

## 감 재배지 간 과실 품질 차이에 관계한 기온요인 분석

김호철<sup>1</sup> · 전경수<sup>2</sup> · 김태춘<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>원광대학교 원예·애완동식물학부, <sup>2</sup>원광대학교 생명환경과학부

### Analysis of Air Temperature Factors Related to Difference of Fruit Characteristics According to Cultivating Areas of Persimmon (*Diospyros kaki* Thunb.)

Ho Cheol Kim<sup>1</sup>, Kyung Soo Jeon<sup>2</sup>, and Tea-Choon Kim<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Division of Horticulture and Pet Animal-Plant Science, Wonkwang University, Iksan 570-749, Korea

<sup>2</sup>Division of Bio-Environment Science, Wonkwang University, Iksan 570-749, Korea

**Abstract.** To investigate main air temperature factors correlated to difference of fruit characteristics according to cultivating areas, fruit and air temperature characteristics of eight cultivating areas of 'Fuyu' persimmon were analyzed by principle components and multiple regression analysis. The first principal components extracted from 16 air temperature factors was annual mean temperature, mean temperature during October, annual mean minimum extreme temperature, mean temperature during growing period, and so forth. The second principal components was mean temperature during May and June and so forth. And cumulative contribution was 91.4%. The five of eight cultivating area had clearly the difference of main factors or the correlated direction among cultivating areas. In multiple regression analysis between the extracted main factors and fruit characteristics, fruit hight were highly correlated with mean temperature during growing period ( $X_8$ ) and cumulative temperature ( $X_6$ ), and the regression equation was  $Y=150.55-5.375X_8+0.014X_6$  ( $r^2=0.843$ ). Also this regression equation was affected by mean minimum temperature during growing period, cumulative temperature, and mean temperature during August. Fruit diameter was negatively correlated with mean temperature during growing period, flesh browning rate and Hunter a value of peel color were positively correlated with mean minimum temperature during growing period and annual minimum air temperature, respectively.

**Key words :** cumulative contribution, multiple regression analysis, principle components analysis

## 서 언

우리나라의 감 재배는 경남과 전남을 중심으로 경제적 재배가 이루어져 왔고, 최근 재배면적의 감소가 있었으나 단감 '부유'와 떫은감 '갑주백목'을 중심으로 10여년 간 타 과종에 비해 급격한 증가를 보여 왔다(MAF, 2006). 그러나 산업화 및 도시화에 따른 기온 상승, 특히 기온 하강기부터 겨울철까지의 최저기온 상승은(Choi와 Kwon, 2005; Lee, 2003; Yun, 2002) 작물의 적정 재배 지역의 변화를 가져오고 있다(Yun

등, 2001; Yun과 Lee, 2001). 재배지 간 기온 차이는 태백산맥, 소백산맥, 그리고 지역 내에 있는 2차 산맥 등 지형적 차이에 가장 큰 영향을 받는다(Park과 Yoon, 1991). 이러한 기온 차이는 감나무의 수체 생육과 과실 품질에 큰 영향을 주고 있다(Yun, 2002). 감나무는 저온에 다소 민감한 온대성 과수로 과실은 핵과류와 동일한 이중 S자형 성장 패턴을 갖고 있어 성장 중기부터 과실 비대가 급격히 진행된다(Arainoske, 1998). 이 시기 저온은 성장 제 2기를 단축시키기는 하나 다른 과종과는 달리 성숙 과실의 품질에는 큰 영향을 주지 않는다(Sugiura 등, 1991). 하지만 단감의 경우 유과기나 성숙기의 저온은 불완전

\*Corresponding author: kitmotc@wonkwang.ac.kr  
Received May 6, 2008; accepted May 27, 2008

탈삼을 유도하기도 한다(Kim 등, 1988; Taira 등, 1998). 최근 일본 도입품종인 주요 품종들은 환경 적응성 저하와 더불어 기상 환경 변화에 따라 수채 생육 불량이나 과실 품질 저하 등이 심화시키고 있다. 그러나 노지 재배로 이루어지고 있는 과수 분야에서 생육에 대한 기상 환경 변화의 영향을 세밀히 분석한 연구는 아주 미흡한 실정이고, 특히 감에 있어서는 전무한 상태라 하여도 과언이 아닐 것이다.

따라서 본 연구에서는 감 재배지별 과실 특성에 영향을 미치는 주요 기온요인을 구명하고자 8개 재배지의 16개 기온요인을 주성분 분석하고 이와 과실 특성 간 단계적 다중회귀분석을 수행하였다.

### 재료 및 방법

충남 서천, 전북 고창, 전남 구례와 영암, 경남 창원, 마산, 밀양 및 산청 등 8개 단감 ‘부유’ 재배지를 대상으로 2003년에서 2005년까지 3년간 기온 및 과실 특성을 조사하였다. 기온요인은 3년간 각 재배지 또는 인근 기상 관측소 자료를 이용하여 연 평균기온( $X_1$ ), 연 평균최저기온( $X_2$ ), 연 평균최저극온( $X_3$ ), 적산일수( $X_4$ ) 및 적산온도( $X_5$ ), 동계(12월~다음해 2월) 적산온도( $X_6$ ), 온량지수( $X_7$ ), 생육기(4월~10월) 평균기온( $X_8$ ), 생육기 평균최저기온( $X_9$ ), 그리고 10월( $X_{10}$ ), 9월( $X_{11}$ ), 8월( $X_{12}$ ), 7월( $X_{13}$ ), 6월( $X_{14}$ ), 5월( $X_{15}$ ) 및 4월 평균기온( $X_{16}$ ) 등 16개 요인으로 분류하였다. 분류 조사된 16개 기온요인은 SPSS 11.0 통계패키지로 주성분 분석하였고, 기온요인의 인자부하량(factor loading)과 인자계수(component score)를 이용하여 제1주성분을 X축, 제2주성분을 Y축으로 하여 기온요인과 재배지를 좌표평면에 나타내었다.

과실 특성은 3년간 동일 농가의 성숙과를 수집하여 과중, 과고, 과경, 종자수, 과육갈반정도, 당도, 과피색 등을 조사하였다. 과중은 전자저울, 과고와 과경은 디지털 캘리퍼스를 이용하여 측정 후 L/D율로 나타내었다. 그리고 당도는 디지털 굴절 당도계(PR-100, Atago Co., Ltd., Japan), 과피색은 Chromameter(CR-200, Minolta Co., Ltd., Japan)를 이용하여 과정부를 측정하였다. 종자수는 과실을 횡축 절단하여 조사하였고, 과육갈반정도는 종축 절단 후 과실 절단면의 면적에 대한 갈반부위의 면적을 백분율로 환산하여 0점(0%), 1점(10%), 3점(30%), 5점(50%), 7점(80% 이상)을 주었다. 과실 특성에 영향을 미치는 주요 기온요인을 분석하기 위해 16개 기온요인의 주성분 분석 결과 누적기여율 80% 이상에 포함되는 기온요인과 과실특성을 이용하여 SPSS 11.0 통계패키지로 단계적 다중회귀분석을 실시하였다.

### 결과 및 고찰

2003년에서 2005년까지 8개 단감 재배지의 기온 요인을 16개로 분류 조사하여 비교하였다(Table 1). 8개 재배지 중 대부분의 기온요인이 높은 곳은 경남 창원, 전남 영암, 경남 밀양 및 진주 등이었으나, 전남 영암에서는 4월( $X_{16}$ )과 5월 평균기온( $X_{15}$ )이, 경남 진주에서는 연 평균최저기온( $X_2$ )이 낮은 경향을 나타내었다. 대부분의 기온요인이 낮은 곳은 전남 구례, 경남 산청, 충남 서천, 전북 고창 등으로 산맥 인근 지역이거나 난류의 영향을 받지 않는 지역이었다. 특히, 경남 창원과 전남 구례 간 연 평균최저기온( $X_2$ )은  $5.0^{\circ}\text{C}$ , 연 평균최저극온( $X_3$ )은  $-8.1^{\circ}\text{C}$ , 생육기 평균최저기온( $X_9$ )은  $2.5^{\circ}\text{C}$  등 큰 기온 차이를 나타내었다. 단감 생육

Table 1. Mean values of 16 factors of air temperature for three years according to 8 cultivating areas in ‘Fuyu’ persimmon.

Cultivating areas	$X_1^z$	$X_2$	$X_3$	$X_4$	$X_5$	$X_6$	$X_7$	$X_8$
Changwon	15.2 a <sup>y</sup>	11.8 a	-9.2 a	260.5 a	4639 a	459 a	126 a	18.4 a
Gochang	13.2 bc	8.5 c	-13.2 c	227.0 c	4187 c	231 d	108 c	17.5 bc
Gurye	12.5 c	6.8 d	-17.3 d	207.0 d	4029 d	196 e	104 c	17.4 c
Jinju	13.6 b	7.9 c	-13.2 c	231.0 b	4326 b	264 c	111 b	17.7 b
Miryang	13.9 b	8.2 c	-13.5 cd	236.5 b	4392 b	303 b	115 b	17.7 b
Sancheong	13.1 bc	7.9 c	-11.3 b	223.5 c	4116 c	247 d	106 c	17.8 b
Seocheon	12.8 c	9.1 b	-13.8 cd	223.5 c	4169 c	170 e	106 c	17.5 bc
Yeongam	13.9 b	10.5 a	-8.6 a	235.5 b	4281 bc	271 c	112 b	18.5 a

Table 1. Continued.

Cultivating areas	X <sub>9</sub>	X <sub>10</sub>	X <sub>11</sub>	X <sub>12</sub>	X <sub>13</sub>	X <sub>14</sub>	X <sub>15</sub>	X <sub>16</sub>
Changwon	16.5 a	17.3 a	23.4 a	26.1 a	24.8 ab	22.3 a	18.5 a	14.6 a
Gochang	14.6 c	14.3 c	21.3 b	24.8 c	24.6 ab	21.7 ab	18.0 ab	12.8 cd
Gurye	14.0 d	12.5 d	21.2 b	24.6 c	24.3 b	21.9 ab	18.0 ab	12.5 c
Jinju	15.0 bc	14.3 c	22.2 ab	25.5 ab	24.9 a	22.1 ab	18.0 ab	13.5 bc
Miryang	15.4 b	14.8 c	22.1 ab	25.4 ab	25.0 a	22.4 a	18.4 a	14.0 b
Sancheong	14.4 c	13.5 cd	20.8 c	24.4 c	24.0 c	21.4 bc	17.5 b	13.3 bc
Seocheon	14.2 cd	14.8 c	22.0 ab	25.0 b	24.0 c	21.3 c	17.2 bc	11.7 d
Yeongam	15.0 b	15.7 b	22.3 ab	25.6 ab	24.3 ab	21.5 b	17.7 b	12.7 cd

<sup>2</sup>X<sub>1</sub>, annual mean temperature; X<sub>2</sub>, annual mean minimum temperature; X<sub>3</sub>, annual mean minimum extreme temperature; X<sub>4</sub>, days of cumulative temperature; X<sub>5</sub>, cumulative temperature; X<sub>6</sub>, cumulative temperature during winter; X<sub>7</sub>, warmth index; X<sub>8</sub>, mean temperature during growing period; X<sub>9</sub>, mean minimum temperature during growing period; X<sub>10</sub>~X<sub>16</sub>, each monthly mean temperature from October to April.

<sup>3</sup>Mean separation within columns by Duncan's multiple range test at P=0.05.

환경 조건에 있어서 연 평균기온은 전남 구례와 충남 서천에서 다소 낮은 경향이였다. 연 평균최저기온은 전남 구례에서 아주 낮아 동해 우려가 아주 높은 재배 지이고, 경남 산청, 밀양 및 서천, 그리고 전북 고창에서도 다소 동해 우려가 있는 것으로 생각된다. 적산일수는 전남 구례에서 부족한 것으로 나타났으며, 적산온도와 온량지수는 전남 구례, 전북 고창, 충남 서천, 경남 산청에서 다소 부족하게 나타났다. 재배지 위치와 기온요인을 고려하면 이러한 기온 차이는 난류와 산맥 등 지형적 특성에서 큰 영향을 받은 것으로 생각된다 (Park과 Yoon, 1991).

재배지 간 기온 차이에 관계하는 주요 기온요인과 이의 영향력 정도를 알아보기 위해 조사된 16개 기온요인(Table 1)을 주성분 분석하여 각 주성분에 대한 회전된 요인 행렬, 고유치 및 기여율로 나타내었고 (Table 2), 이에 추출된 제1주성분과 제2주성분을 축으로 하여 좌표평면에 나타내었다(Fig. 1). 제1주성분은 16개 기온요인 중 12개로 추출되어 대부분의 기온요인이 재배지 간 기온 차이에 관계하였고, 고유치가 8.47, 기여율이 53.0%로 그 영향력은 큰 것으로 나타났다. 제2주성분은 나머지 4개 기온요인으로 고유치가 6.15, 기여율이 38.4%이었다. 이에 따라 제2주성분까지의 누적기여율은 91.4%로 재배지 간 기온 차이를 설명하는데 충분하였다. 제1주성분으로 추출된 기온요인들은 대부분 연 또는 생육기, 성숙 및 착색기의 기온요인들로 구성되었고, 모두 양의 영향력을 나타내었다. 특히, 연 평균최저기온(X<sub>2</sub>), 10월 평균기온(X<sub>10</sub>),

연 평균최저기온(X<sub>3</sub>), 생육기 평균기온(X<sub>8</sub>) 등은 큰 영향력을 나타내어 8개 재배지 간 기온 차이에 크게 관여할 것으로 생각된다. 제2주성분으로 추출된 기온요인들은 4월에서 7월까지의 월 평균기온으로 모두 양의 영향력을 나타내었는데, 6월(X<sub>14</sub>), 5월(X<sub>15</sub>) 및 7월

Table 2. Rotated component matrix, eigenvalues, and cumulative percent on 16 factors of air temperature of 8 cultivating areas in persimmon.

Factors of air temperature <sup>z</sup>	First principal component	Second principal component
X <sub>2</sub>	0.97	0.04
X <sub>10</sub>	0.94	0.25
X <sub>3</sub>	0.92	-0.08
X <sub>8</sub>	0.91	0.06
X <sub>4</sub>	0.86	0.48
X <sub>1</sub>	0.82	0.56
X <sub>11</sub>	0.78	0.45
X <sub>12</sub>	0.77	0.50
X <sub>7</sub>	0.76	0.64
X <sub>5</sub>	0.75	0.64
X <sub>9</sub>	0.74	0.67
X <sub>6</sub>	0.71	0.64
X <sub>14</sub>	0.04	0.99
X <sub>15</sub>	0.14	0.95
X <sub>13</sub>	0.10	0.93
X <sub>16</sub>	0.39	0.81
Eigenvalues	8.47	6.15
Variance (%)	53.00	38.44
Cumulative (%)	53.00	91.44

<sup>z</sup>See Table 1.

감 재배지 간 과실 품질 차이에 관계한 기온요인 분석

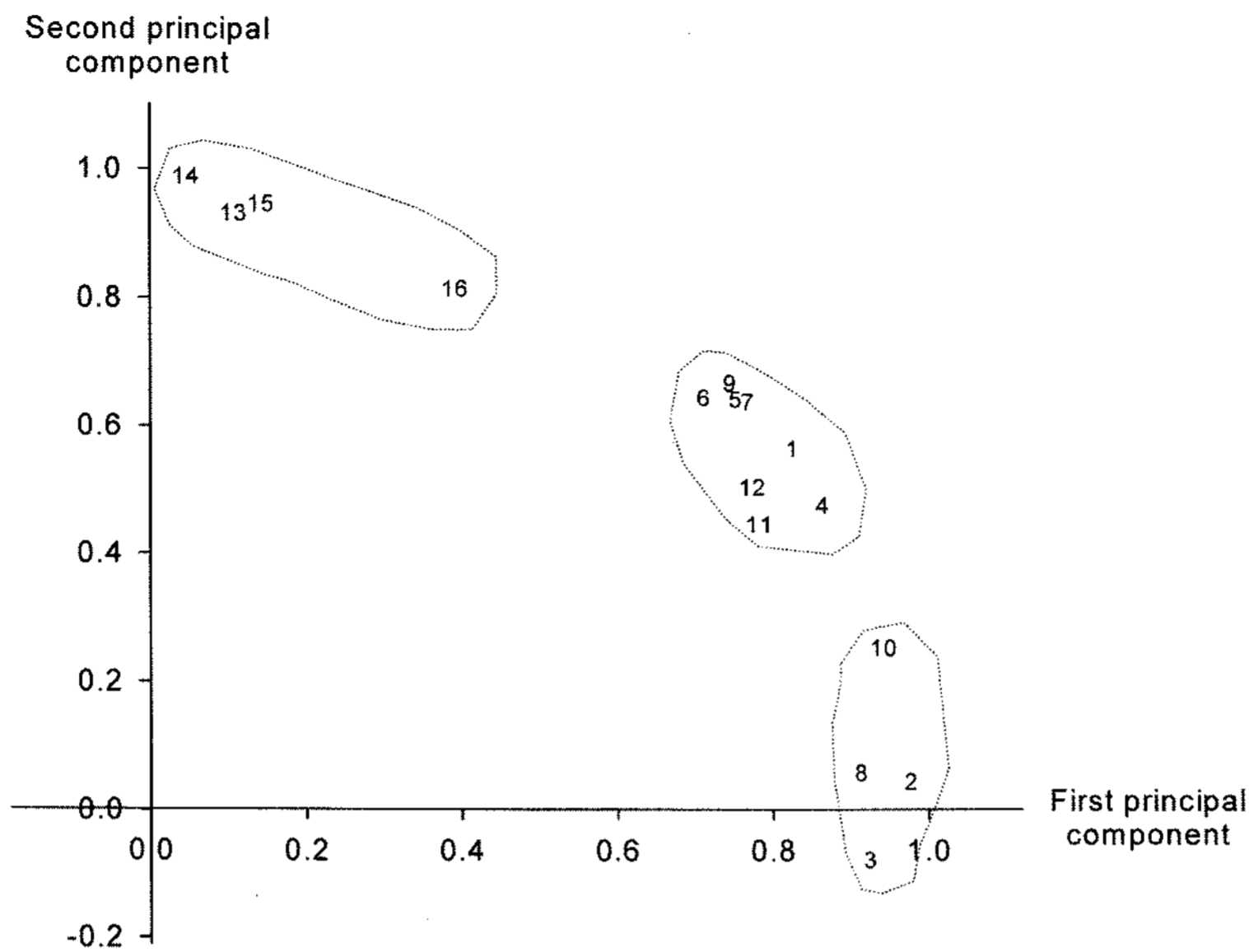


Fig. 1. Classification of 16 factors of air temperature in three groups using factor loadings on the first and the second principal component. Each number refers to Table 1.

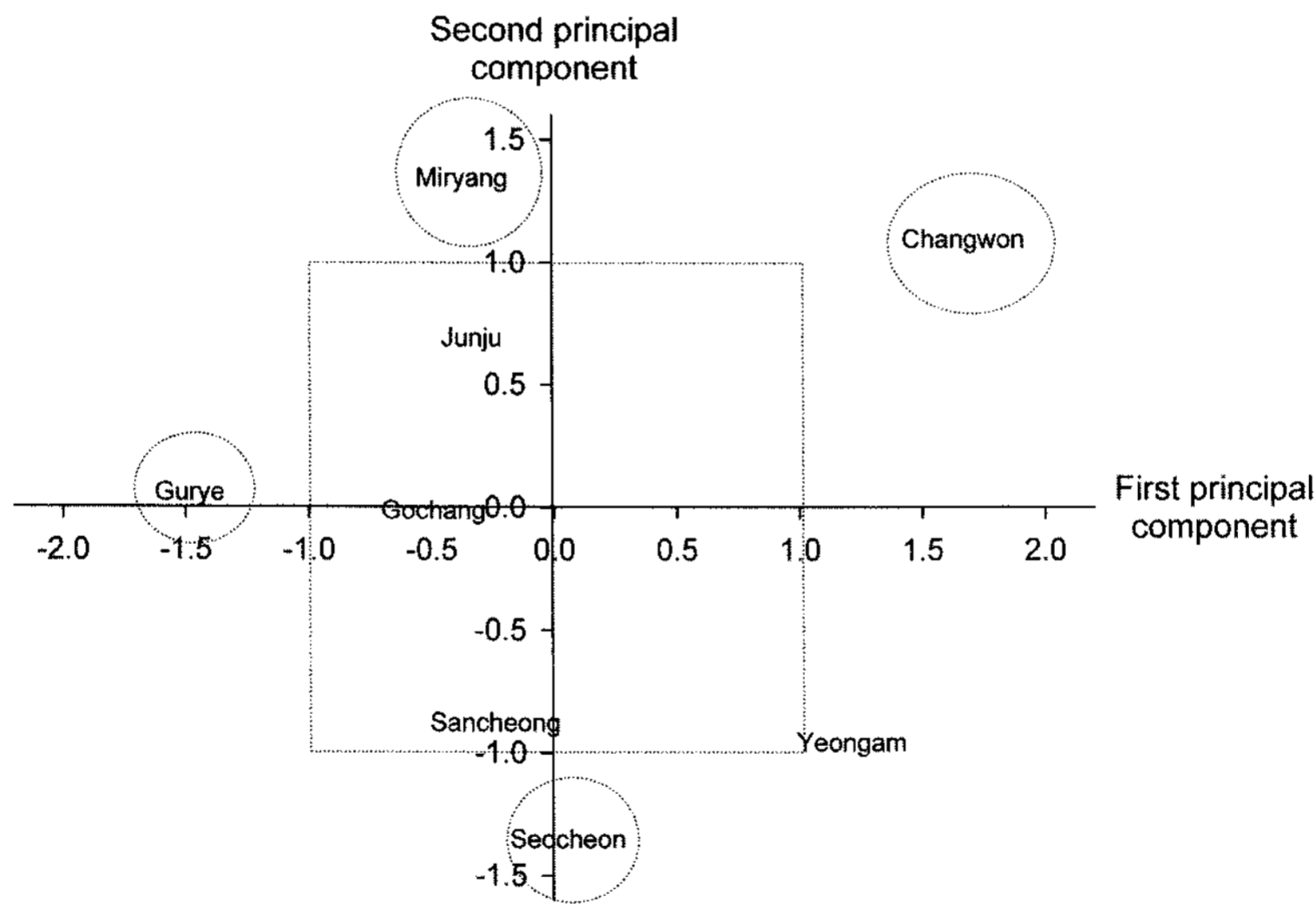


Fig. 2. Scatter diagram on the first and the second principal component axes of 8 cultivating areas by component scores in persimmon.

평균기온( $X_{13}$ )의 영향력이 커 재배지 간 전엽 및 개화기, 그리고 유과기 과실 비대 차이에 영향을 줄 것으로 생각된다.  
 재배지별 주성분의 영향력을 알아보기 위해 제1주성분과 제2주성분을 축으로 주성분 점수(component score)를 이용하여 8개 재배지를 좌표평면에 나타내었다(Fig. 2). 경남 진주와 산청, 전북 고창, 그리고 전

남 영암은 제 1과 2 주성분의 뚜렷한 영향을 받지 않는 지역으로 나타났다. 경남 창원은 제1주성분에 의해 양의 영향을 받는 재배지로 생육기나 과실 성숙기, 그리고 겨울철 기온이 높아(Table 1) 과실 비대 및 동해 정도에서 다른 재배지와 차이를 나타낼 것으로 생각된다. 그러나 전남 구례는 경남 창원과 반대의 경향으로 과실비대 불량이나 겨울철 동해가 우려된다. 경

남 밀양은 제2주성분에 의해 양의 영향을 크게 받는 재배지로 나타나 경남 창원과 함께 개화가 다소 빠르고 유과기 세포 분열도 왕성하게 잘 이루어지는 지역으로 생각된다. 그러나 제2주성분에 의해 음의 영향을 크게 받는 충남 서천은 경남 산청과 함께 타 재배지에 비해 개화가 다소 늦고 유과 세포 분열이 다소 적어 차후 과실 비대에 적합한 환경조건이 되더라도 타 재배지에 비해 과실 크기가 다소 적을 것으로 생각된다. 재배지 간 각 생육 특성에 관계하는 기온요인과 그 영향력에서도 다소 차이를 나타내었고, 특히 제1주성분에 의해 영향을 받는 재배지 간에는 지형적 차이가 크게 관계하는 것으로 생각된다(Park과 Yoon, 1991).

2003년에서 2005년까지 8개 단감 재배지의 '부유' 재배 농가를 대상으로 과실 특성 중 과중, 과고, 과경, L/D율 및 종자수를 조사하였다(Table 3). 과중은 전북 고창에서 평균 256.5g으로 가장 무거웠고 전남 영암에

서 194.4g으로 가장 가벼웠는데, 각 재배지의 기온 요인 수준(Table 1)이나 과실 비대기와 기온 간 정의 상관성(Arainoske, 1998; Yoshima, 1992)을 고려하면 기온보다는 재배지의 관리 수준이나 수체 상태의 차이가 크게 영향을 준 것으로 생각된다. 과형지수는 경남 밀양에서 가장 높았고 전북 고창과 전남 구례에서 낮았다. 그리고 종자수는 이와 반대의 경향이였다. 경남 밀양은 제2주성분에 양의 영향력을 높게 받는 재배지로(Fig. 2) 환경생장이 왕성하여 낮은 과형지수를 나타내고(Westwood, 1962; Westwood와 Burkhart, 1968), 전북 고창과 구례에서는 이와 반대의 경향을 나타내어야 하나 상이한 결과를 보였다. 이는 이들 재배지 모두 개화 후 2~3개월 간 기온이 과실 비대에 문제가 없는 수준(Table 1)으로 기온보다는 종자수(Table 3)에 의한 환경생장의 차이에서 온 것으로 생각된다. 그리고 종자수 차이는 재배지 위치를 고려하면 강우량나 태풍의 진로의 영향에 따른 수분 정도의 차

**Table 3.** Fruit weight, height, diameter, L/D ratio, and number of seeds according to 8 cultivating areas in 'Fuyu' persimmon.

Cultivating areas	Fruit characteristics				
	Weight (g)	Height (mm)	Diameter (mm)	L/D ratio	No. of seeds
Changwon	205.5 c <sup>z</sup>	58.0 ab	78.5 b	0.74 a	2.7 bc
Gochang	256.5 a	60.3 a	85.6 a	0.71 c	4.4 a
Gurye	242.1 a	60.0 a	83.9 a	0.72 bc	2.6 c
Jinju	224.0 ab	59.4 a	81.6 ab	0.73 b	3.3 b
Miryang	201.5 c	58.4 ab	78.2 b	0.75 a	2.3 d
Sancheong	218.7 b	59.0 a	81.4 ab	0.73 b	2.9 bc
Seocheon	206.5 c	57.9 ab	79.3 b	0.73 b	2.6 c
Yeongam	194.4 c	54.7 b	76.8 c	0.72 bc	3.6 ab

<sup>z</sup>Mean separation within columns by Duncan's multiple range test at  $P=0.05$ .

**Table 4.** Flesh browning rate, soluble solid, and fruit peel color according to 8 cultivating areas in 'Fuyu' persimmon.

Cultivating areas	Fruit characteristics				
	Flesh browning rate <sup>z</sup>	Soluble solid (°Brix)	Hunter values of fruit peel color		
			L	a	b
Changwon	4.7 a <sup>y</sup>	14.1 c	63.2 a	25.4 a	59.2 a
Gochang	4.2 ab	14.8 a	62.8 a	23.5 a	60.6 a
Gurye	3.5 b	14.7 a	63.9 a	20.4 b	60.4 a
Jinju	4.5 a	14.4 b	62.4 a	24.0 a	60.2 a
Miryang	4.4 ab	14.5 b	63.1 a	21.7 b	58.4 b
Sancheong	3.9 b	14.5 b	64.2 a	20.8 b	60.8 a
Seocheon	3.6 b	14.8 a	63.4 a	24.1 a	62.2 a
Yeongam	4.2 ab	14.6 b	63.4 a	19.5 b	61.0 a

<sup>z</sup>(browning area/longitudinal section of fruit) × 100: 0, 0%; 1, 10%; 3, 30%; 5, 50%; 7, over 80%.

<sup>y</sup>Mean separation within columns by Duncan's multiple range test at  $P=0.05$ .

감 재배지 간 과실 품질 차이에 관계한 기온요인 분석

**Table 5.** Multiple regression analysis between fruit height and factors of air temperature according to 8 cultivating areas in 'Fuyu' persimmon.

Model	R <sup>2</sup>	Sig.	Multiple regression equation		
			Constant	X <sub>8</sub>	X <sub>6</sub>
1	0.612	0.022	117.35	-3.306	-
2	0.843	0.010	150.55	-5.375	0.014

Excluded Variables						
Model <sup>2</sup>	Beta In	t	Sig.	Partial correlation	Collinearity statistics	
					Tolerance	
2	X <sub>1</sub>	-1.002	-1.338	0.252	-0.556	0.048
	X <sub>2</sub>	-0.263	-0.725	0.509	-0.341	0.264
	X <sub>3</sub>	0.155	0.322	0.764	0.159	0.164
	X <sub>4</sub>	-0.512	-1.098	0.334	-0.481	0.139
	X <sub>5</sub>	-0.697	-1.856	0.137	-0.680	0.150
	X <sub>7</sub>	-1.080	-2.237	0.089	-0.746	0.075
	X <sub>9</sub>	-1.102	-1.822	0.142	-0.674	0.059
	X <sub>10</sub>	-0.425	-1.382	0.239	-0.569	0.282
	X <sub>11</sub>	-0.399	-1.633	0.178	-0.632	0.395
	X <sub>12</sub>	-0.392	-1.433	0.225	-0.582	0.346
	X <sub>13</sub>	-0.124	-0.447	0.678	-0.218	0.489
	X <sub>14</sub>	-0.237	-0.715	0.514	-0.336	0.317
	X <sub>15</sub>	-0.013	-0.033	0.975	-0.016	0.271
	X <sub>16</sub>	0.203	0.393	0.715	0.193	0.142

<sup>2</sup>See Table 1.

이에서 오는 것으로 생각된다(Kaura, 1941; Yabada 등, 1987).

과실특성 중 과육 갈반, 당도 및 과피색을 조사하였다(Table 4). 과육 갈반은 경남 창원과 밀양에서 많았고, 전남 구례와 충남 서천에서 적었다. 이들 재배지는 기온요인에 대해 상호 반대 방향의 영향력을 받는 재배지이며(Fig. 2), 전남 구례와 충남 서천은 연 또는 생육기의 기온요인이 낮아(Fig. 1; Table 1) 타 재배지에 비해 생육 기간이 짧아지고(Sugiura 등, 1991) 이에 완전탈삽에 필요한 충분한 온도를 받지 못하였기 때문으로 생각된다(Kim 등, 1988; Taira 등, 1998). 과실 당도는 충남 서천, 전북 고창 및 전남 구례 등 기온이 낮고 주성분에 대한 음의 영향력을 받는 재배지(Fig. 2)에서 높았다. 감은 대부분의 과종과는 달리 과실 당도에서 온도 수준의 영향을 거의 받지 않아(Sugiura 등, 1991) 강우량에 따른 토양 수분 차이가 영향을 준 것으로 생각된다(Hyun 등, 1993; Sawanobori와 Shimura, 1990; Seo, 2003). 과피색의 Hunter L값은 모든 재배지에서 62.8~64.2 범위로 재

배지 간 차이를 나타내지 않았다. 그러나 Hunter a값은 경남 창원을 비롯하여 충남 서천, 경남 진주, 전북 고창에서 높았고, 전남 영암을 비롯한 전남 구례, 경남 산청과 밀양에서 낮은 것으로 나타나 착색기 기온에 따른 일정한 경향을 나타내지 않았다. 이는 수확기에 따른 성숙도 차이(Faragher와 Brohier, 1984), 수체의 수광 조건에 따른 카르티노이드계 색소 발현 차이 등 다양한 원인에 의한 것으로 판단되며, '부유' 품종은 22에서 색소 발현이 가장 많이 증가한다는 연구 결과가 있다(Sugiura 등, 1991).

기온 요인의 주성분 분석에서 누적기여율 80% 이상에 속하는 요인들 중 각 과실 특성에 영향을 미치는 주요 요인을 알아보기 위해 단계적 다중회귀분석을 실시하였다(Tables 5와 6). 과중은 재배지 간 차이에 관여하는 기온요인이 나타나지 않아 다른 기상요인이나 재배자의 관리 수준에서 오는 차이로 생각된다. 과고는 생육기 평균기온(X<sub>8</sub>, 부의상관)과 겨울철 적산온도(X<sub>6</sub>, 정의상관)의 영향을 크게 받으며 회귀식  $Y=150.55-5.375X_8+0.014X_6$ 을 나타내었고, 84.3%( $r^2=0.843$ )의

**Table 6.** Regression analysis between fruit diameter, flesh browning, soluble solid, and Hunter a value and factors of air temperature according to 8 cultivating areas in 'Fuyu' persimmon.

Fruit characteristics	R <sup>2</sup>	Sig.	Regression equation
Fruit diameter	0.501	0.049	172.27 - 5.143X <sub>8</sub> <sup>2</sup>
Flesh browning	0.791	0.003	-2.95 + 0.475X <sub>9</sub>
Soluble solid	0.825	0.002	15.19 - 0.002X <sub>6</sub>
Hunter a value	0.669	0.013	12.93 + 1.074X <sub>2</sub>

<sup>2</sup>See Table 1.

높은 설명력을 나타내었다. 그리고 이 회귀식에 대하여 생육기 평균최저기온(X<sub>9</sub>, 부의상관)이 67.4%로 가장 큰 영향력을 나타내었고, 다음으로 적산온도(X<sub>5</sub>, 부의상관), 8월 평균기온(X<sub>12</sub>, 부의상관), 10월 평균기온(X<sub>10</sub>, 부의상관) 등 순이었다. 따라서 과고는 생육 기간 동안 기온, 특히 과실 비대기를 고려하면 8월과 10월에 기온이 낮을 때 감 생육 초기의 종축비대 생장에 비해 횡축비대 생장이 더 커 편원형의 과형을 이루는 것으로 판단된다. 과경도 생육기 평균기온(X<sub>8</sub>, 부의상관)과 회귀식  $Y=172.27-5.143X_8$ , 설명력 50.1% ( $r^2=0.501$ )로 과고의 설명력보다 낮았다. 과육갈반정도는 생육기 평균최저기온(X<sub>9</sub>, 정의상관)과 회귀식  $Y=-2.95+0.475X_9$ , 설명력 79.1%( $r^2=0.791$ )을 나타내어 일 최저기온이 낮은 재배지일수록 가용성 탄닌의 불용화가 잘 나타나는 것으로 생각된다(Kim 등, 1988; Taira 등, 1998). 당도는 겨울철 적산온도(X<sub>6</sub>, 부의상관)와 회귀식  $Y=15.19-0.002X_6$ , 설명력 82.5% ( $r^2=0.825$ )를 나타내었지만 시기적으로 크게 관계하지 않을 것으로 생각된다. 과피색 중 Hunter a값은 연 평균최저기온(X<sub>2</sub>, 정의상관)과 회귀식  $Y=12.93+1.074X_2$ , 설명력 66.9%( $r^2=0.669$ )를 나타내어 일 최저기온이 높은 재배지에서 색소 발현이 잘 되는 것으로 나타났다. 카로티노이드 중 리코핀은 저온에서 잘 발현되는 것으로 알려져 있어 이와 상반된 결과이지만, 재배지별 연 평균최저기온, 과실 성숙기 및 생육기의 평균최저기온(Table 1), 그리고 단감 '부유'의 색소가 22°C에서 가장 많이 증가한다는 기존 연구 결과(Sugiura 등, 1991) 등을 고려하면 본 결과가 다소 적합성을 갖고 있고, 8개 재배지 중 가장 기온이 높은 곳이 리코핀 생성을 억제할 정도의 기온 수준이 아닌 것으로 생각된다.

## 적 요

본 연구에서는 감 재배지 간 과실 특성 차이에 관계한 기온 요인을 분석하고자 8개 단감 '부유' 재배지의 16개 기온요인과 과실 특성을 조사하여 주성분 및 다중회귀 분석을 실시하였다.

16개 기온요인 중 제1주성분은 12개 요인으로 이 중 연 평균최저기온, 10월 평균기온, 연 평균최저극온, 생육기 평균기온의 영향력이 아주 높았다. 그리고 제2주성분은 4개 요인으로 4월에서 7월까지의 월 평균기온이었고 5월과 6월 평균기온의 영향력이 높았다. 이에 제2주성분까지 누적기여율은 91.4%로 재배지 간 기온 차이에 관여하는 기온 요인을 분석하는 데에는 충분하였다. 8개 재배지 중 5 재배지는 주요 기온요인이나 그 영향력에서 뚜렷한 차이를 나타내었다. 기온요인과 과실 특성 간 다중회귀분석에서 과고는 생육기 평균기온(X<sub>8</sub>)과 겨울철 적산온도(X<sub>6</sub>)의 영향을 뚜렷이 받으며 회귀식  $Y=150.55-5.375X_8+0.014X_6$ 을 나타내었고, 이 회귀식에 대하여 생육기 평균최저기온(X<sub>9</sub>), 적산온도(X<sub>5</sub>), 8월 평균기온(X<sub>12</sub>) 등이 영향을 주었다. 과경은 생육기 평균기온(X<sub>8</sub>, 부의상관), 과육갈반정도는 생육기 평균최저기온(X<sub>9</sub>, 정의상관), 과피색 a\*값은 연 평균최저기온(X<sub>2</sub>, 정의상관)의 영향을 받는 것으로 나타났다.

**주제어 :** 누적기여율, 다중회귀분석, 주성분분석

## 사 사

이 논문은 2006년도 원광대학교 교내 연구비에 의해 수행된 것임.

## 인 용 문 헌

1. Arainoske. 1998. Fruit growth and development. Askura Co. Tokyo. Japan. p. 1-8.
2. Choi, Y.E. and W.T. Kwon. 2005. Climate change studies in geography: Reviews and prospects. J. Kor. Meteor. Soc. 41(2):249-262.
3. Faragher, J.D. and R.L. Brohier. 1984. Anthocyanin accumulation in apple skin during ripening. Regulation by ethylene and phenylalanine ammonia-lyase. Sci. Hort. 22:89-96.

4. Hyun, H.N., H.C. Lim, H.R. Han, and D.G. Moon. 1993. Effects of polyethylene film mulching and root pruning on soil water and fruit quality of satsuma mandarin (*Citrus unshiu*). J. Kor. Soc. Hort. Sci. 34(5):368-377.
5. Kaura, M. 1941. Studies on physiological drops in persimmon. II. Relationship between seedlessness of the fruit and physiological drop. J. Japan. Soc. Hort. Sci. 12:247-283.
6. Kim, Y.S., S.B. Joung, D.S. Son, K.K. Lee, J.S. Park, and U.J. Lee. 1988. Studies on the establishment of the safty-cultivating region of non-astringent persimmon. The Research Reports of the Rural Development Administration 30(3):56-73.
7. Lee, S.H. 2003. Difference of air temperature between the West and East coast regions of Korea. J. Kor. Meteor. Soc. 39(1):43-57.
8. Ministry of Agriculture and Forest (MAF). 2006. Fruit tree cultivation census.
9. Park, S.U. and I.H. Yoon, 1991. The characteristic features of local weather phenomena under various synoptic winds over South Korea. Kor. J. Atmospheric Sci. 27(2):87-118.
10. Sawanobori, S. and I. Shimura. 1990. Effect of growing location and season on fruit growth and development of 'Hayward' kiwifruit. J. Japan. Soc. Hort. Sci. 58:849-857.
11. Seo, H.H. 2003. Site selection criteria for the production of high quality apples based on agroclimatology in Korea. PhD Diss., Kyung Hee Univ.
12. Sugiura, A., G.H. Zheng, and K. Yonemori. 1991. Growth and ripening of persimmon fruit at controlled temperatures during growth stage III. HortScience 26(5):574-576.
13. Taira, S., M. Ono, and M. Otsuki. 1998. Effects of freezing rate on astringency reduction in persimmon during and after thawing. Postharvest Biology and Technology 14:317-324.
14. Westwood, M.N. 1962. Seasonal changes in specific gravity and shape of apple, pear and peach fruits. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 80:90-96.
15. Westwood, M.N. and D.J. Burkhart. 1968. Climate influences shape of Delicious. American Fruit Grower 88(6):26.
16. Yabada, M., A. Kurihara, and T. Sumi. 1987. Varietal differences in fruit bearing in Japanese persimmon (*Diospyros kaki* Thunb.) and their yearly fluctuations. J. Japan. Soc. Hort. Sci. 56:295-299.
17. Yoshima. 1992. The compendium of agricultural techique. Rural Culture Association Crop. Tokyo. Japan. p. 46.
18. Yun, J.I. 2002. Urbanization effect on the observed warming in Korea during the recent half century. Korean Journal of Agricultural and Forest Meteorology 4(1):58-63.
19. Yun, S.H. and J.T. Lee. 2001. Climate change impacts on optimum periods of rice plant and its countermeasure in rice cultivation. Kor. J. Agri. Forest Meteorology 3(1):55-70.
20. Yun, S.H., J.N. Im, J.T. Lee, K.M. Shin, and K.H. Hwang. 2001. Climate change and coping with vulnerability of agricultural productivity. Kor. J. Agri. Forest Meteorology 3(4):220-237.