

기후변화 영향평가 및 적응

06. 농업부문의 기후변화 취약성 및 적응



1. 농업이 기후변화에 미치는 영향

1.1. 토지이용의 변화 (산림이나 초지의 농경지 전용)를 통한 이산화탄소의 방출

- 농경지 전용이란 오랫동안 산림이나 초지로 유지되던 지역의 나무를 베고 농경지로 이용하는 것을 말한다.
- 이에 의한 이산화탄소 방출량은 전 지구적으로 볼 때 화석연료 연소 다음으로 그 양이 크다.
- 오래된 산림이나 초지에는 농경지보다 약 20에서 40배 많은 양의 탄소가 식물과 토양에 유기물 형태로 저장되어 있다
- 이를 농경지로 전환할 경우 그동안 저장되었던 탄소가 다시 대기로 날아간다.
- 농경지 전용이 의해 토양 내의 탄소량은 산림이나 초지에 저장되었던 탄소량의 절반가량으로 감소한다.

1.2. 메탄의 발생

메탄은 이산화탄소 다음으로 중요한 온실효과 기체이다.

o 논에서의 메탄 발생

- 전지구에서 발생하는 메탄의 약 40%가 논에서 발생된다.
- 물에 잠긴 벼논의 토양에서는 혐기성 조건(산소 농도가 매우 낮음)이 형성되어 메탄생성 박테리아의 활동으로 인해 메탄이 발생한다.

o 가축의 사육

- 전지구에서 발생하는 메탄 발생량의 약 15%를 차지하고 있다.
- 반추동물(소, 양, 염소 등)은 풀과 다른 섬유소 사료를 소화하는 과정에서 메탄을 발생시키고, 이중 소는 메탄 발생을 가장 많이 유발한다.(소 그림 삽입)

<그림 6-1> 메탄 발생을 유발하는 가축 사육

1.3. 아산화질소의 발생

- 농경지 전용에 의한 아산화질소의 발생: 탄소와 마찬가지로 식생과 토양에 저장되었던 질소가 농경지 전용 과정에서 대기로 소실된다.
- 질소비료의 시비에 의한 아산화질소 발생: 농경지에 질소비료를 시비할 경우 토양에서의 탈질과정이 일어나 아산화질소가 발생된다(탈질과정은 미생물이 질산이나 아질산태를 환원시켜서 대기 중 질소기체로 전환하는 과정을 말한다. 최종산물은 질소기체(N_2)이지만 과정 중에 아산화질소가 발생할 수 있다). 전 지구적으로 볼 때 매년 8백만~2천2백만 톤의 아산화질소가 발생되는데 그중 약 0.14~2.4백만 톤은 질소비료 시비에 의한 것으로 추정되고 있



다.

1.4. 농경방식 전환에 따른 온실효과 기체 방출의 변화

일반적으로 우리가 먹고 있는 쌀, 밀, 옥수수 등의 농작물을 키우는 농경 활동은 결국 온실효과 기체를 방출하는 활동이므로 온실효과의 원인을 제공한다고 말할 수 있다. 다음의 농경 활동들은 농경지에서의 온실효과 기체의 발생에 영향을 주는 행동들이다.

o 무경운 경작 방식

- ‘경운’이란 ‘밭을 갈다’는 뜻으로 농경이 시작된 이래 지속된 농경 방식이다. <그림 6-2> 처럼 동물을 이용하여 밭을 갈면 토양에 산소가 공급되고 유기물이 토양 속까지 잘 섞이기 때문에 농업 생산성을 높인다는 목적으로 이용되었다.
- 그러나 이런 경운은 산소공급 및 유기물 혼합이라는 긍정적 측면 이외에 토양 유실이라는 문제점이 있다. 토양 표면에 토양을 덮고 있는 유기물의 일부는 거두어 가고 일부는 섞이게 만들므로 토양 표면이 깨끗이 정리되지만 대신 바람이나 강우에 의한 토양 유실을 막을 수는 없다
- 이런 의미에서 토양 유실을 방지하자는 목적으로 시작된 무경운(<그림 6-3> 참조)은 토양유실 방지뿐만 아니라 토양 내 유기물 보유량이 증가함에 따라 대기 중 이산화탄소를 더 많이 저장할 수 있는 방법이며, 기후변화 완화에 도움이 된다.

<그림 6-2> 동물을 이용한 경운



<그림 6-3> 기계를 이용한 경운

o 윤작 (crop rotation)

윤작이란 같은 농경지에 교대로 다른 종류의 작물을 키우는 농경 방식이다. 윤작의 목적은 같은 작물을 지속적으로 심었을 때 나타날 수 있는 병충해의 발생을 피하는 데 있고, 특정 토양 무기양분이 지속적으로 감소하는 것을 방지할 수도 있다. 윤작의 대표적인 사례로 콩과 식물을 일반 곡류와 교대로 경작함으로써 질소의 부족을 보충하는 것을 들 수 있다.

윤작은 뿌리가 깊게 내려가는 식물과 뿌리가 얇은 식물을 교대로 키움으로써 토양 구조 발달에도 도움을 줄 수 있다. 만약 콩과 식물과 일반 곡류의 윤작을 한다면 콩과 식물의 질소고정 작용에 의해 토양 내 질소가 대기 중으로부터 유입되게 되므로 비료 사용량을 줄일 수 있게 된다. 비료 사용량이 줄어들면 결국 비료 사용에 따른 아산화질소 발생이 줄어들게 되므로 윤작은 온실효과 기체 발생에 영향을 줄 수 있는 것이다.

2. 기후변화가 농업에 미치는 영향

2.1 기후변화 농업에 미치는 영향에 관한 예측

o 작물 성장모형을 통한 예측

－ 작물 성장모형은 대기 중 이산화탄소 농도, 온도, 강수량, 토양수분량 등의 변화가 작물 생산에 어떤 영향을 미치는가를 예측하는 식물 생리학적, 식물 형태학적, 그리고 물리적 과정을 포함하는 모형이다.

－ 주로 작물의 생물물리학적 생산량 예측을 한다.

o 경제모형에 의한 예측

－ 기후변화가 사회경제에 미치는 영향을 예측하는 모형이다.

－ 기후변화가 식량생산, 소비, 농부의 소득, 고용 및 총생산에 미치는 영향을 추정한다.

－ 작물 성장모형에서 예측된 생산량, 작물의 수요와 공급에 따른 작물의 가격, 국제적인 수입/수출 관계 등이 종합적으로 고려되어 최종적으로 농경지 면적의 변화와 가격의 변화 등을 모델링한다.

2.2. 기후변화가 농업에 미치는 부정적 영향

－ 기후변화는 저개발국가의 식량 수급에 심각한 영향을 줄 수 있다.

－ 온난화에 따라 벼의 발육속도가 빨라지고, 이에 따라 벼의 생육 기간이 단축되므로 벼 생산성은 급격히 감소할 수 있다.

－ 즉, 지구온난화는 작물 재배 지역에 영향을 주게 되므로 이는 곧, 어떤 지역에서는 작물 생산이 증가하게 되며 어떤 지역에서는 감소하게 된다는 것을 의미한다.

2.3. 기후변화가 작물생산에 미치는 부정적 영향을 완화하는 방법

o 기후변화에 "적응"하기 위한 농경 방식이 도입될 경우

－ 고온이나 높은 이산화탄소 농도에 잘 자라는 작물 종의 개발

－ 살충제의 사용

－ 파종, 수확 및 관개 시기의 변화

－ 이와 같이 농부는 변화된 기후에 적응하여 작물 생산에 피해를 입지 않도록 많은 노력을 하고 있다.

- 그러나 많은 농부들이 위와 같은 적응 전략을 알고 있음에도 불구하고 장기적으로 매우 서서히 변화하는 기후에 농업을 변화시키려고 준비하는 농부는 그리 많지 않다.

o 대기 중 이산화탄소 농도 증가가 고려될 경우

- 이산화탄소는 광합성의 원료로서 이산화탄소의 농도가 높아지면 일반적으로 광합성량이 많아질 것으로 예측한다.

- 이를 이산화탄소 시비효과 (CO_2 fertilization)라고 한다. 그러나 이런 이산화탄소 시비효과는 아직 불확실하다. 그 이유는 이산화탄소 농도 변화에 따라 일어나는 식물 생리적인 변화기작(예를 들어 기공 개폐의 변화 혹은 수분이용효율의 변화)이 아직 완전히 밝혀지지 않았기 때문이다.

2.4. 기후변화가 작물생산에 미치는 부정적 영향을 더 악화 시킬 수도 있는 경우

o 수자원과의 시너지 효과

- 전 세계적인 농경지의 관개율은 약 20%에 불과하고 이 농경지가 전 세계 작물생산의 40%를 담당하고 있다.

- 기후변화로 인해 가용한 수자원이 부족해지면 관개 시스템이 잘 되어 있지 않거나 물이 부족한 지역에서는 식량 생산이 감소할 수 있다.

o 기후변화에 따른 병충해 발생의 증가

- 기후변화로 인해 스트레스를 받는 작물의 경우 해충이나 식물병리에 더 취약하여 기후변화로 인해 스트레스를 받지 않는 작물에 비해 더 심한 피해를 받을 수도 있다.

- 사례(1): 진드기는 대표적인 초식곤충으로 증가된 온도 및 이산화탄소 농도 조건에서 크게 성장하여 농작물에 큰 피해를 가져올 수 있다.

- 사례(2): 대두식물에 피해를 주는 해충은 겨울이 점점 따뜻해지면서 서식지가 북쪽까지 확장되고 봄이 빨리 오면서 생육의 초기단계에 큰 영향을 줄 수 있다.

3. 기후변화가 세계의 농업에 미치는 영향

3.1. 온대지방

- 온대지방의 선진국은 대체로 기후변화로 인한 농업생산량의 부정적인 영향을 상대적으로 덜 받게 된다. 심지어 기후변화로 인해 생산량의 증대가 일어나기도 한다.

- 북유럽의 경우, 기후변화가 겨울밀의 생산량을 10-20% 증가시킬 것이라는 예측이 나오기도 했다.

- 캐나다의 경우, 기후변화에 따른 작물생산량의 변동이 지역 및 작물 종류에 따라 다르다는 연구가 진행되었다. 옥수수는 약 20% 가량 증가하고 밀과 대두는 20-30% 감소할 것이라고 예측되었다.

3.2. 열대 및 아열대 지방

이 지역에는 선진국보다 개발도상국이 더 많이 분포해 있으며, 대부분의 생산량 예측이 부정적이다. 남유럽은 물 부족으로 인해 생산량 감소가 예측되며, 가난한 열대지방 국가나 저지대 국가 및 도서지역은 기후변화에 특별히 취약하다.

- 이 지역은 물 부족, 가난, 해수면 상승으로 인한 홍수 피해, 계속되는 인구증가 등으로 작물생산량 감소 및 작물 수급의 불균형이 초래되었다.
- 이집트의 경우 나일강 유역의 해수면 상승으로 인해 심각한 식량 생산량 감소가 일어나고 있다.
- 트리니다드의 경우 지속적 온난화로 인해 사탕수수 생산량이 심각하게 감소되었다.
- 대부분의 라틴아메리카 국가에서는 인간에 의한 농경지 조건의 악화(토양오염이나 토양침식 및 산성화)가 기후변화와 함께 작용하여 심각한 작물생산량 감소가 예측된다.

3.3. 중동 및 건조 아시아

이 지역의 문제는 급격한 인구증가와 관개에 의존할 수밖에 없는 작물생산 구조이다. 기후변화로 인해 물 부족이 예상되고 이는 관개율이 낮은 이 지역의 농업에 부정적 영향을 미칠 것이다.

카자흐스탄의 경우, 주요 작물인 봄밀의 생산량이 약 60%까지도 감소할 것이라고 예측되고 있다.

3.4 기후변화가 전 세계 농업에 미치는 영향에 관한 정리

- 적도 및 저위도 지역에는 부정적 영향
- 고위도 지역에는 긍정적 영향
- 중위도 지역은 부정적/긍정적 영향이 섞여 있다.
- 모형에 의하면 일반적으로 1~2도의 지구평균온도의 증가는 긍정적이라고 볼 수도 있으나 3도 이상의 증가는 식량생산의 감소를 가져올 것이다.
- 선진국에서는 작물생산량 감소가 거의 예측되지 않는다.
- 하지만 저개발 국가에서는 기술적인 적응과 적응능력이 형성되지 못함으로 인해 생산량에 상당한 감소가 있을 것으로 예상됨