

경종조건에 따른 벼 이형주의 발생양상과 특성

김동관*† · 권오도* · 신해룡* · 진일두** · 정병관**

*전남농업기술원, **순천대학교 농과대학

Occurrence and Characteristics of Off-type Rice as affected by Cultural Practice

Dong Kwan Kim*†, Oh Do Kwon*, Hae Ryong Shin*, Il Doo Jin** and Byung Gwan Jung**

*Jeonnam ARES, Naju 520-715, Korea

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

ABSTRACT: This study was carried out to investigate the occurrence and characteristics of off-type rice plant according to agronomic conditions. The occurrence density of the off-type rice plant in farmer's paddy field was greater as the years of self-produced seed use increased, and in the direct sowing paddy field it was twice as much as in the transplanting paddy field. When the long-grain red rice and the short-grain red rice in the cultivated field of cultivar were artificially sown, in the direct sowing on a flooded paddy surface culture rather than in the machine transplanting culture the off-type rice plant occurred much more, the culm length was longer, and the number of productive culm per plant increased. These characteristics were more conspicuous in the long-grain red rice than in the short-grain red rice. In the transplanting farmer's paddy fields, the off-type rice plant that occurred outside of the hills of the cultivar rice ranged 0 to 6%. Whereas in was 70.6 to 91.9% when the long-grain red rice and short-grain red rice were artificially sown. Therefore, it was assumed that most of the off-type rice plants occurred in the farmer's paddy fields was caused by seed contamination.

Keywords : rice, off-type, fallow, culture practice, direct sowing, transplanting, self-produced seed.

경제성장에 따라 밥맛이 좋은 쌀의 수요가 증가하게 되었으나, 농작업의 생력화를 위해 이앙할 때 경운 작업을 생략하는 경우가 많고, 직파재배 면적의 증가와 잡초방제 소홀 등으로 이형주가 벼 재배포장에서 자연적으로 자라 넓게 분포할 가능성이 높아져 쌀의 상품가치를 저하시키는 한 가지 요인이 되고 있다. 특히, 전북지역에서 '90년대 중반에 추곡수매에 이형주가 많이 혼입된 벼가 출하되어 사회적인 문제가 되기

도 하였다.

벼 이형주의 발생양상은 Shin 등(1996)이 우리나라 남부지역의 벼 재배포장에서 자가 채종년수별로 종자를 수집하여 포장에 전개한 결과 자가 채종년수가 증가함에 따라 발생량 증가 추세가 뚜렷하였는데 주로 까락이 없고 부선이 황백색인 이형주가 많이 발생된다고 하였다.

Kim 등(1998)은 재배양식별 벼 이형주의 발생양상을 조사한 결과 고희건담직파, 담수 줄뿌림, 담수직파, 기계이앙 순으로 각각 11.0, 9.6, 6.4, 0.2%씩 발생하여 수량이 각각 19.5, 13.0, 6.3, 0%씩 감소한다고 하였다. Suh 등(1997)이 농가포장에서 재배양식별 잡초성벼(적미)의 발생정도와 위치를 조사한 결과 직파재배가 이앙재배보다 발생량이 많고 이앙재배의 경우는 대부분 재배벼 주내에 혼입되어 발생하고 골뿌림 직파재배는 골 사이에 발생한 잡초성벼가 많아 이앙재배시 발생한 잡초성벼는 대부분 종자에 혼입되어 발생하고 직파재배에서는 자연탈립에 의한 잡초성벼 발생이 종자혼입에 의한 발생보다 많다고 하였다. 또한 Choi 등(1995)과 Lee 등(1991b)도 직파재배가 이앙재배보다 이형주 출현율과 종자 혼입율이 높고, 직파재배 경과년수에 따른 적미 발생량은 지역에 따라 상당한 차이가 있고 재배년수와는 일정한 경향이 없다고 하였다.

Lee 등(1991a)은 무경운구의 이형주율이 8.4%로 높고 로터리구는 0.9%로 낮은 편이었고 경운+로터리구에서는 전혀 발생되지 않았다고 하였다.

본 연구는 자가채종년수, 휴경답 및 벼 이형주의 인위적인 처리에 따른 이형주의 발생양상과 특성에 대한 기초자료를 얻고자 수행하였다.

재료 및 방법

벼 종자의 자가 채종년수에 따른 이형주 발생량은 '98년 10월에 전남 순천과 광양지역 농가의 이앙재배 포장 중에서 보급종 종자를 사용한 포장과 2년, 3년 및 5년째 자가채종 종자

Corresponding author: (Phone) +82-61-330-2656 (E-mail) dkkim@chonnam.rda.go.kr <Received April 30, 2001>

를 사용한 포장을 각각 11, 10, 5, 5개소씩 선정하여 조사하였다. 조사구의 면적은 10×10 m로 하였고, 대각선 방향으로 무작위 3지점을 선정하여 조사하였다.

1년차 휴경답에서 탈립된 종자에 의해 발생하는 벼의 발생량은 '98년 10월에 전남 고흥지역 18개 포장에서 위와 같은 방법으로 조사하였다.

재배양식별 이형주 발생량은 '98년 10월에 전남 순천과 광양지역에서 이양과 직파재배 농가포장을 각 10개소씩 선정하여 위와 같은 방법으로 조사하였다.

벼 이형주를 인위적으로 산파 하였을 때의 재배벼의 재배양식에 따른 발생양상과 간장, 주당 유효경수 등 특성은 '98년 전남 나주에서 기계이양 재배와 담수표면산파 재배간 비교해서 실시하였다. 벼 이형주의 인위적 산파는 최종 로터리작업 직전과 이양기(파종기)의 두 시기에 각각 실시하였다. 이형주 종자는 재배벼와 구별하기 쉬운 장립적미와 단립적미를 각 1,000립씩 건조상태로 파종하였다. 시험구의 면적은 구당 17×17 m로서 난괴법 3반복으로 실시하였고, 조사구의 면적은 10×10 m로서 반복당 1지점을 선정하여 수확기에 조사하였다. 재배벼의 재배방법은 동진벼를 대비품종으로 하여 담수표면산파 재배는 10a당 4 kg을 5월 15일에 파종하였고, 기계이양 재배는 4월 21일에 파종하여 5월 16일에 이양하였으며, 최종 로터리작업은 이양(파종) 3일 전에 실시하였고, 기타 재배 방법은 전남농업기술원 벼 표준재배법에 준하였다.

벼 이형주의 발생위치 조사는 '98년 10월에 전남 순천과 구례지역의 이양재배 농가포장 8개소를 선정하여 재배벼 포기에 혼재되어 있는 것으로 판단되는 개체와 재배벼 포기에서 완전히 분리되어 발생하는 개체를 구분하여 조사하였다. 조사구의 면적은 10×10 m로 하였고, 조사대상 포장의 대각선 방향 무작위 3지점을 선정하여 조사하였다. 이형주의 인위적 파종에 따른 발생위치는 위의 "기계이양재배 시험포장"에서 발생량 조사시 병행하여 조사하였다.

결과 및 고찰

채종년수에 따른 발생양상

전남 순천과 광양지역의 이양재배 농가포장에서 종자의 자가 채종년차에 따른 벼 이형주 발생량을 조사한 결과(Table 1), 보급종, 2, 3, 5년째 자가채종 종자를 이용하여 재배할 때

Table 1. Frequency of off-type rice plants as influenced by years of self-produced seed use.

Years of self-produced seed use	Hills per 100 m ² (%)
Certified seed	4.4 ± 2.9 (0.19)
2nd year	11.4 ± 7.5 (0.48)
3rd year	18.9 ± 8.5 (0.80)
5th year	47.7 ± 35.5 (2.00)

100 m²당 각각 4.4주(0.19%), 11.4주(0.48%), 18.9주(0.80%), 47.4주(2.00%)로 자가 채종년차가 증가할수록 발생량도 많아졌다. 이런 결과는 Shin 등(1996)이 농가의 1~4년째 자가채종 종자와 보급종 종자를 공시하였을 때 0.013~0.64%의 이형주 발생빈도를 보였고, Cho 등(1998)이 보급종에서 0.23%, 4년 이상 자가채종 종자에서 1.21%가 발생한다는 보고와 유사한 경향이었다. 이와 같이 보급종에서도 매우 적은 양의 이형주가 발생하나 벼 보급종을 생산할 때 포장조건에서는 품종순도 최저한도가 99.7%이고, 이중 종자수 혼입의 최대한도는 0.05%(국립농산물품질관리원, 1999)인 점과 채종년수가 증가할수록 발생량이 증가하는 것으로 보아 종자혼입이 이형주 발생의 주 요인이고 일부는 탈립이 그 원인일 것으로 여겨졌다.

1년차 휴경답에서 발생양상

전남 고흥지역의 1년차 휴경답에서 벼의 자연 발생량을 조사한 결과(Table 2), 조사 휴경답 중 83%에서 출현하였다. 출현한 벼 중에 일부는 이형주로 간주되는 극만생 불임군과 장립적미군이 있었으나 대부분이 재배벼로 간주되는 벼이었다. 이처럼 관리가 되지 않아 토양수분 조건, 잡초와의 경합 등 불리한 조건에서도 꽤 많은 양의 재배벼와 이형주가 발생한 것은 탈립에 의해 이형주 발생이 가능함을 보여주었다. 그러나 Huh & Lim(1991)이 콤바인 수확답의 1년차 휴경조건에

Table 2. Distribution of off-type and normal rice plants in the one-year fallow fields.

Fallow field no.	Off-type rice plants (Hills per 100 m ²)		Normal rice plants (Hills per 100 m ²)		Total
	Long-grain red	Extremely late sterility	Short-grain	Long-grain	
1	0	0	0	0	0
2	0	28	0	0	28
3	0	0	0	0	0
4	8	0	37	3	48
5	0	4	96	16	116
6	8	8	164	144	324
7	0	0	68	148	216
8	8	76	56	72	212
9	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0
11	0	0	28	0	28
12	0	0	132	0	132
13	0	0	108	0	108
14	0	0	20	156	176
15	0	0	116	12	128
16	0	0	64	12	76
17	0	0	56	8	64
18	0	0	64	16	80
Mean	1.3	6.4	56.1	32.6	96.4

Table 3. Number of off-type rice plants in different cultural practice of farmer's paddy fields.

Cultural practice	Hills per 100 m ²
Direct sowing	42.5 ± 11.2
Transplanting	22.2 ± 6.9

벼 이형 발생량이 56개체/m²이었다는 보고보다 본 시험에서는 상대적으로 매우 적게 발생한 것은 조사대상 휴경답의 전년도 수확방법, 환경 및 잡초와의 경합 등 여러 가지 여건이 다르기 때문인 것으로 여겨졌다.

재배양식에 따른 발생양상과 특성

1) 농가포장에서 자연 발생양상

전남 순천과 광양지역의 농가포장에서 100 m²당 벼 이형주의 발생량을 조사한 결과(Table 3), 직파 재배포장은 43주로 이앙 재배포장의 22주에 비해 약 2배 가량 많이 발생하였다.

2) 벼 이형주의 인위적인 파종에 따른 발생양상과 특성

벼 이형주군 중 외견상 구분이 용이한 장립적미군과 단립적미군의 건조종자를 동진벼가 직파재배된 포장과 이앙재배된 포장에 최종 로터리작업 직전과 재배벼 파종 또는 이앙과 동시에 산파하여 그 발생양상을 살펴보았다(Table 4). 이형주의 산파 시기별로는 최종 로터리작업 직전에 이형주 종자가 산파된 경우보다 재배벼의 파종이나 이앙과 동시에 산파된 포장에서 출현율이 높았는데, 특히 장립적미군의 발생율은 68% 정도로 재배벼 63%보다 출현능력이 좋은 것으로 나타나 직파재배 적응품종 육성의 유전자원으로 이용하는 것도 가능할 것으로 여겨졌다. 이형주군별로는 장립적미군이 단립적미군보다 전체적으로 출현율이 높은 경향이었으며, 재배벼가 이앙되는 경우에 직파될 때보다 이형주의 출현이 월등히 낮아져 이앙기나 작업자의 답압에 의해 일부 이형주 종자가 출현하지 못하게 되는 것으로 여겨졌다.

이와 같은 결과는 무경운, 로터리, 경운+로터리 토양관리 방법 순으로 이형주가 발생한다는 Catala(1995)와 Lee 등

Table 4. Frequency of off-type rice plants as affected different sowing time of off-type rice seed in paddy fields with different cultural practices.

Sowing time of off-type rice seed	Cultural practice of cultivar [†]	Frequency (%)		
		Long-grain red rice	Shoot-grain red rice	Cultivar (Dongjin-byeo)
Before rotavation	DS	9.9	3.8	63.1
	MT	1.5	0.4	-
After rotavation	DS	68.2	18.2	62.5
	MT	4.3	1.1	-

[†]DS : Direct sowing on flooded paddy field surface, MT : Machine transplanting.

Table 5. Culm length of off-type rice plants as affected different sowing time of off-type rice seed in paddy fields with different cultural practices.

Sowing time of off-type rice seed	Cultural practice of cultivar [†]	Culm length (cm)		
		Long-grain red rice	Shoot-grain red rice	Cultivar (Dongjin-byeo)
Before rotavation	DS	97	88	95
	MT	93	80	85
After rotavation	DS	108	100	94
	MT	101	85	85

[†]See table 4.

(1991a)의 보고와 직파재배가 이앙재배보다 이형주 발생량이 많다는 Choi 등(1995), Ferrero & Finassi(1995) 및 Kim 등(1998)의 보고와 유사한 경향이였다.

이형주군의 인위적인 산파 시기별로 발생한 이형주의 간장은 Table 5와 같이 최종 로터리작업 직전에 산파된 경우보다 동진벼의 직파나 이앙과 동시에 산파된 포장에서 길었고, 이형주군별로는 장립적미군이 단립적미군보다 길었다. 재배벼가 기계이앙 재배되는 경우보다 직파재배되는 포장에서 이형주의 간장이 큰 것으로 보아 이앙재배가 이앙작업시 답압 등에 따른 출현부진과 생육초기의 불리한 경합조건 뿐만 아니라 기타 경종방법 등이 이형주 생육에 상대적으로 불리한 것으로 여겨졌다.

한편 최하시켜 직파재배 했거나 육묘 후 이앙재배한 재배벼에 비해 장립적미군은 건조종자의 산파시기나 재배벼의 재배양식에 관계없이 재배벼보다 간장이 길었고, 단립적미군은 건조종자를 재배벼의 파종과 동시에 산파 하였을 경우에만 재배벼보다 간장이 길었으며 다른 경우에는 비슷하거나 작은 경향이였다.

이형주군의 인위적인 산파 시기별로 발생한 이형주의 주당 유효경수는 Table 6과 같이 최종 로터리작업 직전에 산파 하였을 경우보다 동진벼의 직파나 이앙과 동시에 산파한 포장에

Table 6. Tiller number per plant of off-type rice plants as affected different sowing time of off-type rice seed in paddy fields with different cultural practices.

Sowing time of off-type rice seed	Cultural practice of cultivar [†]	Tillers per plant		
		Long-grain red rice	Shoot-grain red rice	Cultivar (Dongjin-byeo)
Before rotavation	DS	29.8	12.2	5.3
	MT	4.3	1.9	12.9
After rotavation	DS	29.6	16.9	5.2
	MT	5.2	2.3	13.1

[†]See table 4.

서 약간 많은 경향이었고, 이형주군별로는 장립적미군이 단립적미군보다 많았으며, 재배양식별로 동진벼가 기계이앙 재배되는 경우보다 직파재배되는 논에서 많았다.

한편 동진벼를 직파재배했을 때의 주당 유효경수는 5.2개 내·외였으나 장립적미군을 동진벼 파종과 동시에 산파 하였을 경우에는 29.6개, 최종 로터리작업 직전에 산파하였을 경우에는 29.8개이었고, 단립적미군의 경우에는 각각 16.9개와 12.2개로 재배벼에 비해 많았다. 또한 동진벼를 기계이앙 재배했을 때의 주당 유효경수는 13개 내·외인 반면 장립적미군을 동진벼 이앙과 동시에 산파하였을 경우에는 5.2개, 최종 로터리작업 직전에 산파하였을 경우에는 4.3개이었고, 단립적미군은 각각 2.3개와 1.9개로 이앙한 재배벼에 비해 적었다.

이상의 발생양상과 간장 및 주당 유효경수의 특성으로 볼 때 재배양식별로는 이앙재배보다 직파재배에서, 이형주의 인위적인 산파 시기별로는 로터리작업 직전에 산파하는 것보다 재배벼의 파종이나 이앙과 동시에 산파했을 때 발생량이 월등히 많고 간장이 길며 주당 유효경수도 많았다. 또한 장립적미군은 단립적미군에 비해 발생량이 많고, 간장이 길 뿐만 아니라 인위적인 산파시기에 따른 간장의 차이가 적으며, 주당 유효경수가 월등히 많은 것으로 보아 발생여건에 대한 상대적인 적응력이 강한 것으로 생각되었다.

포장내의 발생위치

1) 농가포장에서의 발생위치

전남 순천과 구례지역의 이앙재배한 8개소 농가포장에서 벼 이형주의 발생위치를 재배벼 포기에 혼재되거나 가장자리에 발생하는 개체와 재배벼 포기에서 완전히 분리되어 발생하는 개체를 구분하여 조사하였다(Table 7). 발생한 이형주 중 93~100%(평균 98%)의 개체가 재배벼 포기내에 혼재되거나 바로 옆 가장자리에서 발생하였고, 재배벼 포기에서 분리되어 발

Table 7. Ratio of off-type rice plants growing on the condition of mixed or adjoined and separated with hill in the transplanted farmer's paddy field.

Farmer's field no.†	No. of off-type per 100 m ²		Ratio A/(A+B)
	Mixed or adjoined (A)	Separated (B)	
1	6.9	0	1.0
2	86.8	1.8	0.98
3	24.2	1.9	0.93
4	1.6	0.1	0.94
5	10.7	0	1.0
6	28.8	0	1.0
7	24.7	0	1.0
8	251.6	0	1.0
Mean	54.4	0.48	0.98 ± 0.03

†Location of farmer's field : 1, 2; Kurye, 3~8; Suncheon.

Table 8. Ratio of off-type rice plants growing on the condition of mixed or adjoined and separated with hill as affected different sowing time of off-type rice seed in the transplanted paddy field.

Sowing time of off-type	Mixed or adjoined		Separated	
	Long-grain red	Short-grain red	Long-grain red	Short-grain red
Before rotavation	0.12	0.09	0.88	0.91
After rotavation	0.29	0.21	0.71	0.79

생한 개체수는 매우 적어 Suh 등(1997)이 적미를 대상으로 조사한 결과와 유사한 경향이였다.

2) 벼 이형주의 인위적인 파종에 따른 발생위치

벼 이형주의 인위적인 파종시기에 따른 발생위치를 “벼 이형주의 인위적인 파종에 따른 발생양상과 특성” 시험의 이앙재배 포장에서 조사한 결과(Table 8), 농가포장에서 조사한 결과와는 반대로 재배벼 포기에서 분리되어 발생하는 개체가 많았다. 이와 같은 결과는 본 실험에서는 재배벼인 동진벼를 이형주 등이 혼입되지 않은 순도 높은 종자를 이용하였고, 한편으로는 농가포장의 경우 탈락종자가 겨울철 동안 기상여건과 맥류 등의 동작물 재배, 담수 및 경운 등의 포장관리 때문에 활력을 유지한 개체수가 상대적으로 적었을 가능성이 높았을 것으로 생각되었다.

이와 같은 일반 농가포장과 이형주의 인위적인 처리방법에 따른 이형주 발생위치로 볼 때, 다양한 이형주 발생경로가 예상될 수 있겠으나 그중 종자혼입에 의한 경우가 매우 큰 경로인 것으로 생각되었다. 또한 인위적으로 이형주를 산파 하였을 경우 혼종되지 않은 재배종을 사용하였음에도 불구하고 재배벼 포기에 혼재되거나 가장자리에서 발생하는 이형주가 산파시기에 따라 9~29%가 발생하는 것으로 보아 농가포장에서 발생한 이형주 중 일부는 전년도에 탈립되었던 종자에 의해서도 발생하는 것으로 여겨졌다.

적 요

경종조건에 따른 벼 이형주의 발생양상과 특성은 다음과 같다.

1. 벼 이형주의 발생량은 종자의 자가 채종년수가 증가할수록 많았고, 직파재배 포장에서 이앙재배 포장보다 2배 가량 많았다.

2. 재배벼의 재배포장에 장립적미와 단립적미를 인위적으로 산파 하였을 때 담수표면산파 재배에서 기계이앙 재배보다 발생량이 많고 간장이 길고 주당 유효경수가 많았으며, 장립적미가 단립적미보다 이런 특성들을 많이 지녔다.

3. 이앙재배 포장에서 이형주가 재배벼의 포기 밖에서 발생하는 비율은 농가관행재배의 경우 0~6%인 반면, 장립적미와

단립적미를 인위적으로 산파하였을 때는 70.6~91.1% 이기 때
문에 농가포장에서 발생하는 이형주균의 대부분은 종자혼입에
의해 발생하는 것으로 보아진다.

인용문헌

- 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.
- Choi, C. D., B. C. Moon, S. C. Kim, and Y. J. Oh. 1995. Ecology and growth of weeds and weedy rice in direct-seeded rice fields. *Kor. J. Weed Sci.* 15 : 39-45.
- Farrero, 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.
- Fuh, S. M. and J. T. Lim. 1991. Productivity of the rice plants at the abandoned crop field established from the shattered grains by combine harvesting. *Korean J. Crop Sci.* 36 : 79-84.
- 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.
- 국립농산물품질관리원. 1999. 포장검사 및 종자검사 실시요령. pp. 175-178.
- Lee, J. S., K. B. Park, Y. T. Jung, E. S. Yang, and S. K. Lee. 1991a. Effect of tillages on the growth of rice and occurrence of weedy rice in the previously combine harvested paddy. *Res. Rept. RDA* 33 : 125-130.
- Lee, S. P., S. K. Kim, K. S. Lee, and D. W. Choi. 1991b. Occurrence of volunteer rice plants at paddy field harvested with combine. *Korean J. Crop Sci.* 36 : 305-309.
- 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.
- 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.