

とうもろこしの苦土欠乏症状と栽培育種上の問題について

1. 苦土欠乏症状の品種間差異と苦土施用の生育収量への影響

仲野博之† 櫛引英男†

STUDIES ON MAGNESIUM DEFICIENCY SYMPTOM IN CORN CROP

1. Varietal Difference of Magnesium Deficiency Symptom and Effects of Magnesium Fertilizer on Growth and Yield in Corn.

Hiroyuki NAKANO & Hideo KUSHIBIKI

苦土施用と無施用区を設けて、葉身の苦土欠乏症状について検討した結果、症状葉数に明らかな品種間差が認められた。また、苦土欠乏症状葉の現われやすい品種でも苦土施用によってその症状葉数は明らかにおさえられた。一方、苦土施用によってとうもろこしの生育は質量共に明らかにまさり、健全な生育を示して増収した。しかし、欠乏症状と子実収量の間には一定の傾向はみられなかった。

I 緒 言

とうもろこしにおける葉身の苦土欠乏症状はよく知られているところである。この症状葉は肉眼的にきわめて容易に認知できるものを指すが、それには明らかな系統間差異の存在することも認められている。もし、この症状葉の多少が収量に影響し、選抜可能でかつほかの実用形質と強い連鎖関係にあるならば、この究明は自殖系統育成過程の選抜上利用できる可能性がある。

その手始めとして、本報では苦土欠乏症状葉数の品種間差異と苦土施用の生育収量への影響について検討した。従来、欠乏症状の現われやすい品種でも苦土施用による増収効果はほとんど認められないという報告があるが、葉部が同化器官の最主要部であることを考えれば、特殊な補償作用がない限り苦土施用の増収効果は期待されよう。

II 材料と方法

試験は昭和39年と40年の2か年にわたって行な

ったが、初年目は苦土欠乏についてのみ検討した。昭和39年春の土壤水分は降雨に恵まれて、例年のような乾燥状態に至らなかったが、昭和40年には5月中・下旬および6月中旬ころはかなり乾燥した。従って、例年ならば6月下旬～7月上旬に現われる苦土欠乏症状が昭和40年には6月20ころから現われ、以後苦土施用と無施用区の生育差が徐々に認められるようになった。

Tab. 1は試験処理とその方法について示したものである。苦土処理は両年共に同じで、施用区は要素で4kg/10aとし、ほかの肥料と混合し全量を作条施肥とした。供試品種は年次により1, 2異なるが、いずれも昭和38年度の圃場観察の結果から決定したものである。なお、試験配置が昭和39年では分割区試験法で行なったが、昭和40年には苦土処理と品種の交互作用を明確にするため分割ブロック配置によって行なった。以下、栽培上年次による差が2, 3あるが試験施行上支障が認められないので省略する。

Tab. 1 An outline on methods and materials

Year	Treatment		Experimental methods
	Material	Mg.	
1964	Sakashita (H)	(0 kg/10a)	Split plot design, $r = 3$ Sowing stage, May, 16 A area per plot, 8.1m ² Plant density, 90×30cm Fertilizer, N; P ₂ O ₅ ; K ₂ O=9:12:6 (kg/10a) Manure=2,000kg/10a
	(N)	(4 kg/10a)	
	Sapporo-8-gyo		
	Tsukiko-398		
	Ko-4		
1965	SyA ₁		
	Long-fellow	(0 kg/10a)	Split plot design, $r = 3$ Sowing Stage, May, 14 A area per plot, 10.2m ² Plant density, 75×30cm Fertilizer, N; P ₂ O ₅ ; K ₂ O=9:12:6 (kg/10a) Manure=1,500kg/10a
	Sakashita (N)	(4 kg/10a)	
	Yamamoto-shu		
	Sapporo-8-gyo		
	Honko-3306		
Ko-4			
SyA ₁			

- * 1. MgO was used Magnesium fertilizer (25% sulfate of MgO).
All commercial fertilizer was mixed and it was placed in row.
2. The soil is fine sandy loam which is rich in humus.
3. Exchange MgO is 33.5mg/100g dry soil that is typical soil at Hokkaido prefectural Tokachi Exp. Sta.

Ⅲ 試 験 成 績

Tab. 2 A leaf blade number of Magnesium deficiency symptom*

Treatment	Mg.	1964				1965	
		6/7	15/7	27/7	28/6	3/7	15/7
Sakashita (H)	-	1.12	3.5	5.2			
	+	0.03	0.3	2.4			
Sakashita (N)	-	1.20	3.2	4.3	0.8	1.9	4.6
	+	0.03	0.1	2.3	0	0	0
Long-fellow	-				0.7	1.6	4.3
	+				0	0	0.2
Yamamoto-shu	-				0.4	0.9	1.9
	+				0	0	0
Sapporo-8-gyo	-	0.33	0.5	1.4	0.1	0.3	0.2
	+	0	0	1.1	0	0	0
Honko-3306	-				2.0	2.9	4.1
	+				0	0	0.3
Tsukiko-398	-	0.33	0.6	2.0			
	+	0	0	2.1			
Ko-4	-	0.37	0.4	2.1	1.4	2.6	3.3
	+	0	0.1	1.9	0	0	0
SyA ₁	-	0.27	1.1	2.1	0.4	0.6	2.9
	+	0.03	0.1	1.5	0	0	0.8

* Leaf number per plant.

Tab. 3 A growing stage

Treatment		Germination		Half emergence		Maturation or mature rate on harvesting
Material	Mg.	Half germinate	Uni-formity	Ear	Tassel	
Sakashita (N)	-	5.27	uniform	7.30	7.31	Yellow middle Yellow latter
	+	27		28	29	
Long-fellow	-	26	uniform	28	30	Yellow middle Yellow latter
	+	26		26	28	
Honko-3306	-	26	uniform	22	24	September 29 September 26
	+	26		19	21	
Ko-4	-	28	uniform	8. 2	8. 3	Yellow middle Yellow latter
	+	28		1	3	
SyA ₁	-	28	uniform	7.28	7.31	Yellow latter September 29
	+	28		26	29	
Yamamoto-shu	-	26	uniform	24	26	Yellow latter September 28
	+	26		24	26	
Sapporo-8-gyo	-	27	uniform	31	8. 3	Yellow middle Yellow latter
	+	27		29	2	

Tab. 4 A tillering and characters in harvest time

Treatment		Tillering (number per 10 plants)	Plant height (cm)	Ear height (cm)	Stalk thickness (cm)	Lodging (%)
Material	Mg.					
Sakashita (N)	-	22	203	74	2.2	27
	+	26	195	68	2.2	20
Long-fellow	-	20	202	70	2.0	20
	+	21	207	64	2.0	10
Honko-3306	-	5	206	66	1.9	40
	+	8	208	68	2.0	17
Ko-4	-	21	236	73	2.1	30
	+	22	236	73	2.2	10
SyA ₁	-	0	178	72	1.7	22
	+	2	174	65	1.9	12
Yamamoto-shu	-	15	211	57	2.0	33
	+	16	215	58	2.0	13
Sapporo-8-gyo	-	24	212	73	2.2	10
	+	26	218	71	2.2	3
Mean	-	15.3 (100)	207 (100)	69 (100)	2.0 (100)	26 (100)
	+	17.3 (113)	208 (100)	67 (96)	2.1 (105)	12 (47)

Tab. 5 A plant height and leaf number in growing

Treatment		Plant height (cm)		Leaf number	
Material	Mg.	June 28	July 17	June 28	July 17
Sakashita (N)	-	40.1	104.3	8.6	13.8
	+	45.7	117.3	8.6	14.1
Long-fellow	-	42.2	107.8	8.6	13.6
	+	44.2	110.4	8.6	13.8
Honko-3306	-	46.4	113.7	8.7	13.7
	+	47.3	121.3	9.1	14.1
Ko-4	-	44.1	107.9	8.3	13.1
	+	45.1	111.7	8.7	13.3
SyA ₁	-	25.6	73.4	7.1	12.2
	+	27.4	80.7	7.6	13.8
Yamamoto-shu	-	45.8	108.4	8.6	13.3
	+	47.4	115.6	8.6	14.1
Sapporo-8-gyo	-	34.4	94.6	8.7	13.6
	+	35.8	99.6	8.9	14.0
Mean	-	39.8 (100)	101 (100)	8.4 (100)	13.3 (100)
	+	41.8 (105)	108 (107)	8.6 (102)	13.9 (105)

Tab. 6 A plant weight in growing (July 15)

Treatment		Raw matter		Dry matter	
Material	Mg.	Weight per 10 plants	Ratio	Weight per 10 plants	Ratio
		g	%	g	%
Sakashita (N)	-	1,250	100	125	100
	+	1,530	122	152	122
Long-fellow	-	1,035	100	108	100
	+	1,300	126	134	124
Honko-3306	-	1,280	100	159	100
	+	1,680	131	209	132
Ko-4	-	1,310	100	130	100
	+	1,760	134	172	132
SyA ₁	-	320	100	43	100
	+	590	184	75	174
Yamamoto-shu	-	1,210	100	136	100
	+	1,510	125	194	145
Sapporo-8-gyo	-	1,020	100	102	100
	+	1,060	104	103	101
Mean	-	1,061	100	115	100
	+	1,341	132	148	133

Tab. 7 An yields (kg/10a)

Treatment	Total	Stover	Grain	Crain	Ratio	Total	Ratio
Material	Mg.	weight	dry weight	weight per total dry weigh.	Yield	dry weight	
				%			%
Sakashita (N)	-	2,718	416.0	44.7	335.6	751.6	100
	+	2,655	399.1	48.5	376.2	775.3	103
Long-fellow	-	2,581	355.7	52.6	394.0	749.7	100
	+	2,651	411.5	52.6	455.6	867.1	116
Honko-3306	-	2,378	255.8	65.6	494.6	750.7	100
	+	2,478	294.6	65.8	569.3	863.9	115
Ko-4	-	3,359	399.5	53.4	457.8	857.3	100
	+	3,359	448.0	53.6	517.1	965.1	113
Sy A ₁	-	1,781	320.9	49.7	317.1	638.1	100
	+	1,689	334.9	51.4	354.0	688.9	108
Yamamoto-shu	-	2,792	206.6	68.5	449.6	656.2	100
	+	2,704	250.9	66.2	491.8	742.7	113
Sapporo-8-gyo	-	3,400	392.2	48.1	364.0	756.2	100
	+	3,429	448.4	47.5	405.1	853.5	113
Mean	-	2,716(100)	335.2(100)	54.7(100)	401.8	737.1	100
	+	2,909(107)	369.6(110)	55.1(101)	452.7	822.4	112

- * 1. Grain yield : Least statistical deviation of materials (5% = 41.4, 1% = 62.6 kg/10a) and Mg treatments (5% = 30.1 kg/10a) was distinctly, but no their interaction showed.
- 2. No deviation by Mg treatments showed with number of ear per hill, probably.

Tab. 8 An ear and grain characters

Treatment	Ear	Ear	Row	Grain	* Grain	Ratio	** weight of	Ratio
Material	Mg.	length	diameter	number of ear	number of row	number per ear	1,000 grain	
		cm	cm				g	%
Sakashita (N)	-	16.9	3.3	9.6	36.8	353	272	100
	+	17.2	3.6	9.5	38.4	365	281	103
Long-fellow	-	17.2	3.3	8.3	39.2	325	287	100
	+	18.8	3.4	8.1	41.9	339	313	109
Honko-3306	-	15.8	4.0	10.7	34.0	365	327	100
	+	16.8	4.1	10.7	35.1	376	355	109
Ko-4	-	16.5	4.3	11.4	34.6	394	307	100
	+	17.3	4.1	10.0	35.9	395	304	99
Sy A ₁	-	12.2	3.9	13.2	27.7	366	228	100
	+	12.7	3.8	13.9	27.6	384	231	101
Yamamoto-shu	-	16.6	3.9	8.1	36.1	292	381	100
	+	17.1	3.9	8.0	38.8	310	380	100
Sapporo-8-gyo	-	15.9	3.3	8.2	37.2	305	253	100
	+	16.0	3.3	8.0	37.0	296	276	109
Mean	-	15.9 (100)	3.7 (100)	9.9 (100)	36.4 (100)	343	294	100
	+	16.6 (104)	3.7 (100)	9.7 (98)	36.4 (100)	352	306	104

- * A grain number per ear = A row number of ear × A grain number of row.
- ** A weight of 1,000 grain are moisture 15%.

IV 結果と考察

1. 葉身の苦土欠乏症状の発現

苦土欠乏症状葉は一般にいわれるように、おおむね葉が黄化し葉脈にそって緑色の珠玉状の帯が現われることによって認められるが、「交4号」では紫色をおびた症状を示した。

昭和39年は圃場が春季適湿であったことから、7月に入って症状葉が認められたが、40年はかなり乾燥していたため6月23日ころから現われ、その程度も著しかった。すなわち、7月15日調査の症状葉をみると昭和40年は昭和39年に比し、おおむね1～3葉位症状葉が多く認められた。

両年共、苦土施用により明らかに症状葉が減少し、殊に7月15日までは2、3品種にわずかに散見されるのみで、ほとんどの品種には全く認められなかった。昭和39年の7月27日調査では1～2葉発生したが、無施用区の2～5葉に比し著しく少なく、苦土施用の効果が高く現われた。

他方、品種についてみると調査時期によって若干異なるが、昭和39年では「坂下(本)」および「坂下(長)」に多く、「札幌八行」で少なく、「月交396」、「交4号」および「Sy A₁」では中間であった。また、昭和40年でも前年とほぼ同様で、「坂下(長)」、「ロングフェロー」および「本交3306」は著しく、「札幌八行」は少なく、「交4号」、「山本種」および「Sy A₁」はその中間を示した。両年共に供試した「坂下(長)」、「札幌八行」、「交4号」および「Sy A₁」は年次的にきわめて類似した傾向を示したが、上述のことを考え合わせ、葉身の症状葉発生に明らかな品種間差異の存在することが認められた。

2. 生育

一般に苦土施用により発芽には影響しないが生育は早まる傾向にある。すなわち、品種によって一定ではないが、苦土施用によって抽雄期で2日前後、抽雌期で1～2日くらい早まり、また熟度も進む傾向を示した。しかし、品種別にみた場合上述の傾向と苦土欠乏症状葉の発生との関係は認められなかった。

分けつと収穫期の諸形質についてみると、苦土

施用により稈長は余り変わらないが、分けつと稈径は増し、着穂穂高は低くなる傾向にある。従って苦土施用により個体は強健になることが推測される。苦土施用区が無施用区に比し倒伏が著しく少ないのは、それを裏付ける事実であると考えられる。生育途上の生長についてみても、苦土施用の効果がみられる。草丈と葉数についてみると6月28日で総じて草丈2cm、葉数0.2葉、7月17日では各々7.5cm、0.6葉の差が認められた。品種別にみれば、「坂下(長)」、「本交3306」、「山本種」および「Sy A₁」の差が大きく、「ロングフェロー」、「札幌八行」および「交4号」では小さく現われた。一方、生体重と乾物重では苦土施用により20～30%まさるが、特に「Sy A₁」では顕著で70～80%におよび、ほかの生育形質に対する影響に比して苦土の効果が著しく大であった。しかし、これらの生育に対する影響と症状葉の発生との関係はみられなかった。苦土施用により葉数が増し、生育期が早まるということと、収穫期の稈長および稈径が生育中の生育差ほど大きく影響をうけていないということから、生体重や乾物重の差が草丈および葉数の差に比して著しく大きいのは、草丈および葉数の増加による差だけでなく、生育期の差からくる葉および茎部の大きさや肥大による影響が大きかったからと考えられる。

3. 収量

生総重は苦土処理に対して一定の傾向を示さないが、これは品種の差ではなく倒伏折損による茎葉の含水量の差によるものである。「坂下(長)」以外のすべての品種で、苦土施用により乾稈重および全乾物重が著しく増加していることから認められよう。苦土施用は乾稈重および全乾物重のみならず、子実収量にもきわめて効果が高く、無施用に比し10～15%増収し、明らかな有意差がみられ、特に「ロングフェロー」、「本交3306」で著しかった。子実重歩合は「坂下(長)」に処理効果が認められる以外はほとんど影響をうけなかった。

4. 穂および粒

一般に苦土施用により、雌穂長、雌穂径、1列粒数、1穂粒数および千粒重は増す傾向にあっ

た。本試験においては栽植密度および株立ち本数を一定にしたので、処理間の株当穂数がほぼ一定であるから、子実収量を構成する形質は1穂粒数と千粒重となる。疎略ではあるが、この両形質の子実収量への貢献度をみると「ロングフェロー」、
「札幌八行」および「本交3306」は主として千粒重により、「山本種」および「Sy A₁」は1穂粒数によるようである。この傾向と症状葉の発生との関係は前述の生育および収量の場合と同様認められなかった。

V 摘 要

2か年にわたって、合計9品種を用い葉身に対する苦土欠乏症状の発生と苦土施用の生育収量への影響について検討した。また、検討の余地はあるが、おおよそ次ぎのことが認められた。

1 葉身の苦土欠乏症状の発生は当該年の土壌湿度により時期的に大きく変わる。また症状葉は苦土施用によって著しく減少する。

症状葉数には明らかな品種間差が認められ、土壌湿度の異なる年次間でもその傾向は変わらなかった。

2 苦土を施すことによって、生育期は早まり、個体は強健に生育し、生長量および生長度共に著しくまざった。

3 苦土を施用することによって、一般に穂および粒の諸形質は増加する。

4 苦土施用により諸収量は増し、子実重ではいずれの品種も10~15%増収した。この増収が粒重と粒数のどちらによるものかは品種によって区々である。

5 上述の苦土施用の生育収量への影響と症状発生の傾向とは一致しなかった。

文 献

1. BLEDSOE R.W., H.C. HARRIS and W.B. TISDALE 1946; Leafspot in parent associated with magnesium

- deficiency. *Plant Physiology*, 21: 237-240.
2. GOLSLINE G.W. et al., 1961; Evidence for inheritance of differential accumulation of calcium, magnesium, and potassium by maize. *Crop Science*, 1: 155-156.
3. , W.I. THOMAS and D.E. BAKER, 1965; Inheritance of P, K, Mg, Cu, B, Zn, Al and Fe concentrations by corn (*Zea mays* L.) leaves and grain. *Crop Science*, 4: 207-210.
4. 三井進午, 今泉吉郎監修, 1958; 原色図解作物の要素欠乏
5. TAYLOR G.A., 1954; The effects of three level of magnesium on the nutrient-element composition of two inbred lines of corn and on their susceptibility to *Helminthosporium maydis*. *Plant Physiology*, 29: 87-91.
6. , 1960; Response of corn and soy beans to magnesium fertilizers. *Agronomy Journary*, 52: 300.

Summary

During the period from 1954 to 1965, 6 varieties and 3 hybrids of corn were examined for the varietal differences of magnesium deficiency symptom and their to magnesium fertilizer.

The results obtained are as follows:

1 The number of corn leaves that showed magnesium deficiency symptoms were differed according to the materials tested and the tendency was constant in both years in which the soil moisture was varied.

2 With application of magnesium fertilizer, the growth of corn plants was accelerated and the plants were sturdy. And the ear and grain characters were increased.

3 With application of magnesium fertilizer, the total weight, grain and stover yields were increased. Especially, the grain yield in corn increased by 10-15%, in all materials tested. But it differed with materials that the increase of grain yield was not clearly either the grain weight or the grain numbers.

4 The effects to the growth and yield in corn with application of magnesium fertilizer was not parallel with the appearance of deficiency symptom.