

# ハウス果菜の生理障害発生防止に関する研究

## II. ナスの生理障害“鉄サビ様症状”発生に関する研究

加 藤 徹

(農学部そ菜園芸学研究室)

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

#### II. On the Occurrence of Rusty Brown Spots Disorder in Leaves of Egg Plants

Toru KATO

*Laboratory of Vegetable Crop Science, Faculty of Agriculture*

**Abstract:** Rusty brown spots disorder in leaves of egg plants which were found well in second crop after cucumber production under films in Kochi Prefecture was studied gathering leaves and soils damaged or not damaged and reexamined in sand culture. Moreover, leaves with rusty brown spots disorder were compared with that of  $\text{NO}_2$  gas because Kochi prefecture Institution of Agriculture and Forest Science has researched it from the standpoint of  $\text{NO}_2$  gas damage.

1. The macrosymptoms of rusty brown spots disorder is very similar to that of  $\text{NO}_2$  gas damage. However, the former shows brown necrosis on netted veins and brown spots in tissues around stomata which are still alive even in the case of sever damage and on the contrary, the latter shows brown spots in tissues around hair and dead stomata under microscope.

Consequently, it appears that the rusty brown spots disorder is characterized by brown necrosis on netted veins of leaves, but not brown spots in tissues between veins.

2. It is apparently shown from the results of leaf analyses that manganese content is higher in disordered leaves than that of healthy ones except for the other inorganic elements.

3. It is clearly shown from the results of soil analyses that unhealthy soil has low PH less than 5.0 and comparatively high  $\text{NO}_3\text{-N}$  compared with that of healthy one. There are no differences in N, P, K, Ca, and Mg between them.

4. Nutrient solution having more than 10 ppm manganese ion induced brown necrosis on netted veins of leaves and 25 ppm manganese ion reappeared rusty brown spots in tissues between veins. These symptoms were strengthened more and more with an increase in nitrogen concentration and/or with a decrease in potassium concentration followed by an appearance of leaf abscission under sand culture.

It may be concluded from the above-mentioned results that rusty brown spots disorder is one of acidic soil damage which is induced under low PH less than 5.0, due to excess absorption of manganese. However, under such soil condition  $\text{NO}_2$  gas disperses easily in vinylhouse in the case of heavy ammonium nitrogen remained or applied at the beginning of second crop production. Consequently it seems that rusty brown spots disorder is mistaken as  $\text{NO}_2$  gas damage.

#### 緒 言

高知県においては、ここ数年抑制キュウリの跡作ナスに植付け後まもなく、鉄サビ様の症状が葉に発生し、ひどくなると落葉する生理障害が発生し、減収となって悩んでいる。たまには裏作としてはじめてハウスナスを栽培した場合などにもみられるようである。

高知県農業技術研究所ではその症状から“鉄サビ様症状”と呼び、亜硝酸ガスの面から検討しているが結論がえられていない<sup>(2,3)</sup>。

## 症 状

発生の初期あるいは軽症の場合、網状脈にえそ状の黄化がみられるが、症状が進行し、ひどくなると暗褐色の鉄サビ様斑点が下位葉の網状脈周辺にみとめられると同時に網状脈の褐変も顕著となる。主脈に沿った部分には被害はみとめられない。さらに被害が拡大すると、葉裏の斑点はますます大きくなり、数も増加すると同時に葉の表面にもその斑点が現われるようになる。この頃になると、上位葉にも内部腋芽の小さい若葉にも黄化あるいは褐色斑点がみられるようになる。さらに進行すると落葉するにいたる (Fig. 1)。

被害株の大部分の根の一部が褐変し、根としての活力が弱っているようである。

ハウス内における被害株は症状の程度に差はあるが、ハウス全体にみられる。とくに前作肥料が残っている場合、あるいはそのような場所では著しい症状がみられる。

## 実 験 方 法

1. 微視的観察 亜硝酸ガスによる被害葉と鉄サビ様症状葉とを比較するために、顕微鏡観察を行なった。また気孔の状態を調査するためにスンプ法によって気孔をスライドにとり、調査した。

2. 葉分析ならびに土壌分析 現地の健全葉ならびに土壌と被害発生葉および土壌を採集し、分析を行なった。

葉は乾燥後乾物について行ない、土壌は収穫後電気電導度、pH (水浸出)、およびチッソを分析した後土壌を風乾し、分析に供した。

全チッソおよびアンモニア態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、石灰、苦土、鉄、マンガンは原子吸収法、硝酸態チッソはフェノール硫酸法によった。

3. 砂耕試験 硝酸アンモニウム、リン酸石灰、硫酸カリ、硫酸苦土、鉄キレートおよび微量要素を供試し、チッソ、カリ、およびマンガン濃度をいろいろ組合せて砂耕実験を行なった。

## 結 果

1. 微視的観察結果 亜硝酸ガス被害葉と鉄サビ被害葉との外観的症状はほとんど同一で (Fig. 2, 3) あるが、顕微鏡で見ると亜硝酸ガス被害葉は毛茸の基部周辺に褐変被害部位がみられるのに対し、鉄サビ被害葉では網状脈の褐変と、被害のひどい葉では前記の被害に、さらに毛茸基部周辺におよぶ範囲に被害がみられる (Fig. 4)。

またスンプによって気孔の状態を調査してみると、亜硝酸ガス被害葉では開口したままのものが多く、開口したまま枯死しているものと考えられ、ガスによって死細胞になっているものと思われる。一方鉄サビ被害葉では半開口または閉口しているものが多く、健全葉をスンプした場合の気孔の様相と同じで、気孔そのものは生細胞であるように観察された。

2. 葉分析結果 Table 1 にみられるとおり、チッソ、リン、カリ、石灰、苦土、鉄については健全葉と被害葉の間に著しい差はみとめられないが、マンガンについては被害葉に多く含まれている傾向がみられ、マンガンの影響が示された (Table 1)。

3. 土壌分析結果 Table 2 にみられるとおり、pH 5.0 以下で酸性である場合に鉄サビ葉がみられている。また硝酸態チッソが多い傾向がみられた。リン酸、カリ、石灰、苦土については明らかな差異はみられなかった (Table 2)。

4. 砂耕結果 チッソ濃度は 200 ppm と 400 ppm, カリ濃度は 0 と 120 ppm, マンガン濃度は

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

Location	Disorder	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn
Harunomura	Healthy	5.39	0.54	8.75	2.55	0.62	0.032	0.055
	Unhealthy	4.82	0.87	10.50	4.00	1.10	0.032	0.135
Tohchi	Healthy	4.72	0.58	14.00	2.85	0.46	0.072	0.020
	Unhealthy	5.36	0.74	8.60	3.52	0.68	0.058	0.105
Geisei	Healthy	6.20	0.64	6.75	2.20	0.35	0.042	0.064
	Unhealthy	5.52	0.31	8.40	2.25	0.29	0.085	0.175
Yamadacho	Healthy	5.12	0.48	8.15	2.75	0.58	0.032	0.085
	Unhealthy	4.25	0.70	7.25	4.50	0.48	0.048	0.300

Table 2. Mineral analyses of soils occurred or not occurred the physiological disorder

Location	Disorder	N mg/100g		0.2 N HCl soluble mg/100g				E. C. (mmho)	PH (H <sub>2</sub> O)
		NH <sub>4</sub> -N	NO <sub>3</sub> -N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO	MgO		
Harunomura	Healthy	6.64	18.8	601.0	165	582	118.6	0.52	6.2
	Unhealthy	5.31	23.3	309.8	145	562	154.3	1.20	4.9
Tohchi	Healthy	17.50	14.9	219.7	142	631	40.1	0.75	7.2
	Unhealthy	8.30	20.0	155.0	155	707	134.6	1.40	4.8
Geisei	Healthy	7.05	11.4	303.7	135	980	158.3	0.52	6.5
	Unhealthy	4.85	20.4	116.3	132	596	43.4	1.20	4.4
Yamadacho	Healthy	1.20	8.4	521.5	142	599	142.5	0.35	6.8
	Unhealthy	4.30	24.3	491.2	178	441	132.8	1.00	5.1

0, 0.5, 5, 10, 25 ppm とチッソ・カリ・マンガンを組合せて砂耕試験を行なった結果は Table 3 のとおりである。

マンガン濃度が高まるにつれて網状脈えそがみえはじめ、マンガン 10 ppm 区では確実にみとめられ、25 ppm 区では網状脈えそだけでなく、鉄サビ症状スポットが発生している。このような症状はチッソ濃度が高い方が低い濃度より障害が強く、チッソは被害を強めるようである。またカリ欠乏区ではマンガン過剰害を強め、マンガン 10 ppm および 25 ppm でチッソ 400 ppm の組合せ区とともに落葉を誘発していた (Table 3) (Fig. 5)。

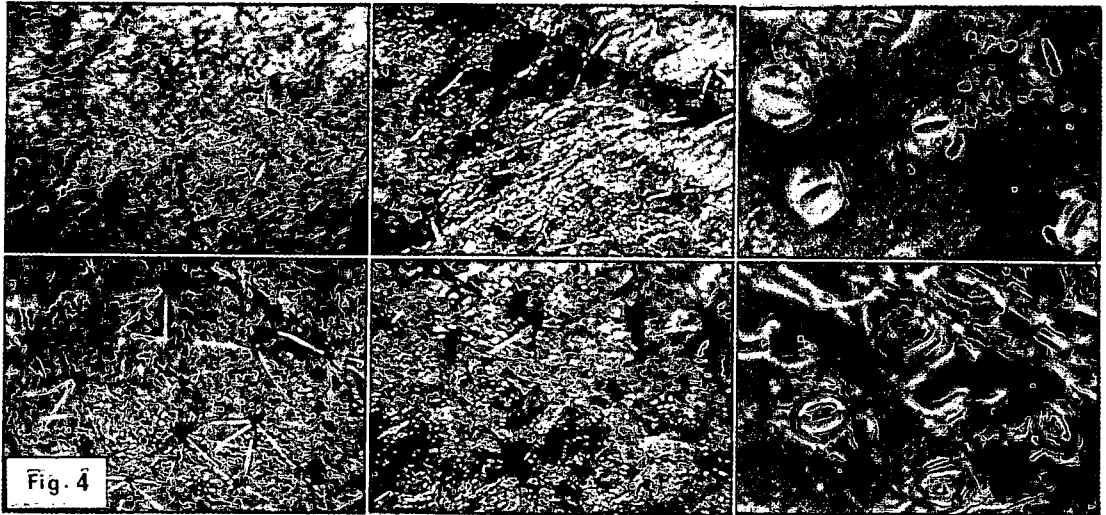


Fig. 5

Fig. 1. Occurrence of rusty brown spots disorder in egg plants.

Fig. 2-3. Macro-symptoms of leaves with rusty brown spots disorder and NO<sub>2</sub> gas damage. Fig. 2 shows leaves with rusty brown spots disorder and Fig. 3 shows leaves with NO<sub>2</sub> gas damage, left; acute damage, right; chronic damage.

Fig. 4. Differences in micro-symptoms of leaves with rusty brown spots disorder and NO<sub>2</sub> gas damage.

upper; rusty brown spots disorder, Lower; NO<sub>2</sub> gas damage left; light damage, middle; heavy damage, right; aspect of stomata (upper: alive, lower: dead)

Fig. 5. excess manganese symptom under sand culture.

Table 3. Composition of nutrient solution and plant behavior

Plot number	N	K (ppm)	Mn	Brown necrosis on netted veins	Brown spots	Leaf abscission
1	200	120	...	—	—	—
2	400	120	...	—	—	—
3	200	120	0.5	—	—	—
4	400	120	0.5	—	—	—
5	200	120	5.0	±	—	—
6	400	120	5.0	±	—	—
7	200	120	10.0	+	±	—
8	400	120	10.0	++	+	±
9	200	120	25.0	##	##	±
10	400	120	25.0	###	###	++
11	200	—	—	—	—	—
12	400	—	—	—	—	—
13	200	—	0.5	—	—	—
14	400	—	0.5	—	—	—
15	200	—	0.5	±	—	—
16	400	—	5.0	+	±	±
17	200	—	10.0	++	+	±
18	400	—	10.0	##	##	##
19	200	—	25.0	###	###	++
20	400	—	2.50	###	###	###

— Not recognized

± Hardly recognized

+

++ Slightly much recognized

## Much recognized

### Very much recognized

Chemicals used:  $\text{NH}_4\text{NO}_3$ ,  $\text{CaH}_2\text{PO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{K}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{MgSO}_4$ , minor elements.

## 考 察

鉄サビ様症状の発生は Table 2 にみられるとおり、pH 5.0 以下の酸性土壌で、硝酸態チッソの多い状態でみられている。

被害葉では健全葉にくらべてマンガン含量が多く、酸性土壌下ではマンガンが可溶性となってよく吸収され、過剰害を呈することは考えられるところである。

すでに高知県においてはキュウリにおいてマンガン過剰吸収による葉枯症が報告<sup>(1)</sup>されており、マンガンの多い土地帯である。

被害葉は (Fig. 2, 3) のとおり、外観では全く亜硝酸ガスによる被害とよく似ているが、顕微鏡下でみると、亜硝酸ガス被害葉が気孔およびその周辺にえそ斑がみられる対し、鉄サビ様症状は網状脈のえそが必ずみられる点がひじょうに違っているばかりでなく、気孔そのものは生細胞であるようにみえる (Fig. 4)。

このような網状脈えそは Table 3 にみられる砂耕試験の結果からえられたマンガン過剰害とも一致している。

従って鉄サビ様症状はマンガン過剰吸収に基ずく結果によって発生するものであろう。また落葉は多チッソあるいはカリ不足などによって促進されていると思われる。

その対策としてはマンガンの可溶性を阻害することが重要で、石灰あるいは苦土石灰の施用が大

切であるが、硝酸態チッソの多い、ECの高い土壤ではなかなか pH の矯正がむずかしいばかりでなく、このような条件下では亜硝酸ガスの発生もあり<sup>(4)</sup>、鉄サビ様症状に亜硝酸ガス被害も加って一層被害をひどくしていることがあると思われる。

現地ではこのようなことから鉄サビ様症状を亜硝酸ガス害としている例もあるのであろう。

その上に両者とも対策が pH の矯正にあるので一層この診断をむずかしくするものであろう。

硝酸態チッソの多い土壤の pH の矯正は多かん水によってチッソ濃度を低下せしめることが有効な方法と考えられる。

## 要 約

高知県にみられるナスの生理障害“鉄サビ様症状”について現地土壤ならびに葉を採集し、分析する一方砂耕によって再現試験を行なった。

また高知県技術研究所がこの生理障害を亜硝酸ガスによる被害として調査をすすめているので、亜硝酸ガス被害葉と鉄サビ様症状葉との被害の相違についても検討を加えた。

1. 亜硝酸ガス被害葉と鉄サビ様症状葉とは外観では似ているが、顕微鏡下で比較すると、前者では毛茸周辺部が褐変えそし、気孔も開口のまま死細胞になっているようにみられるのに対し、後者では網状脈が褐変えそするとともに被害の著しいものは気孔周辺部が褐変しはじめている。しかし気孔は生細胞と同様の状況を示した。

2. 葉分析の結果は健全葉にくらべ被害葉がマンガン含有量が多く、他の無機要素については差がみられなかった。

3. 土壤分析の結果は鉄サビ症状発生土壤はいずれも pH 5.0 以下の酸性土壤で硝酸態チッソが多い傾向がみられた。リン酸、カリ、石灰および苦土については健全土壤と被害発生土壤との間には差はみられなかった。

4. マンガン 10 ppm で培養すると網状脈の褐変えそがみられ、25 ppm では網状脈のみならず網状脈間に鉄サビ様スポットが現われた。

これら症状はチッソ濃度が高まるにつれ、カリ欠がひどくなるにつれて被害症状がひどくなり、落葉するものまで現われた。

5. 以上から鉄サビ様症状は pH 5.0 以下にみられる酸性害で、その主因はマンガンの過剰吸収によるものと考えられるが、このような条件下ではアンモニア態チッソによる亜硝酸ガスの発生も容易であるので、現地では“鉄サビ様症状”として亜硝酸ガス害による被害もまた混合被害も含まれているものと思われる。

## 文 献

1. 深津丘榮・山本公昭・山本磐, キュウリの褐色葉枯病(マンガン過剰症)に関する研究. 高知農試研報, 4, 1-27, (1954)
2. 高知農林技術研究所, ナスの生育障害に関する調査. 昭和39年度低位生産地調査事業成績書, 1965.
3. \_\_\_\_\_, ビニールハウスにおけるナスの生理障害に関する調査. 昭和41年度低位生産地調査成績書, 1967.
4. 山本公昭, ハウス栽培での亜硝酸塩による生育障害の実態とその塩の土壤中での集積機構について. 高知農技研報, 2, 1-12, (1965)

(昭和47年 9月30日受理)