

과제구분	FTA 대응 경쟁력 향상 기술개발	수행시기	전반기	
연구과제 및 세부과제	연구분야(Code)	수행기간	연구실	책임자
국내 육성 사과품종 보급확대 및 주산지별 적품종 선발	C01 FT010601	'08~'10	국립원예특작과학원 사과시험장	박무용
1) 강원지역 사과 주산지별 특화 품종 개발	"	'08~'10	강원도농업기술원 과수화훼연구실	김인중
색인용어	사과, 적품종, 특화, 기상조건			

ABSTRACT

The purpose of this study was to perform a test to propagate Korean apple varieties into wider area of farmhouses and also develop best apple varieties specialized for each chief apple producing place in Gangwon provincial area. According to the test, it was found that annual mean temperature of test places ranged from 8°C to 12°C to satisfy requirements for culture of apple, but had a tendency toward lower degree at higher elevation of producing place.

It was found that the lowest temperature of winter, a period of dormancy, was not lower than -30°C (threshold temperature for culture of apple) to comply with environment requirements for culture of apple, but there were some test places of which temperature approached threshold locally, which shall be carefully considered before culture.

It was found that the temperature with potential risk of frost damage to apple was -2.8°C (budding period) / -1.7°C (flowering period). In particular, Yanggu area showed lower temperature before and after flowering period of April than other areas in Gangwon Province, so it is advisable that this area will take careful precautions against any potential damage caused by late frost and install water sprinkling facilities for apple culture farmhouses to prevent frost damage. Hongro and Honggeum (two varieties of early- to mid-ripening Korean apple) can be cultured across all areas of Gangwon Province and can produce their fruits with higher quality even at highlands. On the other hand, it is found that Fuji series (late ripening variety of Korean apple) may have lower fruit quality due to poor coloration and immaturity at the lower temperature of highlands. Hence, it is recommended that early ripening series of Fuji should be cultured at highlands

1. 연구목표

사과는 북부온대과수로 최근 지구온난화로 인하여 안토시아닌 색소의 발현 부족으로 적색 사과 품종의 재배 지대가 북상하고 있다. 한반도의 기온상승에 따른 사과 재배적지의 변동을 예측한 결과 후지를 기준으로 하였을 경우 1°C 상승시 예상재배면적은 4천 ha가 감소하

며 2℃상승시는 9천 ha가 감소하고 재배적지가 북쪽으로 이동할 것이라는 예측이 있었다. 이는 후지 품종만을 기준으로 하였으며 품종에 따라 재배적지 변화가 달라질 수는 있으나 추후 사과 개원 계획시 참고하여야 할 사항이다. 그러나 과피색 발현에 온도의 영향이 크지 않은 녹황색 사과는 표고가 낮고 생육기 온도가 높은 남부지역에서도 재배가 가능하여 적색사과 품종뿐만 아니라 녹황색 사과 등 재배품종을 다양화 하고 지역 특산품화 시키려는 노력이 필요하며 이를 위해 각 지역 및 지대별 재배조건에 적합한 특산품종의 선발이 요구된다.

이를 위하여 국내에서도 사과 신품종 육성을 위하여 연구한 결과 홍로 등 많은 신품종들이 육성 되었으나 국내육성 신품종의 보급면적은 약 12.3%로 보급이 저조한 실정이다. 이는 홍로, 감홍 등 일부 품종을 중심으로 한 보급 면적이며 최근에 육성된 품종들의 보급 및 재배는 매우 저조한 실정이다. 이는 육성된 품종들이 품질은 우수하고 단과지성으로 풍산성이거나 수세약화나 재배지역에 따른 착색 불량, 동녹 발생 등 재배상의 문제점이 발생하고 있기 때문이다. 이는 각 지역 및 품종에 따른 문제점을 파악하여 해결책을 찾아 각 품종 및 지역별 재배 매뉴얼을 작성하여 농가에 보급하면 신육성 품종의 재배면적은 확대되리라 예상된다.

또한 추후 사과 주산지별 과도한 경쟁을 피하고 과잉생산에 따른 가격 하락을 사전에 방지하여 사과 산업의 안정적 발전을 위하여 사과 주산지별 차별화된 품종의 도입 및 보급이 필요하다. 특히 강원도의 경우 지구 온난화와 관련하여 사과 재배 적지의 북상에 따른 기상 자료의 수집 및 분석과 이에 따른 사과 수체 생육 및 과실 특성을 조사하여 타도와는 다른 고랭지, 해안지, 고위도 등 다양한 환경에 적합한 지역 특화품종의 개발이 필요하다.

따라서 본 연구는 강원도의 지리·기후적 여건에 알맞은 사과 품종의 개발을 위하여 수행하였다.

2. 재료 및 방법

시험품종은 각 주산지별 주요 품종인 홍로와 후지를 중심으로 하였으며 지역 및 지대별 농가를 표 1과 같이 선정하여 각 지역별 기상 및 생육특성, 과실특성 등을 조사하였다.

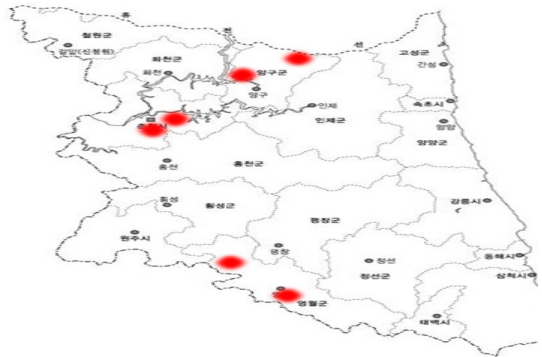
표 1. 지역 및 표고별 농가 현황

지역	주소	위도	경도	고도 (m)	품종	비고
춘천	춘천시 신북읍 유포 2리 (A)	37.57.5	127.46.39	129	후지, 홍로	'08~'10
	춘천시 동내면 신촌리 (B)	37.51.4	127.47.28	147	후지(히로사끼), 홍로	'08~'10
영월	영월군 영월읍 덕포리 (C)	37.10.39	128.28.45	195	후지, 홍로, 시나노스위트	'09~'10
	영월군 주천면 주천리 (D)	37.15.40	128.17.24	245	후지, 홍로, 시나노스위트	'09~'10
양구	양구군 양구읍 군량리 (E)	38.9.23	127.57.28	263	후지, 홍로	'08~'10
	양구군 해안면 이현리 (F)	38.18.18	128.7.47	500	후지, 홍금, 홍로	'08~'10

지역별로 결실이 양호한 나무를 선정하여 3년간 나무별 생육상태와 과실품질 등을 조사하였다. 수체생육은 평균 신초장과 신초경을 조사하였으며 과실 품질은 각 품종 및 지역별 수확시기에 과피 착색정도, 과중, 경도, 당도, 산함량을 조사하였다. 과피의 착색도는 색도색차계를 이용하여 조사과일의 양광면을 측정하여 평균으로 수치화하였다. 과실의 당도와 산함량은 당산분석기(지원하이텍, GMK-706R)로 측정하였고, 경도는 물성분석기로 측정하였다.



<그림 1> 간이 기상측정장치



<그림 2> 기상장비 설치지역

3. 결과 및 고찰

가. 조사지역별 기상상황 비교

강원도내 사과 주산지별 특화품종 개발을 위하여 각 지역에 설치된 기상장비를 통하여 그 지역의 기상자료를 얻을 수 있었다. 표 2는 지역 및 농가별 연평균 기온을 나타낸 것으로 시험 지역 모두 사과 재배에 알맞은 연평균 기온인 8~11℃의 범위 안에 분포하였다. 지역별로는 춘천 A 지역이 10.99℃로 가장 높았고 표고가 높은 양구 F 지역이 8.51℃로 가장 낮았다.

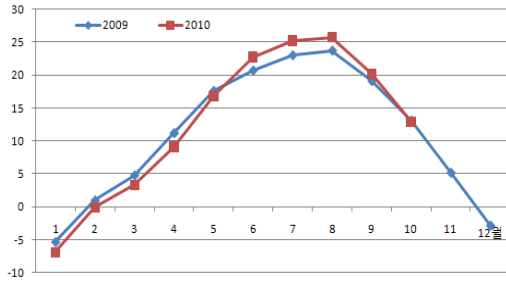
표 2. 연평균기온

(℃)

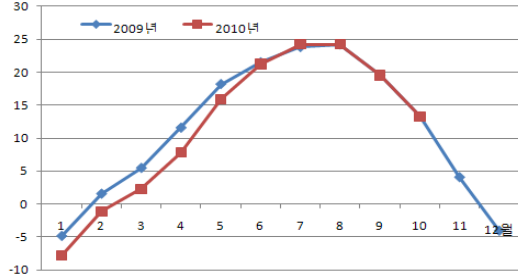
지역 농가	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12월	평균	
춘천	A	-6.1	0.5	4.1	10.2	17.2	21.7	24.1	24.7	19.7	13.0	4.9	-2.1	10.99
	B	-6.3	0.3	3.9	9.7	17.1	21.4	24.0	24.2	19.5	13.3	4.6	-2.5	10.77
영월	C	-6.2	0.3	4.0	9.9	16.9	21.5	24.0	24.7	19.9	13.1	4.8	-1.9	10.92
	D	-6.8	-0.25	3.4	9.3	16.2	20.9	23.3	24.2	18.9	12.9	4.5	-2.5	10.34
양구	E	-6.7	0.1	3.3	8.9	16.0	20.4	23.2	24.0	19.1	12.9	4.2	-2.4	10.25
	F	-7.2	-0.7	1.5	7.8	15.1	18.9	21.1	21.0	15.8	10.1	1.9	-3.2	8.51

기상 자료 : '08. 11. 1~'10. 10. 30

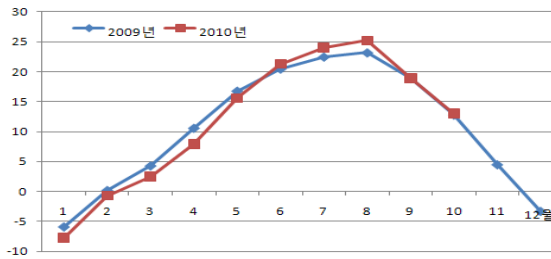
그림 3, 4는 춘천지역의 평균 기온의 연도별 변화를 그래프로 나타낸 것으로 춘천 A 지역의 경우 개화기 이전의 온도는 2009년도가 다소 높았으나 6월 이후부터 9월까지의 2010년도 평균 기온이 다소 높았다. 그러나 B지역의 경우는 6월까지의 2009년도 평균 기온이 높았고 그 이후의 온도는 차이가 없었다.



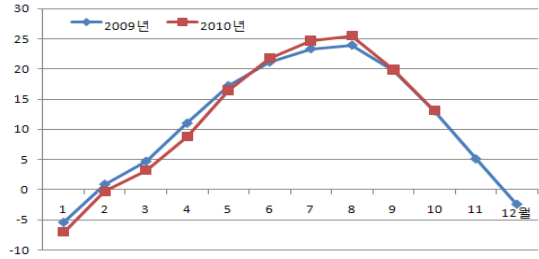
<그림 3> 춘천 A 지역의 평균 기온의 변화



<그림 4> 춘천 B 지역의 평균 기온의 변화

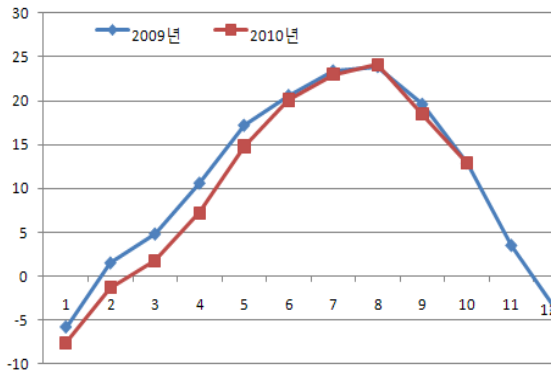


<그림 5> 영월 D 지역의 평균 기온의 변화

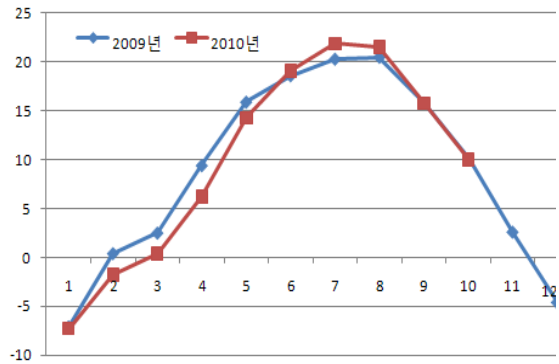


<그림 6> 영월 C 지역의 평균 기온의 변화

그림 5, 6은 영월 지역의 연도별 평균 기온의 변화를 그래프로 나타낸 것으로 두 지역 모두 개화기 이전은 2009년도 기온이 다소 높았으나 6월부터 9월까지의 2010년도 평균 기온이 다소 높았다.



<그림 7> 양구 E 지역의 평균 기온의 변화



<그림 8> 양구 F 지역의 평균 기온의 변화

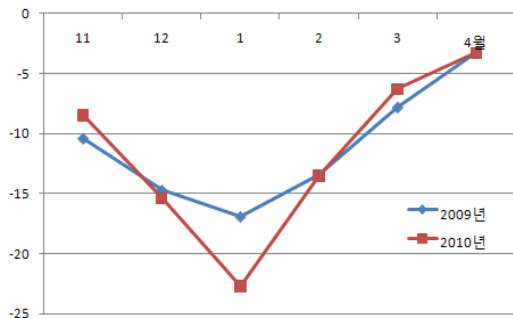
그림 7, 8은 양구지역의 평균 기온의 변화를 나타낸 것으로 다른 지역과 비교하여 6월 이전까지는 2009년도 기온이 다소 높았으나 E지역의 경우는 2009년도와 2010년도의 온도가 큰 차이가 없었으나 F지역의 경우 6월 이후의 온도는 2010년도 온도가 다소 높았으나 9월부터는 2개년 온도의 차이가 거의 없었다.

표 3은 각 지역별 동계 최저 극기온을 나타낸 것으로 가장 기온이 낮은 1월의 온도가 춘천 A지역은 -19.8℃로 가장 높았으며 영월 D지역은 가장 낮은 -22.05℃였으나 사과와 휴면기 한계온도인 -30℃를 넘지 않아 사과 재배에 적합하다고 판단되었으나 이 기상자료는 국지적 기상자료로 강원도 전역을 대표할 수는 없으며 국지적으로 한계온도에 근접한 지역이 있어 이러한 지역에서는 재배에 유의해야 할 것으로 판단되었다.

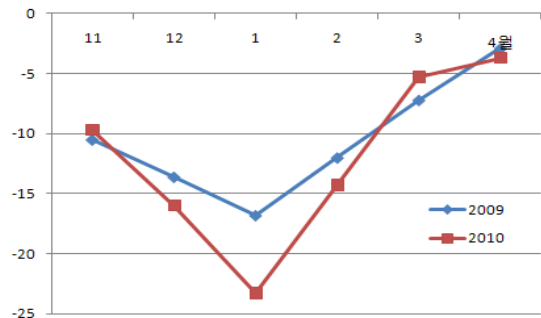
표 3. 지역별 동계 최저 극기온 (‘09~’10 평균, ℃)

지역	농가	11월	12월	1월	2월	3월	4월
춘천	A	-9.45	-15.05	-19.8	-13.45	-7.05	-3.3
	B	-10.1	-14.8	-20.05	-13.15	-6.25	-3.3
영월	C	-10.3	-14.3	-20.85	-13.35	-7.1	-2.6
	D	-10.8	-15.65	-22.05	-14.25	-7.65	-3.2
양구	E	-11.3	-16.1	-20.7	-15.4	-10.4	-4.4
	F	-11.15	-17.2	-20.25	-16.05	-9.7	-3.9

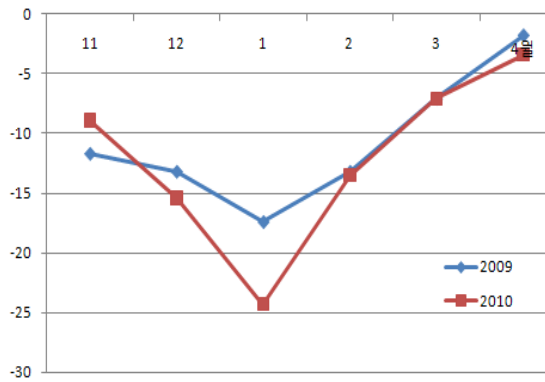
그림 9, 10은 춘천 지역에서의 동계 휴면기 및 발아기까지의 연도별 최저 극기온을 나타낸 것으로 휴면기 동해 온도인 -30℃ 이내의 온도로 동해의 위험은 없었다. 그러나 2010년도 1월의 최저 온도가 A 지역은 -22.7℃, B지역은 -23.3℃까지 내려가 동해 피해가 우려되었다.



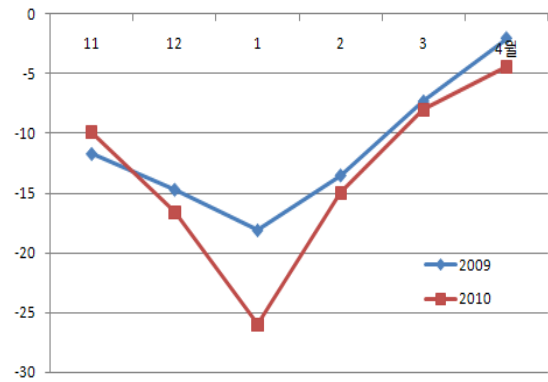
<그림 9> 춘천 A 지역의 연도별 최저 극기온



<그림 10> 춘천 B 지역의 연도별 최저 극기온



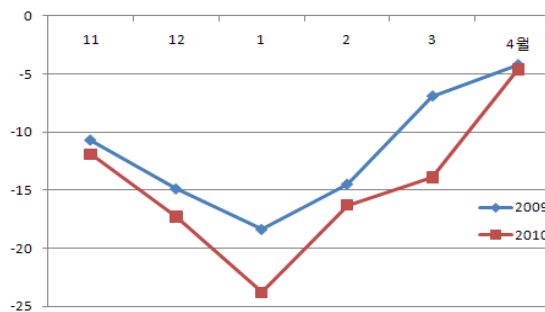
<그림 11> 영월 C 지역의 연도별 최저 극기온



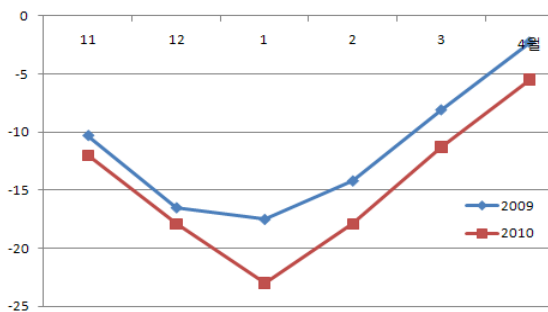
<그림 12> 영월 D 지역의 연도별 최저 극기온

그림 11, 12는 영월 지역에서의 연도별 최저 극기온의 변화를 나타낸 그래프로 영월지역내 C, D지역 모두 동해 피해온도인 -30°C 이내의 온도로 피해는 없었으나 C지역은 2010년도 1월 -24.3°C , D지역은 -26.0°C 로 춘천지역과 비교하여 $1.6\sim 3.3^{\circ}\text{C}$ 정도 낮았다. 특히 D지역의 경우 -26.0°C 로 동해 피해가 우려되었다.

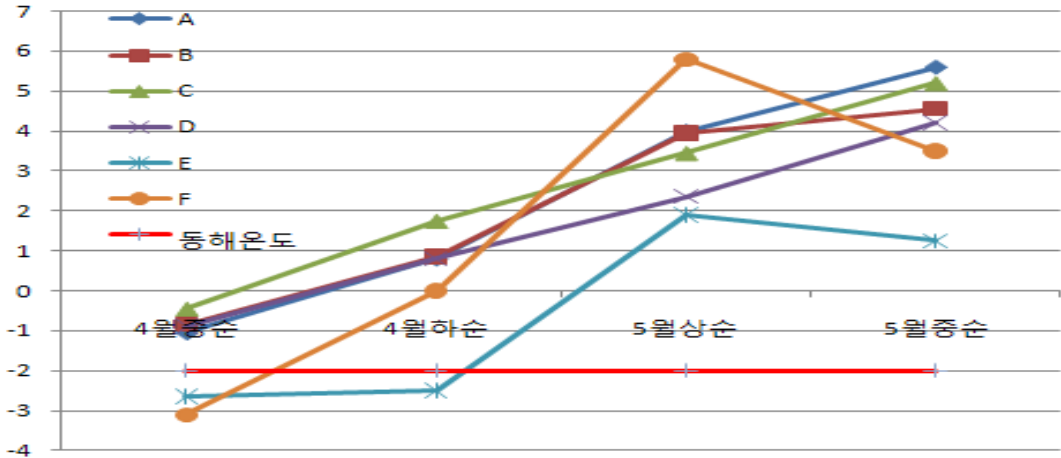
그림 13, 14는 양구 지역에서의 연도별 최저 극기온의 변화를 그래프로 나타낸 것으로 E지역의 경우 1월 최저 지온이 -23.8°C , F지역이 -23.0°C 로 두 지역 모두 동해 피해는 없었다. F지역의 경우는 표고가 가장 높은 지역이었으나 경사지의 햇볕이 잘 드는 지역으로 표고가 낮은 E지역과 큰 차이는 없었다.



<그림 13> 양구 E지역의 연도별 최저 극기온



<그림 14> 양구 F지역의 연도별 최저 극기온



<그림 15> 지역별 생육초기 최저 극기온 변화 (2010년)

그림 15는 개화기 전후의 최저 극기온으로 4월중순 E지역은 -2.65°C , F지역이 -3.1°C 로 가장 낮았고 4월하순은 E지역이 -2.5°C 로 가장 낮았다. 이 시기는 각 지역별 발아 후기부터 개화기까지의 기간으로 이 기간의 동해 피해 온도는 화뢰기 -2.8°C , 만개기 -1.7°C 로 두 지역 모두 피해는 없었으나 개화기 저온이나 서리피해의 우려 지역이었다. 따라서 이 지역 및 피해가 우려되는 지역에서는 피해 예방을 위한 살수 시설 등이 필요할 것으로 보였다.

표 4는 동계 휴면기인 12월부터 다음해 3월까지의 월별 평균기온으로 휴면기 사과재배 적지의 평균기온인 -10°C 이상으로 사과재배에는 큰 지장이 없을 것으로 판단되었으나 포장선 정시 구릉지 등 저지대와 평지의 논매립지, 배수불량 토양은 피해야 할 것으로 판단되었다.

표 4. 휴면기 월별 평균기온 (°C)

지역	농가	12월	1월	2월	3월
춘천	A	-2.38	-6.1	0.45	4.05
	B	-2.52	-6.3	0.25	3.9
영월	C	-1.9	-6.2	0.3	3.95
	D	-2.4	-6.8	-0.25	3.4
양구	E	-2.35	-6.7	0.1	3.3
	F	-3.15	-7.2	-0.7	1.45

표 5는 각 지역별 생육기 평균온도를 나타낸 것으로 평균 온도가 가장 높은 곳은 춘천지역으로 $18.44\sim 18.64^{\circ}\text{C}$ 로 높았고 양구 F지역은 15.67°C 로 가장 낮았다. 그러나 전 지역의 생육기간 평균온도 범위가 사과 생육기 최적 평균온도인 $13\sim 21^{\circ}\text{C}$ 이내 었으며 F지역은 전 생육기간이 이 온도 범위내로 분포하였다.

표 5. 생육기 지역별 평균기온

(°C)

지역	농가	4월	5	6	7	8	9	10	평균
춘천	A	10.15	17.2	21.7	24.1	24.7	19.65	13.0	18.64
	B	9.7	17.05	21.35	24.0	24.2	19.5	13.3	18.44
영월	C	9.9	16.85	21.45	24	24.7	19.85	13.05	18.54
	D	9.25	16.2	20.9	23.25	24.2	18.9	12.9	17.94
양구	E	8.9	16.0	20.35	23.2	24	19.05	12.9	17.77
	F	7.8	15.1	18.85	21.1	21.0	15.8	10.05	15.67

※ 사과재배 적정 생육기 평균온도 : 13-21°C

표 6은 생육기간중 각 지역별 일교차를 나타낸 것으로 평균 약 11~13°C로 사과 재배에 적합 하였으며 특히 당 축적 기간의 일교차가 커 다른 시도와 비교하여 과실 품질면에서 유리하게 작용할 것으로 보였다.

표 6. 생육기 지역별 일교차

(°C)

지역	농가	4월	5	6	7	8	9	10	평균
춘천	A	12.15	12.9	12.0	8.9	9.05	11.2	12.1	11.03
	B	13.85	15.8	11.7	9.2	9.7	11.0	12.7	11.88
영월	C	14.15	14.95	13.45	9.15	9.3	11.3	13.35	12.05
	D	15.45	16.75	14.85	10.4	10.6	11.8	13.15	13.31
양구	E	14.5	14.85	13.6	9.7	9.95	11.15	12.95	12.29
	F	12.4	12.45	12.75	8.75	9.2	11.65	12.5	11.20

이상의 기상자료의 분석을 통해 강원도내에서의 사과 재배는 일부 지역에서 휴면기의 동해 피해와 발아기 및 개화기 늦서리 또는 이상 저온에 의한 동해 피해가 우려되나 살수 시설 및 수체의 건전한 발달로 동해 피해 예방이 가능하리라 생각되어진다.

나. 조사지역별 과실특성 비교

표 10은 각 지역별 홍로 품종의 생육 특성을 나타낸 것으로 발아기는 표고가 낮은 춘천이 3월 22일~4월 4일, 영월 지역은 3월 25일~4월 5일까지였고 양구 지역은 3월 25일~4월 11일로 표고가 높을수록 발아가 다소 늦어졌다.

표 10. 지역별 홍로의 생육특성 ('08~'10)

지역	농가	발아기 (월.일)	개화시 (월.일)	만개기 (월.일)	개화일수 (개화시- 만개기)	숙기 (월.일)	동해	
							수체	꽃눈
춘천	A	3.22~4.4	4.18~5.4	4.21~5.8	4	9.13~9.16	0	0
	B	3.22~4.4	4.18~5.4	4.22~5.8	5	9.15~9.20	0	0
영월	C	3.25~4.5	4.23~5.6	4.28~5.9	6	9.15~9.16	0	0
	D	3.25~4.5	4.24~5.6	4.29~5.9	6	9.15~9.17	0	0
양구	E	3.25~4.11	4.26~5.9	4.30~5.12	5	9.17~9.20	0	0
	F	3.26~4.11	4.29~5.9	5.2~5.12	4	9.15~9.19	0	0

개화시는 춘천지역은 4월 18일 ~ 5월 4일, 영월지역은 4월 23일 ~ 5월 6일로 영월내 지역간 차이는 표고가 높은 D지역이 1일 늦었다. 양구지역은 4월 26일 ~ 5월 9일로 양구지역간 차이는 표고가 높은 F지역이 개화시가 4월 29일로 3일 늦었다. 만개기도 같은 경향이었다. 개화시부터 만개시까지의 개화일수는 춘천지역에서는 4 ~ 5일, 영월은 6일, 양구는 4 ~ 5일이었는데 이는 이 시기의 기온이 영월지역이 양구 지역보다 다소 낮은 것이 원인인 것으로 생각되어진다. 지역별 홍로의 숙기는 춘천 A지역은 9월 13일 ~ 16일, B지역은 9월 15 ~ 20일로 지역간에 2 ~ 4일의 차이가 있었고, 영월은 9월 15일 ~ 9월 17일로 지역간에 1일의 차이가 있었다. 양구지역은 9월 15일 ~ 9월 20일로 다른 지역보다 다소 늦었고 지역간에는 F지역이 E지역에 비하여 2일정도 빨랐는데 이는 F지역의 경우 시험품종이 자용으로 품종의 특성상 홍로보다 숙기가 다소 빨라 지역간 차이보다는 품종간의 차이로 보였다.

표 11. 지역별 홍로의 과실특성

지역	농가	과중 (g/과)	과고(L) (mm)	과폭(D) (mm)	과형 지수 (L/D)	당도 (°Bx)	경도 (kg/φ8mm)	산함 량 (%)	착색 정도 (%)	밀증상 ¹⁾ (0-5)
춘천	A	241	73.3	81.0	0.90	12.8	3.4	0.20	70	0
	B	274	75.3	84.3	0.89	13.1	3.1	0.26	75	0
	평균	257.5	74.3	82.7	0.9	13.0	3.3	0.23	73	0
영월	C	297	77.6	85.6	0.91	13.7	2.9	0.22	75	0
	D	275	74.4	83.0	0.90	14.5	3.7	0.27	80	1
	평균	286	76	84.3	0.91	14.1	3.3	0.25	77.5	1
양구	E	247	74.6	83.0	0.90	13.6	3.0	0.26	60	1
	F	247	73.8	84.5	0.88	13.7	3.7	0.29	80	3
	평균	247	74.2	83.8	0.89	13.7	3.4	0.28	70	2

표 11은 지역별 홍로의 과실특성을 조사한 결과로 과중은 영월지역이 286g으로 가장 컸으며 표고가 높은 양구지역이 247g으로 작았다. 과고 및 과폭도 영월 지역이 가장 컸고 과고는 춘천과 양구간 차이가 없었고 과폭도 같은 경향을 보였다. 과형지수는 3개 지역이 큰 차이가 없이 편원형이었다. 당도는 영월지역이 14.1°Bx로 높았고 춘천이 13°Bx로 다소 낮았다. 경도는 3개 지역간 차이가 없었으나 동일 지역내에서 표고가 높을수록 다소 커지는 경향을 보였다. 착색 정도는 표고가 높은 양구지역이 다소 낮았는데 이는 수확기 저온으로 인한 생육기간의 단축 및 일사량의 영향으로 보여진다. 또한 밀증상은 표고가 높은 양구 F지역이 3으로 다른 지역에 비해 높게 나타났다. 이상의 결과로 볼 때 홍로 품종의 강원 지역 재배시 숙기가 추석 출하용으로 적합하고 과실 크기 및 당도 등 품질이 좋아 경쟁력이 높을 것으로 판단되었다.

표 12. 후지 생육특성

지역	농가	발아기 (월.일)	개화시 (월.일)	만개기 (월.일)	개화일수 (개화시- 만개기)	숙기 (월.일)	동해		비고
							수체	꽃눈	
춘천	A	3.22~4.06	4.23~5.06	4.27~5.10	5	10.19~27	0	0	기꾸
	B	3.22~4.06	4.24~5.06	4.29~5.10	6	10.07~08	0	0	히로사끼
영월	C	3.23~4.06	4.26~5.04	4.30~5.08	5	10.19~25	0	0	기꾸
	D	3.23~4.06	4.26~5.04	4.30~5.08	5	10.20~27	0	0	"
양구	E	3.23~4.14	4.29~5.11	5.3~5.13	5	10.20~25	0	0	"
	F	3.25~4.13	5.1~5.13	5.5~5.15	5	10.22~30	0	0	"

표 12는 후지의 지역간 생육특성을 표로 나타낸 것으로 발아기는 전체적으로 3월 22일~4월 14일로 위도 및 표고가 높을수록 다소 늦어지는 경향을 보였으며 만개시도 같은 경향을 보였다. 후지품종의 경우 만개일보다 종상일이 늦게 나타나 상해가 우려되는 지역이 발생될 수 있으므로 이런 우려 지역은 과원 개원시 고려를 해야 될 것으로 보인다. 개화일수는 전 지역이 5~6일로 큰 차이는 없었으며 숙기는 조생계통인 히로사끼가 가장 빠른 10월 7일이었고 기꾸는 10월 19일부터 10월 20일로 지역간 큰 차이는 없었고 후지는 이보다 늦은 10월 22일이였다.

표 13. 후지 과실특성

지역	농가	과중 (g/과)	과고(L) (mm)	과폭(D) (mm)	과형지수 (L/D)	당도 (°Bx)	경도 (kg/φ8mm)	산함량 (%)	착색정도 (%)	밀증상 ¹⁾ (0-5)
춘천	A	341	80.7	87.0	0.88	13.0	3.56	0.41	70	1
	B	294	79.4	83.9	0.90	12.1	3.32	0.33	60	0
	평균	317.5	80.1	85.5	0.9	12.6	3.44	0.37	65	0.5
영월	C	274	74.0	76.1	0.85	11.1	3.62	0.29	70	0
	D	286	75.6	87.1	0.82	12.9	3.96	0.27	70	1
	평균	280	74.8	81.6	0.84	12.0	3.79	0.28	70	0.5
양구	E	282	74.0	85.4	0.82	14.0	3.96	0.29	70	1
	F	294	71.8	84.8	0.82	13.3	3.68	0.42	50	1
	평균	288	72.9	85.1	0.82	13.7	3.82	0.36	60	1

표 13는 후지의 각 지역별 과실특성을 조사한 결과로 과중은 표고가 낮은 춘천지역이 317.5g으로 가장 컸으며 표고가 높을수록 과형지수는 낮아져 편원형의 과실이 생산되었다. 이는 임 등의 충북지역 사과 주산지에서의 후지품종의 과실특성 조사 결과시 표고가 높은 과원에서 과형지수가 높았다는 보고와 다른 결과를 나타내 이에 대하여 지속적인 검토가 필요할 것으로 보인다. 또한 표고가 높아질수록 당도 및 경도도 높아져 춘천이 12.6°Bx, 3.44kg 인데 비해 양구는 13.7°Bx, 3.82kg 으로 높았으며 밀 증상도 표고가 높아질수록 정도가 커졌다. 표고에 따른 당도와 경도의 변화는 임 등의 보고와 같이 표고가 높은 과원에서

의 후지의 당도와 경도가 높았다는 보고와 같은 결과를 보였다.

그러나 후지의 고랭지 재배시 숙기가 10월 하순 및 11월 상순으로 추위가 빨리 올 경우 착색과 성숙에 지장이 있을 것으로 판단되어 조숙계통의 후지변이종을 재배하는 것이 바람직할 것으로 조사되었으며 착색도가 낮은 지역 및 만생종 품종 재배시 착색율을 높여 고품질의 상품을 생산하기 위하여 반사필름 등 재배관리에 유의해야 될 것으로 보인다.

표 14. 홍금 생육특성

구분	고도 (m)	발아기 (월.일)	개화시 (월.일)	만개기 (월.일)	개화일수 (개화시- 만개기)	숙기 (월.일)	동해	
							수체	꽃눈
춘천	150	4.4	5.4	5.8	4	9.16	0	0
양구	500	4.17	5.12	5.12	4	9.27	0	0
태백	700	4.15	5.14	5.15	4	9.30	0	0

표 14는 국립원예특작과학원 사과 시험장에서 육성한 홍금의 지역별 생육특성을 표로 나타낸 것으로 발아기는 4월 4일부터 17일로 표고가 높을수록 늦어졌으며 개화기 및 만개기도 같은 경향을 보였다. 숙기도 같은 경향을 보여 춘천이 9월 16일, 태백이 9월 30일로 약 15일정도 늦었다.

표 15는 표고별 홍금의 과실특성을 조사한 결과로 과중은 양구가 284g으로 가장 컸고 태백이 179g으로 가장 작았으나 이는 재배 관리상의 문제인 것으로 조사되었다. 과고 및 과폭도 같은 경향을 보였고 과형지수는 춘천과 양구는 같은 0.84였고 태백이 0.87로 편원형으로 되었다. 당도는 춘천이 13.6°Bx로 가장 높았고 양구가 11.8°Bx로 가장 낮았다. 경도는 춘천과 양구는 3.7~3.8로 큰 차이는 없었으나 태백이 4.5로 가장 높았다. 이는 홍로품종의 3.3kg보다 매우 높은 것으로 과육의 경도가 높아 저장성 측면에서 유리할 것으로 보여진다. 착색 정도도 양호하고 당산미의 조화도 좋았으며 특히 고랭지에서의 경도 및 당도 등이 높아서 고랭지에서 9월 하순 출하용으로 적합 할 것으로 생각되었다.

표 15. 홍금 과실특성

구분	고도 (m)	과중 (g/과)	과고(L) (mm)	과폭(D) (mm)	과형 지수 (L/D)	당도 (°Bx)	경도 (kg/10mm)	산함량 (%)	착색 정도 (%)	밀증상 ¹ (0-5)
춘천	150	262	70.8	84.5	0.84	13.6	3.8	0.16	90	0
양구	500	284	74.2	86.9	0.84	11.8	3.7	0.21	90	0
태백	700	179	66.0	75.6	0.87	12.5	4.5	0.20	85	0

이상의 결과로 강원도내 전지역은 사과 재배가 가능하였으나 일부 지역에서는 휴면기의 동해 위험 우려가 예상되거나 발아 또는 개화기때 그리고 만생종의 수확시 늦서리 또는 이상 저온으로 인한 동해 피해가 우려 되었다. 그러나 사과 품종 선택시 만생종이 아닌 조, 중

생종 품종을 선택하거나 만생종 품종에서도 일부 조생계 변이종이나 착색계 변이종을 선택 하면 강원도 고랭지에서도 고품질의 과실 생산이 가능한 것으로 조사되었다. 또한 하계 고온으로 인한 남부지역에서의 후지 등 착색계 사과 품종의 착색 불량 등 품질 저하의 원인이 되는 고온이 강원도 지역에서는 큰 문제가 되지 않고 밤과 낮의 일교차로 인한 당도 및 경도 등 유리하게 작용 할 것으로 보여 앞으로 강원 지역에서의 사과 재배는 지구 온난화에 따른 영향과 함께 지속적인 재배면적 확대될 것으로 예상 된다

4. 적 요

국내 육성 사과 품종의 보급 확대 및 강원도내 주산지별 지역 특화 품종 개발을 위하여 강원지역 사과 주산지 3개 지역 및 표고별 농가를 선정하여 강원도내에서 현재 많이 재배되어지고 있는 홍로 및 후지 품종과 국내 육성 사과 품종인 홍금을 정식하여 각 지역 및 품종별 생육상황과 과실특성, 각 지역 및 표고별 기상자료를 조사한 결과는 다음과 같다.

1. 각 지역의 연평균 기온은 사과재배에 적합한 8~12℃ 내에 분포 하였으며 고지대로 올라갈수록 낮아지는 경향을 나타냈다.
2. 휴면기인 동계 최저 극기온은 사과재배 한계온도인 -30℃를 넘지 않아 사과재배에 적합하다고 판단되나 국지적으로 한계온도에 근접되는 지역이 있어 재배시 유의해야 할 것으로 판단되었다. 사과 동해 위험 온도는 화뢰기 -2.8℃, 개화기 -1.7℃로 4월 개화기 전후에 양구 지역에서 저온이 나타나 늦서리 피해등에 유의하여야 할 것으로 조사 되어 피해 예방을 위한 살수시설 등이 필요할 것으로 판단되었다.
3. 홍로는 강원도 전지역에서 숙기가 추석 전·후로 추석용 사과로 경쟁력이 높을 것으로 판단되었으며 과형지수는 0.89 ~ 0.90%인 편원형이고 착색도 양호한 편이었다. 과중은 지역차이보다 재배농가의 재배방법에 따라 차이가 있으며 경도와 산도는 고도가 높을수록 높아지는 경향이었으며 당도는 지역간 큰 차이가 없었다.
4. 홍금의 숙기는 9월하순으로 추석용으로 출하가 가능하며 고랭지에서도 재배가 가능하였다. 과형지수는 고랭지에서 낮아져 편원형으로 되었으며 과중은 고랭지에서 작아졌으나 재배 관리상 문제인 것으로 조사되었다, 당도와 산도는 차이가 없었으며 경도는 높아져 저장성이 높았다.
5. 후지는 고랭지 재배시 숙기가 10월 하순으로 추위가 빨리 올 경우 착색과 성숙에 지장이 있을 것으로 판단되어 조숙계 후지를 재배하는 것이 바람직한 것으로 조사 되었으며 250m 이하지역에서도 재배에 유의 하여야 할 것으로 판단되었다.

5. 인용문헌

- 권은영, 정재은, 서형호, 윤진일. 2004. 전자기후도를 이용한 고품질 사과생산 후보지역 탐색. 한국농림기상학회지. 6(3) : 170~176
- 김수옥, 정유란, 김승희, 최인명, 윤진일. 2009. 시나리오 기후조건하에서의 사과 '후지'품종

- 재배적지 탐색. 한국농림기상학회지. 11(4) : 162~173
- 문종열, 이정명. 1985. 과수의 동해발생 및 내한성에 관한 연구. 한국원예학회지. 26(4) : 318~326
- 임열재, 홍재성, 진정대, 김재건. 2008. 국지기상과 사과나무 생육 및 과실품질. 건국대학교. 농촌진흥청.
- 윤태명, 한수곤, 박윤문. 2001. 후지 사과 과실의 형태 결정 요인 간 상관. 원예과학기술지 19(3) : 358~361

6. 연구결과 활용

연도(연차)	활용구분	제 목
2010(3년차)	시책건의	○ 강원지역 사과 재배 가능지 재설정
2010(3년차)	영농활용	○ 강원지역 경쟁력 있는 중생종 사과 '홍로', '홍금' 생육 및 과일 특성

7. 연구원 편성

구 분	소 속	직 급	성 명	수행업무	참여년도		
					'08	'09	'10
책 임 자	원예연구과	농업연구관	김인중	과제 총괄	○	○	○
공동연구자	"	농업연구사	이세종	조사업무 지원			○
"	"	"	엄남용	조사업무 지원		○	○
"	"	"	박영식	분석업무 지원	○		○
"	"	"	이재형	조사업무 지원	○	○	
"	"	기 능 직	최정용	생육관리 지원	○	○	○