

Original Article

## Analysis of Structural Factor and Performance of Farmhouse Rice Milling Machines

Seok-Jin Lee<sup>1</sup> and Yu-Shin Ha<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Department of Bio-Industrial Machinery Engineering, Kyungpook National University, Daegu 702-701, South Korea

### 농가용 도정기의 구조요인과 도정성능의 분석

이석진<sup>1</sup> · 하유신<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>경북대학교 농업생명과학대학 생물산업기계공학과

Received: May 25 2014 / Revised: June 13 2014 / Accepted: June 14 2014

**Abstract** In order to analyze the structural factors and milling performance of farmhouse rice milling machines in Korea, this study classified 29 models of the farmhouse rice milling machines sold in Korea into hulling and polishing devices, examined the structural features for each device, and then analyzed the performance factors based on the results. With regard to hulling devices, impeller rotational speed was investigated as a major structural factor. The hulling devices at an impeller rotational speed of 4,800 rpm were most frequently used and accounted for the largest proportion, 65.5%. At this rotational speed, the hulling rate was the highest, 99.45%, and the brown rice cracked rate was the lowest. Thus, the best impeller rotational speed for the hulling performance was analyzed as 4,800 rpm ( $p < 0.05$ ). With regard to polishing devices, rotor speed was investigated as a major structural factor. The polishing devices with a rotor linear velocity of 2 m/s were most commonly used and accounted for the largest proportion, 60.1%. At this linear velocity, the hulling rate was the highest with 75.07%, and

the dispassion rate and broken rice rate were the lowest with 0.02 and 7.06%, respectively. Thus, the best rotor linear velocity for the polishing performance was analyzed as 2 m/s ( $p < 0.05$ ).

**Keywords:** impeller, rotor, hulling rate, milled rice recovery rate, milling efficiency

### 서론

최근 국내의 쌀 산업 현황을 살펴보면 쌀의 대체식품 및 즉석가공식품의 다양화로 식생활이 간편해짐에 따라 1인당 연간 쌀 소비량은 2011년 71.2 kg으로 10년 전인 2001년보다 1인당 연간 쌀 소비량이 17.7 kg 감소한 것으로 나타났으며 (KOSTAT, 2012), 수확 후 관리부분에서는 여러 개의 미곡종합처리장(Rice Processing Complex; RPC)을 통합하여 거점화, 규모화 하는 등 경쟁력을 도모하는 정책을 펴고 있으며, 쌀의 판매와 가공은 대부분 RPC에서 주로 담당을 하고 있다. 이로 인해 100여개 브랜드 쌀의 완전미율이 평균 88% 이상으로 지난 2000년에 57.4%와 비교하면 품질 고급화가 이루어지고 있는 것으로 나타났다(Song et al., 2008).

과거에는 수확된 벼를 약 1만 8천개의 마을단위 임도정 공장에서 일괄 처리하였고(MAFF, 1985), 임도정 업자는 도정 후 쌀을 판매하고 판매금액에서 도정료를 공제하고 농가에 지불하였다. 도정료는 지역에 따라 다소간 차이는 있었으나 쌀 80 kg 생산량 기준으로 평균 3~5 kg정도로 나타났으며, 도정업자가 직접 운반 시에는 운임을 추가하여 0.5~1 kg정도를 더

\*Corresponding author: Yu-Shin Ha  
Tel: 82-53-950-5792; Fax: 82-53-958-6780  
E-mail: yushin72@knu.ac.kr

This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

© 2014 Institute of Agricultural Science and Technology, Kyungpook National University

받았기 때문에 농민들에게 큰 부담이 되었다(Park, 1988). 이러한 이유로 1980년대부터 농가에서 편리하게 사용할 수 있는 농가용 도정기가 개발되어 보급되기 이르렀다(Cho, 1984). 현재 농가에서 보유중인 농가용 도정기는 95만대(KAMICO, 2010)이며, 2010년 농가수가 1,177천호(MIFAFF, 2011)로 본다면 각 농가마다 거의 1대씩은 보유하고 있는 것으로 나타났다.

그러나, 최근에는 RPC의 보급으로 농가용 도정기의 용도는 과거와는 달리 쌀을 판매하기 보다는 필요 시 소량으로 도정하여 자가 소비하는 용도로 사용하고 있다. 농가용 도정기의 구조와 성능은 과거에는 도정능력이 60 kg/h이며 제현공정이 없는 원패식 형식이었으나, 최근에는 도정능력과 도정품질을 향상시키기 위하여 도정능력은 200~300 kg/h, 형식은 제현공정, 석발, 싸라기, 이물질 선별장치 등 다양한 기능이 추가되었으며, 도정수율과 완전미수율이 향상된 것으로 나타났다(Han, 1979; Park, 1988; Song et al., 2008). 이와 같이 농가용 도정기는 오랜 기간에 발전 및 변화되어 왔고, 현재 국내 농가에 커다란 시장을 형성하고 있지만 아직까지 학계에서는 이에 대한 자료조차 거의 없는 실정이며, 각 제조사별로 구조와 성능이 제 각각인 것으로 나타났다(FACT, 2011).

따라서 이러한 농가용 도정기가 어떠한 과정을 거쳐 어떠한 구조와 성능으로 발전되어왔으며 이를 종합적으로 체계화시켜 현재의 문제점을 파악하고, 향후 발전시킬 여러 가지 방안을 모색할 필요성이 있다. 본 연구의 목적은 각 농가마다 보유하고 있는 농가용 도정기의 구조 및 성능을 조사하고, 도정기의 구조가 성능에 어떤 영향을 미치는지 분석하여, 향후 농가용 도정기 개발을 위한 발전 방향을 모색하는 것이다.

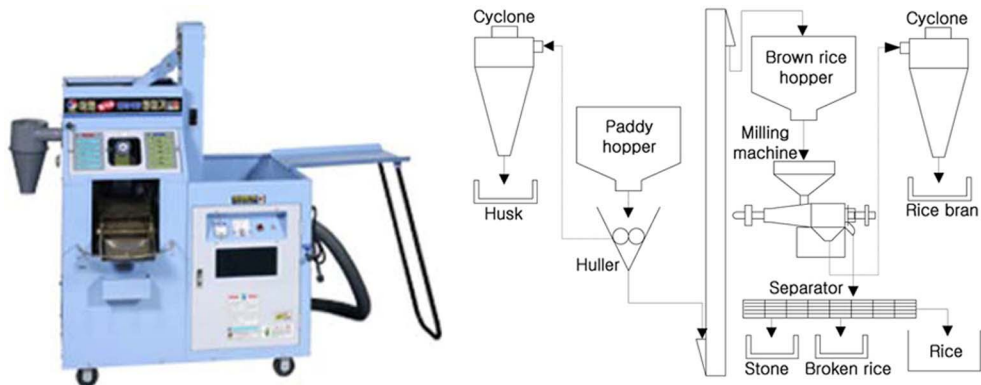
**재료 및 방법**

기존의 국내의 농가용 도정기와 관련된 연구자료, 특허자료, 각종 법규, 통계자료, 연구보고서 등을 활용하여 기본 자료를 수집하여 분석하였다. 농가용 도정기의 변천은 개발될 당시인 1970년대부터 최근 2011년까지의 농가용 도정기에 관한 구조와 성능의 특징적인 자료를 정리하였다. 구조는 주로 소요동

력과 처리능력을 기준으로 하였고, 성능은 도정수율과 도정품질에 관한 내용을 주로 조사하였다. Figure 1은 2010년대 농가용 도정기를 나타낸 것으로 도정능력은 300 kg/h, 소요동력은 3.7 kW이며 다양한 형태의 도정기가 판매되고 있다. 예전보다 승강기, 석발, 쇄미, 이물질 선별 등의 다양한 기능이 추가된 것이 특징이며, 가공능력과 도정수율 향상에 주력하고 있는 것이 특징이다.

최근 농가용 도정기의 구조 및 성능 실태조사는 2010~2011년도에 농업실용화재단의 농가용도정기 시험방법 종합검정 성적서의 결과를 이용하였다(FACT, 2011). 농가용 도정기의 정의는 소요동력이 5 kW 미만인 것을 지칭하는 것으로, 농가용 도정기의 검정기준은 크게 구조와 성능시험으로 나뉘는데, 미탈부율은 제현 시 미탈부된 벼의 양이 무게 비로 1.0% 이내 이어야 하며, 도정수율은 벼를 백미로 가공 시 72.0% 이상이어야 하며, 싸라기증가율은 벼를 백미로 가공 시 10.0% 이내이며, 유실곡비율은 벼를 백미로 가공 시 0.05% 이내이고, 도정도는 벼를 백미로 가공 시 10분도 이상 가공이 가능하여야 한다(FACT, 2010a; FACT, 2010b).

농가용 도정기의 구조는 제현장치와 정미장치로 나누어 분류하였다. 제현장치는 제현방식과 상용회전속도를 조사하였고, 정미장치는 정미방식과 각 부품의 사양(금망의 형식 및 크기, 슬롯의 크기 및 각도, 로터의 크기 및 회전속도)으로, 기타장치로 싸라기선별장치와 석발 장치의 방식과 요동수 및 선별체 눈금크기와 설치각도 등에 대한 내용을 조사하였다. 농가용 도정기의 성능은 제현성능과 정미성능으로 나누어 분류하였고, 제현성능은 탈부율과 현미동할립율을 조사하였고, 정미성능은 도정수율, 정백성능, 정백효율, 유실곡비율, 완전립율, 동할립율, 싸라기율, 싸라기증가율, 도정도에 대한 내용을 조사하였다. 탈부율은 투입된 벼의 무게에서 탈부된 벼의 무게의 비를 나타낸 것이며, 현미동할립율은 생산된 현미 무게에서 동할이 발생한 현미 무게의 비를 나타낸 것이다. 도정수율은 투입된 벼 무게에서 생산된 백미 무게의 비를 나타낸 것이고, 정백효율은 단위시간당 에너지소모량에서 생산된 백미의 무게의 비를 나타낸 것으로서, 이를 이용하여 농가용 도정기의 성능을 산출하였다.



**Figure 1.** Picture and procedural structure of rice milling machine from 2010.

**Table 1.** Structural properties of rice hulling and milling machine

Item	Class	Frequency	Proportion	
Impeller	Rotational speed (rpm)	4600	7	24.1
		4700	3	10.3
		4800	19	65.5
Screen	Diameter (mm)	50~55	1	3.4
		56~60	7	24.1
		61~65	12	41.4
		65~70	9	31.0
	Length (mm)	160~165	1	3.4
		166~175	6	20.7
		176~185	11	37.9
	Slot width (mm)	186~195	11	37.9
		1.2	23	79.3
		1.3	2	6.9
		1.4	4	13.8
Slot length (mm)		14	1	3.4
		15	28	96.6
Slot angle (deg.)		20	2	6.9
	70	26	89.7	
	110	1	3.4	
Rotor	Diameter (mm)	30~35	6	20.7
		36~40	12	41.4
		41~45	8	27.6
		46~50	3	10.3
	Length (mm)	Below 170	4	14.8
		171~180	1	3.7
		181~190	15	55.6
	Linear velocity (m/s)	Above 191	9	33.3
		1	6	20.7
		2	18	60.1
Broken rice and stone separator	Frequency of vibration (cpm)	3	5	17.2
		Below 460	14	43.8
		461~480	7	21.9
		481~500	9	28.1
	Opening of Sieve (mm)	Above 501	2	6.2
		1.8	6	18.8
		1.9	1	3.1
	Inclined angle (deg.)	2.0	25	78.1
		Below 10	5	15.6
		11	4	12.5
12		20	62.5	
	Above 13	3	9.4	

농가용 도정기의 구조가 성능에 미치는 영향을 찾아보기 위하여 농가용 도정기 30여개의 모델을 이용하여 구조와 성능 값의 구간을 분류한 다음 통계처리 후 분석하였다. 분석방법은 SAS 9.2의 분산분석법(Analysis of variance; ANOVA)을 이용하여 유의성을 검토하였다. 또한 유의성이 있는 경우 이를 검증하기 위해  $p < 0.05$  수준에서 던칸의 다중범위검증(Duncan's multiple range test)을 이용해 사후 검증하였다(SAS, 2012).

## 결과 및 고찰

### 농가용 도정기의 구조 분석

농가용 도정기는 제현장치, 정미장치, 현미분리장치, 싸라기 선별장치, 석발장치, 투입구와 이송장치, 집진(미강, 왕겨 분리 사이클론 등), 전기장치, 기타 부대장치 등으로 구성된다. 원료는 대부분 임펠러형 마찰식 농가용도정기로 원료는 버킷엘리베이터에 의해 자동으로 공급되며, 임펠러 방식의 현미기에

의해 제현이 이루어지고 난 후 금망과 로터에 의해 백미로 가공하는 구조이며, 도정도를 조절할 수 있는 압력조절장치가 부착되어 있다.

제현장치는 크게 임펠러 방식, 롤러 방식, 임펠러와 롤러 결합방식으로 나뉜다. 대부분 모델은 임펠러 방식을 채택하고 있으며, Table 1에 항목별 제원의 특성을 나타내었다. 임펠러의 상용회전속도는 최저 3,350 rpm, 최고 5,325 rpm, 평균 4,759(± 354) rpm이며, 4,800 rpm이 65.5%로 가장 많이 사용하고 있는 것으로 나타났다.

정미장치는 대부분 마찰식이며, 금망과 로터로 구성되어 있다. 금망은 육각형이며, Table 1에 금망의 항목별 제원의 특성을 나타내었는데 다음과 같다. 금망의 직경은 4가지 형태로 분류하였으며, 최저 52 mm, 최고 67 mm, 평균 62.5(± 4.2) mm이며, 분포도를 보면 61~65 mm이 41.4%로 가장 많이 사용하고 있는 것으로 나타났다. 금망의 길이는 4가지 형태로 분류하였으며, 최저 165 mm, 최고 195 mm, 평균 182.4(± 9.8) mm이며, 분포도를 보면 176~185 mm와 186~195 mm가 각각 37.9%로 가장 많이 사용하고 있는 것으로 나타났다. 금망의 슬롯두께는 3가지 형태로 분류하였으며, 최저 1.2 mm, 최고 1.4 mm, 평균 1.2(± 0.1) mm이며, 분포도를 보면 1.2 mm이 79.3%로 가장 많이 사용하고 있는 것으로 나타났다. 금망의

슬롯길이는 2가지 형태로 분류하였으며, 최저 14.5 mm, 최고 15 mm, 평균 15(± 0.1) mm이며, 분포도를 보면 15 mm이 96.6%로 가장 많이 사용하고 있는 것으로 나타났다. 금망의 슬롯각도는 3가지 형태로 분류하였으며, 최저 20°, 최고 110°, 평균 66.4(± 15.0)°이며, 분포도를 보면 70°이 89.7%로 가장 많이 사용하고 있는 것으로 나타났다.

로터는 금망 내부에서 장착되어 회전력을 가하는 롤러형태이며, Table 1에 로터의 항목별 제원의 특성을 나타내었는데, 다음과 같다. 로터의 직경은 4가지 형태로 분류하였으며, 최저 30 mm, 최고 47 mm, 평균 38.4(± 5.1) mm이며, 분포도를 보면 36~40 mm이 41.4%로 가장 많이 사용하고 있는 것으로 나타났다. 로터의 길이는 4가지 형태로 분류하였으며, 최저 159 mm, 최고 425 mm, 평균 196.0(± 49.0) mm이며, 분포도를 보면 181~190 mm이 55.6%로 가장 많이 사용하고 있는 것으로 나타났다. 로터의 회전속도는 3가지 형태로 분류하였으며, 최저 1.4 m/s, 최고 2.9 m/s, 평균 2.1(± 0.3) m/s이며, 분포도를 보면 2 m/s에서 60.1%로 가장 많이 사용하고 있는 것으로 나타났다.

짜라기선별장치와 석발장치는 동일한 회전속도로 진동되는 요동식으로 구성되어 있으며, Table 1에 항목별 제원의 특성을 나타내었다. 요동장치의 요동수는 주로 450~500 cpm이며

**Table 2.** Performance properties of rice hulling and milling machine

Item	Class	Frequency	Proportion		
Hulling property	Brown rice cracked rate (%)	Below 3	8	27.6	
		3~5	10	34.5	
		5~7	6	20.7	
		Above 9	5	17.2	
Milled rice recovery rate (%)		Below 73.0	3	10.3	
		73.1~74.0	7	24.1	
		74.1~75.0	7	24.1	
		Above 75.1	11	37.9	
Milling efficiency (kg/kWh)		Below 50	10	33.3	
		51~60	14	46.7	
		61~70	4	13.3	
Milling capacity (kg/h)		Above 70	2	6.7	
		Below 200	2	6.7	
		201~250	19	63.3	
Milling property		Above 251	9	30.0	
	Head rice recovery rate (%)		Below 87.0	2	6.9
			87.1~89.0	14	48.3
		89.1~91.0	10	34.5	
Broken rice rate (%)		Above 91.0	3	10.3	
		Below 7.0	13	43.3	
		7.1~8.0	9	30.0	
Milling ratio (%)		8.1~9.0	6	20.0	
		Above 9.0	2	6.7	
		Below 11.0	5	16.7	
	11.1~12.0	12	40.0		
	12.1~13.0	11	36.7		
	Above 13.0	2	6.7		

**Table 3.** Variance analysis tests of hulling properties according to impeller rotation speed and milling properties according to rotor velocity

Item	Sum of squares	Mean square	F-value	p-value
Hulling ratio	0.909	0.454	14.373	0.000
Brown rice cracked rate	1.934	0.967	0.155	0.857
Milled rice recovery rate	10.671	5.335	6.549	0.005
Milling capacity	5562.755	2781.378	4.206	0.026
Milling efficiency	209.367	104.683	2.154	0.136
Dispersion ratio	0.001	0.001	9.688	0.001
Head rice recovery rate	6.145	3.073	2.036	0.151
White rice cracked rate	55.950	27.975	6.588	0.005
Broken rice rate	7.475	3.738	3.418	0.048
Broken rice increasing rate	3.710	1.855	1.980	0.158
Milling ratio	1.165	0.583	0.875	0.428

분포도를 보면 460 cpm의 요동수가 43.8%로 가장 많이 나타났다. 선별체의 눈금크기는 대부분 1.8~2.0 mm이며 분포도를 보면 2.0 mm의 눈금크기가 78.1%로 가장 많이 나타났다. 석발판의 각도는 주로 10~13°이며 분포도를 보면 12°가 62.5%로 가장 많이 나타났다.

#### 농가용 도정기의 성능 분석

농가용 도정기의 성능은 크게 제현성능과 정미성능으로 분류하여 분석하였다. 제현성능은 주로 탈부율로 조사되었는데, 탈부율은 99% 이상으로 매우 양호한 성능을 나타내었다. Table 2와 같이 현미동할립율은 4가지 형태로 분류하였으며, 최저 1.7%, 최고 10.7%, 평균 4.6(± 2.2)%이며, 분포도를 보면 3~5%의 현미동할립율이 34.5%로 가장 많이 나타났다.

정미성능은 Table 2와 같이 도정수율, 정백효율, 정백능력, 완전립율, 싸라기율, 도정도로 분류하여 나타내었다. 도정수율은 4가지 형태로 분류하였으며, 최저 72.7%, 최고 77.0%, 평균 74.6(± 1.1)%이며, 분포도를 보면 76% 이상의 도정수율이 37.9%로 가장 많이 나타났다. 정백효율은 4가지 형태로 분류하였으며, 최저 45.4 kg/kWh, 최고 73.7 kg/kWh, 평균 55.0(± 6.5) kg/kWh이며, 분포도를 보면 51~60 kg/kWh의 정백효율이 46.7%로 가장 많이 나타났다. 정백능력은 3가지 형태로 분류하였으며, 최저 178.4 kg/h, 최고 283.6 kg/h, 평균 231.1(± 27.2) kg/h이며, 분포도를 보면 201~250 kg/h의 정백능력이 63.3%로 가장 많이 나타났다. 완전립율은 4가지 형태로 분류하였으며, 최저 86.9%, 최고 91.4%, 평균 88.9(± 1.3)%이며, 분포도를 보면 87.1~89.0%의 완전립율이 48.3%로 가장 많이 나타났다. 싸라기율은 4가지 형태로 분류하였으며, 최저 5.7%, 최고 10.3%, 평균 7.3(± 1.0)%이며, 분포도를 보면 7.0% 이하의 싸라기율이 43.3%로 가장 많이 나타났다. 도정도는 4가지 형태로 분류하였으며, 최저 10.1%, 최고 13.5%, 평균 11.7(± 0.8)%이며, 분포도를 보면 11.1~12.0%의 도정도가 40.0%로 가장 많이 나타났다.

#### 농가용 도정기의 구조와 성능의 관련성 분석

구조와 성능 실태조사 결과를 통계분석하여 농가용 도정기의

**Table 4.** Posterior tests of hulling properties by impeller's rotation speed

Impeller's rotation speed (rpm)	Hulling ratio (%)
4600	99.01 <sup>a</sup>
4700	99.11 <sup>a</sup>
4800	99.45 <sup>b</sup>

Means with different letters in a column are significantly different at  $p < 0.05$  by Duncan's multiple test.

구조와 성능과의 관련성을 검증하였다. 도정기의 성능은 크게 제현성능과 정미성능으로 구분할 수 있는데, 제현성능은 임펠러의 회전속도와 관련하여 검증하였으며, 정미성능은 로터의 선속도와 관련하여 검증하였다.

현미기의 구조와 성능과의 관련성은 주로 임펠러의 회전속도와 관계가 있기 때문에, 임펠러의 회전속도 등급을 4600, 4700, 4800 rpm으로 3가지 분류하였다. 임펠러의 회전속도에 따라 농가용 도정기의 제현성능이 어떻게 다른지 알아보기 위하여 F-값을 이용한 일원분산분석을 실시해 본 결과는 Table 3과 같다. 전반적으로 볼 때, 임펠러의 회전속도와 제현성능과는 매우 관련성이 높은 것으로 조사되었으며, 탈부율이 통계적으로 유의적인 차이를 보이고 있는 것으로 나타났다( $p < 0.001$ ). 앞의 분석 결과에서 제현성능이 정확히 어떤 임펠러의 회전속도에서 기인하는지를 사후분석하였으며, 그 결과를 Table 4에 나타내었다. 탈부율은 유의수준 5%에서 임펠러의 회전속도 4600과 4800, 4700과 4800은 차이가 있는 것으로 나타났지만, 4600과 4700은 차이가 없는 것으로 나타났다. 임펠러의 회전속도가 4800 rpm일 때 탈부율이 99.45%로 가장 낮게 나타났으며, 임펠러의 회전속도간의 차이에 따라 탈부율의 차이가 있음을 보여주고 있다. 위의 결과를 종합해 보면, 임펠러의 회전속도가 4800 rpm일 때 탈부율이 가장 높고, 유의성은 없지만 현미동할립율이 가장 낮게 나타나 제현성능에 가장 좋은 임펠러의 회전속도인 것으로 판단되었다.

정미기의 구조와 성능과의 관련성은 주로 로터의 선속도와 관계가 있기 때문에, 로터의 선속도와 직경을 이용하여 회전속도를 구하였으며, 로터의 회전속도 등급을 1, 2, 3 m/s로

**Table 5.** Posterior tests of milling properties by rotor's velocity

Rotor velocity (m/s)	Milled rice recovery rate (%)	Milling capacity (kg/h)	Dispersion ratio (%)	White rice cracked rate (%)	Broken rice rate (%)
1	73.56 <sup>a</sup>	207.77 <sup>a</sup>	0.03 <sup>b</sup>	7.43 <sup>b</sup>	8.28 <sup>b</sup>
2	75.07 <sup>b</sup>	236.02 <sup>b</sup>	0.02 <sup>a</sup>	4.31 <sup>a</sup>	7.06 <sup>a</sup>
3	74.12 <sup>ab</sup>	250.72 <sup>b</sup>	0.03 <sup>b</sup>	3.40 <sup>a</sup>	7.74 <sup>ab</sup>

Means with different letters in a column are significantly different at  $p < 0.05$  by Duncan's multiple test.

3가지 분류하였다. 로터의 선속도에 따라 농가용 도정기의 정미성능이 어떻게 다른지 알아보기 위하여 F-값을 이용한 일원 분산분석을 실시해 본 결과는 Table 3과 같다. 전반적으로 볼 때, 로터의 선속도와 정미성능과는 관련성이 있는 것으로 조사되었는데, 이를 정미성능 특성별로 비교하여 보면 유실곡비율, 동할립율, 도정수율, 정백능력, 싸라기율의 순서로 구분된 집단에서 통계적으로 유의적인 차이를 보이고 있는 것으로 나타났다( $p < 0.05$ ). 앞의 분석 결과에서 로터의 선속도간에는 유실곡비율, 동할립율, 도정수율, 정백능력, 싸라기율에 차이가 있다고 결론을 내렸는데, 이 정미성능이 정확히 어떤 로터의 선속도에서 기인하는지를 사후분석하였으며, 그 결과를 Table 5에 나타내었다. 도정수율은 유의수준 5%에서 로터의 선속도 1 m/s와 2 m/s는 차이가 있는 것으로 나타났지만, 2 m/s와 3 m/s, 1 m/s와 3 m/s는 차이가 없는 것으로 나타났다. 로터의 선속도가 2 m/s일 때 도정수율이 75.07%로 가장 높게 나타났으며, 로터의 선속도간의 차이에 따라 도정수율의 차이가 있음을 보여주고 있다. 정백능력은 유의수준 5%에서 로터의 선속도 1 m/s와 2 m/s는 차이가 있고, 1 m/s와 3 m/s도 차이가 있는 것으로 나타났지만, 2 m/s와 3 m/s는 차이가 없는 것으로 나타났다. 로터의 선속도가 증가함에 따라 정백능력도 증가하는 것을 알 수 있다. 유실곡비율은 유의수준 5%에서 로터의 선속도 1 m/s와 2 m/s는 차이가 있고, 2 m/s와 3 m/s도 차이가 있는 것으로 나타났지만, 1 m/s와 3 m/s는 차이가 없는 것으로 나타났다. 로터의 선속도가 2 m/s일 때 유실곡비율이 0.02로 가장 낮게 나타났으며, 로터의 선속도간의 차이에 따라 유실곡비율의 차이가 있음을 보여주고 있다. 동할립율은 유의수준 5%에서 로터의 선속도 1 m/s와 2 m/s는 차이가 있고, 1 m/s와 3 m/s도 차이가 있는 것으로 나타났지만, 2 m/s와 3 m/s는 차이가 없는 것으로 나타났다. 로터의 선속도가 증가함에 따라 동할립율은 감소하는 경향을 보여주고 있다. 싸라기율은 유의수준 5%에서 로터의 선속도 1 m/s와 2 m/s는

차이가 있는 것으로 나타났지만, 2 m/s와 3 m/s, 1 m/s와 3 m/s는 차이가 없는 것으로 나타났다. 로터의 선속도가 2 m/s일 때 싸라기율이 7.06%로 가장 낮게 나타났으며, 로터의 선속도간의 차이에 따라 싸라기율의 차이가 있음을 보여주고 있다.

위의 결과를 종합해 보면, 로터의 선속도가 2 m/s일 때 도정수율이 가장 높고 유실곡비율과 싸라기율이 가장 낮게 나타나 정미성능에 가장 좋은 로터의 회전속도인 것으로 판단되었다. 따라서 농가용 도정기의 도정 성능과 쌀의 품질을 높이기 위해서는 임펠러, 로터 등과 같은 고속 회전부품의 적절한 속도가 필요하고, 직접적으로 곡물과 마찰을 일으키기 때

문에 부품의 내구성을 강화시켜야 하며, 소모성 부품이기 교체 용이하고 부품의 표준화가 필요한 것으로 판단되었다.

## 요 약

우리나라 농가용 도정기의 구조요인과 도정성능을 분석하기 위하여, 판매되고 있는 농가용 도정기 29개 모델을 이용하여 제현장치와 정미장치로 분류하였고, 각 장치별로 구조적 특징을 조사하였고 그 결과를 바탕으로 성능요인을 분석하였다. 제현장치는 임펠러 회전속도가 주요 구조적 요인으로 조사되었으며, 4,800 rpm의 임펠러 회전속도가 65.5%로 가장 많이 사용하고 있는 것으로 나타났다. 이 회전속도에서 탈부율이 99.45%로 가장 높게 나타났고, 현미동할립율이 가장 낮게 나타나 제현성능에 가장 좋은 임펠러의 회전속도는 4,800 rpm인 것으로 분석되었다( $p < 0.05$ ). 정미장치는 로터 선속도가 주요 구조적 요인으로 조사되었으며, 2 m/s의 로터 선속도가 60.1%로 가장 많이 사용하고 있는 것으로 나타났다. 이 선속도에서 도정수율이 75.07%로 가장 높게 나타났고, 유실곡비율과 싸라기율이 각각 0.02%, 7.06%로 가장 낮게 나타나 정미성능에 가장 좋은 로터의 선속도는 2 m/s인 것으로 분석되었다( $p < 0.05$ ).

**주요 추가어:** 임펠러, 로터, 탈부율, 도정수율, 도정효율

## References

- Cho NH (1984) Performance test of rice milling machine. Institute of Agricultural Engineering, Suwon.
- FACT (2010a) Test methods of rice milling machine for farmhouse. Foundation of Agricultural Technology Commercialization and Transfer, Suwon.
- FACT (2010b) Test startands of rice milling machine for farmhouse. Foundation of Agricultural Technology Commercialization and Transfer, Suwon.
- FACT (2011) Test reports of rice milling machine for farmhouse. Foundation of Agricultural Technology Commercialization and Transfer, Suwon.
- Han SG (1979) Performance test of rice milling machine. Institute of Agricultural Engineering, Suwon.
- KAMICO (2010) Agricultural machinery in Korea. Korea Agricultural Machinery Industry Cooperative, Seoul.
- KOSTAT (2012) Report of year grain consumption. Statistics Korea, Daejeon.
- MAFF (1985) Indicators of agricultural policy. Ministry for Agriculture,

- Forestry and Fisheries, Seoul.
- MIFAFF (2011) Statistical yearbook of food, agriculture, forestry and fisheries. Ministry for Food, Agriculture, Forestry and Fisheries, Gwacheon.
- Park KK (1988) Study on milling industry status and development direction in Korea. Final report of the research project, Korean Society for Agricultural Machinery, Seoul.
- Park KK (2011) Development of an integrated compact rice mill for strategic export. Final report of the research project, Ministry for Food, Agriculture, Forestry and Fisheries, Gwacheon.
- SAS (2012) SAS user's guide. SAS Inc, North Carolina.
- Song YE, Cho SH, Kwon YR, Choi DC (2008) Quality of Jeonbuk-originated brand rice compared with other domestic brands and imported market rice. *Korean J Crop Sci* 53: 347-352.