

고주파 열처리 콤바인 예취날의 포장성능시험

Analysis on the characteristics of combine cutters heated by a high frequency induction heater through field test.

전종길* 김경원* 윤진하* 조희근* 이인복* 성현석**
정희원 정희원 정희원 정희원 정희원 정희원

J. K. Jeon K. W. Kim J. W. Yun H. K. Cho I. B. Lee H. S. Seong

1. 서 론

콤바인 예취날은 벼 수확작업시 벼포기를 자르는 칼날로써 예취날이 쉽게 마모되거나 변형되면 교체비용뿐만 아니라 농번기 작업에 지장을 주게되어 작업의 효율성이 떨어지게 된다. 현재 농가에서 사용되고 있는 콤바인 예취날은 국산날과 일산날을 주로 사용하고 있는데, 농민들은 다소 가격이 비싸더라도 일산날을 선호하는 경향이 있다. 그 이유는 국산날에 비해 내구성이 길고 절단면의 예취상태가 매끄럽게 잘려지므로 벼 탈립손실도 적을 뿐만 아니라 고속작업도 가능하기 때문이다.

현재 생산되고 있는 국산 예취날의 경우 열처리 과정에 있어서 예취날을 열처리 로(爐)에 넣어 전체를 동일 조건으로 열처리하는데 반해 일본 등 선진외국에서는 벼를 자르는 예취부와 왕복작동부는 경도를 높이고 볼트를 고정시키는 부위는 경도를 낮추어 파손되지 않도록 부분 열처리기술을 사용하고 있다.

따라서 본 연구에서는 고주파열처리라는 새로운 방법으로 열처리된 콤바인 예취날을 현지 포장성능시험을 통하여 기존 국산날과의 차이점을 구명하고자 수행되었다.

2. 재료 및 방법

가. 시험장치

포장성능시험을 위한 공시 콤바인은 동양 6000 모델의 4조와 국제 575 모델의 4조를 사용하였으며, 공시 예취날은 국내에서 생산되고 있는 일반 열처리 예취날인 기존 날과 고주파 열처리기술에 의해 새로 개발된 개량날을 사용하였으며, 그림 1은 조립된 예취날의 세트이다.



Fig. 1. Assembled set of combine cutters

* 농업기계화연구소 (National Agricultural Mechanization Research Institute, RDA)

** 우성정공주식회사(Woosung Precision Co.)

나. 시험방법

예취날의 성능시험을 위하여 기술센터로부터 추천을 받은 김제, 평택, 보성지역의 3농가에서 포장성능시험을 실시하였으며, 시험기간은 2001년 10월 12일부터 11월 5일까지 약 23일간 실시하였다. 예취날의 조립방법은 그림 2와 같이 한쪽편 반은 개량날, 나머지 반은 기존날을 조립하여 1조당 16개의 샘플 예취날을 조사하였다. 조사내용은 예취날 마모도, 예취날 상·하 틈새, 벼포기의 예취상태를 조사하였으며, 예취날 마모길이는 그림 3과 같이 예취날 1개당 24개의 이빨중 8, 12, 16번째 이빨의 폭을 디지털 버니어캘리퍼스(Digital Caliper 0~200mm)로 측정하여 다음 벼수확 작업면적에 따른 마모정도를 체크하였다.

예취날의 상·하 틈새는 초기상태에서 작업이 경과함에 따라 틈새의 벌어짐 정도를 두께게이지(Thickness Gauge 65M)를 이용하여 측정하였으며, 벼수확작업후 예취상태 조사는 벼포기당 절단된 각 줄기의 높이를 측정하여 표준편차를 구한 다음 기존날과 개량날의 예취상태를 비교하였다

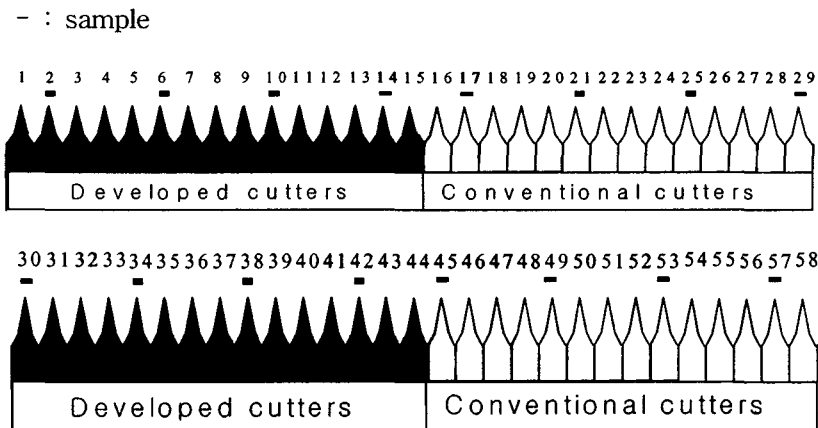


Fig. 2. Diagram of assembled upper and lower cutters of combine

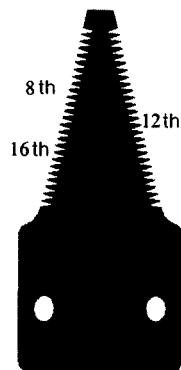


Fig. 3. Survey position of combine cutter for measuring wear length

3. 결과 및 고찰

가. 예취날 마모도 조사

보성지역의 경우 벼수확작업한 포장조건이 평야지에 산간지가 조금 혼합된 지역으로 동양 6000 모델(4조)인 공시 콤바인으로 11.7ha를 벼수확한 후 예취날 마모길이를 조사하였다. 평균 마모길이는 기존 국산날의 경우 0.23mm, 고주파열처리한 개량날이 0.19mm로 개량날이 기존날에 비해 약 17% 마모가 덜된 것으로 나타났다.

평택지역의 경우 벼수확작업한 포장조건이 평야지로서 공시 콤바인 국제 575 모델 4조로 17.3ha를 작업한 후 예취날 마모길이를 조사하였다. 평균 마모길이는 기존 국산날의 경우 0.34mm, 고주파열처리한 개량날이 0.27mm로 개량날이 기존날에 비해 약 21% 마모가 덜된 것으로 나타났다.

김제지역의 경우 벼수확작업한 포장조건이 평야지로서 공시 콤바인 국제 575 모델 4조로 26.7ha를 작업한 후 예취날 마모길이를 조사하였다. 표 1과 같이 평균 마모길이가 기존 국산날의 경우 0.51mm, 고주파열처리한 개량날이 0.38mm로 개량날이 기존날에 비해 약 25% 마모가 덜된 것으로 나타났다.

Table 1. Wear length of combine cutters after rice harvesting in the area of 26.7ha in Kimje region

Item		Number and wear length of cutters								Mean
Conventional cutters	Number	17	21	25	29	45	49	53	57	-
	Wear length (mm)	0.51	0.55	0.55	0.52	0.49	0.48	0.49	0.46	0.51 (100)
Developed cutters	Number	2	6	10	14	30	34	38	42	-
	Wear length (mm)	0.36	0.40	0.44	0.35	0.37	0.31	0.43	0.35	0.38 (75)

나. 예취날 틈새조사

보성지역의 경우 46시간 작업하여 11.7ha를 벼수확한 동양 6000 콤바인의 예취날 상·하 틈새를 조사하였다. 예취날의 틈새의 간격은 고주파 열처리한 개량날이 평균 0.10mm, 기존 국산날이 0.14mm로 나타나 틈새 벌어짐에 있어서는 개량날이 약 29% 덜 벌어지는 것으로 나타났다.

평택지역의 경우 72시간 작업하여 17.3ha를 벼수확한 국제 575 콤바인의 예취날 상·하 틈새를 조사하였다. 예취날의 틈새의 간격은 고주파 열처리한 개량날이 평균 0.11mm, 기존

국산날 0.18mm로 나타나 틈새 벌어짐에 있어서는 개량날이 약 39% 덜 벌어지는 것으로 나타났다.

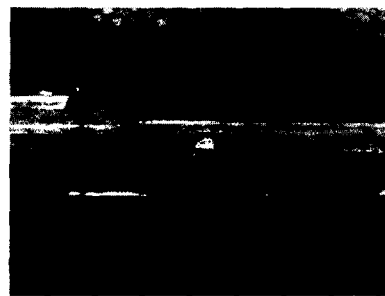
김제지역의 경우 85시간 작업하여 26.7ha를 벼수확한 국제 575 콤바인의 예취날 상·하 틈새를 조사한 결과, 예취날의 틈새의 간격은 표 2와 같이 고주파 열처리한 개량날이 평균 0.18mm, 기존 국산날 0.37mm로 나타나 틈새 벌어짐에 있어서는 개량날이 약 51% 덜 벌어지는 것으로 나타났다. 그림 4는 예취날의 상·하 틈새 벌어짐 정도를 비교한 사진으로 틈새가 일정 간격 이상 벌어지면 벼수확작업시 뜯김현상으로 벼포기가 제대로 잘려지지 않아 작업하기가 곤란하다.

Table 2. A gap between upper and lower cutters of combine after rice harvesting in the area of 26.7ha

Item		Number and gap between cutters								Mean
Conventional cutter	Number	17	21	25	27	45	49	53	57	0.37 (100)
	Gap(mm)	0.12	0.4	0.4	0.43	0.07	0.35	0.45	0.7	
Developed cutter	Number	2	6	10	14	30	34	38	42	0.18 (49)
	Gap(mm)	0.43	0.25	0.09	0.12	0.3	0.2	0	0.02	



<Conventional cutter>



<Developed cutter>

Fig. 4. Gap between the upper and lower cutters of combine after rice harvesting in the area of 26.7ha

다. 예취상태 조사

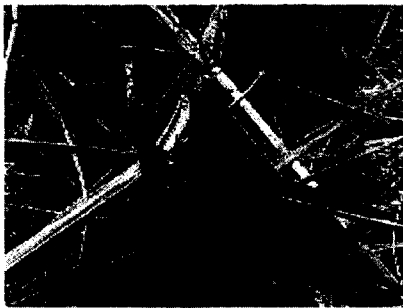
벼포기의 예취상태는 칼날의 교체시기를 결정하는 중요한 요소로 보성지역의 경우 11.7ha 벼수확 작업후 벼포기의 예취상태를 조사하였다. 벼포기의 절단높이가 최소 5cm일 때 포기 당 최대 높이차는 국산날이 2.4cm, 개량날이 1.6cm로 나타났으며, 이때 표준편차는 기존 국산

날이 0.83, 고주파 열처리한 개량날이 0.50로 나타났다.

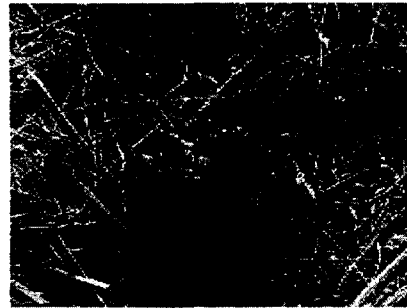
포장작업지의 위치, 지면의 기울기 등을 고려하여 선정된 20개 표본(국산날 10개, 개량날 10개)에 대한 평균 표준편차는 기존 국산날이 0.82, 개량날이 0.49로 나타나 개량날이 상대적으로 줄기의 절단상태가 매끄러운 것으로 나타났다.

평택지역의 경우 17.3ha 벼 수확작업후 벼포기의 예취상태를 조사하였다. 벼포기의 절단 높이가 최소 4cm일 때 포기당 최대 높이차는 기존 국산 예취날이 2.7cm, 개량날이 1.9cm로 나타나 이때 표준편차는 기존 국산날이 0.96, 고주파 열처리한 개량날은 0.61로 나타났다.

선정된 표본에 대한 평균 표준편차는 기존 국산날이 0.97, 개량날이 0.63으로 나타났다.



<Cutting section of a rice bundle when conventional cutter used>



<Cutting section of a rice bundle when developed cutter used>

Fig. 5. Comparison of cutting shapes made by conventional and developed cutters after rice harvesting in the area of 17.3ha

김제지역의 경우 26.7ha 벼수확작업후 벼포기의 예취상태를 조사하였다. 표 3과 같이 벼포기의 절단높이가 최소 5.5cm일 때 포기당 최대 높이차는 기존 국산날이 3.8cm, 개량날이 2.5cm로 나타나 이때 표준편차는 기존 국산날이 1.47, 고주파 열처리한 개량날은 0.86으로 나타났다.

선정된 표본에 대한 평균 표준편차는 기존 국산날이 1.45, 개량날이 0.85로 나타났다.

Table 3. Standard deviation of cutting section of a rice bundle after rice harvesting

Region	Harvest area(ha)	Type of cutter	Number of sample (ea.)	Average height of cutting section(cm)	Minimum height of cutting section (cm)	Maximum height of cutting section (cm)	Standard deviation
Kimje	26.7	Conventional cutter	18	6.9	5.5	9.3	1.47
		Developed cutter	18	6.3	5.5	8.0	0.86

4. 요약 및 결론

콤바인 예취날의 포장성능시험을 위하여 기존 국산날과 고주파 열처리된 개량날 세트를 공시 콤바인에 장착하여 보성지역 11.7ha, 평택지역 17.3ha, 김제지역 26.7ha를 벼수확작업후 예취날의 마모도 등을 조사한 결과는 다음과 같다.

가. 예취날의 평균 마모길이는 11.7ha를 작업한 보성지역의 경우 기존 국산날이 0.23mm, 고주파열처리한 개량날이 0.19mm, 17.3ha를 작업한 평택지역의 경우 국산날이 0.34mm, 개량날이 0.27mm, 26.7ha를 작업한 김제지역의 경우 국산날이 0.51mm, 개량날이 0.38mm로 개량날이 국산날보다 17~25% 마모가 덜 되는 것으로 나타났다.

나. 예취날의 상·하 틈새 벌어짐 정도는 11.7ha를 작업한 보성지역의 경우 기존 국산날이 0.14mm, 고주파열처리한 개량날이 0.10mm, 17.3ha를 작업한 평택지역의 경우 국산날이 0.18mm, 개량날이 0.11mm, 26.7ha를 작업한 김제지역의 경우 국산날이 0.37mm, 개량날이 0.18mm로 나타났으며, 김제의 경우 개량날이 기존 국산날에 비해 약 51% 예취날의 상·하 틈새가 덜 벌어진 것으로 나타났다.

다. 벼포기의 예취상태 조사에서는 평균 표준편차가 11.7ha를 작업한 보성지역의 경우 기존 국산날이 0.82, 고주파열처리한 개량날이 0.49, 17.3ha를 작업한 평택지역의 경우 국산날이 0.97, 개량날이 0.63, 26.7ha를 작업한 김제지역의 경우 국산날이 1.45, 개량날이 0.85로 나타나 상대적으로 개량날이 매끄럽게 절단되는 것으로 나타났다.

5. 참고문헌

1. 정창주 외. 1994. 콤바인 예취장치의 절단현상 및 동적 특성에 관한 연구(I) - 왕복동 예취장치의 동적 특성. 한국농업기계학회지 19권 3호 pp. 163~174.
2. 정창주 외. 1995. 콤바인 예취장치의 절단 특성에 관한연구(I) - 절단 현상 및 표준형 칼날의 절단 특성. 한국농업기계학회지 20권 1호 pp. 3~12.
3. Sverker Persson. 1987. Mechanics of cutting plant material. An ASAE Monograph Number 7 in a series published by American Society of Agricultural Engineers. : 97~109.