

# 지구온난화와 농업생산

단국대학교 생명자원과학대학 윤성탁

## I. 우리나라의 기온변화

현재 우리나라 연평균기온은 대관령의 6.4℃부터 서귀포의 16.2℃까지 폭넓게 분포하는데, 전국 평균은 12.4℃이다. 1904년부터 1990년까지 세계의 연평균기온은 0.6℃ 올라갔는데, 우리나라는 1.5℃가 상승하였다(기상청, 2001). 기상청(2001)에 따르면 서울의 경우 일평균기온이 1961년부터 1970년까지 30℃가 넘는 횟수는 불과 3일에 불과하였으나, '91년부터 10년간 무려 18일로 6배 늘었다. 분지 지형이기 때문에 날씨가 더운 편인 대구의 경우 34일에서 75일로 급증했고, 광주는 4일에서 20일로 경충 뛰었다. 또한 서울의 12월 평균기온을 보면 1908~1910년 -2.9℃, 1941~1949년 -1.7℃이었으나, 1991~2000년에는 1.1℃로 90년 전보다 무려 4℃나 상승하였다(그림 1).

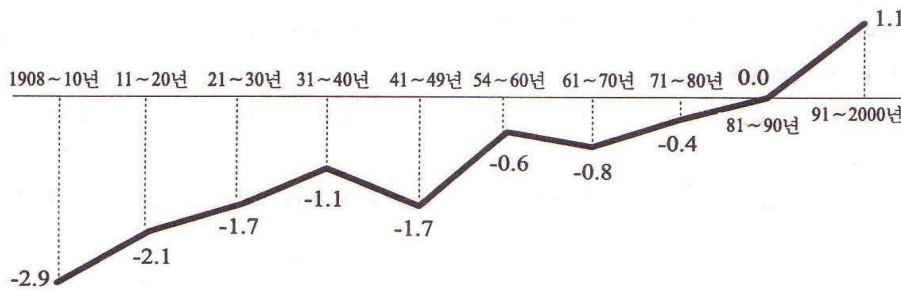


그림 1. 서울의 12월 평균기온의 변화. 자료: 기상청(2001)

## II. 지구온난화가 농업에 미치는 영향

지구온난화가 농업에 미치는 영향은 인류의 식량생산 측면에서 그 중요성은 매우 크며, 이에 따른 기후변화가 농업 및 작물생산성에 미치는 영향에 대한 연구는 지역적 또는 세계적인 관점에서 연구가 되었고, 우리나라도 일찍이 관심을 가지고 연구에 몰두하고 있다.

한반도의 지구온난화에 따른 농업생산과 관련하여 여러 기상학자 및 농학자들의 결과를 분석한 것을 부분별로 나누어 요약하면 다음과 같다.

### 1. 작물의 재배적지 및 한계선의 변화

IPCC의 예측대로 21세기말 지구온난화에 의하여 우리나라의 연평균기온이 3~4℃ 상승하면 일평균기온 10℃ 이상의 작물기간은 부산지역에서는 현재 237일에서 282일로

45일 늘어나며, 대관령에서는 현재의 160일보다 196일로 36일 늘어난다. 따라서 전국 평균 약 40일 이상이 늘어날 것으로 예상된다. 작물기간 동안의 적산온도는 현재 2500~4,500℃에서 1,400~1,900℃가 증가되어 3,900~6,400℃로 늘어날 것으로 예측되고 있다(임정남, 1992).

이에 따른 작물생산에 미치는 영향을 짐작해 보면, 먼저 지역 간에 조금씩 차이는 있지만 작물의 재배기간이 늘어난다는 장점을 꼽을 수 있다. 온대지방에서는 기온은 작물이 자라는데 제한요소이기 때문에 이 현상은 매우 중요하다. 작물재배를 일찍 시작할 수 있고, 수량과 품질이 우수하면서 생육기간이 조금 긴 품종을 선택할 수 있다. 그러나 재배기간 중에 닥치는 지나친 고온 때문에 입는 피해를 고려해야 한다. 또한 농작물은 기온상승과 더불어 토양비옥도의 감소와 생육기간의 단축이 예상되고, 재배적지의 북상과 파종시기의 변화 그리고 재배한계선의 변화가 예상된다.

## 2. 유해생물의 변화

해충과 병균은 기온상승에 따라 유해생물의 생활환의 촉진 및 해충의 다양성 증가에 의한 작물의 피해 증가가 예상된다. 날씨가 따뜻하면 곤충들은 더 빨리 자라고, 번식주기가 빨라지고, 봄철 출현기가 빨라진다. 따라서 온난화가 되면 온대지방에서는 지금의 해충피해보다 훨씬 다양하고, 빈번하며 규모도 커질 것으로 예상할 수 있다.

잡초는 농사짓는데 가장 방제가 어려운 유해생물로 지구온난화로 나타나는 중요한 현상은 잡초의 번무와 외래잡초의 침입이다. 침입잡초는 그 잡초를 섭식하거나 병을 일으키는 먹이연쇄에 있는 벌레나 병원균이 없는 새로운 장소를 차지하면 원래 그 자리에 있던 토종식물은 새로운 이웃에 대한 진화적 적응력 부족으로 도태될 수 있다. 따라서 새로운 잡초방제법 등이 필요할 것은 물론 경작지 생태교란도 예상할 수 있다. 외래종의 침입속도는 현재도 매우 빠른 편인데, 지구온난화는 이를 더욱 부추길 것이다.

## 3. 작물생산의 변화

작물생산에 미칠 영향을 종합적으로 평가한 결과(과학기술처, 1993)를 보면 CO<sub>2</sub> 농도가 증가하면 광합성이 활발해져 작물의 생물체량 생산은 증가한다고 하였으나, 지나친 고온은 많은 작물의 화아분화에 좋지 않은 영향을 미칠 것으로 생각된다. 이외에도 고온에 의하여 작물의 생육기간이 단축되며, 온도가 높아짐에 따라 미생물의 활동이 활발해져 토양유기물이 쉽게 분해되어 토양의 유기물이 감소함으로써 토양의 비옥도가 낮아질 것이다.

각 작물별 생산에의 변화를 요약하면 다음과 같다.

### 가. 벼

지구온난화에 의하여 벼 재배가능영역은 현재보다 확대될 것이다. 벼의 재배시기는 그 지역에서 알맞은 출수기를 중심으로 결정한다. 따라서 작물기간이 25~57일 늘어남

에 따라 조생종 재배지대는 중생종 재배지대로, 중생종 재배지대는 만생종 재배지대로 바뀔 것이고, 현재 재배 한계지대로 되어 있는 고랭지에도 조생종 벼 재배가 가능할런 지도 모른다.

벼의 수량은 현재의 벼 품종을 재배할 경우 CO<sub>2</sub> 농도가 증가되는 것은 일단 광합성에 유리하여 생산성에 좋은 영향을 미치나 고온은 생육기간을 단축시켜 수량저하의 원인이 될 수 있다. 신진철 등(2000)은 지구온난화에 따른 벼의 생산성은 약 11% 감소를 예측하고 있다. 그러나 지구온난화에 대응한 적합한 품종육성 그리고 이에 적합한 작부체계 등의 개선이 이루어진다면 수량은 높아질 가능성도 있다.

**나. 맥류**

1930년 우리나라 가을보리의 재배한계지대 구분에 대해서 살펴보면, 1930년에 우리나라에서 재배되었던 보리의 지역별 분포에 대한 통계자료를 근거로 하여, 가을보리의 재배한계선을 구분하였을 때, 1월 평균기온 -6℃의 등온선과 일치하였고, 벼와 2모작을 위한 가을보리의 재배한계선은 1월 평균기온 -4℃의 등온선 부근이었다(윤성호, 2001).

1987년부터 1999년까지 1월 평균기온의 분포로 가을보리 재배지역을 다시 구분한 결과는 재배한계선이 종전보다 북상하였다(그림 2). 이와 같이 지구온난화에 의해 기온이 상승하면 현재도 등숙기간이 초여름 고온에 의하여 수량과 품질의 저하가 문제가 되고 있는데 기온이 더욱 상승하면 맥류 재배 적지인 현재의 남부지방에서 중북부 지방으로 재배적지가 이동될 것으로 예상된다.

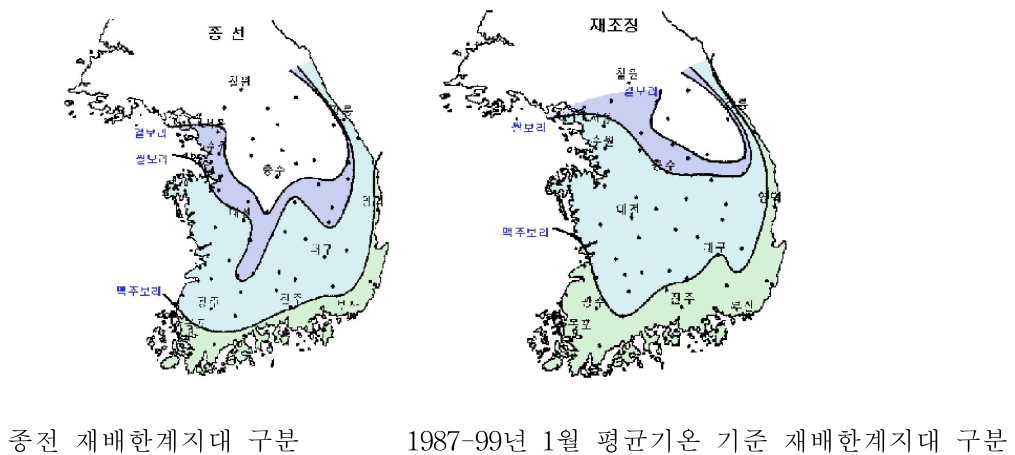


그림 2. 추파보리의 재배한계지대의 변화. (자료: 농촌진흥청)

**다. 채소**

온대지방의 채소는 호냉성채소가 대부분이기 때문에 호냉성 채소의 재배적지는 북상과 더불어 재배시기의 변동이 불가피할 것이다. 여름철 채소생산은 지금보다 더 북쪽 선선한 지역으로 재배지를 이동하여야 할 것이며, 기후변화에 적합한 새로운 품종개발

이 이루어져야 할 것이다. 그러나 높은 온도를 요구하는 과채류(참외, 수박, 토마토, 오이, 고추 등)는 현재보다 유리할 수도 있지만, 피망 등 일부작물은 지나친 고온으로 화아분화 장애가 우려되는 바, 이의 극복을 위한 연구가 필요할 것이다.

**라. 과수**

우리나라에서는 주로 사과, 배, 복숭아, 포도, 등의 온대과수를 주로 재배하고 있다. 온대과수의 대부분은 지난해 여름에 분화된 꽃눈이 자연상태로 겨울의 저온에 의하여 휴면에서 깨어나야 개화하여 과실이 달리는데, 기온이 상승하게 되면 현재의 과수재배지에서는 지역에 따라 휴면에서 깨어나지 못하는 경우가 생길 수 있다. 온대과수의 휴면타파에 요구되는 온도는 7℃이하로서 0.6~4.4℃가 알맞다고 알려져 있는데, 휴면타파에 요구되는 저온기간은 사과 1,400시간, 포도 2,000시간, 복숭아 1,000시간이다(국립농업과학원, 1990). 사과의 경우 이 조건에 만족할 수 있는 곳은 연평균기온이 13℃이하여야 하는데, 지구온난화로 기온이 상승하면 사과 재배적지는 더욱 북쪽으로 이동하여야 할 것이다. 감귤의 경우는 재배 한계지를 연평균기온 15℃를 볼 때 표 1과 같이 남해안에서도 앞으로 재배생산이 가능해질 수도 있다.

표 1. 연대별 평균기온(℃)의 변화

	부산	목포	여수	제주
1931-1960	13.8	13.4	13.7	14.7
1964-1990	14.1	13.6	13.9	15.3
1971-2000	14.4	13.8	14.1	15.5

자료 : 기상청

**Ⅲ. 지구온난화에 따른 농업부문에서의 대응**

**1. 식량생산 기반 재조정을 통한 농업생태계 안정화**

농업은 다른 어떤 산업보다도 자연환경의 의존도가 가장 크며, 또한 영향을 가장 많이 받는 생명산업이다. 자연환경의 가장 큰 부분은 기후로서 기후는 지역의 물리적 특성을 대표하는 것 가운데 하나이다. 기후가 변하면 안정돼 있던 농업생태계가 변화한다. 농업생태계가 변화하면 식량생산 기반이 되는 계절별 온도변화, 작물생육에 필요한 영양물질 순환의 변화, 대기조성 변화 그리고 고온과 고농도 CO<sub>2</sub>의 작물생산에의 영향은 물론 이들의 상호작용 등이 변화하게 된다. 따라서 이들 변화를 면밀히 관찰 모니터링하여 식량생산 기반의 재조정 및 조절이 이루어져야 한다.

또한 지구온난화에 따른 기후변화 등에 대응하여 종합적인 농업생태계 안정화를 위해서는 정부의 농업정책, 농업연구 및 농업현장에서 일하고 있는 농부 등 관련종사자들이 머리를 맞대고 함께 노력해 나가야 할 것이다.

지구온난화는 앞서도 언급한 바와 같이 지나친 인간 활동에 의한 대기오염이 그 주범이다. 따라서 앞으로 지구의 지구온난화를 야기시킬 수 있는 모든 행위에 대한 자제, 손상된 생태계의 원상회복을 위한 장기적인 부단한 노력도 함께 병행해 나가야 하리라고 본다.

## 2. 고온 및 대기 CO<sub>2</sub> 농도 증가에 대한 대응

앞으로의 기후변화 환경, 특히 지구온난화에 대응한 작물의 특성은 어떠한 경우에도 고농도의 CO<sub>2</sub> 조건하에서 생육 효율성이 높아서 경쟁력이 강한 특성을 지닌 품종이 요구된다. CO<sub>2</sub> 농도가 높은 환경 하에서는 특히 작물은 잡초와의 경쟁에서도 CO<sub>2</sub> 이용률이 높아야 한다. 또한 콩과식물은 CO<sub>2</sub> 농도가 높은 상태에서 대기질소고정이 유리한데(Reddy, 2000), 이의 활용도 중요하리라고 생각된다. 또한 기온상승에 따른 내고온성 품종 개발에도 신경을 써야 할 것이다.

## 3. 유해생물군집에 대한 대응

병충해는 기온상승과 작물기간의 연장으로 더욱 극심할 것으로 예상된다. 그동안은 농업생산에 농약 의존도가 높아 병충해 저항성 품종 육성에 대한 필요성의 절실함이 다소 가려져 있었으나, 앞으로는 탈농약의존농업으로의 사회적 분위기로 병충해 저항성 품종육성이 절실할 것으로 예상된다. 과수와 같은 영년생 작물은 특정한 토양과 기후에 적응하는 품종을 육성 보급하여 기후와 토양자원을 최대한 이용하는 주산단지영농환경을 조성해 나가야 할 것이다.

잡초는 고온과 작물기간의 연장으로 잡초번무가 더욱 극심해질 것으로 예상된다. 또한 아열대 및 열대성 잡초가 침입하거나, 토착잡초 가운데 월동이 가능한 것들이 생기고 또 숙근류의 상당수가 월동이 가능해지면, 잡초방제는 지금보다 훨씬 복잡하고 어려워질 것이다(임정남, 1992). 따라서 새로운 잡초종의 출현에 대한 조사·분석은 물론 이에 대한 대책을 마련하여야 할 것이다.

## 4. 기후변화에 대응하는 재배기술 개발

지구온난화는 작물재배기간을 연장시킴으로써 비교적 고위도 지방에서는 생산성이 증가될 것으로 예상된다. 저위도 지방에서는 고온발생 가능성이 크므로 재배기간 변경 등과 관련한 새로운 재배기술의 확립이 필요하리라고 본다. 농작물의 적지적작(適地適作)은 현재보다 더욱 중요해질 것이며, 좁은 면적에 비해 지형이 복잡한 우리나라에서의 국지적 기후는 예상 밖으로 다양해 질 수 있으므로 작물별 농업 기후지대를 더욱 세분하여 적지적작에 힘쓰는 물론 각 기후지역에 알맞는 재배기술 개발에 힘써야 할 것이다.

또한 기온의 상승에 따라 고온기에 작물의 영양생장기를 경과시키고, 생식생장기에는 비교적 낮은 온도에서 경과되도록 하기 위한 각 작물별 적정 재배법도 확립되어야 할 것이다.

#### IV. 결 론

IPCC(2001)의 예측대로 라면 21세기 말에는 지금보다 지역에 따라 차이는 있지만 1.4~5.8℃ 상승할 것이다. 지구 육상의 기온이 상승함에 따라 더위가 기승을 부릴 것이고, 서리가 오지 않는 무상기간이 늘어나고, 강우의 강도가 높아지고, 중위도 내륙은 건조와 가뭄으로 인한 피해가 예상된다. 지구온난화는 기후변화는 물론 생태계의 변화를 가져오게 된다. 그 변화의 형태는 여러 가지로 나타나게 되는데, 특히 지구온난화는 농업생산에 많은 영향을 미칠 것이다. 농업에 피해를 주는 해충과 질병을 일으키는 유해생물은 그 종수나 개체군 크기에 있어 현재보다 훨씬 증가할 것이며, 서식지역이 확산될 것이다. 또한 가뭄의 빈도와 지속기간도 증가하게 될 것으로 학자들은 예상하고 있다.

CO<sub>2</sub> 농도의 증가와 기온상승이 세계 각지에 얼마만큼 기후변화를 가져다 줄 것인지 열대, 온대 등 기후지대별로는 어떤 영향을 미칠 것인지, 농업생산에는 유리할 것인지, 이를 정확히 예측한다는 것은 상당히 어려운 일이다. 그러나 다른 무엇보다도 앞으로 지구온난화가 농업에 미칠 부정적인 영향에 대한 대책 수립이 우선시해야 할 것이다.

현재 진행되고 있는 지구온난화 등에 의한 기후변화는 인류가 과거에 경험해보지 못한 것이기 때문에 예측이 어렵고 곤란하다. 현재까지 제시된 많은 가설들을 차치하고라도 국지적으로는 복잡하고 예측하지 못한 방향으로 변화를 나타낼 가능성이 크다. 따라서 온도변화에 따른 생태계의 변화뿐만 아니라 수문상태도 포함된 정확한 기후변화 시나리오 연구·작성이 필요하다. 또한 농업생태계가 지구온난화에 관여하는 실태와 기작을 보다 정량적으로 해명하고 지구온난화가 농업생태계에 미치는 영향을 명확하게 하기 위해서는 기상학자들과의 연계는 물론 농업관계분야의 종합적인 연구협력으로 기후변화와 농업과의 상호관계에 대한 철저한 연구가 필요하리라고 본다.