

# 人蔘의 葉緣型 黃症에 關한 研究

## 第 1報 Mn의 過剩吸收가 葉緣型 黃症發生에 미치는 영향

李泰洙 · 金明秀 · 洪淳根

韓國人蔘煙草研究所

(1989년 4월 26일 접수)

### Studies on the Marginal leaf chlorosis of Ginseng Plant (1) The Effect of Excess Manganese uptake on the occurrence of marginal leaf chlorosis

Tae Su Lee, Myung Soo Kim and Soon Keun Hong

Jeungpyung Exp. Station, Korea Ginseng & Tobacco Research Institute, Jeungpyung 367-900, Korea

(Received April 26, 1989)

**Abstract** □ This study was conducted to determine the cause of the occurrence of marginal leaf chlorosis in ginseng plants (*Panax ginseng* C.A. Meyer), and to determine its emersion in fields (practically) and in pots (experimentally). The following results were obtained.

In the present investigation, ginseng plants raised in acidic soil containing a high amount of Mn showed marginal leaf chlorosis. Hence it was suggested that the shoot growth and root weights became gradually lower. The leaves having marginal leaf chlorosis contained low amounts of N, P, Ca, Mg, and Na and the Fe/Mn ratios were low. There was a corresponding increase in Mn uptake. It was found that in soils where marginal leaf chlorosis occurred the pH was below 4.2 to 4.9 and the Ca, Mg and Na content was decreased thus effectively increasing the available manganese in the soil. The Mn/Fe ratios in the yellow leaf margins of ginseng plants affected by the Mn toxicity was over 2.0 compared to the general Mn/Fe ratio of 0.50 for healthy leaves, stems and roots. Typically when ginseng plants grow in fields having soil with a pH below about 5.0, there tends to be an uptake of excess Mn. When ginseng plants are grown in a nutrient sand culture solution with an increased Mn concentration, they accumulate large amounts of Mn in the roots and in the shoots. In both cases marginal leaf chlorosis appeared in the emersions.

In the present investigation, ginseng plants raised in acidic soil and containing a high amount of Mn showed marginal leaf chlorosis.

**Keywords** □ *Panax ginseng* C.A. Meyer, marginal leaf chlorosis of ginseng, manganese uptake

## 서 론

人蔘栽培 中에 出現되는 黃症은 그 症象에 따라 黃化型, 黃斑點型, 褐斑型, 葉緣黃化型 등으로 分類하고 類型別 要因에 대해서는 土壤鹽類濃도가 높은 경우, 加里過多, 石灰過多 등으로 調査報告<sup>1-3)</sup>된 바 있다. 이 중에서도 葉緣型 黃症은 野山 구릉지의 赤黃色土나 開墾地에서 많이 나타나며 그 症象이 2

年根에서는 거의 나타나지 않고 地土部の 비대생장이 현저히 촉진되는 3年根부터 出現되는데 3年根初 出芽展葉이 늦어지거나 잎의 展開가 不完全하며 葉端을 따라 黃色을 띄거나 심한 경우엔 잎이 오글오글(crinckl leaf)하면서 黃色斑點化내지는 黃白化된다. 그러나 症象이 弱한 경우는 外溫이 차츰 상승하고 雨期가 되면 展葉이 活發해지면서 回復되기도 하나 이는 다시 이듬해에 가서 재발되는 경우가 많

아 결국 收量을 감소시키는 원인이 되고 있는데 이에 대한 原因연구에 대해서 報告된 바가 없다. 따라서 本 試驗은 엽연형 黃症의 原因조사와 포장 및 pot 栽培로 再現시험을 하여 얻어진 몇 가지 결과를 報告하는 바이다.

**재료 및 방법**

**1. 황증발생 원인조사**

83년 黃症이 발생된 청원 북일의 3년근 圃地에서 黃症의 發生 程度別로 輕, 中, 甚을 區分하여 地上部 및 地下部の 生育狀況을 調査하였으며, 또한 同一圃地內 健全地 및 黃症發生地 人蔘과 한국인삼연 초연구소 증평시험장 慣行人蔘을 各 部位別로 採取하여 70°C 熱風乾燥 後 分碎하여 無機成分 分析用 試料로 供試하였고, 84년 충남 서산조합관내와 충북 조합관내에서 황증이 발생된 4-5년근 圃地의 作土層 土壤을 採取하여 풍건한 후 2mm 체로 친다음 理化學性 分析用 試料로 供試하였다.

**2. 酸度調節에 의한 黃症發生 再現**

85년도 한국인삼연초연구소 음성시험장 砂壤土의 pH가 5.6인 토양에 황산을 10a當 各各 0, 35, 70, 165l를 施用하여 pH를 各各 5.6, 5.0, 4.5, 4.3으로 調節한 供試土壤에 4월 2日 苗蔘을 移植하여 연구소

의 慣行日覆下에서 栽培한 2년근의 生育狀況과 86年 3年根에 黃症發生率 및 地上, 地下部 生育現況을 調査하였으며 4年根時 人蔘을 各 部位別로 區分 採取하여 化學成分 分析用 試料로 供試하였다.

**3. 砂耕栽培에 의한 Mn의 과잉흡수현상 發現**

85年度 한국인삼연초연구소 증평시험장에서 水洗한 2mm 以下の 모래를 1/200a pot에 넣고 4월 5日 2年根 苗蔘을 移植하여 砂耕栽培를 하였으며 砂耕液은 成分量으로 Hogland white solution<sup>4)</sup>의 1/2液에 MnSO<sub>4</sub> · 4H<sub>2</sub>O로서 Mn 농도를 各各 0, 0.5, 25, 50, 100, 200 ppm으로 調節하여 灌注하여 4個月間 砂耕栽培하면서 5月 30日 黃症發生率을 조사하고 8月 30日 植物體를 採取하여 分析用 試料로 供試하였다.

**결과 및 고찰**

**1. 葉緣型 黃症(오갈병)發生 原因調査**

產地圃場에서 發生되는 엽연형 황증은 대부분 발 전체가 發現되는 경우는 드물고 부분적으로 健全한 지점과 황증발생 지점이 뚜렷하게 區別되는 경우가 많다(사진 1). 엽연형 황증발생지 토양의 이화학성을 조사한 결과는 Table 1과 같다. 黃症이 發生된 청원 및 서산지역 各各 3個所의 평균 토양 pH가 4.

**Table 1.** Physiochemical characteristics of soil on the occurrence of marginal leaf chlorosis

Division	Field NO	Plant ages	pH	AV-(P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ) (ppm)	Ex-Cation(me/100g)				AV-Fe (ppm)	AV-Mn (ppm)	Fe/Mn	Mn/Fe
					K	Ca	Mg	Na				
M.L.C. field	Chungwoen 1(a)	5	4.6	137	0.95	1.05	0.62	0.08	34	69	0.49	2.02
	Chungwoen 2	4	4.6	219	0.22	1.91	0.86	0.06	3	35	0.08	11.66
	Chungwoen 3	4	4.9	131	0.52	1.30	0.80	0.07	4	32	0.12	8.00
	Seosan 1	4	4.2	277	0.40	1.76	0.44	0.10	39	71	0.54	1.82
	Seosan 2	4	4.5	298	0.66	1.81	1.12	0.07	16	71	0.22	4.43
	Seosan 3(b)	4	4.4	266	0.58	3.50	0.49	0.12	31	61	0.50	1.96
	Average		4.5	221	0.56	1.89	0.72	0.08	21	56	0.32	4.98
Healthy field	Chungwoen (a)	5	5.0	238	1.38	4.10	1.15	0.09	26	36	0.72	1.38
	Seosan (b)	4	5.6	120	0.56	5.30	0.79	0.11	20	22	0.90	1.10
	Average		5.3	179	0.97	4.70	0.97	0.10	18	29	0.81	1.24
Common field			5.5	100	0.40	4.00	1.50	0.10	25	30	0.83	1.20

\*(a) (b): Same field

M.L.C.: Marginal leaf chlorosis

Common field: Jeungpyung experiment station field

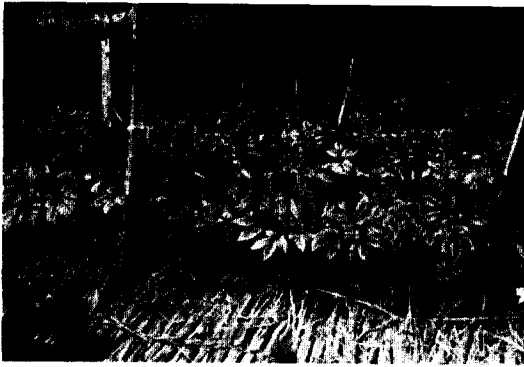


Photo 1. Marginal leaf chlorosis of Ginseng plant.

5인데 비해 健全地 平均 pH는 5.0, 한국인삼연초 연구소 증평시험장 관행 토양의 pH는 5.5로서 黃症發生地 土壤 pH가 현저히 낮았다. 또한 청원 a포지 內에서도 건전지 토양 pH가 5.0인데 비해 황증발생지 pH는 4.6, 서산 b포지 內에서도 건전지 토양 pH가 5.6인데 비해 황증발생지는 4.4로서 낮았으며, 健全地에 비해 黃症發生地가 石灰, 苦土, 소다 등의 可給性도 낮았다.

酸性土壤에서는 Mn의 可溶性이 크다.<sup>5-7)</sup> 따라서 有效 망간에 있어서는 健全地 평균이 29 ppm인데 비해 黃症發生地 평균은 56 ppm으로서 2배 程度 높았으며, Mn/Fe比에 있어서는 健全地가 1.24인데 비해 黃症發生地가 4.98로 현저히 높아 鐵成分의 可給性 低下 可能性도 示唆해주고 있다. 葉緣型 黃症發生地 土壤의 理化學性에서 본 바와 같이 土壤中 石灰 및 苦土의 可給性이 낮아지면서 pH가 4.5로 매우 강한 酸性을 나타낸 것은 橋本가 報告<sup>7)</sup>한 바와 같이 酸性障害를 誘發할 可能性이 높은 토양 條件임을 나타내 주고 있고 또한 强酸性下에서 溶出

性이 높은 微量元素들 中에 特히 有效 망간 含量이 黃症이 發生된 포장에서 현저히 높았던 것은 人蔘에 있어서도 他作物과 같이 强酸性 土壤에서 Mn의 過剩吸收에 의한 毒性의 害가 있을 것<sup>7-9)</sup>으로 생각된다.

葉緣型 黃症(오갈병) 發生地 3年根 人蔘의 地上, 地下部 生長을 조사한 結果는 Table 2와 같다. 韓國人蔘煙草研究所 曾平試驗場 慣行에 비해 黃症發生 程度가 輕, 中, 甚으로 갈수록 地上部인 莖長 莖直徑, 葉長, 葉幅 共히 生長 低下를 가져왔으며, 地下部인 根重에 있어서는 慣行에 비해 黃症 發生 程度가 심할수록 현저히 낮아졌는데 이는 數量의 減少를 나타내주고 있다.

葉緣型 黃症 人蔘의 各 部位別 無機成分 含量을 조사한 結果는 Table 3과 같다. 黃症發生地 人蔘은 健全地 人蔘에 비해 葉, 莖, 胴體, 支根 中의 N, P, Ca, Mg, Na 등의 成分 含量이 낮았으나, Mn에 있어서는 황증 발생지 人蔘이 曾平試驗場 慣行 및 健全地에 비해 葉中은 6.9-12.9배, 莖은 5.1-12.5배, 胴體는 13.0-20.8배, 支根은 8.9-10.9배로 植物體 全體가 Mn이 過剩吸收되었다.

또한 Mn/Fe比에 있어서는 葉, 莖, 胴體 共히 慣行 및 健全地가 0.20-0.42인데 비해 黃症發生地는 2.08-2.43으로 10배 以上 높게 나타났다. 따라서 强酸性 土壤에서 자란 人蔘의 葉, 莖, 胴體 등의 Mn/Fe比가 2.0 程度 以上 높아지면 黃症이 發生된다고 보아야 할 것이다. 또한 支根中의 Mn/Fe比에 있어서는 慣行 및 健全地가 0.06-0.07인데 비해 黃症發生地는 0.57로서 8배 程度 높아졌다. 이는 酸性土壤에서 망간의 溶出이 많으면 人蔘支根으

Table 2. Shoot and root growth status of 3-year ginseng plant on the occurrence of marginal leaf chlorosis on the fields

Field	Stem length (cm)	Stem width (mm)	Leaf length (cm)	Leaf width (cm)	root weights (g/plant)
Common	26.0(100)	4.6(100)	15.0(100)	5.8(100)	22.3(100)
Light	25.7( 98)	4.3( 93)	13.6( 90)	5.3( 91)	19.9( 89)
Medium	15.3( 58)	3.2( 69)	8.9( 59)	3.6( 62)	11.8( 52)
Heavy	7.9( 30)	2.1( 45)	4.2( 28)	1.9( 32)	6.6( 29)

Common: 0- % (appearance rate of marginal leaf chlorosis)

Light : 0- 20% (appearance rate of marginal leaf chlorosis)

Medium : 20- 50% (appearance rate of marginal leaf chlorosis)

Heavy : 50-100% (appearance rate of marginal leaf chlorosis)

Common: Jeungpyung experiment station field

**Table 3.** Content of various nutrients at different parts of 3-year ginseng plant on the occurrence of marginal leaf Chlorosis.

Division	N - P			K	Ca	Mg	Na	Fe	Mn	Zn	Fe/Mn	Mn/Fe
	%											
C. Leaf	4.23	0.41	2.40	0.27	0.27	0.03	332	81	37	4.09	0.24	
H. Leaf	5.06	0.66	2.28	0.48	0.20	0.16	410	152	45	2.69	0.37	
Ch. Leaf	4.85	0.54	3.14	0.30	0.20	0.05	490	1,050	51	0.46	2.14	
C. Stem	2.46	0.34	3.42	0.28	0.23	0.05	92	31	35	2.96	0.33	
H. Stem	3.11	0.53	3.72	0.40	0.17	0.15	180	76	35	2.36	0.42	
Ch. Stem	2.52	0.35	4.50	0.25	0.11	0.09	160	390	51	0.41	2.43	
C. Mainroot	1.98	0.25	0.99	0.35	0.19	0.06	125	40	26	3.12	0.32	
H. Mainroot	2.68	0.54	0.92	0.44	0.21	0.16	318	64	22	4.96	0.20	
Ch. Mainroot	1.99	0.19	1.20	0.30	0.16	0.14	400	834	66	0.47	2.08	
C. Lateralroot	2.43	0.29	2.54	0.19	0.36	0.05	1315	100	112	13.15	0.07	
H. Lateralroot	1.68	0.55	2.32	0.32	0.21	0.23	1893	122	74	15.51	0.06	
Ch. Lateralroot	2.91	0.31	2.28	0.30	0.18	0.14	1890	1,092	145	1.73	0.57	

\* C: common plants: Jeungpung Experiment station field

H: Healthy Plants

Ch: marginal leaf chlorosis plants

H.Ch: (Healthy and chlorosis plant in the same field).

로부터의 吸收蓄積이 많아짐과 동시에 흡수된 망간이 지상부로의 移行이 많아진 것으로 보인다.

一般作物에 있어서 망간이 過剩吸收되면 IAA oxidase의 活性이 높아져서 生長調節物質인 auxin의 不足을 초래하게 되며 이에 따라 生長이 강하게 抑制되고 葉中 망간은 沈積된다.<sup>13,14)</sup> 이와 같이 망간의 과잉흡수에서 오는 障害는 作物에 따라 다른데 고추 등에서는 葉緣型 黃化, 목화는 오글오글 해지며, 大豆에 있어서는 黃褐色 斑點 등의 형태로 發現한다고 報告된 바<sup>7)</sup> 있다.

Mn의 吸收가 健全葉에 비해 黃症葉이 6.9倍 程度 많았던 것은 Table 1에서와 같이 토양 pH가 낮는데 기인된<sup>7,10,18)</sup> 것이며, Mn의 toxicity를 완화시킬 수 있는 P, Ca, Mg 및 Fe 성분 등의 吸收低下가 Mn의 吸收作用을 더욱 阻害시키는데<sup>8,16)</sup> 따른 害作用으로 結局 人蔘에 있어서 發生되는 葉緣型 黃症은 pH가 낮은 土壤에서 Mn의 과잉흡수에 의해 誘發된 것으로<sup>11)</sup> 생각된다.

人蔘의 部位別 共히 Ca, Mg의 成分 含量이 낮아진데 비해 K 성분은 높아졌는데 이는 Ca와 Mg成分이 K에 대해 拮抗的인 成分인 관계로 K 含量이 높아진 것으로 생각<sup>12)</sup>된다. 또한 葉, 莖, 胴體, 支

根中 共히 亞鉛의 含量이 비정상적으로 높았던 것은 葉中 Mn의 과잉흡수에 의한 오옥신의 不足으로 오옥신과 關聯이 깊은 Zn의 轉移가 不良한데 기인된 것으로<sup>13,14)</sup> 생각된다.

## 2. 酸度調節에 의한 黃症發生 再現

엽연형 황증을 再現해보기 위해 土壤 pH를 조절 한 供試土壤의 理化學性은 Table 4와 같았다. 土壤 pH를 5.6, 5.0, 4.5, 4.3으로 낮춤에 따라 有效磷酸과 置換性 칼슘의 有効도가 낮아졌다.

황산 施用으로 인하여 磷酸과 칼슘이 減少된 것은 土壤 pH가 낮아짐에 따라 磷이 칼슘과 結合하여 不溶化되었기 때문에 이들 이온의 含量이 減少된 것으로<sup>15)</sup> 생각된다. 또한 Ca, Mg 등은 pH 低下로 낮아지고 K의 含量은 다소 增加하였는데 이는 Table 1의 產地 黃症發生地 토양 理化學性과 一致되는 조건이었고 또한 pH가 낮아짐에 따라 Fe 및 Mn의 有效도가 增加하였는데 이는 pH가 낮아지면 微量元素의 溶解度의 증가에 의해 溶出量이 증가한다는 결과<sup>7)</sup>와 일치한다.

이와 같은 條件의 土壤에 人蔘을 植付하여 2年根 地上部の 生育狀況을 조사한 結果는 Table 5와 같았다. 土壤의 pH가 낮아짐에 따라 生育初期 出芽

**Table 4. Physio-chemical characteristics of soil according to application of sulfuric acid.**

treatment (L/10a)	pH	Av-P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (ppm)	K Ca Mg Na				Fe Mn		Fe/Mn	Mn/Fe
			(me/100g)				(ppm)			
0	5.62	401	0.55	2.65	0.48	0.07	35.4	15.8	2.24	0.44
35	5.03	410	0.55	2.26	0.58	0.06	40.2	27.4	1.46	0.68
70	4.53	362	0.53	2.78	0.73	0.07	50.8	46.5	1.09	0.91
165	4.33	364	0.60	1.43	0.89	0.08	50.0	54.8	0.91	1.10

**Table 5. Shoot growth of 2-year ginseng according to application of sulfuric acid.**

Materials	treatment (L/10a)	rate of emergence (%)	Stem length (cm)	Leaf length (cm)	Leaf width (cm)	rate of leaf chlorosis (%)
	35	97.4	3.4	6.2	3.3	0
	70	93.8	2.6	5.5	3.0	0
	165	87.2	2.1	4.2	2.4	0

**Table 6. Root growth and early defoliation of 2-year ginseng according to application of sulfuric acid.**

treatment (L/10a)	Soil pH	root weights (g/plant)	early defoliation (%)
0	5.6	4.6	0
35	5.0	4.2	0
70	4.5	2.2	29
165	4.3	1.5	27

率 이 낮아지고, 葉長, 莖長, 葉幅 등의 生長이 대조구에 비해 不良해졌으나 葉에서의 黃症發生 症象은 보이지 않았다.

마찬가지로 Table 6에서 보는 바와 같이 地下部 根重에 있어서도 土壤 pH의 低下에 따라 顯著히 減少하였다. 이는 地上部의 生長이 緩慢하지 못하므로서 葉에서의 物質代謝作用이 원활하지 못하여 養分의 移動蓄積이 안되었음을 나타낸다. 또한 pH 4.5 以下인 區에서는 早期落葉이 현저했는데 이것은 葉에서의 黃症이 表現型으로 나타나지 않았을 뿐 이미 植物體 內에서는 代謝攪亂이 進行되고 있을 것으로 본다.

3年根時 地上 및 地下部의 生育狀況을 조사한 결과는 Table 7과 같다. 土養 pH가 4.5로 낮아지면 葉長, 葉幅의 生長이 현저히 不良해졌고 黃症 發生率은 對照區 pH 5.6 區가 5.6%인데 비해 pH 4.5 區

는 22.6%로 높았다. 또한 pH가 낮아짐에 따라 地下部인 胴直徑, 胴長의 生育이 현저히 抑制되어 根重이 pH 5.6 區인 대조구가 株當 32.3g인데 pH 4.5 區는 11.7g으로서 63% 程度의 根重減少를 가져왔다.

4年根時 葉中の 無機成分 含量은 Table 8에서 보는 바와 같다. 土壤 pH가 各各 5.6, 5.0, 4.5, 4.3으로 낮아짐에 따라 葉中 Mn의 含量은 各各 46, 269, 596, 809 ppm으로 높아졌으며, Mn/Fe比는 대조구 pH 5.6 區가 0.5인데 비해 pH 4.5 區는 3.27로서 Mn이 과잉흡수되었다. 葉中 N, P, Ca, Mg 등의 함량은 토양 酸度가 낮아짐에 따라 낮아졌는데 이는 產地 黃症發生地 調査와 같이 強酸性 土壤에서 Mn이 과잉흡수되면서 이들 成分의 含量이 低下하는 傾向과 一致하였다. 그러나 K의 成分함량이 토양 pH가 낮아짐에 따라 葉中 Ca, Mg 成分과 함께 相助的으로 낮아진 것은 供試土壤 理化學性에서 보는 바와 같이 pH의 低下에 의한 土壤中 K 成分이 대조구에 비해 적지 않음에도 불구하고 葉中 K 成分의 吸收가 낮아졌는데 이와 같은 결과는 產地 黃症發生地의 人蔘葉中 K의 吸收樣相과는 相反된 傾向이었는데 이에 대해선 좀 더 研究檢討해 볼 必要가 있다고 생각된다.

胴體中 Mn의 含量도 土壤 pH가 낮아짐에 따라 높아졌으며, N, P, K, Ca, Mg 成分은 낮아지고,

**Table 7.** Shoot and root growth status of 3-year ginseng plant according to application of sulfuric acid

Treatment (L / 10 a)	Shoot			root		
	Leaf chlorosis (%)	Leaf length (cm)	Leaf width (cm)	tap root diameter (mm)	tap root length (cm)	root weight (g/plant)
0	5.6	12.2	6.4	16.1	8.0	32.3
35	9.8	12.1	4.8	15.8	7.1	31.6
70	22.6	9.4	4.0	10.1	5.4	11.7
165	30.8	7.3	3.3	5.6	5.1	4.0

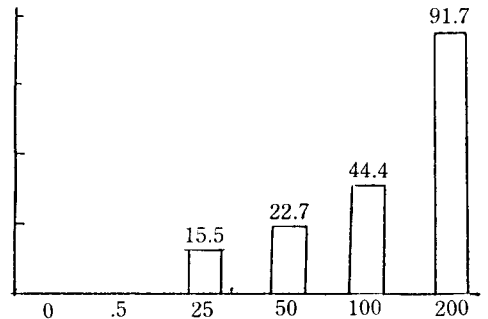
**Table 8.** Component of various nutrients of 4-year ginseng leaf and root according to application of sulfuric acid

Division	Treatment (L/10a)	N	P	K	Ca	Mg	Na	Fe	Mn	Zn	Fe/Mn	Mn/Fe
		%						ppm				
Leaf	0	2.05	0.21	2.58	2.95	0.38	—	91	46	28	1.97	0.50
	35	1.94	0.11	2.35	2.83	0.35	—	104	269	38	0.38	2.58
	70	1.57	0.11	2.35	2.18	0.30	—	182	596	48	0.30	3.27
	165	1.54	0.11	2.17	2.15	0.27	—	273	809	52	0.33	2.96
Main root	0	1.84	0.42	1.91	0.21	0.12	—	152	47	24	3.23	0.30
	35	1.86	0.34	1.70	0.28	0.11	—	130	257	28	0.50	1.97
	70	1.74	0.34	1.76	0.16	0.11	—	141	319	28	0.44	2.26
	165	1.78	0.33	1.79	0.26	0.10	—	152	325	46	0.46	2.13

Fe와 Zn의 함량은 높아지는 傾向으로 土壤 pH가 낮아짐에 따른 이들 成分의 吸收 樣相은 葉과 같은 傾向이었다. 또한 葉과 胴體間에는 胴體보다는 葉中의 全無機成分의 含量이 높았다. 이와 같이 酸度를 조절한 土壤에 人蔘을 栽培한 圃場試驗에서도 黃症發生이 再現되었는데 이는 Table 3의 產地調查와 같이 强酸性 土壤에서 Mn의 과잉흡수에 의한 黃症發生과 一致되는 症象으로 나타났다. 따라서 强酸性 토양에서 재배되는 人蔘이 Mn을 과잉흡수하면 植物의 生長을 抑制시키고 展葉을 不完全하게 하여 marginal chlorosis나 leaf puckering 또는 crinkle leaf 등의 症象을 나타내는 것으로<sup>16,17,19)</sup> 생각된다.

Tsuyoshi의 報告<sup>18)</sup>에 의하면 水稻를 비롯한 몇몇 作物에서는 高濃度の Mn成分의 함유는 根에서도 障害를 받아 대부분 dark brown color를 나타낸다고 하였는데 人蔘에 있어서는 Mn의 高濃度の 吸收에도 불구하고 根色의 變化나 斑點 등의 뚜렷한 症象은 觀察되지 않고 단지 根의 生育不良만 나타났다.

**3. 砂耕栽培에 의한 망간 過剩吸收 現狀發現**



**Fig. 1.** Appearance rate of marginal leaf chlorosis according to manganese concentration of sand culture solution (2-year ginseng).

망간 成分의 과잉흡수에 의한 黃症 發現을 確認하고 망간의 과잉흡수가 다른 無機成分의 吸收에 미치는 影響을 調査하기 위하여 砂耕栽培試驗을 한 결과는 Fig.1과 같았다. 砂耕液의 Mn 농도를 各各 25, 50, 100, 200 ppm으로 높임에 따라 黃症發生率은 各各 15.5, 22.7, 44.4, 91.7%로 높아졌으며 砂耕液의 Mn濃도가 200 ppm인 區에서는 잎 全體가 黃化되면서 leaf puckering한 症象을 나타냈다.

人蔘의 部位別 無機成分 含量은 Table 9에서와

**Table IX.** Contents of various nutrients of 2-year ginseng according to manganese concentration of sand culture solution.

Division	Treatment (Mn ppm)	N	P	K	Ca %	Mg	Na	Fe	Mn ppm	Zn	Fe/Mn	Mn
Leaf	0	2.93	0.15	2.49	0.77	0.20	492	334	41	91	8.14	0.12
	0.5	2.86	0.16	2.51	0.74	0.21	573	253	57	72	4.43	0.22
	25	2.78	0.15	2.28	0.70	0.19	540	300	578	149	0.51	1.92
	50	2.63	0.13	2.05	0.61	0.18	518	291	1421	159	0.20	4.88
	100	2.27	0.13	1.81	0.45	0.18	520	285	2318	131	0.12	8.13
	200	1.74	0.12	1.31	0.16	0.12	392	250	2980	77	0.08	11.92
Stem	0	1.60	0.24	3.67	1.19	0.16	1935	139	12	170	11.58	0.08
	0.5	1.52	0.25	3.57	1.16	0.17	1965	104	19	163	5.47	0.18
	25	1.75	0.25	3.74	1.05	0.16	1915	104	400	254	0.26	3.84
	50	1.43	0.21	3.62	0.91	0.15	1965	87	1020	303	0.08	11.72
	100	1.52	0.23	3.44	0.77	0.14	1880	70	1840	319	0.03	26.28
	200	1.40	0.17	3.50	0.84	0.15	1935	78	3355	234	0.02	43.01
Main root	0	1.98	0.29	1.50	0.22	0.15	935	254	24	86	10.58	0.09
	0.5	1.94	0.30	1.38	0.23	0.14	983	241	27	64	8.92	0.11
	25	1.91	0.27	1.58	0.23	0.13	928	264	237	128	1.11	0.89
	50	1.85	0.24	1.41	0.21	0.12	982	190	458	99	0.41	2.41
	100	1.91	0.26	1.42	0.26	0.11	955	237	950	180	0.24	4.00
	200	1.89	0.31	1.60	0.30	0.12	1002	227	1650	123	0.13	7.26
Lateral	0	1.14	0.18	3.33	0.47	0.40	1911	920	107	1889	8.59	0.11
	0.5	1.10	0.13	2.90	0.45	0.41	2034	930	98	1197	9.48	0.11
	25	1.10	0.37	3.22	1.78	0.34	1736	434	1230	2894	0.35	2.83
	50	1.08	0.34	3.04	0.93	0.30	2039	184	1880	2934	0.06	15.65
	100	1.08	0.38	2.78	0.92	0.25	2500	254	2430	2054	0.10	9.56
	200	1.25	0.38	2.11	1.37	0.26	2531	187	3270	1956	0.05	17.48

같다. 人蔘 葉中 Mn 함량은 砂耕液의 Mn 농도가 增加함에 따라 높아져서 無處理區의 葉中 Mn 함량이 40 ppm 인데 비해 砂耕液의 Mn 농도 200 ppm 처리區에서는 2980 ppm 으로 현저히 높았다. 또한 망간의 농도를 높여 施用함에 따른 줄기와 뿌리 中의 Mn 함량도 현저히 많아지는 결과를 나타냈다. 그러나 葉中의 Mn 함량이 높아짐에 따른 葉中 N, P, Ca, Mg, Fe 등의 함량은 낮아지는 경향이었으며 Zn는 Mn의 高濃度 處理區에서 낮아졌다. 또한 줄기 中의 N, P, Ca, Mg, Fe 등의 함량은 砂耕液의 망간 농도를 높여 施用함에 따라 낮아졌으며, Zn는 고농도의 망간 시용구에서 낮아졌다.

胴體에 있어서는 砂耕液의 망간 농도가 높아짐에

따라 Mn의 吸收는 높아졌으나 다른 成分에 있어서는 뚜렷한 差異를 보이지 않았다. 支根에 있어서는 砂耕液의 망간 농도가 높아짐에 따라 Fe 함량이 가장 현저하게 낮아지고 P는 다소 높아지는 경향이였다.

砂耕液의 Mn 농도에 따른 人蔘 中의 多量 및 微量元素 吸收 狀況을 綜合해 보면 各 元素別 共히 支根中에 많았으며 Mn의 함량에 있어서는 支根, 葉, 徑, 胴體 順으로 낮아졌는데, 이는 과잉의 Mn이 支根에서 吸收되고 胴體 및 줄기를 통해 葉에 蓄積되는 것을 나타냈고, Zn 함량은 대체적으로 人蔘의 各 部位別 共히 砂耕液의 망간 농도가 높은 200 ppm 區에서 낮아졌다.

葉中 망간의 蓄積에 따른 다른 成分과의 關係는 Mn의 吸收가 높아짐에 따라 葉中 N, P, K, Ca 및 Mg는 물론 Fe 및 Zn의 흡수가 낮아지는 결과를 나타내고 양분의 不足현상을 보여주고 있어 인삼 生理活性에 나쁜 영향을 주었고, 高濃度의 망간 吸收는 結局 葉中에 cation-anion의 均衡을 어긋나게 하였다. 이와 같은 결과는 Milikan,<sup>22)</sup> Bortner,<sup>23)</sup> Peaslee<sup>24)</sup> 등이 報告한 바와 같이 Mn 함량이 높은 土壤에서 植物의 잎이 Mn 과잉흡수에 의한 Mn toxicity도 문제가 되겠지만 인산 및 철 不足에 의한 망간의 吸收 促進에 따라 發生되는 toxicity로도 생각할 수 있다.

또한 葉中 Ca, Mg 含量이 낮아졌는데도 K 함량이 低下한 것은 產地 黃症發生地 調査와는 相反된 경향이나 산도조절에 의한 포장시험과는 一致하는 傾向이었는데 이는 좀 더 연구 검토해 볼 필요가 있다고 생각되며, 本 砂耕液인 Hogland white solution 中엔 多量 및 微量元素가 대체적으로 不足하지 않은 條件에서 Mn 만을 低에서 高濃度로 조절하여 栽培한 관계로 實際 圃場狀態의 양분 흡수상황과 一致시켜 比較檢討하기는 어렵다고 생각된다. 따라서 各 元素別 單獨 제어 및 施與 등으로 양분 상호간의 흡수관계에 대해서 보다 구체적인 試驗이 要求된다. 그러나 망간의 농도를 높여 施與했을 때 망간의 과잉흡수에 의한 黃症은 產地에서 發生되는 黃症과 類似한 症象으로 再現되었다. 以上の 結果로 봐서 人蔘의 葉中에 Mn의 吸收가 600-1000 ppm 程度 以上으로 높아지면서 Fe/Mn 比가 0.5 以下로 낮아지고 同時에 Mn/Fe 比가 2.0 程度 以上으로 높아지면 葉緣형 黃증(오갈병)이 發生되는 것으로 나타났다.

## 요 약

人蔘栽培地에서 나타나는 黃症(오갈병)의 發生原因을 調査하고 黃症 發生을 再現하기 위하여 포장시험과 뿌트시험을 並行하여 실시한 결과는 다음과 같다.

1. 黃증이 發生된 人蔘은 地上部 生長은 물론 地下部 根의 生育이 不良하였다.
2. 葉緣형 黃증발생지 토양 pH는 4.2-4.9로 낮

았고, Ca, Mg, Na 등의 有效度는 낮고 망간의 可給性이 높은 것으로 조사되었다.

3. 葉緣형 黃症發生葉은 N, P, Ca, Mg, Na 含量 및 Fe/Mn 比가 낮았으며 Mn의 吸收는 현저히 많았다.

4. 人蔘의 葉, 莖, 胴體 共히 健全地의 Mn/Fe 比가 0.5 以下로 낮았는데 比해 黃症發生地는 2.0 程度 以上으로 높게 나타났다.

5. 土壤酸度 調節에 의한 pH 5.0 以下에서는 Mn이 과잉흡수되었으며 葉緣형 黃증 發生이 再現되었고, 砂耕栽培에 의한 Mn 농도의 施用量 增加는 Mn의 吸收가 높아져서 Mn 毒性에 의한 葉緣型 黃症이 誘發되었다.

## 인용문헌

1. 睦成均: 인삼연보, p.93(1982).
2. 睦成均: 인삼연보, p.159(1982).
3. 朴 薰: 인삼연보, p.119(1983).
4. Cleon, W.R.: Plant physiology laboratory manual, Wadsworth Press, California, p.66 (1974).
5. 康榮薰, 申榮五: 植物營養學, 敎文社, p.51(1980).
6. 趙成鎮, 朴天緒, 嚴大翼: 新高土壤學, 鄉文社, p.196(1979).
7. 橋本武: 酸性土壤にする作物生育, 養賢堂, p.95(1982).
8. Foy, C.D.: *Natl. Acad. Sci. Nat. Kes. Counc.* 51 (1973).
9. Foy, C.D. and Fleming, A.L.: ASA Meet, Houston, 191 (1978).
10. Foy, C.D., Chaney, R.L. and White, M.C.: The physiology of Metal toxicity in plants, *Ann. Rev. Plant Physiol.* 29, 523 (1978).
11. Adams, F. and Wear, J.I.: *Soil Sci. Soc. Am. Proc.* 21, 305 (1957).
12. Yamasaki, F.T.: Micro and Macro nutrients, Makuyusha press, Tokyo Japan, p.59 (1966).
13. Morgan, P.W., Joham, H.E. and Amin, J.V.: *Plant Physiol.* 41, 718 (1966).
14. Morgan, P.W., Taylor, D.M. and Joham, H.E.: *Plant Physiol.* 37, 149 (1976).
15. McEvoy, E.T.: *Can. J. of plant Sci.* 44, 28 (1964).
16. Stonier, T., Rodriguez-Thomas, F. and Yoneda, Y.:



- Plant Physiol.* **43**, 69 (1968).
17. Eggert, D.A. and Hayden, R.A.: *J. Am. Soc. Hortic. Sci.* **95**, 715 (1970).
  18. Tsuyoshi Horiguchi: *Soil Sci. Plant Nutri.* **33**(4), 595 (1987).
  19. Robson, A.D. and Lomeragan, J.F.: *Aust. J. Agr. Res.* **21**, 223 (1970).
  20. Leach, W. and Taper, C.D.: *Can. J. Bot.* **32**, 561 (1954).
  21. Agarwala, S.C.: *Can. J. Bot.* **55**, 1299 (1977).
  22. Millikan, C.R.: *R. Soc. Victoria Proc.* **61**, 25 (1949).
  23. Bortner, C.: *Soil Sci.* **39**, 15 (1935).
  24. Peaslee, D.E. and Frink, G.R.: *Soil Sci. Soc. Am. Proc.* **33**, 569 (1969).