韓作誌(Korean J. Crop Sci.), 49(3): 199~206(2004)

태풍에 의한 벼 잎 파열의 품종간 차이 및 잎 파열이 수량과 미질에 미치는 영향

홍광표† · 김영광 · 정완규 · 손길만 · 송근우
경상남도농업기술원

Variation in Leaf Mechanical Damage by Typhoon among Rice Cultivars: Effects on Yield and Rice Quality

Kwang-Pyo Hong, Yeung-Gwang Kim, Wan-Kyu Joung, Gil-Man Shon, and Geun-Woo Song
Gyeongnam Agricultural Research and Extension Services, Chinju 660-370, Korea

ABSTRACT : Typhoon "MAEMI", happened in September 2003, hit the great damage to Gyeongnam province area. Especially, rice plant was lodged or severe leaf damage was caused. This study was conducted to find out the extents of leaf damage among different rice cultivars, and to evaluate rice yield and eating quality due to leaf damage after typhoon. Rice cultivars torn off over half of the flag leaf length (FLL) were one medium-late maturing cultivar (Dongjin1), medium maturing cultivar (Yeonganbyeo), eight early maturing cultivars (Samcheonbyeo, Joungwabyeo, Munjangbyeo, Taebongbyeo, Odaebyeo, Sambaegbyeo, Sobaegbyeo, Sinunbongbyeo), two Tong-il type cultivars (Samgangbyeo, Namcheonbyeo), and three special use cultivars (Heukseonchalbyeo, Jinbuchalbyeo, Yangjobyeo). Cultivars torn off below 1/10 FLL were eight medium-late maturing cultivars (Chucheongbyeo, Daecheongbyeo, Saechucheongbyeo, Donganbyeo, Daeyabyeo, Hwamyeongbyeo, Yeongsanbyeo, Dongjinbyeo) and two medium maturing cultivars (Donghaebyeo, Gumobyeo2). The rest cultivars were tore off by 1/10~1/2 FLL. In yield components, the longer was flag leaf damage, the lower was ripened grain ratio, grain weight and brown/rough rice ratio, which was severly impacted to late than to ordinary season cultivation. However, rice yield did not decrease up to tearing by 1/10 FLL. Head rice ratio decreased from flag leaf tearing over 1/10 FLL in late season cultivation. The longer was flag leaf damage, the lower was eating quality, which could not show significantly different.

Keywords: rice, typhoon, torn-leaf, rice quality, yield

벼에 대한 바람의 피해는 크게 기계적 장해, 수분 생리적 장해, 조풍 피해로 나눌 수 있다. 기계적 장해는 강풍에 의한 도복, 탈립, 잎의 파열 등이며, 수분 생리적 장해는 건조한 바람이 불 때 탈수에 의한 잎의 위조나 변색립, 백수 등이다. 우리나라는 8-9월경 강우를 동반한 태풍이 접근하여 큰 피해를 입힌다.

2003년에 경남지역을 통과한 태풍(제14호 매미)은 그림 1과 Table 1에서 보는 바와 같이 세력이 매우 강해 농경지의 침관수, 벼 도복과 함께 벼 잎이 심하게 찢어지는 피해를 입혔다. 강풍에 의해 벼 잎이 심하게 찢어지는 품종의 특성은 잎이 低wax, 無毛茸이고(이 등, 2000), 엽신이 짧고, 엽폭이 넓고, 엽신중 규화세포수가 많으며, 氣孔開度가 큰 통일형 품종이며(양 등, 1988), 잎의 길이가 길고, 폭이 넓다(윤 등, 2000)고 하였다. 강풍에 의한 엽신 고사율은 연구자에 따라 다소 차이가 있으나, 자포니카형 품종일 경우 3.1-6.0%, 통일형 품종일 경우 5.1-8.0%정도라고 하였다(농촌진흥청, 2001; 양 등, 1988). 태풍 "매미" 내습시 같은 방법으로 재배된 벼 품종별 잎 파열 정도 및 잎 파열에 의한 미질 변화 등 몇 가지 결과를 얻었으므로 이를 보고하는 바이다.

재료 및 방법

태풍 "매미" 경과현황

태풍 "매미"는 2003년 9월 12일 20시에 경남 사천부근으로 상륙하여 함안을 거쳐 대구로 지나갔다(Fig. 1).

이때 최대 순간풍속은 제주도 60.0 m/sec, 여수 49.2 m/sec, 통영 43.8 m/sec로 매우 강하였다(Table 1). 이러한 태풍진로와 풍속 때문에 농경지 유실과 침수, 인명피해 등 많은 손실을 입었다.

태풍에 의한 벼 잎 파열 정도 조사

경상남도농업기술원 시험포장에서 주남벼 등 107품종을 대상으로 수확기인 10월 4일에 잎파열 정도를 조사하였다. 조사

†Corresponding author: (Phone) +82-055-750-6217 (E-mail) hongkp@mail.knrda.go.kr
<Received April 28, 2004>

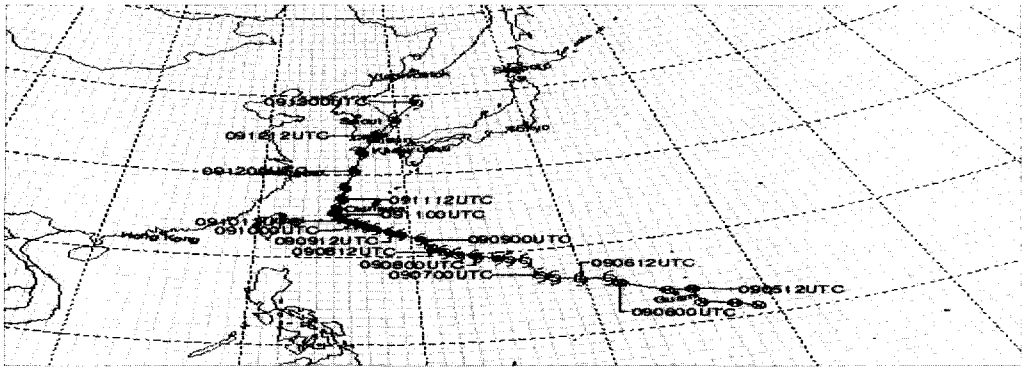

Fig. 1. The path of the typhoon "MAEMI".

Table 1. Wind velocity of stricken district by the typhoon "MAEMI".

Items	Jeju	Yeosu	Tongyoung	Busan
		----------m/sec----------		
Maximum wind velocity	39.5(18:12)	35.9(19:51)	30.0(20:53)	26.1(22:10)
Maximum instantaneous wind velocity	60.0(18:11)	49.2(18:57)	43.8(20:57)	42.7(21:01)

내용은 지엽과 2엽 및 3엽의 전체 길이와 찢어진 길이를 조사하고, 또 그 비율을 계산하였다. 재배방법은 5월 6일에 파종하여 6월 5일에 줄넓이 30 cm, 포기넓이 15 cm로 이앙하였으며, 비료는 질소, 인산, 가리를 10a당 각각 11, 4.5, 5.7 kg을 시용하였다. 분시방법은 질소는 밑거름(이앙전 2일)과 가지치기 거름(이앙후 13일) 및 이삭거름(출수전 25일)을 50-20-30%로, 인산은 전량 밑거름으로, 가리는 밑거름과 이삭거름을 70-30%로 나누어 뿌렸다. 그 외 관리는 경상남도농업기술원 표준재배법에 준하였다.

벼 잎 파열이 수량과 미질에 미치는 영향

재배시기가 다른 벼를 대상으로 잎파열 정도별 쌀 수량과 미질 관련형질을 보통기 재배와 맥후작 재배로 나누어 조사하였다. 보통기 재배는 일미벼를 6월 2일 이앙하여 10월 6일 수확하였으며, 맥후작 재배는 화성벼를 6월 23일 이앙하여 10월 23일 수확하였다. 이 때 잎파열 정도는 지엽이 50%이상 파열된 것을 "심", 30%정도 파열된 것을 "중", 10%미만 파열된 것을 "약"으로 구분하였다. 쌀 수량과 미질은 재배시기별 30a 필지에서 지엽파열 정도에 따라 분리 수확하여 3반복으로 조사하였다. 수량구성요소와 수량조사는 농촌진흥청 조사기준에 준하였으며, 식미치는 식미계(MA-90, Toyo)를, 완전미 등을 비롯한 쌀의 품위는 쌀 품질판정기(RS-2000X, Shzuok Seiki)를 이용하였다.

결과 및 고찰

태풍에 의한 벼 잎파열의 품종간 차이

제 14호 태풍 "매미"는 2003년 9월 12일 경남 사천 부근으로 상륙하여 인명과 농작물에 많은 피해를 입혔다. 경상남도농업기술원 시험포장에서 5월 6일에 파종하여 6월 5일에 이앙한 주남벼 등 107품종을 대상으로 10월 4일에 잎길이, 잎파열길이 및 파열비율을 조사하여 Appendix 1에 나타내고, 그것을 구분하여 Fig. 2, 3, 4에 나타내었다.

벼 잎 길이는 지엽이 짧고, 3엽이 가장 길었으며, 하위 잎일수록 품종간 차이가 큰 것을 알 수 있었다(Fig. 2).

벼 잎의 파열길이를 Fig. 3에서 보면 지엽의 파열이 가장 심하였으며, 하위 잎일수록 그 정도가 줄어들었다. 그리고 잎파열 길이는 품종간 차이가 매우 뚜렷한 것을 볼 수 있었다.

벼 잎의 전체길이에 대한 파열된 길이의 비율을 Fig. 4에 나타내었다. 벼 잎의 파열비율은 길이와 마찬가지로 상위 잎일수록 파열정도가 심하였으며, 품종간 차이는 매우 큰 것을 확인할 수 있었다. 상위 잎이 심하게 파열되는 것은 초관

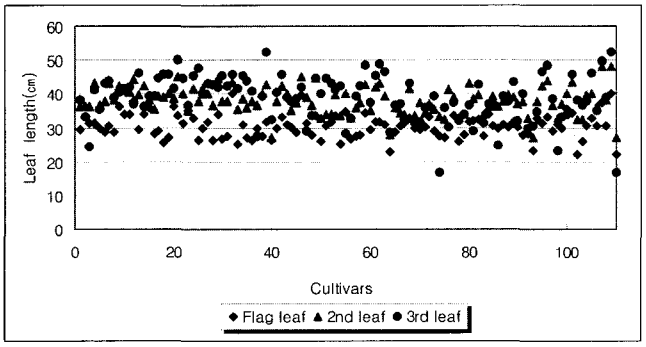

Fig. 2. Distribution of normal leaf length according to rice cultivars in damaged area caused by the typhoon "MAEMI".

(canopy)이 태풍에 더 많이 노출되기 때문으로 판단된다. 태풍 '셀마'(최대풍속 15 m/sec, 1987년 7월 15일) 내습에 의해 전체 잎 길이에 대한 찢어진 잎길이는 자포니카형이 4-6%, 통일형이 6-8%정도라고 하였다(농촌진흥청, 2001). 그러나 태풍 '매미'에 의한 엽신파열은 지엽이 32.5%, 2엽이 6.1%, 3엽이 0.3%로 태풍 '셀마'때 보다 훨씬 큰 것을 볼 수 있었다. 이는 태풍 '매미'때의 최대풍속은 30 m/sec이고, 내습시기도 등숙기였기 때문으로 사료된다.

또한 잎 파열 정도를 생태형별 품종간 비교해보면 지엽의 50% 이상이 파열된 것은 15품종, 30~50% 파열된 것은 47품

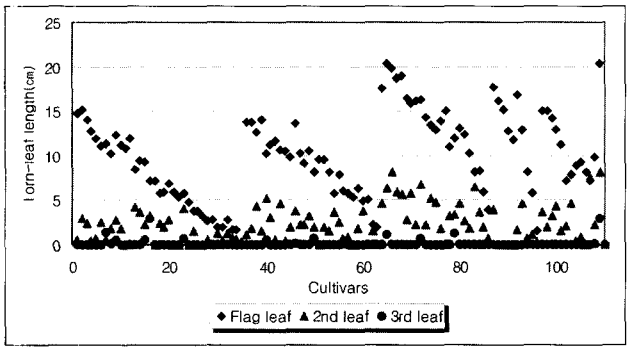

Fig. 3. Distribution of tearing leaf length according to rice cultivars in damaged area caused by the typhoon "MAEMI".

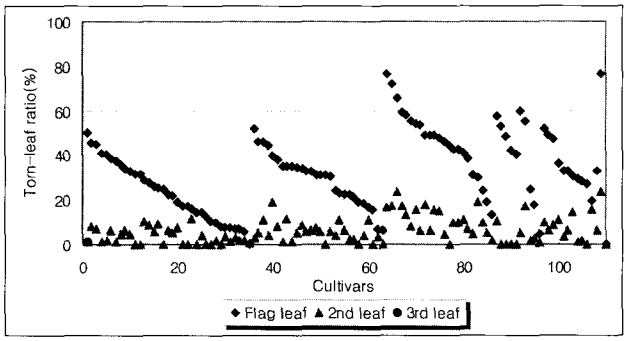

Fig. 4. Distribution of tearing leaf length ratio according to rice cultivars in damaged area caused by the typhoon "MAEMI".

Table 2. Classification of cultivars showing tearing leaf length ratio by the typhoon "MAEMI".

Cultivars	Extent of leaf damage(%)			
	10	1030	3050	50
Total	11	34	47	15
Medium-late maturing cultivars	Dongjinbyeo Yeongsanbyeo Hwamyeongbyeo Daeyabyeo, Donganbyeo Saechucheongbyeo Daecheongbyeo Chucheong,byeo (8)	Hwasambyeo, Hoanbyeo Ilmibyeo, Mankeumbyeo Daesanbyeo, Hwasinbyeo Nampyeongbyeo, Sujinbyeo Nagdongbyeo, Namgang Daeanbyeo, Yeongnambyeo Mihyangbyeo, Tamjinbyeo Geumnambyeo(15)	Junambyeobyeo, Seoganbyeo Hojinbyeo, Saegyehwabyeo Hyangnambyeo, Sindongjinbyeo Donganbyeo, Ilpumbyeo Jongnambyeo, Hyangmibyeo1 Hwanambyeo (11)	Dongjin1(1)
Medium maturing cultivars	Geomobyeo2 Donghaebyeo (2)	Daepyeongbyeo Manwolbyeo Seogjeongbyeo Naepungbyeo Anseongbyeo, Jinpumbyeo Geomobyeo1 Hwaseongbyeo Sobibyeo(9)	Juanbyeo, Geumanbyeo Kwanganbyeo, Seoanbyeo Samdeokbyeo, Yeonghaebyeo Haepyeongbyeo, Surabyeo Hwayeongbyeo, Sampyeongbyeo Palgongbyeo, Manpungbyeo Hwajungbyeo, Hwabongbyeo Hwaanbyeo, Junganbyeo (16)	Yeonganbyeo(1)
Early maturing cultivars	-	Joryeongbyeo Manhobyeo Jungsanbyeo Daejinbyeo (4)	Sangmibyeo, Saesangjubyeo Namweonbyeo, Jinbongbyeo Unbongbyeo, Hyangmibyeo2 Singeomobyeo, Sangjubyeo Mananbyeo, Sangsanbyeo Manchubyeo(11)	Samcheonbyeo Junghwabyeo, Munjangbyeo Taebongbyeo Odaebyeo Sambaekbyeo Sobaegbyeo Sinunbongbyeo(8)
Tongil type	-		Andabyeo, Dasanbyeo Areumbyeo(3)	Samgangbyeo Namcheonbyeo(2)
Glutinous rice	Aryanghyangchalbyeo(1)	Seolhyangchalbyeo Sinseonchalbyeo(2)	-	Heukseonchalbyeo Jinbuchal(2)
The others	-	Seolgaengbyeo, Heugnambyeo Goamy, Daeripbyeo1(4)	Jeokjinju, Goamy2 Baegjinju, Heukjinju Manmi, Heughyang(6)	Yangjo(1)

종, 10~30% 파열된 것은 34품종, 10% 이하 파열된 품종은 11품종이었다(Table 2, Appendix 1 참조). 생태적인 차이와 지엽 파열정도를 보면 대체로 조생종이 많이 파열되고, 다음이 중생종, 중만생종 순이었는데, 이는 생육의 진전에 따른 잎의 노화와 관련이 있는 것으로 판단되는데, 상관계수(n=107)로 그 정도를 보면 출수후 일수와 찢어진 잎 길이와는 0.424, 찢어진 잎 비율과는 0.466으로 매우 높은 상관이 있는 것을 볼 수 있었다. 또한 통일형 품종은 자포니카형 보다 잎파열이 많았는데 이는 벼 잎이 직립이면서 뻣뻣한 것과 관련이 있을 것으로 판단된다.

벼 지엽 파열이 수량과 미질에 미치는 영향

보통기와 맥후작으로 재배된 벼를 대상으로 잎파열 정도별 쌀 수량과 미질 관련형질을 조사하여 Table 3에 나타내었다. 보통기 재배는 6월 2일 이앙하여 10월 6일 수확하였고, 맥후작 재배는 6월 23일 이앙하여 10월 23일 수확하였다. 이 때 잎파열 정도는 조사방법에 표시된 바와 같이 구분하였다. 지엽 파열정도에 따른 수량구성요소의 변화를 보면 지엽 파열이 심할수록 등숙률, 현미 천립중, 정현율 다같이 낮아지는 경향이었으며, 그 정도는 보통기 재배보다 맥후작 재배에서 더 컸다. 수량은 보통기 재배일 경우 지엽 파열이 10%정도(피해정도 "약")까지 수량감소가 없었으나, 맥후작 재배에서는 지엽 파열정도에 따라 뚜렷이 감소되었다. 또한 백미 완전미율은 보통기 재배에서는 지엽 파열이 30%(피해정도 "중")부터, 맥후작 재배에서는 10%정도(피해정도 "약")부터 낮아지는 것을 볼 수 있었다. 이와 같이 지엽 파열에 대한 수량이나 쌀 품위가 맥후작 재배에서 더 뚜렷이 열악해지는 것은 잎 파열 시기부터 수확까지의 기간이 길었기 때문으로 보인다. 그러나 식미치는 지엽 파열이 클수록 다소 낮아지는 경향이나, 통계적인 유의성은 인정되지 않았다.

최 등(1981)은 벼 출수기 강풍에 의한 피해는 영이 기계적으로 마찰되어 갈색영이 발생되고, 이로 인해 심복백이 증가되고, 등숙률, 천립중, 수량이 감소된다고 하였다. 이러한 결과는 본 조사와 비교해 볼 때 피해시기와 피해부위가 다소 다르나 결과는 대체로 일치하는 경향을 보인다.

이상의 결과, 즉 잎 파열의 품종간 차이, 잎 파열에 따른 수량구성요소와 완전미 수량 및 미질의 변화 등의 결과는 태풍 상습지역에 알맞은 품종 육성이나 재배법 개발에 적용될 수 있을 것으로 판단된다.

적 요

2003년 9월 12일에 경남지역을 통과한 태풍(제14호 매미)은 세력이 매우 강해 농경지의 침관수, 벼 도복과 함께 벼 잎이 심하게 찢어지는 피해를 입혔다. 벼 품종별 잎 파열정도 및 잎 파열 정도에 따른 미질 변화정도를 보기 위하여 경상남도 농업기술 시험포장에서 같은 방법으로 재배된 벼 품종을 대상으로 품종간 잎파열 정도를 비교하고, 같은 품종에서 잎파열 정도에 따른 미질변화를 조사한 결과는 다음과 같다.

1. 품종간 잎파열 정도를 보면 지엽 길이의 50% 이상이 파열된 품종은 동진1호(중만생종), 영안벼(중생종), 삼천벼, 중화벼, 문장벼, 태봉벼, 오대벼, 삼백벼, 소백벼, 신운봉벼(조생종), 삼강벼, 남천벼(통일형), 흑선찰벼, 진부찰벼, 양조벼이었음. 지엽 길이의 10% 이하 파열된 품종은 추청벼, 대청벼, 새추청벼, 동안벼, 대야벼, 화명벼, 영산벼, 동진벼(중만생종), 동해벼, 금오벼2호(중생종), 아량향찰벼이었다. 그 외 품종은 중간 정도이었다.

2. 잎 파열정도에 따른 수량구성요소의 변화를 보면 잎 파열이 심해질수록 등숙률, 천립중, 정현율 다같이 낮아지는 경향을 보였음. 보통기보다 맥후작에서 그 차이가 컸다.

3. 수량은 보통기 재배일 경우 잎 파열이 10%정도(피해정도 "약")까지 수량감소가 없었으나, 맥후작 재배에서는 잎파열에 따라 뚜렷이 감소되었다.

4. 백미 완전미율을 보면 보통기 재배에서는 잎파열이 30%(피해정도 "중")부터, 맥후작 재배에서는 10%정도(피해정도 "약")부터 낮아졌다.

Table 3. Yield, yield components and milled rice quality as affected by extent of leaf damage caused by the typhoon "MAEMI".

Transplanting time & cultivars	Damaged leaf status	Ripening ratio (%)	1000 grain wt. (brown rice, g)	Brown/ rough rice ratio (%)	Yield (kg/10a)	Apparent quality of milled rice(%)				Eating quality
						Head	Chalky	Broken	Damaged	
2-June (Ilmibyeo)	Normal	91.6	21.8	83.2	499a†	71.3a†	20.9	6.3	1.5	68.6a†
	10%	89.9	21.4	82.9	476a	68.8a	22.1	7.3	1.8	66.4a
	30%	88.6	21.0	82.9	441b	62.5b	28.2	8.4	0.9	66.4a
	>50%	86.5	20.8	82.6	439b	57.0c	31.4	10.8	0.8	65.7a
23-June (Hwaseong byeo)	Normal	89.8	20.2	83.5	482a	59.3a	30.9	5.9	3.9	69.9a
	10%	89.8	20.3	83.2	448b	47.9b	38.4	11.3	2.5	67.2a
	30%	88.8	20.2	82.7	427bc	47.3b	35.7	11.8	5.2	68.6a
	>50%	87.1	19.7	82.2	417c	36.9c	46.1	15.1	1.9	67.9a

† Within a column, means followed by the same letter are not significantly different at the 5% level by DMRT

5. 식미치는 잎파열이 클수록 다소 낮아지는 경향이나 통계적인 유의성은 인정되지 않았다.

인용문헌

최상진. 1981. 벼 출수기 강풍이 영화발육과 수량형질에 미치는 영향. 한작지 26(3) : 219-225.

곽광표, 김장용, 강동주, 손길만, 신원교. 1996. 저온 및 고온년도에 재배된 벼의 생육시기별 기상영향과 수량반응. 농시논문 38(2) : 291-298.

이점식, 서학수, 김호영, 임상종, 장재기, 오병근, 김순철. 2000. 벼 풍해 저항성관련 형태 생리적 특성 탐색. 한육지 32(2) : 139-141.

농촌진흥청. 1986. 한국의 농업기상특징과 수도기상재해대책. p194.

농촌진흥청. 2001. 벼 기상재해 대책기술. p284.

농촌진흥청. 2003. 농업과학기술 연구조사분석기준. p838.

양의석, 강양순, 정연태, 정근식. 1988. 태풍에 의한 벼 엽신 손상과 엽신특성과의 관계. 한작지 33(2) : 201-204.

윤영환, 강양순, 김정곤, 정남진, 곽강수. 2000. 벼 생육중기 및 출수기 태풍 "올가" 건풍에 의한 엽신피해의 품종간 차이와 수량 및 품질 변화. 작물시험연구논총 1 : 236-242.

영남농업시험장. 1988. 영남지역작물기상재해. p358.

Appendix 1. Distribution of rice cultivars according to extent of leaf damage caused by the typhoon "MAEMI".

Ecotype	Cultivars	Days after heading date	Leaf length()			Damaged leaf length()			Damaged leaf ratio(%)		
			Flag leaf	2nd	3rd	Flag leaf	2nd	3rd	Flag leaf	2nd	3rd
Medium-late maturing cultivars	Dongjin1	27	29.3	36.2	38.2	14.7	0.5	0.0	50.0	1.4	0.0
	Junambyeo	27	33.3	36.3	33.3	15.2	3.0	0.0	45.6	8.3	0.0
	Seoganbyeo	26	31.2	36.3	24.3	14.0	2.4	0.0	44.9	6.7	0.0
	Hojinbyeo	24	31.3	43.2	41.2	12.8	0.4	0.0	40.7	1.0	0.0
	Saegyehwabyeo	26	30.0	36.7	35.5	12.0	0.7	0.0	40.0	2.0	0.0
	Hwangnambyeo	25	28.7	37.8	43.0	11.1	2.5	0.0	38.7	6.6	0.0
	Sindongjinbyeo	27	30.5	43.2	44.0	11.4	0.6	1.4	37.4	1.4	3.2
	Donganbyeo	23	28.8	38.2	38.8	10.2	1.8	0.2	35.4	4.7	0.5
	Ilpumbyeo	25	36.3	42.3	40.5	12.4	2.8	0.5	34.1	6.6	1.2
	Jongnambyeo	24	34.2	40.8	41.8	11.2	1.8	0.0	32.9	4.5	0.0
	Hwangmibyeo1	26	34.0	40.7	42.0	10.8	0.0	0.0	31.8	0.0	0.0
	Hwanambyeo	27	37.8	44.3	37.2	11.9	0.0	0.0	31.5	0.0	0.0
	Hwasambyeo	22	29.3	39.7	46.2	8.4	4.2	0.0	28.6	10.6	0.0
	Hoanbyeo	26	34.0	42.3	36.2	9.4	3.7	0.0	27.6	8.7	0.0
	Ilmibyeo	24	36.0	38.2	39.2	9.3	2.2	0.5	25.8	5.8	1.3
	Mankeumbyeo	24	28.3	35.7	39.2	7.1	3.2	2.9	25.1	9.0	7.4
	Daesanbyeo	24	29.0	39.3	44.7	7.2	0.0	0.0	24.8	0.0	0.0
	Hwasinbyeo	23	25.7	39.0	45.8	5.8	2.4	0.0	22.6	6.2	0.0
	Nampyeongbyeo	25	27.2	40.2	45.7	5.9	2.0	0.0	21.7	5.1	0.0
	Sujinbyeo	24	36.3	38.5	41.8	6.9	2.8	0.0	19.0	7.3	0.0
	Nagdongbyeo	25	33.8	45.2	50.0	5.9	0.0	0.0	17.4	0.0	0.0
	Namgangbyeo	28	31.2	40.3	44.8	5.4	0.0	0.0	17.3	0.0	0.0
	Daeanbyeo	24	35.2	35.0	36.7	5.7	4.1	0.7	16.2	11.7	1.9
	Yeongnambyeo	27	32.8	41.7	45.3	4.8	0.0	0.0	14.6	0.0	0.0
	Mihyangbyeo	24	26.5	37.7	47.7	3.8	1.6	0.0	14.3	4.2	0.0
	Tamjinbyeo	23	29.8	41.7	40.0	3.8	0.0	0.0	12.7	0.0	0.0
	Geumnambyeo	24	31.7	40.2	43.0	3.2	0.0	0.0	10.1	0.0	0.0
	Dongjinbyeo	24	26.2	36.7	42.7	2.6	0.6	0.0	9.9	1.6	0.0
	Yeoungsanbyeo	25	34.0	44.8	42.0	2.8	0.0	0.0	8.2	0.0	0.0
	Hwamyeongbyeo	24	26.7	38.0	45.5	2.0	1.2	0.0	7.5	3.2	0.0
	Daeyabyeo	26	27.5	38.0	42.3	2.0	0.4	0.0	7.3	1.1	0.0
	Donganbyeo	23	40.0	43.5	46.0	2.8	1.3	0.0	7.0	3.0	0.0
	Saechucheongbyeo	23	25.3	35.7	41.8	1.7	0.7	0.0	6.7	2.0	0.0
	Daecheongbyeo	26	31.0	38.7	45.5	1.7	0.6	0.0	5.5	1.6	0.0
	Chucheongbyeo	22	27.0	35.8	43.8	0.0	0.3	0.0	0.0	0.8	0.0
Medium maturing cultivars	Yeonganbyeo	23	26.5	37.7	40.8	13.7	1.1	0.0	51.7	2.8	0.0
	Juanbyeo	30	29.7	36.8	27.5	13.7	1.8	0.0	46.1	4.9	0.0
	Geumanbyeo	23	27.5	40.0	39.3	12.6	4.4	0.0	45.7	10.9	0.0
	Kwanganbyeo	31	31.7	42.7	52.3	14.1	1.6	0.0	44.5	3.8	0.0
	Seoanbyeo	28	26.2	27.2	32.3	10.3	5.2	0.6	39.4	19.1	1.9
	Samdeokbyeo	27	29.8	38.0	40.5	11.2	3.1	0.0	37.7	8.2	0.0
	Yeonghaebyeo	28	33.3	42.5	46.0	11.6	0.6	0.0	34.8	1.4	0.0
	Haepyeongbyeo	28	30.8	40.0	38.8	10.7	4.6	0.0	34.8	11.5	0.0
	Surabyeo	28	30.2	35.0	37.8	10.5	0.4	0.0	34.8	1.1	0.0
	Hwayeongbyeo	28	28.8	37.3	38.5	9.9	2.0	0.0	34.3	5.4	0.0

Appendix 1. Distribution of rice cultivars according to extent of leaf damage caused by the typhoon "MAEMI".

Ecotype	Cultivars	Days after heading date	Leaf length()			Damaged leaf length()			Damaged leaf ratio(%)		
			Flag leaf	2nd	3rd	Flag leaf	2nd	3rd	Flag leaf	2nd	3rd
Medium maturing cultivars	Sampyeongbyeo	27	39.8	45.0	42.2	13.6	3.8	0.2	34.1	8.5	0.4
	Palgongbyeo	32	31.3	39.0	29.2	10.2	2.2	0.0	32.6	5.6	0.0
	Manpungbyeo	28	28.0	36.5	33.5	9.1	2.2	0.0	32.5	6.1	0.0
	Hwajungbyeo	28	33.8	44.8	44.7	10.6	3.3	0.0	31.3	7.4	0.0
	Hwabongbyeo	27	26.0	33.0	40.3	8.1	1.9	0.7	31.2	5.8	1.7
	Hwaanbyeo	32	30.5	34.2	44.7	9.5	0.0	0.0	31.1	0.0	0.0
	Junganbyeo	37	31.7	34.2	43.0	9.6	2.0	0.0	30.3	5.8	0.0
	Daepyeongbyeo	26	33.5	39.8	41.2	8.1	1.6	0.0	24.3	4.0	0.0
	Manwolbyeo	30	25.3	33.7	42.5	5.8	3.6	0.0	23.0	10.7	0.0
	Seogjeongbyeo	29	34.8	40.3	28.2	7.8	2.5	0.0	22.4	6.2	0.0
	Naepungbyeo	28	26.8	32.8	32.8	6.0	0.7	0.2	22.4	2.1	0.6
	Anseongbyeo	28	27.7	35.8	39.3	5.8	0.9	0.0	21.0	2.5	0.0
	Jinpumbyeo	30	27.8	37.3	42.5	5.3	0.0	0.0	19.0	0.0	0.0
	Geumobyeo1	32	34.3	42.7	48.7	6.3	1.8	0.0	18.3	4.2	0.0
	Hwaseongbyeo	29	29.3	35.0	37.5	4.9	3.8	0.0	16.7	10.9	0.0
	Sobibyeo	30	31.8	42.0	45.3	5.0	0.0	0.0	15.7	0.0	0.0
	Geumobyeo2	31	31.7	43.2	48.8	2.2	1.6	0.0	6.9	3.7	0.0
	Donghaebyeo	32	30.8	39.5	46.5	2.0	0.0	0.0	6.5	0.0	0.0
Early maturing cultivars	Samcheonbyeo	42	23.0	28.0	28.8	17.6	4.6	0.0	76.5	16.4	0.0
	Junghwabyeo	35	28.5	36.0	36.5	20.4	6.3	1.1	71.6	17.5	3.0
	Munjangbyeo	31	30.5	34.5	37.2	19.8	8.2	0.0	65.3	23.8	0.0
	Taebongbyeo	39	31.5	34.2	32.5	18.7	5.9	0.0	59.4	17.3	0.0
	Odaebyeo	34	32.7	41.5	43.3	18.9	5.6	0.0	57.9	13.5	0.0
	Sambaekbyeo	33	29.8	33.8	31.3	16.4	2.8	0.0	55.0	8.3	0.0
	Sobaegbyeo	39	29.5	37.3	31.7	15.9	5.7	0.0	53.9	15.3	0.0
	Sinunbongbyeo	42	30.3	34.5	35.8	16.2	2.2	0.0	53.4	6.4	0.0
	Sangmibyeo	31	33.2	37.0	36.2	16.3	6.7	0.7	49.1	18.1	1.9
	Saesangjubyeo	31	29.2	35.7	39.3	14.3	2.2	0.0	49.1	6.3	0.0
	Namweonbyeo	41	27.7	33.2	16.7	13.5	5.2	0.0	48.8	15.7	0.0
	Unbongbyeo	43	27.2	32.3	36.0	12.9	4.8	0.0	47.5	14.8	0.0
	Jinbongbyeo	40	30.3	41.2	30.2	13.9	1.8	0.0	45.8	4.4	0.0
	Hyangmibyeo2	29	33.7	38.8	37.5	15.0	0.0	0.0	44.5	0.0	0.0
	Singeumobyeo	40	25.8	33.0	32.0	11.0	3.3	0.0	42.6	10.0	0.0
	Sangjubyeo	33	28.0	34.0	34.2	11.9	3.4	1.2	42.5	10.0	3.5
	Mananbyeo	41	31.8	43.0	36.5	13.0	4.6	0.0	40.8	10.7	0.0
	Sangsanbyeo	40	32.2	38.7	29.2	12.4	2.6	0.0	38.5	6.7	0.0
	Manchubyeo	29	32.5	39.8	42.7	10.2	1.8	0.0	31.3	4.5	0.0
	Joryeongbyeo	34	27.7	34.2	31.5	8.2	6.4	0.0	29.6	18.7	0.0
	Manhobyeo	30	34.0	36.2	37.0	8.3	3.6	0.0	24.3	9.9	0.0
	Jungsanbyeo	27	30.5	39.3	37.0	5.9	1.9	0.0	19.2	4.9	0.0
	Daejinbyeo	32	29.7	36.3	24.7	4.0	0.7	0.0	13.5	1.9	0.0
Tongil type	Samgangbyeo	31	30.8	37.7	39.2	17.7	3.9	0.0	57.5	10.3	0.0
	Namcheonbyeo	27	30.3	39.8	37.8	16.1	0.0	0.0	53.1	0.0	0.0
	Andabyeo	27	31.7	39.0	43.7	15.2	0.0	0.0	48.0	0.0	0.0
	Dasanbyeo	31	30.3	37.2	32.0	12.8	0.0	0.0	42.2	0.0	0.0
	Areumbyeo	24	27.8	37.7	40.2	11.8	0.0	0.0	40.3	0.0	0.0

Appendix 1. *Distribution of rice cultivars according to extent of leaf damage caused by the typhoon "MAEMI".*

Ecotype	Cultivars	Days after heading date	Leaf length()			Damaged leaf length()			Damaged leaf ratio(%)		
			Flag leaf	2nd	3rd	Flag leaf	2nd	3rd	Flag leaf	2nd	3rd
Glutinous rice	Heukseonchalbyeo	36	28.3	33.0	30.0	16.9	1.7	0.0	59.7	5.2	0.0
	Jinbuchalbyeo	42	23.5	27.0	30.5	12.9	4.6	0.0	54.9	17.0	0.0
	Seolhyangchalbyeo	32	33.0	38.0	34.8	8.2	0.7	0.0	24.8	1.8	0.0
	Sinseonchalbyeo	32	31.5	42.5	46.5	5.7	1.1	0.0	18.1	2.6	0.0
	Aryanghyangchalbyeo	25	33.2	43.8	48.7	1.6	0.3	0.0	4.8	0.7	0.0
The others	Yangjobyeo	28	29.0	36.8	38.7	15.0	3.6	0.0	51.7	9.8	0.0
	Jeokjinjubyeo	41	30.8	32.7	23.2	15.0	2.0	0.0	48.6	6.1	0.0
	Goamy2	26	30.0	37.0	33.2	14.2	3.3	0.0	47.4	8.9	0.0
	Baegjinjubyeo	23	35.7	40.3	34.0	12.9	4.3	0.0	36.1	10.7	0.0
	Heukjinjubyeo	41	34.5	43.7	45.8	11.3	1.6	0.0	32.8	3.7	0.0
	Manmibyeo	28	22.0	32.3	38.3	7.2	2.1	0.0	32.7	6.4	0.0
	Heughyangbyeo	40	26.0	32.3	36.5	7.9	4.7	0.0	30.4	14.5	0.0
	Seolgaengbyeo	24	30.5	39.7	38.0	8.9	0.4	0.0	29.2	1.0	0.0
	Heugnambyeo	40	32.8	40.3	46.2	9.2	0.8	0.0	28.0	2.0	0.0
	Goamy	14	30.5	36.3	35.2	8.2	0.0	0.0	26.9	0.0	0.0
	Daeripbyeo1	30	37.3	48.2	49.7	7.2	7.6	0.0	19.3	15.8	0.0