

과제구분	기 본	수행시기		전반기	
연구과제 및 세부과제명		연구분야 (code)	수행 기간	연구실	책임자
지구온난화대응 기상변화에 따른 과수의 생육상황 변화분석		과수 LS0207	'09	농업기술원 원예연구과	박건환
색인용어	온난화, 기상변화, 배, 재배적지				

ABSTRACT

This study was carried out to investigate the effects of meteorological characteristics on fruit properties of Niitaka pear. Icheon and Pyeongtaek were the earliest sprouting regions(16th March) and Gapyeong was the last sprouting region(18th March) than the others. The full bloom stage in Gapyeong was the last (19th April) than the others. The fruit weight of pear was the heavier as the air temperature became higher. The contents of soluble solids were higher as the amount of solar radiation became higher. On the contrary, the acid contents was higher as the diurnal range was decreased.

Key words : pear, Niitaka, meteorological changing, fruit properties

1. 연구목표

지구온난화로 인하여 과수의 생육과 과실품질에 많은 영향을 미치고 있다. 우선은 성장과 발육에 영향을 주어 발아기, 개화기, 수확기 등 이 빨라지고 있으며 성숙기 고온은 과실의 성숙과 착색을 불량하게 한다(임 등, 1990; Jang et al., 2002). 또한 과수의 성장환경을 변화시켜 각과종별 주산지 이동과 재배지에 영향을 주고 있다. 우리나라의 평균기온은 점진적으로 상승하여 2100년까지 약 6°C 상승할 것으로 전망하고 있는데 사과는 현재보다 2°C만 올라가도 현재의 사과 주산지의 일부는 폐원의 위기에 몰리 수도 있는 상황이다. 배는 우리나라 전역에 걸쳐 재배되고 있는 과종으로 배 재배기간중 기상특성이 지역간에 큰 차이를 나타내고 있으며 기상특성의 차이는 배의 생육, 과실비대, 과실특성에 영향을 줄 것으로 판단되며 이에 대한 연구가 필요한 실정이다. 따라서 본 연구에서는 배의 기상반응을 분석하고, 기후변화 대응 영향평가의 근거자료로 활용하고자 시험을 실시하였다.

2. 재료 및 방법

본 시험은 2009년도에 안성, 평택, 남양주, 가평, 이천, 양평 등 6지역에서 1농가씩 선정하여 신고 품종으로 조사하였다. 기상조건 이외의 재배적인 요인을 최소화 하기 위하여 비슷한 재배수준의 농가를 선정하여 단위면적당 착과량을 조절하였고 봉지는 똑같은 수출용 착색노루지를 사용하였다. 각 농가별로 기상관측기를 설치하여 배 과수원의 기온, 일사량, 강우량 등을 조사하였다. 생육상황으로는 발아기, 만개기, 신초장, 엽특성을 조사하였으며, 과실특성으로는 과중, 과형지수, 당도, 경도, 산함량, 정형과율을 조사하였다. 당도는 굴절당도계(ATAGO-PR-I형)를 이용하여 조사하였고, 총 산함량은 10ml의 과즙을 취하여 0.1N NaOH로 적정하여 Malic acid로 환산하였다. 기상요인이 과실특성에 미치는 영향을 분석하기 위하여 배의 생육단계를 3시기로 나누어 기상과 과실특성간에 관계를 분석하였다.

3. 결과 및 고찰

배 품종은 신고로 하였으며 조사지역의 농가는 표고가 39m에서 146m까지 선정하였는데 나무의 수세 등을 고려하여 조사수를 선정하였다(표 1).

표 1. 조사지역의 농가 현황

지역	표 고	위 도	경 도	지 형	품 종
안성	39	127.11.38	37.00.59	평지	신고
평택	52	127.03.51	36.56.31	경사지	"
이천	101	127.35.43	37.06.35	평지	"
남양주	87	127.14.55	37.06.11	경사지	"
가평	146	127.20.34	37.48.09	평지	"
양평	83	127.35.59	37.28.47	평지	"

배의 생육기간중 평균기온은 평택이 18.9℃로 가장 높았고 가평이 17.3℃로 가장 낮아서 1.6℃의 차이가 있었다. 지역간 온도차가 가장 큰 달은 10월로서 3.3℃의 차이를 보였다(표 2).

표 2. 월별 평균기온 분포(2009년)

(단위: °C)

지역	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	평균
가평	9.7	16.3	20.1	22.7	23.2	17.9	10.9	17.3
남양주	10.7	16.9	20.3	22.4	23.3	19.0	13.1	18.0
안성	10.3	16.5	20.9	23.2	24.0	19.4	12.9	18.2
이천	10.8	16.9	21.1	23.0	23.6	18.3	11.4	17.9
평택	11.1	17.5	21.6	23.4	24.3	20.0	14.2	18.9
양평	10.7	17.0	21.0	23.2	23.8	18.9	12.0	18.1
평균	10.6	16.9	20.8	23.0	23.7	18.9	12.4	18.1
범위	1.4	1.2	1.5	1.0	1.1	2.1	3.3	1.6

2009년 생육기간동안의 월별 최고기온은 평균은 안성이 25.7℃로 가장 높았고 남양주가 24.3℃로 가장 낮아서 1.4℃의 차이가 있었고, 평년보다는 평균적으로 0.5℃ 상승하였다(표 3).

표 3. 월별 최고기온 분포

(단위: °C)

구분	지역	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	평균
'09년	가평	18.7	25.3	27.3	28.9	30.2	26.5	21.2	25.4
	남양주	18.0	24.2	26.2	27.6	28.9	25.3	20.2	24.3
	안성	19.0	24.8	28.0	29.0	30.1	26.8	22.1	25.7
	이천	18.7	24.7	27.6	28.4	29.6	25.9	20.9	25.1
	평택	18.3	24.1	27.6	28.6	29.7	26.5	22.6	25.3
	양평	19.3	25.2	27.6	28.8	30.0	26.4	20.9	25.5
	평균	18.7	24.7	27.4	28.6	29.8	26.2	21.3	25.2
범위	1.3	1.2	1.8	1.4	1.3	1.5	2.4	1.4	
평년 (1971~ 2000)	가평	18.1	23.0	26.9	28.7	29.3	25.1	19.2	24.3
	남양주	18.4	23.4	27.3	29.3	29.9	25.8	19.8	24.8
	안성	18.0	23.0	26.9	29.1	29.8	25.6	19.8	24.6
	이천	18.5	23.3	27.1	29.2	29.7	25.4	19.6	24.7
	평택	18.2	23.2	27.1	29.3	30.0	26.0	20.1	24.8
	평균	18.2	23.2	27.1	29.1	29.7	25.6	19.7	24.7
범위	0.5	0.4	0.4	0.6	0.7	0.9	0.9	0.5	

2009년 생육기간동안의 월별 최저기온은 평균은 평택이 13.4℃로 가장 높았고 가평이 10.6℃로 가장 낮아서 2.8℃의 차이가 있었고, 평년보다 평균적으로 1.0℃ 내려갔다(표 4). 따라서 최고기온은 평년보다 0.5℃ 올라간 반면 최저기온은 오히려 1.0℃ 내려간 것을 알 수 있었다(표 4).

표 4. 월별 최저기온 분포

(단위: °C)

구분	지역	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	평균
'09년	가평	1.1	7.9	13.9	18.2	18.0	11.6	3.8	10.6
	남양주	4.2	10.5	15.3	18.7	19.1	14.5	7.8	12.9
	안성	2.0	8.3	13.8	18.4	19.1	13.7	6.0	11.6
	이천	3.3	9.6	14.8	18.4	18.6	12.4	4.0	11.6
	평택	4.7	11.2	16.1	19.3	19.9	14.9	7.8	13.4
	양평	2.6	9.7	15.3	19.1	19.0	13.5	5.4	12.1
	평균	3.0	9.5	14.9	18.7	19.0	13.4	5.8	12.0
	범위	3.6	3.3	2.3	1.1	1.9	3.3	4.0	2.8
평년 (1971~ 2000)	가평	2.6	8.8	14.9	19.6	19.3	12.8	4.8	11.8
	남양주	3.9	9.8	15.8	20.4	20.3	14.0	6.2	12.9
	안성	4.8	10.6	16.5	21.0	21.0	14.8	7.0	13.7
	이천	4.0	10.0	15.9	20.4	20.3	13.9	5.9	12.9
	평택	4.9	10.8	16.6	21.1	21.2	15.0	7.3	13.8
	평균	4.0	10.0	15.9	20.5	20.4	14.1	6.2	13.0
	범위	2.3	2.0	1.7	1.5	1.9	2.2	2.5	2.0

2009년도 일교차는 가평이 14.8°C로 가장 컸으며 남양주가 11.5°C로 가장 작아서 3.3°C의 차이가 있었으며, 평년보다는 일교차가 크게 올라 평균적으로 1.6°C 상승하였다(표 5). 이는 평년보다 최고기온은 오르고 최저기온은 내려간데 원인이 있는 것을 알 수 있었다.

표 5. 월별 일교차 분포(2009년)

(단위: °C)

구분	지역	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	평균
'09	가평	17.6	17.4	13.4	10.7	12.2	14.9	17.4	14.8
	남양주	13.8	13.8	11.0	9.0	9.7	10.8	12.4	11.5
	안성	17.0	16.6	14.2	10.6	11.0	13.1	16.1	14.1
	이천	15.4	15.1	12.7	10.0	11.0	13.5	16.9	13.5
	평택	13.5	12.9	11.5	9.3	9.8	11.6	14.8	11.9
	양평	16.7	15.6	12.3	9.7	11.0	12.9	15.5	13.4
	평균	15.7	15.2	12.5	9.9	10.8	12.8	15.5	13.2
	범위	4.1	4.5	3.2	1.7	2.5	4.1	5.0	3.3
평년 (1971~ 2000)	가평	15.5	14.3	11.9	9.2	10.0	12.3	14.4	12.5
	남양주	14.5	13.6	11.5	8.9	9.6	11.8	13.7	11.9
	안성	13.3	12.3	10.4	8.2	8.7	10.8	12.8	10.9
	이천	14.5	13.4	11.1	8.8	9.4	11.6	13.6	11.8
	평택	13.3	12.4	10.5	8.2	8.8	11.0	12.8	11.0
	평균	14.2	13.2	11.1	8.7	9.3	11.5	13.5	11.6
	범위	2.2	2.0	1.5	1.0	1.3	1.5	1.6	1.6

전 생육기간 동안의 누적 일사량은 이천이 3,418 MJ/m²으로 가장 많았으며 양평이 2,871 MJ/m²으로

가장 작아서 547 MJ/m²의 차이가 있었으며, 지역간 일사량 차이가 큰 달은 6월 달로서 111 MJ/m²의 차이가 나타났다(표 6).

표 6. 월별 일사량 분포(2009년) (단위: MJ/m²)

조사지역	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	합계
가평	461	552	504	449	484	440	365	3,255
남양주	420	524	472	420	459	438	356	3,089
안성	445	522	511	429	462	431	373	3,173
이천	488	577	566	452	500	449	386	3,418
평택	489	569	552	464	483	444	398	3,399
양평	413	472	455	378	401	401	351	2,871
평균	453	536	510	432	465	434	372	3,201
범위	76	105	111	86	99	48	47	547

연간 강우량은 가평과 남양주가 각각 1,340mm, 1,390mm 로 가장 많았고, 평택이 743mm 로 가장 적어서 지역간에도 647mm의 차이가 있었다. 지역간 강우량 차이가 가장 큰 달은 7월 달로서 488mm 정도의 차이가 나타났다(표 7).

표 7. 월별 강우량 분포(2009년) (단위: mm)

조사지역	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	합계
가평	81.8	97.7	156.5	591.0	316.3	29.6	66.7	1,340
남양주	60.4	85.8	116.1	771.8	255.0	47.1	53.8	1,390
안성	41.3	101.5	77.8	417.0	182.8	29.2	62.6	912
이천	30.4	108.3	74.4	393.7	221.5	34.2	42.2	905
평택	21.7	105.7	59.4	284.3	208.0	24.6	38.9	743
양평	41.8	82.0	95.0	534.7	149.6	27.1	41.4	972
평균	46.2	96.8	96.5	498.8	222.2	32.0	50.9	1,044
범위	60.1	26.3	97.1	487.5	166.7	22.5	27.8	647

2009년도 발아기는 이천과 평택이 3월 16일로 가장 빨랐고 가평이 3월 18일로 가장 늦어 2일간의 차이가 있었으며, 만개기는 가평이 4월 19일로 가장 늦어 다른 5지역보다 4~5일 늦은 경향이었다(표 8).

표 8. 생육상황

조사지역	발아기(월,일)	만개기(월,일)
가평	3.18	4.19
남양주	3.17	4.14
안성	3.17	4.15
이천	3.16	4.14
평택	3.16	4.15
양평	3.17	4.14

안성지역의 신초장, 엽면적, 엽건물중이 다른 5지역보다 큰 경향으로 수세가 강한 것을 알 수 있었으며, 가평지역의 엽면적과 엽건물중이 다른 지역에 비하여 작은 경향이였다(표 9).

표 9. 신초장 및 엽특성

(조사일 : 7.26~29일)

지역	신초장 (cm)	엽 장 (cm)	엽 폭 (cm)	엽면적 (cm ² /엽)	엽건물중 (g/엽)
가평	65.7	11.5	7.9	121	1.2
남양주	40.4	12.0	8.3	134	1.3
안성	72.7	13.0	8.8	155	1.7
이천	55.1	12.3	8.1	136	1.3
평택	66.7	11.9	7.6	125	1.4
양평	65.5	13.1	8.6	147	1.4

과중은 평택, 안성이 각각 831g, 811g 으로 가장 컸는데(표 10) 이 두 지역은 다른 지역에 비하여 생육기간 동안의 월평균기온이 각각 18.9℃, 18.2℃로 높았으며, 가평이 622g으로 가장 적었는데 이 지역은 월평균기온이 17.3℃로 가장 낮았다. 따라서 월평균기온이 높을 수록 과중이 커지는 것을 이 결과에서 알 수 있었다. 당도는 이천, 평택이 가장 높았는데 이 두 지역은 일사량이 다른 지역에 비하여 많았고, 당도가 낮았던 안성과 양평은 일사량이 적은 것을 알 수 있었다. 따라서 당도는 생육기간 동안의 일사량과 관계가 있는 것으로 판단되었다. 산함량은 남양주와 평택이 각각 0.09%, 0.08%으로 가장 높았는데 이 두 지역은 다른 지역에 비하여 일교차가 각각 11.5℃, 11.9℃로 가장 낮았다. 따라서 배의 산함량은 일교차가 적을수록 산함량이 높아지는 것을 알 수 있었다.

표 10. 과실통성

지역	과중 (g/과)	과형지수 (L/D)	당도 (°Bx)	경도 (kg/φ8mm)	산함량 (%)	착색도 (L)	정형과율 (%)
가평	622d ¹⁾	0.89	11.9ab	2.1	0.06bc	63.2	79.2
남양주	748b	0.90	12.2a	2.0	0.09a	62.7	81.7
안성	811a	0.89	11.1c	1.8	0.05c	62.1	86.7
이천	749b	0.89	12.4a	2.2	0.08ab	63.1	82.5
평택	831a	0.89	12.2a	2.4	0.08a	63.1	79.2
양평	677c	0.91	11.4bc	2.2	0.05c	65.0	75.0

¹⁾DMRT(α=0.05)



신고배 과실비교

4. 적 요

지구온난화에 따른 배 과원의 기상조건이 배의 과실특성에 미치는 영향을 구명 하고자 시험한 결과는 다음과 같다.

- 가. 발아기는 이천과 평택이 3월 16일로 가장 빨랐고 가평이 3월 18일로 가장 늦었으며, 만개기는 가평이 4월 19일로 가장 늦어 다른 5지역보다 4~5일 늦었다.
- 나. 과중은 생육기간 동안의 평균기온이 높은 평택, 안성이 컸으며, 평균기온이 낮은 가평이 낮은 경향이였다.
- 다. 당도는 생육기간 동안의 일사량이 많은 이천, 평택이 높았으며, 일사량이 적은 안성과 양평은 낮은 경향이였다.
- 라. 산함량은 생육기간 동안의 일교차가 적었던 남양주와 평택이 높은 경향이였다.

5. 인용문헌

- 임정남 등. 1990. 주요 과수 재배지대의 기후 특성. 농촌진흥청 농업기술연구소. pp205. Kim, J.H. and 28 other authors. 1991. Specifics in Pomology. 3rd ed. Hyangmunsa. Seoul. Korea.
- 서형호. 2003. 고품질 사과 생산을 위한 기후학적 적지판정기준. 경희대학교 박사 학위 논문.
- Jang, H.I., H.H. Seo and S.J. Park. 2002. Strategy for fruit cultivation research under the changing climate. Kor. J. Hort. Sci. Technol. 20(3):270-275.
- Jin I. Yun. 2006. Climate change impact on the flowering season of japanese cherry in korea during 1941-2100. Kor. J. Agricultural and Forest Meteorology, Vol. 8, No. 2, pp68-76.

6. 연구결과 활용

- 기초자료로 활용

7. 연구원 편성

세부과제	구분	소속	직급	성명	수행업무	참여년도
						09
지구 온난화대응 기상변화에 따른 과수의 생육상황 변화 분석	책임자	원예산업연구과	농업 연구사	박건환	세부과제총괄	○
	공동 연구자	"	농업 연구사	원선이	시료분석	○
	"	"	농업 연구관	임재욱	평가 자료 보완	○