

벼 흑조위축병

무질제대벼

발병원인

현저히 높아

생태와 방제대책

농업기술연구소 병리과 농학박사

이 순 형

다른 바이러스 병과는 다르게
모자이크 또는 반점병징 없어

흑조위축병은 1952년 일본에서 구라바야시(栗林)와 신가이(新海)에 의하여 최초로 보고된 바이러스 병으로서 애멸구(*Laodelphax striatellus*)에 의하여 매개되며 병징은 식물체가 위축되고 잎색이 짙은 녹색으로 되며 다른 바이러스 병과는 달리 모자이크 또는 반점이 나타나지 않는다.

줄기나 엽맥부분에 돌기형성

병징의 특징으로 이병후 시일이 경과하면 줄기나 엽맥 부분에 돌기

(gall)가 생기는데 초기에는 유백색이나 차차 갈색, 흑색으로 변한다. 이와 비슷한 병징을 나타내는 벼의 바이러스 병으로는 최근 국제미작연구소의 링(Ling)에 의하여 발견된 Rice ragged stunt virus가 있다. 병징의 유사한 점이 많아 한국 및 일본의 전문가에 의한 조사의뢰를 하는 등 학자들 간에 많은 논란의 대상이 되었으나 결국 새로운 바이러스 병으로 판명되었다. 돌기가 생긴다는 점에서 같다고 생각한 학자도 있었으나 시일이 경과 함에 따라 돌기색의 변화가 없고 가장 중요한 것은 바이러스 입자 자체가 다르며 매개충도 달라 벼떨구에 의하여 매개되고 있다는 점이다.

뚜렷한 저항품종 없는 실정

흑조위축병이 발병하기 시작한 1973년이래 많은 품종의 변화를 가져왔으나 아직 뚜렷하게 저항성인 품종은 없으며 특히 우리나라는 최근 기계이앙 면적이 늘고 있고 이앙시기가 빨라지는 등 재배양상이 많이 변화되고 있으므로 벼흑조위축병의 피해가 우려 됨으로 이에 대한 생태와 대책에 대하여 언급하고자 한다.

선산에서 발생 전국으로 확산

벼의 흑조위축병은 1973년 경상북도 선산에서 재배되고 있던 통일품

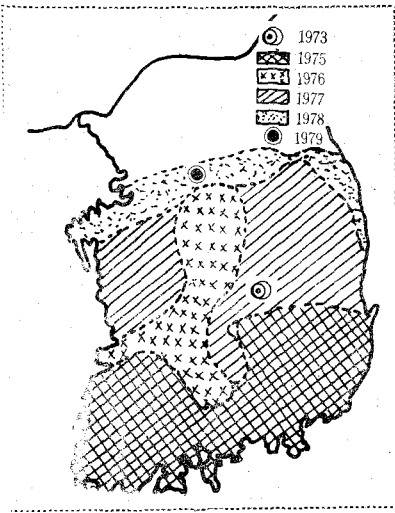


그림 1. 벼 흑조위축병의 연도별 발생

종에 발병된 것이 최초이며 그후 차차 확대되어 1975년에는 전라남도 전지역과 경상남도, 전라북도 일부 지역에 까지 발생되었다. 1976년에는 전라북도와 충청북도, 1977년에는 충청남도 1978년과 1979년에는 경기도 평택과 이천에 까지 확대되었다.

벼에서는 강원도 지역을 제외하고는 전국에 분포하고 있으며 옥수수에서는 강원도를 포함한 전국에 발생되고 있다. 그러나 남부지역에서와 같이 심하지는 않다. 경상북도 일부지역에서는 매년 심한 피해를 받고 있다. 선산과 의성지역이 대표적이며 상주, 영천, 경산, 칠곡등지에서도 적지 않은 피해를 주고 있다.

표 1. 경북지방에서의 흑조위축병의 발생(경북도진홍원)

지 역	년도별 발생면적 (ha)				
	77	78	79	80	81
의 성	9.6	13.0	5.7	15.0	11.0
선 산	3.	1.0	—	0.4	0.5
상 주	0.8	—	—	—	—
칠 곡	0.1	0.9	—	—	—
경 산	—	—	—	—	0.1
영 천	—	—	—	—	0.2

기주식물의 종류도 무적다양

◇ 벼 흑조위축병의 생태와 방제대책 ◇

현재까지 흑조위축병의 기주는 벼 보리, 밀, 호밀, 귀리, 옥수수, 조, 강피, 돌피, 뚝새풀, 바랭이, 퍼페니얼, 라이그라스, 오차드그라스 등 여러종의 식물이 기주로 밝혀졌으며 앞으로 더 밝혀질 것으로 본다. 포장에서도 보리, 독새풀, 밀, 조, 바랭이, 돌피 등의 이병주를 흔히 볼 수 있으며 옥수수는 흑조위축병이 증산의 가장 큰 제한요소가 되기도 한다

중간기 주식물의 감염과 발병

흑조위축병은 경난전염(經卵傳染)을 하지 않기 때문에 겨울이 있는 우리나라에서는 경난전염을 하는 줄무늬잎마름병이나 오갈병과는 달리 이론상 초기에는 발병이 적어야 한다. 그러나 현실은 경난전염을 하는 것이나 하지 않는 바이러스나 발병 정도는 같다. 이것은 바로 중간기주(中間寄主)가 있음을 확실시 하여 주는 동시에 중간기주가 병원바이러스의 일차전염원으로서 큰 역할을 하고 있음을 보여주고 있다. 중간기주로는 동작물인 맥류와 독새풀을 들 수 있으며 발병기의 전염원으로는 옥수수가 있다. 흑조위축병의 발병과의 관계를 들면 다음과 같다.

발병을 밀보다 보리가 높아

담립작물(畚裏作物)로는 보리와

밀을 들 수 있다. 벼의 이양시기를 늦지 않게 하기 위하여 속기가 빠른 보리를 재배하는 것이 상례이며 포장에서의 발병은 밀보다 보리가 높은 편이다.

중간기주중 이병주의 특징을 든다면 이병주는 출수하지 않거나 출수된다 하더라도 이삭이 기형인 것이 많다. 줄기에도 병징이 나타나는 것과 주경과 1차 분얼경은 정상으로 출수하는 것도 간혹있다. 이병주는 위축되며 초장이 짧으나 줄기와 잎에는 벼에서 보이는 웅기된 것을 거의 찾아 볼 수 없다. 줄기의 병징은 잘 나타나지 않아 식별이 곤란한 것이 많아서 위축정도가 심하지 않을 때는 돌기가 전혀 없거나 있어도 1~2개의 작은 돌기가 있는 것이 대부분이다.

보리는 심하게 위축된 줄기에서 많은 돌기가 2~3절간에 나타나며 갈색으로 나타나는 것은 적으며 백색이 대부분이다. 밀에서는 보리보다 돌기가 적게 나타나 심하게 위축된 이병주라도 돌기가 거의 나타나지 않는다.

◇ 중간기주의 흑조위축병 감염시기

중간기주의 감염시기는 두계절로 나누어 볼 수 있다. 과종후 발아된 식물로 가을에 감염과 월동후인 봄의 감염이다.

◇ 벼 흑조위축병의 생태와 방제대책 ◇

가을이나 봄의 감염율에 큰 차이는 없으며 봄에 가뭄으로 생육이 지연되고 또한 주위 잡초지를 경운하였을때 매개충인 애멸구는 보리에 모여 서식하므로 3월에 감염되며 이 경우 감염율은 높다. 해에 따라 다르나 일반적으로 상습발생지에서의 가을감염은 0.8%~2.0%이며 봄에는 0.5%~2.0%이다. 봄에 가뭄으로 보리밭에 애멸구가 집결 서식하였을 때는 34~38%의 높은 이병율을 보여 줄때도 있다.

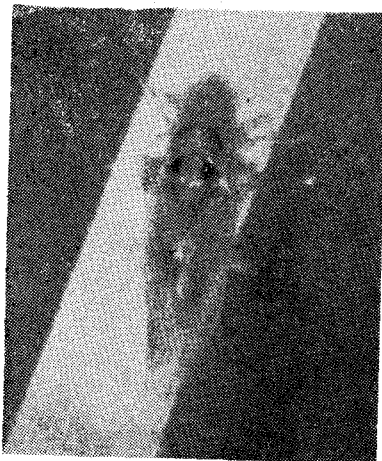
◇ 중간기주인 맥류 포장에서 매개충의 분산과 바이러스의 매개

가을에 벼를 수확하고 나면 담리작 보리가 발아할때까지 매개충은 논둑으로 이동하며 논둑잡초나 근처의 보리에 정착하게 된다. 4월 상·

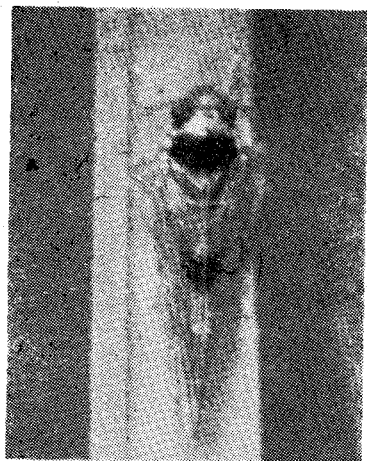
중순이 되면 서서히 보리밭 중심부 근으로 이동한다. 애멸구의 이동습성이나 보리의 흑조위축병 감수성으로 미루어 보아 1회 성충은 멀리 떨어진 보리밭으로 이동한다고 생각되지 않는다. 그러므로 휴반으로부터 2m이내의 보리가 발병주가 많다. 특히 1m이내에 발병주가 많은 것을 볼 수 있으며 전 발병주의 75%가 이 범위내에 분포하고 있다.

독새플과 흑조위축병

독새플은 1~2년생으로 겨울에 애멸구의 생식(生息) 식물이 됨으로 가을철과 봄철에 바이러스병에 감염이 되고 4월경에 발병하며 매개충의 흡독원(吸毒源)으로 된다. 발병된 독새플은 초장은 짧아지나 수장(穗



◇ 애멸구(암늪)



◇ 애멸구(숫늪)

◇ 벼 흑조위축병의 생태와 방제대책 ◇

長)은 건전식물과 큰 차이가 없다. 감염시기는 맥류에서와 같이 가을과 봄이며 감염율에도 봄과 가을의 큰 차이가 없다.

전염원으로서의 옥수수

옥수수에 생식(生息)하는 애벌구는 충령, 온도, 식이식물의 생육기 등에 따라 생존기간에 변화를 갖게

된다. 벼에 생식중인 충에 비하여 조기에 사망을 하게 된다. 즉, 옥수수에 생식중인 애벌구는 저온에서는 고온보다 생존기간이 길며 충령이 많을 수록 다소 길어진다. 그러나 옥수수 자체가 벼보다는 병발현기간이 짧고 심하게 나타나므로 흑조위축병의 전염원으로서의 역할을 하고 있다. 옥수수는 일차전염원 이라기 보다는 벼의 발병기간중에 전염원

표 2. 온도에 따른, 매개충의 생존율 (일본농사시험장)

사육온도(°C)	공시유충의령(齡)	옥수수에 사육후 충의 생존율(%)					
		1일	2일	3일	4일	5일	6일
27	2	70	20	0			
	2	50	30	10	0		
25	2	70	20	10	0		
	5	90	50	20	20	0	
20	2	70	40	10	0		
	5	90	70	60	30	10	0
(18-21)	5						

으로서의 큰 역할을 한다.

발병정도 심하면 수확불능

<발병정도와 피해>

발병주의 피해정도를 보면 피해정도가 심한 벼의 초장은 건전벼의 42%, 중인것은 86%, 적은것은 98%인데 경수는 발병주가 약간 많은 편이다. 발병주의 이삭은 발병정도가 심하면 임실이 되지 않으며 중이하

로 가벼울 경우에는 불임이삭이 생기지 않고 43% 정도의 불완전 이삭이 생긴다. 심한 피해주(被害株)는 수량이 전혀 없고 중정도에서 60, 소는 40%의 감수를 초래한다.

이상은 농립 29호를 공시하였을 때의 결과이며 만석벼를 공시하여 엽기별 감염과 피해 조사를 한 결과를 보면 유효기에는 병징이 뚜렷하게 잘 나타나고 잠복기간도 짧으며 11엽기 이후에는 병징이 잘 나타나지 않아 감염여부 진단이 육안으로

◇ 벼 흑조위축병의 생태와 방제대책 ◇

표 3. 흑조위축병의 발병정도와 피해 (일본 농사 시험장)

발병정도	초장 (cm)	피해정도별수율(穗率)			정 조	
		불 입	불완전	완전	중량(g)	지수
십	52	100	0	0	0	0
다	86	31	69	0	4.8	2.8
중	106	0	54	46	13.0	7.0
소	120	0	43	57	24.0	14.0
건전	123	0	0	94	37.0	9.0

는 어렵다. 유효기에 감염된 벼일 수록 초장이 짧고 거의 출수가 안되거나 무효분얼수가 많아 유효경 비율이 현저히 감소되고 출수하여도 수당입수도 적고 거의 불입상태로 7엽기까지는 수량을 기대할 수 없다. (표 3)

〈발병경과〉

흑조위축병은 경난전염을 하지 않기 때문에 보독충은 한정된 기간에 한하여 바이러스를 전염하게 된다.

재배시기 따라 발병에크차

4월 중순에 파종하여 5월 하순에 이앙하는 것과 5월 중순에 파종하여 6월 중순에 이앙한 일반벼를 비교하여 보면 일찍 이앙한 것이 초발이 약간 빠르나 7월초 중순이면 어느 것이나 발병하게 되며 일찍 이앙한 것은 8월 상·하순 사이에 늦게 이앙

한 것은 9월말까지 피해가 늘게 된다.

그러나 이상기온으로 인하여 애멸구가 일찍 발생하게 되면 발병일도

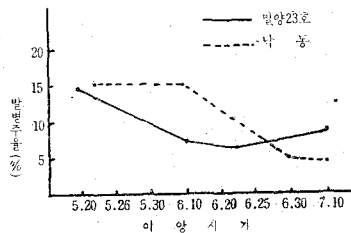


그림 2. 이앙시기별 흑조위축병 발생

앞당겨지게 된다. 즉, 일찍 이앙하면 6월 하순~7월 상순에 초발되고 7월 상순~중순에 많이 발생하며 늦게 이앙한 것은 7월 상순~8월 중순에 많이 발생하게 된다. 발병율은 일찍 이앙한 것이 높게 된다. 밀양 23호와 밀양 15호의 2품종을 공시하여 5월 20일에 첫이앙하고 5~10일 간격으로 7월 10일까지 이앙하여 조사한 결과에서도 이앙이 빠른 것이 발병

표 4. 파종 및 이앙의 조만이 흑조 위축병 발병에 미치는 영향(일본농사시험장)

일자 조사년도	발 병 율(%)					계
	6.30-7.5	7.15-16	8.3~14	8.30~9.5	9.30	
4월중순 파종 1966	0	3.9	6.1	11.2	5.6	28.6
5월중순 파종 "	0	0.4	0.7	0.9	1.9	3.9
5월하순 이앙 1967	5.4	28.9	9.9	0	—	44.2
6월중순 이앙 "	0	8.6	8.6	2.3	—	19.5

표 5. 월동 애벌구의 흑조위축병 보독충율조사(1982 : 농기연)

조사지역	광주	이리	의성	선산	수원
보독율(%)	2.4	1.3	6.7	17.6	0.5

이 많고 이앙이 늦을수록 발병이 적은 경향이였다.

<매개충의 보독충율>

흑조위축병은 앞에서 언급한 바와 같이 경난전염을 하지 않기 때문에 생식식물의 발병상황에 따라 큰 차이가 있다. 즉, 중간기주에 발병이 많았을때 보독충율이 높다.

<무독충이 흡독하면 완전 保毒>

경난전염을 하지 않는 바이러스의 특징은 무독충을 바이러스 이병주에 흡독시킬 경우 거의 100% 보독충이 되므로 지역에 따라 큰 차이가 있으므로 상습발생지가 형성된다. 상습 발생지인 경북지방의 금년도 월동충

의 보독충율은 의성이 67%, 선산이 17.6%로서 타지역에 비하여 높은 보독충율을 보여 주고 있는 것도에 기인된 것이다.

<초발병 벼를 전염원으로한 바이러스 매개시기>

일반적으로 본담에서 초발병은 7월 상~중순이 된다. 따라서 2차 감염은 7월 하순이 된다. 그러나 작물이 자람에 따라 잠복기간도 길어지므로 벼가 감염되기는 하나 병징은 나타나지 않거나 나타나더라도 수량에 큰 영향을 미치지 못한다.

<접종 온도와 바이러스>

보독충은 20~25°C에서는 흑조위

◇ 벼 흑조위축병의 생태와 방제대책 ◇

표 6. 집중시 온도에 따른 흑조위축병의 매개충율 (일본농사시험장)

온도(°C)	매개충율(%)
25	88.9
20	81.8
15	22.7
10	18.2
5	0

축병의 매개율이 높으나 15°C에서는 낮으며 5°C에서는 전혀 매개되지 않는다.

<흑조위축병의 감염시기>

흑조위축병이 벼에 감염되는 시기는 제 2회 성충기부터 제 3회 성충기까지도 추정된다. 벼의 감수성은 생육시기에 따라 다르며 경종방법에 따라서 감염시기가 달라진다. 감염시기를 정확히 파악하는 것은 방제에 매우 중요하다.

바이러스의 절대 감염율은 해에 따라 다르나 1차감염기인 애벌구의 2회 성충이 생존하는 기간중의 감염율과 그후의 1차 감염율을 비교할 때 1차 감염율이 높으며 1차 감염기에는 식물체가 어리기 때문에 피해도 크다. 반면 2차감염기에 있어서는 초기에 감염된 것은 출수기에 간혹 발병이 되는 것도 있으나 거의 발병이 안되는 경우가 많다.

<재배조건과 발병>

◇ 비료 3요소의 시용과 발병

3요소중 질소의 영향이 가장 크게 나타난다. 질소를 주면 피해정도가 약간 높아지나 인산이나 가리의 영향은 미미하다. 즉 질소를 주지 않고 인산과 가리를 사용하였을 때 발병율은 가장 낮으며 질소를 사용하고 인산이나 가리중 어느 하나를 사용하지 않았을 때 발병정도가 가장 높게 나타난다.

◇ 질소질의 시용량과 발병

무비구에 비하여 유안시용구의 발병은 약간 많아지나 5~25kg의 범위에서는 큰 차이가 없다. 그러나 발병률을 피해정도 별로 보면 유안의 시용량이 많을수록 피해가 심하므로 기비로 질소비료를 많이 주면 피해가 심하여진다.

◇ 벼 흑조위축병의 생태와 방제대책 ◇

표 7. 질소질 비료의 시용량에 따른 흑조위축병의 발병 (일본농사시험장)

시비량(kg)	발 병 주 수			발 병 피 해	
	소	중	심	주율(%)	지 수
0	12	0	0	24	7.2
5	16	1	2	38	14.7
10	9	4	3	32	16.3
15	10	5	2	34	16.3
20	9	4	4	34	18.2
25	5	5	6	32	20.9
30	10	3	8	42	25.0

표 8. 재배형에 따른 흑조위축병의 발병 (일본농사시험장)

재 배 형	발 병 주 수			발병주율 (%)	피해지수
	소	중	심		
조 식 재 배	13	12	6	31	17.4
보 통 재 배	2	4	2	8	1.0

표 9. 재식본수에 따른 흑조위축병의 발병 (일본농사시험장)

재식본수	조사주수	발 병 주 수			발병주율 (%)	피해지수
		소	중	심		
3 분 식	100	18	14	12	44	25.9
	100	13	12	6	31	17.4
1 분 식	96	10	12	20	46	31.0
	100	2	6	48	56	50.1

〈재배형과 발병〉

일반품종(농림 29호)을 공시하여 조식재배와 보통재배를 하여 수확전에 발병된 경향을 보면 보통재배에

비하여 조식재배의 발병정도가 현저하게 높다. 조식재배는 재배시기가 빨라 벼가 일찍 자라므로 제 2회 성충이 일찍부터 많이 비래하기 때문에 보통재배에 비하여 발생이 많은 것으로 생각된다. (표 8)

<재식밀도 및 본수와 발병>

과종량을 다르게 하여 적과하였을 때 과종량을 적게 한 것은 발병율이 높은 편이며 보통재배에서도 표준재배보다 밀식한 포장에서 발병이 약간 높은 경향이였다. 또한 1주 이상본수를 달리하였을 때도 역시 약간의 차이가 있다. 즉 1주 1본식과 3본식을 비교하여 보면 주당 1본식인 것이 피해가 많은 편이다.

<품종 저항성>

현재까지 재배된 과거의 품종이나 현재 장려, 준장려 품종은 아직 저항성 품종이 없다.

<발병율은 거의 100%>

농립1호와 같은 1~2품종은 비교적 강한 품종으로 보고 있으나 발병율이 낮은 것이 아니며 발병율은 100%이나 이병주가 위축 고사하는 일이 없고 다른 품종에 비하여 생육이 좋고 수량을 어느정도 올릴 수 있다.

매개충을 대상으로 방제해야

주곡의 자급을 위하여 증산을 하

여야 하며 이를 뒷받침하기 위하여 농토의 고도활용, 다수확의 재배법 병충해로 인한 감수를 막기 위한 방제법의 확립이 급선무라 하겠다. 식물병해 방제 대책에는 여러가지 방법이 있으며 이를 정리하여 보면 경종적인 방법과 약제방제로 분리할 수 있다. 경종적인 방제라 하면 저항성 품종재배 질소비료과용 억제 및 균형시비, 재배시기의 조절에 의한 피해를 회피하는 것등을 들수 있다. 방제는 직접 바이러스를 대상으로 하기보다는 매개충을 대상으로 하여 간접적으로 바이러스를 방제하는 것이다. 본병의 방제는 어느 한 가지 방제보다는 두 방법을 종합하여 방제에 임해야 된다고 생각된다 흑조위축병의 대발생은 애멸구의 발생시기와 발생양, 매개충의 보독충을, 기주인 벼 자체의 요인, 즉 품종과 시비량, 재배방법등이 요인으로 해서 매우 복잡하여 방제를 위하여 위의 요인 한두가지 대책으로서 충분한 효과를 기대할 수 없으며 종합 방제 체제가 효과적이라 생각된다.

<경종적인 대책>

1) 맥류밭 근처에 묘판 설치를 금한다

맥류는 중간기주로서 경난전염을 하지 않는 흑조위축병의 전염원으로 중요하며 매개충의 중요한 월동처

◇ 벼 흑조위축병의 생태와 방제대책 ◇

입으로 부근에 묘판설치를 금한다.

2) 논에 독새풀등 기주인 잡초를 제거한다.

독새풀 역시 맥류와 같이 1차전염원이 됨으로 제거하여야 한다.

3) 질소비료의 과용을 피한다.

질소비료의 과용은 흑조위축병 발병을 조장함으로 질소비료는 과용하지 말 것이며 균형시비를 하여 건묘육성을 해야 한다.

4) 묘판은 집단설치하여 관리를 철저히 한다.

묘판을 분산설치하면 동시에 방제가 어렵기 때문에 매개충이 무방제묘판으로 이동하여 방제가 어려우므로 집단설치를 하여야 한다.

5) 동일 지역에서 모심기는 짧은 시일 내에 일제히 실시한다.

좁은 면적에 집중적으로 피해를 받게 되면 손실이 크게되므로 넓은 면적으로 분산되면 주내 보상관계로 인하여 피해는 거의 없게 된다.

6) 상습발생지 일대에는 맥류 및 옥수수 재배를 금하여야 한다.

상습발생지의 맥류재배는 1차전염원의 확대를 돕는 결과가 된다. 그리고 옥수수는 2차 전염원임으로 재

배를 금하여야 한다.

7) 포장에서 이병주를 제거한다.

흑조위축병은 이병주가 흡독원으로서 2차 전염원으로 중요 역할을 함으로 제거하여야 한다.

<약제방제>

1) 중간기주 포장의 약제방제

중간기주인 맥류에 흑조위축병의 방제를 위하여 약제방제를 한다. 이는 맥류보다는 벼의 증산을 위함이다. 그러나 맥류밭에 약제 살포를 하지 않는 습관이 있으므로 어려운 일이나 발생상습지에서는 살포하여야 한다. 맥류밭에 사용할 약제는 침투성 살충제인 입제를 처리하는 것이 좋고 처리시기는 4월 중순경에 처리하는 것이 좋다.

2) 묘판방제

맥전에서 서식하고 있던 매개충이 묘판 말기에 이동하므로 살충제를 묘판 말기에 살포하여야 한다.

3) 본답방제

본답초기에는 침투성 살충제인 입제를써레질할때에 뿌려서 토중처리하는 것이 방제효과가 크며 7월 중순경에 살충제를 살포하는 것이 효과적이다.