

## 과원토양의 화학적 환경이 신고 배의 품질에 미치는 영향

김익렬 · 장태현<sup>1)\*</sup>

대유 식물영양연구소, <sup>1)</sup>경북대학교 생명자원과학대학 식물자원학과  
(2008년 8월 7일 접수, 2008년 9월 22일 수리)

### Effects of Soil Chemical Properties in Orchards on 'Niitaka' Pear Quality

Kim, Ik Youl, and Taehyun Chang<sup>1)\*</sup> (Research Institute of Plant Nutrient, Dau Yu Co., Inc., Gyungsan, <sup>1)</sup>Dept. of Plant Resources, College of life science and Natural Resources, Kyungpook National University, Sangju 741-711, Korea)

**ABSTRACT:** Soil environmental conditions can affect nutrient availability during growth stage of tree fruit. We investigated the cause of disorderd fruit by the influence of soil chemical properties in orchard soil, composition of mineral nutrient in leaves and fruit to occur physiological disorderd fruit at four locations (Ulsan, Gyeongju, Pyeongtaek, Ansong) compared to healthy. There were significantly different ( $P=0.05$ ) in exchangeable Ca, K, Mg and total nitrogen content in orchard soil between physiological disorderd fruit and healthy fruit. The exchangeable Ca content in orchard soil caused by physiological disorderd fruit was statistically lower than that of healthy fruit. However, exchangeable K, Mg and total nitrogen contents were higher than that healthy ( $P=0.05$ ). There was a significant difference ( $P=0.05$ ) in Ca content between physiological disorderd fruit and healthy. Ca content in fruit flesh of physiological disorderd fruit was statistically lower than that of healthy. The physiological disorderd fruit was a higher ratio of Mg/Ca in fruit flesh and peel compared to healthy fruit and also the ratios of N/Ca and K/Ca in a leaf were higher. The negative correlation between Ca and K, and Ca and Mg was detected in the fruit flesh of physiological disorderd fruit. Therefore, we concluded that insufficient Ca content in fruit may cause 'the physiological disorder' pomelo disease and high content of N, exchangeable K and Mg ion in the soil solution might be disturbs exchangeable Ca ion to be absorbed in fruit.

**Key Words:** 'Niitaka' pear, mineral nutrient, exchangeable Ca, disorderd fruit, K/Ca, Mg/Ca

### 서 론

신고 배는 국내의 주요 재배 품종으로 다른 품종에 비해 생리장해가 적지만, 과수원의 지형적인 조건과 토양 이화학 적 환경의 변화로 인하여 수확기와 저장기 과실에서 생리장 해 증상이 나타나기도 한다. 생리장해의 증상으로는 유부과, water core, 갈변, 흑변현상 및 분질화 현상 등으로, 공통적 인 특징은 건전과실에 비해 생리장해과실의 무기성분인 칼슘 (Ca) 함량이 낮은데 원인이 있다고 한다<sup>1)</sup>. 유부과를 비롯한 칼슘결핍은 생육기중에 Ca 흡수에 장애를 입게 되어 수확기 와 저장 중 품질저하 원인이 된다.

Ca은 식물조직 내에서 다른 원소와 복합적인 결합 형태

를 유지하고 있지만<sup>2)</sup>, 토양으로부터 Ca 이온의 흡수와 체내 에서 전류가 낮아 과실로의 이동에 크게 제한을 받는다<sup>3)</sup>. 따 라서 과실에 Ca 함량의 부족은 Ca 흡수에 관여하는 토양이화 학적인 환경 요인과 무기영양소 간의 균형에 크게 좌우 된다<sup>4)</sup>.

식물에 흡수된 Ca은 주로 식물 세포 벽에 몇 종류의 Ca 형태로 존재하므로 식물체에 흡수된 전체 칼슘 함량 및 Ca 종류별 Ca 함량과 생리장해의 관련성을 평가하기 위해서 추 출 용매를 달리한 추출법을<sup>14)</sup> 이용한다. 추출법을 달리한 칼 쉐의 종류로는 유기산, 염화물 및 질산화합물과 결합되어 있 는 수용성칼슘(soluble Ca), 단백질과 펙틴에 결합되어 있는 치환성칼슘(exchangeable Ca), 인산 및 탄산과 결합되어 있 는 Ca 및 수산화합물(oxalate Ca)과 결합된 산 분해성 Ca 등이 있다. 이중 생리적 활성 칼슘인 수용성칼슘과 치환성 칼 쉐는 식물이 성장후기로 갈수록 총 Ca 함량에서 차지하는 비율이 55%에서 84%로 증가하며<sup>14)</sup>, 특히, 식물의 잎과 과실

\*연락처:

Tel: +82-54-530-1204 Fax: +82-54-530-1209  
E-mail: thchang@knu.ac.kr

조직에 이들 칼슘 함량이 증가하는데<sup>5)</sup>, 이들 칼슘함량이 신고 배에서도 Ca 함량의 부족에 직접적인 영향을 미치는지에 대한 연구가 보고된 바가 없다.

토양에 Ca 함량은 식물이 필요한량 이상 존재하여도 토양수분 및 다양한 토양환경조건에 따라서 경쟁이온과의 유효도에 의해 식물이 흡수하는 Ca 이온의 부족으로 이어져 장해 과실로 되어 생육 후기나 저장 중 과실의 품질을 크게 저하시킨다<sup>5)</sup>. 과실의 Ca 결핍 증상은 생육기간 중 외관상 잘 나타나지 않음으로 생리장해의 진단이 어려워 주로 수확기나 저장 중에 품질이 크게 저하되는 생리장해병으로 나타나는데, 사과에서 대표적인 Ca 결핍에 의한 생리장해는 고두병으로 보고하고 있다<sup>2)</sup>. 고두병이 발생한 과실은 Ca 함량의 부족 뿐만 아니라, N/Ca 비율에서도 직접적인 상관관계가 있으며<sup>7)</sup>, 사과 과육에 K/Ca와 Mg/Ca 비율도 사과 고두병과 매우 밀접한 관계가 있다고 한다<sup>2)</sup>. 그러나 배에 발생하는 Ca 생리장해에 대한 구체적인 연구는 국내에서 보고된 것을 찾을 수가 없었다.

과수원의 토양 환경은 좋은 과실의 생산을 위해 매우 중요하며, 과수원의 지형에 따른비료와 퇴비의 시비량, 시비방법 및 해당년도의 기상 변화 등에 의하여 과수의 영양흡수에 크게 영향을 줌으로<sup>6)</sup>, 특정 영양소의 과다시비 등은 영양소 간의 경쟁, 길항작용 등으로 유사 칼슘결핍 증상들이 여러 지역에서 나타나고 있는 실정이다.

따라서 본시험은 '신고' 배의 과실에 외관상 유부과 증상과 유사한 생리장해가 발생한 4개 지역의 과수원 토양, 잎 및 과실의 무기성분 함량을 조사하여 생리장해과실의 발생과의 유연관계를 조사하여 영농의 기초자료로 활용하고자 수행하게 되었다.

## 재료 및 방법

### 토양 화학성

신고 배에 생리장해과실이 발생한 전년도 과수원 4곳(경주, 평택, 안성, 울산)의 포장과 건전과수원의 토양 시료를 2004년 7월 20일부터 26일 사이에 채취하였다. 각 포장 별 토양채취는 1나무를 1반복으로 하여 3개 나무 아래 표토를 제거한 후 40 cm까지의 토양을 채취하였다. 채취한 토양은 실내에서 3주간 건조 시킨 후 2 mm 체에 통과시킨 시료를 분석용으로 준비하였다. 토양 이화학분석은 토양 화학 분석법에<sup>8)</sup> 준하여, pH는 토양과 증류수를 1:5로 하여 초자전극법으로 측정하였고, 유기물은 회화법으로, 질소는 Kjeldahl 법에 의한 Automatic Nitrogen Analyzer(TT125+Vapodest45, Gerhardt) 분석기로 조사하였다. 유효태 인산은 Lancaster법으로 추출하고, 치환성양이온은 1N-ammonium acetate로 추출하고, Fe, Mn, Cu 및 Zn의 미량 원소는 diethylene triamine penta acetic acid(DTPA)에 의한 침출액 법으로 추출하여 유도결합플라즈마발광광도계(ICP-Optima3000 SC, Perkin Elmer)로 분석하였다.

### 잎과 과실의 무기성분

잎의 무기성분을 분석을 위해 2004년 7월 20일부터 26일 사이에 토양시료 채취와 동일한 경주, 울산, 평택 및 안성의 과수원에서 과실이 착과 되지 않은 과총지의 잎을 주당 약 60-70개의 잎을 채취하였다. 과실은 2004년 10월 14일부터 19일에 사이에 지상에서 1.5 m 부근에 착과된 과실을 취하였다. 잎은 채취 후 흐른 물에 잘 세척을 한 후 송풍식 건조기에서 70°C 정도에서 14일간 건조 후 분쇄하여 분석용으로 준비 하였으며, 과실은 과육과 과피로 구별하여 준비하였으며, 과육은 과피를 제거한 후 표피에서 0.5 cm 정도를 적도면을 중심으로 잘라내어 잎과 같은 송풍식 건조기에서 105°C 정도에서 14일간 건조 후 40 mesh로 분쇄하여 분석용 시료로 준비하였다. 잎과 과실의 질소 분석은 건조한 시료를 켈달 플라스크에 1.0 g을 칭량하여 95% 황산 7 mL와 분해촉진제를 가한 후 360°C에서 2시간 정도 분해하여 Kjeldahl 법으로 Automatic Nitrogen Analyzer를 이용하여 측정하였다. 그 외 무기성분 분석을 위한 잎, 과육 및 과피 시료의 분해는 습식 분해법으로 시료 1 g을 500 mL 분해용 플라스크에 넣고 산 분해용액인 Terneraly solution 분해액(H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 250 mL, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 100 mL, HClO<sub>4</sub> 450 mL) 20 mL를 가하고, 서서히 가열하다가 차츰 온도를 올려 180~200°C에서 완전 분해 시킨 후 충분히 식힌 다음 Whatman 여과지(No.6)로 여과하여 100 mL 메스플라스크에서 증류수로 정량하였다. K는 AAS(Atomic Absorption Spectrophotometer; Perkin Elmer 2380)로, 그 밖의 다량원소 P, Ca, Mg과 미량원소 Fe, Mn, Cu, Zn은 ICP(Inductively Coupled Plasmas; Perkin Elmer)분석기로 분석하였다.

### 결합 형태별 Ca 함량

잎과 과실의 Ca 함량은 건전 과수나무와 생리장해가 발생한 과수나무를 비교 분석을 하였다. 잎과 과실의 결합 형태별 Ca 함량의 분석은 Himelrik과 Walker<sup>5)</sup>의 방법에 따라서 실시하였다. 수용성 Ca은 함량분석은 건조한 시료 1.0 g을 Whatman(No.1) 여과지에 상치하고 100°C의 증류수로 추출시킨 추출액에 증류수로 100 mL가 되게 정량 후 분석하였다. 치환성 Ca 함량 분석은 수용성 Ca을 분석 후에 남은 잔사를 삼각 플라스크에 넣은 후 1N NaNO<sub>3</sub> 70 mL를 첨가 후 2시간 진탕 추출 하여 정량분석 하였다. 약산 과 강산에서 분해한 후 Ca 함량은 치환성 Ca 함량 분석과 동일한 방법으로 70 mL의 1N CH<sub>3</sub>COOH(HAc)와 2N HCl 용액을 사용하여 추출한 후 정량 분석을 하였다<sup>5)</sup>. 이중 수용성 Ca과 치환성 Ca을 생리적 활성 Ca으로 삼았다<sup>5)</sup>. 과실의 조직관찰을 위해서는 건전 과실과 생리장해 결핍 과실의 조직을 육안과 현미경으로 관찰하였으며, 조직에 병원성 미생물의 존재여부도 조사하였다.

## 결과 및 고찰

### 생리 장애 과실의 증상과 품질

경주를 비롯한 4개 지역의 과원에서 재배되고 있는 신고 배에서 나타난 생리장애증상은 외관상으로 유부과의 증상과 유사하였다(Fig. 1). 과실 표면이 건전과실처럼 매끄럽지 못하고 유자 껍질처럼 울퉁불퉁한 거친 표면을 가졌다(Fig. 1, A). 이는 이십세기 품종에서 자주 발생하는 전형적인 증상으로<sup>16)</sup> 과실의 과육조직은 Fig. 1, B에서와 같이 치밀하지 못하고 스폰지같이 조직이 파괴된 것을 볼 수 있다. 과실의 품질에서(Table 1) 과실의 경도는 건전과실과 생리장애과실 간의 통계적인 유의 차이를 보였다( $P=0.05$ ). 생리장애과의 과실 경도가 건전 과실에 비해 낮았다. 과실의 무게와 당도는 통계적인 유의 차이는 보이지 않았지만, 건전과실보다 과실 무게가 가볍고, 당도는 낮은 경향을 보였다.

### 토양 화학성

생리장애과실이 발생한 경주, 평택, 안성 및 울산의 과수원의 토양 화학성을 비교 조사한 결과는 Table 2과 같다. 4개 지역의 토양화학성을 조사한 결과 지역별 무기성분의 함량차이가 크다는 것을 볼 수 있었다. 지역적으로는 경주 지역 과원 토양에 무기성분 함량은 치환성 Ca 함량에서 유의차이

를 보였으며, 그 외 3개 지역 토양에는 T-N, 치환성 K 함량 및 치환성 Mg 함량에서 유의 차이를 보였다.

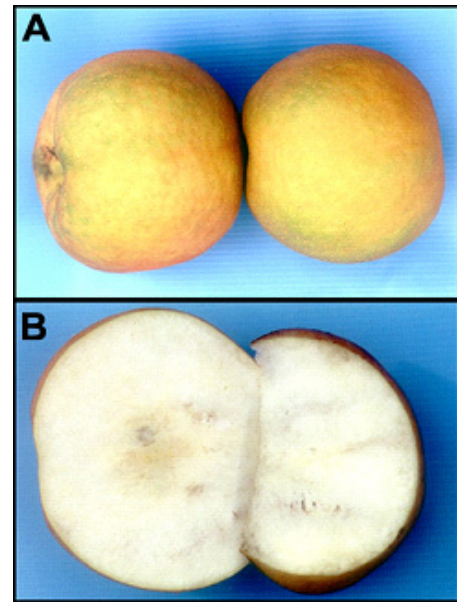


Fig. 1. Symptom of 'Niitaka' pears collected from orchard. A) Symptom of fruit skin. B) Symptom of fruit flesh.

Table 1. Fruit weight, firmness and soluble solid content in healthy and disordered 'Niitaka' pears<sup>z</sup>

Symptom	Fruit weight (g)	Fruit firmness (kg)	Soluble solids ( <sup>o</sup> Brix)
Healthy	727.9±50.4	1.64*	13.0
Disordered	697.5±58.7	1.54	12.6

<sup>z</sup>Samples were collected from October 14th through 19th 2004.

\*Significant at 5% level by t-test.

Table 2. Chemical properties of soils collected from four locations in orchards<sup>z</sup>

Locations	Pears	pH	T-N	Av. P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K	Ca	Mg	Mn	Fe	Cu	Zn
		(1:5with H <sub>2</sub> O)	(g kg <sup>-1</sup> )	mg kg <sup>-1</sup>	Ex. Cation (cmol <sup>+</sup> kg <sup>-1</sup> )	mg kg <sup>-1</sup>	mg kg <sup>-1</sup>	mg kg <sup>-1</sup>	mg kg <sup>-1</sup>	mg kg <sup>-1</sup>	mg kg <sup>-1</sup>
Kyeongju (n=3)	Healthy	6.4	4.3	704	1.40	5.34*	2.17	8.7	78.6	4.17	10.6
	Disordered	6.3	3.5	884	1.64	4.19	2.19	5.5	45.4	10.3	12.6
Pyeongtaek (n=3)	Healthy	5.3	4.0	654	1.13	5.90	1.40	20.7	47.3	6.57	10.9
	Disordered	6.3	7.0	794	2.97*	5.72	3.52*	18.5	45.4	22.3	12.2
Anseong (n=3)	Healthy	6.1	4.5	369	0.86	5.52	1.21	11.3	22.9	5.83	9.13
	Disordered	6.2	4.6	488	2.37*	5.15	2.65*	19.8	40.7	2.43	10.3
Ulsan (n=3)	Healthy	6.7	3.8	492	0.93	4.94	1.47	8.3	35.4	4.94	8.75
	Disordered	6.9	3.9	594	2.25*	4.83	2.53*	18.5	31.4	3.78	7.39

<sup>z</sup>Soil samples were taken from July 20th through 26th 2004 with four replications.

\*Significant at 5% level by t-test.

또한 생리장해가 발생한 과원 토양의 K/Ca 및 Mg/Ca 비율을 보면(Fig. 2), 조사지역 모든 토양과 건전 과원 토양 간의 통계적인 유의차이를 보였으며, N/Ca 비율도 평택지역 과원에서 통계적인 유의 차이를 보인 것으로 조사되었다( $P=0.05$ ).

본 시험에서 조사한 토양화학성은 생리장해가 발생한 4개 지역의 토양에 Ca 함량이 건전한 과원 토양에 비해 상대적으로 낮은 것으로 조사되었다. 특히 경주 과수원의 경우, 생리장해과실이 발생한 과원 토양에 Ca 함량은 건전한 과원토양에 비해 통계적인 유의성 있는 것으로 보아 토양에 Ca 함량의 부족이 생리장해과의 유발에 직접적인 원인이 되었을 것으로 판단된다(Table 1).

경주지역의 과수원의 경우 상대적으로 다른 지역에 비해 경사가 심하며, 제조작업으로 인한 토양이 노출되어 있어 비에 의한 토양 유실이 심해보였다. 평택, 안성과 울산 과원의 경우, 생리장해 발생 나무의 토양과 건전과원 토양 간에 치환성 Ca 함량은 뚜렷한 통계적인 유의 차이를 보이지 않았지만, 치환성 Ca 이온과의 경쟁이나, 길항관계를 갖는 치환성 K와 Mg 함량이 생리장해가 발생한 과원토양에서 통계적으로 높게 나타난 (Table 1) 것으로 보아, 이들 치환성 이온들이 상대적으로 높아 치환성 Ca 이온과의 경쟁으로 인하여 흡수에 직접적인 장애 요인이 되어 생리장해를 유발한 것으로 판단된다.

치환성 Ca 이온흡수에 영향을 미치는 전질소(T-N)함량이 높은 평택과원의 경우도 T-N에 의해 치환성 Ca 이온의 흡수에 제한적인 요인으로 작용하였을 것으로 볼 수 있다<sup>16)</sup>. 유부과의 발생이 심한 이십세기 배 품종은 6월과 7월에 토양이 건조하게 되면 칼슘의 흡수가 잘되지 않아 유부과 발생이 심해지고 칼리질 비료를 과다하게 사용해도 유부과 발생이 비례적으로 증가된다고 한다<sup>16)</sup>. Mantinger<sup>8)</sup>에 의하면 사과나무 재배토양에 N가 과다할 때, K를 과다 시비하면 Ca 결핍에 의한 고두병 발생이 조장되며, 과실의 Ca 부족 증상은 토양 내 Ca 함량뿐만 아니라 길항관계에 있는 양이온의 함량과도 밀접한 관계가 있다는 것을 제시하였다.

### 잎과 과실의 무기성분

생리장해과실이 발생한 나무와 건전한 나무의 잎과 과실에 무기성분을 분석한 결과는 Table 3과 같다. 생리장해과실이 발생한 과일 근처의 신초가지의 잎과 과충 잎의 무기성분을 조사한 결과 Ca 이온을 비롯한 양이온 함량에서는 통계적인 유의차이는 없었다. 그러나 K/Ca 비율은 생리장해과실이 발생한 신초가지의 잎과 과충 잎 모두에서 통계적인 유의 차이를 보였고( $P=0.05$ ), N/Ca 비율은 신초가지의 잎에서만 유의 차이를 보였다( $P=0.05$ ). 이 결과로 보아 과실근처의 잎과 가지에 Ca 함량은 과실에 직접적으로 영향을 미치지 않은 것으로 판단되며, 이는 식물체내에서 Ca 이동과 연관이 있다<sup>2)</sup>.

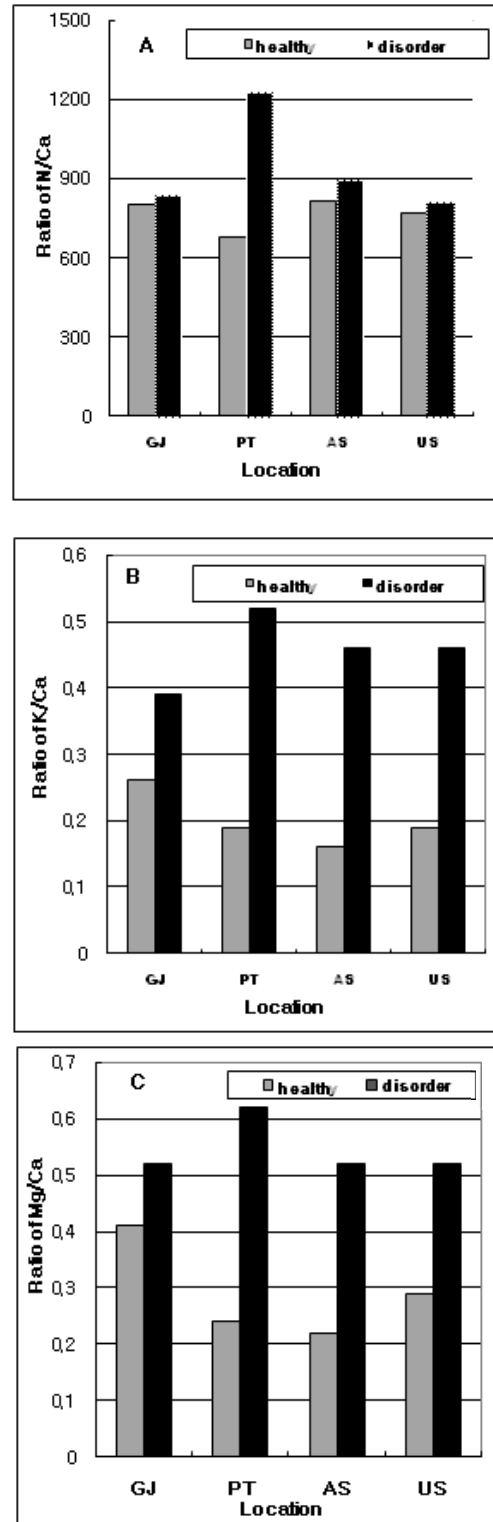


Fig. 2. Comparisons of N/ Ca, K/ Ca, and Mg/ Ca ratios in the soils of between physiologically disordered fruit and healthy. A) Ratio of N/ Ca. B) Ratio of K/ Ca\*. C) Ratio of Mg/ Ca\*. GJ = Gyeongju, PT = Pyeongtaeg, AS = Ansung, US = Ulsan  
\* Significant at 5% level by t-test.

**Table 3. Contents of mineral nutrients in leaves of 'Niitaka' pears<sup>z</sup>**

Samples	N	P	K	Ca	Mg	Mn	Fe	Cu	Zn	N/Ca	K/Ca	Mg/Ca	(N+K+Mg)/Ca
	%			mg kg <sup>-1</sup>			Ratio						
Shoot leaf													
Healthy	1.98	0.32	1.56	0.79	0.13	14.7	110.7	2.12	14.2	2.51	1.97	0.16	4.65
Disordered	2.20	0.33	1.88	0.69	0.13	21.6	110.6	2.29	13.6	3.17*	2.72*	0.18	6.10
Spur leaf													
Healthy	1.74	0.27	1.41	1.39	0.14	29.4	110.5	1.81	15.5	1.25	1.01	0.10	2.37
Disordered	1.67	0.26	1.64	1.31	0.13	32.2	113.8	1.71	14.5	1.27	1.25*	0.10	2.63

<sup>z</sup>leaf samples were taken from July 20th through 26th 2004 with four replications.

\*Significant at 5% level by t-test.

**Table 4. The contents of mineral nutrients in fruit of 'Niitaka'<sup>z</sup>**

Samples	N	P	K	Ca	Mg	Mn	Fe	Cu	Zn	N/Ca	K/Ca	Mg/Ca	(N+K+Mg)/Ca
	(%)	(mg kg <sup>-1</sup> )	(%)	mg kg <sup>-1</sup>			Ratio						
Fruit flesh													
Healthy	0.46	709	1.01	297*	471	6.35	36.8	4.09	2.85	15.5	34.0	1.58	51.08
Disordered	0.44	724	0.97	264	513	10.9	30.9	3.17	3.37	16.8	36.7	1.94*	55.35
Fruit peel													
Healthy	0.65	538	0.76	530*	720	17.2	22.6	7.26	10.1	12.3	14.3	1.36	27.96
Disordered	0.64	627	0.77	496	820*	20.7	37.3	7.7	10.7	12.9	15.5	1.65*	30.08

Fruit samples were collected from October 14th through 19th 2004 with four replications.

\*Significant at 5% level by t-test.

생리장해과실이 발생한 과실의 껍피와 과육에 Ca 함량 (Table 4)은 통계적인 유의 차이를 보였다( $P=0.05$ ). 생리장해과실의 과육과 껍피에 Ca 함량이 건전과실보다 보다 낮았다. 그러나 Mg 함량은 껍피에서 통계적인 유의 차이를 보였다( $P=0.05$ ). 생리장해과실의 껍피에 Mg 함량이 건전과실 보다 높았다. 또한, 과육에 Mg/Ca 비율과 껍피의 Mg/Ca 비율에 있어서도 통계적인 유의 차이를 보였다( $P=0.05$ ). 이 결과로 보아 생리장해과실은 Ca 이온 흡수에 직접적으로 영향을 미친 것으로 보이며, 아울러 Ca 이온과 길항적인 관계를 보이는 Mg 이온도 Ca 이온의 유효도에 직접적으로 영향을 미치는 것으로 판단된다.

과수에서 많은 양의 Ca 이동은 신초가 생장이 왕성 하는 시기에 뿌리로부터 지상부로 이동이 되며, 과실에 Ca 함량은 신초가 성장하는 유과기에 과실에 Ca 함량이 높아지다가 과실의 크기가 증가함에 따라 과실에 Ca 함량의 농도가 빠르게 희석이 된다<sup>9,14</sup>). 사과 'Delicious'에서 발생되는 생리장해인 내부 갈변(bitter pit, cork spot)은 과육에 Ca의 임계 수준의 함량이 평균적으로 200 mg kg<sup>-1</sup>보다는 높다고 보고한<sup>10</sup>) 반면, 사과 'Fuji'에서 고두병이 발생한 과실의 과육에 Ca 함량은 150 mg kg<sup>-1</sup>에 불과 하다는 하였으며, 잎에 Ca 함량은 1.3% 이하에서 발생된다는 것은<sup>11</sup>), 과수는 종류에 따라 Ca 함량의 임계수준에 차이가 있다는 것을 볼 수 있다. Drake

등<sup>11</sup>)과 Himelrick과 Waller<sup>5</sup>)도 잎과 과실의 K/Ca비는 K와 Ca 이온의 각각의 함량보다 고두병 발생과 더 밀접한 관계가 있다고 하였으며, N 사용에 따라서 식물체 내 N 함량은 높아지면 상대적으로 Ca 함량은 낮아진다고 하였다.

본 연구에서도 생리장해가 발생한 과실의 과육에 Ca 함량은 건전과실에 비해 낮은 것은(Table 4), 과원 토양에 K, Mg 및 Ca 이온은 제한된 binding sites에서 서로 경쟁하기 때문에 길항작용 등에 의한 Ca 이온의 흡수가 원활하게 이루어 지지 못한 결과로 보이며<sup>11,14</sup>), 사과에서 Ca 함량이 낮아 발생하는 고두병의 경우도 Mg 함량이 높을 경우 고두병 발생이 심하다는<sup>12</sup>), 보고와 관련성이 있을 것으로 판단된다.

#### 결합 형태별 Ca 함량 및 양이온과의 상관 관계

잎과 과실에 흡수된 전체 Ca 함량이 생리장해와 연관성 및 수용성칼슘 등 칼슘의 종류가 생리장해와의 연관성이 있는지를 알기 위하여 추출 방법에 따라 세포에 결합된 형태별 Ca 함량을 조사한 결과는 Table 5와 같다. 과육에 결합된 형태별 Ca 함량에서는 통계적인 유의차이가 없었지만, T-Ca 함량에서 생리장해과실과 건전과실 간에 통계적인 유의 차이를 보였다( $P=0.05$ ). 이는 과실에 흡수된 T-Ca 함량이 생리장해와 직접적으로 연관성이 있는 것으로 보며, 세포벽에 결합된 형태별 Ca 함량과 연관성이 없는 것으로 본다. 본 시험

**Table 5. Characteristics of Ca fractions in 'Niitaka' pears by extraction method**

Samples	H <sub>2</sub> O <sup>a</sup>	NaNO <sub>3</sub> <sup>b</sup>	HAc <sup>c</sup>	HCl <sup>d</sup>	Total
	Ca (mg kg <sup>-1</sup> )				
<b>Shoot leaf</b>					
Healthy	1,113	1,647	690	2,163	5,613
Disordered	1,098	1,637	679	2,078	5,492
<b>Spur leaf</b>					
Healthy	1,066	2,061	661	7,998	9,503
Disordered	1,032	1,975	628	7,474	8,977
<b>Fruit flesh</b>					
Healthy	46	56	32	57	175*
Disordered	47	54	25	46	159
<b>Fruit peel</b>					
Healthy	68	189	24	96	350
Disordered	65	186	21	94	339

<sup>a</sup>Water soluble Ca was extracted with top water at 100°C.

<sup>b</sup>Exchangeable Ca was extracted with 1N NaNO<sub>3</sub> 70 mLwith residue which analyzed water soluble Ca

<sup>cd</sup>Ca of acid extraction was digested with 1N CH<sub>3</sub>COOH (HAc) and 2N HCl solution

\* Significant at 5% level by t-test.

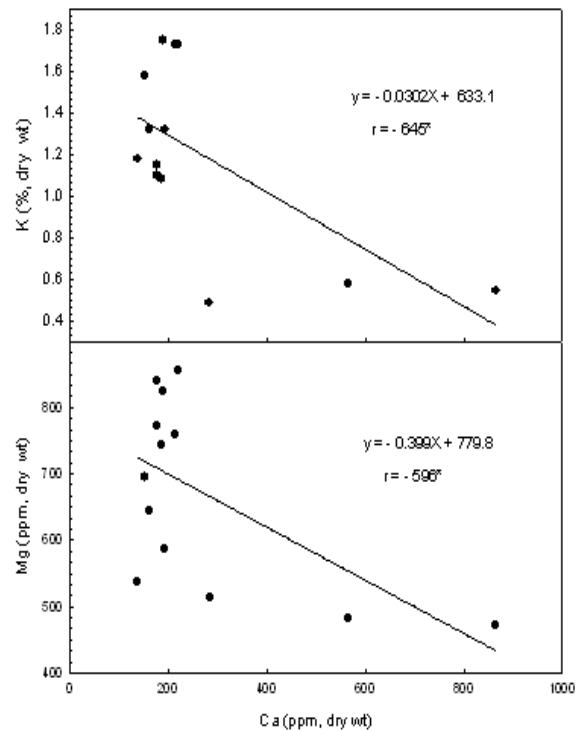
에서 경시적으로 결합형태별 Ca 함량을 조사 하지는 않아서 경시적으로 수용성 칼슘 함량의 증가와 생리장해과실의 발생과 관련성을 구명할 수 없었지만, Francisco과 Lachica<sup>14)</sup>의 보고에 의하면 수용성 Ca 함량은 생육 후기로 갈수록 잎과 과실에서 증가한다고 하지만, 이들 또한 생리장해 과실의 발생이 수용성 Ca 함량과의 관련성은 제시하지는 못하였다.

과실에 Ca 함량이 K 및 Mg 함량과의 상관관계를 보면 (Fig. 3), 생리장해과실은 Ca 함량이 낮을수록 K와 Mg 함량은 높은 부의 상관관계를 보였다(r=0.65, r=0.6). 이 결과로 보아 과실에 K와 Mg 함량의 증가는 경쟁관계에 있는 Ca 이온의 흡수에 직접적으로 영향을 준 것으로 본다.

본시험의 결과를 종합하면 생리장해과실이 발생한 과원의 토양에 무기성분은 치환성 Ca 이온 함량이 적거나, 치환성 Ca 이온과 이온경쟁을 하는 치환성 K과 Mg 함량이 높거나, 치환성 Ca 이온의 흡수에 길항작용을 하는 T-N의 함량이 건전한 과원토양에 비해 상대적으로 높은 것이 원인이 되어 생육기에 치환성 Ca 이온의 흡수에 직·간접적으로 영향을 미치므로서 생리장해과실이 발생하게 된 것으로, 이는 Ca 흡수장애에 의한 유부과로 판단 된다.

**요 약**

과수의 생육기간동안 양분흡수는 과원토양의 환경에 영향을 받는다. 수확기에 신고 배에 Ca 결핍장해과로 보이는 과실의 발생 원인을 조사하기 위하여 과실에 생리장해가 발생한 4개 지역(울산,경주, 평택, 안성)의 과원 토양의 화학성 및 잎과 과실의 무기성분 함량을 조사하였다. 과실에 생리장해



**Fig. 3. Correlation between K content and Mg content in fruit flesh of physiologically disordered fruit.**

가 발생한 과원 토양의 치환성 Ca 함량은 정상관원에 비해 낮은 반면, 치환성 K와 Mg 함량 및 T-N 함량은 높았다 (P=0.05). 생리장해 과실의 과육과 과피의 Ca 함량은 건전한 과실에 비해 낮았으며, 과육과 과피의 Mg/Ca 비율은 건전

과실보다 높았다( $P=0.05$ ). 잎에 N/Ca 및 K/Ca 비율은 생리장해가 발생한 나무가 건전한 나무의 잎 보다 높았다. 따라서 신고 배의 생리장해는 Ca 함량의 부족에 의해 발생하는 유부과로 판단되며, 이는 토양에 치환성 K와 Mg 이온 및 T-N가 Ca 이온의 흡수에 장애요인으로 작용한 것으로 생각된다.

### 감사의 글

본 연구는 2006년 경북대학교 산학협력단의 신임교수 연구지원으로 수행되었으며 이에 감사드립니다.

### 참고문헌

- Kim, W.C., K.H, Hong., Y.S, Kim., J.B, Kim, and M.S. Yim. (1991) Physiological disorders of the fruit occurring in oriental pears of *Pyrus pyrifolia* and *Pyrus ussuriensis*. Res. Rept. RDA(H). 33:27-37.
- Cooper, T. and F, Bangerth. (1976) The effect of Ca and Mg treatments on the physiology, chemical composition, and bitter pit development of Cox's orange apples. Sci. Hortic. 5:49-57
- Hanger, B.C. (1979) The movement of calcium in plants. Commun. Soil Sci. Plant Anal. 10:171-181.
- Kim, M.S. and K.C, Ko. (2004) Effects of forms and levels of nitrogen and levels of calcium on bitter pit incidence in 'Fuji' apple (*Malus domestica* Borkh.). Kor. J. Hort. Sci. Technol. 22:200-205.
- Himelrick, D.G. and C.E, Walker. (1982) Seasonal trends of calcium, magnesium, and potassium fractions in apple leaf and fruit tissues. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 107:1078-1080.
- Faust, M. and C.B, Shear. (1968) Corking disorders of apples: a physiological and biochemical review. Bot. Rev. 34:441-469.
- Shear, C.B. (1975) Calcium-related disorders of fruit and vegetables. HortScience 10:361-365.
- National Institute of Agricultural Science and Technology. (2000) Method of soil and crop plant analysis. Suwon, Korea.
- Atkinson, D., J.E. Jackson, R.O. Sharples, and W.M, Waller. (1980) Mineral 1. Kim, W.C., K.H, Hong., Y.S, Kim., J.B, Kim, and M.S. Yim. (1991) Physiological disorders of the fruit occurring in oriental pears of *Pyrus pyrifolia* and *Pyrus ussuriensis*. Res. Rept. RDA(H). 33:27-37.
- Mantinger, H. (1984) Fertilizer needs in fruit production. p. 307-318. In: International Potash Institute (ed.). Nutrient balances and fertilizer needs in temperate agriculture. IPI. Worblaufen-Bern.
- Himelrick, D.G., and R.F. McDuffie. (1983) The calcium cycle: uptake and distribution in apple trees. HortScience 18:147-151.
- Drake, M., W.J. Bramlage, and J.H. Baker. (1966) Bitter pit as related to calcium levels in Baldwin apple fruit and leaves. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 89:23-29.
- Kim, W.S. and H.J, Lee. (2000) Prediction of bitter pit in 'Tsugaru' apple fruit induced by  $Mg^{2+}$  toxicity before harvest and its reduction by  $Ca^{2+}$  supply after harvest. J. Kor. Soc. Hort. Sci. 41:7-11
- Francisco, S.A. and M.Lachica. (1987) Seasonal trends of calcium and iron fraction in sweet cherry leaves and their relationships. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 112:801-803.
- Minamide, T., Y. Ueda, and T. Iwata. (1987). Changes in form of calcium in tomato fruit during ripening. J. Japan Soc. Hort. Soc. 56(1):39.
- <http://www.rda.go.kr/user.tdf?a=user.skilldic.SkillDicApp&c=1003&seq=2071>