

칼슘給源別 樹冠撒布가 사과 果實의 칼슘蓄積에 미치는 影響

崔 鍾 升
培材大學校 園藝學科

Effects of Various Calcium Salt Spray on Calcium Accumulation into Apple Fruits (*Malus domestica* Borkh.)

Jong-Seung Choi
Dept. of Horticulture, Pai Chai University

사과나무에 대한 칼슘溶液의 樹冠撒布 時 칼슘鹽의 種類에 따른 果實 內 칼슘含量增加效果를 究明하고 자 본 연구를 수행하였다. CaCl_2 , CaCO_3 , $\text{Ca}(\text{CH}_3\text{COO})_2$ 및 $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ 등의 칼슘鹽을 樹冠撒布한 結果 “쓰가루” 品種에는 $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$, CaCl_2 및 CaCO_3 , 그리고 “후지” 品種에는 CaCl_2 와 CaCO_3 가 果實의 칼슘含量增加에 效果의이었다. 樹冠撒布에 依하여 과실로 吸收된 칼슘은 果皮와 果皮直下의 果肉에 局限되었다. $\text{Ca}(\text{CH}_3\text{COO})_2$ 를 살포한 과실은 貯藏 中에 에틸렌 발생량이 減少하는 경향이었다.

This study was conducted to investigate the influence of various calcium salts on the accumulation of calcium in apple fruits when sprayed on whole tree. Differences in the total calcium contents of fruits were found between calcium sources and cultivars. In 'Tsgaru', calcium nitrate, calcium chloride, and calcium carbonate were all effective but only calcium chloride and calcium carbonate appeared to be effective in 'Fuji'. Major parts of the applied calcium were accumulated in the peel and outer flesh. Ethylene evolution of fruit was retarded during storage with the increase of total calcium content in 'Fuji' fruit treated calcium acetate.

Keywords : Calcium salts spray, Fruit calcium content, Fruit quality, Ethylene, Apple

I. 緒 論

뿌리로부터 칼슘의 吸收와 과실로의 轉流 및 蓄積은 과수의 生育狀態, 土壤條件 및 氣象條件 等에 따라 달라진다.^{5, 8, 10, 16, 17, 26, 28, 33} 칼슘의 吸收와 蓄積이 不良한 條件에서 칼슘不足으로 收穫 前 또는 收穫 後에 과실에 發生하는 生理障害는 과수재배에 크게 문제가 되고 있으며, 칼슘함량이 부족한 과실은 貯藏力이 弱하게 된다.^{8, 9, 11, 21, 25, 29} 따라서 칼슘부족에 의한 생리장애가 발생할 우려가 있을 경우와 저장력을 증진시키기 위하여는 과실 내 칼슘함량을 증가시킬 필요가 있다. 과실 내 칼슘함량을 증가시키는 방법으로 칼슘염을 수관살포하는 연구결과는 많이 보고되었으나^{7, 13, 14, 22, 27, 30, 32, 34} 品種 또는 撒布하는 칼슘鹽의 종류에 따라 그 효과는 다르다.^{12, 19, 22} 잎에 흡수된 양분은 篩部를 통하여 전류되지만^{1, 2} 칼슘은 篩部를 통한 再移動이 곤란하여^{3, 18, 20} 칼슘의 수관살포 時 잎보다는 과실표면에 직접 살포하는 것이 효과적이다.²⁴ 本 연구는 우리나라의 사과 주요 품종인 “후지”와 “쓰가루” 과실의 칼슘함량 증가를 위하여 몇 種의 칼슘염의 수관살포가 과실의 칼슘함량에 미치는 영향을 구명하기 위하여 수행하였다.

II. 材料 및 方法

砂壤土에 재배되고 있는 M26臺木에 接木된 “후지”와 “쓰가루” 6년생을 각각 30株씩 供試하여 亂塊法 3반복으로 배치하였다. 칼슘濃도가 1.44 g/l 이 되도록 CaCl₂, CaCO₃, Ca(NO₃)₂, Ca(CH₃COO)₂ (이하 CaAc라 칭함) 등의 溶液을 樹冠 전체에 충분히 묻도록 살포하였다. “쓰가루”는

滿開 後 50일(6월 20일)부터 2週日 간격으로 5회 살포하였고, “후지”는 滿開 後 97일(8월 10일)부터 15일 간격으로 5회 살포하였다.

칼슘분석을 위하여 처리당 30개의 과실을 채취하여 果皮, 果肉 및 果心으로 分離하였고, 후지는 果肉을 다시 3部位(果皮直下로부터 5 mm까지, 5 mm부터 15 mm까지, 15 mm이하의 果肉)로 구분하여 分離하였다. 分析用 試料의 調製 및 분석방법은 前報⁶와 같은 방법으로 하였다.

과실품질을 비교하기 위하여 果汁을 屈折糖度計(ATAGO Ni)로 可溶性固形物을 측정하여 糖度로 表示하였고 酸含量은 과즙을 NaOH로 滴定하여 사과酸으로 換算하였다. 硬度는 果實硬度計(Universal UN型)로 果皮를 除去한 果肉의 硬度를 측정하였다. 과실의 에틸렌발생량은 과실을 상온저장고에 저장하면서 경시적으로 과실을 꺼내서 상온에 6시간 방치한 후에 3100 ml 密閉 프라스틱容器에 3果씩 넣어 3반복으로 常溫에서 14시간 經過 後 注射器로 gas를 뽑아서 gas chromatograph(Hitachi K-53)로 분석하였다. 充填劑는 Polapak Q를 사용하였고 FID로 측정하였다. 펙틴은 果實生體 20 g을 0.1N-NaOH로 分解하여 濾過한 溶液을 1N-acetic acid로 分解하여 酸性溶液으로 만든 다음 1M-CaCl₂를 加하고 끓여 glass filter로 濾過한 것을 乾燥시켜 總 펙틴量으로 하였다.¹⁹

III. 結果 및 考察

생육기간 중 CaCl₂, CaAc, CaCO₃ 및 Ca(NO₃)₂ 등 4種의 칼슘化合物을 “쓰가루” 품종에 살포하여 과실 部位別로 칼슘함량을 조사한 결과는 표 1과

Table 1. Effect of various calcium salt spray on calcium content (ppm) of fruit parts in “Tsugaru” apples.^z

Ca salt	Peel	Flesh	Core
CaCl ₂	331 bc ^y	159 b	507 a
CaAc	287 c	139 cd	527 a
CaCO ₃	393 ab	152 bc	564 a
Ca(NO ₃) ₂	458 a	186 a	516 a
Control	276 c	128 d	430 a

^zCalcium salts were sprayed 5 times biweekly from 50 days after full bloom. Samples were collected at harvesting date.

^yMean separation within columns by Duncan's multiple range test, 5% level.

Table 2. Effect of various calcium salt spray on calcium content (ppm) of fruit parts in 'Fuji' apples.²

Ca salt	Peel	Flesh			Core
		Depth from peel (mm)			
		0 - 5	5 - 15	>15	
CaCl ₂	791 a ^y	177 ab	188 a	273 a	761 a
CaAc	735 b	175 ab	179 a	291 a	691 b
CaCO ₃	753 ab	186 a	185 a	270 a	688 b
Ca(NO ₃) ₂	579 d	147 b	177 a	269 a	760 a
Control	652 c	157 b	182 a	281 a	656 c

²Calcium salts were sprayed 5 times at 15-day intervals from 97 days after full bloom. Samples were collected at harvesting date.

^yMean separation within columns by Duncan's multiple range test, 5% level.

같다.果皮에는 Ca(NO₃)₂와 CaCO₃의 처리, 그리고果肉에는 Ca(NO₃)₂, CaCl₂ 및 CaCO₃처리가 칼슘함량 증진효과가 있었고果心에는 처리간 차이가 없었다. “후지” 품종에 대한 칼슘살포 결과는 표 2와 같이果皮에는 CaCl₂, CaCO₃ 및 CaAc처리,果皮直下 0-5 mm의果肉에는 CaCO₃처리 그리고果心에는 CaCl₂와 CaCO₃처리가 칼슘함량이 증가되었으나 내부 과육에는 처리효과가 認定되지 않았다.

Stiles²⁷⁾는 CaCl₂, CaAc 및 Ca(NO₃)₂를 사과 “York Imperial” 품종에 살포한 결과 CaCl₂는生理障害인 York pit 방지에 효과적이나 Ca(NO₃)₂는逆효과가 있었다고 하여 칼슘급원별 효과가 다를음을 보고하였다.

清藤과 長井²⁴⁾은 樹上에서 ⁴⁵Ca鹽용액을 사과果實表面에 처리한 결과果皮,果皮直下の果肉과果心に ⁴⁵Ca가 많이 축적되었고 内部果肉에는 적었다고 하였는데,本 시험에서 “후지” 품종에 대한 칼슘樹冠撒布로果皮와外部果肉 및果心部に 칼슘함량이 증가된 결과와一致하였다. 따라서 칼슘수관살포에 의한 과실의 칼슘흡수는果皮,果皮直下の果肉 그리고果心部に局限된다는 것이 確認되었다.果皮와果皮直下の果肉에 증가된 칼슘은果皮를 통한直接浸透로 흡수된 것이고 “후지” 품종에서 과심부의 칼슘증가는 calyx의 裂開부분을 통하여 과심부로浸透된 것으로 생각되었다.²³⁾ 그러나 “쓰가루” 품종인 경우 과심부의 칼슘증가가 없었던 것은 “후지” 품종과는 달리 calyx의 裂開정도가 “후지”

품종과 다르기 때문이라 추측되었다. 품종에 따라 칼슘給源間에 칼슘흡수정도가 다른 것은 품종에 따라 과피의構造가 다르기 때문이라 생각된다.

칼슘樹冠撒布로 “쓰가루” 품종은 과실의糖度,硬度 및 펙틴함량은 차이가 없었고酸含量은 Ca(NO₃)₂ 처리가 많아졌으며, “후지” 품종은 CaCO₃처리로 과실당도와 경도가 높아졌고 산함량은 많아졌다(표 3). “쓰가루” 품종에서 Ca(NO₃)₂처리로 산함량이 많아진 것은窒素의多量吸收로果實成熟이遲延되었기 때문이라 생각되었으며, “후지” 품종에서 CaCO₃살포로 당도와 산함량 및 경도의 증가는 Ca⁺² 또는 CO₃⁻²의 영향때문인지는 확인할 수 없었다.

CaAc를 수관살포한 “후지” 과실은 수확 후 66일 까지 에틸렌발생이 적었고, CaCl₂처리는貯藏初期에無處理보다 발생량이 적은 경향이었다(표 4). 과실에서 발생하는 에틸렌은成熟과後熟過程에서 발생되며 후숙의 진행이 빠를수록 발생량이 많게 되는데^{4,12)}, 칼슘농도의 증가는 에틸렌생성을 억제하여 후숙을 지연시킨다.¹²⁾ 칼슘농도가 높은 과실일수록 에틸렌발생이 적어진다는報告^{12,31)}와 본 시험의 칼슘수관살포로 과실 내 칼슘함량이 증가한 과실의 에틸렌발생이 감소한 결과와 일치되었다. 그러나 CaCl₂處理果가 CaAc處理果보다 과실의 칼슘함량이 높았는데도 CaCl₂處理果가 CaAc處理果보다 에틸렌발생이 많은 것은 수관살포에 의하여 과실로 침투된 陰이온(Cl⁻, CH₃COO⁻)의 영향인지의 與否는 금후 검토가 요망되었다.

Table 3. Effect of various calcium salt spray on fruit quality in 'Tsugaru' and 'Fuji' apples.^z

Ca salt	Soluble solids(%)	Acidity (%)	Firmness (kg)	Total pectin (mg/g dw)
<u>Tsugaru</u>				
CaCl ₂	13.7 a ^y	0.42 ab	1.59 a	7.8 a
CaAc	13.5 a	0.40 b	1.59 a	7.5 a
CaCO ₃	13.5 a	0.40 b	1.58 a	7.5 a
Ca(NO ₃) ₂	13.0 a	0.46 a	1.54 a	7.6 a
Control	12.9 a	0.42 ab	1.57 a	7.9 a
<u>Fuji</u>				
CaCl ₂	14.7 ab	0.65 ab	1.68 ab	
CaAc	15.3 ab	0.64 ab	1.72 ab	
CaCO ₃	16.1 a	0.70 a	1.73 a	
Ca(NO ₃) ₂	15.6 ab	0.68 ab	1.70 ab	
Control	14.3 b	0.60 b	1.52 b	

^zCalcium salts were sprayed 5 times biweekly from 50 days after full bloom in 'Tsugaru' apple tree, and 5 times at 15-day intervals from 97 days after full bloom in 'Fuji' apple tree. Data were obtained at harvesting date.

^yMean separation within columns in each cultivar by Duncan's multiple range test, 5% level.

Table 4. Ethylene production ($\mu\text{l/kg/hr}$) of 'Fuji' apple fruits during room temperature storage as affected by calcium salt spray.^z

Ca salt	Days after harvesting date				
	1	23	37	52	66
CaCl ₂	1.7	114.4	43.2	101.0	115.4
CaAc	1.6	90.6	36.2	80.0	100.8
Control	2.9	123.6	46.0	104.0	129.8

^zCalcium salts were sprayed 5 times at 15-day intervals from 97 days after full bloom.

참고문헌

- Biddulph, S.F. 1956. Visual indications S³⁵ and P³² translocation in the phloem. Amer. Jour. Bot. 43:143-148.
- Biddulph, O., R. Cory, and S. Biddulph. 1956. The absorption and translocation of sulfur in Red Kidney bean. Plant Physiol. 31:28-33.
- Bukovac, M.J. and S.H. Wittwer. 1957. Absorption and mobility of foliar apple nutrients. Plant Physiol. 32:428-435.
- Burns, J.K. and R. Pressey. 1987. Ca²⁺ in cell walls of ripening tomato and peach. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 112:783-787.
- Chiu, T. and C. Bould. 1976. Effects of shortage of calcium and other cations on ⁴⁵Ca mobility, growth and nutritional disorders of tomato plants (*Lycopersicon esculentum*). J. Sci. Fd. Agric. 27:969-977.
- 崔鍾升, 李載昌. 1992. 사과와 梨의 果實發育期間 中 果實 內 칼슘의 蓄積樣相. 韓園誌 33:156-160.
- Dixon, B., G.R. Sagar, and V.M. Shorrocks. 1973. Effect of calcium and boron on the incidence of tree and storage pit in apples of the cultivar Egremont Russet. J. Hort. Sci. 48:403-411.

8. Drake, M., W.J. Bramlage, and J.H. Baker. 1974. Correlations of calcium content of 'Baldwin' apples with leaf calcium, tree yield, and occurrences of physiological disorders and decay. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 99:379-380.
9. Drake, M., W.D. Weeks, and J.H. Baker. 1966. Bitter pit as related to calcium level in Baldwin apple fruit and leaves. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 89:23-29.
10. Faust, M. and C.B. Shear. 1972. The effect of calcium on respiration of apples. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 97:437-439.
11. Faust, M., C.B. Shear, and C.B. Smith. 1968. Investigation of corking disorders of apples. II. Chemical composition of affected tissues. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 92:82-88.
12. Ferguson, I.B. 1984. Ca^{2+} in plant senescence and fruit ripening. *Plant Cell Env.* 7:477-489.
13. Ferree, D.C. and C.G. Forshey. 1988. Influence of pruning and sprays on growth and fruiting of spur-bound 'Delicious' apple trees. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 113: 699-703.
14. Ford, E.M. 1979. Effect of post-blossom environmental conditions on fruit composition and quality of apple. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.* 10:337-348.
15. Himelrick, D.G. and M. Ingle. 1981. Calcium levels apple leaves and fruit following tree sprays with EDTA, oxalic acid, TIBA, and calcium chloride. *HortScience* 16: 167-168.
16. Jakobsen, S.T. 1979. Interaction between phosphate and calcium nutrient uptake by plant roots. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.* 10:141-152.
17. Kirkby, E.A. and A.H. Knight. 1977. Influence of the level of nitrate nutrition on ion uptake and assimilation, organic acid accumulation, and cation-anion balance in whole tomato plants. *Plant Physiol.* 60:349-353.
18. Millikan, C.R. and B.C. Hanger. 1965. Effects of chelation and of certain cations on the mobility of foliar-applied ^{45}Ca in stock, broad bean, peas and subterranean clover. *Aust. J. Biol. Sci.* 18:211-226.
19. 農村振興廳. 1977. 農産物分析法. p. 39-41.
20. Norton, R.A. and S.H. Wittwer. 1963. Foliar and root absorption and distribution of phosphorus and calcium in the strawberry. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 82:277-286.
21. Perring, M.A. and W. Plochanski. 1975. Differences in the mineral composition of sound and disordered apple fruits and of sound and pitted tissue. *J. Sci. Fd. Agric.* 26: 1819-1823.
22. Richardson, D.C. and P.B. Lombard. 1979. Cork spot of Anjou pear : control by calcium sprays. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.* 10:383-389.
23. Scott, K.J. and R.B.H. Wills. 1975. Postharvest application of calcium as a control for storage breakdown of apples. *HortScience* 10: 75-76.
24. 清藤盛正, 長井晃四郎. 1970. リンゴ葉, 果實および枝幹表面からの $^{45}CaCl_2$ と $^{45}Ca(OH)_2$ の吸収と分布について. *日本園藝學雜誌* 39:291-297.
25. Shear, C.B. 1972. Incidence of cork spot as related to calcium in the leaves and fruit of 'York Imperial' apples. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 97:61-64.
26. Slowik, K. 1979. Effects of environmental and cultural practices on calcium nutrition of fruit tree. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.* 10:295-302.
27. Stiles, W.C. 1964. Influence of calcium and boron tree sprays on York spot and bitter pit of York Imperial apples. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 84:39-43.
28. Tromp, J. 1979. The intake curve for calcium into apple fruits under various environmental conditions. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.* 10:325-335.

29. Van der Boon, J. 1980. Prediction and control of bitter pit in apples. I. Prediction based on mineral leaf composition, cropping levels and summer temperatures. *J. Hort. Sci.* 55:307-312.
30. Van Goor, B.J. 1971. The effect of frequent spraying with calcium nitrate solutions on the mineral composition and the occurrence of bitter pit of the apple Cox's Orange Pippin. *J. Hort. Sci.* 46: 347-364.
31. Watkins, C.B., J.E. Harman, I.B. Ferguson, and M.S. Reid. 1982. The action of lecithin and calcium dips in the control of bitter pit in apple fruit. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 107: 262-265.
32. Wightman, K.A., F.N. Hewetson, N.F. Childers, and D.W. Buchanan. 1970. Effect of calcium, boron and naphthalene acetamide sprays on cork spot and mineral content of York Imperial apple. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 95:23-27.
33. Wilkinson, B.G. 1968. Mineral composition of apples. . Uptake of calcium by the fruit. *J. Sci. Fd. Agric.* 19:646-647.
34. 任悅幸, 崔鍾升, 金聖奉. 1989. 掛袋한 사과나무에서 掛袋用 封紙의 種類와 CaCl_2 撒布가 果實의 calcium含量에 미치는 影響. *韓園誌* 30:194-199.