

기후 요인이 단감 ‘부유’ 및 ‘서촌조생’ 잎의 무기성분 함량 변화에 미치는 영향

김익열¹ · 김민²

¹대유 식물영양연구소, ²대구대학교 응용생명산업학부
(2005년 10월 10일 접수; 2005년 11월 18일 수락)

Effect of Meteorological Elements on Changes of Inorganic Nutrient Contents in Leaf of ‘Fuyu’ and ‘Nishimurawase’ sweet persimmon

Ik-Youl Kim¹ and Min Kim²

¹Research Institute of Plant Nutrient, Dau Yu Co., Inc., Gyung-san 712-820, Korea

²Division of Applied Bioindustry Daegu University, Gyung-san 712-714, Korea

(Received October 10, 2005; Accepted November 18, 2005)

ABSTRACT

This study was conducted to investigate the effect of meteorological elements on the changes of inorganic nutrient contents in leaves of ‘Fuyu’ and ‘Nishimurawase’ sweet persimmon during the growing season. The contents of N, P, K and Cu decreased in leaves of ‘Fuyu’ and ‘Nishimurawase’ sweet persimmon during vegetative growth, while Ca, Mg and Mn increased. The K content was higher in leaves of ‘Fuyu’ than in ‘Nishimurawase’ sweet persimmon. The P and Ca content was higher in ‘Nishimurawase’ leaves than in ‘Fuyu’ sweet persimmon. Mean temperature was positively correlated with content of P in leaves. Rainfall was positively correlated with the content of Ca in leaves, whereas it was negatively correlated with content of N and Cu in leaves. The duration of sunshine was positively correlated with N and Cu in leaves but negatively correlated with that of Ca, Mg, and Mn content.

Key words : Mean temperature, Rainfall, Duration of sunshine

I. 서 론

우리나라의 단감 재배 면적은 2002년 21,124 ha에서 2003년 19,620ha로 다소 감소되었지만(Ministry of Agriculture and Forestry, 2004), 포도, 감귤, 배 다음으로 재식 면적이 넓다. 그 중 단감의 ‘부유’와 ‘서촌조생’은 가장 높은 비율을 차지하는 품종으로 자리 잡고 있으나, 영양 진단에 대한 연구 보고는 많지 않다. 영양 진단은 수체 내 무기성분의 과부족에 의한 생리장애 발생을 예측하고, 이에 대한 적절한 방지 대

책을 제시할 수 있다. 사과, 배, 복숭아 등의 과수와 같은 영년생 작물의 영양 진단 방법으로 잎을 시료로 분석하였다(Lee *et al.*, 1962; Youn, 1967). 잎 내 무기성분의 시기별 변화에 대한 연구는 배 이십세기 품종을 대상으로 이루어졌으나(Ishihara, 1982), 단감의 잎 내 무기성분의 시기별 변화에 대한 연구는 미흡한 실정이다. 이러한 잎 내 무기성분은 포장의 토양 및 시비에 따라 직접적인 영향을 받기도 하지만, 생육기간 중의 기상요인에 의해서도 영향을 받는다(Lee *et al.*, 1998). 지금까지 기후요인에 대한 과실의 품질에

관한 연구(Seo and Park, 2003)와 가을 보리의 수확량에 대한 연구(Shim et al., 2002) 등이 있으나, 기상 변화에 따른 단감 잎의 무기성분에 관한 연구는 수행된 바가 없다. 따라서 본 연구는 단감 '부유'와 '서촌조생' 품종의 잎 내 무기성분의 시기별 변화 경향과 무기성분의 함량에 미치는 기상요인을 조사하여 보다 정확한 수체 영양 진단을 위한 기초자료로 이용하고자 수행하였다.

II. 재료 및 방법

2.1. 공시 포장

본 시험은 동일 행정구역에 속하나 양 끝에 위치하고 있어 기상 차이가 있을 것으로 생각되는 경북 경주시 배동과 안강에 소재한 각각 2곳을 공시 포장으로 정하여, 각 동일 포장 내 약 15년생의 '부유'와 '서촌조생' 품종을 선정하여 시험하였다. 시험기간(2000년) 동안의 평균기온, 강우량 및 일조량 등의 기상변화는 경주시 기술센터의 기상 관측소에서 조사하였다.

2.2. 공시 포장의 토양 분석

각 포장의 토양 이화학성은 포장의 표토를 제거하고 지표로부터 40 cm까지의 토양을 검토량으로 채취하였다. 조사 포장의 토양 이화학 분석은 토양 화학 분석법(RDA, 1988)에 준하여 수행하였으며, pH는 토양과 물을 1:5로 하여 측정하였고, 유기물은 회화법으로 분석하였다. 유효태 P는 Lancaster법으로, 양이온은 1N-ammonium acetate로 침출하였고, Fe, Mn, Cu 및 Zn의 미량 원소는 diethylene triamine penta acetic acid(DTPA)에 의한 종합 침출액 법으로 추출하였다.

침출액을 희석하여 K는 atomic absorption spectrophotometer(Perkin Elmer 2380)로, 그 밖의 다량원소 P, Ca, Mg과 미량원소 Fe, Mn, Cu, Zn, B는 Inductively Coupled Plasma(Perkin Elmer Optima 3000 SC)로 분석하였다.

2.3. 잎의 무기성분 분석

'부유'와 '서촌조생'의 잎은 5월 20일부터 3주 간격으로 11월 5일까지 9회 동안 4반복으로, 각 반복 당 3주씩, 주당 약 15-20매, 지상부에서 1.5 m까지 중간 부위의 잎을 채취하였다. 채취한 잎을 비이온성 세제와 증류수로 세척한 후 건조기(70°C)에서 건조한 다음, 분쇄하여 40 mesh를 통과한 시료 분말을 습식 분해하였다. N 함량은 Automatic Nitrogen Analyzer(TT125 +Vapodest45, Gernardt)로, 다른 무기성분들은 Inductively Coupled Plasma(Optima3000 SC, Perkin Elmer)로 분석하였다.

III. 결과 및 고찰

3.1. 공시 포장의 토양 특성 및 기상변화

각 시험 포장 토양 pH는 Ha et al.(1982)이 보고한 적정 범위인 pH 6.0과 유사하였으며, 유기물 함량은 우리나라 우량 과원 평균인 22 g · kg⁻¹보다 2배 이상 높은 경향을 보여, 대체적으로 포장의 물리성은 매우 양호한 것으로 판단되었다. 일반적인 단감 포장의 유효 P, K, Mg 평균 함량은 각각 200-300 mg · kg⁻¹, 0.83 cmol · kg⁻¹, 1.32 cmol · kg⁻¹정도로 공시포장 보다 낮았다. 배동 포장의 유기물 함량, K, Ca 및 Mg 함량은 안강 포장보다 다소 높은 경향을 보였고, 유효

Table 1. The soil property of the experimental 'Fuyu' and 'Nishimurawase' sweet persimmon orchard

Orchard	culti var	pH (1:5)	OM (g · kg ⁻¹)	Av. P (mg · kg ⁻¹)	K	Ca	Mg	Mn	Fe	Zn	Cu
An kang	Fuyu	5.9	41.9	780	1.89	5.49	2.39	13.0	39.9	7.70	1.90
		± 0.30 ^z	± 8.1	± 133.0	± 0.40	± 1.80	± 0.32	± 0.23	± 0.41	± 0.42	± 0.55
	Nish ^y	6.1	42.2	795	1.92	5.54	2.43	13.3	40.5	7.76	1.94
		± 0.29	± 8.0	± 124.1	± 0.39	± 1.65	± 0.32	± 0.21	± 0.40	± 0.41	± 0.50
Bae dong	Fuyu	6.3	53.1	757	2.29	6.41	3.80	19.9	43.0	5.01	2.97
		± 0.41	± 5.9	± 143.2	± 0.83	± 2.50	± 0.70	± 0.18	± 0.50	± 0.29	± 0.62
	Nish	6.3	52.8	762	2.34	6.30	3.93	19.2	43.7	5.08	2.90
		± 0.44	± 6.0	± 142.0	± 0.92	± 2.62	± 0.63	± 0.19	± 0.52	± 0.33	± 0.60

^zMeans standard errors for 4 replication in orchard.

^yNishimurawase

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

Month	Ankang	Baedong	An avg. year*
Mean temperature (°C)			
1. May~20. May	16.5(104)	15.2(96)	15.8
21. May~11. Jun.	19.1(94)	20.4(108)	18.9
12. Jun.~2. Jul.	20.9(92)	22.7(107)	21.2
3. Jul.~23. Jul.	22.1(92)	26.1(109)	24.0
24. Jul.~13. Aug.	25.2(98)	25.2(98)	25.6
14. Aug.~3. Sep.	22.7(94)	25.9(107)	24.1
4. Sep.~24. Sep.	22.3(111)	19.1(95)	20.1
25. Sep.~15. Oct.	17.2(105)	16.2(99)	16.4
16. Oct.~ 5. Nov.	10.1(105)	12.4(129)	9.6
Mean	19.6(101)	20.4(105)	19.5
Rainfall (mm)			
1. May~20. May	0(0)	37.0(51)	72.8
21. May~11. Jun.	13.0(26)	16.5(34)	49.1
12. Jun.~ 2. Jul.	80.0(44)	77.5(42)	183.1
3. Jul.~23. Jul.	146.5(144)	147.5(145)	102.0
24. Jul.~13. Aug.	79.5(49)	60.0(37)	162.6
14. Aug.~3. Sep.	93.0(70)	184.1(139)	132.7
4. Sep.~24. Sep.	231.5(241)	258.5(269)	96.2
25. Sep.~15. Oct.	18.0(24)	15.5(21)	73.6
16. Oct.~ 5. Nov.	69.5(201)	50.0(144)	34.6
Total	731.0(81)	846.6(93)	906.7
Duration of sunshine (hr)			
1. May~20. May	153.0(104)	141.5(96)	147.1
21. May~11. Jun.	193.0(111)	160.6(92)	173.9
12. Jun.~ 2. Jul.	132.3(105)	126.7(101)	126.0
3. Jul.~23. Jul.	120.5(92)	147.3(112)	131.0
24. Jul.~13. Aug.	146.9(109)	139.5(103)	134.8
14. Aug.~ 3. Sep.	135.5(103)	124.8(95)	131.6
4. Sep.~24. Sep.	105.9(84)	86.3(68)	126.1
25. Sep.~15. Oct.	153.4(110)	147.4(106)	139.5
16. Oct.~ 5. Nov.	127.0(90)	89.8(64)	141.1
Total	1263.6(101)	1163.9(93)	1251.1

*An average year : 1991-2000

() Ratio of each year to average year

P은 안강 포장에 다소 높았으나 포장 간 뚜렷한 함량 차이는 인정되지 않았다(Table 1).

공시 포장의 5월 1일부터 11월 5일까지 기상 변화를 보면, 평균 기온은 안강 포장 19.6°C, 배동 포장 20.4°C로 평년 19.5°C에 비해 다소 높았고 포장간 차이가 인정되었다(Table 2). 강우량은 안강 포장 731.0 mm, 배동 포장 846.6 mm로 평년 906.7 mm에 비해 각각 19%, 7%정도 적었다. 그리고 평년 일조량 1251.1 hr에 비해, 안강 포장은 1263.6 hr로 거의 같

았으나, 배동 포장은 1163.9 hr로 7% 정도 적었다(Table 2). 시험 기간 동안의 전체적인 기상변화를 보면, 두 포장 모두 강우량은 적었고, 배동 포장은 안강 포장에 비해 평균 기온과 강우량은 다소 높았으나, 일조량은 적었다.

3.2. 잎의 무기성분 변화

'부유'의 잎 내 N 변화를 보면, 5월 20일의 안강, 배동 포장은 각각 1.94%, 2.30%에서 7월 23일

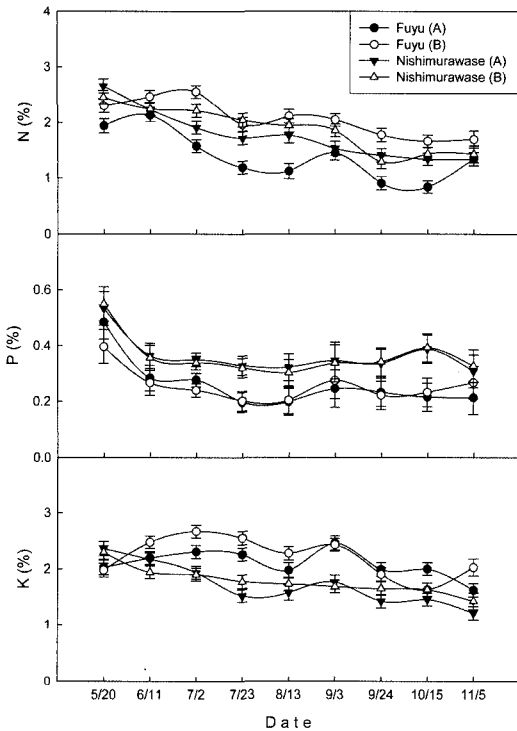


Fig. 1. Changes of Nitrogen, Phosphorus and Potassium contents in leaf of 'Fuyu' and 'Nishimurawase' sweet persimmon. (A), Ankang orchard; (B), Baedong orchard. Vertical bars indicate standard error.

1.19%, 1.97%로 감소되다가 11월 5일까지 1.35%, 1.70%로 완만하게 감소하였다. '서촌조생'의 경우도 5월 20일 2.66%, 2.45%에서 11월 5일까지 1.35%, 1.44%로 지속적으로 감소하였다(Fig. 1). 그리고 각 포장별, 품종 간 차이를 보였는데 잎 내 N 성분은 다른 원소에 비해 평균 기온, 강수량 및 일조량 등의 기상요인에 의해서도 매우 민감하게 영향을 받는 것으로 생각된다(Goode and Ingram, 1971). 본 시험 포장의 잎의 N 함량은 적정 함량이라 보고된 2.14%~2.88% 보다는 다소 낮은 경향을 보였으나, 시기별 N 변화 경향은 Ha et al.(1982)이 보고한 내용한 결과와 유사하였다. 그리고 배와 딸기 잎의 변화 경향과도 유사하였다(Ishihara, 1982; Sanchez-Alonso and Lachica, 1987).

'부유' 잎의 P 함량 변화를 보면, 5월 20일의 안강, 배동 포장은 각각 0.48%, 0.40%에서 6월 11일 0.28%, 0.27%로 급격히 감소되다가 11월 5일까지는 0.21%, 0.27%로 완만하게 감소 또는 지속되었다. '서촌

조생'의 경우도 5월 20일 0.53%, 0.55%에서 6월 11일 0.36%, 0.36%로 급격히 감소되다가 11월 5일까지는 0.31%, 0.33%로 완만하게 감소하였다(Fig. 1). 이와 같이 생육 초기부터 6월 상순까지 급격하게 감소하다 거의 변화가 없는 경향은 Ha et al.(1982)이 보고한 내용과 유사하였다. 각 포장에 따른 함량 차이는 없었으나, '서촌조생' 품종의 잎 내 P 함량은 '부유'보다 다소 높은 경향을 보였다. 이는 품종에 따른 양분 흡수 차이에 의한 것으로 판단되나, 이에 대한 좀 더 면밀한 연구가 있어야 할 것으로 생각된다.

'부유'의 K 함량 변화를 보면, 5월 20일의 안강, 배동 포장은 각각 2.03%, 1.98%에서 11월 5일까지 1.62%, 2.03%로 다소 증가하다 감소하는 경향을 보였다. '서촌조생'의 경우도 5월 20일 2.36%, 2.30%에서 11월 5일까지 1.21%, 1.42%로 완만하게 감소하였다(Fig. 1). 이와 같이 생육 후기로 갈수록 K 함량은 다소 감소하는 경향을 보였는데, 이는 다른 작물에서의 연구 결과와 유사하였다(Ishihara, 1982; Roger and Batjer, 1954; Sanchez-Alonso and Lachica, 1987). '부유' 잎의 K 함량은 Ha et al.(1982)이 제시한 일반 정상범위 2.04%~2.76% 안에 속하였으나, '서촌조생'은 정상범위에 속하지 않았으나 함량 부족으로 인한 생리장애 증상은 발견할 수 없었다. 이는 품종 간 잎 내 K 함량 차이로 인정되지만, 추후 더 많은 연구가 있어야 할 것으로 생각된다.

'부유' 잎의 Ca 함량을 보면, 5월 20일의 안강, 배동 포장은 각각 0.52%, 0.48%에서 11월 5일까지 1.27%, 1.23%로 증가하였으나, 7월 중하순경 다소 감소한 후 증가하는 경향을 보였다. 반면 서촌조생 품종은 5월 20일 0.61%, 0.74%에서 11월 5일까지 1.31%, 1.47%로 지속적으로 증가하여 8월 13일 이후부터는 '서촌조생' 품종이 부유 보다 다소 높았는데(Fig. 2), 추후 품종과 기상 변화에 대한 많은 연구가 있어야만 좀 더 명확하게 알 수 있을 것으로 생각된다. 생육 초기에서 후기까지 잎 내 Ca이 증가한 본 연구 결과는 이전의 보고와 유사하였으며(Ha et al., 1982), 다른 작물에서도 유사한 경향을 보고한 바 있다(Ishihara, 1982; Sanchez-Alonso and Lachica, 1987).

'부유' 잎의 Mg 함량은 5월 20일의 안강, 배동 포장은 각각 0.17%, 0.18%에서 11월 5일까지 0.30%, 0.41%로 증가하였고, '서촌조생'도 5월 20일 0.20%, 0.19%에서 11월 5일까지 0.26%, 0.35%로 증가하는

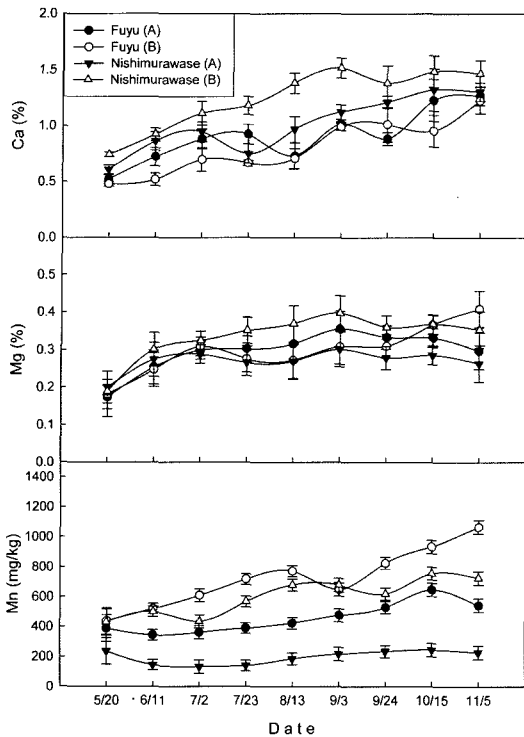


Fig. 2. Changes of Calcium, Magnesium and Manganese contents in leaf of 'Fuyu' and 'Nishimurawase' sweet persimmon. (A), Ankang orchard; (B), Baedong orchard. Vertical bars indicate standard error.

경향을 보였다(Fig. 2). 품종과 지역 간 잎 내 Mg 함량을 보면 배동 포장의 잎 내 Mg 함량이 후기로 갈수록 증가하였는데, 이는 8월 중순이후부터 강우량이 많았기 때문으로 생각된다(Table 2). 생육 전체적으로 증가하는 경향을 보였지만, 7월 2일에서 8월 13일까지와 9월 3일부터 10월 15일까지는 다소 감소하였다. 이와 같은 경향은 7월경 강수량이 많고 도장지 생육이 왕성하여 잎이 많아지면서 Mg 요구량이 높아졌기 때문으로, 그리고 수확기가 다가올수록 과실의 Mg 요구량이 높아져 잎의 Mg 함량이 감소되었을 것으로 추측된다.

'부유' 잎의 Mn 함량은 5월 20일 안강, 배동 포장은 각각 $388.0 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$, $437.2 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 에서 11월 5일 $543.0 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$, $1067.5 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 로 서서히 증가하였고, '서촌조생' 잎의 Mn 함량도 5월 20일 $236.5 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$, $429.7 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 에서 11월 5일 $228.0 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$, $725.0 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 로 증가하는 경향을 보였다(Fig. 2). 이러한 경향은 생육 후기로 갈수록 Mn 함량이 증가하였다는 딸기 잎의 경향과 유사하였다(Sanchez-

Alonso and Lachica, 1987). 품종 간 잎 내 Mn 함량은 부유 품종이 '서촌조생' 보다 다소 높은 경향을 보였는데, 품종에 따른 흡수력의 차이로 인정되나 추후 시험이 있어야 할 것으로 생각된다. 그리고 배동 포장이 안강 포장 보다 잎의 Mn 함량이 높은 경향을 보였는데, 이는 토양 내 Mn 함량이 높고 강우량이 안강 보다 많았기 때문으로 추정된다.

'부유' 잎의 Fe 함량을 보면, 5월 20일 안강, 배동 포장은 각각 $133.1 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$, $83.1 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 에서 11월 5일 $128.7 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$, $142.0 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 로 일정한 경향이 없었으나, '서촌조생' 잎의 Fe 함량은 5월 20일 $88.72 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$, $87.5 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 에서 11월 5일 $103.0 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$, $116.0 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 로 다소 증가하는 경향을 보였다(Fig. 3). 이러한 경향은 후기로 갈수록 감소하였다는 Ha *et al.*(1982)의 보고와는 반대되는 경향을 보였으나, Sanchez-Alonso and Lachica(1987)이 보

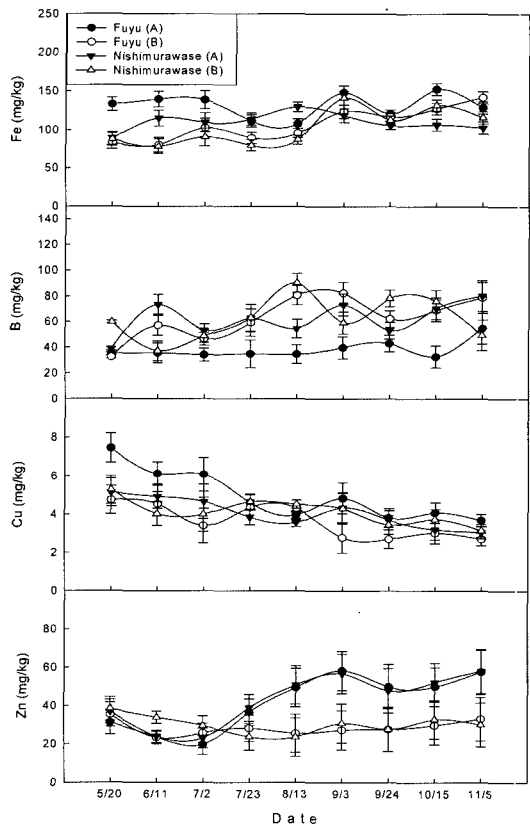


Fig. 3. Changes of Iron, Boron, Copper and Zinc contents in leaf of 'Fuyu' and 'Nishimurawase' sweet persimmon. (A), Ankang orchard; (B), Baedong orchard. Vertical bars indicate standard error.

Table 3. The equations estimated from multiple regression among mineral contents of leaves and some meteorological elements (n=34)

Mineral	Regression Equations	R
N	$Y=1.3727+0.0327X_1^2-0.0028*X_2$	0.4375*
	$Y=0.6718+0.0092X_1+0.0068*X_3$	0.3909*
	$Y=1.1069-0.0007X_2+0.0055X_3$	0.3914*
	$Y=1.1681+0.0279X_1-0.0023X_2+0.0019X_3$	0.4418*
P	$Y=0.4043-0.0034X_1-0.0003X_2$	0.3575*
	$Y=0.3194-0.0058X_1+0.0008X_3$	0.3612*
	$Y=0.3606-0.0004X_2-0.0001X_3$	0.3200*
	$Y=0.3503-0.0047X_1-0.0001*X_2+0.0005X_3$	0.3676*
K	$Y=1.3688+0.0357*X_1-0.0015X_2$	0.4248*
	$Y=0.9926+0.0231X_1+0.0037*X_3$	0.4037*
	$Y=1.1847+0.0206X_2+0.0053X_3$	0.2960
	$Y=1.2573+0.0331*X_1-0.0012X_2+0.0010X_3$	0.4270*
Ca	$Y=1.2703-0.0202X_1+0.0014*X_2$	0.3709*
	$Y=1.7726-0.0075X_1-0.0047*X_3$	0.4252*
	$Y=1.7366-0.0003X_2-0.0053*X_3$	0.4119*
	$Y=1.7153-0.0097X_1+0.0003X_2-0.0041X_3$	0.4268*
Mg	$Y=0.2649+0.0008X_1+0.0022X_2$	0.3162
	$Y=0.3773+0.0029X_1-0.0010**X_3$	0.4670**
	$Y=0.4085+0.0001X_2-0.0008X_3$	0.4408*
	$Y=0.4182+0.0044X_1+0.0002X_2-0.0014*X_3$	0.4862**
Mn	$Y=596.3114-7.3492X_1+0.5109X_2$	0.1661
	$Y=984.6897-1.8549X_1-3.3556*X_3$	0.3621*
	$Y=1232.3190-0.7741X_2-4.9606*X_3$	0.4050*
	$Y=1250.1590+8.13279X_1+1.2138X_2-6.0092*X_3$	0.4215*
Cu	$Y=3.4509+0.0653X_1-0.0064**X_2$	0.4433*
	$Y=1.0787+0.0080X_1+0.0219**X_3$	0.5433**
	$Y=1.1357+0.0002X_2+0.0225**X_3$	0.5423**
	$Y=1.1599+0.0111X_1-0.0003X_2+0.02110*X_3$	0.5435**

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

X_1 : Mean temperature, X_2 : Rainfall, X_3 : Duration of sunshine.

고한 결과와는 동일한 결과를 보였다. 그리고 지역별, 품종별 비교에서는 뚜렷한 경향을 발견할 수 없었다.

‘부유’ 잎의 B 함량을 보면, 32.9 mg · kg⁻¹~82.5 mg · kg⁻¹, ‘서촌조생’ 품종도 48.8 mg · kg⁻¹~133.1 mg · kg⁻¹로 ‘서촌조생’이 다소 높았지만, 품종 간, 포장 간 일정한 경향은 발견할 수 없었다(Fig. 3).

‘부유’ 잎의 Cu 함량 변화를 보면, 5월 20일 안강, 배동 포장은 각각 7.46 mg · kg⁻¹, 4.75 mg · kg⁻¹에서 11월 5일 3.69 mg · kg⁻¹, 2.72 mg · kg⁻¹로 서서히 감소하는 경향을 보였고, ‘서촌조생’ 잎의 Cu 함량도 5월 20일 5.15 mg · kg⁻¹, 5.29 mg · kg⁻¹에서 11월 5일 3.07 mg · kg⁻¹, 3.16 mg · kg⁻¹로 감소하였는데(Fig. 3), 품종별, 지역별 뚜렷한 경향은 인정되지 않았다.

‘부유’ 잎의 Zn 함량을 보면, 5월 20일 안강, 배동

포장은 각각 31.3 mg · kg⁻¹, 35.5 mg · kg⁻¹에서 11월 5일 57.7 mg · kg⁻¹, 33.2 mg · kg⁻¹로 ‘서촌조생’은 5월 20일 37.0 mg · kg⁻¹, 38.5 mg · kg⁻¹에서 11월 5일 58.2 mg · kg⁻¹, 30.2 mg · kg⁻¹로 변화하였다(Fig. 3). 생육 중, 후기로 갈수록 안강 포장에서는 증가하는 경향을 보였으나, 배동 포장은 변화가 없어 포장별 확실한 차이가 인정되었다. 그러나 Zn 원소의 결핍 및 과다에 의한 생리장해 증상은 발견할 수 없었다. 이는 안강 토양 내 Zn 함량이 배동 포장 보다 높았기 때문으로 추정된다(Table 1),

위의 결과로 기상 변화와 포장에 따른 ‘부유’와 ‘서촌조생’ 품종의 잎 내 무기성분의 시기별 함량 변화를 알 수 있었으나, 추후 무기성분 변화에 영향을 미치는 여러 요인에 관한 좀 더 세밀한 시험이 있어야 할 것으로 생각된다.

3.3. 기상요인이 잎의 무기성분에 미치는 영향

기상 요인이 잎의 무기성분 함량 변화에 미치는 영향을 알아보기 위하여 각 무기성분과 기상 요인들에 대하여 중회귀 상관관계를 조사하였다(Table 3). 잎의 N 함량 변화와 평균기온, 강우량 요인들과는 결정계수 $R=0.4375$, 평균기온과 일조량은 결정계수 $R=0.3909$, 강우량과 일조량은 $R=0.3914$, 평균기온, 강우량, 및 일조량의 3요인과는 $R=0.4418$ 정도의 상관관계를 보였다. 잎의 N 함량과 강우량과는 부의 상관(5% 유의성)을, 일조량은 정의 상관(5% 유의성)이 인정되었는데, 이는 배 신초 잎의 결과와 유사하였다(Kim *et al.*, 2005). 지금까지 강우가 많으면 수체 내 N 흡수가 많아져 생육이 촉진되며, 도장 및 새 잎이 전개되는 것으로 알려져 있다. 그러나 신고 배의 부위별 잎과 강우량의 상관관계를 보면, 강우량이 많아질수록 신초 잎 내 N 함량은 감소된 반면, 과충 잎은 증가되는 경향이 있다고 하였다(Kim *et al.*, 2005). 강우량이 많아질 때 수체로 이입된 N 함량은 많아지게 되며, 이때 과충 잎의 N 함량은 증가되며 잎 색도 짙어지지만, 도장지 생육과 새로운 신초 잎의 생성으로 인해 기존 신초 잎 내 N 성분은 다소 감소된다고 하였다(Kim *et al.*, 2005). 본 시험에서도 강우량이 많아질 때 잎 내 N 함량은 감소되는 부의 상관관을 보였는데, 이는 강우량 증가로 신초 생육과 어린 잎의 생육이 왕성해져 기존 신초 잎의 N 성분이 일시적으로 감소하였기 때문으로 생각된다. 그러나 평균기온과 일조량의 증가는 잎의 생육을 증진시켜, 잎 내 N 함량도 증가시켰을 것으로 판단된다.

단감 잎의 P 함량과 평균기온, 강우량, 일조량의 3요인과는 $R=0.3676$ (5% 유의성) 정도의 상관관계를 보였다. 평균기온과 강우량(5% 유의성)과는 부의 관계를, 일조량은 정의 관계를 보였으나, 평균기온과 일조량에서는 뚜렷한 유의성이 인정되지 않았다. 그러나 이와 같은 경향도 배 과충 잎의 경향과 유사하였다(Kim *et al.*, 2005).

잎의 K 함량과 평균기온, 강우량과 일조량은 $R=0.4270$ (5% 유의성) 정도의 결정계수를 보였는데, 특히 평균기온과는 정의 상관(5% 유의성)을 보였다. 잎의 K 함량도 평균기온과 일조량이 높은 조건에서 증가되는 것으로 판단되며, 평균기온이 다소 높았던 배동 포장에서도 잎의 K 함량은 다소 높은 경향을 보였다(Fig. 1).

잎의 Ca 함량과 평균기온, 강우량, 일조량과의 관계를 보면, $R=0.4268$ (5% 유의성) 정도의 결정계수를 보였다. 그리고 강우량과는 정의 상관(5% 유의성)을, 일조량은 부의 상관(5% 유의성)이 인정되어, 강우량이 많고 일조량이 낮은 기상에서 잎의 Ca 함량이 높아짐을 알 수 있었는데, 이와 같은 결과는 신고 배에서의 결과와 동일하였다(Kim *et al.*, 2005). 그러나 이에 대한 명확한 해석을 위하여 추후 많은 연구가 있어야 할 것으로 생각된다.

잎의 Mg 함량과 평균기온, 강우량, 일조량은 $R=0.4862$ (1% 유의성) 정도의 높은 결정계수를 보였는데, 평균기온과 강우량은 정의 상관관계를, 일조량은 부의 상관(5% 유의성)을 보였다. 따라서 평균기온이 높고 강우량이 많은 기상에서 Mg의 함량이 증가되는 것으로 추정된다.

잎의 Mn 함량과 평균기온, 강우량, 일조량은 $R=0.4215$ (5% 유의성) 정도의 결정계수를 보였으며, 일조량은 부의 상관(5% 유의성)이 인정되었다. 잎의 Mn 함량은 평균기온이 높고, 강우량이 적으며, 일조량이 적은 기상에서 증가 되는 것으로 조사되었는데, 이는 배 신초 잎의 결과와 유사하였다(Kim *et al.*, 2005). 잎의 Cu 함량과 평균기온, 강우량, 일조량은 $R=0.5435$ (1% 유의성) 정도의 높은 결정계수를 보였다. 강우량은 부의 관계를, 평균기온과 일조량은 정의 상관(5% 유의성)이 인정되어, 잎의 Cu 함량은 평균기온과 일조량은 높고, 강우량이 적은 기상에서 증가되는 것을 알 수 있었다.

평균기온과 강우량, 일조량 등의 기상요인과 잎의 무기성분 함량 변화에 대한 결과를 보면, 평균기온과 K 함량은 정의 상관관을 보였다. 강우량은 Ca 함량과는 정의 상관관계를, N과 Cu 함량과는 부의 상관관계를 인정되었다. 그리고 일조량은 N과 Cu 함량과는 정의 상관관계를, Ca, Mg 및 Mn과는 부의 상관관계를 인정되었다. 그러나 기상요인과 잎의 무기성분 변화에 관한 명확한 사실들이 밝혀지기 위해서는 더 많은 연구가 있어야 할 것으로 생각된다.

IV. 적 요

본 연구는 동일 포장 내 부유와 서촌조생 품종의 잎 내 무기성분의 시기별 함량 변화와 기상요인을 조사하였다. ‘부유’와 ‘서촌조생’ 잎의 N, P, K, 및 Cu

함량은 후기로 갈수록 감소되었으나, Ca, Mg, 및 Mn 함량은 증가되었다. 그리고 '부유' 잎의 K 함량은 '서촌조생' 보다 높았으나, '서촌조생' 잎의 P와 Ca 함량은 '부유' 보다 높았다. 평균기온과 K 함량은 정의 상관성이 인정되었다. 강우량은 Ca 함량과는 정의 상관성이, N과 Cu 함량과는 부의 상관성이 인정되었다. 그리고 일조량은 N과 Cu 함량과는 정의 상관성이, Ca, Mg 및 Mn과는 부의 상관성이 인정되었다.

인용문헌

- 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.
- Ha, H. S., D. B. Park, and J. S. Heo, 1982: Studies on the nutritional diagnosis of the soil and the plant leaves in sweet persimmon cultivation area of Jinyoung. *Journal Korean Society Soil Science Fertilizer* **15**, 258-269.
- Ishihara, M. 1982. Nutrient physiology of fruit tree. Agriculture village culture association, 20-24.
- Kim, I. Y., J. H. Ryu, and M. Y. Kim, 2005: Changes of inorganic nutrient contents in leaf of 'Niitaka' pear and inorganic nutrient contents of leaf influenced by meteorological elements. *Korean Journal of Agricultural and Forest Meteorology* **7**, 192-200.
- 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.
- Ministry of Agriculture and Forestry, 2004: Agricultural and Forestry Statistical Yearbook. Seoul.
- RDA, 1988: *Analysis of Soil Chemistry*, Rural Development Administration, 38-239.
- 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. 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.
- Youn, K. H., 1967: Studies on nutritional diagnosis of apple and pear leaf analysis. *Research Report Rural Development Administration* **10**, 1-36.