

사과나무의 耐寒性*1

趙台煥*2 · 洪性珪*2 · 金鍾天*2

Freezing Resistance of Apple*1

Tae Hwan Cho,*2 Sung Gak Hong*2 and Jong Chun Kim*2

Freezing resistance of apple (*Malus pumila*) cultivars was measured to find out the most cold hardy apple variety among the five cultivars which are promising in Korea. The measurement of freezing resistance for two varieties of dwarf interstock, was also included to compare the cold hardiness among scions and interstocks.

The freezing resistance was in order from lowest to highest; winter bud, cambium, xylem ray parenchyma and bark cortex in all cultivars except EM26.

The difference in cold hardiness among cultivars and interstocks was not consistent among tissue parts of twig except in cultivar Nugget-spur of which all tissue parts showed least cold hardiness.

The difference among tissue parts with in a cultivar was discussed in terms of choosing the most cold hardy, and the most resistant cultivars to late frost damage.

한국에 가장 유망한 사과栽培品種 中에서 가장 큰 내한성도를 갖은 品種을 선택하기 위하여 耐寒性도가 測定되었다. 矮性臺木으로 使用되는 두 품종의 耐寒性도도 재배품종과 비교하기 위해 측정되었다.

部位別 耐凍性도는 EM26을 제외한 모든 品種에서 冬芽, 形成層, 林部柔組織 및 皮層의 順位로 增加하였다.

品種間의 耐寒性도의 順位는 部位別로 一定치 않았으나 栽培品種 Nugget Spur 만은 모든 部位에 있어서 가장 낮은 내한성도를 보였다.

가장 내한성도가 높은 品種과 晩霜의 피해에 강한 품종을 선택하는데 있어서 品種內 部位間의 耐寒性도의 差異에 關하여 考察되었다.

緒 言

우리 나라는 溫帶北部에 位置하고 있어 주야間의 氣溫較差가 크고 晴明한 날이 많아 日照時間도 풍부한편 이므로 果樹의 花芽 形成과 果實의 着色이 잘 되므로 各種 落葉果樹가 많이 栽培되고 있다. 現在 우리나라 全國의 果樹栽培面積은 約 6萬 ha 인데 그 中 사과 面積이 2萬 ha 로서 1/3을 차지하고 있고 果實 生産量에 있어서는 全 果實 40萬%中 사과가 20萬%을 차지하여 全體의 1/2을 點하고 있어 사과는 우리나라 果樹의 主軸을 이루는 主要 果樹라고 할 수 있다.

栽培 地域은 大邱를 中心으로한 慶北地方에 60%, 忠南北地方에 27%가 分布되어 있고 나머지 13%는 全國各地에 散在되어 있다.

栽培品種은 國光이 54%, 紅玉이 29%로서 두 品種이 全體사과의 83%를 차지하고, 나머지는 印度, 祝等雜多한 여러 품종들이 散在된 채 栽培되고 있다. 우리나라의 사과 재배 역사는 약 70년이 되는데 아직까지는 재배 면적이 적고 生産量도 많지 않아 品質이야 如何든 收量만 많이 나오면 高價로 販賣할 수 있어서 사과재배는 대단히 높은 收益을 보장할 수 있었다. 그러나 最近에 와서는 面積과 生産量이 增加되고 또한 他 果實의 生産量이 증가됨에 따라 판매에서도 경쟁이 일

*1 Received for publication August 6, 1975

*2 建國大學校 農科大學 College of Agriculture, Kunkuk University, Seoul

이나게 되었으며 國民所得이 높아짐에 따라 自然히 品質위주로 價格이 形成되고 점점 高級 品種을 많이 찾는 傾向이 높아지고 있다. 더구나 요즘에는 감귤의 생산량이 급증됨에 따라 맛에 있어서 감귤보다 優位인 사과를 生産하지 않으면 많은 소비를 期待하기 어려운 實情이다. 따라서 收益성이 높은 사과 재배를 持續하기 위하여는 보다 品質이 좋은 品種을 선택하여 값싼 生産費를 들여 多收穫할 수 있는 方法이 講究되어야 할 단계에 이른 것이다. 이러한 目的을 達成하기 위하여 最近 數年內에 우리 나라에는 여러가지 新品種들이 導入되어 栽培體系도 確立되지 못한채 全國적으로 急進의으로 栽培되기 시작하였다. 또 최근 2—3年內에는 사과나무의 矮小化와 早期結實을 目的으로 英國에서 開發된 矮性臺木이 여러系統 導入되어 不完全한 繁殖法으로 增殖된채 급진적으로 全國에 보급되고 있다. 이러한 사과 新品種이나 矮性臺木, 또 矮性臺木에 接木한 苗木들은 栽培 歷史가 극히 짧기 때문에 아직도 우리나라에서의 適應性에 對하여 不確實한 點이 많다. 그동안의 예로 보더라도 地域에 따라 또는 해(年)에 따라 나무 全體 혹은 局部的으로 凍害를 받아 被害를 보는 일이 있으며 특히 苗木시절에 심한 凍害를 받아 枯死하는 株數가 극히 많은 것을 볼 수 있다. 더구나 嚴冬期보다 나무가 休眠에서 깨어나는 早春에 異常暖溫과 低溫에 의해 입게되는 低溫被害가 더욱 큰 비중을 차지한다. 따라서 本 試驗은 矮性臺木 및 새로 導入된 사과 品種에 對하여 그 耐寒性度를 빨리 조사하여 凍害問題를 해결하는 基礎를 마련할 것을 目的으로 實施하였다.

그동안 果樹에 대한 耐寒性度 實驗은 溫度 下降速度에 따른 북송아 Elberta 品種의 耐寒性度 變化에 對한 것이 있었고¹⁾ 사과의 경우는 Harolson, Starking Delicious 및 Dolgo 품종간의 내한성도 차이에 대한 비교시험이 있었으며²⁾ blueberry의 品種間 내한성 시험이 되었다³⁾.

果樹 以外的 樹種에 대해서는 우리나라에서 밤나무에 대하여 品種別, 部位別 및 地域別 耐寒性도에 대한 詳細한 報告가 되어 있고⁴⁾ 80餘種의 常綠 및 落葉 闊葉樹를 대상으로 耐寒성과 自然的 分布와의 相關關係를 研究한 것과⁵⁾ 同一 關係를 常綠針葉樹를 포함한 70餘種의 樹木으로 研究⁶⁾하는 등 많은 연구가 이루어졌고 同一 樹種內의 서로 다른 生態形間的 地理的 分布와 耐寒성과의 關係는⁷⁾ 최근에 와서 學界의 관심을 모으고 있다.

材料 및 方法

I. 試驗材料

서울특별시 성동구 모진동 建國大學校 農科大學內 品種保存園內에 있는 母樹로 부터 一年生枝를 1975년 3월 1일 채취하여 使用하였다. 標本을 1個 場所에서 採取한 것은 中部地方에서의 耐寒性度가 더 큰 문제였고 또한 中部地方內에서는 채취 地域別 品種內의 耐寒性度는 5%의 有意性이 발견되지 않았다¹¹⁾는 실험결과에 따른 것이었다.

II. 試驗方法

밤나무의 耐寒性¹¹⁾에서 이미 발표된 것과 같이 各品種의 接穗를 3—4 cm의 길이로 잘라서 lable한 다음 溫度의 均一한 擴散을 위해 aluminum film에 싸서 保溫병에 넣고 그 보온병을 冷凍器에 넣어 온도를 下降시켰다. 溫度 下降速度는 시간당 6°C로 하였고 sample의 온도는 Copper-Constantan 熱電位差에 의하여 5—10분마다 測定되었다. sample의 溫度가 -12°C, -15°C, -21°C, -24°C, -27°C에 이르렀을 때 마다 sample을 냉동기로 부터 꺼내서 時間當 6°C보다 더 천천히 溫度를 上昇시켜 4°C까지 解氷되었을 때 關係濕度 100%, 溫度 18°C의 暗條件下에 6일간 incubation시켰다. Sample의 低溫 傷害 程度의 측정은 McKenzie *et al*¹²⁾의 實驗方法에 따라 sample의 中央部를 section한 후 줄기의 形成層, 冬芽의 premordia 및 材部의 髓線細胞(ray cell)의 褐色 變化를 현미경으로 관찰하였다.

結果 및 考察

要因실험 결과 處理溫度 및 品種間에는 有意性(1%)이 발견되었으나 EM26을 제외한 기타 모든 品種에서 部位別 致死溫度는 材部柔組織, 形成層, 冬芽의 順位로 나타났다.

일반적으로 冬芽의 致死溫度가 他 部位에 비해 6—9°C나 높았던 原因은 sample의 採取 時期가 3월이었기 때문이라고 생각되는데 植物의 耐寒性度가 가장 높은 1월초 내지 2월 中旬까지는 冬芽와 形成層의 致死溫度가 材部柔組織의 그것보다 더 낮았다가¹³⁾ (사과나무의 경우 材部柔細胞는 다른 部位보다 초가을에는 가장 높은 耐寒性도를 가졌다가 한겨울에 이르러 다른 부위보다 적어도 30°C만큼 耐寒性度가 떨어진다^{3,4)}) 초가을이나 봄철이 되어 植物의 耐寒性度가 낮아지면 그와 반대의 현상이 나타나는 것은 여러 植物에서 경험하였다¹⁴⁾. 金外 2人¹⁰⁾에 의해 引用한 바이 의하면 EM9 臺

表 1. 各 處理溫度에서의 部位別 品種別 凍害率
Table 1. Percent damage of different tissue parts of different cultivars at each temperature

部 位 Tissue part	品 種 Cultivar		處 理 溫 度 Treatment temperature					
			-12°C	-15°C	-18°C	-21°C	-24°C	-27°C
冬 芽 Winter bud	후 지		0%	25%	100%	100%	100%	100%
	Spur Golden		0	0	0	50	100	100
	Nugget Spur		0	77	86	100	100	100
	Earlibraze		0	30	36	60	100	100
	육 오		0	33	100	100	100	100
	EM 9		0	0	50	100	100	100
	EM 26		0	0	0	0	0	50
形 成 層 Cambium	후 지		0	0	20	40	42	100
	Spur Golden		0	0	0	0	35	75
	Nugget Spur		0	0	37	59	98	100
	Earlibraze		0	0	0	15	23	85
	육 오		0	20	15	27	100	100
	EM 9		0	0	0	0	90	100
	EM 26		0	0	0	0	0	100
材 部 柔 組 織 Xylem ray parenchyma	후 지		0	10	20	25	75	100
	Spur Golden		0	0	10	40	90	90
	Nugget Spur		0	0	30	60	98	100
	Earlibraze		0	0	0	13	36	75
	육 오		0	37	30	36	100	100
	EM 9		0	0	30	60	90	100
	EM 26		0	0	0	30	65	100

木은 1月29日에 -25°C에서 凍害를 받지 않았으나 3月 29日에는 -15°C에서도 심한 凍害를 받았고 EM26臺木은 1月 29日에는 -30°C에서도 견디고 3월 29일에도 -15°C에서 큰 被害가 없어 大體적으로 EM26이 EM9보다 耐寒性이 強하다고 시사되었는데 本實驗에서도 表 1과 같이 모든 品種에 있어서는 冬芽가 材部柔組織이나 形成層보다 높은 溫度에서 凍害를 입었으나 EM26에서는 그와 반대로 冬芽의 耐寒性度가 다른 部位의 그것보다 더 높게 나타났다. 여기서 特記할만한 것은 耐寒性度가 높다고 인정되는 品種에 있어서는 冬芽는 耐寒性度의 變化가 季節의 溫度 變異에 크게 左右되지 않은 것이라는 點이다. 즉 EM26은 비록 溫度가 上昇되는 계절인 3월 초에 採取했어도 冬芽는 아직 休眠을 하고 있을 것이기 때문에 冬芽의 致死溫度가 材部柔組織의 경우 보다 낮은 수 있는 것이라고 추측된다. 이와 같이 冬芽의 季節的 耐寒性度의 變異가 적은 品種은 晩霜의 피해가 적은 것이므로 實際 栽培面에서 고려되어야 하며 또한 이러한 特徵은 다른 계절에 있어서 耐寒性度가 높은 品種을 선발하는데 指標가 될 수

있을 것이라고 생각된다.

EM9가 EM26보다 矮化性은 약간 높으나 凍害의 피해가 큰 中部以北 地域에서는 中間臺木으로서 耐寒性度가 높은 EM26이 適合할 것이며 栽培品種에서는 Earlibraze, Spur Golden, 후지의 順으로 耐寒性度를 보였으나 晩霜의 피해가 크다고 인정되는 地域에는 冬芽와 材部柔組織의 耐寒性度의 差異가 적은 Spur-Golden(3°C 차이)이 그 外의 品種보다 더 有利하리라고 생각된다.

사과나무의 耐寒性度가 높은 品種을 選擇하는에는 栽培品種, 中間臺木 및 臺木間의 耐寒性度 選擇, 또한 그들 間의 相互 効果等 여러가지 因子들이 關여하고 있으므로 各 品種의 耐寒性度의 계절적인 變化와 그외에 위의 因子들 間의 상호효과에 대해서는 앞으로 계속 연구될 것이며 이 分野에서 연구하는 여러 先輩 諸位들의 協助와 相互討論이 要望된다.

結 論

品種別 耐寒性度는 部位에 따라 다음과 같이 나타났다.

1. 冬芽 : EM26 > Spur Golden > Earlibraze > EM9 > 옥오 = 후지 > Nugget Spur

2. 形成層 : Spur Golden > Earlibraze > EM26 > 후지 > EM9 > 옥오 > Nugget Spur

3. 材部柔組織 : Earlibraze > EM26 > 후지 > Spur Golden > 옥오 > EM9 = Nugget Spur

EM26은 冬芽가 다른 部位보다 높은 耐寒性度를 보였으나 其他 品種은 모두 冬芽가 다른 部位보다 낮은 耐寒性度를 보였다.

謝 辭

본 실험 수행에 많은 수고를 해준 金英淑, 李昌恩, 李熙蘭 嬢에게 심심한 사의를 表한다.

引 用 文 獻

1. Chandler W.H. 1913. Effect of rapid fall early and late in the freezing on Elberta peach. Mo. Agr. Exp. Sta. Res. Bul. 8
2. McCall F.E. 1920. Effect of cultural conditions on winter-killing in South Dakota. Am. Fruit Grower 39 : 7

3. Quamme, H. Stushnoff, C. and C.J. Weiser 1972. The relationships of exotherms to cold injury in apple stem tissue. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 97(7) : 608-613
4. Quamme H.A. 1971. The use of differential thermal analysis to study freezing and the mechanism of cold injury in woodg plants. Ph. D. Thesis University of Minnesota.
5. Quamme H.A. 1972. Winter hardiness of several blueberry species and cultivars in Minnesota. Hort. Sci. 7:500-501
6. Mckenzie J.S., Weiser C.J. and M.J. Burke 1974. Effect of red and far-red light on the initiation of cold acclimation in *Cornus stolonifera* Michx. Plant Physiology 53:783-789
7. Sakai A. and S. Okata 1971. Freezing resistance of conifer. Silvae Gen. 20:91-97
8. Sakai A. 1972. Freezing resistance of evergreen and broad-leaf trees indigenous to Japan. Forest Soc. 54(10):333-339
9. Sakai A. and C.J. Weiser 1973. Freezing resistance of trees in North America with reference to tree region. Ecology 54(1):118-126
10. 김종천, 고광출 및 김규래 1974. 사과재배, 흥농종묘출판부 pp. 260-265
11. 趙台煥, 洪性珏 1975. 밤나무의 耐寒性(第一報), 韓林誌 26:19-22