

ハウス果菜の生理障害発生防止に関する研究

XII キュウリのグリーンリング葉発生に関する研究

加藤 徹*・堀内 重雄**

(*農学部蔬菜園芸学研究室, **高知農業高等学校)

Studies on the Control of Physiological Disorders in Fruit Vegetable Crops under Plastic Films

XII. On the Occurrence of Green-ring leaves in cucumber plants

Toru KATO* and Shigeo HORIUCHI**

* *Laboratory of Vegetable Crop Science, Faculty of Agriculture;*

** *Kochi Agricultural High School*

Abstract: Green-ring leaves, showing the interveinal chlorosis and marginal greening appeared here and there in cucumber plants grown in vinyl house at intervals in Kochi prefecture since 1965.

The studies on the occurrence of green-ring leaves carried out from two directions. One is the comparison between healthy and disordered leaves, and soils in house, and the other the reappearance test of green-ring leaves in sand culture under various media.

1. The result of leaf analysis showed the magnesium deficient leaves with high potassium and low phosphate comparing with that of healthy control.

2. Plants grown in sand culture with magnesium deficient media had green-ring leaves after fruit development. High potassium, phosphate, and/or ammonium nitrogen supply increased the grade of symptoms, but high calcium supply did not induce these symptoms.

3. The results from sand culture in different temperature controlled rooms showed that the low temperature induced green-ring leaves resulted from slow translocation of magnesium in marginal part of leaves in plants supplied with low magnesium.

4. From the above-mentioned results it may be concluded that the green-ring leaves are induced on the plants grown at low temperature in high potassium and phosphate soil with low magnesium after heavy fruit development.

緒 言

ハウスキュウリの生理障害としてキュウリ葉の周辺及び葉脈に沿った部分が帯状に緑色が残り、葉脈間が部分的あるいは全面的に黄化あるいは白化する被害が昭和40年頃より県下の各地区で認められた。高知県農業技術研究所ではこれをグリーンリング葉と呼び、研究され、苦土欠乏とされたが、十分に解明されないまま、品種や栽培技術の変遷に伴って発生は減少した。

ところが最近になってまた同様な症状が見られるようになり、発生の原因解析及び対策が望まれるようになった。

そこで第一実験として現地調査を行ない、被害の激しかった安芸市、野市町、南国市の被害ハウスと正常ハウスの土壌及び葉を採取分析を行なった。さらに第2実験としてグリーンリング葉の発生に及ぼす無機養分の影響を調査するとともにファイトロンを使用して、温度のグリーンリング葉発生に及ぼす影響について調査したので、その結果を報告する。

第 1 実 験

材料及び方法：現地採取した葉及び土壌を乾燥させ、分析に供した。

チッソはセミマイクロケルダール法、リンはメタバナドモリブデン酸法、カリは炎光分析、苦土石灰は原子吸光分析法によった。

土壌は 0.2 N HCl 液で抽出した液について分析した。

結果：葉の分析結果は Table 1 のとおりで、被害葉は健全葉に比較して苦土が著しく少なく、またリンも少い傾向が見られた。チッソ、カリはやや増加しているように思われた。土壌分析の結果は Table 2 のとおりで、グリーンリング発生土壌は正常土壌に比較して苦土含量がやや少ないものの、カリ含量が約 2 倍、リン酸含量は約 5 倍と極端に多い傾向が見られた。

Table 1. Mineral compositions in leaves with or without the physiological disorder
(% on dry wlfght)

Sample used		N	P	K	Ca	Mg
Disorder	Location					
Disordered	Aki	4.62	1.36	5.73	4.36	0.12
	Noichi	4.75	0.95	5.64	4.50	0.15
	Nankoku	4.39	1.27	5.79	4.29	0.11
	Av.	4.59	1.19	5.72	4.38	0.13
Healthy	Aki	4.20	2.11	5.21	4.40	0.36
	Noichi	4.16	1.93	5.14	4.45	0.32
	Nankoku	4.08	1.86	5.29	4.38	0.28
	Av.	4.15	1.97	5.21	4.41	0.32

Table 2. Mineral analyses of soil occurred or not occurred the physiological disorder
(mg/100g)

Sample used		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	MgO/p ₂ O	Mg ₂ O/K ₂ O
House	Location							
Disordered	Aki	33.9	687.0	324.0	104.3	11.8	0.017	0.036
	Noichi	49.4	423.7	300.0	109.2	11.6	0.027	0.039
	Nankoku	33.9	877.1	276.0	53.3	10.8	0.012	0.038
	Av.	39.1	662.5	300.0	88.9	11.4	0.017	0.038
Healthy	Aki	42.4	191.0	180.0	97.3	17.4	0.091	0.097
	Noichi	39.9	153.4	180.0	118.3	15.9	0.104	0.088
	Nankoku	35.5	89.3	120.0	99.4	13.2	0.148	0.110
	Av.	39.3	144.6	160.0	105.0	15.5	0.107	0.097

従って苦土—リン酸比を見ると、0.1以下になるほど、また苦土—カリ比が0.04以下の場合にグリーンリング葉が発生した。

考察：グリーンリング葉は Table 1 から苦土欠乏と考えられる。それに伴ってリン酸の含量も

低下していることが認められた。

これを土壌分析の Table 2 の結果から見ると、カリ及びリン酸施肥の過剰に伴って苦土の吸収が阻害された結果発生するものであろうと思われた。

第 2 実 験

(1) グリーンリング葉発生に及ぼすカリ、石灰、苦土及びチッソ形態の影響

材料及び方法：1/5000 a ワグナーポットを供試し、砂耕栽培をした。

十分水洗した川砂をポットにつめ、発芽した久留米落合H型品種を10月1日に移植し、活着をまって Table 3 に従って処理区を分けるとともに砂耕液を1日2回循環させ、7日に1回更新した。なお、12月20日に収穫し、分析に供した。一部の葉は Fig. 2 に従って分けて分析した。

結果：1. グリーンリング葉の発生状況

20節葉展開まで培養した結果は Table 3 に見られるように苦土補給区ではリン酸過剰施与区のように発生し、他処理区では認められなかった。

苦土欠乏培養液処理区ではグリーンリング症の程度の差はあるが着果期に入ってから発生が認め

Table 3. compositions of nutrient solution and the appearance of disordered leaves

Plot number	N	P	K ppm	Ca	Mg	Disorder appeared
1	200	200	600	320	24	—
2	〃	〃	〃	〃	0	卅
3	〃	〃	200	〃	24	—
4	〃	〃	〃	〃	0	+
5	〃	〃	600	160	24	卅
6	〃	〃	〃	〃	0	—
7	〃	〃	200	〃	24	—
8	〃	〃	〃	〃	0	卅
9	〃	〃	600	0	25	—
10	〃	〃	〃	〃	0	卅
11	〃	〃	200	〃	24	—
12	〃	〃	〃	〃	0	+
13	〃	400	300	160	24	++
14	〃	200	〃	〃	24	—
15	〃	0	〃	〃	24	—
16	〃	400	〃	〃	0	卅
17	〃	200	〃	〃	0	卅
18	〃	0	〃	〃	0	卅
19	〃	200	200	〃	24	—
20	〃	〃	〃	〃	0	+
21	〃	〃	〃	〃	24	—
22	〃	〃	〃	〃	0	+
23	〃	〃	〃	〃	24	—
24	〃	〃	〃	〃	0	+

* — No symptoms 卅 Very sever symptoms

* Chemical used: NH_4NO_3 , KNO_3 , K_2SO_4 , NaH_2PO_4 , CaCl_2 , $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$, KH_2PO_4 , MgSO_4 , minor elements.

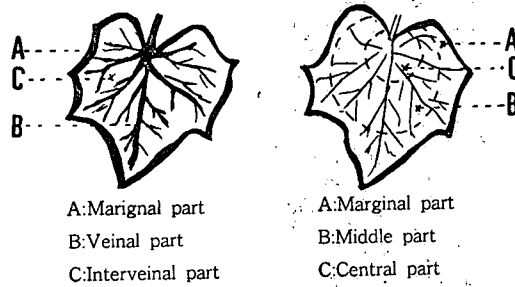


Fig. 1. Partial name for leaf analysis

られた。

従って果実着生に伴って葉内苦土が果実に移動し、発生したものと思われ、着果数の多いほど症状がひどくなる傾向が見られた。

2. カリ、石灰の影響

第10葉前後の葉を分析した結果は Table 4 のとおりで、カリ施肥量を600, 200 ppm で施した場合葉中のカリ含量はほとんど変化しなかったが、カルシウムの施肥量を 320, 160, 0 ppm で施したときは葉中石灰含量は4.6, 1.8, 0.32%と急激に低下した。

葉中の苦土含量はカリ過剰カルシウム少量のときに著しく低下した。

Table 4. Mineral compositions of leaves in cucumber plants grown in sand culture with various media in combination with potassium, calcium and magnesium (% on dry weight)

	N	P	K	Ca	Mg	K/Mg	Ca/Mg	K/Ca
1	4.21	1.96	2.50	4.28	0.24	10.42	17.83	0.58
2	4.61	1.36	4.50	4.64	0.17	26.47	27.29	0.97
3	4.14	1.36	2.20	5.71	0.82	7.86	20.39	0.39
4	4.71	0.60	4.15	4.78	0.15	27.67	31.67	0.87
5	3.39	0.42	3.50	1.79	0.26	13.46	6.88	1.96
6	4.86	0.60	4.60	1.04	0.11	41.82	9.45	4.42
7	4.21	0.64	2.70	3.04	0.32	8.44	9.50	0.89
8	4.79	0.04	3.90	2.17	0.11	35.45	19.73	1.80
9	4.86	0.80	3.10	0.17	0.17	18.24	1.00	18.23
10	5.11	3.61	4.65	0.09	0.01	465.00	9.00	51.67
11	5.07	0.42	3.20	0.43	0.22	14.54	1.95	7.44
12	5.18	0.84	3.50	0.36	0.01	350.00	36.00	9.72

Fig. 2 に見られるようにカリ—苦土との関係を見ると、グリーンリング葉発生については葉中カリが3.50%以上になって、石灰—苦土との関係を見ると石灰苦土比のバランスによって発生するように思われた。

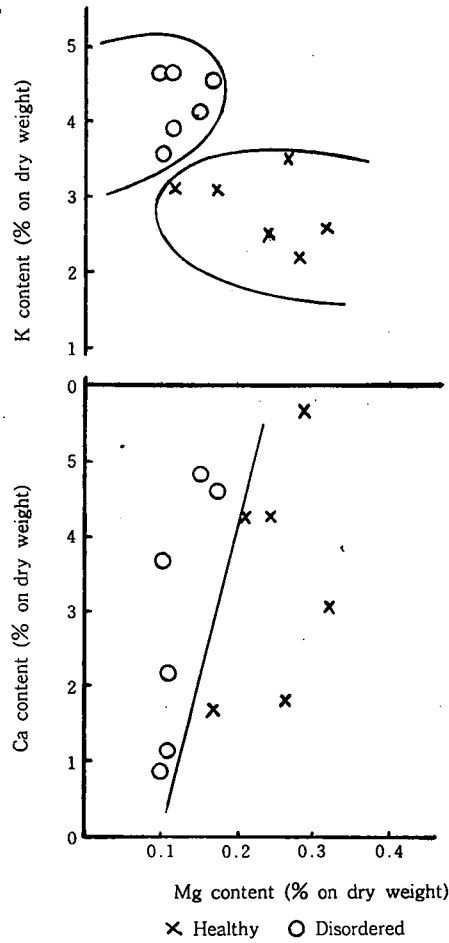


Fig. 2. Relationships between Mg and K or Ca content in leaves as related to the occurrence of disorder

3. リン酸の影響

リンを 400, 200, 0 ppm で砂耕した結果は Table 5 のとおりで、多く施するほど葉中リン含量は減少し、それに伴って苦土含量も低下してグリーンリングが発生した。これは培養液中のリン

Table 5. Mineral compositions of leaves in cucumber plants grown in sand culture with various media in combination with phosphate and magnesium (% on dry weight)

plot NO.	N	P	K	Ca	Mg	P/Mg
13	3.71	0.08	3.00	1.07	0.13	0.62
14	3.84	0.20	2.80	3.21	0.20	1.00
15	3.14	0.84	2.20	3.57	0.32	2.63
16	3.63	0.98	3.50	3.27	0.18	5.44
17	3.50	1.93	3.30	3.93	0.19	10.16
18	4.14	2.80	3.00	3.57	0.19	14.74

苦土バランスがくずれ、苦土の吸収阻害ひいてはリン酸の吸収低下が招来されたものと考えられる。従ってリン酸と苦土との間にはある程度のバランスが必要である。

4. チッソの形態の影響

$\text{NH}_4\text{-N}$, $\text{NO}_3\text{-N}$, NH_4NO_3 を供試して調査した結果は Table 6 のとおりで、 $\text{NH}_4\text{-N}$ の場合著しく茎葉の発育が抑制された。そしてグリーンリング葉の発生が見られたのに対して、 NH_4NO_3 及び $\text{NO}_3\text{-N}$ では発育がよく、グリーンリングは発生しなかった。

Table 6. Mineral compositions of leaves in cucumbers plants grown in sand culture supplied with or without magnesium (% on dry weight)

Plot No.	N	P	K	Ca	Mg
19	3.93	7.37	2.90	2.86	0.24
20	4.96	9.61	2.90	3.72	0.03
21	3.50	0.22	2.70	0.93	0.10
22	3.79	1.14	2.90	0.47	0.02
23	4.29	4.28	2.30	7.91	0.35
24	4.50	4.42	3.20	6.05	0.13

5. グリーンリング葉の部位別含量

グリーンリング発生葉を採取し、緑色の残っている葉縁部、葉脈部、葉肉部の3部位に分けて分析した結果は Table 7 のとおりであった。

Table 7. Mineral compositions in each part of disordered leaves (% on dry weight)

Part of leaves	N	P	K	Ca	Mg
Marginal part	4.71	4.92	3.60	2.78	0.18
veinal part	4.57	0.44	5.15	0.43	0.10
Interveinal part	5.07	0.24	4.50	1.30	0.08

葉縁が0.18%、葉脈が0.1%、葉肉が0.01%と苦土が葉脈間から急激に移動して欠乏状態となり、クロロシスを起しているものと思われ、苦土の残っている量に比例して緑色を保持しているものと考えられた。

(2) グリーンリング葉発生に及ぼす温度の影響

材料及び方法：久留米落合H型品種を供試し、Table 8 の組成培養液で2月中旬より砂耕を行なった。

ポットは4区に分け、25°C、20°C、15°C、及び10°Cのファイトトロン室にて管理した。3月上旬に10、15°C室が故障したのでこれを除外し、実験を続けた。なお一部は Fig. 1 に従って分析をした。

Table 8. *Compositions of nutrient solution and appearance of disordered leaves*

Plot No.	Treatment	N	P	K (ppm)	Ca	Mg	Disorder appeared
1	High P+Mg	200	400	300	160	24	—
2	Low P+Mg	200	100	300	160	24	—
3	High P-Mg	200	400	300	160	0	卍
4	Low P-Mg	200	100	300	160	0	++

Chemical used : NH_4NO_3 , KNO_3 , K_2SO_4 , NaH_2PO_4 , CaCl_2 , MgSO_4 , minor elements

結果：1. グリーンリング葉の発生状況

20°C及び25°C両区とも苦土補給区ではグリーンリング葉の発生は認められなかったが、前実験同様苦土無施用区では苦土欠が認められた。しかし20°C区では葉縁1cm位帯状に緑色が残り、明らかなグリーンリング葉がみられたが、25°C区では葉縁までクロロシスが現われ、黄化した。

多リン酸の影響は認められなかった。

2. 葉分析の成績

Fig 1. のように葉を葉縁部(A), 中央部(C), その間の中間分(B)に3分割して分析した結果は Table 9 のとおりで、チッソ、カリ、石灰は葉の中央部に含有量が多く、周辺部になるにつれ

Table 9. *Effect of temperature on the mineral compositions of leaves in plants grown with or without magnesium supply in sand culture* (% on dry weight)

Temperature	Plot No.	part of leaves	N	P	K	Ca	Mg	Na
20°C	1	A	2.71	5.00	1.80	7.63	0.45	1.84
		B	2.86	4.67	1.90	9.12	0.43	1.96
		C	3.21	4.88	2.60	8.56	0.43	1.96
	2	A	2.64	3.81	2.20	7.91	0.49	1.50
		B	2.57	2.90	2.20	7.63	0.42	1.38
		C	2.57	3.14	2.60	8.56	0.42	1.38
	3	A	3.71	9.57	3.20	6.51	0.30	1.96
		B	4.21	8.90	3.30	7.26	0.19	2.30
		C	4.36	7.19	4.80	5.58	0.19	2.53
	4	A	2.71	4.81	2.80	6.70	0.32	1.15
		B	3.64	6.52	3.90	10.70	0.21	1.50
		C	3.86	4.29	5.20	9.30	0.17	1.38
25°C	1	A	2.07	4.29	2.00	6.51	0.45	1.15
		B	2.14	4.10	2.20	6.98	0.42	1.15
		C	2.07	3.81	1.70	7.63	0.42	1.73
	2	A	2.71	2.90	1.50	6.98	0.49	1.61
		B	2.36	2.67	2.00	7.72	0.42	1.27
		C	2.43	2.67	2.40	8.37	0.43	1.27
	3	A	1.50	4.10	1.40	2.98	0.19	1.15
		B	1.71	5.00	1.80	3.91	0.18	1.50
		C	2.14	5.57	2.40	4.84	0.16	1.50
	4	A	1.42	2.86	1.50	4.24	0.20	1.27
		B	1.64	3.19	1.70	6.23	0.17	1.27
		C	2.14	3.05	2.60	6.98	0.16	1.38

て減少している傾向が見られるのに対し、苦土は中心部より周辺部に多い傾向が見られた。リンについては一定の傾向は認められなかった。

苦土の含有率について図で示したものが Fig. 3 で、苦土が補給されている場合温度による影響は少なく、葉縁に苦土が多いが、苦土欠区では温度の高い25°C区で葉縁部の苦土含量が20°Cのそれより少なくなっていた。

従って苦土は根から吸収移行するときは中心部から周辺部へ運ばれる。そしてそこに蓄積する傾向が見られるが、欠乏すると、中心部から移動し、次第に葉縁部の苦土も移動する傾向が見られた。

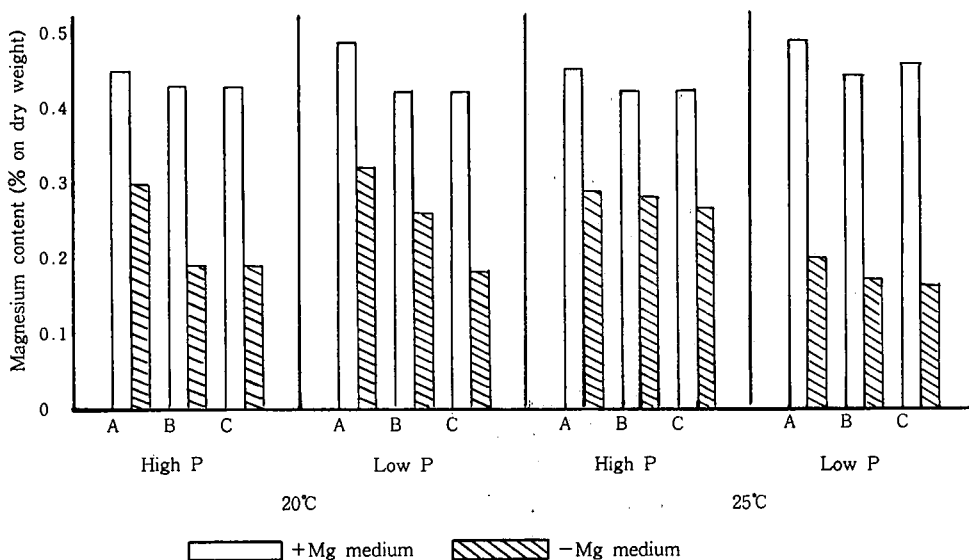


Fig. 3. Effect of temperature on the magnesium content of leaves in cucumber plants grown in sand culture with or without magnesium media
A : marginal part, B : middle part, C : central part

考 察

グリーンリング葉の発生は苦土の吸収阻害に伴う苦土欠によるものであることが現地並びに実験によって示された。

しかし温度が低い場合により明瞭に発生するものであることは第2実験の結果から明かである。

苦土は根から供給されるときは周辺部に多く蓄積し、移動するときは葉肉部の苦土が移動するので、葉縁部の苦土の移動は最後になる。この移動速度は温度によって制限されているので低温であると葉縁部の苦土は移動しないようになるものと思われる。

現地及び砂耕実験から土壤中に苦土含有量が少ないこと及びイオン・バランスとくに過カリの剩、リンサンの過剰があるため、比較的石灰の影響は少ないように思われた。

アンモニアの場合、グリーンリング葉の発生が認められたものの生育阻害が伴うので、一般圃場ではこのケースは少ないように思われる。

最近九州地方で黄化葉あるいは白化症と呼ばれる生理障害が発生し²⁾、その対策が急がれているが、やはり苦土欠で、カリの蓄積が指摘されている。

堆肥の大量施用及び多肥は土壤中の塩類集積を招来しただけでなく、バランスを乱し、このよう

な苦土欠乏症を発生させたものと思われる。

さらに低温管理は一層この傾向を助長し、被害をはげしいものとしているように思れる。

摘 要

葉の周辺及び葉脈に沿った部分が帯状に緑色が残り、葉脈間が黄化あるいは白化する生理障害“グリーンリング葉”の発生について現地調査並びに実験によって再現試験をした。

1. 現地の健全葉と発生葉とを分析比較した結果は苦土が著しく発生葉に少なく、リン酸も少なかった。反対にカリは多い傾向が見られた。
2. 現地の土壌分析結果は発生土壌にはカリ、リン酸が著しく多く含まれていることが見られた。
3. 培養液組成をかえて砂耕してみると、着果が始まると苦土の少ない区でグリーンリング葉の発生が始まり、カリ、リン酸、アンモニア態チッソの過剰によって程度がひどくなったが、石灰の過剰では見られなかった。
4. グリーンリング葉発生に及ぼす温度の影響を見ると、低温下ではグリーンリング葉の発生が見られたが、高温下では葉縁部まで黄化した黄化葉となった。
5. 以上の結果からグリーンリング葉は低温時カリ、リン酸過剰下で招来される苦土欠乏葉であるが、着果後の果実肥大によってその程度がひどくなるものと思われた。

引用文献

1. 高知県農業技術研究所 昭和40年度 施設園芸に関する調査並びに試験成績書(その1), p.28-34, 1966.
2. 興津令二・本多藤雄, ハウスキュウリの葉枯れ症と Mg との関係について。園芸学会九州支部大会講演要旨, p.582, 1977.

(昭和56年9月29日受理)

(昭和57年2月20日発行)

