そ菜の生育に対するカリ施肥の効果と葉中カリ濃度 及びナトリウム濃度との関係

杉山 信男・岩下浩太郎・久我 芳昭

(東京大学農学部)

Relationships between the Growth Responses to K Fertilizer and K+Na Concentration of Leaves in Some Vegetable Crops

Nobuo SUGIYAMA, Kotaro IWASHITA and Yoshiaki KUGA

Faculty of Agriculture, University of Tokyo, Bunkyo, Tokyo 113

Summary

Two experiments were carried out in order to clarify the relationships between the growth responses to K fertilizer and K+Na concentration of the largest leaves in radish, cabbage and snap bean.

In the first experiment, cabbage and snap bean were grown under combinations of 3 levels of Na (0, 4 and 40 g of Na_2SO_4) and 6 levels of K (0 to 8 g of K_2SO_4) by soil culture. Seeds of both crops were sown in plastic pots (25 cm in diameter) filled with 6.5 kg of soil (oven dry basis). This soil contained 91 ppm exchangeable K and 47 ppm exchangeable Na. After establishment, seedlings of cabbage and snap bean were thinned to three and two per pot, respectively.

In the second experiment, effects of five K : Na ratios in the nutrient solutions on the growth and K+Na concentration of the largest leaves were examined by sand culture. Total amount of K+Na in a liter of each nutrient solution was 4 me. Two plants (three plants in radish) were grown in each plastic pot (15 cm in diameter) and fed twice a day with the nutrient solutions shown in Table 2.

1. In soil culture experiments of cabbage and snap bean, 1 g of K_2SO_4 was sufficient for the maximum growth of tops, regardless of Na levels.

2. In soil culture experiment of snap bean, K-sufficient and K-insufficient plants were distinguished mutually by K concentration of their largest leaves (ca. 50 me), regardless of Na levels. Both groups of plants were also distinguished by K+Na concentration of their largest leaves (ca. 50 me), because K+Na concentration was approximate to K concentration in this crop.

3. In soil culture experiment of cabbage, K-sufficient and K-insufficient plants were distinguished neither by K concentration, nor by K+Na concentration of their largest leaves.

4. In sand culture experiments of radish, cabbage and snap bean, sufficient amounts of K in the nutrient solutions for their maximum growth were 0.5 me, 1 me and 1 me, respectively.

5. Results of sand culture experiments suggested that 25 me and 45 me of K concentration in their largest leaves were required for the maximum growth of radish and cabbage, respectively, regardless of K+Na concentration. In snap bean, however, K concentration required for the maximum growth could not be determined, independently of K+Na concentration.

6. In soil culture experiment of cabbage, K-sufficient and K-insufficient plants were distinguished mutually by K+Na concentration of their largest leaves (ca. 85 me), only in case of K concentration being higher than 45 me (Table 3, Table 4).

1981年1月12日 受理

本研究の一部は文部省科学研究費補助金によって行った。

緒 言

ハツカダイコンの生育に対するカリ施肥の効果と葉中カリ濃度との関連を調べた既報 (12) の実験で、(1) ナトリウムを施用しない場合には、最大葉カリ濃度によってカリ施用量が十分か、どうかを判定できること、(2) ナトリウムを施用すると、判定の際に基準となるカリ濃度 (限界カリ濃度) が変化するので、最大葉カリ濃度だけではカリ施用量が十分か、どうかを判定できないことを明らかにした。

そ菜栽培でナトリウムを施用することはほとんどなく、また、一般に、そ菜畑の置換性ナトリウム含量は低い。しかしながら、ガラス室やハウスでは、隣接した露地畑に比べ、土壌の置換性ナトリウム含量が高くなる場合があり (5, 9)、このような場合には、葉中カリ濃度によってカリ施用量が十分か、どうかを正確に判定できないことがあると思われる。

ところで、Gammon (1) は、カリとナトリウムの施用量を変えた実験で、パンゴラグラスの生育が、体内カリ濃度よりも、カリ濃度とナトリウム濃度の和と密接に関連していることを明らかにしたが、同様の傾向は既報 (12) のハツカダイコンの実験でも認められた。

Harmer ら (2) は作物に対するナトリウム施用の効果によって、作物を (1) カリ施用量に関係なくナトリウムの効果が認められる作物、(2) カリ施用量が不十分な場合にのみナトリウムの効果が認められる作物、(3) カリ施用量に関係なくナトリウムの効果が認められない作物に分類している。既報 (12) 及び Gammon (1) の実験結果によれば、ハツカダイコンやパンゴラグラスはカリ施用量が不十分な場合にのみナトリウムの効果が認められる作物に分類されると思われるが、このような作物では、カリが不足した場合には、ナトリウムがカリの働きを代替すると考えられている (6)。そこで、ハツカダイコン、パンゴラグラスで体内のカリ濃度とナトリウム濃度の和と生育との間に密接な関連が認められたのも当然と思われる。

本報では、カリとナトリウムの施用量を変えてキャベツとインゲンを土耕栽培し、上記のハツカダイコンやパ

ンゴラグラスと同様、生育に対するカリ施肥の効果が葉中カリ濃度とナトリウム濃度の和によって左右されているのか、どうかを確かめようとした。

ところで、Gammon (1) は、前述したパンゴラグラスの実験で、葉中カリ濃度がある程度以下に低下すると、カリ濃度とナトリウム濃度の和は高くても、収量が低下することを明らかにしている。そこで、本報では、培養液中のカリとナトリウムの合計量を一定にし、両者の比率を変えてハツカダイコン、キャベツ、インゲンを砂耕栽培し、葉中カリ濃度がある程度以下に低下した場合には、カリ濃度とナトリウム濃度の和に関係なく、生育が低下するのか、どうかを確かめようとした。

材料及び方法

実験には、ハツカダイコン (品種：大赤丸)、キャベツ (品種：四季穫)、インゲン (品種：江戸川) を用いた。

1. 土耕実験

この実験で使用した土壌は、既報 (11) の実験で使用したものと同じ火山灰土壌で、その置換性カリ含量は 91 ppm、ナトリウム含量は 47 ppm であった。この土壌を湿った状態で約 11 kg (乾土として 6.5 kg) はかり取り、底に砂利を敷いた 1/2, 000 a ワグナーポットに詰めた。ポット当たりの硫酸カリ施用量を 0, 0.5, 1, 2, 4, 8 g の 6 段階、硫酸ナトリウム施用量を 0, 4, 40 g の 3 段階に変え、これらを組み合わせて処理とした。1 処理 4 ポットとし、1 ポット 1 反復と考えた。

基肥として、すべてのポットに、硫酸アンモニウム 10 g と 20% 過リン酸石灰 40 g を施用した。インゲンの実験では、この外に、消石灰 10 g を施用した。これらの肥料はポットの上半分の土壌とよくかき混ぜた。なお、過リン酸石灰以外の肥料は、すべて 1 級試薬を使用した。

発芽後 2～3 回間引きを行って、キャベツではポット当たり 3 個体、インゲンでは 2 個体にそろえた。なお、は種と収穫は第 1 表に示す時期に行った。

収穫時の植物体重 (新鮮重及び乾物重) について分散分析を行い、既報 (12) と同様、硫酸カリ 4 g 区及び

Table 1. Periods of experiments.

Types of experiments	Kinds of vegetables	Periods of experiments		
		Sowing	Beginning of treatments	Harvest
Soil culture	Cabbage	June 13, 1977.		July 12, 1977.
	Snap bean	May 11, 1976.		June 9, 1976.
Sand culture	Radish	June 11, 1976.	July 2, 1976.	July 21, 1976.
	Cabbage	May 17, 1978.	June 16, 1978.	July 1, 1978.
	Snap bean	May 12, 1977.	June 4, 1977.	June 17, 1977.

Table 2. Composition of nutrient solutions¹⁾.

Stock solution	ml in a liter of nutrient solutions
M $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	2.5
M $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$	1
M $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	2
0.5 M KNO_3	0 to 8
0.5 M NaNO_3	0 to 8

1) Trace elements are added to give the following concentrations of B, Mn, Zn, Cu and Mo : 0.5, 0.5, 0.05, 0.02 and 0.01ppm, respectively. Fe is added at the rate of 1 ml 0.8% Fe-EDTA per 1 liter of nutrient solutions.

8g 区 (この2区を対照区とする) のどちらと比べても、植物体重が有意に劣った区はカリ施用量が不十分であるとみなした。なお、植物体重についての結果を示した表の中に†印の付いた数値があるが、これは対照区のそれと有意な差があることを示している。

2. 砂耕実験

実験は、石英砂を詰めた 1/5,000 a ワグナーポットを用いて、無加温のガラス室内で行った。培養液 1l 当たりのカリ (K) とナトリウム (Na) の合計量を 4me 一定とし、K : Na を 0 : 4, 0.5 : 3.5, 1 : 3, 2 : 2, 4 : 0 の5段階に変えて処理とした。培養液の組成は第2表に示すとおりで、pH は 0.1N アンモニア水で6に調節した (添加したアンモニア水は、1l 当たり、およそ 1.5ml で、処理間に差はなかった)。砂耕ポットと貯液ポットの排水孔をゴム管でつなぎ、砂耕ポットを貯液

ポットの上に置いた。そして、1日2回、培養液 1l を入れた貯液ポットを持ち上げて、砂耕ポットの下底から培養液を与えた。培養液は1日おきに更新した。1処理8ポットとし、1ポット1反復と考えた。

発芽後2回間引きを行って、ハツカダイコンではポット当たり3個体、キャベツ、インゲンでは2個体にそろえた。なお、第1葉 (インゲンでは初生葉) が展開後、処理開始までは、K : Na = 4 : 0 の培養液を2~5倍に希釈したものを通宜かん注した。また、は種、処理開始及び収穫は第1表に示す時期に行った。

3. 収穫及び分析

土耕、砂耕両実験ともに、キャベツは第6葉、インゲンは第5本葉が展開するまで栽培した。また、ハツカダイコンの砂耕実験では第6葉が展開するまで栽培した。収穫した植物体は、新鮮重を測定した後、最大葉 (ハツカダイコン、キャベツでは第4葉、インゲンでは第3本葉が最大葉となることが多かった) を採って、ポットごとにとまとめて、70°C で乾燥した。これを粉碎したものの一部を取って530°C で灰化し、塩酸に溶かして定容とした後、炎光法でカリ (K) とナトリウム (Na) を定量した。得られた結果は、乾物 100g 当たりの me として表示した。

結 果

1. 土耕実験

1) キャベツ

ナトリウムの施用量に関係なく、硫酸カリ 0g 区及び

Table 3. Effects of K and Na supply on fresh weight and dry weight of cabbage tops (g/plant).

Na_2SO_4	g/pot	Fresh weight				Dry weight			
		0	4	40	K means	0	4	40	K means
	0	16.27	17.55	19.90	17.90† ²⁾	1.89	1.98	2.08	1.93†
	0.5	21.14	21.42	24.35	22.30†	2.44	2.43	2.58	2.48†
	1	24.17	24.08	24.99	24.41	2.71	2.72	2.68	2.70
K_2SO_4	2 g/pot	25.46	26.83	27.04	26.44	2.78	2.97	2.89	2.88
	4	26.43	26.58	25.60	26.20	2.88	2.94	2.81	2.88
	8	28.30	26.74	28.27	27.77	2.99	2.90	3.00	2.96
Na means		23.63	23.87	25.03		2.62	2.66	2.62	
K		**1)				**			
Significance Na		N. S.				N. S.			
K × Na		N. S.				N. S.			
L. S. D. 5% K in K means ³⁾		3.10				0.34			

1) Asterisks in all tables refer to the following levels of significance.

* = significant at the 5% level.

** = significant at the 1% level.

N. S. = non-significant at the 5% level.

2) Values marked with † are significantly different from those in control treatments (where 4g or 8g K_2SO_4 is applied) on the same vertical column.

3) L. S. D. (P=0.05) between average values of 3 Na levels.

Table 4. Effects of K and Na supply on K and K+Na concentration of the largest leaves in cabbage (me per 100g of dry matter).

Na ₂ SO ₄	g/pot	K				K+Na			
		0	4	40	K means	0	4	40	K means
	0	48.6	43.5	28.0	40.0	73.3	88.1	121.9	94.4
	0.5	59.7	53.9	39.5	51.0	76.1	82.7	120.0	92.9
	1	72.8	68.2	50.0	63.6	85.4	93.1	121.6	100.0
K ₂ SO ₄	2 g/pot	99.1	84.9	61.7	81.9	106.1	102.1	128.4	112.2
	4	110.1	100.4	78.6	96.4	114.9	112.3	131.0	119.4
	8	122.2	111.1	84.6	106.0	126.3	123.4	143.1	130.9
	Na means	85.4	77.0	57.0		97.0	100.3	127.6	
	K		**				**		
Significance	Na		**				**		
	K×Na		**				**		
L.S.D. 5% K within Na ¹⁾			9.5				8.7		
L.S.D. 5% Na within K ²⁾			7.7				7.1		

1) L.S.D. (P=0.05) between values in each level of Na.

2) L.S.D. (P=0.05) between values in each level of K.

0.5g 区と対照区の地上部重（特に断らない限り、新鮮重及び乾物重）の間には、有意な差が認められた（第3表）。しかしながら、硫酸カリを 1g 以上施用した区と対照区（ここでは硫酸カリ 4g 区）の地上部重の間には、有意な差が認められなかった。また、いずれのカリ施肥水準においてナトリウムの施用量を増やしても、地上部重に有意な変化は現れなかった。

最大葉カリ濃度は、カリ施用量を増やすと高くなり、ナトリウム施用量を増やすと低下した（第4表）。一方、最大葉におけるカリ濃度とナトリウム濃度の和は、カリ施用量とナトリウム施用量のどちらを増やしても高くなった。

2) インゲン

ナトリウムの施用量に関係なく、硫酸カリ 0g 区と対照区の地上部乾物重の間に、また、硫酸カリ 0g 区及び 0.5g 区と対照区の地上部新鮮重の間に有意な差が認め

られた（第5表）。しかしながら、硫酸カリを 1g 以上施用した区の地上部重の間には、有意な差は認められなかった。また、いずれのカリ施肥水準においてナトリウムの施用量を増やしても、地上部重はほとんど変化しなかった。

最大葉カリ濃度は、カリ施用量を増やすと高くなったが、ナトリウム施用量を増やした場合にも、わずかではあるが高くなる傾向を示した（第6表）。最大葉ナトリウム濃度は、ナトリウムやカリの施用量を増やしてもほとんど変化せず、常に著しく低かった。このため、最大葉におけるカリ濃度とナトリウム濃度の和は、カリ濃度とはほぼ同じであった。

2. 砂耕実験

1) ハツカダイコン

K : Na=0 : 4 区と対照とした K : Na=4 : 0 区の根重の間には有意な差が認められた（第7表）。しかしなが

Table 5. Effects of K and Na supply on fresh weight and dry weight of snap bean tops (g/plant).

Na ₂ SO ₄	g/pot	Fresh weight				Dry weight			
		0	4	40	K means	0	4	40	K means
	0	14.93	15.88	13.85	14.89†	2.12	2.26	1.95	2.11†
	0.5	18.53	19.94	17.30	18.59†	2.53	2.77	2.41	2.57
	1	21.69	20.07	20.59	20.79	2.98	2.70	2.86	2.84
K ₂ SO ₄	2 g/pot	24.06	23.70	22.36	23.37	3.17	3.08	2.98	3.08
	4	23.79	28.14	24.06	25.33	3.02	3.59	3.20	3.27
	8	24.92	25.58	22.67	24.39	3.10	3.54	2.91	3.18
	Na means	21.32	22.22	20.14		2.82	2.99	2.72	
	K		**				**		
Significance	Na		N. S.				N. S.		
	K×Na		N. S.				N. S.		
L.S.D. 5% K in K means			5.00				0.72		

Table 6. Effects of K and Na supply on K and K+Na concentration of the largest leaves in snap bean (me per 100 g of dry matter).

Na ₂ SO ₄	g/pot	K				K+Na			
		0	4	40	K means	0	4	40	K means
	0	24.9	26.0	23.4	24.7	26.4	27.6	24.8	26.3
	0.5	41.6	46.5	46.3	44.8	43.7	48.3	47.8	46.6
	1	56.0	56.3	58.2	56.8	57.7	57.8	60.4	58.6
K ₂ SO ₄	2 g/pot	76.9	77.2	79.2	77.8	78.6	79.0	81.0	79.5
	4	84.9	86.3	95.9	89.1	86.6	88.0	97.4	90.6
	8	100.1	101.0	106.5	102.5	101.5	103.3	109.2	104.7
Na means		64.0	65.6	68.2		65.7	67.3	70.1	
K			**				**		
Significance Na			*				*		
K×Na			N. S.				N. S.		
L. S. D. 5% K within Na			6.2				6.0		
L. S. D. 5% Na within K			3.5				3.5		

Table 7. Effects of K : Na ratio of nutrient solutions on fresh weight and dry weight of radish (g/plant).

K : Na	Fresh weight		Dry weight	
	Tops	Roots	Tops	Roots
0 : 4	9.59	2.54 a ^b	0.76	0.14 a
0.5 : 3.5	10.18	4.63 b	0.82	0.23 b
1 : 3	9.09	3.59 ab	0.75	0.20 ab
2 : 2	10.83	4.56 b	0.93	0.26 b
4 : 0	8.94	4.29 b	0.77	0.24 b

1) Within each column, values followed by the same letter are not significantly different at the 5% level, according to Duncan's multiple range test.

Table 8. Effects of K : Na ratio of nutrient solutions on K and K+Na concentration of the largest leaves in radish (me per 100 g of dry matter).

K : Na	K	K+Na
0 : 4	17.8 a	125.9
0.5 : 3.5	34.0 b	128.5
1 : 3	59.8 c	117.6
2 : 2	86.5 d	122.4
4 : 0	120.3 e	126.5

Table 9. Effects of K : Na ratio of nutrient solutions on fresh weight and dry weight of cabbage tops (g/plant).

K : Na	Fresh weight	Dry weight
0 : 4	10.60 a	0.91 a
0.5 : 3.5	11.06 ab	0.97 ab
1 : 3	12.49 abc	1.12 abc
2 : 2	13.26 bc	1.19 bc
4 : 0	14.34 c	1.29 c

Table 10. Effects of K : Na ratio of nutrient solutions on K and K+Na concentration of the largest leaves in cabbage (me per 100 g of dry matter).

K : Na	K	K+Na
0 : 4	24.4 a	149.4 a
0.5 : 3.5	38.9 b	135.3 bc
1 : 3	52.7 c	127.6 c
2 : 2	85.5 d	129.2 c
4 : 0	133.6 e	140.2 b

ら、培養液中のカリ濃度を 0.5 me 以上に高めた区の地上部重および根重の間に有意な差は認められなかった。

培養液中のカリ濃度を高めると、最大葉カリ濃度は高くなったが、カリ濃度とナトリウム濃度の和はほとんど変化しなかった (第 8 表)。

2) キャベツ

K : Na=0 : 4 区及び 0.5 : 3.5 区と対照とした K : Na=4 : 0 区の地上部重の間には有意な差が認められたが、培養液中のカリ濃度を 1 me 以上に高めた区の地上部重の間に有意な差は認められなかった (第 9 表)。

培養液中のカリ濃度を高めると、最大葉カリ濃度は高くなった (第 10 表)。一方、最大葉におけるカリ濃度とナトリウム濃度の和は、K : Na=1 : 3 区までは培養液中のカリ濃度が高まるとともに低下したが、その後再び高くなった。

3) インゲン

K : Na=0 : 4 区及び 0.5 : 3.5 区と対照とした K : Na=4 : 0 区の地上部新鮮重の間には有意な差が認められた (第 11 表)。しかしながら、培養液中のカリ濃度を 1 me 以上に高めた区の地上部重の間に有意な差は認められなかった。なお、収穫直前には、K : Na=0 : 4 区の初生葉の葉縁に焼け症状が現れた。

Table 11. Effects of K:Na ratio of nutrient solutions on fresh weight and dry weight of snap bean tops (g/plant).

K : Na	Fresh weight	Dry weight
0 : 4	15.28 a	2.07
0.5 : 3.5	15.78 ab	2.11
1 : 3	17.45 abc	2.34
2 : 2	17.63 bc	2.31
4 : 0	18.94 c	2.36

Table 12. Effects of K:Na ratio of nutrient solutions on K and K+Na concentration of the largest leaves in snap bean (me per 100g of dry matter).

K : Na	K	K+Na
0 : 4	23.0 a	24.1 a
0.5 : 3.5	34.6 b	35.7 b
1 : 3	48.1 c	49.3 c
2 : 2	68.8 d	70.0 d
4 : 0	101.5 e	102.9 e

最大葉におけるカリ濃度とナトリウム濃度の和は、最大葉カリ濃度とほぼ同じ値となり、培養液中のカリ濃度が高まるとともに高くなった（第12表）。

考 察

本報の土耕実験の結果によれば、キャベツ、インゲンともに、いずれのカリ施肥水準においてナトリウムを施用しても地上部重が増加せず、これらの作物はカリ施用量に関係なくナトリウムの効果が認められない作物に分類されると思われた。Harmerら（2）やLehr（6）は、キャベツをカリ施用量に関係なくナトリウムの効果が認められる作物に、また、インゲンをカリ施用量に関係なくナトリウムの効果が認められない作物に分類しており、キャベツについては、本報とは異なった見方をしてゐる。しかしながら、本報では、この違いがどのような

原因によるのかを明らかにすることができなかった。

第13表は、土耕実験でカリ施用量が不十分なために生育が低下し始める区とカリ施用量がそれより1水準高い区における最大葉カリ濃度、並びに、カリ濃度とナトリウム濃度の和を一覧表にしたものである。これによると、キャベツでは、ナトリウムの施用量が増えるとともに、上述の2区を区分するカリ濃度（限界カリ濃度）は低下し、一方、カリ濃度とナトリウム濃度の和は高まる傾向を示した。ナトリウムの施用量が増えると限界カリ濃度が低下することは、イタリアンライグラス（3）、ローズグラス（10）、ハツカダイコン（12）でも認められている。これに対して、根から葉へのナトリウムの移動が妨げられるインゲン（4, 8, 13）では、ナトリウムの施用量に関係なく、乾物100g当たり、およそ50meのカリ濃度、または、カリ濃度とナトリウム濃度の和を境にして、カリ施用量が不十分と思われる区と十分と思われる区とを区分できた。

ところで、Gammon（1）は、パンゴラグラスで、葉中カリ濃度とナトリウム濃度の和が高くても、葉中カリ濃度がある値（彼はこの値を最低必須カリ濃度と呼んでいる）以下になると、生育が低下することを明らかにした。本報のハツカダイコンとキャベツの砂耕実験でも、最大葉カリ濃度が、それぞれ、およそ25meと45me以下に低下した場合には、最大葉におけるカリ濃度とナトリウム濃度の和は対照区と差がなくても、生育の低下が認められた。既報（12）のハツカダイコンの土耕実験では最大葉カリ濃度が25me以下になることはなかったが、本報のキャベツの土耕実験では、硫酸ナトリウムを4g施用した場合の硫酸カリ0g区、硫酸ナトリウムを40g施用した場合の硫酸カリ0g区及び0.5g区で最大葉カリ濃度が45me以下となった。これらの3区を除けば、キャベツでも、ナトリウムの施用量に関係なく、最大葉におけるカリ濃度とナトリウム濃度の和（およそ

Table 13. Comparison of K and K+Na concentration in the largest leaves between K-sufficient and K-insufficient plants grown with different amount of Na_2SO_4 in soil culture (me per 100g of dry matter)¹⁾.

Kinds of vegetables	Na_2SO_4 (g/pot)	K conc.		K+Na conc.	
		K-insufficient	K-sufficient	K-insufficient	K-sufficient
Cabbage	0	59.7	72.8	76.1	85.4
	4	53.9	68.2	82.7	93.1
	40	39.5	50.0	120.0	121.6
Snap bean	0	41.6	56.0	43.7	57.7
	4	46.5	56.3	48.3	57.8
	40	46.3	58.2	47.8	60.4

1) Sufficient amount of K_2SO_4 required for the maximum growth of cabbage and snap bean is 1g regardless of Na levels.

85 me) によって、カリ施用量が不十分と思われる区と十分と思われる区とを区分できる (第3表, 第4表)。

以上の結果から考えると、キャベツのようにカリ施用量に関係なくナトリウムの効果が認められない作物でも、葉中カリ濃度が Gammon (1) の言う最低必須カリ濃度以上の場合には、カリ施肥の効果は葉中カリ濃度よりも、葉中カリ濃度とナトリウム濃度の和と密接に関連していると思われる。また、ガラス室やハウス土壌のように置換性ナトリウム含量がある程度高くなる可能性がある場合には、葉中カリ濃度とナトリウム濃度の和を調べれば、カリ施用量が十分か、どうかを判定できると思われる。

なお、すでに述べたように、インゲンでは、キャベツやハツカダイコンとは異なり、ナトリウムの施用量を増やしても限界カリ濃度が低下しなかったが、これはナトリウムが葉へほとんど移動しなかったことと関連があると思われる。

ところで、Smith (10) は、カリ施用量が十分か、どうかを判定するためには、Gammon (1) の言う最低必須カリ濃度の外に有機アニオン濃度の限界値を判定の基準にする必要があると考えている。本報では、カリ施用量が十分か、どうかの判定に、葉中カリ濃度とナトリウム濃度の和を用いた方が良いのか、それとも、有機アニオン濃度を用いた方が良いのかの検討は行っていないが、今後、検討する必要がある。

摘 要

そ菜の生育に対するカリ施肥の効果と葉中カリ濃度及びナトリウム濃度との関係を明らかにするため、1/2,000 a ワグナーポットで、硫酸カリの施用量を 0 g から 8 g までの 6 段階、硫酸ナトリウムの施用量を 0, 4, 40 g の 3 段階に変えて、キャベツとインゲンを土耕した。それとともに、1/5,000 a ワグナーポットで、培養液 1 l 中のカリとナトリウムの合計量を 4 me 一定とし、その比率を 5 段階に変えて、ハツカダイコン、キャベツ、インゲンを砂耕した。

1. キャベツとインゲンの土耕実験において、カリ施用量が不十分のために生育が低下し始める区 (硫酸カリ 4 g 区及び 8 g 区のどちらと比べても地上部重に差が認められる区) は、ナトリウムの施用量に関係なく、硫酸カリ 0.5 g 区であった。

2. インゲンでは、ナトリウムの施用量に関係なく、最大葉カリ濃度 (およそ 50 me) によって、カリ施用量が不十分のために生育が低下した区とそうでない区とを区分できた。

3. インゲンでは、最大葉におけるカリ濃度とナトリウム濃度の和は最大葉カリ濃度とほぼ同じ値だったので、カリ施用量が不十分のために生育が低下した区とそうでない区とは、カリ濃度とナトリウム濃度の和 (およそ 50 me) によっても区分できた。

4. キャベツでは、最大葉カリ濃度によっても、最大葉におけるカリ濃度とナトリウム濃度の和によっても、カリ施用量が不十分のために生育が低下した区とそうでない区とを区分できなかった。

5. インゲンの砂耕実験で、培養液中のカリ含量が 0 me 及び 0.5 me の区では、対照区 (4 me 区) に比べると、最大葉カリ濃度もカリ濃度とナトリウム濃度の和もともに低く、生育も劣った。

6. ハツカダイコンとキャベツの砂耕実験で、培養液中のカリ含量が、それぞれ、0 me と 0 me 及び 0.5 me の区では、最大葉におけるカリ濃度とナトリウム濃度の和は高いのに生育が低下した。これらの区の最大葉カリ濃度は、ハツカダイコンで 25 me 以下、キャベツで 45 me 以下であった。

7. キャベツの土耕実験で、最大葉カリ濃度が 45 me 以下となった場合を除けば、カリ施用量が不十分のために生育が低下した区とそうでない区とは、最大葉におけるカリ濃度とナトリウム濃度の和 (およそ 85 me) によって区分できた (第3表, 第4表)。

謝 辞

本研究は岩田正利教授の御指導の下に行われたものである。ここに厚く御礼申し上げます。

引用文献

1. GAMMON, N., Jr. 1953. Sodium and potassium requirement of Pangola and other pasture grasses. *Soil Sci.* 76 : 81—90.
2. HARMER, P.M. and E.J. BENNE. 1945. Sodium as a crop nutrient. *Soil Sci.* 60 : 137—148.
3. HYLTON, L.O., A. ULRICH, and D.R. CORNELIUS. 1967. Potassium and sodium interrelations in growth and mineral content of Italian ryegrass. *Agron. J.* 59 : 311—314.
4. JACOBY, B. 1964. Function of bean roots and stems in sodium retention. *Plant Physiol.* 39 : 445—449.
5. LAMB, J.G.D. 1953. A survey of soil conditions in tomato houses in Ireland. *Jour. Dept. Agric., Ireland.* 50 : 129—150.
6. LEHR, J.J. 1953. Sodium as a plant nutrient. *J. Sci. Food Agric.* 4 : 460—471.
7. LUNDEGÅRDH, H. 1951. (English translation by R.L. MITCHELL) Leaf analysis. Hilger & Watts Ltd., London. 176 pp.

8. MARSCHNER, H. und H. OSSENBERG-NEUHAUS. 1976. Langstreckentransport von Natrium in Bohnenpflanzen. Z. Pflanzenernähr. Bodenkunde. 139 : 129—142.
9. 嶋田永生. 1970. ハウスの土壌管理. 農山漁村文化協会 (東京). 173pp.
10. SMITH, F.W. 1974. The effect of sodium on potassium nutrition and ionic relations in Rhodes grass. Aust. J. Agric. Res. 25 : 407—414.
11. 杉山信男・足立 宏. 1979. ハツカダイコンの生育に対するカリ施肥の効果と置換性カリ含量との関係に影響を及ぼす要因. 園学雑. 48 : 31—44.
12. 杉山信男・岩田正利. 1980. ハツカダイコンの生育に対するカリ施肥の効果と体内カリ濃度との関係. 園学雑. 49 : 361—374.
13. WALLACE, A., N. HEMAIDAN, and S.M. SUFI. 1965. Sodium translocation in bush beans. Soil Sci. 100 : 331—334.