

사과나무 '후지' /M.9 품종의 관수 방법 개선

홍재성* · 최재응* · 진정대* · 박진면**

(*충주시농업기술센터 · **농촌진흥청 원예연구소)

The improvement of irrigation method to 'Fuji' /M.9 apple trees

Hong, Jae-Seong* · Choi, Jae-Oung* · Jin, Jung-Tae* · Park, Jin-Meon**

*Chung-Ju Agricultural Technology & Extension Service Center

**National Horticultural Research Institute, RDA

적 요

본 연구는 물 부족국가인 우리나라에서 과수원에 관수방법을 개선하여 보다 생력적인 재배방법을 추구하는 한편 수자원의 보호와 과수산업의 경쟁력을 제고하기 위하여 사과원에서의 관수방법을 기존의 지상부 점적관수를 지표부위 스프링클러식, 지표부위의 점적관수, 지하부위의 점적관수와 비교하여 수체생육상황과 관수량을 검토하였다.

1. 관수방법에 따른 주간직경 비대 및 수고, 수폭은 관수량이 많았던 스프링클러식 관수와, 오래동안 토양수분 유지가 용이하였던 지하부위 관수에서 생육상황이 우수하였다.
2. 신초의 생육상황을 알아보기 위하여 정단신초장과 총 신초생장량을 조사한 결과도 같은 결과로 나타나, 수체의 영양 성장 정도는 토양내의 적정 수분 유지가 중요하였던 것으로 나타났다.
3. 영양생장의 지표로 사용되고 있는 신초생육정지율에 있어서는 모든처리에서 저조한 생장정지율을 보인 반면 지상부의 생육이 왕성하였던 지하부 관수와, 스프링클러식 관수에서 특히 저조한 것으로 나타나, 유목기 수체조절을 위하여 다른 조치가 필요할 것으로 판단되었다.
4. 처리별 엽내 무기성분 분석에서 N과 Ca 성분은 다른 처리에 비하여 지하부 관수에서 낮게 나타났으며 P, K, Mg 성분은 대목간에 차이가 없었다.
5. 관수방법에 따른 엽록소 함량은 수체생육이 비교적 저조했던 지상부 관수처리에서 가장 적게 나타났다.
6. 시기별 관수량을 조사한 결과 전반적인 변화는 초기부터 일정한 경향을 보였으며, 관수량은 스프링클러식 관수, 지상부 관수, 지표부 관수, 지하부 관수 순으로 나타났으며 지하부 관수에 비하여 스프링클러식 관수는 2배정도의 차이가 있었던 것으로 나타났다.
7. 과실의 크기는 영양생장이 왕성하였던 지하부 관수와 스프링클러 관수에서 큰 것으로 나타났으며, 당도는 영양생장이 비교적 적었던 처리에서 높았던 것으로 나타났다.

I. 서론

사과 저수고밀식재배(低樹高密植栽培)는 노동력 절감과 품질향상이 가능할 뿐만 아니라 미국, 칠레,

중국 등 대규모 사과 재배국의 수입개방 압력과 더불어 이들 국가와의 경쟁력 강화를 위한 유일한 대안으로 인식되면서 재배면적이 급격히 증가하는 추세이다(Yun 등, 1996).

이와 같은 사과 저수고밀식재배는 기존 재배방식

에 비하여 재배, 병해충, 기상, 토양 과원관리의 구성요소를 종합화한 과수원 종합관리 체계(integrated orchard management system) 개념을 도입하고 있으며, 미국이나 유럽 등지에서는 과수원 시스템(orchard system)이란 용어를 주로 사용하고 있다.

과수원 시스템이란 과수원을 가장 효율적으로 관리하기 위한 여러 가지 과수원 구성요소들이 유기적으로 맞물려 돌아가야 한다는 개념에서 유래된 것으로, 이들 과원관리의 구성요소 중 어느 한가지라도 제대로 구성되지 않는다면 밀식재배의 효과를 기대하기 어려울 것이다.

따라서 저수고밀식재배를 위한 과수원 시스템의 구성요소를 대목과 품종, 재식밀도, 재식배치, 수체 특성, 전정기술, 정지방법의 6가지로 구성하고, 이와 같은 구성요소를 조화시키는 것이 저수고밀식재배를 성공으로 이끌 수 있는 기본요소로 삼고 있다(Barritt, 1998).

이러한 저수고밀식재배를 위한 방법 중 품질과 연관지어 볼 때, 세포 분열기 및 과실비대기 중의 토양 수분과계가 매우 중요한 요소가 된다.

사과나무에 미치는 환경요소로 물, 빛 등 여러 가지 자연조건을 들 수 있으며, 최근 들어 지구 온난화 등의 원인으로 예상치 않은 기상변화들이 이루어지고 있어, 이러한 기상변화 중 새롭게 대두가 되고 있는 부분이 생육기 중 가뭄에 의한 수체의 생육불균형과, 생육이 왕성한 여름철에는 강우량이 많아 토양이 일시적으로 침수상태와 같은 조건이라고 할 수 있다.

최근 사과재배의 선진국들에서의 관수시설은 필수적인 작업으로 되었으며, 우리나라에서도 품질의 중요성이 인식되면서 저수고 밀식재배 뿐만 아니라 기존의 일반과수원에서도 어느 정도는 보편화 되어가고 있는 실정이다. 그러나 우리나라도 많은 농가에서 각종 부대시설을 동원하여 관수를 실시하고 있는 실정이나 관수에 효율성을 얻지 못하고 있는 실정이다. 따라서 물 부족 국가에서 수자원보호를 겸한 효율적인 관수 방법을 구명하기 위하여 본 시험을 수행하였다.

II. 재료 및 방법

2002년 3월부터 2002년 11월까지 충주시 동량면 충

주사과시험장에서 '후지' / M.9 2년을 이용하여 시험을 수행하였다. 시험처리는 지상부 스프링클러 방식과, 지표부 점적관수, 지하부 점적관수를 일반적으로 이용되고 있는 지상부 점적관수와 대비하였다.

모든 처리는 tensionmeter를 이용하여 -30kPa을 관수점으로하여 자동관수 되도록 관리하였으며, 지상부 스프링클러 방식은 K-200 미니 스프링클러를 이용하였고, 지하부와, 지상부관수는 압력보상형 점적관수를 이용하였다. 관수량을 조사하기 위하여 각 처리별 유량계를 부착하여 시기별로 관수량을 조사하였으며(Fig. 1), 수체생육상황은 생육정지기인 7월 10일에 주간비대량은 주간에서 5cm 부위를 digital calipers(Mitutoyo 500-181, Mitutoyo, Japan)를 이용하여 조사하여 비대량을 측정하였고, 정단신초장은 나무의 가장 선단에서 자란 신초의 길이를 조사하였으며, 총신초생장은 나무 전체에서 발생한 신초 전체를 측정하였다. 과실의 특성조사는 과중, 당도를 수확후 조사하였다. 또한 관수방법에 따른 엽록소함량 조사는 chlorophyll meter spad-502(Japan)를 이용하여 상대비교를 하였다.

재식거리는 4×1.5m이었으며 시험구 배치는 완전임의배치로 구당 10주 3반복으로 총 120주로 하여 시험을 수행하였으며, 통계처리는 Duncan의 다중검정 5% 수준에서 처리간의 유의성을 검정하였다.

주요 경종관리로 기비는 3월 해동직후에 10a당성분량으로 N:P:K=3:2:3으로하여 N과 K는 2~3회로 분시하였으며, P는 전체를 기비로 시용하였고, 퇴비는 우분 발효퇴비를 10a당 2,000kg을 기비로 시용하였다.



Fig. 1. 이로메타를 이용한 자동 관수시설

III. 결과 및 고찰

우리나라 왜성사과 재배시 최근 급격히 증가하고 있는 후지/M.9 대목을 이용하여 관수 방법에 따른 2년차 생육특성을 조사한 결과는 Table 1과 같다.

주간직경 비대량은 지면스프링클러와 지하부 스프링클러 관수에서 비대량이 많았던 것으로 나타났으며 지표면관수, 지상관수 순으로 나타났다. 수고는 처리간 차이가 없었으며, 수폭에서는 주간직경 비대와 비슷한 경향으로 지하부관수, 지면스프링클러, 지표면관수, 지상관수 순으로 나타났다.

관수방법별 수체생육에 있어 같은 토양수분을 유지하도록 설치하여 관수를 하였으나 직경비대가 지하부 관수와, 지면스프링클러에서 높았던 이유는 동일한 관수점이라도 관수방법상 많은 양의 스프링클러식의 관수와, 지하부관수에 따른 토양수분의 오랜 유지가 다른 처리에 비하여 유효하였다고 판단되며, 이는 토양수분이 장기적으로 지속되는 것이 적정 근권온도 유지에 효과적이므로 사과나무의 수체생육에 효율적으로 판단되었다. Tromp(1992)는 근권온도에 따른 주지와 측지의 생육에 근권온도 28°C에서 측지수와 성장량이 많았다고 하여 본 연구와 같은 경향을 보였으며, 고온기에는 수체생육이 억제된다는 보

Table 1. 관수방법에 따른 수체 생육상황

처리	주간직경 (mm)	수고 (cm)	수폭(cm)	
			주간	열간
			(7월 10일)	
지면 스프링클러 관수	33.4ab	275a	172.0ab	177.6ab
지하부 관수	39.4a	303a	190.8a	197.6a
지표면 관수	27.6b	293a	160.6b	152.2b
지상 (70cm) 관수	26.3b	287a	167.4b	146.2b

Table 2. 관수방법에 따른 신초 생육상황

처리	신초생육(cm)	
	정단신초장	총신초장
(7월 10일)		
지면 스프링클러 관수	59.0a	465.8b
지하부 관수	52.8a	623.8a
지표면 관수	24.8b	473.0b
지상 (70cm) 관수	29.6b	436.8b

고들(Carlson, 1965; Nelson과 Tukey, 1955)과 같은 결과를 보였다.

관수방법에 따른 신초의 생육상황을 조사한 결과 (Table 2) 정단신초장은 스프링클러식 관수와 지하부관수가 59.0, 52.8cm로 지상관수나 지표면관수에 비하여 컸으며, 총신초생장량에 있어서는 지하부관수가 623.8cm로 가장 컸고 나머지 처리에서는 비슷한 경향을 보였다.

사과나무의 고온처리는 절간수를 감소하여 줄기생장이 억제되었으며, 짧은 기간의 고온처리에서 전체 잎은 감소하였으나 처리기간이 길어짐에 따라 단과지가 많이 발생하여 잎이 보충되었다(Gur 등, 1976)는 보고와는 상이한 결과를 나타내었으나, 복숭아의 경우 토양온도를 30°C로 처리하였을 때 생육이 양호하였으나 40°C 이상 처리시에는 생육이 억제되다가 더욱 고온으로 처리하게 되면 고사한다(Wong 등, 1971)고 한 결과에서 본 연구에서도 일정하게 토양온도를 유지시켜줌에 따라 수체의 생육이 왕성하였고 판단되었으나 수체의 생육에는 토양온도 뿐만 아니라, 토양조건, 강수량 등 많은 요인이 작용되므로 보다 자세한 검토가 필요할 것으로 판단되었다.

한편 영양생장 지표를 나타내는 신초생장 정지율을 7월 10일에 조사한 결과(Fig. 2), 2년차 후지품종의 유목으로 전체적으로 낮은 것으로 나타났으며, 특히 지상부의 생육이 왕성하였던 지하부 관수, 스프링클러식 관수에서 낮은 것으로 나타났다.

이와 같은 결과를 Table 2와 같이 비교하고 고찰할 경우, Myers와 Ferre(1983)는 사과재배시 신초길이가

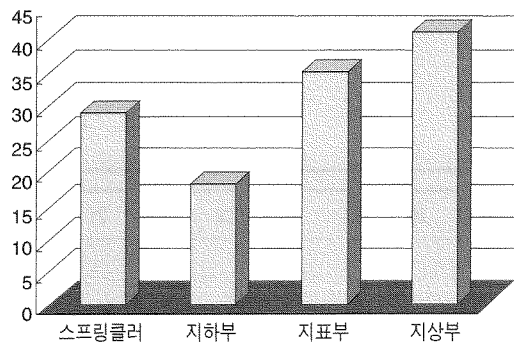


Fig. 2. 관수방법에 따른 신초생육 정지율(7월 10일)

25cm 이상 생장할 경우, 정아의 형성이 감소된다고 하였고 Kim 등(1996)은 M.26 대목에 접목된 'Fuji' 품종의 경우, 생산성이 높은 나무는 신초가 30cm 이상 생장되지 않는다고 하였는데, 본시험에 있어서 M.9 대목의 2년차 신초길이가 24.8~59.0cm로 신초생장 상태는 과다하다고 판단되었으며, 유목기부터 신초발생이 왕성하여 수세안정 이전에는 생장이 일정하지 않았고 과번무의 우려가 있어 우리나라에서의 후지재배는 유목기에 수세조절을 위하여 특별한 관리대책이 요구되었다.

Table 3는 각 처리별 엽내 무기성분을 분석한 결과이다.

N과 Ca 성분은 다른처리에 비하여 지하부 관수에서 낮게 나타났으며 P, K, Mg 성분은 대목간에 차이가 없었다.

Kenworthy(1950)는 M계 왜성대목 종류가 근부로부터 무기물의 상향 이동에 미치는 영향을 조사한

Table 3. 관수방법에 따른 엽내 무기성분함량

관수방법	(7월 10일)				
	N	P	K	Ca	Mg
	(%)				
스프링클러	2.34a	0.20a	0.78a	1.18a	0.29a
지하부	2.06b	0.22a	0.62a	0.99b	0.28a
지표부	2.24a	0.19a	0.64a	1.02a	0.24a
지상부	2.35a	0.21a	0.72a	1.12a	0.26a

결과, N과 P의 함량에는 차이가 없었으며, K와 Ca, 그리고 Mg의 함량에는 대목 종류에 따라 차이가 발생할 수 있다고 보고하였다. 또한 Rom 등(1991)은 대목별 엽내 무기성분 함량은 K와 Mg 성분이 차이를 보이는 반면 N 성분은 차이가 없는 것으로 보고하였다. 그러나 본 시험 결과는 N, Ca만 차이가 있었으며 다른 성분은 차이를 보이지 않아 이들 연구결과와는 차이를 보였다. 엽내 무기성분 함량은 토양 비옥도, 기상, 품종 등 여러 가지 요인에 영향을 받는다(Shin 등, 1988). Lee 등(2001)은 4년생 후지/M.9의 엽내 질소함량과 anthocyanin, 과중, 수량간의 상관을 분석한 결과 약 2.4% 수준이 적정한 것으로 보고하고 있다. 따라서 관수방법에 따른 N 흡수 정도의 차이를 비교해 볼 때, 지하부 관수로 인한 토양의 적정

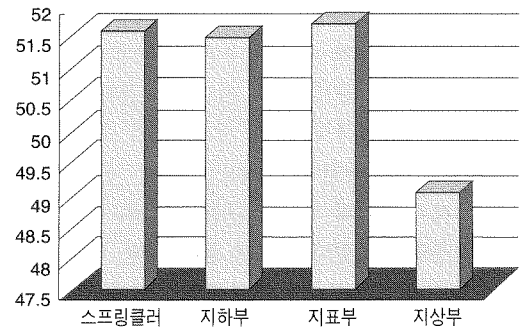


Fig. 3. 관수방법에 따른 엽록소 함량 (7월 10일)

Table 4. 사과 생육기 충주지역의 10mm 이상 일수 및 일일 강수량

처리	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
5월			13.5			11.0	74.0									
6월										45.5						
7월					33.0	17.5								60.		
8월					10.5	105	227	22.0		17.5						
9월	33														12.5	
처리	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
5월																
6월																
7월				31.5			28.0	10.5								
8월												49.5				169
9월	13.5												12.0	18.5		

습윤 상태 유지가 N 흡수량이 낮다고 판단되었다. 그러나 엽내 무기성분 차이를 정확히 분석하기에는 관계되는 요인이 많기 때문에 금후 구체적인 연구가 수행되어야 할 것으로 생각되었다.

Fig. 3은 과수방법에 따른 엽록소 함량을 조사한 것으로 지상부 관수에서 가장 적은 것으로 나타났다.

이와 같이 지상부 관수처리에서 가장 적은 엽록소의 함량은 관수점이 일정하다고 하나 증산량과 관수시기와의 관계에 있어 실제 뿌리가 이용하는 관수점이 다른 처리에 비하여 시간적으로 늦었던 결과로 생각되었다.

Table 4은 관수량의 조사를 보다 정확하게 하기 위하여 시험기간중의 1일 강수량이 10mm이상인 날과 강수량을 표시한 것으로 3일이상 계속하여 비가온시기는 8월 5일~8월 8일의 4일간이 가장 길었던 것으로 나타났다.

Fig. 4는 생육기인 6월부터 10월까지 관수량을 시기별로 측정된 결과이다.

관수량의 전반적인 변화는 초기부터 일정한 경향을 보였으며, 관수량은 스프링클러식 관수, 지상부 관수, 지표부 관수, 지하부 관수 순으로 나타났으며 지하부 관수에 비하여 스프링클러식관수는 2배정도의 차이가 있었던 것으로 나타났다. 이와 같은 결과로 미루어 볼 때 관수점을 -30kPa로 관리한다 하여도 관수시 소요되는 물량은 증산량 등의 차이가 많아 나타난 효과로 판단되었다.

따라서 관수시 관수량의 차이는 수체 생육의 차이를 가져올 수 있을 지라도, 영양생장과 생식생장의

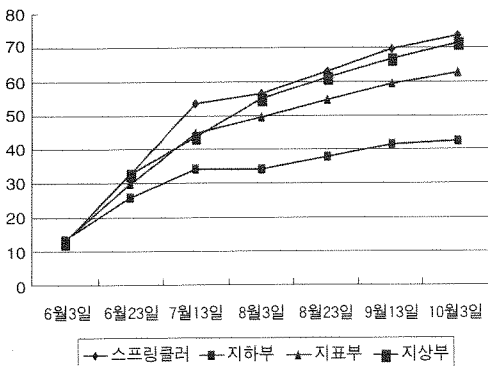


Fig. 4. 관수방법에 따른 시기별 관수량의 경시적 변화

균형을 찾는 것은 어려울 것으로 판단되었으며, 적은 관수량이라도 적정 토양수분 유지에 문제가 없다면 효율적인 관수 방법을 찾는 것이 바람직할 것으로 생각되었다.

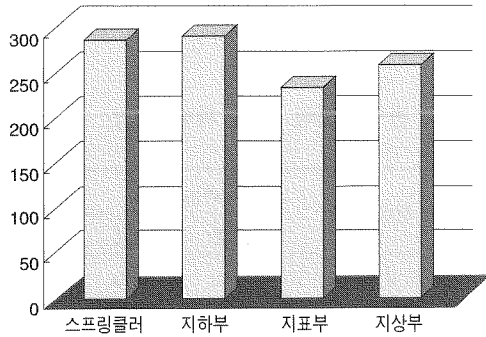


Fig. 5. 관수방법에 따른 평균과중

Fig. 5는 관수방법에 따른 과실의 품질로 평균과중은 지하부관수에서 290.4g으로 가장 컸으며, 스프링클러식 관수, 지상관수, 지표면 관수 순으로 나타났다.

수체의 생장을 영양생장과 생식생장으로 구분할 경우, 수체 생장이 영양생장에 치우쳐 과번무의 발생이 우려되겠지만, 생식생장만을 강조하여 영양생장이 부실할 경우에는 생식생장 역시 저조해질 수밖에 없었기 때문에, 수체의 영양생장과 생식생장은 병행되어야 할 과정으로 판단되었다.

수체의 생산성 증가를 고려할 때 이들 두 관계 사이의 불균형 초래는 수세저하 또는 과번무의 원인을 제공하게 된다. 특히, 대목의 특성상 M.9 대목은 비록 정부우세성(頂部優勢性)의 유지가 용이하여 수체의 과번무에 대한 염려가 적다 하더라도, 수세안정 이전에 수세의 저하가 우려되는 바 이에 대한 관리방법의 개발이 필요한 것으로 판단되었다.

처리간 과실크기는 Table 5 차이가 없었으며, 당도는 지표면관수와 지상관수에서 17°Bx로 가장 높았으며 지하부 관수, 스프링클러식 관수는 16.4, 15.0°Bx로 낮은 경향을 보였다.

한편 과실의 당도에 있어 영양생장이 저조한 지상부 관수와 지표면 관수에서 높았는데, 당도는 광투과와 정(+)의 상관성이 있다는 여러 연구자의 보고(Doud와 Ferree, 1980; Jackson과 Palmer, 1997; Morgan 등,

1984)를 종합해 볼 때, 수관 내에 충분한 수광은 과피의 착색을 증진시키고 과실의 품질을 일정 수준 개선시킬 수 있겠지만, 수체의 영양생장이 전제되지 않았을 경우, 충분한 엽조직의 확보와 수관 내 과실의 적정 배치가 이루어지지 않아 과육의 당도 또는 산도를 개선시킬 수 없다고 판단되었다.

Table 5. 관수방법에 따른 과실 특성

처리	과실크기		당도
	중경	횡경	
지면 스프링클러 관수	74.9a	83.2a	15.0a
지하부 관수	73.8a	87.4a	16.4a
지표면 관수	67.1a	81.4a	17.2a
지상 (70cm) 관수	70.4a	84.0a	17.2a

IV. 결론

지금까지의 결과로부터 사과나무 과수원의 관수는 방법에 따라서 관수량의 과다 및 과실 품질에 많은 영향을 가져오는 것으로 나타났다.

따라서 토양내 적정 수분을 유지하면서도 관수량을 효율적으로 활용할 수 있는 방법 개선이 선행되어야 할 것으로 판단되었으며, 특히 물 부족국가인 우리나라에서의 관수 방법을 지상부에서 지하부위로 개선하여 과수산업의 경쟁력은 물론 수자원의 보호로 안정적인 국가의 발전에도 크게 영향을 미칠 것으로 판단된다.

인용 문헌

1. Barritt, B.H., 1998. Orchard management systems for Fuji apples. Compact Fruit Tree, 31:10~12.
2. Carlson, R. F., 1965. Responses of malling merton clones and delicious seedlings to different root temperatures. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 86:41~45
3. Doud, D.S. and D.C. Ferree, 1980. Influence of

altered light levels on growth and fruiting of mature 'Delicious' apple trees. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 105:325~328.

4. Gur, A., J. Hepner and Y. Mizrahi, 1976. The influence of root temperature on apple trees. I. Growth responses related to the application of potassium fertilizer. J. Hort. Sci. 51:181~193.
5. Jackson, J.E. and J.W. Palmer, 1977. Effects of shade on the growth and cropping of apple trees. II. Effects on components of yield. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 52:253~266.
6. Kenworthy, A.L., 1950. Nutrient element composition of leaves from tree. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 55:41~4.
7. Kim, J.K., J.S. Hong, S.B. Kim, C.J. Yun, and G.C. Song, 1996. Comparison of growth characteristics by different productivity in 'Fuji' apple trees grafted on M.26. RDA. J. Agr. Sci. 38:660~666.
8. Lee, H.C., J.K. Kim and I.G. Yun, 2001. Studies on nutritional diagnosis and tree vigor of M.9 in 'Fuji' apple. Res. Rept. RDA (H) 199~208.
9. Morgan, D.C., C.J. Stanley, R. Volz, and I.J. Warrington, 1984. Summer pruning of 'Gala' apple: the relationships between pruning time, radiation penetration, and fruit quality. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 109:637~642.
10. Myers, S.C. and D.C. Ferre, 1983. Influence of time of summer pruning and limb orientation on yield, fruit size, and quality of vigorous 'Delicious' apple trees. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 108:630~633
11. Nelson, S. H. and H. B. Tukey, 1955. Root temperature affects the performance of east malling apple rootstocks. Michigan Quarterly Bulletin 38:46~51
12. Rom, C.R., R.C. Rom, W.R. Autio, D.C. Elfving, and R.A. Cline, 1991. Rootstock effects on foliar nutrient content of 'Starkspur Supreme' in the

- NC-140 rootstock trials. Compact Fruit Tree 24:11~14.
13. Shin, K.C., J.S. Choi, M.S. Kim, and S.B. Kim. 1988. Studies in the nutritional diagnosis of dwarf apple trees (*Malus domestica*, Borkh). Res. Rept. DA(H)30(3):38~48.
 14. Tromp, J., 1992. The effect of soil temperature on lateral shoot formation and flower-bud formation in apple in the first year after budding. J. Hort. Sci. 67:787~793.
 15. Wong, T. L., R. W. Harris and R. E. Fissell. 1971. Influence of high soil temperatures of five woody-plant species. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 96:80~82
 16. Yun, C.J., Y.U. Shin, J.H. Hoang, J.K. Kim, J.S. Hong, H.C. Lee, J.K. Park, J.M. Park, K.H. Kim, Y.P. Hong, and B.N. Lee. 1996. Standard cultivation textbook for apple culture. RDA, p.15~145.