

벼 흰빛잎마름병에 대한 수도 품종의 저항성에 관한 연구

박 창 석 · 조 용 섭

서울대학교 농과대학

Studies on the Nature of Resistance of Rice Plant to Bacterial Leaf Blight Caused by *Xanthomonas oryzae* (Uyeda et. Ishiyama) Dowson.

Chang Seuk Park · Yong Sup Cho

College of Agriculture, Seoul Nat. Univ.

Abstract

The study has been carried to investigate the nature of resistance in rice varieties against bacterial leaf blight caused by *Xanthomonas oryzae* (Uyeda et. Ishiyama) Dowson. In this study, differences on several morphological, histological, and bacterial growth in rice leaf extract from different varieties were examined. Shirogane and Norin 6 as resistant varieties, Paldal as moderately resistant, and Jinheung, Kimmaze and Suwon 213 as susceptible varieties were used throughout the experiment.

1. Susceptible varieties Jinheung, Kimmaze have more hydathodes in flag leaf than resistant varieties but there were no difference between resistant varieties and moderately resistant varieties.
2. Average length of xylem vessel elements were 50μ longer in leaf veins of susceptible varieties Jinheung, Kimmaze and Suwon 213 than those of resistant varieties, but there were no difference among Paldal, Norin 6 and Shirogane.
3. Kimmaze and Suwon 213 have larger diameter of xylem vessel elements than those of other varieties examined. However, it did not differ significantly between resistant varieties and susceptible varieties statistically.
4. Jinheung and Kimmaze have more secondary xylem vessels in root of 6-7th leaf stage than those of Shirogane and Norin 6. Suwon 213, however, showed least number of secondary xylem vessels exceptionally.
5. Leaf extract from resistant variety Shirogane, suppressed bacterial growth significantly when compared with those from other varieties.
6. Bacterial growth in autoclaved leaf extract from resistant varieties and susceptible varieties did not show any noticeable difference. In general, fresh extract maintained more bacteria than in autoclaved extract after 48 hours of incubation period.

1. 서 론

지금까지 흰빛잎마름병에 대한 벼품종의 저항성에

관해서는 많은 연구가 진행되어 왔지만 벼품종이 갖고 있는 저항성본질이나 저항성 기작에 관한 연구는 별로 없었고 저항성 품종의 육성이나 저항성 검정에 관한 연구가 대부분이었다.

흰빛잎마름병에 대한 저항성은 여러가지 각도로 설명되고 있는데 桐生⁵⁾은 잎의 길이가 짧고 폭이 좁은 품종은 잎이 길고 폭이 넓은 품종에 비하여 저항성을 나타낸다고 하였으며 감수성품종은 저항성 품종에 비하여 더 많은 잎을 갖고 있다고 하였고 水上⁶⁾은 엽신에 분포되어 있는 배수선의 수가 감수성품종이 훨씬 많았다고 하였고 저항성품종과 중간저항성품종 간에는 별로 차이가 없다고 하였다. 그러나 흰빛잎마름병은 일종의 도관병임에도 불구하고 실제로 문제가 되는 도관의 형태적인면과 저항성을 연결지은 연구는 아직 없었다. 다만 뿌리의 형태와 병원균의 생애에 관한 연구⁷⁾와 엽초와 각 잎의 도관의 연결구조에 관한 연구가 있을 뿐이다¹²⁾. 한편 水上⁸⁾은 11~13 염기에 이르는 벼잎에서 즙액을 채취하여 세균을 배양한 결과 감수성인 품종에서 얻은 즙액에서 훨씬 더 많은 세균이 증식하였다고 보고했으며 이러한 결과는 엽분석 결과 나타난 7개의 아미노산의 함량차에 기인한다고 하였다. Watanabe¹⁵⁾ 등은 *X. oryzae*의 생장에 Cystine 이나 cysteine 같은 유황을 함유하는 아미노산이 필수적인 영양물질이라고 하였고 稻體內에 이러한 아미노산의 量的인 차이에 의하여 저항성을 설명하고자 하였다. 또 IRRI 연구진들은 위에 말한 아미노산 이외에도 glutamic acid 나 aspartic acid 을 추가했으며 稻體內의 환원당 / 전질소 비율이 저항성품종에서는 낮는데 반하여 감수성품종은 높았다고 하였다⁴⁾. 또한 植原¹⁶⁾은 병원균과 기주의 상호작용에 의하여 생겨나는 phytoalexin 을 갖고 저항성을 설명하였다.

그밖에도 흰빛잎마름병에 대한 저항성에 관해서는 여러가지 연구가 진행되어 왔지만 확실한 저항성기작이 무엇이며 그요인이 어떠한 것인가에 대해서는 앞으로 더 많은 연구가 행해져야 할 것이다. 본실험에서는 이러한 연구의 일편으로 병원균의 침입부위로 가장 중요한 배수선 및 뿌리의 도관의 형태적인 차이를 비교함으로써 이병의罹病정도와 저항성과의 관계를 알아 보려고 하였으며 일단 기주체내로 침입한 세균의 증식과 도관의 형태를 관찰하여 세균의 증식을 막는 기계적인 구조를 규명하려 하였다. 한편 출수기 이후의 지엽과 차엽에서 채취한 즙액에서 세균을 배양하여 稻細胞內에 抗細菌물질의 존재여부와 즙액에서의 세균증식 정도를 알아보려고 하였으며 이러한 요소들이 저항성과 어떠한 관련을 갖는가를 규명하고자 하였다.

2. 실험재료 및 방법

본 실험에서 사용한 공시품종은 최근 3~4년 간에 걸쳐 농촌진흥청의 실험을 통하여 흰빛잎마름병에 대하

여 저항성 정도가 밝혀진 품종을 사용하였다. 저항성 품종으로는 시로가네와 농립 6호를 사용하였고 중간저항성 품종으로는 팔달을 사용했으며 진흥과 김마제를 감수성 품종으로 하였고 이병성 품종으로 알려지고 있으나 아직까지 확실히 판명되지 않은 수원 213호를 공시품종으로 사용하였다.

배수조직의 관찰은 야외포장에서 출수기 이후에 지엽을 30株에서 각각 한장씩 따내어 배수선의 배열 및 품종간의 數를 비교하였다. 엽맥의 도관의 구조를 조사하기 위하여 지엽의 선단부로부터 1/3 되는 곳을 잘라내고 그 부위에 주맥을 제외한 나머지 엽맥을 5mm 정도로 잘라서 고정액에 넣어 시료로 사용했다.

뿌리조직의 조사는 본엽이 6~7 장된 유식물의 뿌리를 상하지 않게 뽑아내어 第三節根을 근단에서 3cm 되는 부위를 5mm 씩 잘라서 시료로 사용하였다. 조직절편의 제작은 F.A.A.에 고정한 시료를 N-Butyl Alcohol로 탈수했고 Paraffin에 매장하여 10 μ 씩 잘라서 Fast green-Safranin에 이중염색 하였다. 한편 식물의 즙액에서 세균의 증식정도를 실험하기 위하여 온실에서 재배한 건전한 식물의 지엽과 차엽을 각 품종당 10g(15~20)씩 채취하여 시료로 사용하였다. 채취한 잎은 증유수로 씻어낸 다음 유발에 10ml의 증유수를 넣고 충분히 마쇄시켰다. 마쇄된 조직은 다시 5ml의 증유수를 가하고 Buchner funnel에 여과지를 깔고 진공 pump로 뽑아 내어 녹색의 즙액을 얻었다. 이즙액을 3000 rpm 정도로 10분간 원심분리한 다음 상층액을 Seitz 세균여과기에 통과 시켜서 무균상태의 즙액을 얻었다. 이즙액을 살균한 Vial에 5ml씩 넣은 후 반은 autoclave에서 121°C에 10分間 열처리를 하였고 나머지는 4°C 냉장고에 정지하였다. 열처리 즙액과 신선한 즙액에 공히 10⁶ cell/ml의 세균을 0.1cc씩 접종하고 28°C에서 48시간 배양하여 plate count 법으로 세균수를 헤었다.

3. 실험결과

排水線(hydathod)의 配列 및 數

배수선은 잎표면의 가장자리에 분포되어 있는 길이 3—7mm 정도의 가는 백색선으로 육안으로도 쉽게 관찰할 수 있었다(Fig. 1). 배수선은 주로 葉緣部에 위치하고 있으나 때로는 中肋 근체에 있는 것도 있다. 또한 잎의 선단부로부터 10cm 정도까지 이르는 部位에 집중적으로 배열 되어있으며 잎하반부에는 드물게 분포되어 있다. 이러한 분포는 잎의 길이가 긴 진흥이나 김마제에서 더욱 현저하게 나타났는데 진흥의 경우는 배수선의 90% 이상이 잎의 상반부에 분포되어 있었다.

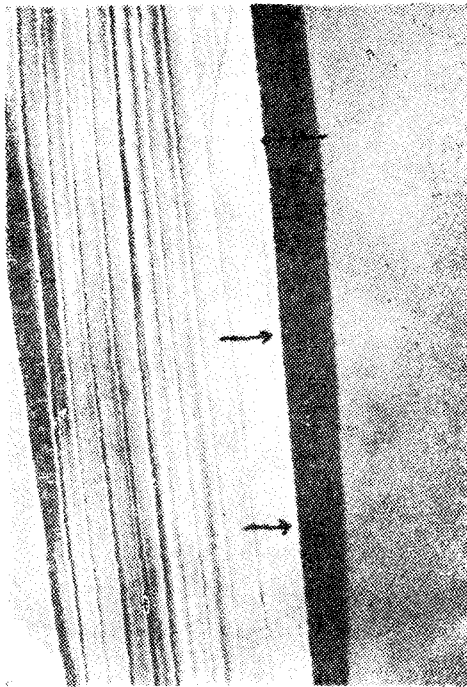


Fig. 1. Rice leaf showing hydathods arrangement (arrows) on the margin of 60 day-old plant.

잎의 폭이 좁은 시로가네나 농림 6 호는 넓은 잎을 갖 인 팔달 진홍 김마재 보다 더 많았으며 또한 상위엽 일수록 배수선이 많았으며 지엽과 차엽은 서로 비슷하였다. 출수이후의 지엽에 있어서 품종간의 배수선의 수적 차이를 비교해 본 결과 Table 1 과 같은 결과를 얻었다.

Table 1. Number of hydathods on flag leaf of six rice varieties

Variety	Number of hydathods*		Duncan's new MRT**
	Range	Average	
Jinheung	23-32	27.1	A
Kimmaze	22-32	27.2	A
Paldal	18-28	21.9	B
Suwon 213	16-26	20.8	B
Shirogane	12-26	20.3	B
Norin	12-26	20.3	B

* Number of hydathods based on the observation of two leaves in each of 30 plants.

** Multiple range test at 1% level. Varieties in same category did not differ significantly.

Table 1 에 의하면 배수선이 가장 많은 진홍은 22-32 개인 반면에 제일 적은 농림 6 호는 최저 12 개이고 많

은 것이라도 26 개에 불과하였다. 감수성 품종인 진홍과 김마재는 다른 4 품종 보다 평균 6 개 이상이 더 많았고 중간 저항성을 보인 팔달은 저항성인 농림 6 호나 시로가네보다 많았으나 이들 간에는 통계학적으로 유의차가 없었다. 수원 213 호는 감수성 품종임에도 16~26 개로 저항성 품종들과 비슷하였다. 이는 수원 213 호가 다른 품종들에 비하여 훨씬 길이가 짧았다는데 기인한 것 같았다.

導管節의 길이 및 직경

성숙한 수도의 염색을 중단하여 보면 도관을 구성하고 있는 도관절의 마디마다 뚜렷한 격막이 남아있다. (Fig. 2). 이러한 도관절의 길이는 동일 식물체내에서는

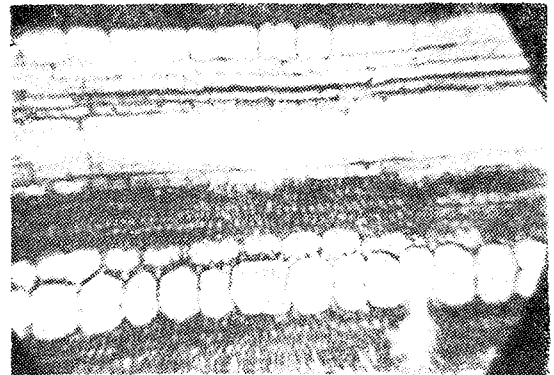


Fig. 2. Longitudinal section of 60 day-old rice plant leaf showing the length of vessel elements

별로 차이가 없었으나 같은 품종이라도 개체에 따라 많은 차이를 보였다. 지엽에 있어서 도관절의 길이를 측정 한 결과는 Table 2 와 같다.

Table 2. Range and average length of xylem vessel elements in flag leaves of rice varieties when sections were made at portion of one third from top.

Variety	Length(μ) of vessel elements*		Duncan's new MRT**
	Range	Average	
Jinheung	321.3-57.8	386.3	A
Suwon 213	318.6-481.9	38.8	A
Kimmaze	260.1-497.8	365.1	A
Norin 6	262.8-390.1	317.9	B
Shirogane	192.2-359.5	297.5	B

* Range and average length of vessel elements based on the observation of four vessel elements in each of 30 plants.

** Multiple range test at 1% level. Varieties in same category did not differ significantly statistically.

Table 2에서 보는 바와 같이 감수성 품종인 진흥, 김마제, 수원 213 호 등은 저항성인 농림 6 호나 시로가네에 비하여 평균 50 μ 이상 도관절의 길이가 길었다.

도관절의 길이와 함께 염색을 횡단하여 도관의 직경을 측정하였다. 도관의 직경은 31.5 μ ~48.5 μ 의 범위에 있었으며 비교적 좁은 변이를 나타내었다. 품종간의 도관의 직경을 비교한 결과 김마제와 수원 213 호가 약간 긴 경향이 있었으나 품종간에 통계학적인 유의차가 없었다.

뿌리의 후생도관

벼 뿌리의 도관은 동일 식물체내에서도 뿌리의 령기에 따라 달랐으며 같은 뿌리라도 부위에 따라 달랐다. 본엽이 6~7 엽된 유식물의 뿌리를 종단하여 보면 Su 이하의 가느다란 초생도관이 3~12개가 있고 직경이 약 20 μ 정도 되는 후생도관이 1~5개가 있었다. 이러한 후생도관은 동일품종이라도 그 수가 같지 않았으며 품종에 따라서 일정한 변이폭을 가지고 있었다(Table 3).

Table 3. Number of secondary xylem vessel elements in root of 40 days old rice plants when sections were made at portion of 3cm from the root tip.

Variety	Number of vessel elements					Average
	I	II	III	IV	V	
Jinheung			2	26	16	4.4
Kimmaze			6	18	16	4.3
Shirogane		2	26	12		3.5
Norin 6		5	22	13		3.3
Suwon 213	8	14	16	2		2.4

Table 3에 나타난 결과를 보면 감수성 품종인 진흥과 김마제는 후생도관이 4개와 5개인 것이 대부분으로서 평균 4.4 개인데 반해서 저항성인 농림 6 호와 시로가네는 평균 3.4 개의 도관을 가지고 있었다. 다만 수원 213 호 만은 예외적으로 평균 2.4 개로서 이들보

다 현저하게 적은 도관수를 나타내었다.

성엽의 즙액에서의 세균증식

출수기 이후의 지엽과 차엽에서 얻은 즙액을 열처리한 것과 신선한 즙액에 각각 세균을 배양하여 수를 비교해본 결과 Table 4와 같은 결과를 얻었다.

Table 4. Bacterial growth in fresh and autoclaved leaf extract from several rice varieties, after 48 hours incubation period at 28°C when about 10,000 bacteria were inoculated.

Variety	Fresh extract				Autoclaved extract			
	I	II	III	Average	I	II	III	Average
Jinheung	375*	341	403	373	189	162	173	174
Kimmaze	408	423	392	407	178	182	195	185
Suwon 213	344	368	372	361	125	120	187	164
Shirogane	184	165	148	166	168	192	183	181
Control(NB)	613	549	591	584	489	513	528	501

* Figures represent bacterial number($\times 10,000$) in 10ml leaf extract.

Table 4에서 볼 수 있는 바와 같이 열 처리 하지 않은 즙액에서는 저항성 품종인 시로가네가 다른 품종들에 비하여 현저하게 세균증식이 억제 된 것을 알 수 있었다. 나머지 품종들 간에는 서로 비슷한 세균수를 보였는데 전체적으로 보아 대조구인 肉汁배양기에서 보다 훨씬 세균증식이 적었다. 한편 열처리한 즙액에서는 5개의 품종들이 모두 비슷한 증식을 보였는데 저항성인 시로가네의 즙액에서도 다른 품종들과 별로 차이

가 없었다. 전체적으로 볼 때 열처리한 즙액에서는 신선한 즙액에서 보다 현저하게 세균수가 적었다.

4. 고 찰

벼 흰빛잎마름 병균은 傷口나 기공을 통하여서도 침입하지만 주로 수공을 통하여 침입한다. 벼가 상처를 받는 것은 품종 자체가 가지는 특성보다는 外的인 요

인에 의한 것이고 기공감염은 주로 幼植物에 해당되며 부분적으로 감염 되는 것이다. 이에 비하여 水孔은 그 직경이 기공의 약 2 배가 되는 40~50 μ 이며⁷⁾ 모두 엽 표면에 있고 다른 잎과 접촉이 많은 葉緣部와 葉先端部에 주로 분포되어 있다. 더구나 이병식물에서 증식한 세균이 수공을 통하여 분비되므로 수공은 이병의 전파와 감염에 있어서 가장 중요한 部位라고 하겠다. 이러한 수공들은 배수선에 집중적으로 모여 있으므로 병반은 배수선 주위에서부터 나타난다.^{7,8,11,12)} 본실험을 통하여 얻어진 결과에 의하면 감수성 품종인 진흥과 김마제는 저항성 품종에 비하여 월등히 많은 배수선을 가졌고 저항성 품종과 중간 저항성 품종간에는 차이가 없었다. 이러한 결과는 水上⁸⁾가 실험한 것과 일치하였다. 다만 예외적으로 수원 213 호는 저항성 품종과 數가 비슷하였으나 수원 213 호는 다른 품종에 비하여 잎의 길이가 1/2 정도 밖에 되지 않았으므로 단위면적당 배수선의 수는 오히려 많은 것이었다. 한편 관개수중이나 토양중에 있는 세균은 엽초기부나 뿌리를 통하여 기주체로 침입하게 되는데 특히 이양기에 생긴 뿌리의 상처를 통하여 쉽게 병균이 침입한다. 水上⁸⁾의 실험결과에 의하면 버뿌리에서 분비되는 물질에 의하여 월동한 병원균이 活力을 얻는다고 했으며 버뿌리 주위로 細菌이 집결되는 현상을 보고하였다. 그러므로 토양이나 관개수중의 병균은 뿌리의 상처만 있으면 언제고 침입한다. 아직까지 버뿌리의 도관구조와 흰빛잎마름병의 감염과를 관련지은 연구는 없었다. 본실험의 결과에 의하면 감수성 품종은 저항성 품종에 비하여 후생도관수가 훨씬 많았다. 후생도관이 많을 경우 세균이 침입할 기회가 많으며 한번에 많은 세균이 기주체로 들어가게 되므로 이병의 감염과 밀접한 관계를 갖는다 하겠다.

흰빛잎마름병은 일종의 도관병이기 때문에 도관의 구조적인 특성은 병에 대해 저항성을 나타내는 요인이 될 수 있다. 도관은 여러개의 세포들이 연결되어 도관 세포의 상하 격막이 소실되어 한개의 긴 관을 이룬 것인데 비의 엽맥의 도관은 이러한 격막이 뚜렷이 남아 있었다(Fig. 2). 병균이 기주체로 침입하면 표피조직의 유조직세포에서 증식하고 통도관을 통하여 도관으로 이동한다¹²⁾. 일단 도관으로 침투한 세균은 도관을 따라 上下로 이동하고 여기서 증식하여 나중에는 도관을 완전히 채운다. 이때에 도관질의 격막은 세균의 증식과 이동을 막는 기계적인 장애물이라 하겠다. 본실험에서 얻어진 결과에 의하면 감수성 품종의 도관질의 길이는 저항성 품종에 비하여 평균 50 μ 이상 길었다. 즉 저항성 품종에서는 도관질의 길이가 짧으므로 격막이 많다.

따라서 병균의 증식과 이동이 저해를 받게 된다.

저항성인 식물체에는 세포내에 병원균의 생육을 억제하는 물질이 있다는 것은 많이 알려진 사실이지만^{1,2,18)} 稻體內的 함유물이 흰빛잎마름병균에 어떤 영향을 주는가에 대해서는 아직 보고된 바 없다. 다만植原¹⁰⁾이 기주와 병균의 相互作用에 의하여 생성된 phytoalexin 이 세균의 증식을 억제한다는 보고가 있을 뿐이다. 또한 稻體內的 영양물질의 종류와 양에 따라 세균의 증식정도가 달라지는데 흰빛잎마름병균의 증식에는 cysteine 또는 cystine 같은 유황 함유 아미노산이 필수적으로 요구되고 aspartic acid, glutamic acid 등 7개 아미노산이 요구된다고 하였다^{4,15)}. 본실험에서는 이러한 영양물질의 분석이나 항세균물질이 어떠한 것인가에 대해서는 규명하지 않고 다만 식물의 즙액에서 세균의 증식 정도만을 실험하였다. 신선한 즙액에서의 세균의 증식정도를 보면 저항성 품종인 “시로가네”의 즙액에서는 다른 품종들에 비하여 현저하게 세균증식이 억제되었다. 이는 저항성 품종의 즙액 속에는 세균의 생육을 억제할 수 있는 항세균성 물질이 들어 있는 것으로 추측된다. 한편 열처리된 즙액에서는 모든 품종이 비슷한 증식정도를 보였고 신선한 즙액에서 보다 훨씬 세균수가 적었다. 이것은 열처리에 의하여 항세균성 물질이 파괴된 것으로 생각되며 세균이 이용할 수 있는 영양물질도 열에 의하여 파괴된 것으로 추측된다.

본실험에서 행한 식물즙액에 관한 실험은 예비적인 것으로 앞으로 많은 연구가 더 진행되어야 하겠다. 구체적으로 항세균성 물질을 규명해내고 량적인 것도 규명하여 저항성과 직접 연관 지을 수 있는 연구가 행해져야 할 것이다.

본 실험에서 얻어진 결과들을 종합하여 보면 흰빛잎마름병에 대한 버품종의 저항성은 어떤 특정한 한개의 요인에 의하여 지배되는 것이 아니고 여러가지 요인이 복합적으로 작용하여 비로소 저항성을 나타내는 것이라고 볼 수 있겠다. 지금까지 육성된 저항성 품종들도 환경조건이나 재배방법, 전염원의 다과에 따라 크게 달라졌으며 균주에 따라서도 많은 차이를 보였다⁹⁾. 그러므로 한가지 요인에 의해서는 저항성이 發現될 수 없고 있다 하더라도 장기간 지속될 수 없다 하겠다.

5. 적 요

1. 지엽에 있어서 배수선의 數는 감수성인 품종이 저항성인 품종보다 평균 6 개 이상 많았으며 중간성과 저항성 품종간에는 차이가 없었다.
2. 엽맥의 도관질의 길이는 감수성인 진흥, 김마제 수원 213 호 등이 저항성 품종보다 길었으며 발달 시로

가네 농밀 6 호 등은 차이가 없었다.

3. 도관의 직경은 김마제와 수원 213 호가 다른 4 품종에 비하여 길었으나 저항성품종과 감수성 품종간에는 유의차가 없었다.

4. 6~7 엽기에 이른 뿌리의 후생도관은 진흥 김마제가 시로가에, 농밀 6 호 보다 훨씬 많았으나 수원 213 호는 예외적으로 후생도관수가 가장 적었다.

5. 저항성인 시로가에의 즙액에서는 감수성품종에 비하여 세균의 증식이 현저하게 억제 되었고 다른 품종들 간에는 차이가 없었다.

6. 열처리된 즙액에서는 저항성 품종이나 감수성품종에 관계없이 세균증식이 비슷하였고 전체적으로 신선한 즙액에서 보다 세균수가 훨씬 적었다.

6. 참 고 문 헌

1. Dadd, A.M. 1961. A note on the presence of antibacterial substance in tobacco plants. J. appl. Bocteriology. 24 : 57~59
2. Hilderbrand, D.C., M.N. Schroth. 1964. Arbutin-hydroquinone complex in pear as resistant factor in fire blight. phytopathol. 54 : 640~645
3. 井上義孝, 後藤和夫, 大畑貫一. 1957. 稻白葉枯病の越冬並に傳染經路に就て. 東海近畿研報 栽培部 4 : 78~82
4. International Rice Reserch Insititute Annual Report. Plant pathlogy Part. 1965. 107~124 P.
5. 桐生知次郎, 水田準人. 1955. 稻品種の性狀と白葉枯病抵抗性と關係について. 九州農業研究 15 : 54~56
6. 李庚徽, 崔庸哲. 1969. 수도백엽고병에 대한 저항성검정. 농진청식환 시험연구보고서 67~84
7. 水上武幸. 1956. 稻白葉枯病に關する研究 稻葉における病原菌の侵入並に増殖部位について. 佐賀大學農學彙報 4 : 169~175
8. ————. 1961. 稻白葉枯病に關する生態學的研究 佐賀大學農學彙報 13 : 1~85
9. Mizukami, T., S. Wakimoto; 1969 Epidemiology and control of bacterial leaf blight of rice Ann. Rev. Phytopathol. 7 : 51~72
10. Nelson, P.E., R.S. Dickey. 1970. Histopathology of plant infected with vascular bacterial pathogens. Ann. Rev. Phytopathol. 8 : 258~280
11. 田部井英夫, 向秀夫. 1960. 稻白葉枯病菌の寄主侵入經路と稻葉排水組織の構造に關する組織學的觀察. 農技研報告 11 : 37~43
12. ————. 1968. イネ白葉枯病の感染と増殖. 植物防疫 22 : 9~11
13. 田上義也, 水上武幸. 1962. 稻白葉枯病に關する綜説. 病蟲害豫察特別報告 10 : 1~110
14. ————. 1965. イネ白葉枯病の發生生態. 日本植物病理學會報 31 : 145~151
15. Watanabe, T., Y. Sekizawa. 1964. Biochemical studies of the host-parasite relationship between *Xanthomonas oryzae*. and rice plant (I) Ann. phytopathol. Soc. Japan 30 : 1~7
16. 植原一雄. 1960. 水稻とイネ白葉枯病菌との相互反應によって生成される phytoalexin について. 日植病報 25 : 149~155
17. 吉村彰治. 1963. 稻白葉枯病の發生生態と診斷學的的研究. 北陸農試研報 5 : 27~82
18. Zaumeyer, W.J. 1932. Comparative pathological histology of three bacterial disease of bean. J. Agr. Res. 44 : 605~632.