

농가포장에서 벼 이형주의 발생양상과 종실 특성 분포

김동관*† · 진일두** · 송동석** · 김용재***

*전남농업기술원, **순천대학교 농과대학, ***전남대학교 농과대학

Occurrences and Characteristics of the Off-type Rice Plant in Farmer's Paddy Field

Dong Kwan Kim*†, Il Doo Jin**, Dong Seog Song** and Yong Jae Kim***

*Jeonnam ARES, Naju 520-830, Korea

**Coll. of Agric., Suncheon Nat'l. Univ., Suncheon 540-742, Korea

***Coll. of Agric., Chonnam Nat'l. Univ., Kwangju 500-757, Korea

ABSTRACT: This study was carried out to investigate the distribution and characteristics of off-type rice plant in farmer's paddy field. The ratio of the field contaminated by off-type rice was highest in the southwestern area, followed by the southeastern area, the central area in Korea. The occurrence density of off-type rice was higher in the southern area than the central area. The short-grain red rice was the most dominant off-type rice group, followed by extremely late and sterile rice group and long-grain red rice group in Korea. The long-grain red rice group was dominant in Jeonnam and Kyongnam, and the extremely late and sterile rice group was dominant in Jeonbuk, and the short-grain red rice group in the other provinces. The culm length of most off-type rice groups growing in the farmer's paddy fields was longer than the farmer's cultivars, and the long-grain red rice group and the short-grain red rice group were especially longer. The number of spikelets per panicle of the off-type rice groups were generally greater than the farmer's cultivars, and in particular, the extremely late and sterile rice group and the long-grain normal rice group had more spikelets per panicle. Most of the off-type rice groups were extremely sterile.

Keywords : rice, off-type, distribution, grain, culm length, panicle, spikelet, sterility.

벼 재배시 일부 개체의 형질분리와 자연교잡에 의해 이형주가 발생하는데, 우리나라에서는 통일형 품종에서 일본형 품종으로 전환되는 '80년대 후반 이후 발생이 급격히 증가하였다. 벼 이형주는 재배벼와 동일한 종에 속하여 방제가 쉽지 않다(Linscombe *et al.*, 1996). 특히 중남미, 아시아 및 미국 남부의 직파재배 지역에서 대량 발생이 문제가 되고 있는데 이의 방제

에 관한 많은 연구가 수행되고 있다(Alvarado & Pedereros, 1991; Catala, 1995; Diarra *et al.*, 1985a; 1985b; Marchezan, 1994; Smith, 1989). 또한 콤바인의 보급으로 수확노력을 크게 경감시켰으나 재배품종 및 이형주의 종실이 탈락되어(Lee *et al.*, 1990) 월동 후 본답에서 출현하기 때문에 종자혼입 문제가 대두되고 있다(Lee *et al.*, 1991; Song *et al.*, 1992).

일반적으로 적미를 포함하여 재배벼와 표현형이 다른 벼를 이형주라 정의할 수 있으나 정확한 정의가 확립되지 않았고, 일부에서는 좁은 의미로 적미만을 잡초성벼라 칭하기도 하며(Suh *et al.*, 1997), Lee(1982)에 의하면 미국에서는 이미 1846년에 적미를 벼 재배의 잡초 중 하나로 보고된 바가 있다.

Suh 등(1992a)은 잡초성벼(재래적미)의 지리적 분포를 조사하여 장립적미는 경상남·북도의 낙동강 유역과 전라남·북도의 섬진강 유역에 주로 분포하고 단립적미는 전국적으로 분포한다고 하였다. Cho 등(1998)은 우리나라 경기지역의 이형주 발생포장 비율은 도시주변이 75.6%로 북부산간지역의 67.2%보다 많이 발생하고, 북동내륙지역과 남서지역은 각각 47%, 44%씩 발생한다고 하였다. 그리고 경기도 강화지역에서 발생한 적미를 샨레(sare)라 칭하기도 하였다(Rec *et al.*, 1983). 칠레의 경우 중립과 장립적미가 전국적으로 분포하는데 중립적미가 장립적미보다 많이 발생한다고 하였고(Alvarado & Pedreros, 1991), 미국에서는 단립적미가 장립적미보다 많이 발생한다고 하였다(Constantin, 1960).

본 연구는 농가포장에서 발생하는 벼 이형주군별 발생포장 비율과 발생량 및 형질특성에 대한 기초자료를 얻고자 수행하였다.

재료 및 방법

벼 이형주의 전국 발생포장 비율과 발생량 및 형질특성은 1997년 10월에 도서지역을 제외한 36개 시·군을 선정하여

†Corresponding author: (Phone) +82-61-330-2656 (E-mail) dkkim@chonnam.rda.go.kr <Received January 19, 2001>

7,402개의 농가포장에서 조사하였다. 조사 대상 이형주는 종실 특성 중 구분이 비교적 명확한 난알의 형태, 종피색, 배유의 메·찰성을 기준으로 장립적미군, 장립메성군, 장립찰성군, 단립적미군, 단립메성군, 단립찰성군으로 분류하였고, 여기에 더하여 황숙기에 직립형으로서 엽색이 짙고 등숙이 불량한 극만숙의 이형주를 극만생 불임군으로 분류한 후 조사하였다. 조사대상 읍·면 선정 및 기타 조사방법은 행정구역 순위 중 홀수 번째 읍·면 3개 이상을 선정하고, 선정된 읍·면 당 한 개의 평야지를 무작위 선정하여 각 평야지 당 100~200개의 포장을 대상으로 발생 유·무로 구분하여 발생포장 비율을 조사하였다. 이형주가 발생한 포장내의 발생량과 형질특성은 각 조사 평야지에서 중간정도 발생되었다고 판단되는 두 개의 포장에서 대각선 방향으로 무작위 3지점(10 m×10 m)을 선정 조사하였다.

결과 및 고찰

지역별 분포양상

각 지역별 발생포장 비율은 Table 1과 같이 남서부지역인 전남, 전북, 충남에서 각각 60.1%, 57.8%, 43.8%, 남동부지역인 경남, 경북에서 각각 36.8%, 27.8%, 중부지역인 충북, 강원, 경기도가 17.8~26.6%이었다. 이러한 발생경향의 원인은 남서부 지역이 다른 지역에 비해 평야지대가 넓기 때문에 수확작업의 기계화율이 높아 수확시 기계적 혼종 또는 탈립에 의해 발생할 가능성이 높고, Cho 등(1998), Ferreo & Finassi (1995), Kim 등(1998), Lee 등(1991) 및 Suh 등(1997)의 이양재배보다 직파재배에서 이형주 발생량이 많다는 보고와 같이 1997년 직파재배면적 비율이 남서부지역인 전남·북, 충남은 13.0~21.0%로 타 지역 1.3~7.8%(전남농업기술원, 1999)에 비해 높은 것도 한 원인일 수도 있다고 보아진다.

벼 이형주가 발생한 농가포장에서 100 m²당 발생량(Table

Table 1. Ratio of farmer's paddy fields contaminated with off-type rice plants by province in Korea, 1997.

Province	No. of surveyed county	No. of surveyed field	Ratio of contaminated field (%)
Kyonggi	3	517	26.6 ± 11.2
Kangwon	3	494	19.7 ± 14.2
Chungnam	4	702	43.8 ± 15.1
Chungbuk	3	744	17.8 ± 10.8
Jeonnam	14	2,923	60.1 ± 14.5
Jeonbuk	3	508	57.8 ± 14.4
Kyongnam	3	953	36.8 ± 12.3
Kyongbuk	3	561	27.8 ± 10.9
Mean	-	-	36.3 ± 16.2

2)은 전남, 전북, 경남지역이 각각 59.3주, 46.2주, 39.9주이고, 경북, 경기, 충북, 강원, 충남지역은 각각 17.3주, 22.9주, 30.5주, 31.3주, 31.9주로 남부지방의 발생량이 많은 편이었다.

이상의 지역별 발생포장 비율과 발생량을 상대적으로 비교하면, 전남과 전북은 발생포장 비율이 높고 단위면적당 발생량도 많았으나, 충남, 경북 및 경기지역은 상대적 발생포장 비율이 각각 3, 5, 6순위이나 발생량은 각각 4, 8, 7순위로 상대적 발생량이 적었으며, 경남, 강원 및 충북지역은 발생포장 비율이 각각 4, 7, 8순위이나 발생량은 각각 3, 5, 6순위로 상대적 발생량이 많았다. 발생포장 비율과 단위면적당 발생량을 관련지어 발생정도를 환산하면 Table 2의 발생량 조사결과와 차이가 없었으나, 기온 등의 환경, 혹은 경종적 특성과 관계가 있을 것으로 보아지기 때문에 그 구체적인 배경에 대해서는 좀더 자세한 연구가 필요하다고 여겨진다.

종실 특성을 기준으로 7개 군으로 분류하여 지역에 따른 이형주군별 발생경향을 보면(Table 2), 단립적미군 등 단립형 이형주군과 극만생 불임군은 전지역에서 발생하나 장립적미군

Table 2. Hill number of off-type rice plants in farmer's paddy fields by province at harvest in Korea, 1997.

Province	Hills per 100 m ²							Total
	I [†]	II	III	IV	V	VI	VII	
Kyonggi	0	0	0	19.5	2.4	0.5	0.5	22.9
Kangwon	0	0	0	28.1	1.7	0.95	0.5	31.3
Chungnam	0	0	0	15.3	4.8	0.2	11.6	31.9
Chungbuk	0	0	0	23.3	0.3	0.2	6.7	30.5
Jeonnam	24.9	11.5	0.02	4.1	7.3	1.6	9.9	59.3
Jeonbuk	7.4	3.4	0.05	10.1	10.8	0.1	14.3	46.2
Kyongnam	19.7	4.0	0	5.2	2.6	1.0	7.4	39.9
Kyongbuk	0.8	0	0	12.0	1.3	0.4	2.8	17.3
Mean	6.6 (13.2)	2.4 (6.3) [‡]	0.01< (0.04)	14.7	3.9	0.62	6.7	34.9 (45.4)

[†]I : Long-grain red, II : Long-grain normal, III : Long-grain waxy, IV : Short-grain red, V : Short-grain normal, VI : Short-grain waxy, VII : Extremely late sterility, [‡]() : Mean excluding non-contaminated provinces.

등 장립형 이형주군은 전남, 경남, 전북 등의 남부지역에서만 발생하였다. 장립적미군과 단립적미군의 발생경향에 대한 결과는 Suh 등(1992a)이 잡초성벼로 간주하는 장립적미와 단립적미만을 대상으로 조사한 결과, 장립적미는 경상남·북도의 낙동강 유역과 전라남·북도의 섬진강 유역에 주로 분포하고, 단립적미는 전국에 분포한다는 보고와 유사하였다.

우점 이형주군을 보면 전남과 경남 지역의 경우 장립적미군이, 발생한 이형주종 각각 42%(24.9주/100 m²), 49.4%(19.7주/100 m²)씩 점유하는 등 주로 장립종에 속하는 것들이었고, 경기, 강원, 충남, 충북, 경북 지역의 경우 단립종에 속하는 것들로 그중 단립적미군은 각각 85.2%(19.5주/100 m²), 89.9%(28.1주/100 m²), 48.0%(15.3주/100 m²), 63.8%(23.3주/100 m²), 69.4%(12.0주/100 m²)씩 점유하였으며, 전북 지역의 경우 극만생 불임군이 발생한 이형주 중 31.0%(14.3주/100 m²)로 우점하는데 단립적미군, 단립메성군 및 장립적미군도 상당량 발생하여 다른 지역보다 상대적으로 다양한 분포양상을 보였다.

전국 평균은 단립적미군이 42%(14.7주/100 m²)를 점유하여 가장 많았고, 다음이 극만생 불임군 19%(6.7주/100 m²), 장립

적미군 19%(6.6주/100 m²) 순이었다. 그러나 각 이형주군이 발생한 지역만을 고려하여 평균 발생량을 비교해 보면 단립적미군 32%, 장립적미군 29%, 극만생 불임군 15% 순으로 나타났다.

형질특성

1) 간장

전국의 농가포장에서 발생한 벼 이형주군별 간장 분포(Table 3)는 인근 재배벼보다 작은 장립찰성군과 재배벼와 비슷한 장립메성군을 제외하면 다양한 발생과 경합조건이 예상되는 농가포장에서도 이형주군이 재배벼보다 큰 쪽에 분포하였는데, 특히 장립적미군(105±10.9 cm)과 단립적미군(97±5.1 cm)이 큰 편이었다. 이와 같은 결과는 국내에서 수집한 잡초성벼인 장립적미와 단립적미를 공시했을 때 간장이 각각 102.6 cm와 94.8 cm이고(Suh et al., 1992b), 미국 Texas에서 수집된 잡초성벼인 장립적미(blackhull red rice)가 단립적미(strawhull red rice)보다 11~26% 가량 길었다는 보고(Diarra et al., 1985a) 등과 유사한 경향이었다.

Table 3. Distribution of culm length of off-type rice plants collected in farmer's paddy fields at harvest in Korea, 1997.

Off-type	Culm length (cm)								Mean ± S.D.
	51~60	61~70	71~80	81~90	91~100	101~110	111~120	121~130	
	Distribution (%)								
I [†]	0	0.5	0.5	13.9	15.7	32.7	33.6	3.1	105 ± 10.9
II	2.6	6.0	22.2	50.4	18.8	0	0	0	81 ± 9.2
III	0	100	0	0	0	0	0	0	64 ± 1.0
IV	0	0	0	22.2	52.8	25.0	0	0	97 ± 5.1
V	1.9	2.9	9.7	35.0	32.0	17.5	1.0	0	92 ± 11.0
VI	2.0	0	2.0	38.0	50.0	6.0	2.0	0	92 ± 7.3
VII	0.6	5.6	10.6	20.5	42.2	15.5	4.4	0.6	92 ± 11.1
Cul. [‡]	0	6.4	48.4	45.2	0	0	0	0	79 ± 5.9

[†]See table 2, [‡]Cultivated varieties of surveyed fields.

Table 4. Distribution of panicle number per hill of off-type rice plants collected in farmer's paddy fields at harvest in Korea, 1997.

Off-type	Panicle no. per hill							Mean ± S.D.
	1~2	3~4	5~6	7~8	9~14	15~22	23~42	
	Distribution (%)							
I [†]	7.0	18.6	18.1	20.9	26.0	5.7	3.7	10.0 ± 6.2
II	32.5	50.4	12.8	3.4	0.9	0	0	3.3 ± 1.5
III	0	33.3	66.7	0	0	0	0	5.0 ± 1.0
IV	25.0	38.9	22.2	5.6	8.3	0	0	4.3 ± 2.6
V	35.0	52.4	9.7	1.0	1.9	0	0	3.2 ± 1.6
VI	28.0	42.0	28.0	0	2.0	0	0	3.8 ± 1.7
VII	13.0	28.6	28.6	16.8	9.3	1.9	1.8	6.0 ± 4.7
Cul. [‡]	0	0	0	12.9	87.1	0	0	11.5 ± 1.2

[†]See table 2, [‡]Cultivated varieties of surveyed fields.

2) 주당 수수

전국의 농가포장에서 발생한 벼 이형주군별 주당 수수(Table 4)는 전체적으로 인근에서 이양재배한 품종들의 11.5±1.2개에 비해 모두 적었으나, 장립적미군은 재배품종에 육박하는 10.0±6.0개까지 확보하였다. 특히 장립적미군과 극만생 불임군은 42개까지 발생하는 개체가 관찰되었으며 이들의 평균 수수도 다른 이형주군들보다 상대적으로 많은 편이었다. 그리고 이 군들은 주당 수수가 1~2개인 개체의 비율이 각각 7%, 13%로 장립찰성군을 제외한 다른 이형주군들의 25.0~35%에 비해 낮아 동일한 발생조건에서도 분얼력이 강함을 알 수 있었으며, 국내에서 수집한 잡초성벼(적미)를 공시했을 때 장립적미의 주당 수수가 단립적미에 비해 2배 가량 많다는 보고(Suh *et al.*, 1992b)와 비슷한 경향을 보였다.

벼 이형주군별 간장과 주당 수수 분포를 종합하여 볼 때, 간장이 매우 짧거나 주당 수수가 매우 적은 개체가 발생한 원인은 유전적인 요인 이외에 탈락종자 중에서 출현이 늦어 생육이 부진한 개체가 관찰되었을 가능성도 있었을 것으로 여겨졌다.

3) 수당 영화수

전국의 농가포장에서 발생한 벼 이형주군별 수당 영화수(Table 5)는 대체로 모든 이형주군이 인근 농가의 재배품종에 비해 많았다. 또한 극만생 불임군(200.4±76.8개)과 장립메성군(174.0±49.2개)은 그중 특히 많은 편이었고 300개 이상인 개체도 상당수 관찰되었다. 그러나 장립적미군, 단립적미군, 단립메성군, 단립찰성군 및 극만생 불임군에서는 80개 이하의 적은 수당 영화수를 보이는 개체도 상당수 관찰되었다.

4) 임성

전국의 농가포장에서 발생한 벼 이형주군별 불임율을 조사한 결과(Table 6), 모든 이형주군이 인근 농가의 재배품종에 비해 불임이 심하게 나타났다. 특히 극만생 불임군은 75.9±20.0%로 불임이 심하고 개체간 편차도 큰 편이었다. 장립찰성군과 단립적미군을 제외한 기타 이형주군은 불임율이 50% 이상인 개체도 발생하였고, 이중 극만생 불임군의 경우 완전불임 개체가 19.8%를 차지하였다.

이와 같이 불임율이 높은 개체가 발생하는 원인은 Shin 등(1996)이 남부지방에서 수집한 벼 이형주를 까락의 유·무, 영

Table 5. Distribution of spikelet number per panicle of off-type rice plants collected in farmer's paddy field at harvest in Korea, 1997.

Off-type	Spikelet no. per panicle											Mean ± S.D.
	~80	81~100	101~120	121~140	141~160	161~180	181~200	201~250	251~300	301~400	401~500	
	Distribution (%)											
I†	16.7	27.2	31.8	12.6	6.3	4.2	0.8	0.4	0	0	0	106.4 ± 28.8
II	0.8	5.0	4.1	14.0	19.0	19.0	12.4	18.2	5.8	1.7	0	174.0 ± 49.2
III	0	33.3	0	33.3	0	0	33.3	0	0	0	0	137.7 ± 42.5
IV	6.3	15.2	26.6	21.5	15.2	10.1	2.5	2.5	0	0	0	125.4 ± 33.9
V	14.2	19.5	23.9	19.5	10.6	5.3	5.3	0.9	0.9	0	0	118.5 ± 36.7
VI	7.7	32.7	36.5	9.6	9.6	1.9	0	1.9	0	0	0	109.9 ± 27.4
VII	5.0	3.5	7.4	6.9	9.9	9.9	10.4	21.8	16.8	7.4	1.0	200.4 ± 76.8
Cul.‡	0	66.6	26.7	6.7	0	0	0	0	0	0	0	96.6 ± 6.2

†See table 2. ‡Cultivated varieties of surveyed fields.

Table 6. Distribution of percent sterility of off-type rice plants collected in farmer's paddy fields at harvest in Korea, 1997.

Off-type	Percent sterility (%)										Mean ± S.D.	
	~5	6~10	11~20	21~30	31~40	41~50	51~60	61~70	71~80	81~99		100
	Distribution (%)											
I	51.5	26.4	15.1	3.3	1.3	1.2	0	0.4	0	0.8	0	8.11 ± 0.8
II	31.4	35.5	19.0	9.9	0	0	1.7	0.9	0.8	0	0.8	11.3 ± 13.9
III	0	33.3	0	66.7	0	0	0	0	0	0	0	19.3 ± 10.1
IV	53.2	29.1	13.9	0	1.3	2.5	0	0	0	0	0	6.9 ± 8.1
V	27.4	12.4	17.7	5.3	5.3	5.3	8.8	1.8	6.2	8.0	1.8	29.8 ± 30.3
VI	63.5	21.2	9.6	0	1.9	0	0	0	0	3.8	0	8.2 ± 16.5
VII	1.0	1.5	2.5	2.0	3.9	6.9	3.5	10.9	11.9	36.1	19.8	75.9 ± 20.0
Cul.‡	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.0 ± 1.4

†See table 2. ‡Cultivated varieties of surveyed fields.

의 형태 및 부선 색에 따라 분류한 7개 group 중 4개 group 이 분리가 진행중이라는 보고로 보아 유전적으로 불안정한 개체들이 포함되었기 때문으로 보여진다.

이상의 벼 이형주군별 주당 수수, 수당 영화수 및 임성을 종합하여 주당 등숙립수를 산출하면 장립적미군 978립, 장립찰성군 970립, 단립적미군 540립, 단립찰성군 495립 순이었고, 기타 이형주군은 166~370립 이었으며, 특히 극만생 불임군은 166립으로 가장 적었다. 따라서 주당 등숙립수만을 기준으로 농가포장에서 발생할 수 있는 가능성이 높은 이형주군은 장립적미군, 장립찰성군, 단립적미군 순으로 보여지나, Table 2에서 각 이형주군이 발생한 지역만을 고려하여 평균 발생량을 비교했을 경우, 단립적미군 32%(14.7주/100 m²), 장립적미군 29%(13.2주/100 m²), 극만생 불임군 15%(6.7주/100 m²) 순이었을 뿐만 아니라 주당 등숙립수가 가장 적은 극만생 불임군이 15% 가량 발생한 결과로 볼 때 이형주의 발생량에 미치는 요인은 주당 등숙립수 외에 다른 발생요인들의 영향이 클 것으로 여겨졌다.

5) 낱알의 형태

전국의 농가포장에서 발생한 벼 이형주군별 현미의 길이는 벼알의 형태에 따라 이미 장립과 단립으로 구분하였던 것과 같이 Table 7를 보면, 장립적미군 5.91±0.16 mm, 장립찰성군 5.79±0.36 mm, 장립찰성군 5.70±0.34 mm로 긴 편이었고, 단립찰성군은 4.92±0.25 mm로 농가 재배벼의 5.25±0.12 mm보다 짧았으며, 기타 이형주군들은 5.05~5.29 mm로 재배벼와 비슷하였다.

현미의 폭은 현미의 길이와 반대로 장립적미군 2.43±0.05 mm, 장립찰성군 2.59±0.07 mm, 장립찰성군 2.56±0.08 mm로 재배벼 2.87±0.06 mm보다 좁았고, 기타 이형주군은 2.69~2.71 mm로 농가의 재배벼와 비슷하였다.

따라서 현미의 장폭비로 보아 장립적미군(2.44), 장립찰성군(2.24), 장립찰성군(2.22)은 장립종으로 분류할 수 있었고, 기타 이형주군은 1.77~1.96으로 일본형인 농가 재배품종의 1.82와

비슷하여 단립종으로 분류할 수 있었으며, 극만생 불임군은 현미의 길이와 폭 및 장폭비가 단립종과 장립종의 중간 정도로 농가 재배벼 및 단립형 이형주군들보다 장폭비가 높은 편이기는 하나 단립종으로 분류할 수 있을 것으로 여겨졌다. 한편 Suh 등(1992a)은 국내에서 수집한 장립적미와 단립적미의 정조 장폭비가 각각 3.01, 2.28이라고 하였는데, 본 실험의 경우에는 현미 장폭비가 각각 2.44, 1.85로서 두 조사 모두 단립적미 장폭비의 장립적미 장폭비에 대한 비율이 0.758로 일치한 수치가 나온 것으로 보아 비슷한 결과로 여겨졌다.

적 요

농가포장에서 발생하는 벼 이형주군별 발생포장 비율과 발생량 및 형질특성은 다음과 같다.

1. 우리나라의 지역별 발생포장 비율은 남서부, 남동부, 중부지방 순 이었고, 발생량은 남부지방이 중부지방보다 많았다.
2. 우점 이형주군은 단립적미군, 극만생 불임군, 장립적미군 순이었고, 장립적미군은 전남과 경남, 극만생 불임군은 전북, 단립적미군은 나머지 지역에서 우점하였다.
3. 대부분 이형주군의 간장은 인근 농가의 재배벼보다 길었는데, 특히 장립적미군과 단립적미군이 길었다.
4. 수당 영화수는 이형주군이 재배벼보다 많은 경향이었는데, 특히 극만생 불임군과 장립찰성군이 많았다. 그러나 이형주군들은 대체로 불임이 심했다.

인용문헌

- Alvarado, A. R. and A. L. Pedreros. 1991. Presence of red rice in Chile. *Agricultura Tecnica (Chile)* 51 : 374-377.
- Catala, M. 1995. Chemical and culture practices for red rice control in rice fields in Ebro Delta (Spain). *Crop Protection* 14 : 405-408.
- Cho, Y. C., J. S. Park, K. Y. Park, H. D. Kim, and Y. D. Rho. 1998. Occurrence and distribution of weedy rice in Kyonggi region. *Korean J. Crop Sci.* 43 : 254-258.
- Constantin, M. J. 1960. Characteristics of red rice in Louisiana. Ph. D. Dissertation. Louisiana State Univ. 95p.
- Diarra, A., R. J. Simth, and R. E. Talbert. 1985a. Growth and morphological characteristics of red rice (*Oryza sativa*) biotypes. *Weed Sci.* 33 : 310-314.
- Diarra, A., R. J. Simth, and R. E. Talbert. 1985b. Red rice (*Oryza sativa*) control in drill-seeded rice (*O. sativa*). *Weed Sci.* 33 : 703-707.
- Ferrero, A. and A. Finassi. 1995. Viability and soil distribution of red rice (*Oryza sativa* var. *silvatica*) seeds. *Med. Fac. Landbouw. Univ. Gent.* 60 : 205-211.
- 전남농업기술원. 1999. 농업기술보급사업편람. p. 61.
- Kim, S. Y., Y. Son, W. G. Ha, S. T. Park, and S. C. Kim. 1998. Occurrence of weedy rice as affected by cultural practices. *Korean J. Crop Sci.* 43 : 124-127.
- Lee, H. J., J. H. Seo, and U. W. Lee. 1990. Effects of combine harvesting and drying methods on grain quality in rice cultivars. *Korean J.*

Table 7. Length/width ratio of brown rice of off-type rice plants collected in farmer's paddy fields at harvest in Korea, 1997.

Off-type	Length of brown rice (mm)	Width of brown rice (mm)	Length/width ratio
I [†]	5.91 ± 0.16	2.43 ± 0.05	2.44 ± 0.11
II	5.79 ± 0.36	2.59 ± 0.07	2.24 ± 0.14
III	5.70 ± 0.34	2.56 ± 0.08	2.22 ± 0.12
IV	5.15 ± 0.16	2.79 ± 0.07	1.85 ± 0.06
V	5.05 ± 0.23	2.70 ± 0.16	1.87 ± 0.16
VI	4.92 ± 0.25	2.78 ± 0.09	1.77 ± 0.12
VII	5.29 ± 0.31	2.69 ± 0.09	1.96 ± 0.13
Cul. [‡]	5.25 ± 0.12	2.87 ± 0.06	1.82 ± 0.03

[†]See table 2, [‡]Cultivated varieties of surveyed fields.

- Crop Sci.* 35 : 282-286.
- Lee, S. P., S. K. Kim, K. S. Lee, and D. W. Choi. 1991. Occurrence of volunteer rice plants at paddy field harvested with combine. *Korean J. Crop Sci.* 36 : 305-309.
- Lee, K. H. 1982. Rice production and weed control in Arkansas and Texas in the United States. *Kor. J. Weed. Sci.* 2 : 175-187.
- Linscombe, S. D., F. Jodari, J. H. Oard, and D. E. Sanders. 1996. Potential improvements in weed control with genetically engineered rice. *Louisiana Agriculture* 39 : 20-21.
- Marchezan, E. 1994. Red rice : Characterization, damages and control. *Ciencia Rural* 24 : 415-421.
- Ree, D. W., Y. K. Hong, J. C. Kim, and Y. H. Kim. 1983. Ecological characteristics of red rice (local name "Sare", *Oryza sativa* L.) and factors affecting its competition with rice. *Kor. J. Weed Sci.* 3 : 143-150.
- Shin, H. R., H. G. Park, O. D. Kwon, and T. D. Park. 1996. Occurrence of off-type rice plant and their segregation of characteristics at southern area in Korea. *RDA. J. Agri. Sci.* 38 : 27-33.
- Smith, R. J. 1989. Cropping and herbicide systems for red rice (*Oryza sativa*) control. *Weed Technol.* 3 : 414-419.
- Song, Y. J., Y. R. Kwon, N. K. Oh, B. R. Ko, C. J. Hwang, and G. H. Park. 1992. Germinability during over-wintering, field emergence and growth of shattered rice seeds on paddy field. *Korean J. Crop Sci.* 37 : 37-44.
- Suh, H. S., J. H. Back, and W. G. Ha. 1997. Weedy rice occurrence rate and position in transplanted and direct seeded farmer's field. *Kor. J. Crop Sci.* 42 : 352-356.
- Suh, H. S., S. Z. Park, and M. H. Heu. 1992a. Collection and evaluation of Korean red rices I. Regional Distribution and seed characteristics. *Korean J. Crop Sci.* 37 : 425-430.
- Suh, H. S., W. G. Ha, and Y. C. Song. 1992b. Collection and evaluation of Korean red rices II. Yield component, culm and panicle length. *Korean J. Crop Sci.* 37 : 431-435.