



작물별 재배환경 달라져 ‘재배적지 선정 시험’ 실시해야

태양 및 화산활동 · 해류이변의 도시 산업화 따른 화석연료 과다사용이 원인
기후변화 따른 상당한 예산 노력 투입 불가피, 변화 적응시험 당장 시작해야

최 근 지구촌 곳곳에서는 기상이변이 많이 발생하고 있다. 2006년 동유럽에서는 폭설과 한파가 있었고 유럽, 호주, 브라질에서는 폭염과 가뭄, 필리핀 폭우, 한국 일본 중국에서도 홍수, 가뭄 등으로 재산과 인명 피해가 많았다. 이러한 이상기상은 한 지역이나 특정 계절에만 한정되지 않고 곳에 따라 다양하게 나타나고 있다. 우리나라에서도 겨울철 한파가 감소하고 1987년 이후 계속 따뜻한 겨울이 계속되는 등 이상기상 현상이 발생하고 있다. 봄철에는 황사가 빈발하고 가뭄 발생 가능성도 증가하고 있다. 여름철에는 집중호우 빈도가 높아졌으며 폭염발생, 열대야도 증가하고 있다. 최근에는 가을철 초대형 태풍에 의한 피해도 발생하고 있고 서리 및 냉해 발생 감소를 들 수 있다. 이러한 기상의 변화는 농작물의 생산과 품질에도 적잖은 영향을 미친다.

이 같은 기상 및 기후변화의 원인으로는 태양의 활동이나 화산활동, 해류의 이변 등을 들 수 있으나 최근의 기후 변화는 도시화 · 산업화에 따른 화석연료의 과다사용으로 지구가

온난화되는 현상을 들 수 있다. 경제 활동이 활발하게 됨에 따라 사람이 모여서 도시를 만든다. 도시는 자연적인 기후와는 다른 도시기후를 만들어내었다.

인간의 산업 활동에 의해서 배출되는 각종 물질은 환경을 오염시킬 뿐만 아니라 지구의 기상도 변화를 시킨다. 특히 이산화탄소(CO₂), 오존(O₃), 메탄(CH₄), 아산화질소(N₂O), 수소불화탄소(HFCs) 가스는 대기 중에서 태양광은 거의 투과를 시키나 지구에서 방출되는 적외선을 흡수하며 우주로 달아나는 것을 방지하여 지상의 기온을 높이는 「온실효과」를 나타낸다.

기후변화에 관한 정부간 협의회(IPCC)에서 작성한 시나리오에 따르면 온실기체 방출의 증가속도를 줄이지 않는 것과 점차적으로 줄이는 것을 가정 하여 다음과 같이 기온상승을 추정하였다. 온실기체의 방출량을 줄이지 않는 경우 21세기 중반까지 기온이 1.5~4.5℃까지 상승할 것이고 10년마다 0.2~0.5℃의 비율로 기온이 상승할 것으로 추정하였다. 반

면 점차적으로 온실기체의 방출량을 줄일 경우는 10년마다 0.1~0.2℃의 기온 상승률을 나타낼 것으로 추정하고 있다. 따라서 기후변화에 대한 장기적인 대응 대책을 수립하는 것이 필요하다 하겠다.

기후변화에 따른 농업생산 생태계 변화

농작물은 좋은 환경조건 하에서 우수한 품종을 적절한 재배관리를 해줄 때 많은 생산량을 내게 된다. 재배환경 중에서도 기상환경은 작물의 생육과도 밀접하나 인위적으로 개량하기 어려워 해마다의 농작물생산은 기상환경 조건의 좋고 나쁨에 따라 작황이 결정된다고 보아도 과언이 아니다. 만약 지구온난화가 급격히 진행된다면 긴 시간을 통하여 발전하는 억제와 균형을 기대할 수 없어 생태계는 파괴될 것이다.

지구온난화에 의해서 대기의 온도가 높아지면 재배가능 지역은 확대되겠지만, 작물별로 재배환경이 달라져 적정 재배지가 달라진다. 기온이 높은 조건하에서는 작물이 빨리 성숙하게 되어 작물의 생육 기간이 단축되며 이에 따른 수량의 감소도 예상된다. 작물 재배가능 기간이 늘어나면 조생종 재배지대는 중생종 재배지대로, 중생종 재배지대는 만생종 재배지대로 바뀔 것이다.

온난화에 의해서 농업생태계에 아열대 또는 열대잡초가 침입하거나, 과거에는 월동이 불가능했던 토착잡초 가운데 월동이 가능한 것들이 생기고 또 다년생잡초의 상당수가 월동이 가능해지면, 잡초방제는 지금보다 훨씬 복잡하고 어려워질 것이다. 날씨가 따뜻하면 곤충들은 더 빨리 자라고, 더욱 자주 그리고 여러 번 번식하며 더 일찍 이동한다. 따라서 온

난화가 되면 온대지방에서는 지금의 해충피해보다 훨씬 다양하고 빈번하며, 규모도 큰 피해를 입을 수 있다. 또 이화명나방은 열대지방에서처럼 발생주기가 사라지고 벼 재배기간에는 언제나 발생하는 해충이 될 수도 있다. 진딧물류는 월동대가 사라지고 연중 발생할 것이다. 모든 해충은 또한 작부체계의 변화를 따라 종과 생태가 달라질 것이다.

병원균은 곤충이 옮기는 것이 많다. 끝동매미충이 옮기는 벼오갈병과 같은 바이러스병은 온난화로 더욱 부상할 것이다. 특히 우리나라에서 문제가 되는 벼줄무늬잎마름병, 벼검은줄무늬잎마름병, 오갈병 등이다. 이미 벼줄무늬잎마름병은 남부지방에서 서해안을 따라 강화까지 부상한 사실이 2001년도에 확인되었다. 그리고 작년과 올해 영동지방에서 대발생한 갈색여치는 온난화가 하나의 원인일 것이라는 추측을 가능하게 한다.

벼와 과수 농사의 온난화영향

기후변화에 따른 농업기후자원량 변화와 기후자원의 효율적인 이용과 보조에너지 투입 절감과 생태계 보존 등 실질적이고 구체적인 대응책을 연구하고자 농업기후자원 요소 가운데 1931~1960년, 1971~2000년의 평년기온을 중심으로 작기의 변화와 생육반응을 분석하였다.

기후변화에 따른 벼 이앙기와 수확기 차이

벼 재배 시 손이앙은 일 평균기온 15℃를 기준으로 하여 그 이상이 되면 이앙 후 벼 뿌리



이정택
농업과학기술원 환경생태과장

표 1. 연대별 이앙기, 수확기만한 및 벼 재배 가능기간 변화

| | 연 대 | | | | | | | | |
|----|-----------|---------|---------|-----------|---------|---------|-----------|---------|---------|
| | 가장 빠른 이앙기 | | | 가장 늦은 수확기 | | | 벼 재배 가능기간 | | |
| | '31-'60 | '51-'80 | '71-'00 | '31-'60 | '51-'80 | '71-'00 | '31-'60 | '51-'80 | '71-'00 |
| 강릉 | 5월9일 | 5월9일 | 5월9일 | 10월27일 | 11월2일 | 11월2일 | 172 | 178 | 178 |
| 서울 | 5월10일 | 5월9일 | 5월9일 | 10월25일 | 10월29일 | 10월30일 | 169 | 174 | 175 |
| 인천 | 5월9일 | 5월9일 | 5월9일 | 10월31일 | 11월3일 | 11월2일 | 176 | 179 | 178 |
| 대구 | 4월28일 | 4월25일 | 4월24일 | 11월1일 | 11월6일 | 11월7일 | 188 | 196 | 198 |
| 전주 | 5월6일 | 5월5일 | 5월3일 | 10월31일 | 11월9일 | 11월8일 | 179 | 189 | 190 |
| 울산 | 5월1일 | 5월1일 | 4월28일 | 11월8일 | 11월11일 | 11월12일 | 192 | 195 | 199 |
| 광주 | 5월3일 | 5월1일 | 4월30일 | 11월1일 | 11월12일 | 11월14일 | 183 | 196 | 199 |
| 부산 | 4월29일 | 5월2일 | 4월26일 | 11월14일 | 11월14일 | 11월14일 | 200 | 197 | 203 |
| 목포 | 4월29일 | 5월2일 | 4월28일 | 11월14일 | 11월14일 | 11월13일 | 200 | 197 | 200 |
| 여수 | 5월10일 | 5월6일 | 5월4일 | 11/11일 | 11월13일 | 11월15일 | 186 | 192 | 196 |
| 제주 | 5월4일 | 4월27일 | 4월24일 | 11월7일 | 11월16일 | 11월20일 | 188 | 204 | 211 |

※ 가장 빠른 이앙기 : 일평균기온 15℃ 출현 첫날 - 가장 늦은 수확기 : 일평균기온 15℃ 출현 마지막 날

가 자라는데 저온 장애를 입지 않는 것으로 보고 있다. 한편, 등숙기에 일 평균기온 15℃ 이하가 되면 동화전분의 축적이 잘 이루어지지 않으므로 그때까지는 수확을 끝내야 하며, 등숙기에 15℃ 이하로 떨어지는 날을 수확기 마지막일로 보고 있다.

가장 빠른 이앙일과 가장 늦은 수확기 사이가 재배 가능기간으로 지역별 벼 재배 가능기간을 연대별로 보면 (표 1)과 같다. 1931~1960년 30년간의 가장 빠른 이앙일은 지역별로 4월 28일에서 5월 23일 정도였으나 1971~2000년에는 4월 24일에서 5월 16일 정도로 약 4~7일 빨라졌다.

벼 출수기 변화

벼 재배 시 벼가 익는 기간에 평년 기상조건으로 볼 때 최소한 일 평균기온 적산온도 880℃를 확보하여야 벼가 잘 익을 수 있고(안전출수 만한일), 이 기간에 최소한 적산온도 800℃를 확보하여야 한다. 생산량의 감소를 받지 않는 출수기(출수기만한일)의 지역별 분포를

표 2. 지역별 안전출수 및 출수만한일의 변화

| | 안전출수만한일 | | 출수만한일 | | 편 차 | |
|----|------------|--------------|------------|--------------|-------|-------|
| | '31-'60(A) | '71-'2000(B) | '31-'60(C) | '71-'2000(D) | (B-A) | (D-C) |
| 강릉 | 8월26일 | 9월 1일 | 8월29일 | 9월 4일 | 6 | 6 |
| 서울 | 8월26일 | 8월30일 | 8월29일 | 9월 3일 | 4 | 5 |
| 인천 | 8월27일 | 8월31일 | 8월31일 | 9월 3일 | 4 | 3 |
| 포항 | 9월 2일 | 9월 5일 | 9월 6일 | 9월 9일 | 3 | 3 |
| 대구 | 8월28일 | 9월 3일 | 9월 1일 | 9월 6일 | 6 | 5 |
| 전주 | 8월27일 | 8월31일 | 8월30일 | 9월 3일 | 4 | 4 |
| 울산 | 9월 3일 | 9월 5일 | 9월 6일 | 9월 8일 | 2 | 2 |
| 광주 | 8월28일 | 9월 2일 | 8월31일 | 9월 6일 | 5 | 6 |
| 부산 | 9월 8일 | 9월12일 | 9월12일 | 9월16일 | 4 | 4 |
| 목포 | 9월 7일 | 9월 8일 | 9월10일 | 9월11일 | 1 | 1 |
| 여수 | 9월 9일 | 9월11일 | 9월13일 | 9월14일 | 2 | 2 |
| 제주 | 9월12일 | 9월15일 | 9월16일 | 9월19일 | 3 | 3 |

보면 (표 2)와 같다. 지역별 안전출수 및 출수 만한일의 분포는 1931~1960년 30년간의 안전출수기만한일은 지역별로 8월 22일에서 9월 12일 정도였으나 1971~2000년에는 8월 22일에서 9월 15일 정도로 약 3일 늦어졌다.

한편, 출수기만한일은 1931~1960년대에는 지역별로 8월 25일에서 9월 16일 정도였으나 1971~2000년에는 8월 25일에서 9월 19일 정도로 약 3일 늦어졌다. 이들 안전출수기와 출수기만한일의 지역적인 편차는 1931~1960년 이하 1971~2000년에는 1~6일 정도 늦어진 것으로 강릉, 대구, 광주에서는 차이가 컸다.

벼 초장 변화

벼 초장도 출수기와 마찬가지로 최근 1971~2000년은 과거 1931~1960년에 비하여 벼 재배기간 기온 상승에 의하여 같은 품종이라도 초장이 길어지는 경향이였다.

과수 재배의 영향

우리나라에서 많이 재배되고 있는 벼 외에 과수에서도 기후변화에 따른 생육의 차이를 볼 수 있다. 봄 기온이 상승됨에 따라 사과, 배 등의 과수는 만개기가 점점 빨라지고 있으며 만개 소요일은 짧아지는 등 과수 생물계절의 변화가 있다.

이러한 변화는 발육단계뿐만 아니라 과일의 형태나 품질에도 영향을 미치고 있다. 기온이 낮은 지역에서 생산되는 사과는 횡축보다는 종축이 약간 긴 형태를 가지고 있으나, 기온이 상승 할수록 납작한 사과의 생산이 증가하고 과실의 착색이 나빠 질것으로예상 된다.

기후가 온난해지면 과실의 생산량, 품질 뿐만 아니라 과수재배 지대의 이동 등 여러 가지 생태변동이 일어나 수 있으므로 적절한 재배 대책이 요구된다.

농업생태계 안정화

농업은 온실가스를 흡수하기도 하고 배출하는 생존산업이다. 녹색식물은 이산화탄소를 흡수하지만, 아산화질소는 질소비료의 시비와 가축의 사육장에서 배출되고, 메탄은 담수재배 하는 벼논에서 배출된다. 다행스럽게도 농업에서는 온실가스는 흡수를 촉진하는 방법이나 배출을 줄이는 기술은 모두 생산성을 향상하는 방향이다. 왜냐하면, 작물의 이산화탄소 흡수 고정량이 증가된다는 것은 곧 바이오매스 생산을 높이는 것이다. 토양에서 아산화질소의 배출을 줄이면 탈질을 막아 질소의 시비 효율을 높이는 것이 되고, 벼논에서 메탄배출을 줄인다는 것은 곧 생육시기에 따른 간단관개와 효과적인 유기물 시용방법 등의 권장영농기술을 실천하는 것이기 때문이다.

이상기상의 빈번한 발생과 기후변화에 적응하고, 농업생태계의 안정을 유지하기 위해서는 적절한 품종의 개발도 중요하지만 작물의 재배적지 선정을 위한 시험을 시도해야 할 것이다. 현재 평지는 온도가 높아서 재배 부적지로 되어있는 곳에 한라산처럼 우뚝 솟은 산이 있다면, 표고에 따라 다른 기후가 형성되었다고 가정해서, 종류가 다른 작과 다양한 품종을 식재하여 기상관측과 동시에 생육상태 등을 조사하여 재배 가능 여부를 가려내는 시험을 실시한다면 좋은 결과를 얻을 수 있을 것이다.

기후변화에 따른 재배적지의 선정, 농산물의 품질이나 생산량 등의 변화를 예상하기 위해서는 상당한 노력과 예산이 투입되어야 하고 시험 수행에 어려운 점이 많을 것으로 생각된다. 하지만 우리나라의 주요작물에 대한 기후변화 적응 시험은 지금부터라도 시작하여야 할 것이다. Y