

기후변화의 경향과 지역에 미치는 영향 - 강원도 산간지방을 중심으로 -

• • • 이 승 호 * • • •

I 서론

제4차 IPCC 보고서에 의하면 최근 100년(1906-2005년) 동안 전 지구의 평균 기온이 약 0.74°C 상승하였다. 이러한 지구 온난화는 자연생태계는 물론 인간의 건강과 사회·경제적 활동의 중심인 농업, 어업, 공업 등 인간활동의 모든 부분에 영향을 미칠 것으로 전망된다. 최근 이러한 지구 온난화로 인한 급격한 기온상승 및 이상기상의 출현과 같은 기후변화가 가속화되면서 국가적 차원에서 기후변화 취약성 및 영향 평가를 통하여, 그 영향을 최소화하기 위한 적응방안 수립의 필요성이 대두되고 있다.

우리나라에서도 이상기상의 특성이 규모와 발생 지역의 측면에서 과거와 다른 양상으로 나타나고 있다. 예를 들면 2002년 여름에는 태풍 루사에 의하여 강릉지방에 일강수량이 900mm 가까이 기록되었고, 2006년 10월에는 속초지방에서 순간최대풍속 63.7m/sec를 기록하는 등 과거에 경험하기 힘든 기상현상이 나타나고 있다. 또한 과거에 홍수는 하천 하류지방에 집중되었으나, 2005년과 2006년 여름철에는 강원도 산간지방에 대규모의 홍수가 발생하기도 하였다. 이런 사례는 이미 우리나라에서도 지구 온난화가 이상기상 출현에 영향을 미치고 있음을 시사한다.

선진국에서는 1990년대 후반부터 기후변화 영향 평가에 대한 연구 및 대책 마련이 활발하게 이루어지고 있다. 우리나라의 경우, 기상청(2006)은 기후변화에 대한 영향평가 및 적응방안의 필요성을 강조하면서 각 산업과 지역별로 영향평가 및 적응방안을 마련할 로드맵 및 연구 과제를 제시하기도 하였으나 그 결과를 바탕으로 한 구체적인 실증연구는 시행되지 못한 실정이다. 따라서 지역단위의 기후변화 영향평가가 필요하다.

한편, 산지는 우리나라 국토의 70% 이상을 차지하며 해발고도에 따른 기온변화가 뚜렷하다. 과거의 산지는 교통의 장애 요소로 지역 간 경계역할을 하는 장벽처럼 인식되면서 그 이용 가치가 낮다고 평가되었다. 그러나 최근에는 고랭지 농업과 축산업, 관광, 자원 개발 등의 측면에서 산지 이용이 활발하다. 특히 고랭지 농업을 비롯하여 스키장 및 자연휴양림과 같은 관광 등 평지에 비하여 경쟁력 있는 산업이 발달하고 있다. 산지지역은 기후변화로 인한 영향이 직·간접적으로 다양하게 나타날 것으로 예상되는 지역으로, 특히 고랭지 농업과 축산업, 관광 등은 기후변화에 민감하게 영향을 받을 것으로 예상된다.

고랭지 농업은 산지기후를 이용하여 발달한 대표적인 산업 중 하나이다. 고랭지 작물의 경우

* 건국대학교 지리학과 교수 · 기후연구소장



산지기후를 이용한 고소득 작물로 기후변화의 영향이 쉽게 나타날 가능성이 높다. 특히 씨감자는 고랭지 지역의 서늘한 기후를 이용하여 재배되는 중요한 작물이다. 세계의 주요 4대 작물이며 인구증가에 따른 식량 확보 차원에서 중요한 작물 중 하나인 감자의 재배에서 문제가 되는 바이러스 및 병해충은 종자로 사용되는 씨감자를 통하여 전염된다. 따라서 여름철 기온이 낮은 고랭지 지역은 바이러스 및 병해충 등이 쉽게 발생하지 않아 씨감자 재배에 유리한 곳이다. 그러나 기후변화로 인해 고랭지 지역의 기온이 상승한다면 바이러스 및 병해충의 발생 가능성이 높아져서 씨감자의 재배가 어렵게 될 수 있다.

산지는 기후변화에 매우 민감하며 산지기후의 계절 및 연 변동은 그 지역의 농업, 축산업, 수목 재배, 관광 등에 영향을 미친다(Parish and Funnell, 1999). 우리나라의 경우도 산지지역에 최근의 기후변화로 인해 작물 재배지역 이동, 식생 변화, 스키 산업에의 영향 등 다양한 문제가 예측되었고(윤성호, 1998; 윤성호 외, 2001; 공우석, 2005), 일부 연구에서는 기후변화의 영향에 대한 실증적 결과가 얻어지기도 하였다(허인혜 외, 2005; 이승호 외, 2008). 그러나 지역 규모를 대상으로 한 기후변화의 영향평가는 이루어지지 않았다. 특히 산지지역의 기후변화 영향 평가에 대한 연구는 전무한 실정이다. 산지는 평지와 구별되는 특수한 기후환경을 지니고 있어서 지구 온난화가 지속될 경우 그로 인한 영향이 민감하게 나타날 수 있다. 그러므로 산지지역에서 기후변화로 인해 나타나는 영향을 연구하고 적응방안을 마련하는 것이 시급하다.

따라서 본 연구에서는 산지지역을 중심으로

강원도 지역의 기후변화 특성과 그 영향을 파악하고자 한다.

Ⅰ 연구자료와 방법

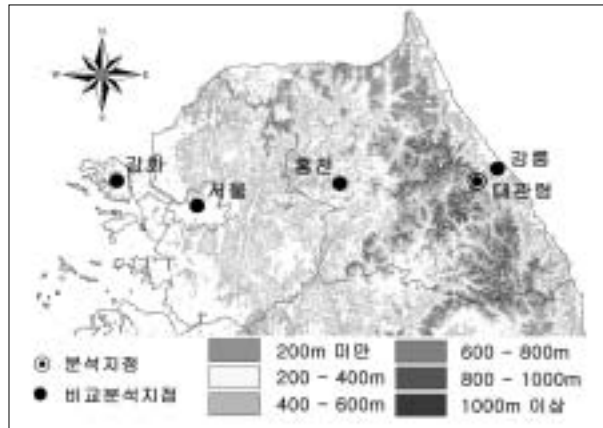
본 연구에 이용된 자료는 기상청에서 관측하고 있는 대관령 기상관측소의 기상자료이다. 또한 대관령 기후값의 변화를 비교하기 위하여 비슷한 위도 상에 기상관측소가 있는 강화와 서울, 홍천, 강릉의 기상 자료도 사용되었다. 자료의 기간은 1972년 1월부터 2007년 12월까지 26년간이다<그림 1>. 대관령 기상관측소는 1971년 7월부터 관측을 개시하였으므로 1972년 1월 자료부터 사용하는 것이 적절하다. 분석에 사용된 기상 요소는 일별로 관측된 평균기온과 최저기온, 최고기온, 강수량과 더불어 서리 현상에 대한 자료이다.

각 기상요소의 변화율은 회귀분석에 의하여 구하였으며, 대관령과의 비교를 위하여 관측기간이 긴 비교지점의 경우도 같은 기간에 대하여 구하였다. 그러므로 변화율 값이 '+'인 경우는 상승 혹은 증가하고 있음을 나타내며, '-'인 경우는 하강 혹은 감소를 의미한다. 각 변화율은 전년 값과 계절별로 구분하여 분석하였으며, 계절의 구분은 일반적으로 사용하고 있는 4계절로 구분하였다. 즉, 12월부터 2월까지의 겨울, 3-5월은 봄, 6-8월은 여름, 9-11월은 가을로 하였다.

각 요소의 변화 경향을 쉽게 파악하기 위하여 도표로 작성하였으며, 해에 따른 노이즈를 제거하기 위하여 7년 이동평균을 같이 나타내었다. 또한 평균기온과 평균강수량은 분석기간 동안의 평균에 대한 편차를 나타내어 편차가 용이하게

하였다. 즉, 여기서 '+' 값은 평균보다 높거나 많은 것을 의미하며, '-' 값은 그 반대의 경우를 의미한다. 시기별 각 기상요소의 평균값을 파악하기 위하여 각 연대별로 평균값을 구하였다. 즉, 분석기간이 1972년부터이므로 1970년대는

1972~1980년까지의 평균값을 구하였고, 2000년대는 2001년부터 2007년까지의 평균을 구하였다. 그 사이의 평균값은 각각 10년 평균을 구하였다.



● 그림 1 ● 분석지점

Ⅰ 기온의 변화와 그 영향

우리나라의 기온은 전구 기온에 비하여 상승 폭이 크다. 우리나라의 최근 100년 동안 평균기온은 1.5°C 상승하여 전구 평균의 두 배에 가까운 값이다. 강원도에서 관측기간이 가장 오래된 강릉지방의 경우, 관측개시 후 첫 30년간의 평균기온이 11.8°C에서 최근 30년간의 그 값이 13.1°C로 1.3°C가 상승하였다고 할 수 있다.

산지지역인 대관령 기상관측소는 1972년부터 관측을 시작하였으므로 20세기 초반과 현재의 상황을 비교하기 어렵다. 다만 대관령의 경우는 <표 1>과 같이 관측개시기인 1970년대와 2000년대의 값을 비교하여 보면, 연평균기온이 초기에 6.4°C에서 2000년대에 7.2°C로 0.8°C정

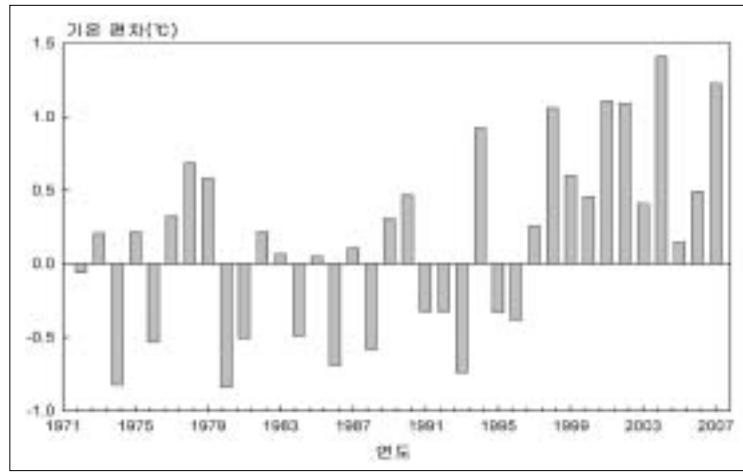
도 상승한 것을 알 수 있다. 전 세계적으로 온난화가 진행되기 시작한 1980년대 대관령의 연평균기온은 6.3°C로 그 전 기간과 큰 변화가 없으며, 21세기의 연평균기온 7.2°C에 비하여 0.9°C가 낮다. 이와 같은 1980년대와 2000년대의 0.9°C의 기온 차이는 매우 큰 값이다. 1980년대는 이미 지구 온난화가 진행된 시기이므로 20세기 초반에 비하여 기온이 크게 상승한 시기이다.

● 표 1 ● 대관령지방의 기간별 평균기온(°C)

기간	평균기온
1972~1980	6.4
1981~1990	6.3
1991~2000	6.5
2001~2007	7.2

<그림 2>는 대관령지방의 평년값에 대한 연평균기온의 편차를 나타낸 것으로 1980년대 이후 기온이 꾸준히 상승하고 있음을 잘 보여주며, 1980년대 중반 이후의 상승 경향이 뚜렷하다. 관측 개시 이후 1990년대 중반까지는 기온의 상승과 하강을 반복하였으나, 그 이후는 뚜

렷하게 상승하고 있음을 보여준다. 즉, 1997년 이후는 기온 편차 값이 전 기간 '+'를 나타내고 있어서 지속적으로 평균값보다 높은 기온이 유지되고 있다. 뿐만 아니라 1990년대 중반 이후 5개년은 편차 값이 1°C를 상회하고 있어서 기온 상승 폭이 점차 커지고 있다는 것을 알 수 있다.



자료: 기상청

● 그림 2 ● 대관령지방의 1972~2007년 평균에 대한 연평균기온의 편차

● 표 2 ● 계절별 평균기온의 변화율(°C/10년)

계절 \ 지역	강화	서울	홍천	대관령	강릉
봄	0.007	0.444**	0.307*	0.359*	0.295
여름	-0.167	0.260	0.106	0.076*	0.174
가을	0.331	0.453**	0.377*	0.397*	0.273
겨울	0.637*	0.833**	0.593*	0.666*	0.567*
전년	0.202*	0.497*	0.346*	0.374*	0.327*

** 유의 수준 $\alpha=0.01$ 에서 유의, * 유의 수준 $\alpha=0.05$ 에서 유의

기온상승의 경향은 변화율에서도 잘 나타난다 <표 2>. 대관령지방의 연평균기온의 상승률은 0.374°C/10년으로 서울의 0.497°C/10년에 이어

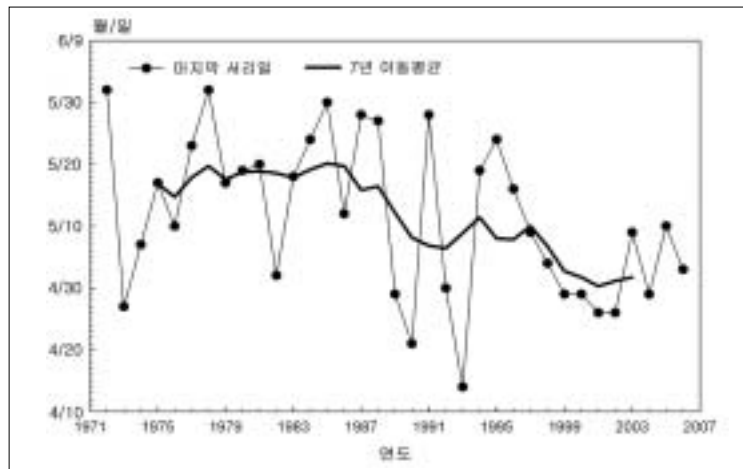
서 비교지점인 비슷한 위도 상에 자리하는 강화(0.202°C/10년)나 홍천(0.346°C/10년), 강릉(0.327°C/10년)보다 높은 값이다. 대관령지방의 최고기

온 상승률은 $0.338^{\circ}\text{C}/10\text{년}$ 으로 비교지점 중 가장 높은 값이며, 최저기온의 상승률은 $0.548^{\circ}\text{C}/10\text{년}$ 으로 서울($0.581^{\circ}\text{C}/10\text{년}$)이나 홍천($0.556^{\circ}\text{C}/10\text{년}$)과 비슷한 값이다. 계절별로 보면 비슷한 위도 대의 다른 지방과 같이 겨울철 기온 상승률이 가장 높다. 대관령지방의 겨울철 평균기온 변화율은 $0.666^{\circ}\text{C}/10\text{년}$ 으로 비슷한 위도상의 지방 중 서울($0.833^{\circ}\text{C}/10\text{년}$) 다음으로 높은 값이다 <표 2>. 강릉의 $0.567^{\circ}\text{C}/10\text{년}$ 보다 $0.1^{\circ}\text{C}/10\text{년}$ 가까이 더 높다. 이는 100년 동안으로 본다면, 겨울철 평균기온이 대관령지방에서 강릉보다 1°C 더 상승할 수 있다는 것을 보여준다. 봄과 가을철의 기온 상승률도 각각 $0.359^{\circ}\text{C}/10\text{년}$, $0.397^{\circ}\text{C}/10\text{년}$ 으로 높은 편이다. 봄과 가을 역시 서울 다음으로 높은 값이다.

최고기온의 경우도 겨울철 상승률이 $0.744^{\circ}\text{C}/10\text{년}$ 으로 높은 값이다. 이는 서울의 $0.740^{\circ}\text{C}/10\text{년}$ 보다도 높은 값으로 비교지점 중 가장 높은 값이다. 이웃한 강릉과 홍천의 겨울철 최고기온 상승률은 각각 $0.426^{\circ}\text{C}/10\text{년}$, $0.373^{\circ}\text{C}/10\text{년}$ 에 불과

하다. 봄철과 가을철의 최고기온 상승률은 각각 $0.315^{\circ}\text{C}/10\text{년}$, $0.299^{\circ}\text{C}/10\text{년}$ 으로 역시 비교지점 중 가장 높은 값이다. 홍천의 경우는 봄과 가을의 그 값이 각각 $-0.117^{\circ}\text{C}/10\text{년}$ 과 $-0.082^{\circ}\text{C}/10\text{년}$ 으로 오히려 최고기온이 하강하는 경향을 보여주며, 강릉의 경우는 각각 $0.188^{\circ}\text{C}/10\text{년}$ 과 $0.071^{\circ}\text{C}/10\text{년}$ 으로 대관령에 비하여 크게 낮은 값이다.

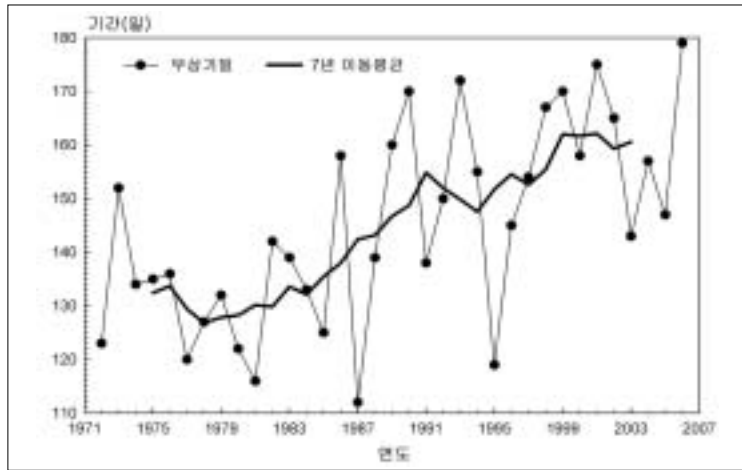
대관령지방의 봄과 가을철의 최저기온의 상승률은 각각 $0.596^{\circ}\text{C}/10\text{년}$ 과 $0.651^{\circ}\text{C}/10\text{년}$ 으로 비교지점 중 가장 높은 값이다. 겨울철의 최저기온 상승률도 $0.660^{\circ}\text{C}/10\text{년}$ 으로 서울($0.859^{\circ}\text{C}/10\text{년}$), 강화($0.726^{\circ}\text{C}/10\text{년}$), 홍천($0.779^{\circ}\text{C}/10\text{년}$)에 비하여 낮은 값이지만 값 자체는 높은 편이다. 여기서 무엇보다도 봄철 기온 상승률이 가장 높다는 것은 주목할 만하다. 이 시기는 고랭지에서 작물의 파종이나 정식이 이루어지는 시기로 최저기온의 상승은 농작물의 성장에 직접적인 영향을 미칠 수 있다. 이와 같은 최저기온의 상승은 농작물의 생육기간에 직접적인 영향을 미치는 서리에 직·간접으로 영향을 미칠 수밖에 없다.



● 그림 3 ● 대관령의 마지막 서리일의 변화

<그림 3>은 대관령지방의 마지막 서리일의 변화를 나타낸 것으로 1980년대 이후 마지막 서리일이 급격하게 빨라지고 있음을 보여준다. 관측 개시 이후의 시기를 전반기와 후반기로 나누어서 시기 별로 구분하여 보면, 전반기인 1972~1988년 사이에는 평균 5월 18일에 마지막 서리가 내렸으나, 후반기인 1989~2007년 기간에는 그보다 14일이 앞당겨진 평균 5월 4일에 마지막 서리가 내렸다. 또한 1980년대 중반부터 1990년대 사이에는 기후변화의 전이 단계에서 나타날 수 있는 해에 따른 변동 폭이 컸지만 1990년대

중반 이후 안정적인 추세로 바뀌고 있다. 이는 마지막 서리일이 근본적으로 빨라졌음을 보여주는 것이다. 이와 같이 마지막 서리일이 앞당겨지면 생육기간은 길어질 것이다. 뿐만 아니라 첫서리일 역시 마지막 서리일과 같은 경향으로 점차 늦어지고 있다. 이에 따라서 무상기간이 점차 증가하고 있다<그림 4>. 관측 개시 무렵인 1970년대 부터 1980년대 초반에 무상기간이 130일 정도에 불과하였지만, 최근에는 160일에 가까워졌다. 즉, 관측 개시 무렵에 비하여 농사 가능한 날이 한 달 가량 증가하였음을 보여주는 것이다.



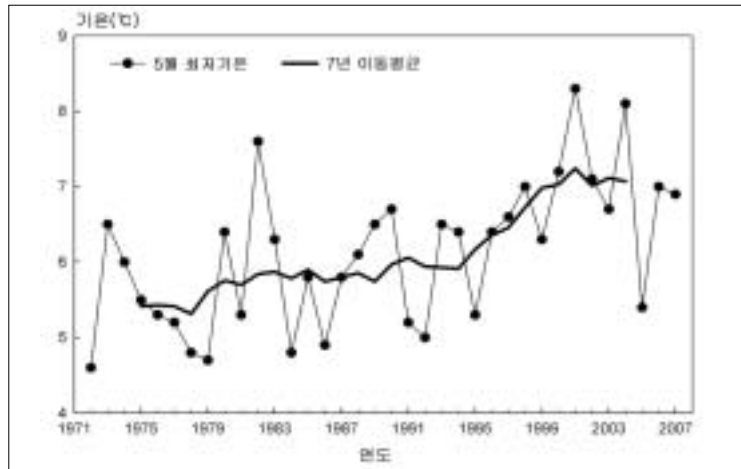
● 그림 4 ● 대관령 지방의 무상기간의 변화

<그림 5>는 봄철 고랭지에서 파종이나 정식 이루어지는 5월의 최저기온의 변화를 보여준다. 대관령지방에서 관측이 시작된 이래로 최저기온이 꾸준히 상승하고 있음을 확인할 수 있다. 대관령의 5월 최저기온의 변화율은 0.61℃/10년에 이른다. 이런 추세라면 100년에 약 6℃가 상승할 수 있다는 것으로 고랭지 농업지역에 심각한 상

황이 초래될 수 있음을 보여준다. 즉, 이는 고랭지 지역에서 파종이나 정식의 시기가 바뀔 수 있음을 보여주는 것이어서 장차 이에 대한 대책 마련이 시급함을 보여준다. 파종이나 정식 시기가 앞당겨지면 수확시기가 달라지게 되고, 결과적으로 작물의 품질 등에도 영향이 나타날 수 있을 것이다. 그러므로 5월의 최저기온 변화도 마지

막 서리일이나 무상기간의 변화와 같이 지속적으로 감시할 필요가 있으며, 미래 기후변화

와 관련하여 고랭지 농업지역에서 적절한 대책을 마련할 필요가 증대되고 있다.



● 그림 5 ● 대관령의 5월 최저기온의 변화

강수량의 변화와 그 영향

우리나라의 연평균 강수량은 1971-2000년 평균으로 볼 때 1,302.1mm이다. 이는 과거 1961-1990년 평균인 1,292.0mm에 비하여 조금 증가한 것이다. 그러나 지역별로 보면 증감의 차이가 크다. 즉, 강수량이 많이 증가한 곳은 마산과 대관령으로 각각 145.6mm와 135.8mm가

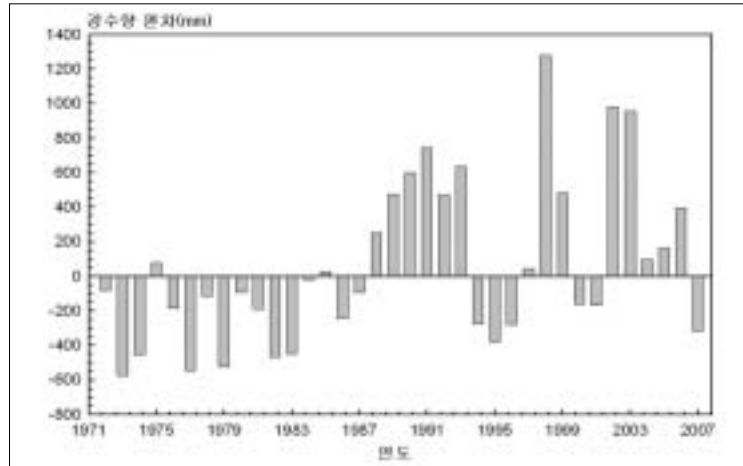
증가하였다. 그 외에도 안동, 서귀포, 영주, 거제도, 남해 등이 50mm 이상 증가한 곳이다. 반면 고흥과 해남은 각각 65.6mm와 54.4mm가 줄어서 강수량이 비교적 많이 감소한 곳이다<표 3>. 춘천을 제외한 강원도 지방의 기상 관측지점에서는 대부분 강수량이 증가하였다. 이 중 태백과 강릉, 홍천, 인제에서는 20mm 이상 늘었다. 반면 춘천에서는 강수량이 29.6mm가 감소하였다.

● 표 3 ● 강수량 증감 상위 5개 지점

증가한 지점		감소한 지점	
지점	증가량(mm)	지점	감소량(mm)
마산	145.6	고흥	65.6
대관령	135.8	해남	54.4
안동	80.0	합천	48.6
서귀포	79.3	진주	48.2
영주	78.7	장수	42.2

<그림 6>은 대관령지방의 평균 강수량에 대한 편차를 나타낸 것이다. 그림에서 최근에 강수량 증가가 뚜렷함을 볼 수 있다. 1990년대 중

반과 2000년대 초반에 평균보다 적은 해가 있기는 하지만, 1980년대 후반 이후의 증가 경향이 뚜렷하다.



자료 : 기상청

● 그림 6 ● 대관령지방의 1972~2007년 평균에 대한 강수량의 편차

이 중 5개년에는 평균보다 500mm 이상의 편차를 기록하였으며, 1998년과 2002년과 2003년의 강수량 편차는 1,000mm에 가까운 값을 기록하였으며, 1998년 강수량은 2,999.8mm, 2002년과 2003년은 각각 2,697.6mm와 2,674.0mm를 기록하였다. 1998년과 2002년의 여름철 강수량은 각각 1,689.1mm와 1,741.7mm로 거의 연평균 강수량에 가까운 값을 기록하였다. 2002년 8월에는 1,236.4mm의 강수량을 기록하였으며, 이는 우리나라의 연평균 강수량에 버금가는 수치이다. 특히 그해 8월 31일에는 일강수량이 712.5mm로 기록적인 폭우가 쏟아지기도 하였다. 이와 같은 폭우는 산지지역에서 농경지 유실 등의 원인이 될 수 있다. 그러므로 평균 강수량의 증가보다 호우성 강수의 빈도에 대하여 심도

있게 고려할 필요가 있다.

호우성 강수가 빈번하면 고랭지 농업에 커다란 피해 요인이 된다. 고랭지 농업은 대부분 비교적 경사가 급한 곳에서 이루어지기 때문에 토양 침식의 원인이 될 수 있다. 실제로 호우가 발생한 후 고랭지지역에서는 토양 유실 사례를 쉽게 확인할 수 있다<사진 1>. 대관령 지방에서 관측한 자료에 의하면 관측 개시 이후를 전반기와 후반기로 구분하여 볼 때, 전반기인 1972~1989년 사이에는 호우에 해당하는 일강수량 80mm 이상일수가 2.9일에 불과하였으나, 그 이후의 기간에는 3.8일로 빈도가 30% 이상 증가하였다. 또한 일강수량 50mm 이상 일수도 전반기 6.7일에서 후반기에 9.6일로 43%가 증가하였다. 이와 같은 호우 빈도의 증가는 강원도 산간 지방의 산

사태와 홍수의 원인이 되고 있다. 과거의 홍수는 주로 하천의 하류에 가까운 곳에서 발생하였던

것과 비교하여 이례적이라 할 수 있다.



● 사진 1 ● 산지지역에서 오우에 의한 토양 유실 (강원도 강릉시 왕산면)

<표 4>는 1972년부터 2007년까지의 대관령과 비교지점인 중부 지방 일부 기상관측지점의 강수량 변화율을 나타낸 것이다. 계절별로 차이는 있으나 전 지점에서 연강수량의 증가 경향이 나타난다. 서울과 홍천, 강릉은 비슷한 수준으로

증가한 것을 볼 수 있다. 대관령은 변화율이 22.85로 비교지점 중 가장 높은 값이다. 이는 강수량이 연간 22.85mm씩 증가하였음을 보여주는 것이다. 대관령 지방에서는 전 계절에 걸쳐서 증가하는 경향이며, 여름철 증가가 두드러진다.

● 표 4 ● 강수량 변화율

계절 \ 지점	강화	서울	홍천	대관령	강릉
봄	-0.530	-0.488	0.490	1.548	-0.528
여름	2.980	12.656*	11.041**	12.341*	8.416*
가을	1.026	2.538	3.329	7.607*	5.122
겨울	-0.133	-0.419	-0.027	1.354	-1.750
연강수량	3.3426	14.287*	14.832**	22.848**	11.260*

** 유의 수준 $\alpha=0.01$ 에서 유의, * 유의 수준 $\alpha=0.05$ 에서 유의



Ⅰ 요약 및 결론

본 연구에서는 대관령을 중심으로 강원도에서의 기후변화 특성과 그 영향에 대하여 분석하고자 하였다. 대관령 기상관측소와 비슷한 위도 상에 자리하고 있는 강화, 서울, 홍천, 강릉의 일별 기온과 강수량 자료를 분석하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

대관령 지방에서도 우리나라의 다른 지역과 같이 기온상승 경향이 뚜렷하다. 특히 1980년대 중반 이후 기온이 상승하고 있으며, 1990년대 중반 이후의 상승 경향이 뚜렷하다. 기온 상승률이 인접한 강릉이나 홍천보다 더 크고, 겨울과 가을·봄순으로 상승률이 높다.

기온상승은 서리 발생에 영향을 미쳐서, 첫서리일은 늦어지고 마지막 서리일은 일러지고 있다. 마지막 서리일은 관측 개시 이래 14일정도 일러진 5월 4일에 나타났다. 이는 작물의 생육기간에 영향을 미쳐서 생육기간이 점차 길어지고 있다.

대관령 지방의 강수량도 대부분의 지역과 같이 증가한 추세이다. 특히 1980년대 후반 이후 뚜렷하게 증가하였으며, 1998년과 2002년, 2003년의 강수량은 연평균 강수량보다 1,000mm 이상 초과하는 양을 기록하였다. 이와 같은 연강수량의 증가는 여름철 강수량의 증가에 기인하고 있다. 또한 호우일수가 증가하였다.

이와 같은 봄철의 기온상승과 무상기간의 변화는 작물의 파종시기와 수확기에 영향을 미칠 것이다. 지금과같은 기온상승이 계속된다면 고랭지 작물의 재배에 큰 영향을 미칠 것이 예상되므로 새로운 작물의 선택과 품종 개량 등 기후변화에 대한 적절한 대책 마련이 필요하다. 또한 호우의 빈도가 증가하면 고랭지 농업지역에서 산사태나 토양 유실 등의 피해가 발생할 수 있으므로 이에 대한 대비를 해야 할 것이다.

Ⅰ 참고문헌

공우석, 2005, 지구 온난화에 취약한 지표식물 선정, 한국기상학회지, 41(2-1), 263-273.

기상청, 2006, 기후변화영향평가 및 적응방안에 관한 연구.

윤성호, 1998, 기후변화에 따른 농업생태계 변동과 대책, 한국작물학회 한국육종학회공동주관 심포지엄 회보, 313-335.

윤성호, 임정남, 이정택, 심교문, 황규홍, 2001, 기후변화와 농업생산의 전망과 대책, 한국농림기상학회지, 3(4), 220-237.

이승호, 허인혜, 이경미, 김선영, 이운선, 권원태, 2008, 기후변화가 농업생태에 미치는 영향 -나주지역을 사례로-, 대한지리학회지, 43(1), 20-35.

허인혜, 권원태, 전영문, 이승호, 2006, 우리나라에서 기온상승이 식생 분포에 미치는 영향-대나무와 마늘을 중심으로-, 환경영향평가, 15(1), 67-78.

IPCC, 2007, Climate Change 2007: The Physical Science Basis, Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Solomon, S., D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M. Tignor and H.L. Miller (eds)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 996 pp.

Parish, R. and Funnell, D. C., 1999, Climate change in mountain regions: some possible consequences in the Moroccan High Atlas, Global Environmental Change, 9, 45-58.