

溫州蜜柑 夏·秋枝의 發生 및 生長에 미치는 c-MH의 效果*

文斗吉·韓海龍·許英珍

Effect of c-MH on the Sprouting and Growth of Summer and Autumn Shoots in Satsuma Mandarin

Moon Doo-khil, Han Hae-ryong, Heo Young-jin

Summary

The chemical control of summer and autumn shoots in Satsuma mandarin (*Citrus unshiu*) was examined using the foliar application of the choline salt of maleic hydrazide(c-MH). The results obtained are summarized as follows:

1. The effects of the concentrations and the dates of application were investigated in two-year old trees of 'Hashimoto Early'.
 - 1) While the occurrence of summer shoot was delayed by c-MH, many buds were stimulated to grow afterwards. The growth of individual shoots, especially leaves, was conspicuously retarded.
 - 2) The growth of summer shoot was affected by the applications of 250ppm or higher in July.
 - 3) The occurrence of autumn shoot was completely inhibited by an application of 1,000ppm or higher in late August.
2. Fruiting trees of 'Okitsu Early' were sprayed once or twice with 2,000ppm c-MH in late August after artificial removal of summer-shoots.
 - 1) Regrowth of new buds in the current season was totally restricted by c-MH.
 - 2) Juice Brix of the fruit in the current season seemed to be increased by c-MH, while acid content decreased.
 - 3) Double sprays of 2,000ppm resulted in the delayed sprouting and the rosette-type shoots with

* 이 논문은 1985년도 문교부 학술연구 조성비에 의하여 연구된 결과임.

underdeveloped wedge-shaped leaves in the following spring.

4) No differences in cell size were recognized under an optical microscope between the normal and the underdeveloped leaves.

5) Flowering was also delayed and the number of flowers was reduced by c-MH.

6) Abnormal fruits with protruded stem-end and thickened rough peel resulted from the double sprays of 2,000ppm in the end of the previous growing season, but not from the single spray.

3. It was demonstrated in fruiting trees of 'Miyagawa Early' and 'Yonesawa' Satsuma mandarin that the occurrence of summer flush could be inhibited by 2~3 sprays of 500ppm c-MH during the period from late July to mid August and that of autumn flush by a spray of 1,000ppm in late August. The effects of c-MH on the fruit development and juice quality varied with years and orchards.

緒 言

우리나라 柑橘의 大部分을 차지하고 있는 温州蜜柑은 年間 2~3회의 營養生長을 하는데, 그 중 春枝는 充實한 結果母枝의 確保 및 樹冠擴大에서 매우 重要한 가지이나 夏·秋枝는 幼木 및 凶作年에 한층 發生이 많아 成木에서는 結果母枝로서 價値가 적을 뿐만 아니라 長大한 直立枝의 發生이 많아 樹形을 紊亂하게 하는 主役이 되기도 한다.¹⁹⁾ 또한 夏·秋枝는 多量의 同化產物 集積¹⁵⁾으로 養分의 損失을 가져와 果實의 肥大를 阻害하고 品質을 低下시키는 한편 病虫害 防除를 爲한 藥劑撒布 費用도 追加시키는 등 樹冠擴大가 不可避한 幼木을 除外하고는 有益한 點 보다는 不利한 點이 많다.

翌年の 凶作이 豫想되는 나무에선 適節한 剪定으로 夏枝를 다음해의 結果母枝로 活用할 수도 있지만,¹⁰⁾ 結果樹의 夏·秋枝는 發芽와 同時에 除去해 버리는 것이 當年 果實의 肥大를 좋게 하고 品質을 向上시킬 뿐만 아니라 翌년에 發生되는 春枝數도 增加시키게 된다.¹⁸⁾ 温州蜜柑의 夏·秋枝 發生을 化學物質에 의하여 抑制할 수 있다면 果樹園 經營의 省力化가 可能한 뿐만 아니라 夏·秋枝 發生에 따른 不利益을 克服할 수도 있을 것이다.

Shoene와 Hoffman²⁸⁾이, 最初로 maleic hydrazide(MH)가 토마토의 生長을 抑制시키며 頂芽優勢現象을 없앤다고 報告한 이래 植物에 대한 MH의 生理作用에 대해 많은 研究가 이루어졌으며 또한 農業의으로도 널리 實用化되어 왔다.^{3,3)} 예컨대 양

파,¹⁶⁾ 마늘,^{3,4)} 감자²⁾ 등의 萌芽抑制, 담배^{1,31)}의 腋芽抑制, 잔디¹³⁾나 造景樹^{24,26,27)}의 生長抑制 및 除草劑⁵⁾ 등으로 活用되어 왔다. 柑橘類에 있어서도 MH가 營養生長抑制^{7,11,12)} 및 耐寒性의 增大^{11,30)} 效果가 있음이 이미 報告된 바 있다. MH는 diethanol amine鹽(MH-30)이나 potassium鹽(액아단)으로 國內에 市販되어 왔는데 이들 製品은 外國에서는 殘留毒性 問題로 論難의 對象이 되고 있으며 最近 殘留毒性이 없을 것으로 展望되는 choline鹽(c-MH)이 새로 開發되어 여러 作物에서 c-MH의 應用試驗이 이루어지고 있다.^{14,21)}

우리나라 立地條件에서 c-MH를 利用하여 温州蜜柑의 夏·秋枝 發生을 調節할 수 있는지의 可能性을 檢討하고자 藥劑의 處理時期 및 濃度에 對한 樹體 및 果實의 反應을 調査하는 한편 處理回數 增加에 의한 實用的 抑制를 試圖한 結果를 報告하려고 한다.

材料 및 方法

1. 供試藥劑 및 處理方法

Maleic hydrazide의 choline鹽(c-MH)으로는 日本 Japan Hydrazine Co. Inc.의 試製品 [ELNOH, choline salt of maleic hydrazide; 39% (as maleic hydrazide; 20%), Lot No. 3C06-02]을 供試했는데 그 構造式¹⁴⁾은 그림 1과 같다. 對照藥劑로는 國內 市販인 액아단[k-MH, 6-hydroxy-3(2H)-pyridazinon potassium salt (maleic 액제; 21.7%) 東洋化學工業(株)]을 供試하였다.

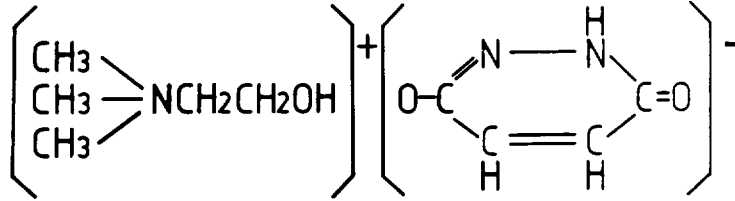


Figure 1. Structural formula of choline salt of maleic hydrazide(c-MH). The chemical name is choline salt of 1, 2-dihydro-3,6-pyridazinedione.

MH 成分量으로 換算하여 해당 濃度가 되도록 물에 稀釋하여 手動式 噴霧器로 일반 農藥撒布時와 같이 樹冠全體에 골고루 묻도록 撒布하되 잎 끝에서 흘러내리지 않을 정도로 撒布하였으며 옆 나무에 묻지 않도록 비닐로 遮斷하였다.

試驗區配置는 生育狀態가 類似한 나무들로 集區를 形成하여 亂塊法으로 하였으며 1區에 1樹를 供時하였다.

2. 試驗 I. c-MH 處理 時期가 夏·秋枝 發生에 미치는 影響

濟州市 我羅洞에 植栽된 2年生 溫州蜜柑 橋本早生(*C. unshiu* cv 'Hashimoto Early') 苗木을 供試하였다. c-MH 수용액 1,000ppm을 1985年 6月 15日 부터 9月 5日까지 10日 間隔으로 處理時期를 달리 하여 1回씩 處理하였는데, 氣象關係로 인해 處理하지 못한 8月 15日 處理를 除外한 8處理와 無處理區로 이루어진 9處理를 5反復으로 試驗하였다.

調査는 夏·秋枝 伸長이 停止된 同年 10月 8日에, 處理한 나무의 모든 夏·秋枝를 採取하여 實驗室로 옮겨 調査하였다.

3. 試驗 II. c-MH 處理 濃度가 夏·秋枝 發生에 미치는 影響

試驗圃場, 供試品種 등은 試驗 I과 같았다. 1985年 7月 15日 無處理區, c-MH 125, 250, 500, 1,000 및 2,000ppm과 k-MH 500ppm 등 7處理 5反復으로 試驗區 配置하여 夏枝發生 및 生長狀態를 檢討하였다. 秋枝發生에 미치는 MH의 效果는 7月 15日에 미리 MH 500ppm을 處理하였던 幼苗와 處理하지 않았던 幼苗를 供試하여 檢討하였다.

8月 25日에 無處理區, c-MH 250, 500, 1,000, 2,000 및 4,000ppm과 k-MH 1,000ppm 등 14處理를 各各 5反復으로 試驗하였다.

夏枝 및 秋枝의 發生 및 生長調査는 試驗 I과 같은 方法으로 하였다.

4. 試驗 III. c-MH 高濃度 處理가 翌年의 營養生長 및 生殖生長에 미치는 影響

濟州市 我羅洞 濟州大學校 獎學財團 柑橘園에 植栽된 興津早生('Okitsu Early')을 供試하여 1985年 8月 19日에 生育中인 夏枝를 除去한 다음 c-MH 2,000ppm 1回(8月 19日), c-MH 2,000ppm 2回(8月 19日 및 29日), k-MH 2,000ppm 2回(8月 19日 및 29日)와 無處理區 등 4處理를 4反復으로 試驗區配置하였다.

處理當年 11月 18日에 果實의 特性을 調査하였고 翌年 봄에 發生되는 春枝數, 着花數, 꽃의 特性, 幼果의 形態 등을 調査하였다.

5. 試驗 IV. c-MH 處理가 結實樹의 夏·秋枝 發生 및 果實發育에 미치는 影響

1985年과 '86年 2년에 걸쳐 結實樹를 對象으로 夏·秋枝 發生 및 果實發育에 미치는 MH의 效果를 調査하였는데 1985년에는 濟州市와 西歸浦市 두 地域에서 遂行하였다.

西歸浦市 吐坪洞 濟州大學校 附屬 柑橘園에 植栽된 15年生 米澤溫州('Yonesawa')를 供試하여 夏枝發芽 直前인 7月 16日에는 c-MH 및 k-MH 各 500ppm을, 秋枝發芽直前인 8月 27日에는 2,000

4 亞熱帶農業研究

ppm을 處理하는 等 5處理(結果參照)를 4反復으로 試驗하고 夏·秋枝 生長量은 10月 8일에, 果實의 特性은 11月 11일에 調査하였다.

濟州市 我羅洞 濟州大學校 獎學財團 柑橘園에 植栽된 10年生 興津早生을 供試하여 7月 16日 500ppm 1回, 8月 29日 2,000ppm 1回, 7月 16日 500ppm과 8月 29日 2,000ppm 2回 c-MH 處理 等

3處理와 無處理區를 더하여 4處理를 4反復으로 試驗하여 10月 15일에 夏·秋枝 發生量을 調査하였다.

1985年度 試驗結果 MH의 1回 處理는 夏枝發芽를 遲延시킨 뿐 發生抑制는 안된다고 判斷되었으므로 1986년에는 表1과 같이 夏枝 發生 期間에 2~3回 處理하는 方法을 檢討하였다.

Table 1. Dates of application and concentrations of MH sprayed on 'Yonesawa' and 'Miyagawa Early' Satsuma madarin in 1986.

Treatments	Dates of application			
	July 20	Aug. 2	Aug. 12	Aug. 30
A : Control	—	—	—	—
B : c -MH	500 ppm	500 ppm	—	1,000 ppm
C : c -MH	500 ppm	500 ppm	500 ppm	1,000 ppm
D : c -MH	500 ppm	500 ppm	500 ppm	2,000 ppm
E : k -MH	500 ppm	500 ppm	500 ppm	1,000 ppm

1985年度 供試하였던 西歸浦市 所在 米澤溫州와 또 西歸浦市 東洪洞 濟州大學校 附屬柑橘園에 植栽된 10年生 宮川早生('Miyagawa Early')을 供試하여 各各 5處理 4反復으로 試驗하였다. 7月 20日 一次 處理時에는 이미 發芽된 夏枝를 處理前에 除去하였다. 夏·秋枝 發生 程度는 10月 8일에, 果實의 特性은 宮川早生은 11月 5日, 米澤溫州는 11月 20일에 調査하였다.

6. 調査方法 및 統計分析

夏·秋枝 發生程度는 發生한 모든 가지를 採取하여 實驗室로 옮겨 生體重, 가지수, 가지길이, 마디수 等を 調査하였고 平均 가지길이, 平均 마디길이 等を 算出하였다. 나무당 50個의 잎을 無作爲抽出하여 AMS 40-10 image analyser (Analytical Measuring Systems Ltd. 영국)를 利用 葉面積을 測定하였고, 직시천칭으로 生體重을 測定하였다. MH 處理에 의해 細長된 잎의 細胞를 觀察하기 위하여 氷結切片法으로 主葉脈에 垂直 및 平

行 方向으로 葉肉切片을 만들어 100 및 400배에서 檢境하였다.

區當 15~20個의 果實을 無作爲抽出하여 從經, 橫經, 果重 等の 發育狀態를 調査한 다음 簡易榨汁器에 함께 넣어 果汁을 짜내서 簡易糖度計를 利用 Brix를 測定하는 한편 0.1N NaOH로 遊離酸을 滴定하여 이를 枸橼酸含量으로 換算하였다.

調査值의 統計分析은 分散分析 結果 有意한 경우에 5% 水準에서 던칸의 新多重檢定法²⁹⁾으로 平均分離하였다.

結果 및 考察

1. c-MH 處理 時期가 夏·秋枝 發生에 미치는 影響

c-MH 1,000ppm을 10日 間隔으로 處理時期를 달리하여 1回씩 處理한 結果 7月 處理에 의해 個體當 夏枝의 總 生體重이 減少되는 反面 총 가지 길이는 오히려 增加되는 傾向이었으나 統計的 有意

차는 認定되지 않았다 (表2). 그런데 夏枝의 發生 數는 有意하게 增加된 反面 평균 가지 길이는 短縮 되는 傾向을 보였으며, 特히 가지망 마디수 및 마 디길이 減少되었다. 또한 잎의 發育은 抑制가

두렷하여 잎의 平均 生體中 및 葉面積이 減少되었 고(그림2) 심한 경우에는 잎이 썩기 모양으로 되 었다.

Table 2. Effect of the dates of the foliar application of 1,000ppm c-MH on summer—and autumn-shoot growth in young 'Hashimoto Early' Satsuma mandarin.

Items	Date of application									
	Cont.	June		July		Aug.		Sept.		
		15	25	6	15	25	6	25	5	
Summer shoot										
Fresh weight(g/plant)	62	58	52	52	53	61	59	54	61	
Total length(cm/plant)	107	130	92	145	130	173	110	98	96	
Number of nodes(ea/plant)	70ab ^{z)}	83ab	56a	112b	95ab	163c	72ab	69ab	66ab	
Number of shoots(ea/plant)	6a	10ab	6a	16bc	12ab	21c	7a	6a	6a	
Mean length(mm/shoot)	187bc	144abc	189bc	95a	124ab	86a	199bc	223c	169abc	
Number of nodes(ea/shoot)	12bcd	9abc	11abcd	7a	9ab	8a	12bcd	13d	11abcd	
Length of node(mm/node)	15bc	16c	16c	11ab	12abc	9a	15bc	16c	14bc	
Autumn shoot										
Fresh weight(g/plant)	3	0	2	0	0	2	9	0	0	

z) Mean separation within row by DMR, 5% level. Figures without following letters are not significantly different within row.

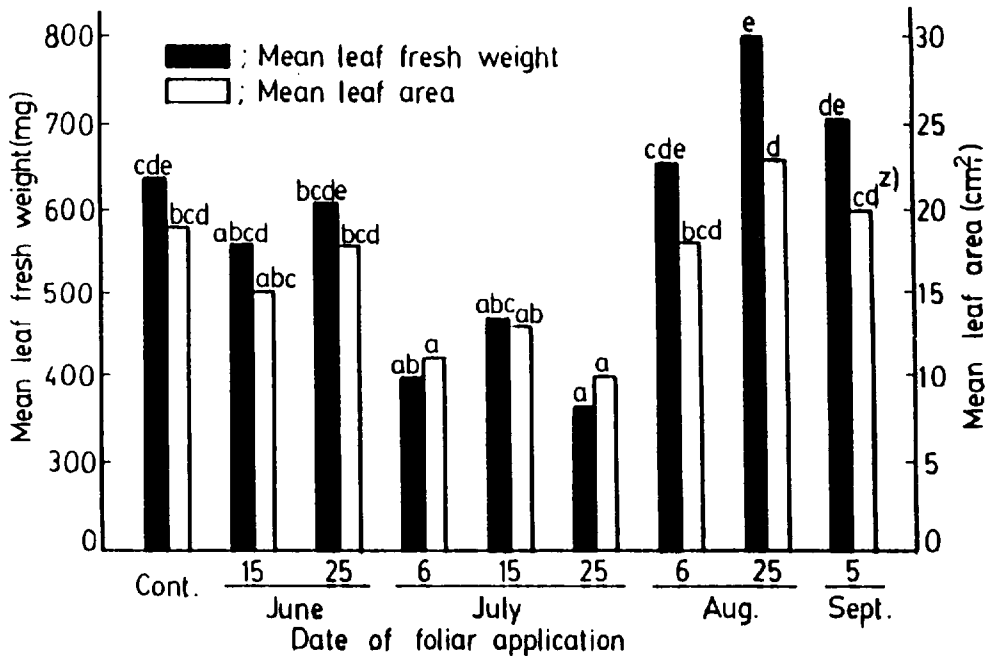


Figure 2. Leaf growth on summer shoot in young 'Hashimoto Early' Satsuma mandarin as affected by the foliar application of 1,000ppm c-MH on the different dates.

z) Mean separation by DMR, 5% level.

以上과 같은 c-MH 效果는 7月 下旬 處理에서 뚜렷하였고 6月과 8月 處理에서는 效果가 認定되지 않았다. 本 試驗에서 供試된 幼苗의 無處理區는 夏枝發芽期가 7月 下旬이었는데 6月 處理區는 c-MH 效果가 認定되지 않은 反面 7月 初부터 夏枝 發芽期까지의 處理區에서 c-MH의 抑制 效果가 뚜렷한 것으로 보아 c-MH 效果의 持續期間은 20日 程度라고 推定되었다. 夏枝 發生에 必要한 細胞分裂이 이미 끝난 8月 以後의 c-MH 處理는 夏枝의 生長抑制에 效果가 없었는데 이는 MH가 이미 分裂된 細胞의 伸長을 抑制시키지 못했기 때문²²⁾이라고 생각된다.

秋枝發生은 無處理區에서도 적었기 때문에 c-MH가 秋枝發生에 미친 效果는 充分히 評價할 수 없었다(表2). 다만 8月 下旬 및 9月 初旬 處理는 秋枝發生을 直接的으로 抑制하였으며 7月 初·中旬 處理는 夏枝生長을 遲延시켰기 때문에 자연히 秋枝發生이 抑制되었다고 判斷되었다. 7月 下旬 및 8月 初旬 處理區에서 觀察된 秋枝는 夏枝로 發芽될 눈의 一部가 늦게 發芽된 것이라고 생각된다.

生長期間이 짧은 秋枝는 c-MH의 1回 處理로도 發芽를 充分히 抑制시킬 수 있었지만 夏枝 發芽期의 1回 處理는 萌芽抑制效果의 持續期間이 萌芽可能期間 보다 짧은데다가 頂芽優勢現象을 破壞^{6,22)}시키기 때문에 오히려 더 많은 눈의 形成을 刺戟시키는 結果가 되었다. 따라서 夏枝 萌芽抑制를 目的으로 c-MH를 處理할 경우 1回 處理만으로는 不足한 것으로 判斷되었다.

2. c-MH 處理 濃度가 夏·秋枝 發生에 미치는 影響

表3은 濃度別 c-MH 處理와 500ppm의 k-MH 處理後 夏枝의 發生 및 生長狀態를 調査한 結果이다. 總 生體重에서는 일정한 傾向을 찾아볼 수 없으나 250ppm 이상의 濃度에서는 無處理區 보다 가지의 發生數가 增加되었고 個體當 총 가지 길이 가 길어졌지만 가지별 生育은 高濃度에서 오히려 抑制되는 傾向이었다. 특히 잎의 發育은 250ppm 以上 各 濃度의 c-MH 處理에서 有意한 抑制效果

Table 3. Effect of MH of various concentrations and different salts on summer-shoot growth in young 'Hashimoto Early' Satsuma mandarin. Solutions were sprayed onto the canopy on July 15.

Items	Treatment	c-MH					k-MH
		Control.	125	250	500	1,000	2,000
Fresh weight(g/plant)	57bc ^{z)}	32a	72c	49ab	62bc	61bc	61bc
Total length(cm/plant)	93ab	49a	192d	113bc	163cd	186d	121bc
Number of nodes(ea/plant)	68ab	29a	179e	87bc	119cd	160de	104bc
Number of shoots(ea/shoot)	6ab	3a	20cd	9ab	14bc	22d	12b
Mean length(ea/shoot)	157a	260b	97a	139a	134a	91a	125a
Number of nodes(ea/shoot)	11bc	14c	9ab	11abc	9ab	8a	10ab
Length of node(mm/node)	12a	17b	10a	14ab	12a	11a	11a

z) See Table 2.

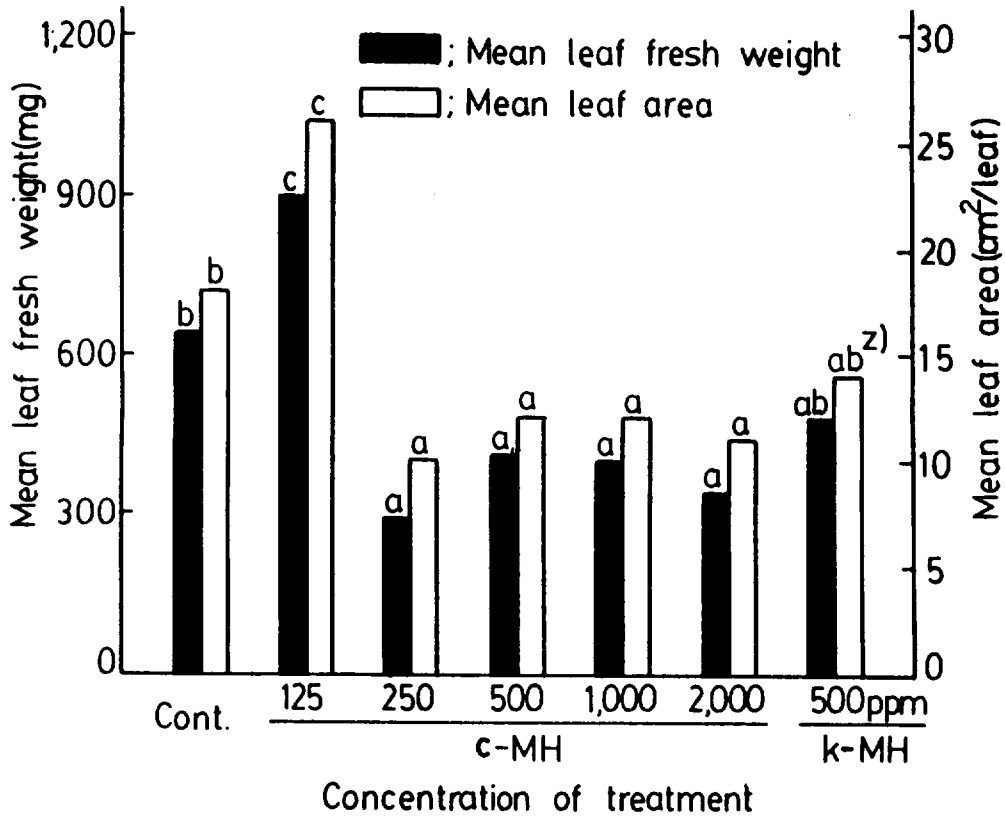


Figure 3. Leaf growth on summer shoot in young 'Hashimoto Early' Satsuma mandarin as affected by the foliar application of the different concentrations of c-MH and k-MH. Solutions were sprayed onto the canopy on July 15.
z) Mean separation by DMR, 5% level.

를 볼 수 있었다(그림3). 500ppm의 k-MH 效果는 同一濃度の c-MH와 같은 效果를 보여 鹽의 種類에 따른 生理活性의 差異는 認定되지 않았다.

MH에 의한 萌芽抑制效果는 400ppm 以上에서 觀察되었으며¹²⁾ 300ppm에서는 抑制效果가 認定되지 않았다⁹⁾고 報告되었는데 本 試驗에서 個體當 生體重으로 본 總 生長量은 250ppm 以上の 各 c-MH 處理區와 無處理區 사이에 有意한 差異는 없었지만 가지의 發生數 가지별 生長狀態 및 잎의 發育程度 등에서는 250ppm 以上の 모든 濃度에서 MH의 效果가 뚜렷하였다.

秋枝 發芽期의 濃度別 處理 結果는 (表4), 모든

處理區에서 秋枝 發生이 별로 많지않아 統計的인 評價는 안되었지만 全般的인 傾向으로 볼 때 500ppm 以下 濃度の 1回 處理는 오히려 눈의 發芽를 刺戟하였으나 1,000ppm~2,000ppm 1回 處理로 秋枝의 發芽를 完全히 抑制할 수 있었다.

3. c-MH 高濃度 處理가 翌年の 營養 生長 및 生殖生長에 미치는 影響

8月 19日 生長中인 夏枝를 모두 除去하고 2,000ppm의 c-MH 또는 k-MH를 1回 또는 2回 處理한 結果 無處理區는 바로 새순이 再發芽한 반면

Table 4. Effect of MH of various concentrations and different salts on autumn-shoot growth in young 'Hashimoto Early' Satsuma mandarin. Solutions were sprayed onto the canopy on Aug. 25.

Treatments		No. of shoots (ea/ plant)	Fresh weight (g/ plant)	Length of shoots (cm/ plant)	No. of nodes (ea/ plant)	Length of node (cm/ node)
No pretreatment	Control	0	0	-	-	-
	c-MH 250ppm	0.4	0.4	2.4	3.2	0.3
	500	0.6	0.3	0.9	1.1	0.2
	1,000	0	0	-	-	-
	2,000	0	0	-	-	-
	4,000	0	0	-	-	-
	k-MH 1,000	0	0	-	-	-
500ppm c-MH sprayed on July 15	Control	1.4	6.2	7.9	6.2	0.8
	c-MH 250ppm	0.8	2.0	3.8	3.2	0.4
	500	7.0	4.7	1.7	2.1	0.3
	1,000	0	0	-	-	-
	2,000	0	0	-	-	-
	4,000	0.2	0.3	1.4	1.4	0.2
500ppm k-MH sprayed on July 15	k-MH 1,000	0.4	0.4	0.5	0.7	0.1

處理區는 모두 여러개의 눈이 形成되었으나 가지의 生長은 전혀 이루어지지 않았다.

表5는 處理 當年度 果實의 發育 및 果汁成分에 미친 影響을 調査한 것인데 果重을 비롯한 果實의 發育은 處理間 一定한 傾向을 볼 수 없었으며 統計的인 有意性도 認定되지 않았다. 그러나 c-MH 處理區는 果汁中の 糖도가 9.5 以上으로 無處理區 9.0에 비해 增加되는 傾向을 보였으며, 酸含量은 無處理區가 1.69인데 비해 處理區는 1.50以下로 減少되는 傾向을 볼 수 있었다.

翌年の 春枝 發生數는 處理間 差異가 없었으나 (表6), 發芽期가 遲延되어 無處理區의 春枝에서 展葉이 거의 이루어진 後에도 處理區에서는 發芽가 繼續中이었다. 특히 2回 處理區의 春梢는 모두

奇形化되면서 短縮되었고 잎은 썩기 모양을 하여 試驗 I에서 發芽期에 c-MH 處理後 生長한 夏枝와 같은 모양으로 되었다. 1回 處理區에서는 奇形的으로 短縮된 가지는 거의 없었으나 春枝의 基部葉 즉 初期에 發生된 잎에서 發育이 抑制되었음을 볼 수 있었다. 試驗 IV의 1985年度 供試樹 米澤溫州에서 8月 29日, 2,000ppm 1回 處理樹에서도 處理翌年 春枝에서 이따금 發育이 抑制된 잎이 나타났는데, 잎의 斷面을 檢境한 結果(그림4) 썩기 모양으로 된 잎과 無處理區의 正常葉間 細胞의 크기에는 差異가 없는 것으로 보아서 MH에 의한 生長抑制는 細胞分裂이 抑制되었기 때문²²⁾이라는 것을 알 수 있었으며 또한 MH 處理葉은 正常葉보다 두꺼워진다¹¹⁾는 것도 확인할 수 있었다.

Table 5. Effect of the foliar applications of the concentrated c-MH and k-MH on the fruit characters in the current season in 'Okitsu Early' Satsuma mandarin(Cheju, 1985). Investigated on Nov. 18.

Treatments	Fresh weight (g)	Length (mm)	Width (mm)	Peel thick-ness (mm)	Flesh weight (g)	Flesh ratio (%)	Juice Brix	Acid content as citric (%)
Control	156	56	74	3.1	117	75	9.0	1.69
c -MH 2,000ppm on Aug. 19	159	55	74	2.8	120	76	9.7	1.26
2,000ppm on Aug. 19 and 29	161	58	74	2.9	123	76	9.5	1.44
k -MH 2,000ppm on Aug. 19 and 29	134	54	69	2.6	104	78	9.3	1.46

NS within columns.

Table 6. Effect of the foliar applications of the concentrated c-MH and k-MH on the number of flowers and spring-shoots in the following season in 'Okitsu Early' Satsuma mandarin. Solutions were sprayed in 1985 and the investigations were carried out on June 25 in 1986.

Treatments	number of flowers (ea/100 old leaves)	number of spring-shoots (ea/100 old leaves)
Control	64	45
c -MH 2,000ppm on Aug. 19	25	44
2,000ppm on Aug. 19 and 29	23	39
k -MH 2,000ppm on Aug. 19 and 29	38	40

NS within columns.

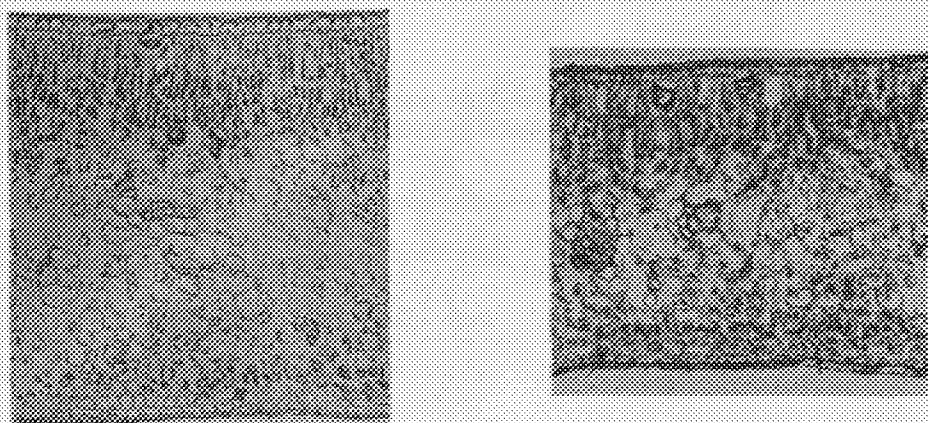


Figure 4. Microphotographs(100x) of leaf cross sections perpendicular to main vein. Note the differences in the thickness of leaf. The size of the individual cells seemed to be same between the treated and untreated leaves.

供試樹間 變異가 심하여 統計的인 有意差는 認定되지 않았으나 前年度의 高濃度處理區는 着花數가 減少되었으며(表6) 開花時期도 遲延되어 無處理區의 開花率이 40~70%인 예에도 處理區는 不過 10% 未滿이었다. 역시 統計的 有意差는 없었으나 花器의 發育이 抑制되는 傾向이 있었으며(表7) 外觀上으로도 花柱가 길이는 짧게 보였다.

表8은 幼葉의 發育程度를 나타낸 結果에 1回 處

理區에서는 無處理區와 差異가 없었으나 2回 處理區는 果實의 肥大가 抑制되는 傾向이었다. 果實指數는 無處理區가 0.95인데 비해 c-MH 및 k-MH 2回 處理區는 1.00以上으로 나타났으며, 果梗部가 突出한 畸形果가 大部分이었다. 이러한 畸形은 果實의 成熟期까지 繼續되었는데, 그림 5에서 보는 바와 같이 外觀上의 果梗部 突出 뿐만 아니라 果皮가 두껍고 거칠어졌으며 葉肉의 變遷이 심하

Table 7. Effect of the foliar applications of the concentrated c-MH and k-MH on the flower development in the following season in 'Okitsu Early' Satsuma mandarin. Solutions were sprayed in 1985 and the investigations were carried out on June 31 in 1986.

Treatments	Flower weight (g/10)	Ovary weight (g/10)	Length of pistil (mm)	Length of filament (mm)	Pistil/Filament ratio
Control	5.1	0.41	11.6	9.2	1.6
c-MH 2,000ppm on Aug. 19	4.9	0.43	13.3	7.8	1.7
2,000ppm on Aug. 19 and 29	4.2	0.36	11.6	8.1	1.4
k-MH 2,000ppm on Aug. 19 and 29	4.9	0.37	13.0	9.1	1.4

NS within columns.

Table 8. Effect of the foliar applications of the concentrated c-MH and k-MH on the young fruit development in 'Okitsu Early' Satsuma mandarin in the following season. Solutions were sprayed in 1985 and the investigations were carried out on Aug. 19, in 1986.

Treatments	Fresh weight (g/fruit)	Length (mm)	Width (mm)	Length/Width ratio
Control	10.2	25.6	26.7	0.96
c-MH 2,000ppm on Aug. 19	10.5	25.5	28.1	0.92
2,000ppm on Aug. 19 and 29	8.5	25.2	24.6	1.07
k-MH 2,000ppm on Aug. 19 and 29	9.0	26.1	25.4	1.04

NS within columns.

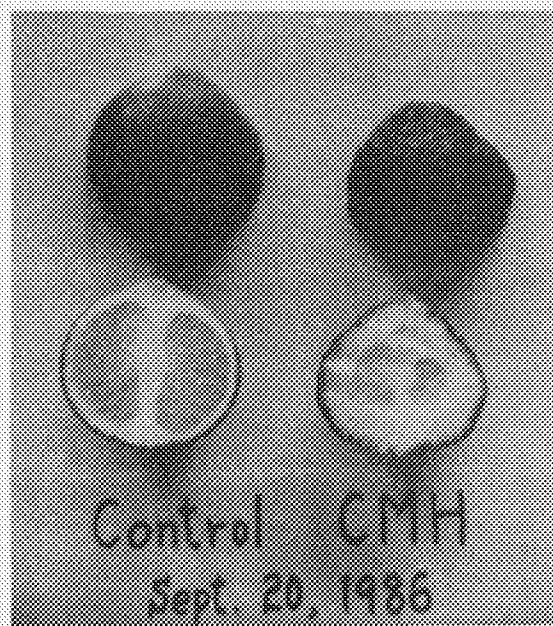


Figure 5. Photographs of 'Okitsu Early' Satsuma mandarin fruit borne on the tree sprayed with 2,000ppm c-MH twice in the end of the previous growing season. Note the thick and rough peel of the treated fruit.

抑制되었다. 이들 奇形果들은 正常果의 着色이 거의 끝나는 11月初에도 果皮가 黃綠色을 띤 定度로 着色도 遲延되었다.

Erickson 等⁷⁾과 Hendershott¹¹⁾는 處理 時期와 濃度에 따라서는 MH가 幼果의 發育을 지연시키며, 果實의 크기를 減少시키고 果皮를 두껍게 하거나 表面을 거칠게 하는 한편 果汁을 減少시킨다고 하였다. 本 試驗에서 MH를 撒布한 時期가 當年度 果實은 이미 細胞分裂이 끝난 때이므로 當年度 果形에는 별 影響이 없었으나 2,000ppm 2回 撒布區는 다음해 봄 花芽分化에서 幼果의 細胞分裂 期에 이르기까지 MH의 細胞分裂 抑制效果가 持續되어 翌年의 果實發育에 큰 影響을 미친 것이라고 생각된다.

4. c-MH 處理가 結實樹의 夏·秋枝 發生 및 果實發育에 미치는 影響

1985年度에 米澤溫州 成木을 供試樹로 한 試驗에서 統計的 有意性은 認定되지 않았으나 夏枝發芽 直前に c-MH 500ppm 1回 處理區는 오히려 夏枝 發生數 및 總 生長量을 增加시키는 傾向이었는데 (表9), 이는 處理時期가 夏·秋枝 發生에 미치는 影響에서 보는 바와 같이 MH가 일시적으로 發芽

를 遲延시켰지만 그 後에 더 많은 눈의 發芽를 刺戟한 結果라고 생각된다. 일부 發芽가 더욱 遲延된 눈들 때문에 秋枝 發芽數도 增加되는 傾向이었다(表10). 그러나 秋枝 發芽期의 2,000ppm 1回 處理區는 秋枝 發芽를 抑制시켰다. 表11에서 보는 바와 같이 MH 處理는 果實의 肥大를 抑制시키는 傾向이었고 果汁의 糖度를 減少시킨 반면 酸含量을 增加시켰다.

같은 해 興津早生을 供試樹로 한 試驗에서 500ppm 1回 處理區는 夏枝發生이 抑制되는 效果를 보여 米澤溫州에서와는 相反되는 傾向을 보였다(表12). 秋枝發生은(表13) 두 供試樹에서 모두 抑制되어 같은 傾向을 보였다.

1985年度는 豐作年이었기 때문에 着果樹의 夏·秋枝 發生을 誘導하기 위하여 幼果期에 人爲摘果하여 供試樹의 葉果比를 약 30:1로 調節하였으나 모든 處理區에서 夏·秋枝 發生이 적어 이들의 發芽抑制를 目的으로 한 c-MH의 效果를 充分히 評價할 수 없었다. 그러나 幼木을 供試한 處理 時期 및 濃度別 試驗結果와 더불어, 夏枝發生抑制를 爲해서는 c-MH 1回的 處理만으로는 充分하지 못하므로 一定間隔으로 連續處理해야 하며 秋枝發芽期에는 1,000ppm~2,000ppm 1回 處理로도 充分할 것으로 判斷되었다.

Table 9. Effect of the foliar sprays of MH on the summer-shoot growth in 'Yonesawa' Satsuma mandarin (Seogwipo, 1985).

Treatments	Fresh weight (g/plant)	No. of shoots (ea/plant)	Length of shoot (cm/shoot)	No. of nodes (ea/shoot)	Length of node (cm/node)
1. Control	199	19	19.0	12	1.6
2. c-MH 500ppm on July 16	280	38	15.2	9	1.4
3. c-MH 2,000ppm on Aug. 27	161	16	17.5	11	1.4
4. c-MH 500ppm on July 16 and 2,000ppm on Aug. 27	260	28	19.3	11	1.7
5. k-MH 500ppm on July 16 and 2,000ppm on Aug. 27	73	9	20.5	12	1.7

NS within columns.

Table 10. Effect of the foliar sprays of MH on the autumn-shoot growth in 'Yonesawa' Satsuma mandarin (Seogwipo, 1985).

Treatments ^{z)}	Fresh weight (g/plant)	No. of shoots (ea/plant)	Length of shoot (cm/shoot)	No. of nodes (ea/shoot)	Length of node (cm/node)
1	24	11	11.3	10b ^{y)}	1.1
2	78	26	7.3	6ab	0.8
3	3	2	2.9	3a	0.4
4	20	7	2.0	2a	0.3
5	32	7	3.3	2a	0.4

z) See Table 9.

y) Mean separation within column by DMR, 5% level.

Table 11. Effect of the foliar sprays of MH on fruit characters in 'Yonesawa' Satsuma mandarin (Seogwipo, 1985).

Treatments ^{z)}	Fresh weight (g)	Length (mm)	Width (mm)	Peel thickness (mm)	Flesh weight (g)	Flesh ratio (%)	Juice Brix	Acid content as citric (%)
1	160b ^{y)}	58b	74b	2.6	126b	79	9.1b	1.16a
2	153b	56a	73b	2.6	122b	80	9.2b	1.18ab
3	157b	56a	73b	2.6	125b	79	8.9b	1.22ab
4	140a	55a	70a	2.6	111a	79	8.9b	1.14a
5	157b	56a	74b	2.7	124b	79	8.6a	1.26b

z) See Table 9.

y) Mean separation within columns by DMR, 5% level.

Table 12. Effect of the foliar sprays of c-MH on the summer-shoot growth in 'Okitsu Early Satsuma mandarin (Cheju, 1985).

Treatments	Fresh weight (g/plant)	No. of shoots (ea/plant)	Length of shoot (cm/shoot)	No. of nodes (ea/shoot)	Length of node (cm/node)
Control	136	8	18.5b ^{z)}	9.4b	1.2b
500ppm on July 16	0	0	-	-	-
2,000ppm on Aug. 29	84	5	16.6b	9.6b	1.3b
500ppm on July 16 and 2,000ppm on Aug. 29	11	2	2.8a	2.1a	0.3a

z) Mean separation within cloumns by DMR, 5% level.

Table 13. Effect of the foliar sprays of c-MH on the autumn-shoot growth in 'Okitsu Early Satsuma mandarin (Cheju, 1985).

Treatments	Fresh weight (g/plant)	No. of shoots (ea/plant)	Length of shoot (cm/shoot)	No. of nodes (ea/shoot)	Length of node (cm/node)
Control	23	4	12.1	8.7	1.0
500ppm on July 16	10	5	6.7	6.4	0.8
2,000ppm on Aug. 29	0	0	-	-	-
500ppm on July 16 and 2,000ppm on Aug. 29	19	6	5.5	3.9	0.7

NS within columns.

1986年度는 凶作年으로 夏·秋枝의 發生이 많은 해였는데 그림 6에서 보는 바와 같이 c-MH 500ppm 2회와 1,000ppm 1회 撒布로 夏·秋枝 發生을 充分히 抑制할 수 있었다. 表14(宮川早生)와 表15(米澤溫州)는 夏·秋枝 發生에 미친 MH의 連續處理效果를 나타낸 것이다. 두 供試品種에서 다 같이 3~4회의 c-MH 또는 k-MH 處理로 夏·秋枝의 發芽를 實用的으로 抑制시켰다. 夏枝의 生長期에 500ppm c-MH를 2회 處理한 B處理區에서는 8月 中旬에 많은 눈이 發芽되어 生長이 始作되었으나, 8月 28日 태풍의 영향과 8月 30日 1,000ppm c-MH 處理로 枯死되었다. 그리고 宮

川早生(表14)에서 無處理區의 夏枝數가 많은 것은 處理前 發芽한 夏枝를 除去하였기 때문이다. 秋枝 發生期의 處理濃度는 1,000ppm(B,C 및 E處理)으로도 充分한 效果를 보였다.

MH의 連續處理가 果實의 發育에 미친 影響은 供試品種에 따라 달랐다. 宮川早生(表16)에서는 MH 處理로 果實의 크기 특히 橫徑의 肥大가 增加되었고 果肉重이 무거워졌으며 果皮가 얇아졌는데 米澤溫州(表18)에서는 果重 및 果肉重이 減少되는 傾向을 보였고 秋枝發生期의 c-MH 2,000ppm 處理區에서 果肉率이 低下되었다. 果汁의 糖度는 (表17 및 表19) 두 品種 모두 MH 處理區에서 낮



Figure 6. Photograph of 'Miyagawa Early' Satsuma mandarin trees with and without the foliar application of c-MH. Note the sparsely grown summer shoots on the control tree, and the compact canopy without summer shoots of the treated. c-MH was sprayed on July 20(500ppm), Aug. 2(500ppm) and Aug. 30(1,000ppm).

Table 14. Effect of the foliar sprays of MH on the summer- and autumn-shoot growth in 'Miyagawa Early' Satsuma mandarin (Seogwipo, 1986).

Treatments ^{z)}	Fresh weight (g/plant)	No. of shoots (ea/plant)	Length of shoot (cm/plant)	Mean length (cm/shoot)
A	2,293.5 b ^{y)}	283 b	5,205.2b	18.6b
B	8.3 a	11 a	46.2a	3.7a
C	2.8 a	1 a	11.3a	5.6a
D	1.6 a	3 a	10.5a	4.3a
E	6.2 a	4 a	22.0a	4.5a

z) See Table 1.

y) Mean separation within columns by DMR, 5% level.

Table 15. Effect of the foliar sprays of MH on the summer- and autumn-shoot growth in 'Yonesawa' Satsuma mandarin (Seogwipo, 1986).

Treatments ^{z)}	Fresh weight (g/plant)	No. of shoots (ea/plant)	Length of shoot (cm/plant)	Mean length (cm/shoot)
A	627.2b ^{y)}	52b	1,200.6b	24.3b
B	21.3a	24b	117.9a	7.9a
C	4.0a	2a	10.3a	6.0a
D	8.2a	6a	40.7a	6.9a
E	9.4a	8a	46.6a	5.1a

z) See Table 1.

y) Mean separation within columns by DMR, 5% level.

Table 16. Effect of the foliar sprays of MH on the fruit development in 'Miyagawa Early' Satsuma mandarin (Seogwipo, 1986). Investigated on Nov. 5.

Treatments ^{z)}	Fresh weight (g)	Length (mm)	Width (mm)	Peel thickness (mm)	Flesh weight (g)	Flesh ratio (%)
A	138a ^{y)}	61	69a	3.3b	106a	76.8a
B	165b	63	73b	3.1ab	127b	76.9a
C	156ab	62	71ab	3.0a	122b	78.1ab
D	156ab	62	70ab	3.0a	122b	78.3b
E	170b	64	73b	3.2ab	131b	77.2ab

z) See Table 1.

y) Mean separation within columns by DMR, 5% level.

아졌으며 酸含量은 宮川早生에서 減少되었지만 米澤溫州에서는 一定한 傾向을 찾아볼 수 없었다. 또한 米澤溫州에서 c-MH의 連續處理는 果實의 後期落果를 助長하는 것 같았다. 發育中인 果實의 品質에 미치는 MH의 效果는 果實發育에 對한 直

接的인 作用과 더불어 他 營養器官의 生長變化를 通한 間接的인 影響이 複合되어 나타날 것으로 推定되는 바 供試樹의 條件에 따라 果實品質에 미치는 MH의 效果는 多樣하게 變化되리라고 思料된다.

Table 17. Effect of the foliar sprays of MH on the juice quality of fruit in 'Miyagawa Early' Satsuma mandarin (Seogwipo, 1986). Investigated on Nov. 5.

Treatments ²⁾	Juice Brix	Acid content(%)	Brix/Acid ratio
A	9.0b ^{y)}	1.68b	5.4
B	7.7a	1.51a	5.1
C	8.2a	1.49a	5.5
D	8.1a	1.50a	5.4
E	7.7a	1.56a	5.0

2) See Table 1.

y) Mean separation within columns by DMR, 5% level.

Table 18. Effect of the foliar sprays of MH on the fruit development in 'Yonesawa' Satsuma mandarin (Seogwipo, 1986). Investigated on Nov. 20.

Treatments ²⁾	Fresh weight (g)	Length (mm)	Width (mm)	Peel thickness (mm)	Flesh weight (g)	Flesh ratio (%)
A	166	58	76	3.4	127	76.3cd ^{y)}
B	150	57	72	3.3	116	77.1d
C	148	59	71	3.4	113	75.0abc
D	159	59	73	3.5	117	73.6a
E	161	59	74	3.2	121	75.6bcd

2) See Table 1.

y) Mean separation within columns by DMR, 5% level.

Table 19. Effect of the foliar sprays of MH on the juice quality of fruit in 'Yonesawa' Satsuma mandarin (Seogwipo, 1986). Investigated on Nov. 20.

Treatments ²⁾	Juice Brix	Acid content (%)	Brix/Acid ratio
A	9.6b ^{y)}	1.36	7.1b
B	8.9ab	1.41	6.4ab
C	8.5a	1.45	5.7a
D	8.3a	1.30	6.4ab
E	8.9ab	1.49	6.0a

2) See Table 1.

y) Mean separation within columns by DMR, 5% level.

5. 綜合考察

MH가 植物의 生長을 抑制하는 機作은 아직 分明하지 않으나, 撒布된 MH는 葉面을 通하여 吸收된 다음 同化產物과 함께 轉流되어 器官 및 細胞의 어떤 部位에 蓄積되어 細胞의 分裂機能을 阻害하고 頂芽優勢性을 破壞하므로써 發芽를 抑制시키는 것으로 알려져 있다^{6, 8, 17, 20, 22, 23}. MH는 눈의 發芽가 始作되기 直前 가장 吸收가 좋아 눈의 萌芽를 抑制시키는데²⁵ 柑橘 幼木の 경우 MH 1,000 또는 2,000ppm 1回 撒布로 萌芽를 10~14日 동안 抑制시킬 수 있었다고 하였다¹¹. c-MH가 温州蜜柑의 夏·秋枝 發生에 미치는 效果는 試驗圃場 또는 試驗方法에 따라 相異하게 나타나고 있다.^{21, 32} 가지의 평균 길이는 대체로 짧아졌으나 夏枝 發生數는 오히려 증가된 경우도 많았다.

以上の 報告들과 本 研究에서 2個年에 걸친 일련의 試驗成績을 綜合해 보면 다음과 같은 結論을 얻을 수 있다. 첫째 c-MH에 의한 萌芽抑制效果의 持續期間은 500ppm 撒布時 約 10日 정도이며 이 기간이 지난 다음에는 더 많은 萌芽가 이루어진다. 따라서 夏枝 發生期의 1回 撒布는 夏枝 發生數를 오히려 增加시키는 結果를 초래하게 된다. 夏枝 發生을 抑制하기 위해서는 生育可能期間에는 10日 정도의 間격으로 계속 撒布하여야 한다. 둘째 秋枝發生을 抑制할 目的으로 지나친 高濃度의 c-MH 撒布는 다음해의 營養 및 生殖 生長을 阻害한다. 지금까지 2,000ppm 以上の 高濃度가 주로 檢討되어 왔는데^{14, 21, 32} 本 研究에서 1,000 ppm 1回 撒布로도 充分한 效果를 얻을 수 있었다. 要컨데 7월 하순 夏枝發芽 直前부터 500ppm의 c-MH를 10日 間격으로 2~3회 그리고 8월 하순 1,000ppm 1回 撒布로 温州蜜柑의 夏·秋枝 發生을 충분히 抑制시킬 수 있었다. 다만 果實의 形質에 미치는 영향에는 일정한 傾向이 없었으며, 夏·秋枝 發生을 완전히 抑制하였을 때 뿌리의 生長과 다음해의 樹體生長 및 果實의 收量과 品質에 미치는 影響은 계속 檢討되어야 겠다.

摘 要

温州蜜柑(*Citrus unshiu*)에 있어서 夏·秋枝 發生의 化學的 抑制 方法을 探索하는 一環으로 c-MH(maleic hydrazide의 choline鹽)의 利用可能性을 檢討한 結果를 要約하면 다음과 같다.

1. 橋本早生 幼木을 供試하여 6月 中旬부터 9月 初旬에 걸쳐 時期 및 濃度別로 1回 處理한 c-MH의 效果는:

1) 夏枝의 生長은 遲延되었으나 頂芽優勢 現象이 없어져 新梢發生數는 오히려 增加되었으며 가지별 生長 특히 잎의 生長이 抑制되었고 심한 경우에는 썩기 모양의 奇形葉이 出現되었다.

2) c-MH 處理에 依한 夏枝의 生長抑制 效果는 7月 處理區에서 그리고 250ppm 以上の 濃度에서 觀察되었다.

3) 秋枝發生은 1,000ppm 以上の 濃度 1回 處理로 充分히 抑制되었다.

2. 興津早生 結實樹에서 8月 下旬에 이미 發生된 夏枝를 除去한 後 2,000ppm을 1~2回 處理한 結果:

1) 無處理區는 除去後 얼마 안있어 新梢가 많이 發生되었으나 處理區는 많은 눈이 形成되었지만 가지의 生長은 볼 수 없었다.

2) 處理 當年度 果實은 c-MH 處理에 의해 果汁의 糖度가 增加되었고 酸含量은 減少되는 傾向을 보였다.

3) 2回 處理區는 翌年の 春枝發生이 遲延되었을 뿐만 아니라 發育이 심히 抑制된 가지에서 썩기모양의 奇形葉이 叢生하였다.

4) 그러나 顯微鏡으로 觀察한 잎의 橫斷面 細胞의 크기는 奇形葉과 正常葉 사이에 差異가 없었다.

5) 處理 다음 해에는 開花時期가 遲延되었고 着花數도 減少되었다.

6) 2回 處理區의 翌年度 果實은 發育이 抑制되었고 果梗部가 突出하였으며 果皮가 두껍고,

거칠은 奇形果의 發生이 많았다. 그러나 1回 處理區는 無處理區와 같았다.

3. 米澤溫州와 宮川早生의 結實樹를 供試하여 7月 下旬부터 10日 間隔으로 500ppm의 c-MH를 2

~3回 그리고 8月 下旬 1,000ppm 1回 處理로 夏·秋枝 發生을 充分히 抑制할 수 있었다. 果實의 發育과 果汁 成分에 미치는 c-MH의 效果는 試驗年度와 供試品種에 따라 달랐다.

參 考 文 獻

- Birch, E. C. and L. S. Vickery. 1961. The effect of maleic hydrazide on certain chemical constituents of flue-cured Tobacco. *Can. J. Plant Sci.* 4(1): 170-175.
- Chung, H. D. 1983. Effect of preharvest foliar application of maleic hydrazide on sprout inhibition and storage quality of potato. *Solanum tuberosum* L. cv. 'Dejima' tubers. *J. Kor. Soc. Hort. Sci.* 24(3): 207-213.
- Chung, H. D., W. S. Lee, and M. S. Lee. 1972. Effect of maleic hydrazide on sprout inhibition and metabolism of garlic bulbs. *J. Kor. Soc. Hort. Sci.* 12: 23-30.
- 鄭熙敦, 李愚升, 李鍾弼, 1973. 마늘의 萌芽 및 뿌리의 生長에 있어서의 maleic hydrazide 와 生長調節劑間의 相互作用에 대하여. *韓園誌* 14: 31-35.
- Currier, H. B. and A. S. Crafts. 1950. Maleic hydrazide, a selective herbicide. *Science* 111: 152-153.
- Darlington, C. D. and J. Mcleish. 1951. Action of maleic hydrazide on the cell. *Nature* 167(4245): 407-408.
- Erickson, L. S., B. L. Brannaman, H. Z. Hield, and M. D. Miller. 1952. Responses of orange and grapefruit trees to maleic hydrazide. *Bot. gaz.* 114: 122-130.
- Fillmore, R. H. 1950. Control of plant development with maleic hydrazide. *Arnoldia* 10: 33.
- 한해룡, 정순경. 1973. 감귤 재배에 관한 연구. 제주시험장 연구보고 p.119-120.
- 韓海龍, 文斗吉, 金漢鏞, 1974. 溫州蜜柑 夏枝의 剪定 時期 및 程度가 翌年의 結實에 미치는 影響. *韓園誌* 15(2): 110-113
- Hendershott, C. H. 1962. The influence of maleic hydrazide on *Citrus* trees and fruits. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 80: 241-246.
- Hield, H. Z., C. W. Coggins, Jr., and S. B. Boswell. 1963. Some effects of localized maleic hydrazide sprays on lemon trees. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sei.* 82: 158-164.
- Hubbell, G. P. and J. H. Dunn. 1985. Zoysiagrass establishment in kentucky bluegrasas using growth retardants. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 110(1): 58-61.
- Japan Hydrazine Co. Inc. 1984. Technical bulletin on maleic hydrazide.
- Kadoya, K. and H. Tanaka. 1972. Studies on the translocation of photosynthates in satsuma orange. 1. Effect of summer cycle shoot and bearing fruit on the translocation and distribution of ¹⁴C. *J. Japan. Soc. Hort. Sci.* 41(1): 23-28.
- 加藤 徹. 1970. マレイン酸ヒドラジッド處理タマネギ球の萌芽遅延ならびに機能障害發生機構に関する研究. *日園學雜* 39(2): 80-86.
- Moore, R. H. 1950. Effects of maleic hydrazide on plants. *Science* 112: 52.
- 村松春太郎, 松尾武美. 1937. 柑橘夏·秋芽の摘除がその年の果實及び次年着花に及ぼす影

- 響. 愛媛農試農藝13(10). 高橋郁郎(1965) 柑橘, 養賢堂(東京) p.266-277 및 岩崎藤助(1969) カンキツ栽培法 朝倉書店(東京) p.335에서 引用.
19. 永澤勝雄. 1970. 新版圖解 果樹の整枝と剪定. 博友社. p.22-25.
 20. Naylor, A. W. and E. A. Davis. 1950. Maleic hydrazide as a plant growth inhibitor. Bot. Gaz. 112 : 112-126.
 21. 日本 植物調節劑 研究協會. 1985. 昭和59年度常綠果樹關係 除草劑・生育調節劑 試驗成績集録 p.293-317.
 22. Nooden, L. D. 1969. The mode action of maleic hydrazide: Inhibition of growth. Physiol. Plant. 22 : 260-270.
 23. Nooden, L. D. 1970. Metabolism and binding of ^{14}C -maleic hydrazide. Plant Physiol. 45 : 46-52.
 24. Roberts, B. R., D. E. Wuertz., G. K. Brown, and W. F. Kwolek. 1979. Controlling sprout growth in shade trees by trunk injection. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 104(6) : 883-887.
 25. Sachs, R. M. and W. P. Hackett. 1972. Chemical inhibition of plant height. Hort Science 7(5) : 440-447.
 26. Sachs, R. M., W. P. Hackett, R. G. Maire, R. Baldwin, and T. Kretchun. 1967. Chemical control of vegetative growth in woody ornamental plants. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 91 : 728-734.
 27. Sachs, R. M. and R. G. Maire. 1967. Chemical control of growth and flowering of woody ornamental plants in the landscape and nursery: Tests with maleic hydrazide and alar. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 91 : 728-734.
 28. Shoene, D. L. and O. L. Hoffman 1949. Maleic Hydrazide, a unique growth regulator. Science 109 : 588-590.
 29. Steel, R. G. D. and J. H. Torrie. 1980. Principles and procedures of statistics, a biometric approach, 2nd ed. McGraw-Hill Book Co., New York.
 30. Stewart, I. and C. D. Leonard. 1955. Increased winter hardiness in *Citrus* from maleic hydrazide sprays. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 75 : 253-256.
 31. Suyama, I. 1956. Effect of maleic hydrazide on chemical constituents of Tobacco. Proc. Japan. Crop Sci. Assoc. 24(3) : 156.
 32. 高木信雄. 1984. 柑橘の夏秋梢抑制に對する生長調節劑の效果. 日本 果樹園藝 37(6) : 80-81.
 33. Wittwer. 1978. Phytohormones and chemical regulators in agriculture. p.599-615. In D. S. Letham., P. B. Goodwin, and T. J. V. Higgins(ed.) Phytohormones and related compounds—a comprehensive treatise. Vol. II. Elsevier/North-Holland Biomedical Press, Amsterdam · Oxford · New York.