최저기온 변동분석을 이용한 제주도 기후변화 특성조사

Characteristics of Climate Change in Jeju Island Using the Analysis of Minimum Temperatures Variability

손 태 성*

<목 차>

Ⅰ. 서론
Ⅱ. 자료 분석
Ⅲ. 결과와 토의
Ⅳ. 결론과 제언
< 참고문헌>

<국문 초록>

제주도는 위치상 계절풍지대, 도서, 섬 중앙에 있는 1,950m의 한라산, 크고 작은 오름과 제주도 특유의 지질상황으로 날씨변화가 심하고 전체면적에 비하여 남북과 동서의 기상현상이 다르게 나타나는 특성을 갖고 있다.

일별 최저기온 발생분포에서 1991년과 2001년 및 2010년을 분석한 결과 제주는 높았다가 낮아졌으나 결과는 0.1℃상승, 고산은 같았다가 0.2℃가 상승, 성산은 낮아졌다가 높아져 같아졌고, 서귀포는 높아졌다가 낮아져 0.9℃상승했는데 당년 비교로 경향을 주장하기 어렵다.

월별 최저기온 최근 10년과 전 10년간을 비교한 결과 제주는 0.3℃상승, 고산은

* 제주지방기상청 성산기상대장

같았고, 성산과 서귀포는 0.6℃씩 상승했는데 10년 비교로 경향을 추정할 수 있다.

월별 최저기온 최근 30년(1981～2010)과 10년 전 30년(1971～2000)과의 비교결과 제주는 1.3℃, 고산은 0.8℃, 성산은 2.4℃, 서귀포는 0.6℃상승 했고, 10년 전 30년(1971～2000)과 전 10년 전 30년(1961～1990) 비교에서는 제주는 0.4℃, 성산은 0.2℃, 서귀포는 0.6℃상승 했었다.

제주도 최저기온 극값은 1990년 1월 23일 성산에서 관측된 -7.0℃가 최저였는데 20년 넘게 최저기록을 유지하고 있을 뿐 아니라 다른 3개 지역의 극값 1위는 성산의 3위(-6.4℃)에 미치지 못하였다.

제주도의 최저기온이 남해안 다른 곳보다 낮게 나타나는 날이 2009년과 2010년 봄에 4일 관측되어 그날 일기도와 기온분포도를 붙여 설명 하였다.

Key Words : 극값, 기후변화, 아침최저기온, 월평균최저기온, 일최저기온, 최저초상온도, 평년, 표준시간

Ⅰ. 서 론

기후변화에 대한 여러 기상현상 중에서 전 인류가 걱정하고 그 대응책에 고심하고 있는 지구온난화는 최저기온이 낮아지지 않고 추워야할 겨울이 춥지 않고 따뜻한 현상이 가장 두드러지는 현상이다. 이러한 현상에 대한 원인으로는 화석연료의 과다사용에 의한 온실가스의 증가라고 하지만 지구온난화 원인은 여러 가지 복합적인 요인이 있으므로 본문에서는 논하지 않고 제주도의 최저기온자료를 검토하여 변동추세를 분석하였다.

세계기상기구(WMO)가 정한 기후평년값은 매 10년 주기로 과거 30년 자료를 기준으로 삼도록 권고하기 때문에 2011년 초에는 한국 기후변화와 세계기후변화에 대한 논의가 매우 활발하게 발표 될 것이다. 그렇지만 2010년 겨울날씨는 어떨 것인가? 2010년 12월부터 2011년 2월까지 금년겨울 장기예보가 이미 발표 되었다. 그 자료를 요약하면 “제주도지방 3개월 전망(2010년 12월 ~ 2011년 2월)은 **기온이 평년(6~8℃)과 비슷하겠음**: 찬 대륙고기압이 확장하면서 기온이 큰 폭으로 떨어질 때가 있겠으며, 기온변화가 크겠음. **강수량도 평년(175~214㎜)과 비슷**

하겠음: 평년과 비슷하겠으나, 2011년 1월과 2월에 기압골의 영향과 지형적인 영향으로 많은 눈이 내리는 곳이 있겠음. **기압계 동향과 월별 전망**: 12월 대륙고기압과 이동성고기압의 영향으로 기온의 변동폭이 크겠으나, 기온과 강수량은 대체로 평년과 비슷하겠음. 찬 대륙고기압이 확장하면서 산간지역에는 다소 많은 눈이 내릴 때가 있겠음. **2011년 1월** 일시적으로 찬 대륙고기압이 확장하면서 기온이 큰 폭으로 떨어질 때가 있겠음. 기온과 강수량은 평년과 비슷하겠음. 기압골과 지형적인 영향으로 눈이 오는 곳이 있겠음. **2011년 2월** 시베리아 지역에서 발달한 찬 대륙고기압의 영향으로 추운 날이 많겠으며, 기온변화가 크겠음. 기온과 강수량은 평년과 비슷하겠음". 과 같은 자료를 참고로 설명하면 기후평년값 1971~2000년 자료는 이번에 사용하는 것과 12월 하순에 발표되는 3개월 예보에 활용되고 2011년(명년)부터는 새로이 작성되는 기후평년값을 예보에 활용하게 된다는 이야기이다.

이 시점에서 한국기후변화의 최전방이라고 하는 제주도의 최저기온 변동 상황을 분석하여 제시함으로서 2011년 초에 활발해질 기후변화 논의에 대한 실마리를 제공하고자 한다. 또한 본 연구는 2010년 12월말이 되기 전이므로 2010년 10월말일 또는 11월 15일까지 끊고, 나머지 부분은 이전의 자료를 덧붙여 조사하였다.

자료 이용에서 제주도의 4개 기상대급 기상관서 중 고산기상대의 관측개시일이 1988년으로 가장 늦고, 성산기상대가 1971년부터 관측하였으나 1990년 후반에 현재의 장소로 이전하였으므로 전체적인 자료의 연속성을 고려하여 1991년 1월 1일부터의 자료를 활용 하였다. 도한 4개 지점자료를 비교하기 위하여 통일된 자료를 이용하는 것이 보다 합리적인 결과를 얻을 수 있을 것이므로 자료기간을 최근 20년으로 정하였다(<표 1> 참조).

<표 1> 제주도내 주요기상관측장소 지점별 위치

관측지점	해발고도(m)	위도(N)	경도(E)	관측개시일	비고
제주	19.9	33° 30′	126° 31′	1923년 5월	제주지방기상청
고산	70.9	33° 17′	126° 09′	1988년 1월	기상대
성산	18.4	33° 23′	126° 52′	1971년 1월	1991년 1월 현 위치에서 관측
서귀포	50.4	33° 14′	126° 33′	1961년 1월	1991년 1월 현 위치에서 관측

2000년까지 한국기후자료를 분석한 97년간 변동분석에서 전국 14개 지점 중 제주는 연평균기온이 전국에서 가장 높은 지점으로 13.8~17.0℃로 나타났으나 계절

별로는 가을(15.8~19.5℃)과 겨울(3.2~8.3℃)은 연값과 같이 전국에서 가장 높았으나 봄(10.7~14.9℃)과 여름(22.5~25.9℃)은 봄의 가장 낮았던 10.7℃를 제외한 봄의 높았던 경우와 여름의 자료는 전국에서 가장 높은 기온이 아니었다. 또한 기온상승률이 높은 순서 9위를 보여 연 증온은 0.016℃였으나 봄철은 울산과 같이 공동 6위를 보여 연 증온이 0.022℃였었다. 이때 제주역시 다른 곳과 같이 여름에 변동 폭이 가장 작은 0.013℃로 기록되어 전년과 같은 5개 지점이 동순위를 차지하여 공동 5위였으나 6위 이하는 5개 지점 뿐이었다. 바꾸어 말하면 가장 증온 폭이 작은 순위 공동 6위가 된다는 뜻이다.

이처럼 여름의 증온 폭이 작은 여름의 고온보다는 더 변동 폭이 큰 최저기온의 분석이 제주지역의 기후변화를 이해하는데 더 도움이 크게 될 것이라는 생각에서 우선 최저기온을 분석하였다.

Ⅱ. 자료 분석

1. 조사범위

1) 조사기간: 1991년부터 2010년 10월 말일까지 일부자료는 11월 15일까지
2) 조사지점: 제주도 4개기상관서(제주, 고산, 성산, 서귀포)
3) 조사요소:
   가. 일 최저기온 발생순위: 1991년, 2001년, 2009, 11. 16. ~ 2010. 11. 15. 1년씩(3년)
   나. 월 평균최저기온 변동추이: 1990. 11. ~ 2010. 10.(20년)
   다. 제주도 봄철 최저기온이 낮아 농작물에 피해를 준 날의 일기도와 해설: 5일, 2009년(3. 15./ 3. 26.), 2010년(3. 10,/ 3. 27./ 4. 17.)

2. 활용자료

기상청 기후분석 자료와 기상관측환경편람, 제주도내 4개 기상관서의 최저기온 발생순위 통계, 편집 일기도와 자동기상관측장비(AWS) 기온분포도

3. 분석내용

1) 제주도 4개 지점 1991년 기상관측자료의 월평균과 일별최저기온 비교자료
2) 제주도 4개 지점 2001년 기상관측자료의 월평균과 일별최저기온 비교자료
3) 제주도 4개 지점 2009. 11. 16.~2010. 11. 15. 기상관측자료의 월평균과 일별최저기온 비교자료
4) 제주도 4개 지점 1991. ~ 2000. 월별비교자료, 2001. ~ 2010. 10. 월별 최저기온 비교자료
5) 제주도에 2009년과 2010년 봄철 최저기온 낮아 농작물에 피해를 준 날의 일기도와 해설

Ⅲ. 결과와 토의

1. 일 최저기온 발생분포와 순위

1) 1991년 일 최저기온 높은 기록: 최저기온이 일별로 가장 높았거나 낮았던 경우의 변동을 조사한 자료로서 1991년은 <표 2>와 같이 월별 차이는 있으나 4개 관측지점에서 최고와 최저가 발생하였으며, 그 중 높은 최저기온이 전체 392회중 158회가 관측된 서귀포로서 40.3%의 발생률을 보였고 최다 발샐월은 3월이었으며, 7월이 두 번째를 보여 연 평균은 13.1℃로 나타났다. 두 번째는 117회를 기록한 고산으로 29.8%에 최다발생월은 10월과 1월이었고, 평균은 12.9℃로 나타났으며 유일하게 7월에는 높은 최저기온이 관측된 사례가 1회도 없었다. 3위는 84회로 기록된 제주로서 21.4%에 최다발생월은 8월과 7월이었고, 평균치는 12.7℃를 보였다. 가장 적게 관측된 성산은 33회로서 전체의 8.4%를 차지하였으며 가장 많은 달은 8월과 9월 이었고 평균값이 11.8℃로 가장 낮았음에도 어느 달도 높은 최저기온이 나타나지 않은 달은 없었다.

2) 1991년 일 최저기온 낮은 기록: 최저기온이 일별로 가장 낮았던 횟수를 조사한 자료로서 4개 관측지점에서 낮은 최저기온이 많이 발생한 곳은 전체 378회중

221회가 관측된 성산으로서 58.4%의 발생률을 보였고 10월과 1월에 발생수가 많았다. 두 번째는 76회를 기록한 고산으로 20.1%였는데, 최다발생월은 6월과 7월이 각각 13회씩이었다. 3위는 60회로 기록된 제주로서 15.8%에 최다발생월은 4월이었고, 1월은 한 번도 관측되지 않았다. 가장 적게 관측된 서귀포는 21회로서 전체의 5.5%를 기록하였으며 가장 많은 달은 2월과 5월에 각 5회씩 관측되었고 7월, 9월, 10월과 11월은 단한차례도 낮은 최저기온이 나타나지 않았다.

3) 1991년 일 최저기온의 월별 특징: 최저기온 연평균이 가장 높았던 서귀포 월평균은 8개월이 높았으며, 고산에서 4개월, 6월은 제주에서 0.1℃차로 높은 기록이었다. 고산에서 나타난 4개월 중에서 11월은 서귀포와 같은 수치였으며 나머지는 1, 2월과 10월이었다. 또한 연평균이 높았던 서귀포(13.1℃)와 낮았던 성산(11.8℃)의 차가 1.3℃였는데 월별차가 큰 10월은 고산과 성산의 차가 2.5도를 보였다. 특징으로는 최고발생수가 성산을 비롯한 4곳 모든 곳에서 나온 점과 최저기온이 높았던 곳과 낮았던 곳의 차가 월별로 0.5~2.4℃로 나타난 점, 높은 값 발생 집중도(40.3%) 보다 낮은 값 발생 집중도(58.4%)가 높았다는 점이다. 가장 두드러진 특징은 2월의 평균이 1월의 평균보다 4개 지점 모두 낮았다는 것과 낮은 최저기온 발생 변동성은 작았으나 높은 최저기온 발생 변동성이 크게 나타났다.

<표 2> 1991년 제주도 최저기온(℃) 발생현황

지점	월구 / 분		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	합계 (평균)	비고 (%)
제주	월평균값		4.1	3.2	6.4	10.1	14.2	19.3	23.1	22.8	20.6	13.7	8.9	5.7	12.7	
	1위 발생 횟수	최고	6	10	3	6	10	14	12	5	4	3	5	6	84	21.4
		최저	0	1	5	9	6	4	8	7	4	3	5	8	60	15.8
고산	월평균값		4.5	3.5	6.8	10.7	14.1	18.6	22.8	22.7	20.6	14.8	9.7	6.6	12.9	
	1위 발생 횟수	최고	18	15	5	12	6	1	0	8	12	19	12	9	117	29.8
		최저	4	3	7	2	7	13	13	12	10	1	3	1	76	20.1
성산	월평균값		2.7	1.9	6.0	9.3	13.1	18.4	22.8	22.5	20.3	12.4	7.7	5.0	11.8	
	1위 발생 횟수	최고	2	2	3	1	3	4	2	7	6	1	1	1	33	8.4
		최저	25	19	18	21	16	12	10	13	16	27	24	20	221	58.4
서귀포	월평균값		4.1	3.1	7.6	10.9	14.3	19.2	23.5	23.0	21.0	14.1	9.7	6.9	13.1	
	1위 발생 횟수	최고	6	4	21	14	13	14	20	14	12	8	14	18	158	40.3
		최저	2	5	2	1	5	2	0	2	0	0	0	2	21	5.5

4) 2001년 일 최저기온 높은 기록: 2001년은 <표 3>과 같이 월별 차이도 크고 관측지점별 집중도 역시 크게 나타났다. 최저기온이 가장 높게 관측된 곳은 전체

377회중 291회가 관측된 서귀포로서 77.1%의 발생률을 보였고 월별로 18회에서 30회 발생하였으며, 연 평균은 14.4℃로 나타났다. 두 번째는 53회를 기록한 제주로 14.0%에 최다발생월은 6월과 12월이었고, 평균은 13.2℃로 나타났으며 유일하게 2월에는 높게 관측된 사례가 1회도 없었다. 3위는 27회 기록된 고산으로 7.1%발생률에 최다발생월은 11월과 1월이었으며, 5, 6, 7월 3개월은 1회도 관측되지 않았으며, 평균은 12.9℃를 보였다. 가장 적게 관측된 성산도 6회로서 전체의 1.5%를 기록하였으며, 가장 많은 달이 2회를 넘지 않았었는데 평균이 11.2℃로 가장 낮았을 뿐 아니라 1월, 8월, 9월, 10월을 제외한 8개월은 한 차례도 나타나지 않았다.

5) 2001년 일 최저기온 낮은 기록: 최저기온이 일별로 가장 낮았던 경우가 많이 발생한 곳은 전체 371회중 288회가 관측된 성산으로서 77.6%의 발생률을 보였고, 3월과 11월, 12월은 30회씩 나타났으며, 가장 적게 나타난 9월도 14회였다. 두 번째는 73회를 기록한 고산으로 19.6%였는데, 최다발생월은 성산과 반대로 9월에 17회로 나타났다. 3위는 10회가 기록된 제주로서 2.6%에 최다발생월은 4월이었고, 10월에서 2월까지 5개월과 8월에는 한 차례도 관측되지 않았다. 가장 적게 관측된 서귀포는 1년중 단 1회도 관측되지 않은 특색을 보여 1991년과 차별성 보였다.

6) 2001년 일 최저기온의 월별 특징: 최저기온 연평균이 높았던 서귀포는 월평균도 모두 높은 기록을 보여 1991년과 대조를 이루었고, 오히려 9월 평균은 성산보다 0.4℃낮은 고산에서 최저를 기록한 것이 특징이다. 연값이 가장 높았던 서귀포(14.4℃)와 낮았던 성산(11.2℃)의 차가 3.2℃였는데 월별차가 큰 11월은 서귀포와 성산의 차가 5.5도를 보였다. 특징으로는 최고발생수가 서귀포(77.1%)에 집중되었을 뿐 아니라 최저발생수도 성산(77.6%)에 집중되어 나타난 점과 높았던 지점과 낮았던 지점의 기온차가 월별로 1.9~5.5℃로 크게 나타난 점, 낮은 최저기온이 발생 집중도가 높았음에도 9월과 같이 고산에서 최저를 차지하였다는 점이다. 또한 1월과 2월의 기온비교에서도 성산이 1월보다 0.1℃낮은 2월 최저기온 평균을 보였을 뿐 나머지 3개 지점은 2월이 높았다. 한마디로 요약하면 지역별 온도차가 크고 높은 값과 낮은 값의 집중도가 크게 나타난 해라고 하겠다.

<표 3> 2001년 제주도 최저기온(℃) 발생현황

지점	구분 \ 월		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	합계 (평균)	비고 (%)
제주	월평균값		2.8	3.5	5.9	10.4	15.6	19.7	23.8	24.3	20.8	17.0	9.6	5.1	13.2	
	1위 발생 횟수	최고	5	0	6	2	1	8	4	3	4	6	6	8	53	14.0
		최저	0	0	1	5	1	1	1	0	1	0	0	0	10	2.6
고산	월평균값		2.9	3.5	6.0	10.6	15.0	18.4	23.4	23.8	19.9	16.5	10.2	5.0	12.9	
	1위 발생 횟수	최고	5	1	3	4	0	0	0	1	1	2	6	4	27	7.1
		최저	3	2	0	5	9	9	9	12	17	6	0	1	73	19.6
성산	월평균값		1.2	1.1	3.8	8.4	14.1	17.6	22.8	23.4	20.3	14.7	5.3	1.5	11.2	
	1위 발생 횟수	최고	1	0	0	0	0	0	0	2	2	1	0	0	6	1.5
		최저	28	26	30	21	21	21	23	19	14	25	30	30	288	77.6
서귀포	월평균값		3.8	5.4	7.5	12.1	17.0	20.2	24.9	25.3	21.9	17.8	10.8	6.4	14.4	
	1위 발생 횟수	최고	22	27	24	25	30	24	27	27	24	23	18	20	291	77.1
		최저	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

7) 2009. 11. 16. ~ 2010. 11. 15. 일 최저기온 높은 기록: 편의상 2010년으로 <표 4>와 같이 최저기온이 가장 높게 관측되는 곳은 전체 386회중 255회가 관측된 서귀포로서 66.4%의 발생률을 보였고 월별로 14회에서 26회 발생하였으며, 연평균은 14.0℃로 나타났다. 두 번째는 61회를 기록한 제주로 15.8%에 최다발생월은 8월이었고, 평년은 12.8℃로 나타났으며 높게 관측된 사례가 없는 달이 없었다. 3위는 54회로 기록된 고산으로 14.0%에 최다발생월은 11월과 12월이었으며, 8월과 9월은 1회도 관측되지 않았고 평균은 13.1℃를 보여 발생빈도가 높았던 제주보다 0.3℃가 높은 특징을 보였다. 가장 적게 관측된 성산은 14회로서 전체의 3.6%를 기록하였으며 가장 많은 달이 6회로 9월이었고 평년값은 11.8℃로 가장 낮았을 뿐 아니라 7월, 8월, 9월, 10월 4개월을 제외한 나머지 8개월은 한 차례도 높은 최저기온이 나타나지 않았다.

8) 2009. 11. 16. ~ 2010. 11. 15. 일 최저기온 낮은 기록: 최저기온이 일별로 가장 낮게 발생한 순위 1위는 전체 390회중 263회가 관측된 성산으로서 67.7%의 발생률을 보였고 6개월이 26회 이상 나타났고, 1월은 30회로 나타났으며, 가장 적게 나타난 9월이 3회였다. 두 번째는 66회를 기록한 고산으로 17.0%였는데, 최다발생월은 8월로 15회 나타났으나 1월은 1회도 발생하지 않았다. 3위는 55회 기록된 제주로서 14.1%에 최다발생월은 9월에 20회였으나 8월에는 한 차례도 관측되지 않았다. 가장 적게 관측된 서귀포에서도 4회가 관측되어 1.0%를 보였고, 7, 8, 9월을 제외한 9개월이 단 1회도 관측되지 않았다.

9) 2009. 11. 16. ~ 2010. 11. 15. 일 최저기온의 월별 특징: 최저기온 연평균이 높았던 서귀포는 월평균에서 8월을 제외하고 나머지는 모두 높은 기록을 보였다. 연값이 가장 높았던 서귀포(14.0℃)와 낮았던 성산(11.8℃)의 차가 2.2℃ 였는데 월별차가 큰 1월과 4월은 서귀포와 성산의 차가 3.3도를 보였으며, 월별로는 1.1~3.3℃로 차이는 크게 나타났음. 월간 차이가 크지 않게 나타난 점이다. 특징으로는 최고발생수가 서귀포(66.4%)에 집중되었을 뿐 아니라 최저발생수도 성산(67.7%)에 집중되어 집중도는 1991년과 2001년의 중간이었다. 또한 제주는 8월에는 높은 쪽, 9월과 10월은 낮은 쪽을 기록한 것이 매우 두드러진 특징이다. 월별 기온비교에서도 1월보다 2월 최저기온 평균이 모두 높았는데, 1.3~2.0℃가 높아진 것이 특징이다. 요약하면 제주는 8월과 9월, 10월에 기온변동이 상대적으로 심하게 나타남을 보여주었다.

<표 4> 2010년 제주도 최저기온(℃) 발생현황

지점	구분 \ 월		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	합계 (평균)	비고 (%)
제주	월평균값		2.5	4.4	5.9	8.6	14.1	18.8	23.5	26.4	21.6	15.0	8.5	4.8	12.8	
	1위 발생 횟수	최고	4	1	5	3	3	3	11	19	1	4	3	4	61	15.8
		최저	2	2	1	1	3	2	5	0	20	12	5	2	55	14.1
고산	월평균값		3.5	4.9	5.9	9	14	18.6	23.2	25.4	22	15.5	9.5	5.4	13.1	
	1위 발생 횟수	최고	6	7	4	5	3	1	2	0	0	3	12	11	54	14.0
		최저	0	2	6	3	4	4	11	15	10	9	1	1	66	17.0
성산	월평균값		0.9	3.2	4.7	7.1	12.7	17	22.6	25.3	22.2	15.1	7.2	3.3	11.8	
	1위 발생 횟수	최고	0	0	0	0	0	0	4	1	6	3	0	0	14	3.6
		최저	30	24	24	26	26	27	19	15	3	14	27	28	263	67.7
서귀포	월평균값		4.2	6.2	7.2	10.4	15.5	19.8	24.0	26.1	23.2	16.4	9.6	5.7	14.0	
	1위 발생 횟수	최고	21	24	23	26	27	26	23	14	14	23	16	18	255	66.4
		최저	0	0	0	0	0	0	1	2	1	0	0	0	4	1.0

2. 월 최저기온 발생분포의 변동성

1) 1991 ~ 2010년(20년간) 월 최저기온 높은 기록: 편의상 최근 20년으로 <표 5>와 같이 월 최저기온이 가장 높게 관측되었던 곳은 총 258회중 187회가 서귀포에서 73.0%의 발생률로 나타났고 월별로 12 ~ 18회, 연 평균은 13.9℃로 나타났다. 두 번째는 39회를 기록한 고산으로 15.1%에 최다발생월은 11월이었고, 연평균은 13.1℃로 나타났으며 높게 관측된 사례가 없는 달이 4월~8월까지 5개월

이었다. 3위는 28회를 기록한 제주로 10.9%에 최다발생월은 8월이었고, 2월만 유일하게 1회도 관측되지 않아 고산과 다른 특징을 보였으며, 연 발생수가 많았던 고산보다 연평균은 0.1℃가 높은 13.2℃를 보였다. 가장 적게 관측된 성산은 2회로서 전체의 0.8%를 기록하였으며 1월과 7월에 각 1회씩 나머지 달은 관측되지 않았고 연평균은 11.9℃로 가장 낮았다.

2) 1991 ~ 2010년(20년간) 월 최저기온 낮은 기록: 월 최저기온이 가장 낮았던 순위 1위는 전체 256회중 218회가 관측된 성산으로서 85.2%의 발생률에 월별로는 13 ~ 20회로 나타났다. 두 번째는 25회를 기록한 고산으로 9.8%였는데, 최다발생은 5회씩 나타난 7, 8, 9월이었고, 1월과 10월, 11월은 발생하지 않았다. 3위는 13회 기록된 제주로서 5.1%에 최다발생월은 2월에 10회였으나 한 차례도 관측되지 않은 달이 9개월 이었다. 특이한 점은 서귀포에서는 연중 단 1회도 관측된 달이 없었다.

<표 5> 1991~2010년 제주도 최저기온(℃) 발생현황

지점	구분 \ 월		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	합계 (평균)	비고 (%)
제주	20년 평균값		3.7	3.9	6.4	10.5	14.7	18.9	23.4	24.5	20.8	15.5	10.2	5.7	13.2	
	1위 발생 횟수	최고	3	0	1	2	1	2	6	8	2	1	1	1	28	10.9
		최저	0	10	0	0	0	0	0	0	2	1	0	0	13	5.1
고산	20년 평균값		3.8	4.1	6.4	10.4	14.2	18.3	22.7	23.9	20.6	15.8	10.8	6.1	13.1	
	1위 발생 횟수	최고	4	7	2	0	0	0	0	0	1	5	11	9	39	15.1
		최저	0	1	1	3	3	1	5	5	5	0	0	1	25	9.8
성산	20년 평균값		2.0	2.4	5.2	9.2	13.5	17.6	22.4	23.6	20.2	14.2	8.5	3.9	11.9	
	1위 발생 횟수	최고	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	2	0.8
		최저	20	19	19	18	17	19	18	16	13	20	20	19	218	85.2
서귀포	20년 평균값		4.1	4.8	7.4	11.5	15.5	19.4	23.7	24.8	21.6	16.4	11.1	6.4	13.9	
	1위 발생 횟수	최고	14	14	17	18	18	18	16	13	18	16	13	12	187	73.0
		최저	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

3) 1991 ~ 2000년(10년간) 월 최저기온 높은 기록: 편의상 최근 20년 중 전 10년으로 <표 6>과 같이 월 최저기온이 가장 높게 관측되는 곳은 전체 130회중 89회가 관측된 서귀포로서 68.5%의 발생률을 보였고 월별로 5회에서 10회 발생하였으며, 연 평균은 13.6℃로 나타났다. 두 번째는 27회를 기록한 고산으로

20.8%에 최다발생월은 11월이었고, 평균은 13.1℃로 나타났으며 높게 관측된 사례가 없는 달이 4월~8월까지 5개월이었다. 3위는 14회로 기록된 제주로 10.8%에 최다발생월은 7월과 8월이었고, 6개월이 1회도 관측되지 않았다. 성산은 1회도 관측되지 않았고 평년값은 11.6℃로 가장 낮았다.

<표 6> 1991~2000년 제주도 최저기온(℃) 발생현황

지점	구분 \ 월		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	합계 (평균)	비고 (%)
제주	10년 평균값		3.7	3.7	6.4	10.5	14.5	18.6	23.4	24.3	20.4	15.1	10.0	5.7	13.0	
	1위 발생 횟수	최고	1	0	0	1	0	1	5	5	1	0	0	0	14	10.8
		최저	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
고산	10년 평균값		3.9	4.0	6.5	10.5	14.1	18.2	22.8	23.8	20.5	15.6	10.7	6.2	13.1	
	1위 발생 횟수	최고	4	5	2	0	0	0	0	0	1	4	6	5	27	20.8
		최저	0	0	0	0	0	0	2	3	0	0	0	0	5	4.1
성산	10년 평균값		1.8	2.0	5.0	8.9	12.8	17.4	22.3	23.3	19.4	13.7	8.4	3.8	11.6	
	1위 발생 횟수	최고	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		최저	10	10	10	10	10	10	9	8	10	10	10	10	117	95.9
서귀포	10년 평균값		4.0	4.2	7.2	11.3	15.2	19.1	23.6	24.5	21.1	15.9	11.0	6.4	13.6	
	1위 발생 횟수	최고	6	6	8	9	10	9	8	6	9	6	7	5	89	68.5
		최저	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

4) 1991 ~ 2000년(10년간) 월 최저기온 낮은 기록: 월 최저기온이 가장 낮게 발생한 순위 1위는 전체 122회중 117회가 관측된 성산으로서 95.9%의 높은 발생률을 보였고 월별로는 8회에서 10회로 나타났는데, 7월과 8월을 제외하면 모두 성산에서 관측되었다. 두 번째는 5회를 기록한 고산으로 4.1%였는데, 성산에서 빠진 7월과 8월이었고, 나머지는 1회도 발생하지 않았다. 제주와 서귀포에서는 각각 한 차례도 관측되지 않았다는 것이 큰 특징이고, 1월과 2월의 평균비교에서 제주는 같았고, 고산은 0.1℃, 성산과 서귀포는 다같이 0.2℃씩 3월이 높았고, 낮아진 곳은 없었다.

5) 2001 ~ 2010년(10년간) 월 최저기온 높은 기록: 편의상 최근 10년으로 <표 7>과 같이 월 최저기온이 가장 높게 관측되는 곳은 전체 128회중 100회가 관측된 서귀포로서 78.1%의 발생률을 보였고 월별로 6회에서 10회 발생하였고 연평균은 14.2℃로 나타났다. 두 번째는 14회로 기록된 제주로 10.9%에 최다발생월

은 8월이었고, 2월이 1회도 관측되지 않았으며, 평균은 13.3℃였다. 3위는 12회를 기록한 고산으로 9.4%에 최다발생월은 11월이었고, 평균은 13.1℃로 나타났으며 높게 관측된 사례가 없는 달이 8개월이었다. 성산은 5월과 7월에 각 1회씩 2회 관측되어 1.6%를 보였고 나머지 달은 관측되지 않았으며, 평년값은 12.2℃로 가장 낮았다.

6) 2001 ~ 2010년(10년간) 월 최저기온 낮은 기록: 월 최저기온이 가장 낮게 발생한 순위 1위는 전체 125회중 101회가 관측된 성산으로서 80.8%의 비교적 높은 발생률을 보였고 월별로는 3회에서 10회로 나타났는데, 9월에 가장 적게 나타났다. 두 번째는 20회를 기록한 고산으로 16.0%였는데, 성산에서 가장 적게 나타난 9월에 5회 발생하여 최다였고, 1회도 발생하지 않았던 달도 3개월이었다. 제주는 4회 나타나 3.2%를 보였으나 서귀포에서는 한 차례도 관측되지 않은 특징을 보였다.

<표 7> 2001~2010년 제주도 최저기온(℃) 발생현황

지점	구분 \ 월		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	합계 (평균)	비고 (%)
제주	10년 평균값		3.7	4.2	6.4	10.6	14.8	19.1	23.4	24.6	21.1	15.8	10.4	5.7	13.3	0.3
	1위 발생 횟수	최고	2	0	1	1	1	1	1	3	1	1	1	1	14	10.9
		최저	0	1	0	0	0	0	0	0	2	1	0	0	4	3.2
고산	10년 평균값		3.8	4.2	6.3	10.4	14.2	18.3	22.5	24.0	20.7	16.0	10.8	6.0	13.1	0
	1위 발생 횟수	최고	0	2	0	0	0	0	0	0	0	1	5	4	12	9.4
		최저	0	1	1	3	3	1	3	2	5	0	0	1	20	16.0
성산	10년 평균값		2.3	2.9	5.3	9.6	14.1	17.9	22.5	23.9	20.9	14.7	8.6	4.0	12.2	0.6
	1위 발생 횟수	최고	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	2	1.6
		최저	10	9	9	8	7	9	9	8	3	10	10	9	101	80.8
서귀포	10년 평균값		4.2	5.5	7.6	11.8	15.9	19.7	23.9	25.2	22.1	16.8	11.2	6.3	14.2	0.6
	1위 발생 횟수	최고	8	8	9	9	8	9	8	7	9	10	6	9	100	78.1
		최저	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

3. 월 최저기온변동과 순위발생의 변동성

1) 최근 20년 중 전 10년과 후 10년 월 최저기온 변동성 비교: 편의상 최근

20년을 전후 10년씩 나누어<표 8>과 같이 월 최저기온변동과 순위발생의 변동성을 살펴보면 성산과 서귀포는 다같이 0.6℃, 제주가 0.3℃ 연 값이 높아진 반면, 고산은 변동이 없었다. 월별로는 제주는 9월과 10월에 각각 0.7℃ 증가했고, 낮아진 달은 없었으나 고산은 7개월이 상승, 5개월이 하강하여 연 값의 변동이 없었고, 성산은 낮아진 달 없이 0.2~1.5℃가 상승하였는데 9월이 가장 큰 변동성을 보였고, 다음은 5월이었다. 서귀포는 12월이 0.1℃낮아졌을 뿐 나머지는 0.2~1.3℃높았고, 2월의 변동성이 가장 크게 나타났다.

2) 최근 20년 중 전 10년과 후 10년 월 최저기온 최고발생순위 변동: 최근 20년을 전후 10년씩 나누어 월 최저기온 높은 순위발생의 변동성을 살펴보면 제주는 최고 발생월의 연 발생은 늘거나 줄지 않았으나 월별로는 7월과 8월이 줄고, 2, 4, 6, 9월을 제외한 6개월이 1회씩 늘어났다. 고산은 15회가 줄어들어 변동 폭이 가장 크게 나타났는데, 월별로는 늘어난 달은 한 곳도 없이 변동이 없는 4월~8월을 제외한 7개월이 1~4회가 줄었는데 1월이 4회로 가장 크게 줄었다. 성산은 5월과 7월에 각 1회씩 전부 2회가 늘어났다. 서귀포는 6개월이 늘어났고, 같거나 줄어든 6개월이 있었고 전년으로는 11회가 늘었다.

3) 최근 20년 중 전 10년과 후 10년 월 최저기온 변동특성: 최근 10년씩 나누어 두 자료 월 최저기온 변동성은 제주도 평균이 0.4℃로 나타났으나 성산과 서귀포는 각각 0.7℃와 0.6℃로 비교적 높은 증온율을 보였고 월별로는 지역차가 있었는데, 제주는 9~10월, 고산은 10월, 성산은 5월, 서귀포는 2월의 증온율이 가장 높았다. 또한 12월은 고산과 서귀포가 감온 되었고 제주는 변동이 없었으며, 성산만 증온되어 4개 지점평균은 유일하게 낮아진 달이 되었다. 고산은 높은 쪽이 줄어든 수와 낮은 쪽이 늘어난 수가 같아서 모두 30개의 변동을 보인반면, 제주는 낮은 쪽만 4회가 늘어나 변동율이 가장 낮았다. 월값의 증감과 높은 쪽과 낮은 쪽의 발생빈도를 볼 때 고산에서의 구간내 변동성이 크게 나타났다. 감온월은 없었으나 4개월의 무변동월이 포함된 제주의 연값은 0.3℃의 증온을 기록했고, 무변동없이 증온만 나타난 성산과 감온이 있었던 서귀포의 연값이 같다면 최저기온의 변동폭은 서귀포가 더 크게 나타났다고도 해석할 수 있을 것이다.

<표 8> 1991~2000년과 2001~2010년 제주도 최저기온(℃) 발생비교

지점	구분 \ 월	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	합계 (평균)	비고 (%)
제주	10년 차이값	0.0	0.5	0.0	0.1	0.3	0.5	0.0	0.3	0.7	0.7	0.4	0.0	3.5	0.3
	최고발생변화	1	0	1	0	1	0	-4	-2	0	1	1	1	0	
	최저발생변화	0	1	0	0	0	0	0	0	2	1	0	0	4	
고산	10년 차이값	-0.1	0.2	-0.2	-0.1	0.1	0.1	0.1	-0.3	0.2	0.4	0.1	-0.2	0.3	0.0
	최고발생변화	-4	-3	-2	0	0	0	0	0	-1	-3	-1	-1	-15	
	최저발생변화	0	1	1	3	3	1	1	-1	5	0	0	1	15	
성산	10년 차이값	0.5	0.9	0.3	0.7	1.3	0.5	0.2	0.6	1.5	1.0	0.2	0.2	7.9	0.7
	최고발생변화	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	2	
	최저발생변화	0	-1	-1	-2	-3	-1	0	0	-7	0	0	-1	-16	
서귀포	10년 차이값	0.2	1.3	0.4	0.5	0.7	0.6	0.3	0.7	1.0	0.9	0.2	-0.1	6.7	0.6
	최고발생변화	2	2	1	0	-2	0	0	1	0	4	-1	4	11	
	최저발생변화	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

4. 한국기후표 자료와 최저기온변동성 비교

1) 최저기온 평균의 변동성 비교: 한국기후표의 평균값 1971년부터 2000년까지를 전, 1981년부터 2010년을 후로 그 차를 조사한 <표 9>에는 최저기온이 가장 낮았던 성산이 2.4℃, 제주가 1.3℃, 고산이 0.8℃, 서귀포가 0.6℃씩 높아진 상태를 보였다.

<표 9> 1961~1990, 1971~2000년과 1981~2010년 제주도 최저기온(℃) 발생비교

구분		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	년	비고
제주	전	**3.0**	**3.1**	**5.6**	**9.8**	**13.9**	**18.2**	**23.0**	**23.8**	**19.7**	**14.5**	**9.4**	**5.0**	**12.4**	0.4
	후	**4.0**	**4.7**	**7.2**	**11.3**	**15.4**	**19.2**	**23.6**	**24.6**	**21.3**	**16.1**	**10.8**	**6.2**	**13.7**	
	차	**1.0**	**1.6**	**1.6**	**1.5**	**1.5**	**1.0**	**0.6**	**0.8**	**1.6**	**1.6**	**1.4**	**1.2**	**1.3**	
고산	전	**3.9**	**4.1**	**6.6**	**10.5**	**14.2**	**18.2**	**22.9**	**23.8**	**20.6**	**15.6**	**10.7**	**6.3**	13.1	
	후	**4.0**	**4.9**	**7.4**	**11.6**	**15.6**	**19.4**	**23.7**	**24.8**	**21.6**	**16.4**	**10.9**	**6.3**	**13.9**	
	차	**0.1**	**0.8**	**0.8**	**1.1**	**1.4**	**1.2**	**0.8**	**1.0**	**1.0**	**0.8**	**0.2**	**0.0**	**0.8**	
성	전	**1.4**	**1.8**	**4.5**	**8.5**	**12.4**	**17.1**	**22.3**	**23.2**	**19.1**	**13.5**	**8.0**	**3.3**	11.3	0.2

산	후	3.9	4.6	7.1	11.3	15.4	19.3	23.6	24.7	21.3	16.2	10.9	6.1	13.7	
	차	2.5	2.8	2.6	2.8	3.0	2.2	1.3	1.5	2.2	2.7	2.9	2.8	2.4	
서귀포	전	3.2	3.6	6.5	10.8	14.8	18.6	23.3	24.1	20.3	15.3	10.1	5.4	13.0	0.6
	후	3.6	4.4	7.1	11.3	15.3	19.2	23.5	24.6	21.1	15.9	10.6	5.9	13.6	
	차	0.4	0.8	0.6	0.5	0.5	0.6	0.2	0.5	0.8	0.6	0.5	0.5	0.6	
전전자료	제주	2.4	2.6	4.9	9.3	13.4	17.8	22.8	23.6	19.5	14.1	8.9	4.6	12.0	1961
	성산	1.2	1.7	4.3	8.2	12.3	17.0	22.3	23.1	19.0	13.4	7.7	3.1	11.1	~
	서귀	2.4	3.0	5.6	10.3	14.3	18.0	23.0	23.9	19.9	14.6	9.4	4.6	12.4	1990

1961~1990년 자료와 비교해보면 당시변동은 제주 0.4℃, 성산 0.2℃, 서귀포 0.6℃의 증온을 보였는데 비하여 10년 전보다 최근 10년의 변화가 크게 나타났다. 성산의 자료는 관측 장소변경이 영향을 미친 것으로 보인다.

2) 최저기온 극값순위 변동: 최근 10년 내에 극값은 고산에서 1~4위가 바뀌었다.

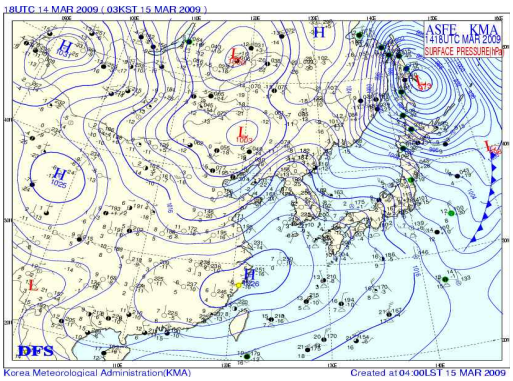
<표 10> 제주도 최저기온(℃) 극값

지점	발생일	1위	발생일	1위	발생일	1위	발생일	1위	발생일	1위	비고
제주	1977. 02. 16.	-6.0	1977. 02. 15.	-5.9	1931. 01. 10.	-5.7	1981. 02. 26.	-5.1	1936. 01. 17.	-5.0	
고산	2004. 01. 22.	-4.5	2004. 01. 21.	-4.4	2004. 01. 24.	-3.9	2009. 01. 24.	-3.6	1990. 01. 26.	-3.5	
성산	1990. 01. 23.	-7.0	1990. 01. 26.	-6.6	1977. 02. 16.	-6.4	1990. 01. 24.	-6.1	1983. 02. 14.	-6.1	
서귀포	1977. 02. 16.	-6.3	1970. 01. 05	-6.1	1977. 02. 15.	-5.9	1967. 01. 15.	-5.4	1967. 01. 16.	-5.2	

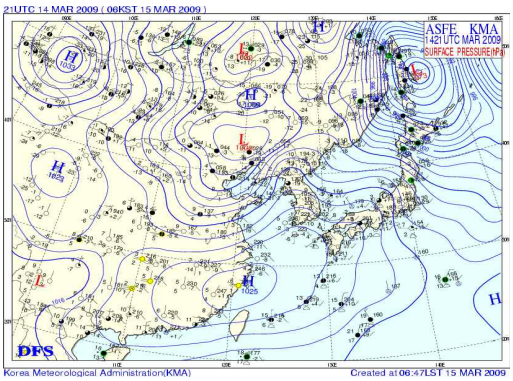
5. 제주도 저온발생 일기도

1) 2009년 3월 15일 지상일기도와 기온분포도

가. 2009년 3월 15일 지상일기도



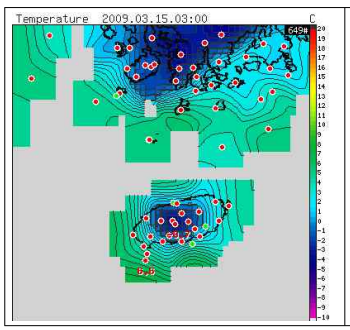
〈그림 1〉 03:00 KST 일기도



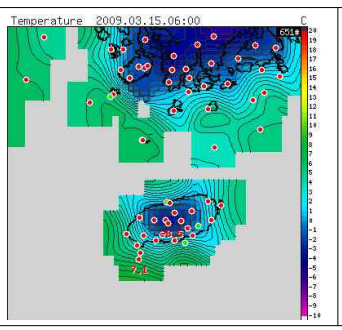
〈그림 2〉 06:00 KST 일기도

<그림 1>은 중국 상해남쪽 고기압과 서만주지방에 저기압이 있는 전형적인 남고북저형기압배치를 이루고 있으며 <그림 3~5>와 <표 11>과 같이 기온과 최저초상온도가 낮아져 제주도에 서리 가능성이 높은 일기도이다. <그림 2>는 <그림 1>과 큰 차이가 없이 기압경도는 비교적 크고, 굴곡이 심하게 유지되고 있으며 일기도는 등압선 간격이 넓어 제주도에 바람이 약했으며, 중・산간지대와 일부 해안지대에서 서리가 관측되었다.

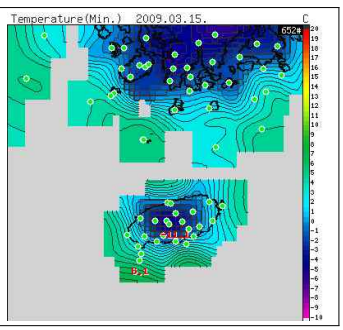
나. 2009년 3월 15일 기온 분포도



〈그림 3〉 03:00 KST 기온



〈그림 4〉 06:00 KST 기온



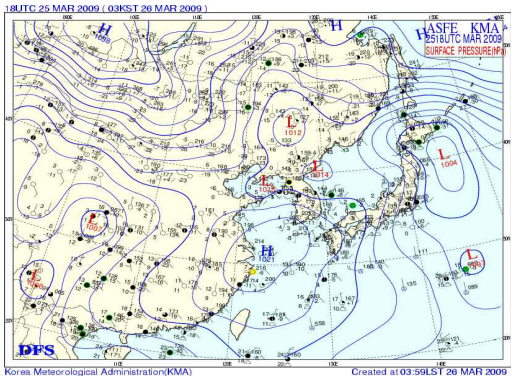
〈그림 5〉 15일 최저기온

<표 11> 2009. 3. 15. 03시, 06시기온, 일최저기온, 최저초상온도(자료: 기상청, 단위 ℃)

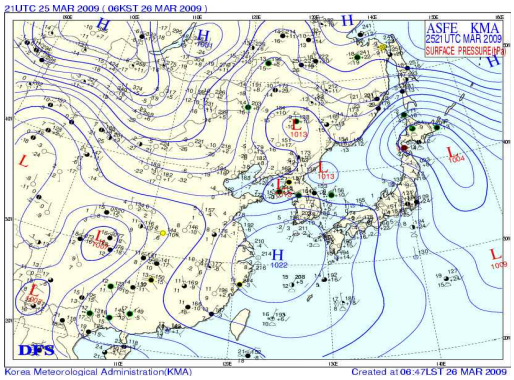
구 분		제 주	서귀포	고 산	성 산
03:00 기온		2.9	3.8	5.2	3.0
06:00 기온		3.1	4.2	5.7	2.9
일 최저기온과 최저초상온도	일 최저	2.8	2.6	4.3	2.0
	최저초상	1.4	1.6	1.3	0.1
	발생시각	03:16	04:52	05:09	01:29

2) 2009년 3월 26일 지상일기도와 기온분포도

가. 2009년 3월 26일 지상일기도



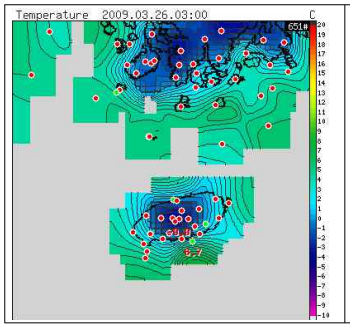
〈그림 6〉 03:00 KST 일기도



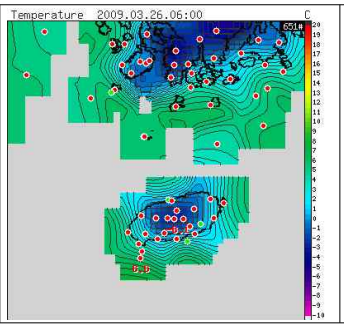
〈그림 7〉 06:00 KST 일기도

<그림 6>은 중국 상해동쪽 고기압과 만주와 북한에 저기압이 있는 기압배치로서 전형적인 비틀린 남고북저형기압배치를 보이는 상태이다. <그림 7>과 <그림 6>은 큰 차이가 없으나 고기압중심이 제주도에 가까워져있으며, 기압경도는 크지 않은 상태를 유지하고 있다. <그림 8~10>과 <표 12>와 같이 이럴 때 서리가 내리고 얼음이 얼어 농작물에 큰 피해를 줄 수 있는 일기도이며, 관측지점별 최저초상온도가 낮고 중·산간 지역을 비롯하여 해안지대까지 서리가 폭넓게 내렸음. 일 최저기온의 최고가 제주도 이외의 지점에서 관측된 특징을 보였다.

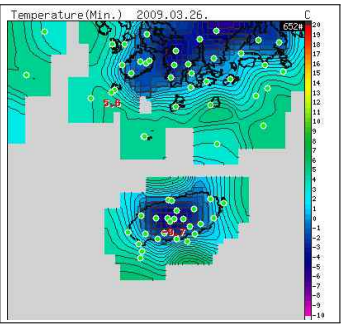
나. 2009년 3월 26일 기온 분포도



〈그림 8〉 03:00 KST 기온



〈그림 9〉 06:00 KST 기온



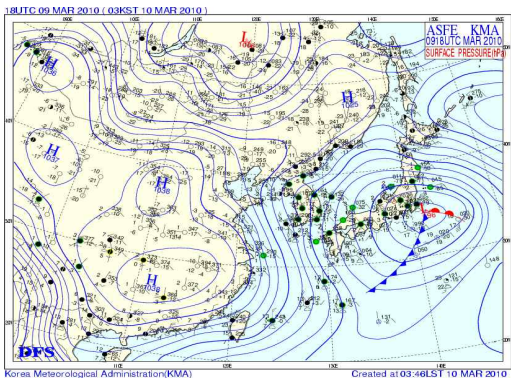
〈그림 10〉 26일 최저기온

<표. 12> 2009. 3. 26. 03시, 06시기온, 일최저기온, 최저초상온도(자료: 기상청, 단위 ℃)

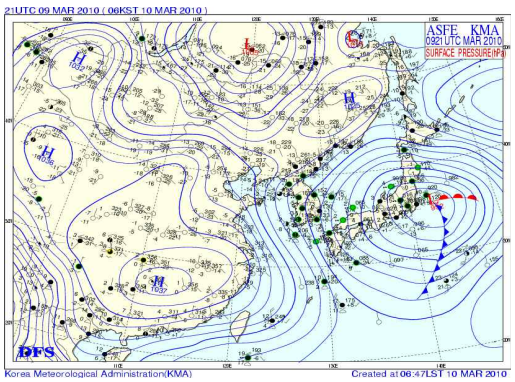
구 분		제 주	서귀포	고 산	성 산
03:00 기온		2.9	4.3	3.4	1.8
06:00 기온		3.0	3.5	5.3	2.5
일 최저기온과 최저초상온도	일 최저	2.6	3.2	3.2	1.6
	최저초상	1.5	2.0	0.5	0.5
	발생시각	04:41	06:28	01:34	02:46

3) 2010년 3월 10일 지상일기도와 기온분포도

가. 2010년 3월 10일 지상일기도



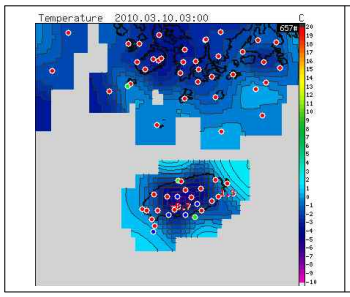
〈그림 11〉 03:00 KST 일기도



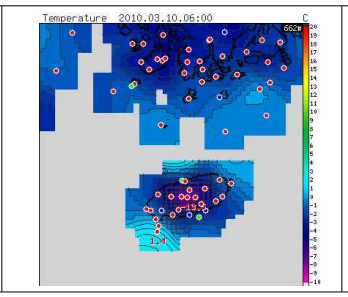
〈그림 12〉 06:00 KST 일기도

<그림 11>은 화중과 화남에 고기압, 일본열도 동남부에 발달한 저기압이 있는 전형적인 서고동저의 겨울형 기압배치로서 얼음과 서리보다는 강풍이 부는 일기도이다. <그림 12>는 <그림 11>과 비교하면 기압계의 유형은 비슷하나 중심부만 조금 동진하였으며, 기압경도는 크고 등압선이 남북으로 서있는 상태를 유지하였다. 찬바람이 매우 강하고 기온이 크게 낮아지므로 농작물의 동·상해 예방대비가 인위적으로 매우 어려운 상황이고 이날 제주도 전 관측소에서 눈과 비, 강풍이 관측 되는 3월에 보기 드문 한파를 보였다. <표 13>과 같이 일 최저기온의 최고가 제주도에서 관측되지 않을 정도로 제주도에 저온을 발생하게 하는 특징 있는 일기도이다.

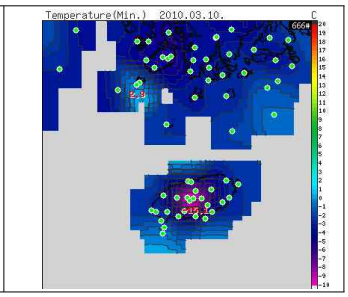
나. 2010년 3월 10일 기온 분포도



〈그림 13〉 03:00 KST 기온



〈그림 14〉 06:00 KST 기온



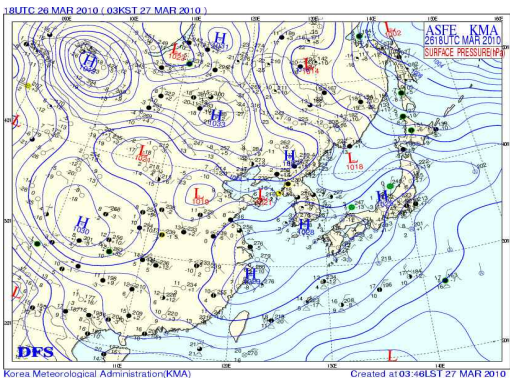
〈그림 15〉 10일 최저기온

<표 13> 2010. 3. 10. 03시, 06시기온, 일최저기온, 최저초상온도(자료: 기상청, 단위 ℃)

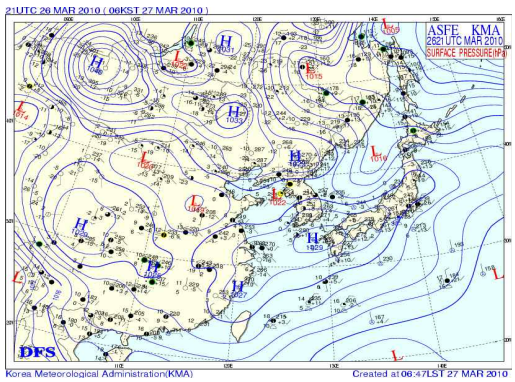
구 분		제 주	서귀포	고 산	성 산
03:00 기온		0.6	-1.9	0.3	-1.2
06:00 기온		-0.3	-2.3	-2.0	-0.6
일 최저기온과 최저초상온도	일 최저	-1.4℃	-3.2℃	-2.7℃	-2.3
	최저초상	-1.6	-3.2	-2.0	-3.2
	발생시각	03:24	05:53	07:36	05:48

4) 2010년 3월 27일 지상일기도와 기온분포도

가. 2010년 3월 27일 지상일기도



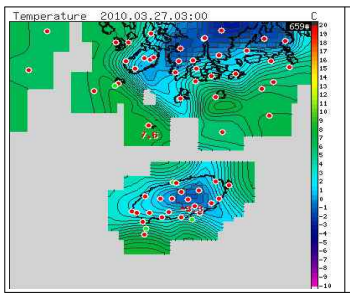
〈그림 16〉 03:00 KST 일기도



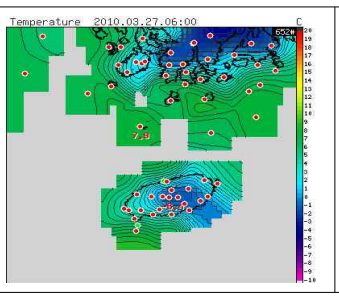
〈그림 17〉 06:00 KST 일기도

<그림 16>은 중국 상해남쪽과 한국 남해안 그리고 일본열도 중부에 동서고압대가 위치하고 있으며, 백령도 부근바다를 중심으로 동서로는 기압골이 위치하는 일종의 남고북저형기압배치이다. <그림 17>은 <그림 16>과 비슷한 형태를 보였고, 최저기온과 최저초상온도가 전부 영상을 기록했으나 고기압중심이 제주도 부근동쪽에 위치함으로서 제주도 전 지역에 서리가 내릴 가능성이 높은 일기도이며 기상대에서는 서리관측이 없었으나 중·산간 지역을 중심으로 서리가 내렸다. <표 14>와 <그림 18~20>에 보는 바와 같이 03시와 06시 기온 최고와 일 최저기온의 최고가 제주도와 북쪽으로 먼 곳인 추자도 이북에서 관측되어 제주도에 저온을 발생하게 하는 특징을 보였다.

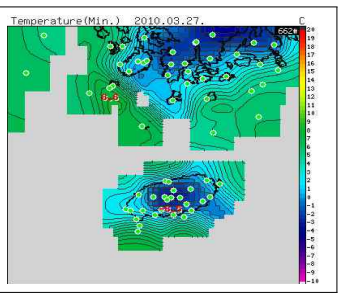
나. 2010년 3월 27일 기온 분포도



〈그림 18〉 03:00 KST 기온



〈그림 19〉 06:00 KST 기온



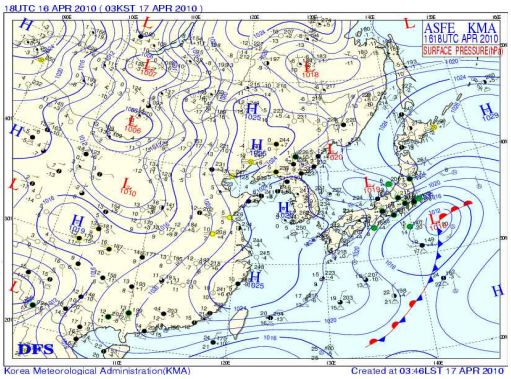
〈그림 20〉 27일 최저기온

<표 14> 2010. 3. 27. 03시, 06시기온, 일최저기온, 최저초상온도(자료: 기상청, 단위 ℃)

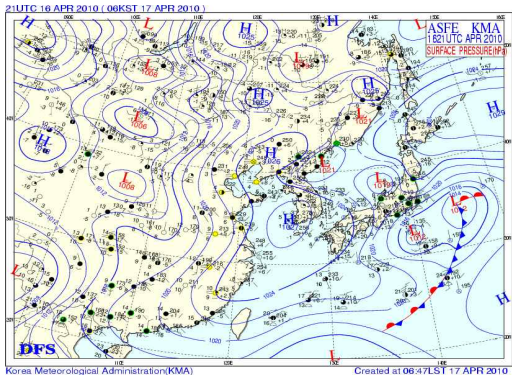
구 분		제 주	서귀포	고 산	성 산
03:00 기온		4.0	4.3	4.7	2.3
06:00 기온		5.7	6.3	7.5	0.6
일 최저기온과 최저초상온도	일 최저	3.9	3.7	3.6	0.2
	최저초상	1.7	2.2	0.3	0.2
	발생시각	02:30	01:58	00:01	06:04

5) 2010년 4월 17일 지상일기도와 기온분포도

가. 2010년 4월 17일 지상일기도



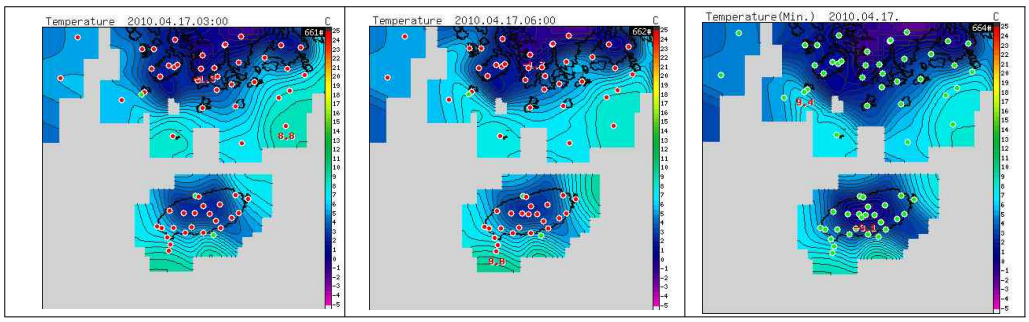
〈그림 21〉 03:00 KST 일기도



〈그림 22〉 06:00 KST 일기도

<그림 21>은 중국 상해남쪽과 보령앞바다에 고기압이 있어 이동성고기압전면에 한반도가 들어있는 전형적인 봄철 기압배치를 보이고 있으며, 중·산간 지대에 서리 가능성이 높은 일기도이다. <그림 22>는 <그림 21>과 비슷한 형태로서 고기압중심이 제주도부근으로 이동하였다. 또한 바람이 매우 약하도록 등압선간격이 넓고 고기압 중심이 제주도 부근에 있어서 <표 15>와 같이 최저기온과 최저초상온도가 비교적 높았으나 일부 해안과 중·산간지대에 서리가 내렸다. <그림 23~25>에 보는 바와 같이 일 최저기온의 최고가 제주도 이외의 지점에서 관측되었고 03시와 06시 최고기온도 추자도에서 관측된 제주도에 저온을 발생하게 하는 일기도였다

나. 2010년 4월 17일 기온 분포도



〈그림 23〉 03:00 KST 기온　〈그림 24〉 06:00 KST 기온　〈그림 25〉 17일 최저기온

<표 15> 2010. 4. 17. 03시, 06시기온, 일최저기온, 최저초상온도(자료: 기상청, 단위 ℃)

구 분		제 주	서귀포	고 산	성 산
03:00 기온		**5.0**	**7.2**	**7.7**	**4.7**
06:00 기온		**4.8**	**7.2**	**7.7**	**5.3**
일 최저기온과 최저초상온도	일 최저	**4.7**	**6.3**	**7.3**	**2.6**
	최저초상	**2.7**	**5.0**	**5.0**	**2.5**
	발생시각	**04:20**	**05:12**	**01:47**	**04:10**

5. 토 의

1) 아침최저기온과 일 최저기온의 다른 점이나 차이점: 아침최저기온은 새벽 3시~오전 9시 사이에 나타난 6시간 동안 나타난 가장 낮은 기온을 말하고, 일 최저기온은 일중 가장 낮았던 기온을 말한다.

2) 세계표준시와 한국표준시의 다른 점: 한국표준시(KST)는 세계협정표준시(UTC)보다 9시간이 빠르며, 동경 135°를 기준으로 하였음. 세계협정표준시(UTC, Z 타임, GMT→그리니치 메인타임 등으로 불리기도 함)는 경도 0°를 기준으로한 시각으로서 영국의 그리이치 천문대가 이 위치에 있음. 지역표준시(LST)는 국가의 면적이 넓은 곳에서는 동일국가 내에서도 시간을 다르게 할 경우에 지역별표준시를 말하는데, 미국 러시아 덴마크 캐나다 호주 등이 있다. 각 국가별 시간을 알파벳으로 나누어 영국은 Z로, 한국은 I로 정한 시간(I TIME)도 있는바 날씨와 같이 국가

의 경계와 무관하게 영향을 주는 현상을 다룰 때는 어떤 현상의 발생이나 종료 시점을 파악 하는 데는 시간확인이 매우 중요하다.

3) 기온과 온도의 다른 점: 기온이라 함은 문자 그대로 지상 1.5m의 백엽상 내 온도를 말하고, 그냥 온도라고 하는 것은 사람 몸의 온도(체온), 바닷물의 온도(수온), 지면온도(깊이 별), 최저초상온도와 같이 어떤 물체나 어느 공간의 온난정도를 수치화한 개념이다.

4) 제주도가 한국의 최남단이라고 항상 기온이 높은가에 대한 논의: 제주도가 한국 최남단에 위치하여 기후평년값이 높다고 언제나 기온이 높을 것이라는 오해를 버리고 제주도에만 낮은 기온을 보이는 날이 있음을 잘 알고 농업기상지원을 하거나 개인과 단체가 대비해야 할 것이다.

5) 최저기온만으로 제주도 기후변화를 논할 수 있겠는가에 대한 논의: 제주도 기후뿐 아니라 세계 어느 곳의 기후도 변화하지 않는 곳은 없다. 기후평년값의 수치적 변동정도가 얼마며, 그것이 높아졌느냐 혹은 낮아졌느냐가 문제일 뿐이다. 그 중에서 온실기체에 의한 지구 온난화를 논하기에는 기온변화를 분석해야하며, 기온변화에서도 낮게 나타나는 최저기온이 온난화정도를 밝히는데 가장 합당한 요소이고 추가로 최고기온이나 평균기온도 분석대상으로 적합할 것이고, 바람의 변동성과 강수량의 변동성 및 운량이나 일조시수 변화에 대한 분석도 필요할 것이다.

Ⅳ. 결론과 제언

1. 결 론

1) 일별 최저기온자료

가. 1991년은 연평균최저기온이 11.8~13.1℃로 지역차가 1.3℃였으며, 지역별 최저발생률은 5.5~58.4%, 최고발생률은 8.4~40.3%를 보였다.

나. 2001년은 연평균최저기온이 11.2~14.4℃로 지역차가 3.2℃였으며, 지역별 최저발생률은 단 1회도 발생하지 않았던 곳에서 77.6%, 최고발생률은 1.5~77.1%로 집중도가 높았다.

다. 2010년은 연평균최저기온이 11.8~14.0℃로 지역차가 2.2℃였으며, 지역별 최저발생률은 1.0~67.7%, 최고발생률은 3.6~66.4%를 보였다.

2) 월별 최저기온자료

가. 1991~2010년은 연평균최저기온이 11.9~13.9℃로 지역차가 2.0℃ 지역별 최저발생률은 0.0~85.2%, 최고발생률은 0.8~73.0%를 보였다.

나. 1991~2000년은 연평균최저기온이 11.6~13.6℃로 지역차가 2.0℃, 지역별 최저발생률은 0.0~95.9%, 최고발생률은 0.0~68.5%를 보였다.

다. 2001~2010년은 연평균최저기온이 12.2~14.2℃로 지역차가 2.0℃, 지역별 최저발생률은 0.0~80.8%, 최고발생률은 1.6~78.1%를 보였다.

라. 1991~2010년은 연평균최저기온 상승이 0.0~0.7℃로 지역평균은 0.4℃, 월별로는 9월, 지역으로는 성산에 변동 폭이 크게 나타났으며, 지역별 최저발생률과 최고발생률은 0.0~95.9%로 일관성을 찾을 수 없었다.

3) 한국기후표 자료와 최저기온변동성 비교

가. 기후표의 평균값에는 평년자료가 모자라 준 평년을 사용하는 고산이 있는 1971년부터 2000년까지를 전, 1981년부터 2010년까지를 후, 1961년부터 1990년을 전전자료로 비교한 결과는 성산이 2.4℃, 제주가 1.3℃, 고산이 0.8℃, 서귀포가 0.6℃씩 높아진 상태를 보였고, 전전자료와 비교해보면 당시변동은 제주 0.4℃, 성산 0.2℃, 서귀포 0.6℃의 증온을 보인데 비하여 최근변화가 크게 나타났다.

나. 최근 10년 내에 극값은 고산에서 1~4위가 바뀐 이유는 1988년부터 관측한 때문이고, 성산의 3위도 다른 지역의 1위보다 낮은 값일 정도로 성산이 추운 곳이고 지금까지 제주도 전역의 최저기온 극값은 -7.0℃이다.

4) 제주도 저온발생 일기도

제주도가 한반도의 남쪽이라 하여 언제나 높은 기온이 나타나는 것은 아니고 특정일은 육지부보다 낮은 기온이 나타날 수 있음을 보여주었다. 다음에 열거한 일기도는 제주도에 저온을 발생시키는 전형적인 일기도이므로 그 모습을 잘 기억해두면 저온피해예방에 도움이 될 수 있을 것이다.

가. 2009년 3월 15일은 기온과 최저초상온도가 낮아져 제주도에 서리 가능성이 높은 일기도로서 등압선간격이 넓어 제주도에 바람이 약했고, 중・산간 및 일부 해안지대까지 서리가 관측됨.

나. 2009년 3월 26일은 전형적인 남고북저형기압배치는 아니나 고기압중심이 제주도에 가까워지고, 기압경도가 약한 상태를 유지하여 서리가 내리고 얼음이 얼어 농작물에 큰 피해를 줄 수 있는 일기도임.

다. 2010년 3월 10일은 화중과 화남에 고기압, 일본열도 동남부에 발달한 저기압이 있는 전형적인 서고동저의 겨울형 기압배치로서 기압경도는 크고 등압선이 남북으로 서있는 상태를 유지함. 찬바람이 매우 강하고 기온이 크게 낮아지므로 동・상해 예방 또는 방지가 매우 어려운 상황이 되고 이날 제주도 전 관측소에서 눈과 비, 폭풍이 관측 되는 3월에 흔히 볼 수 없는 기습한파를 보인 특징 있는 일기도임.

라. 2010년 3월 27일은 한국 남해안 그리고 일본열도 중부에 고기압이 있는 한국 남쪽으로 치우친 동서고압대, 백령도 부근바다를 중심으로 동서로는 기압골이 위치하는 일종의 남고북저형기압배치에서 고기압중심이 제주도 부근동쪽에 위치함으로서 제주도전역에 서리가 내릴 가능성이 높은 일기도이며 최저기온의 최고 발생이 추자도와 그 이북에서 관측되어 제주도에 저온을 발생하게 하는 특징을 보였음.

마. 2010년 4월 17일은 이동성고기압전면에 우리나라가 들어있는 전형적인 봄철 기압배치를 보이고 있으며, 고기압중심이 남동진해 와서 제주도는 중심에 가까워짐. 또한 바람이 매우 약하도록 등압선간격이 넓고 고기압 중심이 제주도 부근에 있어 일 최저기온이 제주도에 낮게 관측되게 하는 일기도.

2. 다른 기상요소 또는 기후인자와의 상관성

1) 강수량과 바람의 극값과 관련

최의수씨와 • 제주대학교 문일주 교수가 2008년에 발표한 논문 “56년간 한반도 강수 및 풍속의 극값 변화”에 따르면 1951년부터 2006년까지 제주도에서 발생한 일강수량 극치는 8회로서 제주가 5회, 서귀포 2회, 성산이 1회를 기록했고, 최 강풍은 12회로서 제주 5회, 서귀포 4회, 고산 3회를 기록하였다. 관측연수가 더 많은 성산에서 강풍이 기록되지 않은 점이 특이하고, 늦게 출발한 고산의 강풍출현은 앞으로 더 많이 발생할 가능성을 보여줬다. 이와 같이 극값으로 본 제주도 기후변화는 강수와 강풍기록은 더 나타날 수 있으나 기온극값은 최고와 최저 모두 제주도에서 기록될 가능성은 극히 낮다.

2) 제주도 기후인자와 관련

제주도 위치가 한반도 최남단이나 한라산과 도서효과 및 저위도에 위치하여 산곡풍, 해륙풍, 계절풍이 주기적인 영향을 미치기 때문에 바람과 강수를 제외한 추위나 더위에 대한 일 극값이 자연적으로 나타날 수 없는 조건이다.

3. 향후 계획과 과제

제주도가 한반도의 남단임에도 낮은 기온에 의한 농작물에 피해를 줄 수도 있는 만큼 온도예보를 잘할 수 있는 방면의 연구가 필요하므로 저온발생 메커니즘에 대한 연구를 해야 할 것이다.

제주도의 지형과 위치가 지역별 기상현상을 다르게 나타나게 하므로 지형지세에 대한 연구를 더욱 상세히 함과 동시에 식생이나 지하수, 지질학적인 깊은 연구가 필요하다.

제주도는 해양의 영향을 크게 받는 만큼 해수면상태와 해수온도를 비롯한 조석과 해류, 풍랑과 너울에 관한 연구가 제주도의 환경을 이해하고 기후와 기상현상을 이해하는데 필수적이다.

성산기상대는 중앙관상대 광주지대 제주측후소 성산분실로 성산읍 오조리에서 관측업무를 수행하다가 1990년도 후반에 현재 위치로 이전 하였고 2007년에 기상대로 승격 되었다. 과거 현 위치로 옮기기 전의 관측기간과 현 위치에서의 관측기간이 비슷한 시점이 되므로 두 곳의 자료를 비교 분석하여 기후의 순수변화부분과 이전으로 인한 변동부분을 찾는 연구가 필요하다.

2011년 초에는 전국의 지역별 기후변동에 대한 논의가 활발하게 전개될 전망이다. 따라서 기후전문가로서 뿐 아니라 기상청 근무자로서 먼저 정보를 지원할 수 있도록 준비를 진행할 계획이다.

본문은 최저기온 발생현상을 분석한 자료로서 기온변동성의 원인을 밝힌 연구가 아니므로 앞으로 이유와 원인을 규명 할 수 있는 한 차원 높은 연구가 진행되어야 할 것이다.

<참고문헌>

제민일보(2010), “기후변화에 가장 취약한 제주”, 제민일보 사설(2010. 11. 23.).

제종길(2010), “기후변화와 제주도의 대응”, 제주포럼C 기획 강좌자료(2010. 11. 19.).

오봉학(2009), “제주시 일 최고기온의 변동특성 분석”, 제주대학교 산업대학원, 석사학위논문.

최의수 • 문일주(2008), “56년간 한반도 강수 및 풍속의 극값 변화”, 한국기상학회, 『대기』, Vol. 18, No. 4, 2008.

제주지방기상청(2003),『제주도 기후특성집』, 선진인쇄사.

孫泰成(2002), “世界氣候變動和韓國氣候”, 中國 南京氣象學院, 博士學位論文.

기상청(1995),『기상관측환경편람』.

기상청(2010. 11. 23.), “장기기상전망”(겨울철 2010년 12월~2011년 2월).

제주특별자치도농업기술원(2010),『기후변화대응 2009~2010년도 서리정보시범사업 결과 보고서』.