

배 신고 품종의 잎 내 무기성분의 시기별 함량 변화와 잎 내 무기성분 함량에 미치는 기후요인

김익열 · 류종호 · 김미영

(주) 대유 식물영양연구소

(2005년 7월 4일 접수; 2005년 8월 5일 수락)

Changes of Inorganic Nutrient Contents in Leaf of 'Niitaka' Pear and Inorganic Nutrient Contents of Leaf Influenced by Meteorological Elements

Ik-Youl Kim, Jong-Ho Ryu and Mi-Young Kim

Research Institute of Plant Nutrient, Dau Yu Co., Inc., GyungSan 712-820, Korea

(Received July 4, 2005; Accepted August 5, 2005)

ABSTRACT

This study was conducted to investigate inorganic nutrient contents in spur leaf and shoot leaf of 'Niitaka' pear during the growing season and leaf inorganic nutrient contents as influenced by meteorological elements. The contents of N, P, K, and Mg were decreased in spur leaf during their vegetative growth, while Ca and Mn increased. The contents of N, P, K, Mg, and Fe showed no differences between spur leaf and shoot leaf. However Ca, Mn, Zn, and Cu contents were higher in spur leaf than those in shoot leaf, but B content was lower in spur leaf than those in shoot leaf. The content of N in shoot leaf was positively correlated with mean temperature, whereas negatively correlated with maximum temperature. The content of P in spur leaf was negatively correlated with maximum temperature. The content of Ca in spur leaf was negatively correlated with mean temperature, whereas positively correlated with maximum and minimum temperature. The contents of Mg and B in shoot and spur leaf were positively correlated with mean temperature, whereas negatively correlated with maximum and minimum temperature. The contents of Ca and Mn showed significant differences between spur leaf and shoot leaf at mid-July to early August. These results suggest that sampling is important to distinguish between spur leaf and shoot leaf for diagnosis of nutrient conditions in pear trees.

Key words : Niitaka pear, Inorganic nutrient, Meteorological element, Leaf

I. 서 언

우리나라에 재식된 배 품종 중에서 '신고'는 가장 높은 비율을 차지하고 있으나, 신고 품종에 대한 영양 생리에 관한 연구는 많지 않다. Shim *et al.*(1973)이 배 장십랑과 만삼길 품종의 잎 내 다량원소의 변화를

조사하였고, 이후 Lee *et al.*(1998)이 신고 품종에 대한 잎 내 무기성분의 적정범위를 보고하였으나, 시기별 무기성분의 함량 변화에 관한 보고는 미흡한 실정이다. 과수와 같은 영년생 작물의 영양 진단 방법으로 잎 분석을 이용하여 왔는데, 우리나라에서는 1961년 Lee 등이 사과 잎 분석을 처음으로 시도하였고, 1962

년 Youn이 전국의 사과 포장을 대상으로 잎 분석을 통한 영양 진단을 시작하였다(Lee *et al.*, 1962; Youn, 1967). 이러한 잎 분석은 생육 중 수체 내 무기성분의 과잉 또는 부족 정도를 미리 진단할 수 있기에 생리장애 발생의 우려가 있는 과원에 대하여 적절한 방지 대책을 제시할 수 있었다. 일반적으로 영양 진단을 위한 잎 채취는 7월 20일부터 8월 10일 사이에 실시하고 있으나, 이 시기는 생육 및 과실 품질 향상을 위한 덧거름 사용으로 인해 정확한 영양진단에 대한 문제점이 지적된다(Kim *et al.*, 2002). 따라서 좀 더 명확한 영양 진단을 위해서는 생육 기간 동안의 각 원소별 변화에 대한 연구가 필요하다. 이러한 잎 내 무기성분의 변화는 포장의 토양 및 시비조건 등의 1차적 요인에 직접적인 영향을 받기도 하지만(Lee *et al.*, 1998), 생육 기간 중의 기상 변화는 수체영양과 과실의 품질에 매우 민감하게 영향을 미친다. 최근까지 잦은 종자 형질과 가을보리의 수확량에 미치는 기후 변화에 관한 보고와(Joo *et al.*, 1999; Shim *et al.*, 2002), 사과 과실 품질에 미치는 요인에 관한 보고 등이 있다(Seo and Park, 2003). 그러나 수체 잎 내 무기성분 함량 변화에 미치는 기상 요인 등에 관한 보고는 미흡한 실정이다. 따라서 본 시험은 기상 요인이 잎의 무기성분 함량 변화에 미치는 영향을 조사하여, 좀 더 명확한 수체 영양진단의 기초 자료로 이용하고자 본 연구를 수행하였다.

II. 재료 및 방법

본 시험은 1999년, 2000년, 2002년 3년간 경북 경주시 배동에 소재 하는 Y자 수형의 12년생 신고 품종이 재식(5.5×1.5 mm, 127주/10a)된 포장에서 시험하였으며, 각 년도별 만개일은 1999년에는 4월 20일, 2000년 4월 15일, 2002년에는 4월 7일경이었다. 시험 기간 동안의 포장 관리는 일반적인 관행 포장 관리 기준에 준하여 년 간 10a당 약 질소 10.0 kg, 인산 5.0 kg, 가리 8.0 kg, 퇴비 1.5톤 정도를 1-2월경에 사용하였으며, 전체적인 포장 토성은 식양토였다.

시험기간(1999, 2000, 2002년) 동안의 평균, 최고, 최저 기온, 강우량 및 일조량 등의 기상변화는 경주시 기술센터의 기상 관측소에서 조사하였고, 만개일과 잎 채취 일을 기준으로 각 기상 변화를 21일 간격으로 구별하였다.

무기성분 분석을 위하여 과충 잎은 만개 후 19일경, 신초 잎은 만개 후 40일 경부터 3주 간격으로 각각 채취하였으며, 당년에 자란 도장성 가지의 성숙한 잎과, 결실지의 과실이 착과 되지 않은 과충 잎을 구별하여 주당 각 30매, 총 5주를 선정하여 채취하였다. 그리고 비 이온성 세제와 증류수로 세척한 잎 샘플을 건조기(70°C)에서 건조한 다음 분쇄하여 무기성분 분석용 시료로 사용하였다.

포장의 토양 특성을 알아보기 위해서 1999년, 2000년, 2002년 3년간 7월 하순경 대각선 방향으로 5곳을 채취하여 농촌진흥청 토양 화학 분석법(RDA, 1988)에 준하여 pH는 토양과 물을 1:5로 하여 측정하였고, 유기물은 회화법, 질소는 Kjeldahl법으로 분석하였다. 유효태 인산은 Lancaster법으로, 양이온은 IN-ammonium acetate로 침출하였고, 미량원소인 Fe, Mn, Cu 및 Zn은 diethylene triamine penta acetic acid(DTPA)에 의한 중합 침출액 법으로 추출하였다. K는 atomic absorption spectrophotometer(Perkin Elmer 2380)로, 그 밖의 다량원소 P, Ca, Mg과 미량원소 Fe, Mn, Cu, Zn은 inductively coupled plasma(Perkin Elmer Optima 3000 SC)로 분석하였다.

잎 시료의 분해는 습식 분해법으로 하였는데, 시료 1 g을 500 mL 분해용 플라스크에 넣고 분해액(H₂O₂ 250 mL+H₂SO₄ 100 mL+HClO₄ 450 mL) 20 mL를 가하고, 서서히 가열하다가 차츰 온도를 올려 180~200°C에서 가열 분해시켜 얻은 액을 식힌 후 Whatman 여과지(No. 6)로 여과하여 100 mL 메스플라스크에서 증류수로 정용하였다. N은 Kjeldahl법, 황산법으로 분석하였고, 다른 다량원소와 미량원소는 토양 분석과 동일한 기기로 분석하였다.

III. 결과 및 고찰

3.1. 토양 이화학적

공시된 배 과원 토양의 이화학적 특성을 보면, 년도에 따른 뚜렷한 함량 차이는 없었다. 유기물 함량(40.0~42.0 g · kg⁻¹)과 유효 P 함량(704~751 mg · kg⁻¹)과 K 함량(1.38~1.57 cmol · kg⁻¹)과 Mg 함량(2.07~2.29 cmol · kg⁻¹)은 정상 기준 범위보다 높은 경향을 보였다. 그러나 토양 pH(6.0~6.2)와 Ca 함량(4.91~5.76 cmol · kg⁻¹)은 정상 범위 내에 속하였다(Table 1). 특히 공시 포장의 유효 P 함량(704~751 mg · kg⁻¹)은 정

Table 1. The soil property of the experimental pear orchard on Kyeongju in the 3 years

Year	pH (1:5)	OM (g · kg ⁻¹)	Av. P (mg · kg ⁻¹)	K			Ca			Mg			Mn			Fe			Zn			Cu		
				(cmol · kg ⁻¹)			(mg · kg ⁻¹)			(mg · kg ⁻¹)			(mg · kg ⁻¹)			(mg · kg ⁻¹)			(mg · kg ⁻¹)					
1999	6.1 ± 0.3 ^a	42.0 ± 5.2	751 ± 132	1.57 ± 0.33	5.76 ± 2.0	2.07 ± 0.56	7.7 ± 2.1	63.4 ± 5.8	11.5 ± 3.1	3.76 ± 0.67														
2000	6.0 ± 0.4	41.0 ± 4.8	715 ± 147	1.38 ± 0.42	5.50 ± 2.3	2.16 ± 0.67	6.8 ± 1.1	71.5 ± 8.6	10.9 ± 2.9	4.62 ± 0.73														
2002	6.2 ± 0.3	40.0 ± 4.9	704 ± 130	1.40 ± 0.37	4.91 ± 1.8	2.29 ± 0.48	4.7 ± 0.8	67.5 ± 7.9	10.0 ± 3.6	3.77 ± 0.49														
Normal	6.0-6.5	25-35	200-300	0.3-0.6	5-6	1.2-2.0	-	-	-	-														

^aMeans standard errors for 5 replication in orchard.

상 범위(200-300 mg · kg⁻¹)보다 2배 이상 높았지만, 전국 과원의 평균 P 함량(802 mg · kg⁻¹)보다는 낮았다(Lee *et al.*, 1998). 전체적으로 공시 포장의 다량 원소들은 전국 평균치보다 다소 높은 경향을 보였다(Table 1). Lee and Kim(2001)은 이러한 과원의 토양에 대하여 pH가 높은 과원일수록 유기물 함량, K, Ca 및 Mg의 함량은 높고, P 함량은 과원별로 차이가 심하여 일정한 경향이 없다고 보고하였는데 본 시험 포장의 이화학적 특징도 이와 유사한 경향을 보였다.

3.2. 기상 변화

시험 기간(1999, 2000, 2002년)동안 만개 일을 기준으로 3주 간격으로 공시 포장의 평균, 최저, 최고 기온 및 강우량과 일조량을 조사한 결과는 아래와 같다(Table 2).

1999년의 기상 개황 중 평균, 최고, 및 최저 기온은 평년(1993~2002년)과 비슷하였으나, 만개 후 187일(4~10월)까지의 누적 강우량은 평년보다 43% 정도 많았다. 특히 만개 후 104일~124일까지는 202.5 mm, 125일~145일까지는 249.0 mm, 146일~166일까지는 255.5 mm로 각각 평년보다 약 21%, 120%, 115% 정도 많았다. 반면 전체적인 일조량은 평년에 비해 상대적으로 9% 정도 적었는데, 강우량이 많았던 만개 후 83일 이후부터 다소 적은 경향을 보였다.

2000년의 평균, 최고, 및 최저 기온도 평년보다 비슷하였으나, 누적 강우량은 평년보다 6% 정도 적었다. 특히 만개 후 20일부터 82일경까지는 평년에 비해 40% 정도 강우량이 적어 한발이 심한 날씨를 보였으나, 만개 후 146일~166일(9월) 경에는 평년에 비해 117%정도 강우량이 많았다. 전체적인 일조량도 평년에 비해 6% 정도 적었으며, 강우가 많았던 만개 후 104일부터 166일경까지는 평년에 비해 9-18% 정도 적어, 과실 비대기에 흐린 날이 많았다.

2002년의 평균, 최고, 및 최저 기온은 평년에 비해 다소 낮은 경향을 보였으나, 뚜렷한 차이는 없었다. 강우량은 평년에 비해 35% 정도 많았는데, 특히 만개 후 104일~124일(7월) 경에는 408.0 mm, 125일~145일(8월) 경에는 227.5 mm로 평년에 비해 각각 145%, 101% 정도 많았다. 일조량은 상대적으로 평년에 비해 7% 정도 적어 전체적으로 강우량은 많고 일조량은 적은 경향을 보였다. 시험 기간 동안의 평균, 최고, 최저 기온 등을 비교해 보면, 2000년이 가장 높았으나 년도별 뚜렷한 차이는 인정되지 않았다. 1999년과 2002년의 강우량은, 평년보다 각각 43%, 35% 정도 많았으나, 2000년은 평년보다 6% 정도 적었다. 그리고 일조량은 평년보다 적어, 1999년은 9%, 2000년은 6%, 2002년은 7% 정도 적었다. 이와 같이 배 생육기간 동안의 기상을 비교해 보면, 1999년과 2002년은 평년에 비해 강우량이 많고 일조량은 적었던 반면, 2000년은 강우량과 일조량이 적은 흐린 날이 많았다.

3.3. 과총 잎과 신초 잎의 무기성분 변화

과총 잎의 N 함량 변화를 보면, 만개 후 19일경에서 40일경까지는 급격하게 감소하였으나, 만개 후 187일까지는 완만하게 감소하였다. 신초 잎은 만개 후 40일경에서 187일까지는 완만하게 감소하는 경향을 보였다(Fig. 1). 이와 같이 잎 내 N 함량 변화를 보면, 년도 별(1999, 2000, 2002년)과 잎의 위치(신초, 과총 잎)에 따른 함량 차이는 인정되지 않았으나 생육 초기 급격하게 감소한 후 생육 중, 후기부터는 일정한 경향을 보였다.

과총 잎의 P 함량 변화를 보면, 만개 후 19일경에서 40일경까지는 급격하게 감소하였으나, 이후 만개 후 187일까지는 완만하게 감소되었다. 신초 잎의 경우도 만개 후 40일경에서 만개 후 187일까지는 완만하

Table 2. Seasonal variations of air temperatures, rainfall, and duration of sunshine observed at the meteorological station in Kyeongju

DAFB ^z	1999	2000	2002	An avg. year ^y
<i>Mean temperature(°C)</i>				
1 ~ 19	15.0(103)	14.0(97)	13.3(92)	14.5
20 ~ 40	17.2(101)	17.4(102)	16.2(95)	17.0
41 ~ 61	20.6(104)	20.3(103)	21.7(110)	19.7
62 ~ 82	20.5(92)	23.8(107)	20.5(92)	22.2
83 ~ 103	23.8(97)	26.4(107)	24.6(100)	24.6
104 ~ 124	24.7(97)	25.3(100)	23.6(93)	25.4
125 ~ 145	22.5(97)	24.1(104)	23.3(101)	23.1
146 ~ 166	21.0(112)	18.2(97)	17.7(94)	18.8
167 ~ 187	14.0(94)	14.3(96)	14.7(99)	14.9
Mean	19.92(99)	20.42(102)	19.51(97)	20.02
<i>Max. temperature(°C)</i>				
1 ~ 19	23.5(108)	22.2(102)	19.4(89)	21.8
20 ~ 40	24.6(102)	25.0(103)	23.0(95)	24.2
41 ~ 61	27.9(106)	27.8(105)	30.5(115)	26.4
62 ~ 82	25.2(92)	30.0(109)	25.5(93)	27.5
83 ~ 103	28.4(96)	32.4(109)	30.1(101)	29.7
104 ~ 124	29.5(96)	30.8(101)	27.4(90)	30.6
125 ~ 145	27.1(94)	28.6(99)	29.1(101)	28.9
146 ~ 166	26.5(105)	24.0(96)	24.8(99)	25.1
167 ~ 187	21.1(94)	21.8(97)	22.1(99)	22.4
Mean	25.98(99)	26.96(102)	25.77(98)	26.29
<i>Min. temperature(°C)</i>				
1 ~ 19	7.5(99)	6.8(89)	7.2(95)	7.6
20 ~ 40	10.5(102)	10.8(106)	10.1(100)	10.2
41 ~ 61	13.9(101)	13.9(101)	13.9(101)	13.7
62 ~ 82	16.6(93)	19.1(107)	16.4(92)	17.8
83 ~ 103	20.5(100)	21.6(106)	20.5(100)	20.4
104 ~ 124	21.6(100)	21.5(100)	20.4(95)	21.5
125 ~ 145	19.2(103)	20.8(112)	19.1(103)	18.6
146 ~ 166	17.1(127)	13.6(101)	12.5(93)	13.5
167 ~ 187	8.4(98)	8.2(95)	8.5(99)	8.6
Mean	15.03(102)	15.14(103)	14.29(97)	14.66
<i>Rainfall(mm)</i>				
1 ~ 19	71.0(158)	45.0(100)	114.0(253)	45.0
20 ~ 40	62.5(111)	47.0(83)	41.5(73)	56.5
41 ~ 61	99.5(130)	7.0(9)	4.0(5)	76.7
62 ~ 82	137.0(85)	77.0(48)	161.5(100)	161.5
83 ~ 103	148.5(133)	160.5(144)	101.5(91)	111.4
104 ~ 124	202.5(121)	128.0(77)	408.0(245)	166.7
125 ~ 145	249.0(220)	103.0(91)	227.5(201)	113.3
146 ~ 166	255.5(215)	258.5(217)	79.0(66)	118.8
167 ~ 187	57.5(130)	15.5(35)	73.5(167)	44.1
Mean	142.56(143)	93.50(94)	134.50(135)	99.33

계 감소되었다(Fig. 1). 만개 후 103일경의 과충, 신 로 Lee *et al.*(1998)이 보고한 표준치 0.14%와 정상 초 앞의 P 함량은 각각 0.22~0.29%, 0.23~0.28% 범위 0.11~0.17% 보다 2배정도 높았는데, 이는 본

Table 2. Continued

	Duration of sunshine(hr/day)			
1 ~ 19	9.18(118)	7.30(94)	6.93(89)	7.74
20 ~ 40	8.69(111)	6.93(88)	7.29(93)	7.83
41 ~ 61	8.13(108)	7.51(99)	9.15(121)	7.54
62 ~ 82	4.59(79)	6.05(104)	4.68(80)	5.82
83 ~ 103	4.77(77)	6.55(109)	6.03(98)	6.18
104 ~ 124	5.23(88)	5.45(91)	4.02(67)	5.97
125 ~ 145	4.06(62)	5.84(90)	5.39(83)	6.51
146 ~ 166	5.31(87)	5.01(82)	5.93(97)	6.11
167 ~ 187	5.25(79)	6.21(94)	6.37(96)	6.61
Mean	6.13(91)	6.32(94)	6.20(93)	6.70

^ZDays after full bloom

^YAn average year:1993-2002

() Ratio of each year to average year

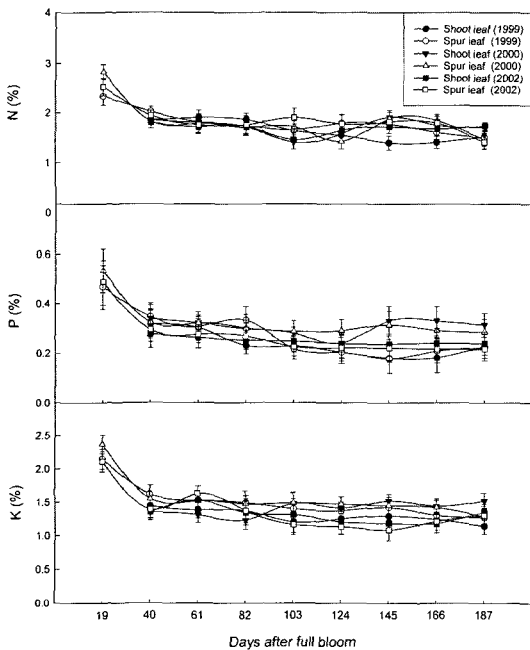


Fig. 1. Changes of nitrogen, phosphorus, and potassium contents in shoot leaf and spur leaf of 'Niitaka' pear. Vertical bars indicate standard error.

시험 포장의 P 함량이 토양 개량 목표치 200ppm에 비해 상당히 높았기 때문으로 생각된다. 본 연구의 과충 잎의 P 함량의 변화 경향은 Ishihara(1982)과 Sanchez-Alonso and Lachica(1987)의 보고와 유사하였으며, 잎의 위치(신초, 과충 잎)에 따른 함량 차이는 인정되지 않았다. 년도 별 잎의 P 함량을 비교해 보면, 기온과 일조량이 가장 높았던 2000년이 가장 높

은 경향을 보여 기상 요인과 상관성이 있을 것으로 추측되지만, 좀 더 자세한 연구가 있어야 할 것으로 생각된다.

과충 잎의 K 함량 변화를 보면, 만개 후 19일경에서 40일경까지 급격하게 감소하였으나, 187일까지는 완만하게 감소되었다. 신초 잎의 경우도 만개 후 40일경에서 187일까지 완만하게 감소되었는데, 이러한 변화는 N, P의 변화 경향과 유사하였다(Fig. 1). 본 시험의 잎 내 시기별 K 변화 경향은 Ishihara(1982), Roger and Batjer(1954), Sanchez-Alonso and Lachica *et al.*(1987)의 보고와 유사하였다. 잎의 위치(신초, 과충 잎)에 따른 K 함량 차이는 인정되지 않았고, 기온과 일조량이 높았던 2000년이 다른 해에 비해 높은 경향을 보였으나, 뚜렷한 유의성은 인정되지 않았다. 위의 결과에 의하면 신초, 과충 잎의 N, P, K 원소는 만개 후 40일 이후부터는 뚜렷한 함량 변화가 없음을 알 수 있었다.

과충 잎의 Ca 함량을 보면, 만개 후 19일경에서 187일경까지 지속적으로 증가한 반면, 신초 잎은 만개 후 40일경에서 61일경까지 증가한 후 103일경까지는 감소하여, 187일경까지는 서서히 증가하는 경향을 보였다(Fig. 2). 본 연구 결과에 의하면 과충 잎과 신초 잎의 Ca 함량은 만개 후 40일에서 61일까지는 다소 비슷하였으나, 만개 82일 이후부터는 확연한 차이가 인정되어, 잎의 위치에 따른 좀 더 명확한 연구가 있어야 할 것으로 생각된다. 만개 후 103일경의 과충, 신초 잎의 Ca 함량을 보면 각각 1.25~1.38%, 0.67~0.86%로 Lee *et al.*(1998)이 보고한 표준치 1.42%와

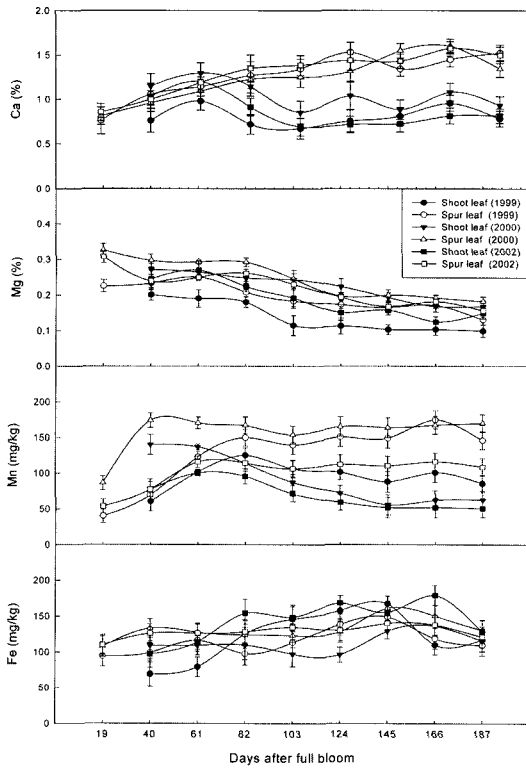


Fig. 2. Changes of calcium, magnesium, manganese, and iron contents in shoot leaf and spur leaf of 'Niitaka' pear. Vertical bars indicate standard error.

정상범위 1.18~1.67%에 과충 잎은 포함 되었지만, 신초 잎은 정상 범위보다 낮았다. 이는 어린잎 보다는

성숙한 잎의 Ca 함량이 높았다는 Yim (1992)의 보고와 일치하였는데, 이러한 잎의 위치에 따른 함량 차이는 Ca이 다른 원소에 비해 이동성이 떨어지기 때문으로 생각된다. 또한 시기별로 강우량이 많았던 만개 후 103일과 124일경의 신초 잎의 Ca 함량이 각각 0.67~0.86%, 0.71~1.04%로 가장 낮았고, 다른 해 보다 강우량이 많았던 1999년의 신초 잎의 Ca 함량이 가장 낮은 경향을 보였다. 이는 토양 수분이 많을 때 잎의 Ca 함량이 낮았다는 Goode and Ingram(1971)의 보고와 유사한 결과를 보였는데, 신초 잎의 Ca 함량은 기상요인 중 강우량과 밀접한 관계가 있을 것으로 생각된다.

과충 잎의 Ca 함량은 생육초기부터 후기까지 지속적으로 증가하였는데, 이와 같은 변화 경향은 Roger and Batjer(1954), Ishihara(1982), 및 Sanchez-Alonso and Lachica *et al.*(1987)의 보고와 유사하였다. 이와 같이 잎의 Ca 함량은 잎의 위치, 강우량 등의 환경 조건에 따라 민감한 차이를 보였기 때문에 보다 정확한 영양 진단을 위해서는 잎 채취시 과충 잎과 신초 잎을 구별하고, 기상조건도 고려하여야 할 것으로 생각된다(Fig. 2).

Mg의 함량 변화를 보면, 만개 후 19일경에서 187일경까지 지속적으로 감소되었고, 신초 잎도 만개 후 40일경에서 187일경까지 감소하였다(Fig. 2). 이와 같이 과충 잎과 신초 잎은 생육 후기로 갈수록 감소하

Table 3. The equations estimated from multiple regression among mineral contents of leaves and some meteorological elements

	Regression Equations	R ²
<i>Shoot leaf</i>		
N	$Y=2.3961 + 0.3950*X_1^2 - 0.2367*X_2 - 0.1728X_3 - 0.0006X_4 + 0.0431X_5$	0.4791*
Mg	$Y= -0.0350 + 0.1735**X_1 - 0.0608*X_2 - 0.0996*X_3 - 0.0003*X_4 - 0.0210X_5$	0.6773**
Mn	$Y=37.6218 + 76.2500*X_1 - 23.6401X_2 - 46.2828*X_3 - 0.1706X_4 - 23.7963X_5$	0.4211*
Fe	$Y=149.0655 - 23.5805X_1 + 15.2438X_2 + 9.1260X_3 + 0.0458X_4 - 15.6126X_5$	0.5091*
B	$Y=62.4218 + 39.6426*X_1 - 19.1334*X_2 - 17.6122*X_3 - 0.0210X_4 - 2.0044X_5$	0.7577**
<i>Spur leaf</i>		
N	$Y=2.3187 + 0.2387X_1 - 0.2127X_2 - 0.0655X_3 + 0.0008X_4 + 0.1925X_5$	0.4062*
P	$Y=0.4567 + 0.1283X_1 - 0.0789*X_2 - 0.0571X_3 - 0.0001X_4 + 0.0326X_5$	0.5337**
K	$Y=1.6658 + 0.3059X_1 - 0.1922X_2 - 0.1367X_3 - 0.0002X_4 + 0.1249X_5$	0.4580*
Ca	$Y=1.4371 - 0.5172*X_1 + 0.2471*X_2 + 0.2693*X_3 + 0.0002X_4 - 0.0572X_5$	0.6398**
Mg	$Y=0.1264 + 0.1761*X_1 - 0.0714*X_2 - 0.0971*X_3 - 0.0002X_4 + 0.0131X_5$	0.5479**
Mn	$Y=60.6609 - 3.5019X_1 + 18.3509X_2 - 7.7183X_3 - 0.1621X_4 - 33.7602X_5$	0.5766**
B	$Y=66.4683 + 33.6517*X_1 - 17.7501*X_2 - 14.0330X_3 - 0.0285X_4 + 0.7362X_5$	0.5522**

* and ** refer to significance at 1% and 5% level respectively.

²X₁: Mean temperature, X₂: Maximum temperature, X₃: Minimum temperature, X₄: Rainfall, X₅: Duration of sunshine.

는 경향을 보였는데, Roger and Batjer(1954)와 Himelrik and Walker(1982)가 보고한 내용과 유사하였다. 그러나 배 ‘이십세기’ 잎과 sweet cherry 잎의 Mg 함량은 후기로 갈수록 증가되었다는 상반된 보고도 있다(Ishihara, 1982; Sanchez-Alonso and Lachica, 1987). 만개 82일부터 124일까지는 잎의 Mg 함량이 급격히 감소하는 경향을 보였는데, 이는 도장지 2차 성장과 급격한 과실 비대로 인한 Mg 요구량이 높아졌기에, 수체 내 잎의 Mg 농도가 급격히 낮아졌을 것으로 생각된다. 잎의 위치에 따른 과총 잎과 신초 잎의 Mg 함량은 뚜렷한 차이가 없었으나, 기온과 일조량이 높았던 2000년의 잎 내 Mg 함량이 높았는데, 특히 기상 요인 중 기온은 잎 내 Mg 함량과 밀접한 관계가 있었다(Table 3).

과총 잎의 Mn 함량은 만개 후 19일경에서 82일경까지 급격히 증가한 후, 만개 후 187일경까지는 뚜렷한 변화가 없었다. 신초 잎의 Mn 함량은 만개 후 40일경에서 82일경까지 급격히 증가한 후, 만개 후 187일경까지는 지속적으로 감소하여, 생육 중, 후기부터는 과총 잎에 비해 확연히 낮은 경향을 보였다(Fig. 2). 이는 Ca 원소와 같이 수체 내 이동성이 활발하지 못한 Mn이 후기로 갈수록 신초 잎으로의 재분배가 원활하지 못하였기 때문으로 생각된다. 잎의 위치에 따라 Mn의 함량 차이가 확연하여 좀 더 정확하게 수체 내 Mn의 함량을 조사하기 위해서는 잎의 위치를 구별해서 분석하는 것이 좋을 것으로 생각된다. 본 연구의 과총 잎의 Mn 함량 변화는 Sanchez-Alonso and Lachica(1987)의 보고와 유사한 경향을 보였으며, 년도 별 과총 잎의 Mn 함량을 비교해 보면, 기온과 일조량이 높았던 2000년이 가장 높은 경향을 보였다. 잎의 Mn 함량은 평균 기온과 밀접한 관계가 있음을 알 수 있었다(Table 3).

과총 잎의 Fe 함량을 보면, 만개 후 19일경에서 187일경까지 서서히 증가하였고, 신초 잎도 서서히 증가하는 경향을 보였다(Fig. 2). 신초 잎과 과총 잎의 뚜렷한 함량 차이는 인정되지 않았으나, 생육 후기로 갈수록 다소 증가되는 경향을 보였는데, 이는 Sanchez-Alonso and Lachica(1987)이 보고한 내용과 일치하였다. 그리고 만개 후 103일경에 채취한 과총, 신초 잎의 Fe 함량은 각각 113.4~134.6 mg · kg⁻¹, 97.2~148.3 mg · kg⁻¹로 Lee et al.(1998)이 보고한 정상범위 72-121 mg · kg⁻¹ 보다는 다소 높은 경향을 보

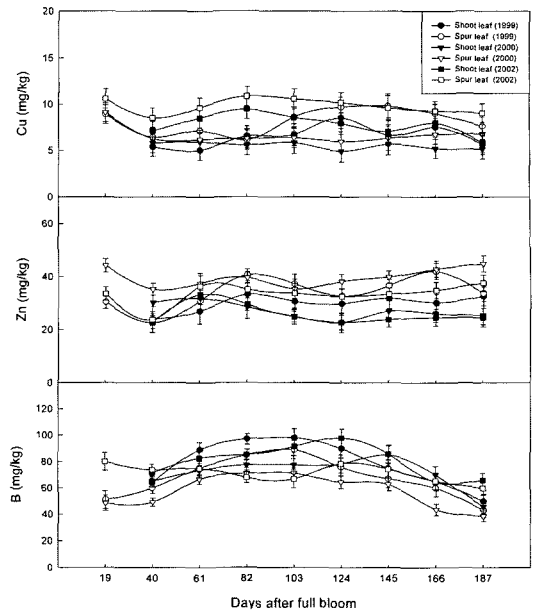


Fig. 3. Changes of copper, zinc, and boron contents in shoot leaf and spur leaf of ‘Nijitaka’ pear. Vertical bars indicate standard error.

였다.

과총 잎과 신초 잎의 Cu 함량 변화를 보면, 만개 후 19일경에서 187일경까지 서서히 감소하는 경향을 보였다(Fig. 3). 잎의 위치에 따른 Cu 함량을 비교해 보면, 신초 잎보다는 과총 잎의 Cu 함량이 다소 높은 경향을 보였는데, 이는 수체 내 이동성이 낮기 때문에 새로 성장되는 신초 잎으로의 이동이 원활하지 못하여 신초 잎의 Cu 함량이 낮은 것으로 추정된다. 과총 잎과 신초 잎의 Zn 함량을 보면, 만개 후 19일경부터 만개 후 187일경까지 뚜렷한 변화 경향은 없었으나(Fig. 3), Sanchez-Alonso and Lachica(1987)는 후기로 갈수록 Zn 함량이 감소한다고 하여 본 연구와 차이를 보였다. 잎의 위치에 따른 Zn 함량을 비교해 보면, 과총 잎의 Zn 함량은 신초 잎보다 다소 높은 경향을 보였는데, 미량 원소로서 수체 내 이동성이 낮기 때문으로 생각된다. 과총 잎과 신초 잎의 B 함량을 보면, 만개 후 19일경에서 만개 후 187일경까지 서서히 증가한 후 생육 후기로 갈수록 감소하는 경향을 보였고, 신초 잎의 B 함량은 과총 잎보다 다소 높았다(Fig. 3).

잎의 위치에 따른 각 원소의 함량 차이를 비교해 보면, N, P, K, Mg, Fe 성분은 과총 잎과 신초 잎

의 함량 차이가 없었으나, Ca, Mn, Cu, Zn 성분은 과충 잎이 신초 잎보다 높은 경향을 보였다. 특히 과충 잎의 Ca와 Mn 성분은 신초 잎에 비해 뚜렷하게 높았는데, 수체 내 이동성이 낮은 원소로 생육기간 동안 새로 전개된 잎으로의 이행이 원활하지 못하기 때문으로 추정된다. 이와 같이 정확한 영양 진단을 위해서는 잎 채취 시기와 잎의 종류를 구별하여 분석하여야 할 것으로 생각된다.

3.4. 기상변화와 잎 내 무기성분과의 상관관계

기상 변화와 잎 내 무기성분과의 중회귀 상관관계를 보면, 신초, 과충 잎의 N 변화는 평균, 최고, 최저 기온과 강우량, 일조량 등의 기상 요인들에 대하여 결정계수 0.4791, 0.4062 정도의 상관 정도를 보였다. 그리고 신초 잎의 N 변화와 평균 기온과는 정의 상관(5% 유의성)을, 최고 기온과는 부의 상관(5% 유의성)이 인정되었다(Table 3). 과충 잎의 P 변화는 0.5337의 결정계수를 보였고, 최고 기온과는 부의 상관(5% 유의성)을 보였다. 과충 잎의 Ca 변화는 0.6398의 결정계수를 보였고, 평균 기온과는 부의 상관(5% 유의성)을 최고, 최저 기온과는 정의 상관(5% 유의성)을 보였는데, 추후 이에 대한 좀 더 명확한 연구가 있어야 할 것으로 생각된다. 신초, 과충 잎의 Mg 변화는 각각 0.6773, 0.5479의 결정계수를 보였고, 평균 기온과는 정의 상관(5% 유의성)을, 최고, 최저 기온과는 부의 상관(5% 유의성)을 보였다. 신초, 과충 잎의 Mn 변화는 각각 0.4211, 0.5766의 결정계수를 보였고, 평균 기온과는 정의 상관(5% 유의성)을 보였다. 그리고 신초, 과충 잎의 B 변화는 각각 0.7577, 0.5522의 결정계수를 보였고, 평균 기온과는 정의 상관(5% 유의성)을 최고, 최저 기온과는 부의 상관(5% 유의성)을 보였다. 전체적인 잎의 무기성분 변화와 기상 요인들을 보면 평균 기온과는 정의 상관, 최고, 최저 기온과는 부의 상관, 강우량과는 대체적으로 부의 상관을 보였으나, 뚜렷한 유의성은 인정되지 않았다. 지금까지는 잎 내 무기성분 함량 변화에 미치는 기상 요인에 관한 연구가 미미하여, 추후 기상 요인에 대한 더 많은 연구가 수행되어 좀 더 명확한 사실들이 밝혀져야 할 것으로 생각된다.

IV. 초 록

본 연구는 배 신고 품종의 영양 진단을 위해 과충 잎과 신초 잎을 구별한 무기성분 변화와 기상요인이 잎의 무기성분 함량에 미치는 영향을 조사하였다. 과충 잎의 N, P, K, Mg 함량은 후기로 갈수록 감소되었으나, Ca, Mn 함량은 증가되었다. N, P, K, Fe 함량은 과충 잎과 신초 잎의 함량 차이가 거의 없었다. 과충 잎의 Ca, Mn, Cu, Zn 성분은 신초 잎보다 높았으나, B 성분은 신초 잎보다 낮았다. 신초 잎의 N 성분은 평균 기온과는 정의 상관, 최고 기온과는 부의 상관, 강우량과는 정의 상관, 일조량과는 정의 상관이 인정되었다. 과충 잎의 P 성분과 최고 기온과는 부의 상관, 강우량과는 정의 상관이 인정되었다. 과충 잎의 Ca 성분은 평균 기온과는 부의 상관, 최고, 최저 기온과는 정의 상관을 보였다. 신초, 과충 잎의 Mg, B 성분과 평균 기온과는 정의 상관, 최고, 최저 기온과는 부의 상관이 인정되었다. 일반적인 잎 채취 시기인 7월 중순~8월 상순 사이의 과충 잎 내 Ca, Mn 함량은 신초 잎보다 확연히 높았기 때문에 정확한 영양 진단을 위해서는 신초 잎과 과충 잎을 구별하여 채취하는 것이 좋을 것으로 판단된다.

인용문헌

- 윤성호, 1993: 지구 온난화 현상과 농업부분의 대응방안, 한국과학기술연구원. 기후변화가 한반도에 미치는 영향에 관한 심포지엄 자료<생태계, 농림업분야>, 1-29.
- Goode, J. E. and J. Ingram, 1971: The effect of irrigation on the growth, cropping, and nutrition of Cox's Orange Pippin apple trees. *Journal of Horticultural Science* **46**, 195-208.
- Himelrick, D. G. and C. E. Walker, 1982: Seasonal trends of calcium, magnesium, and potassium fractions in apple leaf and fruit tissues. *Journal of the American Society for Horticultural Science* **107**, 1078-1080.
- Ishihara, M., 1982: *Nutrient physiology of fruit tree*. Agriculture village culture association, 20-24pp.
- Joo, Y. T., S. K. Chon, and D. J. Chung, 1999: The effect of some meteorological factors on the seed characteristics in Korean white pine (*Pinus koraiensis* S. et Z.). *Korean Journal of Agricultural and Forest Meteorology* **1**, 1-13.
- Kim, J. K., H. C. Lee, and I. K. Yoon, 2002: Technology of tree nutrition diagnosis for the improvement of fruit quality. *Korean Journal of Horticultural Science & Technology* **20**, 259-263.
- Lee, H. C., J. K. Kim, and M. S. Kim, 1998: Studies on the nutritional diagnosis of oriental pear (*Pyrus pyrifolia* var.

- culta* NAKAI) cv. 'Niitaka' trees. *Rural Development Administration Journal of Agro-Environment Society* **40**, 94-99.
- Lee, K. Y., H. S. Park, J. H. Kim, and K. H. Youn, 1962: Diagnosis of apple orchards by leaf analysis. *Research Report Rural Development Administration* **5**, 113-129.
- Lee, S. H. and W. S. Kim, 2001: Influence of organic matter content in orchard soils on leaf mineral content, root growth, and fruit quality of pear (*Pyrus pyrifolia*). *Journal of the Korean Society for Horticultural Science* **42**, 444-448.
- RDA, 1988: *Analysis of Soil Chemistry*, Rural Development administration, 238-239pp.
- Rogers, B. L. and L. P. Batjer, 1954: Seasonal trends of six nutrient elements in the flesh of Winesap and Delicious apple fruits. *American Society for Horticultural Science* **63**, 67-73.
- Sanchez-Alonso, F. and M. Lachica, 1987: Seasonal trends in the elemental content of sweet cherry leaves. *Community in Soil Science Plant Analysis* **18**, 17-29.
- Seo, H. H. and H. S. Park, 2003: Fruit quality of 'Tsugaru' apple influenced by meteorological elements. *Korean Journal of Agricultural and Forest Meteorology* **5**, 218-225.
- Shim, K. K., Y. J. Yim, and K. R. Kim, 1973: Changes in major nutrient elements of pear, peach, and grape leaf tissues during autumnal senescence. *Journal of the Korean Society for Horticultural Science* **14**, 7-13.
- Shim, K. M., S. H. Yun, Y. S. Jung, J. T. Lee, and K. H. Hwang, 2002: Impact of recent weather variation on yield components and growth stages of winter barley in Korea. *Korean Journal of Agricultural and Forest Meteorology* **4**, 38-48.
- Yim, Y. J., 1992: Effect of foliar sprays with some growth regulators on ⁴⁵Ca mobility and fractionated calcium concentrations in apple seedling grown under different nutrient-calcium conditions. *Journal of the Korean Society for Horticultural Science* **33**, 161-167.
- Youn, K. H., 1967: Studies on nutritional diagnosis of apple and pear leaf analysis. *Research Report Rural Development Administration* **10**, 1-36.