

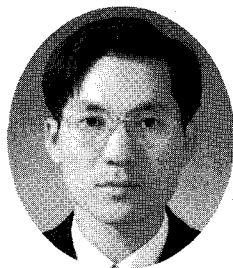


병해충 만연 우려되는 '이상난동'

상시해충 발생 심화되고 피해 없던 잠재해충 모습 드러낸다

평년보다 경제적 피해수준 도달시기 빨라져-상시해충
잠재해충-밀도높고 초발시기 빨라 경제해충으로 변화

■ 김동순 원예연구소 원예원경과



우리나라는 지리적으로 북반구의 극동아시아에 위치하며 온대성기후에 속해 사계절의 변화가 나타난다. 겨울철에는 차고 건조한 날씨를 보이며 여름에는 무덥고 습한 날씨를 보여 서유럽 중위도 국가의 계절 변화와는 다른 기후형을 나타낸다. 봄과 가을철에는 이동성 고기압의 영향으로 밝고 건조한 날이 많다. 가장 추운 1월의 평균기온은 섭씨 -0.7℃이며 가장 무더운 8월은 25℃ 내외이다. 연 강수량은 남부지방이 1,500mm, 중부지방이

1,300mm 정도이다. 계절적으로는 연 강수량의 50~60%가 여름에 내리며 5~10%가 겨울에 내린다.

그러나 이러한 일반적인 기후적 특성은 최근 비정상인 패턴을 보이고 있다. 잘 알려진 바와 같이 우리나라의 기상에 있어서 1993년과 1997년에 소위 엘니뇨 현상이 봄부터 나타났다. 엘니뇨는 열대태평양 적도부근 남미해안으로 부터 중태평양에 이르는 넓은 범위에서 해수면 온도가 지속적으로 높아지는 현상을 말한다.

이 현상이 나타날 때 일반적으로 필리핀, 인도네시아 등은 평년보다 강수량이 적으며 일본 남부 아열대 지방과 미국 남부 등은 많은 강수량을 보이는 것으로 보고되고 있다.

엘니뇨가 가장 강했던 1982년과 1983년에는 타히티로부터 인도네시아에 이르기까지 가뭄과 산불, 홍수 및 허리케인으로 2천여명이 숨지고 전 세계적으로 130억 달러의 재산 손실을 입은 것은 잘 알려진 사실이다. 지금까지 엘니뇨 현상으로 기후의 이상난동, 가뭄, 홍수 등 세계적인 기후변화가 관찰되었다. 또한 동태평양에서 저수온 현상이 강화되어 엘니뇨 현상과 반대되는 라니냐가 기상에 영향을 미치고 있다.

최근 몇 년까지만 해도 엘니뇨 등 전 지구적인 기상이변에 대해 한국은 안전지대에 있는 것으로 생각했었으나 최근 1998년의 기상이변과 1999년의 기상 패턴은 우리나라도 결코 세계적인 기상이변의 안전지대가 아님을 보여주고 있다. 즉, 전지구적인 에너지 순환현상의 비정상적인 패턴이 주기적이고 일상생활에서 느낄 만큼 직접적으로 한국의 기상에 영향을 주고 있다. 일례로 1999년 겨울 현재 동해안의 한류 어종인 명태장이 형성되지

않아 어민들의 생계를 위협하고 있다.

농업분야에서 예상되는 영향은 특히 작물보호분야에서 살펴볼 수 있을 것이다. 무엇보다도 병해충의 다발이나 발생시기의 변화가 예측되지만 현재까지 기상의 변화가 병해충의 발생에 미치는 영향에 관한 정량적이고 분석적인 연구자료가 부족한 상태이다. 이러한 다소 부족한 자료와 몇 가지 가설을 가지고 이상난동이 병해충발생에 미치는 영향에 대하여 살펴본다.

98 기상이변과 병해충 발생 많은 눈과 이상고온·젖은강우 지속 경험 못한 병해충 발생에 가슴조여

1998년은 우리나라의 일반적인 기상변화의 주기를 벗어난 비이상적 패턴을 보였다. 겨울철은 이상고온과 많은 적설량, 봄에도 이상고온과 잦은 강수가 계속되었다. 여름철 장마는 그 초기에는 강수량이 적었으나 중후기에는 집중호우로 돌변하였으며 일부지역에는 90% 이상이 8월에 집중되기도 하였다. 가을철에는 여름철과 같은 늦더위, 가을 우기의 실종과 이에 따른 가뭄 등 비정상적인 기상이 계속되었다. 이와 같은 기상은 여러 가지 측면에서 병해충의 발생에 영향을 주었다.

1998년 겨울과 봄의 이상고온은 병해충의 발생시기를 빠르게 하는 영향을 주었다. 수원지역에서 주요 과수해충 나방류의 초발시기를 보면 1997년과 비교하여 7~12일 빨랐다(표 1).

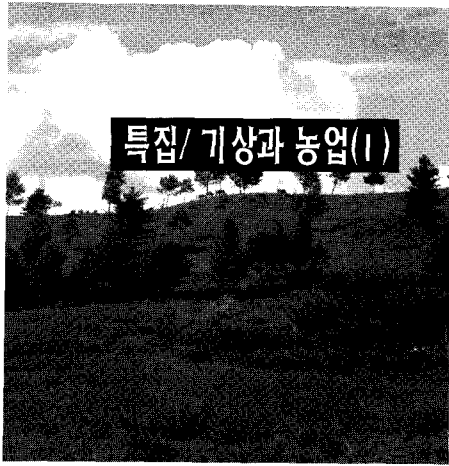
이는 평년보다 봄철 평균 기온이 2.9℃ 높았기 때문으로 판단된다. 붉은별무늬병, 점무늬낙엽병, 갈색무늬병 등도 10~15일 정도 빠르게 초발되었다. 이상고온과 더불어 강우의 빈도는 병해충의 발생과 깊은 관련을 가진다. 지난해에는 수원지역에서 4월부터 5월 중순까지 봄철의 강우빈도가 1997년에 비해 6회나 더 많은 것으로 나타났다.

이러한 기상과 관련하여 가장 문제가 되었던 병은 배의 검은별무늬병이라 할 수 있다. 이 병은 16~23℃ 온도가 유지될 때 9시간 정도 잎이 젖어있으면 약한 감염이 일어나고, 12시간 젖어 있으면 중간감염, 18시간 이상 지속되면 심한 감염이 일어나며 그 후 약 8일이면 병징이 나타나는 것으로 알려져 있다.

이러한 검은별무늬병 다발생 환경은 98년 기상이변으로 조성되었고 결국은 전국적으로 배 생산에 큰 피해를 주었다.

한 여름인 7, 8월에는 수원지역에서 강우횟수가 97년에 비

특집/ 기상과 농업(1)



해 12회나 많았고 강우지속기간도 약 70시간 더 길었다. 이런 영향으로 생육중후기에 발생하는 사과와 갈색무늬병, 꺾무늬썩음병, 포도의 노균병, 갈색무늬병, 탄저병 등이 전국적으로 다발생되었다.

뿐만 아니라 평년에는 크게 문제되지 않았던 포도의 포도뿌리혹벌레, 배의 역병, 나무즙류 등이 돌발적으로 발생하였다. 즉, 1998년 이상난동으로 시작된 기상이변은 그동안 우리가 경험하지 못했던 심각한 병해충 발생을 일으켰다.

표 1. 과수 주요 나방류 해충 조발생 시기 비교(수원)

구 분	사과굴나방		복숭아순나방		복숭아심식나방		사과애모무늬잎말이나방		사과무늬잎말이나방	
	'98	'97	'98	'97	'98	'97	'98	'97	'98	'97
초발생일	3.17	3.27	4.5	4.12	5.17	5.29	5.10	5.19	5.12	5.20
증 감	+10일		+7일		+12일		+9일		+8일	

'99 이상난동 특징과 전망

고온건조로 겨울기름현상 이어져

월동병해충 사망률 낮아 다발생 우려

지난해와 유사하게 올해에도 이상난동이 계속되고 있다. 기상청 자료를 보면 전국 1월 평

균기온이 4.4~7.7℃로 평년에 비해 1.0~3.9℃ 높은 분포를 보였다. 특히 1월 24일 서울의 최고기온이 12.4℃를 기록 72년 1월 11일 13℃를 기록한 이래 27년만에 가장 따뜻한 1월 날씨를 보였다. 하지만 금년의 이상난동은 98년과는 차이가 있다.

즉 1998년의 고온(평년기온 대비 +2.2℃) 다습(평년강수량 대비 +122.9mm)에 비해 올해는 고온 건조한 특징을 보이고 있다. 금년의 1월 강수량은 속초, 울진의 경우 평년의 0.2%수준에 그치고 있고 중부지방은 10~20mm가 적으며 영동해안지방은 40mm 이상 적어 전국적으로 상당히 건조한 겨울가뭄 현상이 나타나고 있다.

겨울철 기상은 월동중인 병해충의 생존율과 밀접한 관련

에서 건될 수 있는 물질을 축적하고 있기 때문에 극단적인 조건을 제외하고는 온도의 영향을 크게 받지 않을 수도 있다. 월동중인 점박이응애의 생존율은 적설량과 깊은 관련이 있는 것으로 알려져 있다. 적설량이 적은 해보다는 많은 해에 월동 중 생존율이 높은 것으로 보고되고 있다. 즉, 온도보다는 습도가 더 중요하다는 의미이다.

건조한 공기는 습한 공기보다 더 차가워지기 쉽기 때문에 건조한 상태에서 기온이 하강할 경우에는 월동병해충의 사망률이 증가할 수 있다. 뿐만 아니라 건조한 공기가 월동병해충의 수분을 계속 빼앗아가므로 건조에 의한 사망률이 증가하게 된다. 더불어 병의 경우 균사가 성장하고 포자가 형성되기 위해서는 반드시 수분이 필요하다. 포자가 형성되는 늦겨울까지 건조가 계속되는 경우에는 병해의 초기 밀도가 떨어질 수밖에 없다.

지상부에서 월동하는 병해충의 경우에는 올해와 같이 겨울이 건조한 경우 생존율이 떨어질 수 있다.

하지만 지하부인 토양에서 월동하는 병해충의 경우는 상황이 다를 수 있다. 일반적으로 눈은 일종의 보온덮개 역할을 한다. 토양이 눈에 덮여 있

이 있는 것으로 알려져 있다. 이상난동을 걱정하는 것은 따뜻한 날씨에 의해 월동중인 병해충의 사망률이 감소하여 봄철 다발생을 우려하기 때문이지만 월동중인 병해충은 저온

을 때 토양온도는 상대적으로 따뜻해진다. 하지만 눈이 녹으면서 상황은 반전된다. 물리적으로 고체가 액체가 될 때는 주위에서 그에 필요한 열을 빼앗아 간다. 눈이 녹을 때 토양은 열을 빼앗겨 온도가 급격히 떨어지게 된다. 즉 급격한 저온으로 토양에서 월동중인 병해충의 사망률이 증가할 수 있는 것이다.

위와 같은 논술은 이론적인 측면이고 증명할 수 있는 정량적인 자료가 부족한 것이 사실이다. 또한 월동 병해충의 생존율에 영향을 줄만큼 임계범위를 초과하는 정도의 기상변화가 일어났는가 하는 점과 생존율의 변화가 생육기 병해충 발생량을 좌우할 정도로 일어났는가 하는 점을 판단하기는 어렵다.

따라서 이상난동에 의한 병해충 발생 전망은 이어지는 봄철의 기상상황과 연관지어 판단해야 할 것으로 생각된다. 다만 이상난동은 월동병해충의 활동시기를 앞당겨 초발시기가 빨라질 수 있다. 즉 우리나라에서 대부분의 월동해충은 1월 상순이면 휴면이 타파되어 발육영점온도 이상이 될 경우 발육이 가능하다. 따라서 이러한 경우의 생태적 의미를 되새겨 보는 것이 보다 더 중요하리라 판단된다.

이상난동에 따른 병해충 발생양상 예측

방제시기 변화로 추가 방제 필요

문제되지 않은 병해충 돌발가능성 커

겨울철 이상고온이 그 해의 병해충 발생에 미치는 영향은 우선 두 가지 형태의 개념적 모형으로 설명할 수 있다. 첫째는 문제되고 있는 상시해충의 발생이 더욱 심화되는 과정이고, 둘째는 이전까지 경제적 피해를 거의 입히지 않던 잠재해충이 새로운 주요 해충으로 변화되는 과정이다(그림 1).

이 개념적 모형은 전제 조건으로 이상난동 시 월동 병해충의 생존율이 변화하고 이상고온으로 인하여 병해충의 초발생 시기가 빨라진다는 것을 가정한 경우이다. 따라서 병해충의 초기밀도는 평년보다 생존율이 높거나($S \rightarrow S''$), 또는 같은 수준($S \rightarrow S'$)로 변화하고

초발시기는 평년보다 빠른 상태로 이동된다($S \rightarrow S'$ 또는 S'').

첫째, 상시해충들의 경우 평년보다 경제적 피해수준에 도달하는 시기가 빨라진다(그림 1. 가). 평년에는 생육중기부터 방제가 필요했던 해충이 생육초기부터 요방제밀도에 도달할 수 있다. 즉 평년보다 1~2회의 추가방제가 필요한 것이다. 이런 경우에는 응애류나 진딧물 같이 연 10여세대 발생 가능한 해충에서 나타날 수 있다. 년 발생횟수가 2~3회로 발생횟수가 적은 해충들은 기존 방제체계의 방제적기와 이상난동 시 발생시기가 불일치하여 피해를 볼 수 있다. 예를 들어 사과해충 중에서 사과굴 나방은 2세대 성충이 산란하는 6월 하순을 방제적기로 하고 있으나 겨울 및 초봄 이상

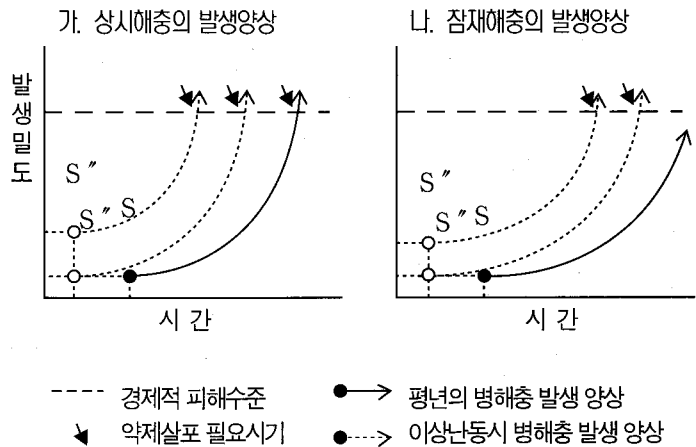


그림 1 이상난동시 병해충 발생양상에 대한 개념적 모형



고온으로 성충 초발시기가 앞당겨져 2세대 발생시기도 빨라질 수 있다. 실제 이상기온을 보였던 1998년도 사과굴나방의 2세대 발생최성기는 6월 상순경으로 평년보다 20일 정도 빨랐다. 이러한 방제적기의 불일치는 가루각지벌레와 같이 적기방제가 요구되는 해충에서는 매우 중요한 문제이다. 가루각지벌레는 성장하면 왁스물질로 싸이기 때문에 약충 발생기가 방제에 가장 적합한 시기이다. 평년에서는 월동알이 부화하는 5월 상순이나 2세대 알이 부화하는 7월 상순을 방제적기로 하고 있다. 하지만 98년도에는 월동알 부화시기가 평년보다 약 20일 정도 빨랐다. 따라서 많은 농가에서 방제에 실패하여 피해를 본 경우가 많았다.

둘째로, 이상난동이 잠재해충을 방제가 필요한 경제 해충으로 변화시키는 과정을 생각할 수 있다(그림 1. 나). 평년에는 초기밀도가 낮고 늦게 발생하여 작물재배 기간 중에 경

제적 피해수준에 도달하지 못하였으나 이상난동으로 초기 밀도가 높아지고 초발시기도 빨라짐으로서 작물재배기간 중 경제적 피해수준까지 도달하는 경우이다. 같은 맥락에서 평년에는 문제되지 않았던 병해충들이 돌발적으로 발생될 수 있다. 98년에는 포도뿌리혹벌레, 포도의 장님노린재류, 나무좀류, 배나무 역병 등 돌발병해충이 전국적으로 문제되었다. 물론 이들 병해충이 이상난동과 직접적으로 관련이 있다는 정량적인 분석 자료는 부족하다. 하지만 작년도 겨울과 봄철의 이상고온과 잦은 강우 등 기상이변이 이들 병해충의 초기 발생량 및 발생 시기에 영향을 미쳤고 이와 같은 병해충 발생시기가 작물의 병해충에 대해 감수성인 생육 단계와 일치됨으로써 나타난 결과로 판단된다.

예를 들어 포도뿌리혹벌레는 그동안 우리나라에서 문제가 되지 않았다. 즉 봄철 가뭄과 여름철 고온은 이 해충이 쉽게 번성할 수 없는 조건으로 생각된다. 포도뿌리혹벌레는 배수가 불량한 과원에서 다발생하며 30°C 이상 고온에서는 산란수가 감소하고 생존율이 떨어진다. 또한 유목기에 피해가 심하고 7년생이상의 고목에서는 충분한 뿌리가 뻗어있기 때

문에 벌레의 가해를 받아도 그 영향이 크지 않다. 1998년도 포도뿌리혹벌레 발생은 이상난동과 봄철고온 그리고 잦은 강우 등 복합적인 요인들에 의한 결과로 생각된다. 즉, 이상난동으로 월동중 생존율이 높았고 봄철고온으로 초기 증식율이 빨랐으며 봄철 잦은 강우로 적당한 토양습도가 유지되었다. 이 결과 포도뿌리가 충분히 뻗기 전에 벌레의 밀도가 증가함으로써 피해로까지 진전된 것으로 보인다.

'기상변화 · 병해충 예찰' 신경써야

위와 같은 판단은 가설에 불과하지만 몇가지 예는 실질적으로 98년에 일어났던 일들이다. 99년 겨울도 이상고온을 보이고 있으며 이런 상황이 금년 병해충 발생에 어떤 영향을 미칠지는 정확히 예측할 수 없다. 즉 기상이변에 따른 병해충 발생에 관한 자료가 아직 많이 부족한 상태에 있고 기상변화가 다양하게 진행되기 때문이다. 하지만 온도 및 습도 등 기본적인 기상상황 변화에 따른 병해충 발생은 미약하나마 예측이 가능하다. 98년과 같은 예상치 못한 피해를 줄이기 위해서는 봄철부터 기상변화와 병해충의 예찰에 특히 신경을 써야 할 것이다. **농약정보**