5.8	4.0	3.1	
4						4.4	4.3	3.7	3.7	3.3	1.6			
3					1.1	4.0	2.4	2.3	2.0	0.7				
2				0.5	1.5	3.0	2.1	1.5	1.1	0.7				
1			0.6	0.7	1.8	2.2	1.2	0.4						
初葉		0.6	1.3	0.8	0.7	0.7	0.4	0.2						
子葉		1.9	0.6	0.4	0.2									
合計		2.5	2.5	2.4	5.1	18.0	34.8	50.0	78.5	82.4	70.9	57.5	27.6	

第9表 主茎葉の加里絶対量の消長 (mg/葉)

試料番号 部位	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
14								3.4	14.4	9.7	9.5	5.0
13								8.6	19.0	17.4	16.7	11.8
12								22.4	34.1	30.9	27.5	23.1
11							3.6	32.1	41.7	36.1	34.6	27.4
10							19.1	40.1	43.9	37.2	38.5	32.3
9						3.1	34.7	44.7	47.0	39.9	40.6	32.8
8						10.2	37.4	42.4	39.8	34.2	36.3	27.6
7						24.0	37.7	42.8	36.0	32.0	31.5	22.1
6						40.0	41.2	39.3	37.3	30.1	29.0	20.8
5					11.4	37.1	32.7	30.5	30.7	24.9	22.2	19.0
4					21.6	25.4	20.3	17.0	16.5	11.9		
3				3.9	24.7	16.5	12.6	9.3	6.8			
2			1.5	8.9	19.5	12.6	7.9	6.2	5.1			
1		1.0	4.8	14.8	14.4	6.0	3.0					
初葉	1.1	4.9	6.4	5.5	4.3	1.9	1.7					
子葉	3.3	1.8	1.8	1.8								
合計	4.4	7.7	14.5	34.9	95.9	176.8	251.9	338.8	372.3	304.3	286.4	221.9

第10表 主茎葉の石灰絶対量の消長 (mg/葉)

試料番号 部位	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
14								2.2	6.6	13.0	16.8	16.7
13								3.4	11.0	18.5	22.4	21.9
12								11.6	21.1	28.5	29.7	33.7
11							2.0	16.9	29.3	36.9	39.1	41.7
10							9.0	24.3	38.9	48.5	50.4	49.2
9						1.2	17.9	35.5	45.5	55.8	55.8	55.1
8						3.8	27.6	44.0	45.8	57.1	59.5	59.5
7						10.3	38.6	49.9	54.8	61.4	63.8	65.3
6						25.1	57.0	62.5	68.1	67.3	65.0	67.5
5					3.8	34.1	54.3	57.6	61.9	66.0	59.0	60.3
4					10.7	33.4	42.3	39.7	44.4	39.6		
3				1.6	17.5	31.2	34.7	32.4	33.2			
2			0.5	5.4	22.1	30.7	34.6	35.5	34.9			
1		0.2	1.8	11.8	25.7	25.6	25.6					
初葉	0.3	3.4	7.6	11.6	15.4	15.5	14.5					
子葉	0.8	1.6	2.2	2.6								
合計	1.1	5.2	12.1	33.0	95.2	210.9	358.1	415.5	495.5	492.6	461.5	470.9

11%であつた。

加里は第9表のように、前記2要素と同じく葉の伸長に伴つて集積量は増加するが、%~11%での集積量が多かつた。同一葉における絶対量の消長は、初葉~%および頂葉の11%は最大値を示したのち落葉までに減少が著しい。そのほかの葉は生育の進行に伴つて減少するが、その推移は緩慢である。また子葉における加里の推移は、窒素、磷酸と異なり、展開当時3.3mg / 個体のものが8日後の6月10日には1.8mgに減少し、その後落葉するまで減少がみられず、子葉中の加里は窒素、磷酸にくらべて移行することは少ないと思われる。

石灰は第10表のように各葉とも生育の進行に伴い集積量は増加してゆき、落葉の20~40日前からの量は変化が少なかつた。石灰集積量の葉位別分布は、下位葉より順次多くなるが、%~7%が最も多く、さらにその上位葉は再び減少を示し、最大集積量を示す葉位は、前記3要素より下位の葉であつた。

以上の結果より最大集積量から落葉時における量を差し引いて移行量を算出し、第11表および第2図に示した。その結果主茎葉の移行量は窒素が最も多く、ついで加里、磷酸、石灰の順位で、石灰は%、%でわずかな移行量を示したほかは零あるいは極く少なかつた。

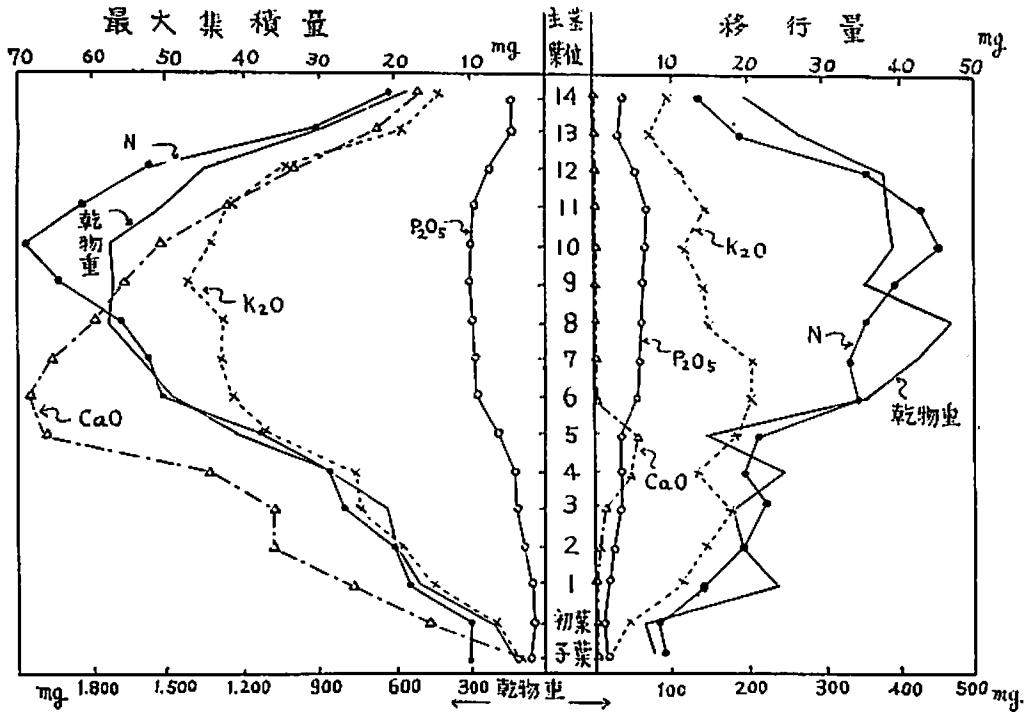
第11表 主茎葉の最大集積とその移行

區別	部位	子葉	初葉	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
		最大集積量 (mg / 葉)	乾物重	133	208	498	584	618	806	1,207	1,482	1,616	1,719	1,706	1,719	1,499	1,355
	N	10.4	10.1	17.8	22.9	26.6	28.6	37.8	51.6	52.3	56.1	65.3	68.9	61.0	52.5	30.7	20.3
	P ₂ O ₅	1.9	1.3	1.8	3.0	4.0	4.4	6.6	8.9	9.2	9.3	10.3	9.9	9.5	7.4	4.5	4.5
	K ₂ O	3.3	6.4	14.8	19.5	24.7	25.4	37.1	41.2	42.8	42.4	47.0	43.9	41.7	34.1	19.0	14.4
	CaO	2.6	15.5	25.7	35.5	34.7	44.4	66.0	68.1	65.3	59.5	55.8	50.4	41.7	33.7	22.4	16.8
移行量 (mg / 葉)	乾物重	74	64	239	194	181	245	145	357	423	469	355	390	382	376	270	198
	N	8.9	8.3	14.2	19.2	22.2	19.6	21.2	34.4	33.7	35.6	39.4	45.1	42.8	35.4	18.9	13.4
	P ₂ O ₅	1.7	1.1	1.8	2.3	3.3	2.8	3.5	5.9	6.1	6.2	6.2	6.3	6.7	5.1	2.9	3.6
	K ₂ O	1.5	4.7	11.8	14.4	17.9	13.5	18.1	20.4	20.7	14.8	14.2	11.6	14.3	11.0	7.2	9.4
	CaO	—	1.0	0.1	0.6	1.5	4.8	5.7	0.6	—	—	0.7	1.2	—	—	0.5	0.1
移行率 (%)	乾物重	56	31	48	33	29	30	12	24	26	27	21	23	26	28	30	35
	N	86	82	80	84	83	69	56	67	64	63	60	65	70	67	62	66
	P ₂ O ₅	90	84	82	77	83	64	53	66	66	67	60	64	71	69	64	80
	K ₂ O	46	73	80	74	73	53	49	50	48	35	30	26	34	32	38	65
	CaO	0	6	0	2	4	11	9	1	0	0	1	2	0	0	2	1

窒素、磷酸の移行量は%~12%で多く、ことに窒素は10%、11%では40mg / 葉と多かつた。これ以外の各葉では20mg / 葉の移行量であつた。加里は%以上の各葉の移行量は順次に少なくなり、%~7%で多かつた。

この移行量をその葉の最大集積量で除した移行率は第11表および第3図に示すように、窒素、磷酸は類似した結果であつた。すなわち子葉から%の移行率は高く、最大集積量の約80%が移行し、頂葉の11%の磷酸の場合も同じであつた。そのほ

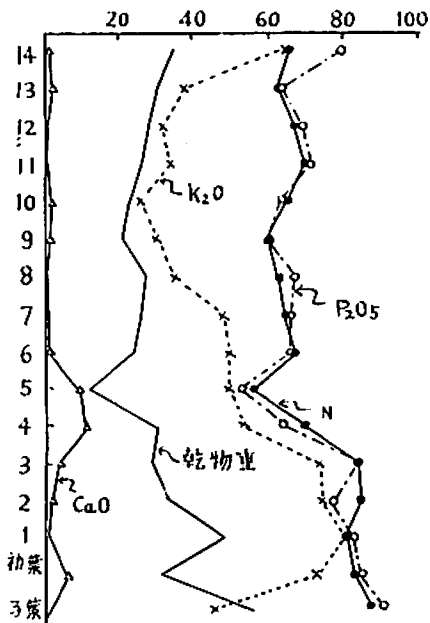
第2図 主茎葉の最大集積量と移行量



かの葉では%を除いては60~70%の移行率を示した。加里は子葉において低い値であるが、初葉

~%および%は65%以上の移行率を示し、%~%までの各葉に比較して著しく高い結果であった。

第3図 主茎葉の移行率(%)



石灰の移行率は%、%および初葉以外の各葉はいずれもきわめて少なく、また%、%および初葉の移行率も6~11%とほかの要素に比較し著しく低い値で、この葉の移行の原因は明らかでないが、含有率および集積量の推移から推考して、葉からの石灰の再分布の可能性はきわめて少ないものと考えられる。

以上における各調査結果から考察して、主茎葉における各葉を形態、乾物重および無機成分(窒素、磷酸および加里)の推移状態から次の4つの型に大別できると思われる。

- a) 子葉 生育の進行に伴い乾物重は減少するのみで、貯蔵する養分の移行は著しく、葉令は最も短い。
- b) 下位葉(初葉~1/10) 葉令は50日内外と推定され、葉長および葉幅は小さく、生育途時に黄変落葉する。乾物重は最大値を示してから減少が著

しく、また窒素、磷酸および加里の含有率も生育の進行に伴い著しい減少を示す。これら要素の集積、移行の状態は乾物重と同傾向であり、移行量は少ないが、移行率は高い。

c) 中位葉 ($7/n \sim 12/n$) 展開後成熟期まで着葉し、葉形は大きい。乾物重の増加速度は早く、最大値に達してから登熟期に入るまでの比較的長い期間の乾物重の増減は少ない。またこの期間の窒素、磷酸の含有率も同傾向で、これら要素の集積状態も乾物重と同じである。登熟にあつての移行量は多いが、移行率は低い。

d) 上位葉 ($13/n, 14/n$) 出葉がおそく、葉令、葉形とも中位葉より小さい。乾物重および含有率は中位葉のような経過を示す期間は少ないが、また下位葉のような急速な減少もなく、含有率は生育の進行によつて、また乾物重は最大値以後それぞれ緩慢に減少する。移行量は少ないが、移行率はやや高い。

以上の各型の葉とも石灰の含有率および集積量とも窒素、磷酸とは逆の推移を示し、葉からの再移動の可能性はきわめて少ないと考えられた。

このような状態から推察して、各葉の作用は大豆の生育過程にそれぞれ異なつた意義をもつてゐるものと考えられる。すなわち子葉は竹島¹⁾が指摘するように、稚苗時の地上部、地下部の生育に著しい影響をもつと考えられ、また初葉あるいは本葉も古谷¹⁾の摘葉試験が示唆するように、大豆の生育に重要な意義があると推察されるが、下位葉の $1/3$ までの葉は開花後の8月6日ころにはほとんどが生理的活動を止めているものと思われ、このことからこの間における花芽分化、分枝の発生あるいは開花などの生理的作用にかなり大きな役割りを果たしたものと考えられる。さらに $2/3$ 以上の中位および上位葉は、これら無機要素の集積および移行の状態から、結莢、子実肥大などの登熟作用に重要な作用をもつものと考えられる。このように大豆の生育、収量におよぼす各葉の役割りは、これら無機要素の行動と深い関係を有すると推考され、今後生理的作用との結びつきについてはなお追究する必要があると思われ

主莖葉と分枝葉の関連性—窒素含有率および乾物重の比較—

これまでは主莖葉の窒素、磷酸、加里および石灰について論じたが、大豆は主莖のほかに数本の分枝を有し、この分枝にも多くの葉が着く。本調査に供試した「大谷地2号」の分枝における着莢割合は、総莢数の43%を占め主莖に比し劣るが、収量の構成に影響すところは大である。

水稻および麦は同伸葉の原理が確立され³⁾、粟子葉は主幹葉とこの原理によつて生理的な面は類推されているが、大豆ではこの点不明であり、かつ本調査もその面の調査は行なわなため明らかでないが、分枝葉の窒素含有率および乾物重を主莖葉のそれと比較して、その関連性を検討した結果を第12表に示した。

その結果乾物重の分枝合計葉重では第1および第2分枝はほぼ同じであるが、第3、第4分枝と順次低くなつてゐる。分枝の発生の早い第1分枝および第2分枝の $1/3$ および $1/2$ は生育途時に枯死落葉し、その推移は主莖葉の下位葉のような経過を示す。しかし第3、第4分枝にはこの傾向の葉はなかつた。また各分枝ともこのほかの葉の乾物重の推移状況は、主莖葉の中位および上位葉的な推移をする葉がみられた。

窒素含有率は主莖葉と同じく、生育の各時期とも下位葉より上位葉へと含有率は高くなつてゐて、主莖葉にみられた新生葉の低い傾向はなく、あくまで頂向的分布を示している。さらに主莖葉の頂葉出葉以前の生育最盛時には、分枝葉の含有率が同時期に出葉したと考えられる主莖葉よりも高濃度である。すなわち、7月17日の $2/3, 1/2, 1/3$ はいずれも $2/3$ の4.31%より高く、また7月27日の $1/3, 1/2, 2/3, 1/4$ はいずれも $1/2$ の4.19%よりも高い結果を示している。

同一葉の生育に伴う窒素含有率の推移は、各分枝の各葉とも主莖葉に比し緩慢な推移を示すが、発生の早い下位分枝(第1および第2分枝)の下位葉である $1/3, 1/2$ は主莖の下位葉のように、ほかの葉にくらべ含有率が生育の進行によつて低下が行なわれ、かつ生育途時に落葉した。しかし発生のおそい上位分枝の第3および第4分枝では、こ

第12表 分枝葉の乾物重および窒素含有率の消長

葉位	枝	乾物重 (mg/葉)						窒素含有率 (乾物中%)					
		VI	VII	VIII	IX	X	XI	VI	VII	VIII	IX	X	XI
第1分枝	6				121	187	150				4.26	3.98	3.55
	5			138	230	351	288			4.41	4.08	4.13	3.48
	4		113	198	480	469	421		4.33	4.08	4.01	3.75	3.51
	3	44	227	314	380	382	399	4.70	3.60	3.91	3.78	3.79	3.27
	2	115	212	211	213	224	217	4.28	3.13	3.13	3.22	3.33	3.54
	1	236	191	139	133			3.46	2.79	2.63	2.69		
	合計	395	743	1,000	1,557	1,613	1,475						
第2分枝	6				75	82	87				4.47	4.09	3.31
	5			116	145	184	235			4.53	4.22	4.00	3.50
	4		90	267	467	463	456		4.57	4.22	4.17	3.75	3.40
	3	30	283	399	483	501	493	4.53	4.47	3.95	3.79	3.63	3.20
	2	108	296	293	275	279	303	4.27	3.63	3.51	3.39	3.37	2.95
	1	206	245	191	141	118		3.63	2.94	3.03	2.61	2.40	
	合計	344	914	1,266	1,586	1,627	1,574						
第3分枝	4			92	246	307	320			4.51	4.23	4.15	3.37
	3		102	240	400	422	400		4.26	4.30	4.04	4.21	3.37
	2	32	232	252	312	361	351	4.36	3.43	3.89	3.63	3.79	3.12
	1	141	236	174	182	185	186	4.16	3.20	3.29	3.23	3.23	3.20
	合計	173	570	758	1,140	1,275	1,252						
第4分枝	3					72	140					4.37	4.10
	2		81	135	170	241	258		4.47	4.24	4.23	4.12	3.86
	1		157	140	197	200	234		3.44	3.86	3.82	3.84	3.35
	合計		238	275	367	513	632						

のような葉はみられなかつた。またこの葉を除く各分枝の各葉とも、主莖の中位葉にみられるような葉が展開してからの含有率の変化が少なく、ある濃度を維持し、登熟期になつてから減少する葉がみられた。しかしこの傾向は各分枝とも出葉のおそい上位葉になると、ある濃度の維持する期間は短くなり、主莖における上位葉的性格を示す結果であつた。

以上の結果は主莖葉にくらべ、乾物重および窒素含有率の推移に遅速あるいは濃度の差はみられるが、発生の早い下位分枝（第1、第2分枝）は主莖の下位、中位および上位葉に類した作用を示す葉が存在し、発生のおそい上位分枝（第3、第4分枝）では主莖の中位および上位葉に相当する葉が存在すると考えられる。

III 要 約

大豆の葉位別葉での無機要素の行動を知る目的で、圃場に標準栽培した「大谷地2号」を用いて1958年窒素、燐酸、加里および石灰について調査した結果次のことを得た。

1) 乾物重、窒素、燐酸および加里の推移ならびに葉の形態などから大豆の主莖葉を次の4つの型に分別した。

a) 子葉：乾物重およびこれら要素は生育に伴い増加することなく、減少が著しい。

b) 下位葉（初葉 $\frac{1}{2}$ ）：葉令は50日以内で葉形は小さい。乾物重やこれら要素の集積量は最大値後は速かに減少する。移行量は小さいが移行率は高い。

c) 中位葉 (5/0~12/0) : 成熟期まで着葉し葉形は大きい。乾物重およびこれら要素の集積は速に行なわれ、かつ量が多い。最大値を示してから登熟期になるまでの減少は少ない。移行量は多いが移行率は低かつた。

d) 上位葉 (13/0, 14/0) : 出葉がおそく、葉令、葉形とも中位葉より小さい。これら要素の含有率は緩慢に低下し、乾物重およびこれら要素の集積量は中位葉と異なつた推移を示したが、下位葉ほど急速な低下はなかつた。移行量は少ないが、移行率はやや高い。

2) 窒素、リン酸および加里は頂向的に高含有率の分布であるが、窒素、加里は新生葉では例外であつた。

3) 石灰は下向的に高含有率の分布を示し、その集積の経過からほかの要素と異なり、葉からの再分布する可能性はほとんどなかつた。

4) 分枝葉の乾物重および窒素含有率を主茎葉と比較した結果、その推移に遅速および濃度の差はあつたが、発生の早い下位分枝には主茎葉の下位、中位および上位葉に、また上位分枝には中位および上位葉に相当する葉が存在した。

引用文献

- 1) 古谷義人、久木井基二、1951; 大豆の結実について (第2報)、九州農試報告 No.8 51-52.
- 2) 平井義孝、1961; 大豆の無機栄養に関する調査 (第1報)、北海道立農芸集報 第7号、47-57.
- 3) 片山 佃、1951; 稲、麦の分蘗研究、養賢堂.
- 4) 竹島淳二、1952; 大豆の子葉切除の影響について、日作紀 21 (1~2) 121-122.
- 5) 田中 明、1958; 葉位別に見た水稲葉の生理機能の特性およびその意義に関する研究 (第11報 [完])、土肥誌 29 (8) 327-333.

Summary

In the previous report, the absorption and movement of inorganic elements concerned in the growth of soybean plant, were observed and the contribution of leaves to seed production was discussed.

In this study the movement of N, P₂O₅, K₂O and CaO in leaves at definite positions was further analysed.

Soybean were grown in the field under standard cultivating methods in 1958.

Results are summarized as follows:

1) On the basis of the differences in

movements of N, P₂O₅, and K₂O, changes of dry weight, and leaf form and age, each leaf of stem was classified into one of four types.

a) Cotyledons: dry weight and their elements did not increase with growth, but decreased remarkably.

b) Lower leaves (primary leaf~4/0): estimated that leaf age was within 50 days and leaves were small. Dry weights decreased remarkably after leaves reached their maximum weight, and also percentage of N, P₂O₅, and K₂O decreased with growth. Total amounts of elements were changed like dry weight. Small amounts of translocation were observed, but their percentages was higher than those of other groups.

c) Middle leaves (5/0~12/0): these leaves remained until mature period; they were rather large. Dry weight increased rapidly. During the period from maximum growth of plants to ripening, the dry weight and percentage of N and P₂O₅ showed little change. The amounts of translocation of this group were greater than others, but percentage was lower.

d) Upper leaves (13/0, 14/0): leaf age was short and these leaves were not so large as middle leaves. After they passed their maximum growth period, dry weight and percentage decreased slowly. In this group the amounts of translocation were less and their percentages were higher than those of other groups.

2) Percentage of N, P₂O₅ and K₂O contained in the leaves at the upper position were higher than those of under positions, except N and K₂O in the newest leaves.

3) Percentage of CaO in the lower leaves was higher than in upper leaves and the amounts of CaO did not decrease. Thus, it was assumed that a bit of CaO should be redistributed in the translocation; this behavior is different from that of other elements.

4) As results of comparison between leaves of main stem and of branches, it was found that there was a difference between them in the speed of translocation of nitrogen and the concentration; on the branches of under parts there were leaves corresponding with lower, middle and upper leaves of main stem, while in the branches of upper parts leaves corresponding with middle and upper leaves of main stem existed.