

## 벼 품종 密陽 23號와 고시히카리의穗形態와穎花退化差異

姜始龍\* · 和田富吉\*\*

### Differences in Panicle Structure and Spikelet Degeneration in Two Different Types of Rice Cultivars: Milyang 23 and Koshihikari

Si-Yong Kang\* and Tomikichi Wada\*\*

**ABSTRACT:** Differentiation and degeneration of spikelets in paddy rice has been studied in high yielding Indica×Japonica hybrid cultivar, Milyang 23 and a Japonica type cultivar, Koshihikari. Germinated seeds planted in 5000<sup>-1</sup> a pots filled with submerged soil and cultured under natural conditions. The young panicles of main stem were continuously dissected and observed by Cryo-SEM from the panicle initiation stage, and investigated about formation position of the differentiation and degeneration spikelet within a panicle of 7 days after heading. The degeneration of spikelet appeared simultaneously throughout panicle just after closure of spikelet by the palea and lemma. Differentiated and degenerated spikelets per panicle were about 240, 80 for Milyang 23 and 87, 6 for Koshihikari, respectively. The spikelets degeneration in Milyang 23 was mainly on the secondary and tertiary branch which were developed from primary branch of middle-basal panicle node and hardly not the spikelets of primary branch, and degeneration rate of secondary and tertiary rachis branch and spikelets for Milyang 23 were 2.5 times greater than those of Koshihikari. The proper relation equation between total differentiation or normal spikelets number per panicle(Y) and each rachis branch number were different between cultivars, i.e.,  $Y=5.5X_1+3.0X_2$  for Koshihikari as previously proposed, but those of Milyang 23,  $Y=5.7X_1+3.5X_2+2.8X_3$  for total differentiation spikelets and  $Y=5.6X_1+3.2X_2+2.4X_3$  for normally developed spikelets, where  $X_1$ ,  $X_2$ ,  $X_3$  are number of primary, secondary, tertiary rachis branch, respectively.

**Key words:** Cryo-SEM, Degeneration, Panicle weight type, *Oryza sativa* L., Panicle, Rachis branch, Rice, Spikelet.

벼의 1穗當 粒數는 단위면적당 수량에서 중요한 구성요소이다<sup>12)</sup>. 1수당 립수는 분화된穎花(小穗)가 정상적으로 발육하여 수정 결실한穎果數에 의해 결정되므로, 1수당 分化된 영화수에서 退

화한 영화수를 뺀 정상의 영화수에 의해 크게 좌우된다<sup>12)</sup>. 따라서 1수당 립수의 형성을 이해하기 위해서는 영화의 분화 발달뿐만 아니라 퇴화영화의 형성에 관한 유전적 및 환경적 제어 요인에 관

\* 湖南農業試驗場(National Honam Agricultural Experiment Station, RDA, Iksan, Chonbuk 570-080, Korea)

\*\* 日本 名古屋大 農學部 (School of Agriculture, Nagoya University, Nagoya 464-01, Japan) <'97. 10. 14 接受>

한 지식이 필요하다. 그러나 영화의 분화발달이나  
 임실 및 등숙에 관여하는 재배적·환경적 요인에  
 관한 연구<sup>2,4,6,10,15)</sup>에 비교하면, 퇴화영화의 형성에  
 관한 정보<sup>12)</sup>는 매우 부족하다. 이것은 始原體단계  
 에서 퇴화하는 영화의 크기가 肉眼으로는 관찰하  
 기 어려운 점도 있어 看過하기 쉬우나, 퇴화영화는  
 잠재적 sink capacity 향상 측면에서 중요하다.

著者들은 前報<sup>4)</sup>에서 다수성 통일계 밀양 23호  
 와 자포니카 품종 고시히카리의 幼穗 및 영화의  
 분화 발달을 Cryo-SEM을 이용하여 세밀히 관찰  
 하여, 특히 밀양 23호가 고시히카리보다 中下位 1  
 次枝梗에서 많은 2차 지경과 2차 및 3차 지경의  
 영화들이 분화하는 것을 밝혔다. 그러나 분화발달  
 한 영화시원체중 어느 정도가 출수하여 개화하는  
 가 또는 퇴화영화의 형성 특성에 관해서는 검토하  
 지 못했다. 그래서 本報에서는 영화시원체가 발육  
 도중에 생육이 정지하여 퇴화하는 樣相을 관찰하  
 고, 이삭 구성형질과 穗內 위치에 따른 퇴화영화  
 의 형성 차이를 중심으로 검토하였다.

## 材料 및 方法

供試한 재료는 前報<sup>4)</sup>와 동일하였다. 즉 密陽 23  
 號와 자포니카 品種 고시히카리의 催芽種子를 토  
 양을 채운 1/5,000 a 포트에 1993년 5월 19일 파  
 종하여, 第4葉 伸長期부터 1포트당 3個體 3株로  
 하여 灌水 조건으로 나고야대학 구내 포장의 망실  
 하우스내에서 재배하였다. 시비는 파종전 화성복  
 합비료(N:P:K, 14:16:14)를 각 포트당 2g씩 기  
 비로 전층혼합하여 주었다. 幼穗始原體 分化期の  
 전후부터 1~2일 간격으로 主莖을 2, 3 개 채취하  
 여, 실체현미경하에서 幼穗를 摘出하였다. 이것들  
 을 재빨리 試料臺에 固着시켜 히타치 S-2300형  
 주사현전자현미경에 부착된 히타치 Cryo 裝置內  
 에 搬入하여, 액체질소로 급속 凍結시킨 다음, 1.  
 5~2.0 KV의 低加速電壓下에서 SEM 관찰을 하  
 고, 사진을 촬영하였다. 또한, 출수 1주일후에 두  
 품종 주경의 이삭을 10개씩 채취하여, 절위별 1차  
 지경장을 측정하고, 지경별 영화 및 퇴화영화의  
 갯수를 실체현미경하에서 조사하였다. 1차 지경

에서 직접 착생한 것을 1차 지경의 영화, 1차 지경  
 에서 분지한 2차 지경에서 착생한 것을 2차 지경  
 의 영화, 그리고 2차 지경에서 분지한 3차 지경에  
 서 착생한 것을 3차 지경의 영화로 구별하였다.

## 結果 및 考察

### 1. 퇴화영화의 Cryo-SEM 관찰

그림 1은 한 1차 지경에서 착생한 영화시원체들  
 로 外內穎이 갇혀있는데 있다. 퇴화하는 영화의 발  
 생이 처음으로 인정되는 시기는 두품종 모두 영화  
 시원체가 발육하여 外內穎이 교합한 이후이었다.  
 密陽 23號의 중하위 1次 枝梗에서는 대부분의 3次  
 枝梗의 영화와 많은 2次 枝梗의 영화가 발육이 정  
 지하고 退化하는 것이 보여졌는데, 그림 2는 한 2  
 차 지경 및 3차 지경 전체의 어린 영화가 퇴화중인  
 것을 나타내고 있다. 그림 3은 한 퇴화중인 영화의  
 표면을 확대하여 본 것인데, 주로 각 영화의 外穎  
 및 護穎 표면세포층의 파괴가 진행되고 있다. 그림  
 4는 영화의 발육과 소지경의 생장이 더 진행된 단  
 계에서 퇴화가 일어나고 있는 것을 나타내고 있는  
 데, 영화 및 소지경의 세포가 표면으로부터 파괴,  
 고사한 것을 볼 수 있다. 그림 5와 그림 6은 각각  
 밀양 23호와 고시히카리로서 퇴화가 더 진행된 출  
 수기경의 양상을 나타내고 있는데, 밀양 23호의 경  
 우 많은 2차 지경 또는 3차 지경의 영화 전체가 같  
 이 퇴화하는데 비교하여, 고시히카리는 하위 1차  
 지경의 기부쪽 2차 지경으로부터 두세개 영화가 퇴  
 화하는 것이 간혹 관찰되었다.

Matsushima<sup>12)</sup>에의하면, 영화의 퇴화는 幼穗  
 先端부위의 영화가 감수분열을 시작하는 시기 이  
 후에 주로 이루어진다고 보고하였는데, 본 연구에  
 서도 外內穎이 교합하기 이전의 영화시원체 단계  
 에서는 퇴화영화를 관찰할 수 없었다. 이러한 결  
 과로부터 퇴화영화의 형성은 外內穎이 교합한 이  
 후에 주로 이루어지고, 그 이전의 시원체 단계에  
 서는 거의 이루어지지 않거나 극히 적은 것으로  
 보인다. 그런데 왜 이렇게 분화되어 상당히 발육  
 이 진행되던 영화가 거의 같은 시기에 생육이 정  
 지되고 퇴화하게 되는가에 관해서는 아직 구체적

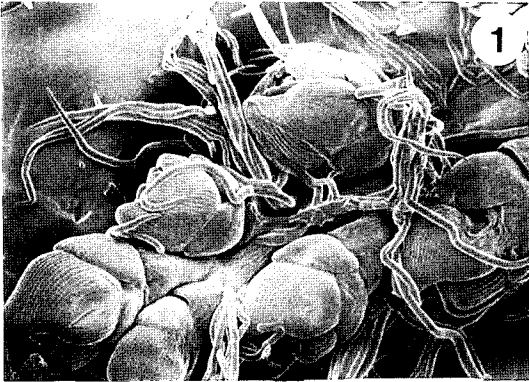


Fig. 1. SEM view of typical spikelets on a primary rachis branch at just before closure stage by the palea and lemma. cv. Milyang 23, Bar size: 500 $\mu$ m.

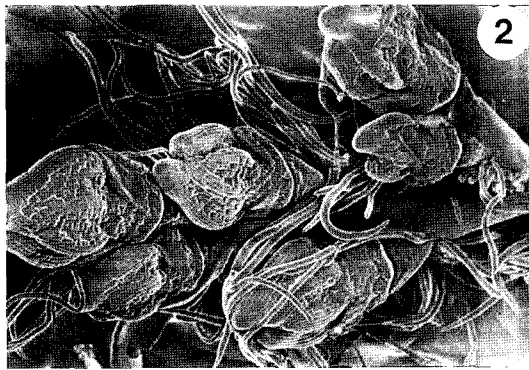


Fig. 2. Degenerating spikelets on secondary and tertiary rachis branch. cv. Milyang 23, Bar size: 500 $\mu$ m.

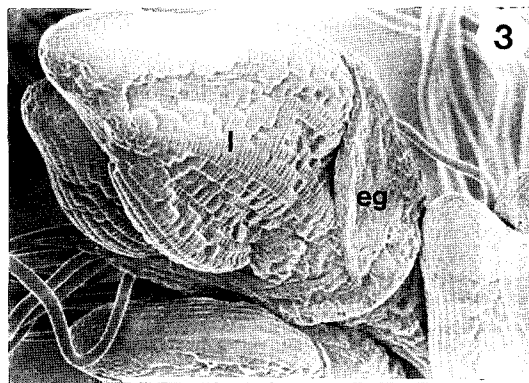


Fig. 3. An enlarged side view of a spikelet showing cell collapsing on surface layer of lemma (l) and empty glume (eg). cv. Milyang 23, Bar size: 500 $\mu$ m.

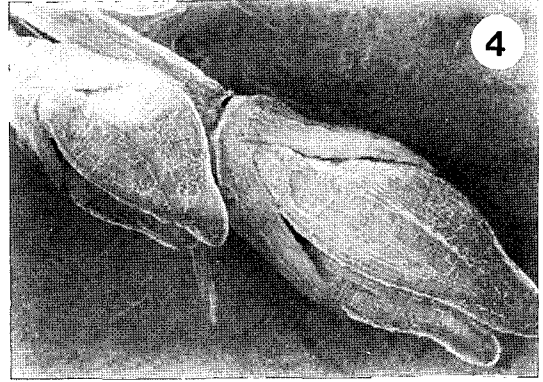


Fig. 4. Degenerating spikelets of a secondary rachis branch which were started from more developed spikelets than Fig. 2, at the stage of about 7 days before heading. cv. Milyang 23, Bar size: 500 $\mu$ m.

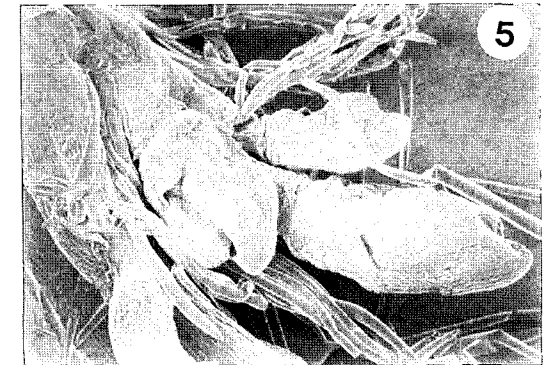


Fig. 5. Degenerating spikelets and secondary rachis branch at heading stage. cv. Milyang 23, Bar size: 500 $\mu$ m.

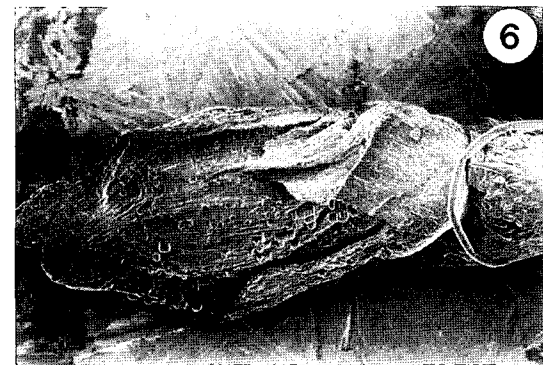


Fig. 6. A degenerated spikelet at heading stage. cv. Koshihikari. Bar size: 500 $\mu$ m.

으로 검토되지 않았으나, 이 시기가 온도나 수분 스트레스 등에 가장 민감한 감수분열기에 해당되므로 영화 내부기관의 발육이나 퇴화에도 관련지어 앞으로 검토가 요망된다.

## 2. 退化穎花의 形成量

표 1은 출수 1주일후의 1수당 각 차원의 지경수 및 영화 그리고 퇴화영화수를 측정 한 결과이다. 기존의 보고<sup>12,13)</sup>에 의하면, 1수당 립수가 많은 품종은 특히 2차 지경의 영화수가 많은 것으로 알려져 있다. 1수당 1차 지경수는 밀양 23호가 고시히카리보다 두 개 정도 많았다. 또한 1수당 2차 지경수 및 2차 지경으로부터의 영화수는 밀양 23호가

고시히카리보다 약 2.5배정도 많았고, 2차 지경 및 2차 지경 영화의 퇴화수도 밀양 23호가 고시히카리보다 월등이 많았다. 지경별 퇴화영화수를 보면, 1차 지경의 영화는 두 품종 모두 거의 없었으나, 2차 지경의 영화는 밀양 23호가 39.6%, 고시히카리가 16.0%이었다. 그리고, 고시히카리에서는 3차 지경의 분화가 전혀 인정되지 않았는데, 밀양 23호에서는 1수당 약10개의 3차 지경이 분화되어 그중 약 70%는 퇴화하였다. 1수당 총분화영화수는 밀양 23호가 약 240개, 고시히카리가 87개 였으나, 그중에 밀양 23호는 1/3정도가 출수 전의 어린 영화 단계에서 퇴화하는데 비교하여, 고시히카리의 퇴화수는 6개로써 10% 미만의 퇴

Table 1. The number of rachis-branches and spikelets in a panicle of Milyang 23 and Koshihikari

	Milyang 23	Koshihikari	LSD
No. of primary rachis branch	11.4 ± 0.83 <sup>‡</sup>	9.3 ± 0.9	**
Spikelet no. of primary branch <sup>†</sup>	63.9 ± 6.4	50.0 ± 4.9	**
Degenerated spikelets no. of primary branch	1.6 ± 2.2 (2.4%) <sup>§</sup>	0.3 ± 0.5 (0.6%)	NS
No. of secondary rachis branch <sup>†</sup>	27.1 ± 4.0	11.2 ± 2.3	**
No. of degenerated secondary branch	13.5 ± 4.6 (33.3%)	1.7 ± 1.9 (13.2%)	**
Spikelet no. of secondary branch <sup>†</sup>	86.9 ± 13.1	31.0 ± 16.7	**
Degenerated spikelets no. of secondary branch	57.0 ± 18.7 (39.6%)	5.9 ± 16.1 (16.0%)	**
No. of tertiary rachis branch <sup>†</sup>	3.1 ± 2.5	0.0	
No. of degenerated tertiary branch	7.1 ± 3.1 (69.0%)	0.0	
Spikelet no. of tertiary branch <sup>†</sup>	7.3 ± 6.2	0.0	
Degenerated spikelets number of tertiary branch	20.8 ± 9.2 (74.0%)	0.0	
No. of spikelets per panicle <sup>†</sup>	158.1 ± 17.5	81.0 ± 9.7	**
No. of degenerated spikelets per panicle	79.3 ± 23.3 (33.4%)	6.2 ± 6.3 (7.1%)	**
No. of total generated spikelets per panicle	237.5 ± 21.8	87.2 ± 11.2	**

<sup>†</sup>: Normally developed spikelet or rachis branch.

<sup>‡</sup>: Mean ± standard deviation for 10 panicle.

<sup>§</sup>: Degeneration rate.

\*\* : Significantly difference at the 1% level. NS: Not significantly difference at the 5% level.

Table 2. The length of each primary rachis branch, differentiation and degeneration number of secondary and tertiary rachis branch within a panicle of Milyang 23 and Koshihikari

	Length of rachis			No. of secondary branch			No. of tertiary branch
	Milyang 23 (mm)	Koshihikari (mm)	LSD	Milyang 23	Koshihikari	LSD	Milyang 23
MPA <sup>†</sup>	144.3± 9.4	124.0±11.6	**				
PB 1 <sup>‡</sup>	73.1±32.8	45.6±10.9	*	5.0±0.8 <sup>§</sup> (3.6±1.0) <sup>¶</sup>	1.7±0.4 (1.0±0.4)	** **	1.6±0.9 (1.5±0.8)
PB 2	95.9±25.9	53.5±6.0	**	4.6±0.8 (2.8±0.7)	2.3±0.5 (0.4±0.6)	** **	1.6±0.9 (1.6±0.9)
PB 3	98.2±12.1	56.9±6.3	**	4.2±0.6 (2.5±0.6)	1.9±0.2 (0.2±0.4)	** **	1.1±0.7 (1.1±0.7)
PB 4	110.3±18.1	65.7±5.0	**	4.3±0.7 (1.0±0.6)	2.0±0.2 (0.1±0.2)	** **	1.5±0.6 (1.2±0.5)
PB 5	114.9± 8.9	63.7±4.6	**	4.3±0.4 (1.0±0.5)	1.7±0.4 (0)	** **	1.5±0.7 (1.1±0.5)
PB 6	114.4±12.2	58.8±3.7	**	3.7±0.4 (1.1±0.8)	1.3±0.4 (0)	**	0.8±0.6 (0)
PB 7	114.3±11.7	56.3±6.5	**	3.7±0.6 (0.5±0.7)	1.3±0.4 (0)	**	1.1±0.5 (0.5±0.5)
PB 8	110.7±10.7	51.7±4.8	**	3.2±0.5 (0)	0.8±0.3 (0)	**	0.8±0.6 (0)
PB 9	101.3±16.6	46.4±3.2	**	2.8±0.5 (0)	0.4±0.5 (0)	**	0.3±0.4 (0)
PB 10	92.2±14.6	40.5±1.1	**	2.5±0.5 (0)	0 (0)		0.1±0.2
PB 11	92.0±11.6	40.0±0.0	**	1.8±0.7 (0)	0		0
PB 12	86.4± 4.4	0		0.8±0.8 (0)	0		0
Mean	100.3	52.6		3.4	1.6		1.00 (0.7)

<sup>†</sup>: Main panicle axis.

<sup>‡</sup>: Number of primary rachis branch from neck of panicle to tip.

<sup>§</sup>: Mean number of degenerated branch ± standard deviation.

<sup>¶</sup>: Mean number of degenerated branch ± standard deviation.

\*, \*\*: Significantly difference at the 5% and 1% levels, respectively.

**Table 3.** Differentiated and degenerated spikelet number of each rachis branch within a panicle of Milyang 23 and Koshihikari

	Spikelet number of						
	primary branch			secondary branch			tertiary branch
	Milyang 23	Koshihikari	LSD	Milyang 23	Koshihikari	LSD	Milyang 23
PB 1	5.2±0.6 <sup>†</sup> (0.5±0.9) <sup>‡</sup>	5.2±0.3 (0.2±0.3)	NS	19.6±3.6 (14.0±4.4)	5.1±0.9 (2.6±1.2)	**	4.3 ±2.4 (4.1 ±2.3)
PB 2	5.5±0.6 (0)	5.6±0.6	NS	17.4±3.4 (11.1±3.7)	6.3±1.4 (1.7±2.0)	**	4.5 ±2.4 (4.5 ±2.4)
PB 3	5.9±0.2	5.4±0.5	**	15.5±2.6 ( 9.9±2.5)	5.2±0.6 (0.6±1.1)	**	3.0 ±2.0 (3.0 ±2.0)
PB 4	5.9±0.4	5.7±0.6	NS	16.3±1.0 ( 8.0±4.8)	5.4±1.1 (0.3±0.5)	**	4.3 ±1.7 (3.5 ±1.6)
PB 5	5.6±0.8	5.7±0.4	NS	15.2±1.8 ( 4.8±2.1)	5.1±1.3 (0)	**	3.8 ±1.8 (2.9 ±1.7)
PB 6	6.2±0.5	5.4±0.6	**	13.1±1.9 ( 4.4±2.7)	3.8±1.0 (0)	**	2.1 ±1.7 (1.5±1.5)
PB 7	6.1±0.4	5.4±0.6	**	13.5±2.6 ( 2.5±2.7)	3.4±1.0 (0)	**	3.0±1.4 (1.8±1.4)
PB 8	6.1±0.5	5.4±0.5	**	11.6±1.9 (0)	2.3±1.0 (0)	**	2.0±1.6 (0.2±0.3)
PB 9	5.6±1.0	4.3±0.7	**	9.6±1.7 ( 0.6±1.0)	0.9±1.1 (0)	**	0.8±1.1 (0.1±0.2)
PB 10	5.7±0.4	2.1±0.4	**	8.4±2.0 (0)	0		0.3±0.5
PB 11	4.6±0.4	0.5±0.0	**	6.1±2.5 (0)	0		0
PB 12	3.6±0.3	0		2.4±2.4 ( 0.2±0.4)	0		0

<sup>†</sup>: Mean differentiated spikelets ± standard deviation for 10 main stem panicles.

<sup>‡</sup>: Mean degenerated spikelets ± standard deviation.

\*\* : Significantly difference at the 1% level, NS: Not significantly difference at the 5% level.

화율을 보였다. 기존의 연구에서 두 품종의 1수당립수 결과를 보면, 밀양 23호가 120~170개, 고시히카리가 70~90개 범위이었다<sup>3,7,8)</sup>. 이러한 결과를 종합해 보면, 고시히카리는 분화한 대부분의 영화가 개화, 임실하는데 비교하여, 밀양 23호는 잠재적인 영화 분화능력은 월등히 높지만 그 중에 많은 수가 출수이전에 퇴화하는 것을 나타낸다.

Manaka & Matsushima<sup>11)</sup>에 의하면, 1수당 영화수(Y)와 1차 지경수(X<sub>1</sub>) 및 2차 지경수(X<sub>2</sub>)

의 사이에는  $Y=5.5X_1+3.0X_2$  라는 관계식이 성립한다고 하였는데, 이 식에 고시히카리의 1,2차 지경의 영화수를 대입하여 계산해 보면, 1수당 영화수는 84.7개로 실제 분화영화수(87.2) 및 정상영화수(81.0)와 유사하였다. 그러나, 3차 지경(X<sub>3</sub>) 및 3차 지경의 영화가 상당수 분화하며, 2차 지경의 영화수도 많은 밀양 23호의 경우는 이 관계식으로는 성립되지 않아 자포니카벼에서만 유 의한 것으로 판단되었다. 각 지경별 영화수를 가

지고 계산해낸 밀양 23호에 적당한 관계식은 1수당 총분화영화수의 경우  $Y_1=5.7X_1+3.5X_2+2.8X_3$ 이고, 정상영화수의 경우는  $Y_2=5.6X_1+3.2X_2+2.4X_3$  이었다. 밀양 23호의 관계식에서 보는 바와 같이 1차 지경당 평균 1차 지경의 분화영화수는 5.7개이고, 2차 지경 1개의 분화영화수는 3.5개, 3차지경 1개의 분화영화수는 2.8개임을 알 수 있다.

### 3. 穗内 위치별 枝梗 및 退化 穎花의 形成差異

穂首節부터 shoot 정단분열조직이 퇴화된 혼적까지의 길이인 穂軸長은 밀양 23호가 144mm로 고시히카리 124mm보다 약10% 정도 길었다. 1차 지경장도 밀양 23호가 고시히카리보다 두배가까이 길었는데, 두품종 모두 중위의 것이 길며 기부와 선단으로 갈수록 짧아지는 경향이였다(표 2, 그림 7). Sasahara et al.<sup>13)</sup>은 1차 지경당 着粒數를 기준으로 밀양 23호는 하위의 1차 지경의 粒數가 많은 下位優勢型 품종으로 분류하였는데, 표 3의 결과도 이와 유사하여 하위와 중위의 1차 지경당 2차 지경수 및 2차지경의 영화수는 밀양 23호가 고시히카리보다 약 3배 정도 많았다.

밀양 23호의 1차 지경 영화의 퇴화정도를 보면 하위 지경일수록 높고, 상위 지경일수록 감소하는 경향이었는데, 3차 지경의 영화도 거의 유사하였

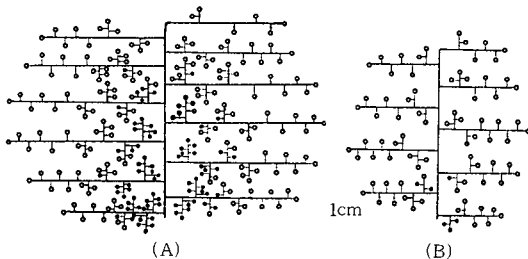


Fig. 7. Schematic diagram of typical formation of differentiation and degeneration of spikelets on a panicle in Milyang 23 (A) and Koshihikari (B). ○: Normally developed spikelet, ●: degenerated spikelet. The bar size(1cm) is relatively to the length of main panicle axis and primary rachis branch.

다. 이와같이 중하위 1차 지경의 2, 3차 지경이 많이 퇴화하는 것은 이런 영화일수록 상위의 1차 지경의 영화보다 발육이 느리고<sup>4,12)</sup>, 유관속조직의 미발달<sup>9)</sup> 및 전류물질 경합상의 불리함<sup>5)</sup> 등의 요인에 의한 것으로 보여진다. 밀양 23호가 1수당 영화수가 많은 것은 인디카계통의 특성을 이어받은 것으로 보여지는데<sup>7,15)</sup>, 통일계, F<sub>1</sub>잡종 및 IRR1의 신초형(new plant type) 등 다수성 벼품종의 대부분도 밀양 23호와 같은 1수당 립수가 많은 특성을 나타낸다.<sup>3,7,14,15)</sup> 그러나 이러한 수중형 벼 품종들의 대부분은 잠재적인 영화 분화능력은 많지만 퇴화영화수도 많고, 임실 및 등숙 정도도 낮은 등의 문제가 있어<sup>1,3,7,15)</sup>, 1수당 영화의 형성을 제어하는 유전적, 재배적 및 환경적 요인 그리고 적정 영화수와 수량형성과의 관계에 관해서는 앞으로도 많은 연구가 기대된다.

## 摘 要

벼 多收性 통일계 密陽 23號와 日本型 品種 고시히카리를 1/5,000 a 포트에 재배하여, 幼穂分化期부터 退化 穎花의 形成과정을 중심으로 Cryo-SEM 관찰하고, 穗内 위치별 형성 특성에 관해서 검토하였다.

1. 퇴화영화는 穂 下端部 1次枝梗의 穎花始原體가 발육하여 外穎과 內穎이 서로 交ผสม한 이후에 穂 전체에서 거의 동시적으로 발생하였는데, 처음에는 주로 外穎 및 護穎의 일부 표면세포의 고사 파괴로부터 시작되어 전표면세포 및 小枝梗 표면의 파괴로 발달하는 樣相을 나타냈다.
2. 出穂 7일후에 조사한 1穗當 分化穎花數 및 퇴화영화수는 밀양 23호가 각각 약 240개, 80개인데 비교하여, 고시히카리는 각각 87개, 6개로, 밀양 23호가 고시히카리보다 3배가까이 많았다. 또한 밀양 23호는 특히 中下位의 1차지경에서 많은 2차 및 3차지경의 영화가 형성되며, 退化率도 약 2.5배 고시히카리보다 높았다.
3. 1수당 영화수(Y)와 1차, 2차, 3차 지경수(각각  $X_1$ ,  $X_2$ ,  $X_3$ )와의 關係式은 고시히카리의 경우 기존의 보고와 같이  $Y=5.5X_1+3.0X_2$ 가 적합

하였으나, 밀양 23호의 경우 분화영화수의 경우는  $Y_1=5.7X_1+3.5X_2+2.8X_3$ , 정상영화수의 경우는  $Y_2=5.6X_1+3.2X_2+2.4X_3$  가 적합하였다.

## LITERATURE CITED

1. Akita S and Ishikawa T. 1996. Growth characteristics of IRRI developed new rice plant type breeding lines in Japan. *IRRN* 21:44-45.
2. Hasegawa T, Kuroda Y, Sleigman Noa'm G and Horie T. 1994. Response of spikelet number to plant nitrogen concentration and dry weight in paddy rice. *Agron. J.* 86:673-676.
3. 石原 邦 1997. 1996年度日本作物學會シンポジウム. 作物の生理生態からみた多收性-水稻を例として. *農及園*72:555-560.
4. Kang S.Y, Takeoka Y and Wada T. 1997. Comparison of panicle and spikelet development in rice cultivars Milyang 23 and Koshihikari. *Korean J. Crop Sci.* 42:503-514.
5. Kato T. 1995. Changes of sucrose synthase activity in developing endosperm rice cultivars. *Crop Sci.* 35:827-831.
6. Kobayasi K and Horie T. 1994. The effect of plant nitrogen condition during reproductive stage on the differentiation of spikelets and rachis-branches in rice. *Jpn. J. Crop Sci.* 63: 193-199.
7. Komatsu Y, Kon T, Matsu K, Katayama N and Kataoka T. 1984. Varietal characters of high-yielding foreign rice. *Bull. of Shikoku Agri. Exp. Sta.* 43:1-37.
8. Kwon K.C and Park S.K. 1989. Studies on the ripening characteristics, germination speed and quality among different floret of Japonica and Tongil type of rice under different growing season. *Korean J. Crop Sci.* 34:310-323.
9. Lai K.L, Tai K.S and Lin S.T. 1996. Physiological studies on the grain development of subtropical rice plant (*Oryza sativa*). In Ishii R. & Horie T.(eds). *Crop Research in Asia: Achievements and Perspective.* ACSA p. 173-178.
10. Lee S.Y and Kwon Y.W. 1995. Changes in sink capacity and source activity of rice cultivars in response to shift of heading date. *Korean J. Crop Sci.* 40:260-267.
11. Manaka T and Matsushima S. 1971. Analysis of yield determining process and its application to yield prediction and culture improvement of low land rice. 100. Diagnosis of rice culture by morphological observation of adult panicles. *Proc. Crop Sci. Soc. Japan* 40:101-108.
12. Matsushima S. 1957. Analysis of developmental factors determining yield and yield prediction in lowland rice. *Bull. Nat'l. Inst. Agric. Sci.* A5: 1-271.
13. Sasahara T, Komada K and Kambayashi M.M. 1982. Studies on structure and function of rice ear. 4. Classification of ear type by number of grain on the secondary rachis-branch. *Jpn. J. Crop Sci.* 51:26-34.
14. Song X, Agata W and Kawamitsu Y. 1990. Studies on dry matter and grain production of F<sub>1</sub> hybrid rice in China. 2. Characteristic of grain production. *Jpn. J. Crop Sci.* 59:29-33.
15. Yamamoto Y, Yoshida T, Enomoto T and Yoshikawa G. 1991. Characteristics for efficiency of spikelet production and the ripening in high yielding Japonica-Indica hybrid and semidwarf Indica rice varieties. *Jpn. J. Crop Sci.* 60:365-372.