

## 벼 깨씨무늬병 발생의 환경요인 분석

원종건<sup>†</sup> · 서영진 · 최장수 · 김승한 · 김종수 · 윤재탁

경북농업기술원

### Environmental Factor Analysis of *Helminthosporium*-Leaf-Spot-Disease Occurrence in Rice

Jong Gun Won<sup>†</sup>, Young Jin Seo, Jang Soo Choi, Seung Han Kim, Jong Soo Kim, and Jae Tak Yoon

Gyeongbuk Agricultural Technology Administration, Taegu 702-302, Korea

**ABSTRACT** In the late growth stage of rice plant, the growth declines even though they grow well in early growth stage. This phenomenon is called autumn declining and it often accompanies the infection of *Helminthosporium* leaf spot disease. This study was carried out to identify the related environmental factors and to establish the integrated control system of *Helminthosporium* Leaf Spot Disease in rice. The total area of infected paddy field by *Helminthosporium* leaf spot was 470 ha in 2000 and 1,004 ha in 2001, which occupied about 1% of the total paddy area in Gyeongbuk province, Korea. The ill-drained sandy paddy occupied 50% of the total area of infected paddy fields and followed by sandy paddy (28%). Comparing the content of soil elements between infected and normal paddy, it was clarified that the organic matter content of normal was higher than that of infected paddy and the contents of inorganic elements such as Mn, Fe, Zn and available SiO<sub>2</sub> were also higher in normal paddy. The results of comparing the inorganic elements between infected and normal rice plants also showed the same results. The contents of inorganic elements such as MgO, SiO<sub>2</sub>, Fe, Mn were higher in normal rice plants. Especially highly significant difference of SiO<sub>2</sub> content on both soil and rice plants was noticeable.

**Keywords** : *Helminthosporium* leaf spot disease, environmental factor, rice

벼 깨씨무늬병(*Helminthosporium* leaf spot disease) 추락담, 환원이 심한 이탄토양 등에서 주로 발생하며 벼 뿌리가

흑색으로 변하고 줄기, 잎 등에 병반이 증가하여 쌀의 수량이 감소하고 미질 악화를 초래하며 지력저하의 지표로 알려져 있다(Jo *et al.*, 1965; Huh and Ryu, 1965; Park, 1967). 특히 일본에서는 1940년대 이후 논토양의 비옥도 저하로 인한 깨씨무늬병 발생의 급증으로 쌀 생산량 감소에 따른 식량부족을 초래하였고, 1943년 인도에서 발생한 Bengal famine의 원인이 되기도 하였다(Dasgupta, 1984). 벼 깨씨무늬병은 주로 생육초기에는 정상적으로 생육하나 후기에 깨씨무늬병의 감염에 따른 생육 저하와 줄기 및 이삭의 변색, 하엽의 위조 등을 나타내어 수량과 품질 저하를 초래하는 “생리장애(Physiological disorder) 또는 생리병(Physiological disease)”으로 정의하였다(Baba and Harada, 1951). Arashi (1948a, b)는 깨씨무늬병 발생조건을 3가지로 분류하였으며 첫 번째는 생육초기에 질소흡수 및 생육이 왕성하고, 후기에 생육이 급격히 저하하는 경우, 두 번째 여름에 생육이 저하되는 경우, 세 번째 등숙기에 생육이 저하하는 경우로 구분한 바가 있다.

1980년대 경북지역에서 80,681점의 논토양을 분석한 결과 생산성이 낮고, 토양조건이 불량한 사질담, 미숙담, 습담 등의 비율이 전체 논토양 중 68%에 해당하였고, 심경, 객토, 배수개선 및 규산시용 등 토양개량 대책을 마련하여 1990년대 말까지 깨씨무늬병의 발생이 없었으나, 1990년대 후반부터는 벼의 도복방지 및 고품질 쌀 생산과 벼농사의 경쟁력 제고 차원의 생력화를 중시하게 되면서 실비를 생략하는 시비방법이 다시 도입되었고 일부 농가에서는 이러한 실비뿐만 아니라 수비까지도 생략하는 농가들이 많이 생기게 되었다. 특히, 논토양의 유일한 유기물원인 볏짚을 가축사료 또는 공업용으로 사용하기 위해 논에서 수확함으로써 볏짚 환원량이 감소함에 따라 논토양의 비옥도는 더욱 떨어

<sup>†</sup>Corresponding author: (Phone) +82-53-320-0271  
(E-mail) jgwon67@empal.com <Received July 13, 2005>

지게 되었다. 이러한 배경으로 인해 벼 깨씨무늬병이 발병되기 쉬운 환경이 조성됨으로써 1990년대 후반들어 격발하여 최근 안동, 예천, 상주, 봉화 등 경북 북부지역에서 2000년도 약 500 ha, 2001년에 약 1,000 ha정도 발생하여 벼의 수량감소와 품질저하를 초래하였다.

따라서 본 연구에서는 벼 깨씨무늬병 발병 원인을 구명하기 위하여 경북지역 상습발생지 토양을 대상으로 토양특성, 식물체의 양분함량 및 이병정도에 따른 벼 수량감소 정도를 조사하고 깨씨무늬병 발생에 영향을 주는 인자를 분석하였다.

**재료 및 방법**

**실태조사 및 시료채취**

벼 깨씨무늬병 발생실태는 경북지역 22개 시·군을 대상으로 하여 농촌진흥청 병해충조사요령에 따라 조사하였고, 토양 및 식물체 시료는 2000년도 28개 지점, 2001년 24개 지점에서 병반이 5%미만인 정상인 포장과 병반이 50%이상인 피해포장으로 구분하여 채취하였다. 피해포장의 토양 유형은 46개 지점을 대상으로 1:25,000 정밀토양도를 이용, 현장에서 실측하여 구분하였으며 기상자료는 경북지역 농업기술센터에 설치된 기상관측장치를 이용하여 지역별 기상자료를 수집하였다.

**식물체 및 토양 분석**

토양시료는 채취 후 음건하여 2 mm체를 통과시킨 것을 분석용 시료로 사용하였고, 식물체 시료는 수돗물로 세척하여 양금을 제거하고 증류수로 2회 세척한 후 열풍건조기에서 70°C로 건조하고, 건조된 시료를 Cyclone Mill로 분쇄하여 분석용 시료로 사용하였다. 토양분석은 농촌진흥청 토양 화학분석법에 따라 pH(1:5)는 초자전극법, 유기물은 Tyruin 법, 유효인산은 Lancast법으로 분석하였고, 유효규산은 1N-

sodium acetate buffer solution으로 추출한 여액을 비색법으로 정량하였으며, 0.1N HCl 가용성 철, 아연, 망간은 토양 10 g에 0.1N HCl 50 ml을 넣고 추출한 후 여액을 유도결합 플라즈마분석기(Optima 3200RL, Perkin-Elmer)를 이용하여 분석하였으며, 활성철 함량은 0.05M Na EDTA용액으로 추출한 후 비색법으로 정량하였고, 치환성 양이온 및 치환성 망간은 1N NH<sub>4</sub>OAc(pH 7.0)용액으로 추출 후 원자흡광 분석기(AAs 3300, Perkin-Elmer)로 분석하였다. 수용성 황 함량은 토양 5 g에 증류수 50 ml을 넣고 30분간 진탕후 여액을 Chemical suppressor(Alltec Eris 1000)가 장착된 이온 크로마토그래피(AS4A column, Dionex)를 이용하여 분석하였다.

식물체의 질소함량은 황산-살리실산 용액으로 분해한 후 켈달증류(kjeltec system, Foss Inc)하여 분석하였고 인산, 칼리, 석회, 고토함량은 시료 0.5 g에 HNO<sub>3</sub> 10 ml 넣고 Microwave digestion system(Mars 5, CEM)으로 분해 후 유도결합플라즈마분석기(ICP, Optima 3200RL, Perkin-Elmer)를 이용하여 분석하였으며 식물체의 규산은 시료 1 g을 ternary solution 30ml로 분해 후 분해액을 여과하고 남은 잔사의 무게를 측정하여 함량을 분석하였다.

**결과 및 고찰**

벼 깨씨무늬병 발생실태를 경북지역 22개 시군을 대상으로 하여 발생 토양의 논 토양 유형을 조사한 결과(Fig. 1), 신답, 함창, 예천통 등 사질 습답이 50%를 차지하였고 상주, 석천통, 월곡, 강서, 남계, 고천통 등 사질답이 약 28%, 신흥, 지산통 등 보통답이 13%정도, 행곡, 화동, 함평등 미숙답 계통의 토양이 약 9%정도로, 약 78%정도가 사질답 토양이었다.

품종별 발생면적은 그림 2의 결과와 같이 화영벼가 347 ha로 전체 발병 면적의 약 34%를 차지해 가장 많이 발병되

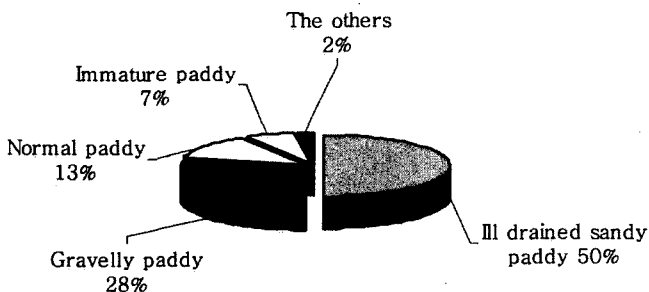


Fig. 1. Classification of paddy areas infected by *Helminthosporium* leaf spot in Gyeongbuk province, Korea.

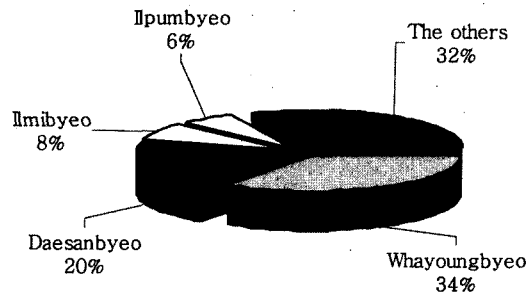


Fig. 2. Infected rate by *Helminthosporium* leaf spot disease among the cultivars.

었고 대산벼 197 ha로 20%, 일미벼 82 ha로 8%, 일품벼 59 ha 6% 등의 순으로 발병되었다. 가장 피해가 심한 품종은 화영벼, 대산벼였고 일미벼, 일품벼 등은 비교적 깨씨무늬병에 피해가 적은 편이었다. 화영벼, 대산벼, 일미벼, 일품벼 등은 지역 장려품종으로 경북지역에 많이 보급되어 재배면적이 넓기 때문에 감수성 품종인 화영벼, 대산벼의 피해면적이 넓게 분포되었던 것으로 사료되었으며 일미벼, 일품벼 등은 비교적 깨씨무늬병에 피해가 적은 품종일지라도 불량한 토양조건에서 재배관리가 적절히 이루어지지 않아 피해면적이 늘어났던 것으로 판단되었다.

기상조건이 깨씨무늬병 발생에 미치는 영향을 조사하기 위하여 경북지역 17개 시군의 일별 기상자료를 이용하여 깨씨무늬병 발생면적과의 상관관계를 분석한 결과 7, 8, 9월 기온과 깨씨무늬병 발생면적은 부의 상관관계를 나타내었고 9월중 최고기온과는 정의 상관관계를 나타내었으며, 강우량, 강우일수 및 습도와는 상관관계가 없었다(Table 1). 기상조건은 벼의 양분흡수에 영향을 주어 깨씨무늬병을 발생시키는 환경인자로서 기온이 30℃ 이상일 경우 가리, 규산의 양분흡수의 저해가 매우 크며, 암모니아태 질소, 망간 등의 흡수도 적게 되어 하위엽 위조, 깨씨무늬병반이 확산된다고 보고되었고, 고온에 의한 수온상승은 토양특성에 따라 뿌리썩음이 발생하고, 뿌리의 호기적 호흡 억제에 의한 양분흡수 저해를 유발하여 벼 생육을 억제, 깨씨무늬병의 감염 가능성을 증가시킨다고 하였다(Arashi, 1948a, b).

그러나 벼 깨씨무늬병은 기온이 낮을수록 발생이 많았으며 이러한 이유는 저온에 의한 양분흡수가 억제되었기 때문으로 추정되며, 벼의 생육, 수분 및 양분흡수는 17℃ 이하에서 크게 저하된다는 보고(Choi *et al.*, 1975; Kim *et al.*, 1985; Park *et al.*, 1973)로 미루어, 고온에 의한 벼 뿌리의 활력약화와 깨씨무늬병균이 기상조건에 따라 감염된 모주에서 확산 된다고 보다 지력이 저하된 토양 조건하에 저온에 의한 식물체의 양분흡수 장애로 깨씨무늬병 발병이 용이하게 되었기 때문으로 판단된다.

깨씨무늬병 상습 발생지의 토양 화학성을 분석한 결과는 표 2와 같으며 pH는 평균 5.66정도로 전국 논토양 평균치 5.7과 유사하였으나 유기물, 인산, 치환성 K, Ca, Mg함량은 전국 평균치에 비해 매우 낮은 경향이었으나, 유기물 함량을 제외하고는 정상포장과 발병포장간 유의성은 없었다. 또한 유효규산 함량은 52.0 mg/kg으로 전국 평균치 86 mg/kg에 비해 매우 낮은 편이었으며 아연함량도 전국평균 4.47 mg/kg에 비해 낮았다. 깨씨무늬병 발병포장과 정상포장 간 토양 중 유효규산, 철, 아연함량은 발병포장에서 정상적포장에 비해 유의적으로 성분함량이 낮았다.

깨씨무늬병은 추락답 토양에서 발생되는 생리장애로 벼 생육후기 양분의 결핍에 의해 발생되기 쉬운데(Park, 1967), Shioiri(1944a, b)는 일본 전역을 대상으로 추락답 토양을 조사한 결과, 주로 기온이 따뜻한 지역의 경우 화강암 유래 배수가 잘되는 사질토양에서 발생이 심하고, 기온이 차가운

**Table 1.** Correlation between *Helminthosporium* leaf spot disease and meteorological elements.

Seasons	Air temperature (°C)			Rain fall	Days of rain fall	Humidity
	Mean	Maximum	Minimum			
July	-0.666**	-0.623**	-0.664**	-0.296	0.149	-0.312
August	-0.646**	-0.611**	-0.526*	0.417	0.250	-0.215
September	-0.635**	0.571*	-0.504*	0.063	0.244	0.101

\*, \*\* significant at 5%, 1% level

**Table 2.** Comparison of the soil characteristics between normal paddy and *Helminthosporium* leaf spot disease infected paddy.

Division	pH (1:5)	OM (g/kg)	Av.P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (mg/kg)	Ex. Cation (cmol+/kg)			Av.SiO <sub>2</sub> (mg/kg)	Ac.Fe (mg/kg)	Ex.Mn (mg/kg)	Zn <sup>†</sup> (mg/kg)
				K	Ca	Mg				
Normal paddy	5.65	18.7	67	0.32	3.27	0.62	64.9	853	15.7	2.3
Infected paddy	5.66	15.5	61	0.13	2.55	0.48	52.0	471	5.3	2.0
t-value	-0.106	3.438**	0.736	1.071	1.756	1.418	2.287*	2.431*	0.188	2.584*

\*, \*\* significant at 5%, 1% level

Ac.Fe : Active iron, Ex.Mn : Exchangeable manganese

† : 0.1N HCl extractable Zinc

지역은 배수가 불량한 담토양에서 발생되는데, 토양중에 함유된 부식과 부식의 분해과정에서 생성되는 유기산에 의해 철, 망간 및 염기성 양분이 용탈됨에 따라 지력이 저하되고 따라서 토양중  $Fe^{++}$ 의 부족에 의한  $H_2S$ 의 발생에 용이하고,  $H_2S$  및 유기산 등에 의한 벼 뿌리의 부패로 깨씨무늬병이 발생된다고 보고하였다. 본 연구에서 조사지점의 유기물과 황산이온 함량이 비교적 적고, 현재 주로 사용되는 비료종류가 요소, 염화加里움을 고려할 때 부식의 분해에 의한 유기산 발생과 황산이온의 환원에 의한  $H_2S$ 의 발생 가능성은 매우 낮으며, 피해 포장의 치환성 양이온, 규산, 철, 망간 및 아연 등 양분함량이 적고, 조사지점의 약 78%가 양분의 유실이 심한 사질토양임을 고려할 때 양분결핍에 의한 발병 가능성이 높은 것으로 사료되었다.

식물체중의 양분함량을 분석한 결과 깨씨무늬병 피해 식물체에서 고토, 규산, 철 및 망간함량이 낮았다(Table 3). 박등(1974)은 깨씨무늬병에 감염된 벼의 규산, 고토, 망간의 함량이 정상인 벼에 비해 낮고, 칼슘, 철 함량은 높다고 보고하였으나, 본 연구에서는 질소, 인산, 칼리 및 석회 등은 큰 차이가 없었다. 논토양은 담수조건 하에 podzolization과정이 진행됨에 따라 점토입자에 결합된 free iron oxide, silicate 및 염기성이온이 용탈되고, 보다 안정한 2차 광물인 kaolin-clay로 바뀌게 되며, 이들은 비교적 양분의 보유력이 약한 편이므로 시용 양분의 유실이 심하며 양분 공급력 또한 약하게 된다. 그러므로 조사지점의 토양 화학성분 함량이 비교적 낮은 편이며 식물체의 양분함량 분석 결과로 미

루어 볼 때 식물체중 양분결핍, 특히 규산, 철, 망간의 부족에 의해 깨씨무늬병의 발병이 조장된 것으로 사료된다.

깨씨무늬병 피해 포장의 벼는 정상포장에 비해 간장, 수장이 짧고, 수수가 적으며 또한 등숙비율이 매우 낮았다. 이러한 결과는 피해포장의 양분함량이 적으므로 식물체내 양분 부족으로 인한 생육 불량, 깨씨무늬병의 발병에 의한 등숙 저하에 의한 것으로 판단되며 벼의 수량은 정상포장이 평균 514 kg/10a에 반해 피해포장은 평균 323 kg/10a로 약 37%의 수량 감소를 나타내었다(Table 4).

벼 깨씨무늬병 이병에 따른 쌀의 미질 변화를 표 5에서 보면, 벼 깨씨무늬병 발병에 따른 미질 특성은 피해가 심할수록 색미 및 심복백미의 증가로 완전미율이 11.5% 정도 더 떨어졌으며, 단백질 함량은 현저히 높아져 식미치는 피해가 높을수록 현저히 저하되었다.

위의 결과를 종합해보면 최근 경북지역의 깨씨무늬병 발생원인은 논토양의 지력저하로, 주로 사질담 토양에서 양분의 용탈등에 의해 규산, 철 및 치환성 염기성 양분이 부족함에 따라 식물체중 양분결핍에 의한 것이 주요 원인인 것으로 생각되며, 저온에 의한 벼 뿌리의 양분 및 수분 흡수장애에 따른 식물체중 양분함량이 부족하게 되어 깨씨무늬병의 발생이 용이하게 되었고, 9월경 등숙기 고온조건하에서 수온상승에 의한 근부 발생, 뿌리의 산소 호흡 억제, 및 양분 흡수 저해로 인한 깨씨무늬병의 감염 가능성이 증가되며 벼 품종간 차이에 따라서도 깨씨무늬병에 대한 감수성 차이가 달라지는 것으로 사료된다.

**Table 3.** Comparison of the nutrient contents between normal and *Helminthosporium* leaf spot disease infected rice plant (n=24).

Division	T-N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO	MgO	SiO <sub>2</sub>	Fe	Mn	Zn
	----- (%) -----					----- (mg/kg) -----			
Normal rice plant	0.71	0.33	4.09	0.57	0.21	7.09	237.9	500.2	52.9
Infected rice plant	0.67	0.29	3.99	0.56	0.18	4.88	160.4	242.1	55.8
t-value	0.819	0.712	0.639	0.195	3.530**	4.469**	3.040*	2.752*	-0.513

\*, \*\* significant at 5%, 1% level

**Table 4.** Comparison of the yield and yield components between normal and *Helminthosporium* leaf spot disease infected rice plant (n=24).

Division	Culm (cm)	Panicle (cm)	No. panicle	Ripened grains (%)	1,000 grains (g)	Rice yield (kg/10a)	Index
Normal rice plant	80.9	19.3	17.3	81.1	21.6	514	100
Infected rice plant	67.5	17.3	14.3	58.5	20.1	323	63
t-value	8.596***	3.609**	2.635*	4.254**	4.279**	4.773**	

\*\*, \*\*\* significant at 1%, 0.1% level

**Table 5.** Comparison of the rice appearance quality, chemical content and palatability between normal and *Helminthosporium* leaf spot disease infected rice plant (n=24).

Division	Appearance quality (%)				Chemical content (%)		Palatability (Toyo value)
	Head rice	Chalky rice	Broken rice	The others	Protein	Amylose	
Normal rice plant	91.7	4.7	2.7	0.9	7.9	16.7	71.0
Infected rice plant	82.2	11.2	5.3	1.3	8.5	15.1	63.2
t-value	13.02**	26.9**	3.62**	-	8.0**	2.72*	4.98**

\*, \*\* significant at 5%, 1% level

따라서 깨씨무늬병 발생에 의한 벼 수량감소 및 품질 저하 등을 줄이기 위해 사질답, 노후화답 등 깨씨무늬병의 발생이 쉬운 규산시용, 객토 및 시비방법 개선 등 토양개량 대책이 세워져야 할 것으로 사료된다.

## 적 요

벼 깨씨무늬병 발병 원인을 구명하기 위하여 경북지역 상습발생지 토양을 대상으로 토양특성, 식물체의 양분함량 및 이병정도에 따른 벼 수량감소 정도를 조사하고 깨씨무늬병 발생에 영향을 주는 인자를 분석한 결과는 다음과 같다.

1. 발병포장의 토양유형은 양분보유력이 낮은 사질습답 50%, 사질답이 28.3%로 전체 78.3%였고, 배수불량 토양이 67.4%를 차지하였다.

2. 병 발생이 심한 영남내륙산간 및 동해안 중, 남부지역에서 강수량이 많았고, 평균기온, 최고기온, 최저기온 및 습도와 깨씨무늬병 발병과는 관계는 부의 상관성이 있었고, 강수량과는 정의 상관성이 없었다.

3. 발병포장의 토양 화학성은 경북지역 논토양의 화학성에 비해 유기물, 치환성양이온, 유효규산 함량이 매우 낮은 편이며, 특히 정상지에 비해 유효규산, 아연함량이 유의하게 낮았다.

4. 이병주의 양분함량은 정상주에 비해 질소, 규산의 함량이 매우 낮았다.

5. 피해가 심한 벼는 정상 벼에 비해 간장 및 수장이 짧았고, 등숙비율은 27.9% 감소되었으며, 쌀 수량은 약 37%정도 감소되었다.

6. 벼 깨씨무늬병 발병에 따른 미질 특성은 피해가 심할수록 쉼미 및 심복백미의 증가로 완전미율이 11.5% 정도 더 떨어졌으며, 단백질 함량은 현저히 높아져 식미치는 피해가 높을수록 현저히 저하되었다.

7. 따라서 깨씨무늬병 발생은 양분보유력이 낮고 양분의 용탈이 심하며 유효규산 함량이 낮은 사질토양에서 주로 발생되며 생육후기 양분결핍에 의해 주로 발생하는 것으로 사

료되었다.

## 인용문헌

- Arashi, K. 1948a. Some considerations on akiuchi in paddy rice. 1. Nogyo (Agriculture) 790 : 1-17.
- Arashi, K. 1948b. Some considerations on akiuchi in paddy rice. 2. Nogyo (Agriculture) 790 : 1-17.
- Baba, I. and T. Harada. 1951. Comprehensive studies on akiuchi. Agri. Improvement 1 : 5-6.
- Cho, B. H., C. Y. Lee, and E. W. Lee. 1965. Studies on agronomic characters of rice and soil textures in Akiuchi paddy field. J. Korean Soc. Agric. Biotechnol. 6 : 61-77.
- Choi, H. O., S. B. Ahn, H. Heu, Y. J. Oh, and S.I. Han. 1975. Occurrence, diagnosis of leaf discoloration of Tongil rice variety. Res. Rep. O.R.D. 17(1) : 99-108.
- Dasgupta, M. K. 1984. The Bengal famine, 1943 and the brown spot of rice-an inquiry into their relations. History of Agriculture 2(3) : 1-18.
- Heo, M. H. and K. K. Lew. 1965. Studies on the Akiuchi paddy fields of Chung Chong Bug-do II. Available nutrient contents in the Akiuchi soil in Chung Chong Bug-do. Res. Rep. O.R.D. 8(3) : 21-37.
- Kim, L. Y., K. B. Min, I. S. Jo, N. S. Ju, and K. T. Um. 1985. Influence of water temperature on the changes of soil and plant nutrient of paddy rice. J. Korean Soc. Soil. Sci. Fert. 18(3) : 247-253.
- Park, Y. D. 1967. Studies on the nutrio-physiology of rice plant grown on an Akiuchi-soil. Res. Rep. O.R.D. 10(3) : 23-35.
- Park, Y. S., C. Y. Choe, and S. H. Yoo. 1973. Effect of temperature after heading on the yield and nutrient uptake of rice. J. Korean Soc. Soil Sci. Fert. 6(2) : 107-113.
- Park, Y. D. and A. Tanaka. 1974. The effect of K, SiO<sub>2</sub> and Mn on rice plant grown on an Akiuchi soil in Korea. Res. Rep. O.R.D. 16(3) : 87-92.
- Shiori, M. 1944a. Root rot and akiuchi (autumnal deterioration) of rice plants in relation to the degradation of paddy fields. Nogyo (Agriculture) 769 : 8-17.
- Shiori, M. 1944b. Chemistry of paddy soils with special emphasis on soil layer differentiation under submerged condition. Agri & Hort. 19 : 73-77.