

大豆の生育異常に関する調査

藤 盛 郁 夫†

砂 田 喜 与 志†

1959年から1960年にかけて、十勝地方を中心として大豆に生育異常個体が発生した。過去において、この種の異常個体が発生した事実を記載した例はない。これらの個体で形態的な異常が判然とするのは、異常個体の草丈の伸長が停止する7月下旬以降である。従来、萎縮状の生育不良個体が道南地方で多発し、十勝でもその発生が認められているが、ここで述べる生育異常とは明らかに症状が異なる。異常個体の開花期は正常個体より約1週間早まり、その後の生育が停止するため正常個体との間に差を生じ、特に葉色の濃緑化する時期が早まるために、発生頻度が低くても容易に発見できる。その他、分枝数、稔実莢数なども正常個体に較べて劣り、発生頻度の高い圃場では収量が激減する。したがって、異常個体の多発した

第1図 大豆の生育異常個体



A: 正常個体, B, C, D: 異常個体
矢印は生長点の位置を示す

農家の圃場では著しい減収となつた。一方、種子の次代に及ぼす影響が不明のため、採種の方法も問題化した。そこで、筆者らは2カ年にわたつて、この現象を調査し、異常個体の次代への影響についても検討を加えた。

調査結果

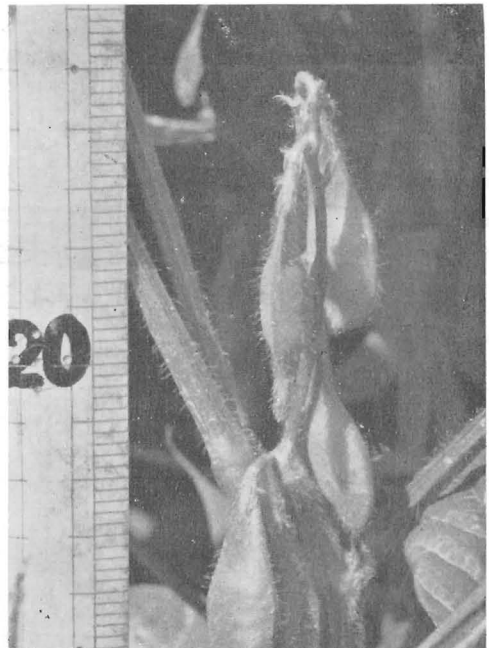
1 形態的な特徴

正常個体と異常個体について、草丈伸長の推移および成熟期における主要形質を調査して、その異常性を検討した。

第1表に示したように、正常個体がなお伸長を続けている7月下旬から8月上旬にかけて、これらの異常個体は既に、完全に伸長を停止し、品種によつては、成熟期の草丈が正常個体の半分以下になることを認めた。

第2表の諸形質のうち、千粒重には一定の傾向が認められなかつた。主茎の花梗の発達は異常個

第2図 異常個体の生長点



第1表 正常個体と異常個体における草丈の推移 (cm)

品種名	形態		測定日							
	正	異	13/VII	17/VII	22/VII	27/VII	1/VIII	7/VIII	12/VIII	18/VIII
奥原1号	正	常	19.0	23.5	30.0	32.5	34.0	35.0	35.3	35.3
	異	常	19.0	23.0	29.0	29.0	29.0	29.0	29.0	29.0
中生光黒	正	常	15.0	19.0	28.0	35.0	40.0	48.0	55.0	66.0
	異	常	13.5	17.5	23.5	27.0	29.5	30.0	30.0	30.0
雷不知1号	正	常	16.5	23.5	29.5	35.0	39.0	39.5	40.0	41.0
	異	常	16.0	23.0	29.0	32.0	32.0	32.0	32.0	32.0

第2表 正常個体と異常個体の特性調査

品種または系統名	形態		莖長 cm	主莖 花梗長 cm	分枝数 本	分枝長 cm	主莖節数 節	莖の太さ mm	着莢数 個	個体当り 子実重 g	千粒重 g
	正	異									
鈴成	正	常	59.6	5.2	4.6	148.2	14.1	7.8	55.1	25.9	168
	異	常	33.3	7.0	3.1	88.3	9.1	7.1	34.8	12.7	187
ホッカイハダカ	正	常	57.1	4.7	5.1	156.7	15.2	8.1	59.5	23.4	185
	異	常	30.7	7.7	3.6	94.9	7.9	7.2	27.3	12.1	227
トカチシロ	正	常	57.7	4.0	3.1	119.2	13.1	8.3	57.0	29.0	245
	異	常	38.8	14.0	2.9	78.4	7.8	8.3	26.0	11.5	230

体が顕著で、その長さも品種によつては正常個体の3倍半に達した。その他の形質ではいずれも異常個体が劣り、莖長、主莖節数、分枝長などは正常個体の50~70%程度で、陰実莢数、子実収量もその域を脱せず、正常個体の40~50%にとどまっている。一方、分枝数、莖の太さなどでは大差が認められなかつた。

2 品種間の差

調査したアメリカ産大豆13、スウェーデン産大豆10、中国産大豆12の合計35点の外国産大豆には異常個体の発生は全くなく、日本の府県産大豆では22品種中、わずか1品種にその発生が認められた。これに対し、北海道産大豆では38品種のうち18品種の多数に発生した。府県産の1品種とあわせて発生の認められた品種はすべて有翼伸育型であつた。

第3表は、主要品種16と育成系統4について、異常個体の発生状況を調べた結果である。

発生頻度は、品種では、「奥原1号」「鈴成」「ホッカイハダカ」「トカチシロ」などが高く、育成系統では「十育90号」「十育94号」が高く品種間

第3表 十勝管内における平均発生率 (1959年)

品種または系統名	発生頻度 (%)	品種または系統名	発生頻度 (%)
奥原1号	31	十勝裸	17
鈴成	26	中生光黒	10
イスズ	12	晩生光黒	13
大谷地2号	9	十育62号	22
カリカチ	18	十育67号	10
北見白	11	十育90号	28
十勝長葉	9	シンセイ	22
北見長葉	6	十育94号	46
白鶴の子	16	コガネシロ	7
ホッカイハダカ	28	トカチシロ	41

に差があることを認めた。

3 播種期と発生頻度

1959年の調査によつて、播種時期の早晚が異常個体の発生に影響することがわかつたので、1960年に主要11品種について、5月10日(早播)、5月20日(標準)、5月30日(晩播)の3回にわたつて播種し、異常個体の発生状況を再調査した。

分散分析の結果、品種間および播種期間の差は有意義であつた。

第4表 主要品種の播種期と発生頻度(%)

品種	播種日	10/V	20/V	30/V	平均
奥原1号		78.9	73.7	57.9	70.2
鈴成		52.6	5.6	9.4	22.5
イスズ		36.8	5.1	0	14.0
大谷地2号		15.2	0	0	5.4
カリカチ		65.7	7.9	0	24.5
北見白		20.5	0	2.9	7.9
十勝長葉		34.2	7.7	0	14.0
吉岡大粒		66.7	31.3	35.9	45.6
中生光黒		73.7	7.7	2.7	28.0
北海裸		37.8	3.7	0	14.1
ホッカイハダカ		41.4	3.1	0	15.5
平均		48.0	13.4	10.0	

最小有意差(0.05), 品種間10.6%, 播種期間7.9%
 「奥原1号」は各播種期において最高の発生率を示し、5月30日播きでは5月10日播きの頻度より20%の減少となつたが、なお、50%以上の発生率を示している。「吉岡大粒」も5月20日、30日播きでは5月10日播きの約半分の頻度に減少したが、供試品種中では「奥原1号」とともに高い発生率を示した。その他の品種では5月20日の播種で急激に減少し、5月30日播種では6品種が発生皆無となつた。

4 栽植密度及び施肥量と発生頻度

1959年、栽植密度を疎植区(50cm×40cm)、標準区(50cm×25cm)、密植区(50cm×10cm)の3区とし、施肥処理を無肥、標準肥(硫安7.5kg, 過石25kg, 硫加8.4kg)、多肥(標準肥の倍量)の3区とした試験によつて、栽培条件の差による異常個体の発生頻度を調査した。

品種間および施肥量間では差異が認められたが、栽植密度間には有意差なく、異常個体の発生には無関係であることが示された。

品種間では「十育94号」「トカチシロ」の頻度が高く、「北見白」「十勝長葉」は少なく、「鈴成」はそれらの中間であつた。一方、施肥量間では、無肥区が47%の発生率を示したのに対して、標準肥区では22%、多肥区では15%となり、増施肥することによつて、発生率が急激に減少することを示した。

第5表-a 栽植密度及び施肥量との関係

品種または系統名	施肥量	栽植密度		
		密植区 (50cm×10cm)	標準区 (50cm×25cm)	疎植区 (50cm×40cm)
鈴成	無肥	33.5 ⁵⁶	36.9 ⁵⁶	33.3 ⁵⁶
	標準肥	13.0	12.5	9.7
	倍量肥	15.6	5.0	5.5
北見白	無肥	3.3	5.8	0.6
	標準肥	0.6	0	2.8
	倍量肥	0.6	1.7	0
十勝長葉	無肥	11.7	15.7	11.1
	標準肥	3.2	1.7	2.8
	倍量肥	1.1	0.8	0
十育94号	無肥	57.4	52.6	44.4
	標準肥	24.4	38.4	26.5
	倍量肥	16.7	25.1	29.2
トカチシロ	無肥	50.6	56.7	52.8
	標準肥	32.2	27.5	23.6
	倍量肥	17.5	17.7	16.7

第5表-b 施肥処理と発生頻度(%)

品種(系統)	施肥量	栽植密度			平均
		無肥区	標準区	多肥区	
鈴成		51.90	17.63	13.08	27.5
北見白		4.87	1.66	1.12	2.6
十勝長葉		19.23	3.80	0.97	8.0
十育94号		77.20	44.68	35.47	52.5
トカチシロ		80.03	41.67	25.92	49.2
平均		46.7	21.9	15.3	

最小有意差(0.05), 品種間: 9.0%, 施肥量間: 5.2%

1960年には「鈴成」を供試して再びこれらの関係について調査した。栽植密度は新たに条播区(50cm×5cm)を設け、標準区(50cm×25cm)、密植区(50cm×12.5cm)とあわせて3区とした。施肥量は前年より増加したが、処理区は同様に無肥、標準肥(硫安10kg, 過石40kg, 硫加10kg)、多肥(標準肥の倍量)の3区とした。

調査の結果、栽植密度間には差を認めなかつたが、施肥量間では無肥区の40.3%に対し、標準肥区の11.1%、多肥区の7.6%と前年同様に無肥区で発生頻度の高いことが認められた。

以上の調査で異常個体の発生頻度が、施肥区で

減少することを認めたと、3要素のうちどの要素が影響しているかを知るために、窒素および磷酸の施用量試験、さらにそれら両者を組み合わせた試験から窒素と磷酸の関係を調べた。

(1) 窒素に対する反応

第6表 窒素施用量と発生頻度 (%)

品 種	施用量	N-0	N-1	N-2
鈴 成		28.53	21.83	10.60
中 生 光 黒		30.87	15.27	17.87
ト カ チ シ ロ		49.57	29.07	17.37
十 育 99 号		46.30	19.63	14.47
平 均		38.8	20.6	15.1

注) N-0, N-1, N-2は無肥, 標準, 倍量施用を示し, 過石, 硫加は各区とも標準量施用である。最小有意差(0.05), N 施用量間: 7.0%

(2) 磷酸に対する反応

第7表 磷酸施用量と発生頻度 (%)

品 種	施用量	P ₂ O ₅ -0	P-O ₅ -1	P ₂ O ₅ -2
ト カ チ シ ロ		35.87	27.53	30.53
十 育 99 号		45.13	40.27	41.33
平 均		40.5	33.9	35.9

注) P₂O₅-0, P₂O₅-1, P₂O₅-2は無肥, 標準, 倍量施用を示し, 硫安, 硫加は各区とも標準量施用である。最小有意差, P₂O₅ 施用量間: なし

両試験区の供試系統数は異なつたが, 分散分析の結果, 窒素施用量間には有意な差異を認めたと、磷酸の施用量間には有意差はなかつた。窒素施用量間では, 無窒素区 38.8%の発生頻度に対し, 硫安 10 kg 施用区で 20.6%, 20 kg 施用区では 15.1%と窒素質肥料を施用することによつて, その発生が減少することを示した。

(3) 窒素と磷酸の組み合わせに対する反応

「鈴成」を供試して窒素と磷酸の組み合わせによる影響を検討した。施用量は 10 アール当り要素量 (kg) である。

窒素施用量間に差はあつたが, 磷酸の施用量間には差はなく, 窒素×磷酸の交互作用も有意ではなかつた。従つて, 異常個体の発生に関しては両者は独立に行動し, 窒素によつてのみ変動することを示した。すなわち, 窒素の如何なる段階においても磷酸の増減によつては異常個体の発生に

第8表 窒素と磷酸の組み合わせにおける発生頻度 (%)

P ₂ O ₅ (kg)	N(kg)	0	1	2	3	4	平均
	4		49	22	27	25	27
8		43	26	24	30	32	31.0
12		41	25	27	24	24	28.2
16		47	22	21	18	23	26.2
32		38	28	18	19	16	23.8
平 均		43.4	24.7	23.3	23.3	24.5	

注) 最小有意差(0.05), N 施用量間: 5.6%, P₂O₅ 施用量間: なし

全く差が認められず, 窒素を施用することによつて減少することを示した。窒素の施用量は 10 アール当り 1kg で既に十分の効果をもたらし, それ以上の増施によつても発生頻度を減少することはなかつた。

5 異常個体の次代検定

1959 年に発生頻度の高かつた「鈴成」「ホッカイハダカ」および「トカチシロ」を, 正常個体と異常個体の 2 群に分けて採種し, 翌年それぞれの群について異常個体の発生頻度および主要特性について調査し, 平均値, 分散等を算出した。

第9表 正常, 異常それぞれの次代における発生頻度 (%)

品 種	採種群	N 群	A 群
	鈴 成		5.0
ホッカイハダカ		9.8	14.6
ト カ チ シ ロ		12.1	20.0
平 均		8.97	18.47

注) 最小有意差(0.05), 群間: 3.7%
N 群: 正常個体から採種した集団
A 群: 異常個体から採種した集団

有意差を認めなかつたが, 採種群間では有意な値を示し, A 群における発生頻度が N 群に比較して高いことを示した。主要特性の平均値では, 各品種とも千粒重で採種群間に有意差を示し, A 群において小粒化することを示した。その他の形質に関する群間の差異は品種によつて異なり, A 群の平均値が必ずしも N 群のそれに劣らない。分散は A 群の草丈, 主茎節数で大きかつた。また, 変異係数は分枝数, 莢数で傾向を異にする品種があつたが, その他の形質ではすべて A 群においてその値は大きかつた。

次に, A, N 採種群に関する差異も考慮に入れ

第10表 正常、異常の各個体から採種した次代集団の統計量

品 種		採種群別	草 丈	分 枝 数	主 茎 節 数	稔 実 莢 数	個 体 当 粒 重	千 粒 重
平 均 値	鈴 成	N	57.2 ^(cm)	3.1 ^(本)	12.8 ^(節)	43.1 ^(個) *	14.9 ^(g) **	157.3 ^(g) *
		A	55.8	2.6	12.8	35.8	11.9	151.0
	ホッカイハダカ	N	62.7**	3.4	13.6**	28.1	10.1	173.5**
		A	56.9	3.4	12.0	27.4	10.6	169.9
	トカチシロ	N	64.5	3.2*	11.0	29.3	11.7	203.6*
		A	63.8	2.4	11.2	25.1	9.9	194.1
分 散 数 (%)	鈴 成	N	23.16	2.20	1.18	264.06	32.85	159.87
		A	116.73**	1.95	4.30**	164.64	27.02	190.48
	ホッカイハダカ	N	31.63	3.55	2.40	98.09	15.73	415.17
		A	194.79**	2.17	5.92**	146.49	23.83	326.45
	トカチシロ	N	86.78	3.11	2.94	128.09	21.83	406.02
		A	150.23*	2.83	3.18	127.90	24.42	587.89
変 異 係 数 (%)	鈴 成	N	8.4	47.7	8.5	37.7	38.5	8.0
		A	19.4	53.8	16.2	35.8	43.7	9.1
	ホッカイハダカ	N	8.9	55.3	11.4	35.2	39.3	7.1
		A	24.5	43.2	20.3	44.2	46.0	10.6
	トカチシロ	N	14.4	55.0	15.5	38.6	39.9	10.2
		A	19.0	70.0	15.9	45.1	50.0	12.5

*, ** は5%, 1%水準における群間差を示す。

て、異常個体の発生に関する品種間差異を検討してみた。

既に述べたように、異常個体の発生頻度には明らかな品種間差異が認められ、無限伸育型品種にはこの現象はみられない。従つて、品種間には、異常個体の発生に関する遺伝的な差異があるものと考えられる。

また、「鈴成」では、N群とA群における発生頻度の差は大きく、A群ではN群の4倍の頻度を示し、一方、「ホッカイハダカ」では、N群とA群の頻度の差異は小さい。これらは、異常個体判定の難易や異常性を発現しやすい性質をもつた遺伝子型の頻度について、品種間差異があることによるとと思われるが、詳しくは今後の追究にまたなければならぬ。

論 議

大豆をはじめ豆類で、播種期移動試験や施肥用量試験、あるいは低温障害の実験などが多くの研究者によつてなされているが、本調査におけるような1種の畸型とも思われる異常個体の出現については記載がない。

大豆の異常発育には、タバコの早期発蕾や水稻の不時出穂の現象と類似した点も多いので、将来、それらとの関連を調査し、さらに比較検討を加えたい。

次に、ほかの作物で特殊の自然条件下において、異常発育個体の出現した例を調べてみよう。

すなわち、北村²⁾は、畑地より転換した初年目の水田において高い頻度で、水稻品種の発育が異

常となることを認め、その様相として、葉色は著しく濃緑となり、草丈の伸長は渋滞し、穂の形成が不能となり、あるいは畸型、不稔などを生ずることを報じている。そして、それらの異常発育株が部分的に集団として発生し、その集団は概して低地面や水下に多く、水口に少ないことを認め、異常発育の発現に、土壤環境のわずかの相違が重要な役割をもつとしている。また品種間では早生種に少なく晩生種に多く、耕種条件では有機質および窒素質肥料の多用によつて、異常発育を助長するとしている。

斎藤、田中ら⁹⁾は夏季、低温寡照、多降水量年において、陸稲品種の穂首に完全葉を生ずる(平年次はほとんど着生しない)ことがあると報じ、完全葉発生の有無、またはその多少が品種によつて異なるとしている。

竹内、長谷川ら⁹⁾は水稲品種について、発芽後5日目より高地温と低地温で土耕実験を行ない、低地温では出穂期が早く、畸型穎花を多発すると報じている。

上記の報告は、気象および土壌的要因が、異常個体あるいは畸型形質の発現に影響していることを指摘している。

本調査の結果も、異常個体の発現過程や諸要因の働き方については、上例と異なる点もあるが、播種期の移動が発生頻度に影響を及ぼすことから次のことが考えられる。すなわち、播種前後および発芽直後の気象的要因が、直接的には種子の生理的活性に作用し、間接的には気象的要因が地温に影響を与えて、養分の可吸態への転化を妨げたことが原因のようにも考えられる。

今、1960年の5月、6月中の気象表を平年次と

第11表 気 象 表

	平均気温(°C)		日照時数(時間)		畑地温(°C)		降水量(mm)		
	1960	平 年	1960	平 年	1960	平 年	1960	平 年	
5 月	中 旬	8.60	11.20	45.1	69.3	10.19	10.53	80.4	32.3
	下 旬	11.05	14.07	34.2	70.1	11.87	12.74	73.7	38.3
6 月	上 旬	11.54	13.24	15.9	49.1	12.51	13.97	45.5	34.2
	中 旬	14.75	15.10	45.5	51.0	14.64	15.30	3.2	25.5
	下 旬	17.67	16.24	56.3	58.7	17.30	16.56	46.5	25.4

対比して表示すると第11表のとおりである。

平年に比べて各播種期、あるいは播種後の5月中・下旬、6月上旬の気温および地温は低く、また日照時数も少なく、いわゆる低温、寡照、多降水量の不良気象条件に遭遇している。旬別では、早播き区の遭遇する5月中旬と、晩播区に遭遇する6月上旬では、気温で3°C、地温で2°Cの開きのあることを示している。一方、発芽期は早播区が6月3日で、発芽期までに24日を要したのに対し、標準区は6月7日、晩播区は6月16日で、所要日数はそれぞれ18日、16日間であつた。また、晩播区は、発芽後6月中・下旬の気温、地温等の上昇で好条件に恵まれたのに対し、早播区にあつては発芽後も6月上旬の不良条件に遭遇し、播種後長期にわたつて低温下に経過したことが、異常個体の発生を助長したものと考えられる。しかし、低温、その他の気象的要因が直接、発芽種子あるいは幼植物体の生理的活性に影響を与えたか否かは、今後の究明にまたなければならない。

また、施肥用量試験は、窒素質肥料の有無が異常個体の発生に大きな影響を与えることを示した。すなわち、無肥区、無窒素区では、窒素質栄養は土壤窒素及び根瘤菌に依存するほかはなく、施肥区と比較して植物体の窒素の利用過程が異なる。また施肥区においても、低温に経過すると窒素質肥料の硝化成が遅れ、とりわけ硫酸において遅いため¹⁾、幼植物体のNO₃-N吸収量が少なく、無施用区と類似の発生頻度を示すものと考えられる。しかし、窒素質肥料の施用によつて、発生頻度の減少する機作については、低温との関係とともに今後の課題である。

摘 要

1959年から1960年にかけて、十勝地方を中心として大豆に生育異常個体が多発した。この異常個体は、草丈、分枝長、主莖節数および稔実莢数等が正常なもの60%程度にとどまり、子実重量も半減し、この種の個体を多発した品種は著しい減収を示した。

大豆の産地および品種別に異常個体の発生頻度を調査した結果、アメリカ産、スウェーデン産および中国産大豆には全く発生せず、府県産大豆では、わずかに1品種にみられた。これに対し、本道産大豆品種では約半数に発生し、「奥原1号」「鈴成」「ホッカイヘダカ」「トカチシロ」「十育94号」などではその頻度が高かつた。

播種期試験、施肥用量試験について、発生頻度を調査したところ、次の事が明らかになつた。早播き区(5月10日)で多発した品種も標準播種期(5月20日)および晩播区(5月30日)では全く出現をみないか、大幅に減少した。また、無肥区で多発した品種も、標準施肥区あるいは多肥区では著しく減少し、窒素と磷酸の組み合わせによる試験からは、磷酸施用による発生頻度減少の効果は認

められず、窒素によつてのみ影響されることを知つた。

また、異常個体種子の次代に及ぼす影響を調査した結果、異常個体の発生頻度は高く、子実是一般に小粒化する傾向を示したが、その他の形質では品種によつて異なり、一定の傾向を示さなかつた。

以上の調査で、異常個体の発生が、発芽当時の気象および土壌的要因と関連しているものと推察されたが、その生理的解明は今後の研究にまたなければならない。

文 献

- 1) 北海道農試, 火山灰土壌研究室・土壌改良研究室, 1959: 試験研究成績書(謄写刷)
- 2) 北村英一, 1955: 畑地転換水田における水稻の異常発育とその防止法について, 日・作・紀, 23(4): 270-271
- 3) 斎藤周一, 田中 稔, 1935: 異常天候により観察せられた陸稲品種の特異性, 農及園, 10(2): 581-585
- 4) 竹内史郎, 長谷川浩, 1958: 地温が作物に及ぼす影響, 第1報, 気温を異にせる場合の地温の影響(119回講演要旨), 日・作・紀, 26(4): 286-287