

# ロール籾摺機の脱ぶ性に関する同径ロールと異径ロールの比較

土居 栄城・紙田 裕紀・中村 光志

(農学部施設生産工学講座)

## Comparison between Same and Different Diameter Rolls on Husking Properties of a Rubber Roll Husker

Eiki DOI, Hironori KAMITA, and Koji NAKAMURA

*Chair of Biomechanical, Faculty of Agriculture*

**Abstract :** Authors judged that a roll combination was one of important factors relating to husking property on a rubber roll husker. And we compared husking property between same and different diameters on roll combination. The results were as follows.

- 1) Different diameter roll can get higher husking ratio than same diameter roll at wide roll clearance.
- 2) When the feed rate was more, different diameter roll indicated higher husking ratio than same diameter roll.
- 3) The ratio of peripheral velocity difference gave not little effect to the husking ratio of both roll combinations.
- 4) When the condition of test was identical, same diameter roll indicated smaller value for the ratio of skin rubbing than different diameter roll.
- 5) There were few differences in the ratio of cracked grain between both roll combinations.

Judging from these results, different diameter roll combination becomes more profitable for working efficiency, because it can enlarge roll clearnace, and this mean that it can increase feed rate.

### 緒 言

ロール籾摺機にはゴムロールの組合せにより同径ロール形と異径ロール形とがあるが、現在市販のロール籾摺機は、一部の機種を除き、ほとんど同径ロールを使用している。その理由としては、ロールの摩耗量が同じであること、主副両ロールの交換が可能であることなどが挙げられる。一方、異径ロールの長所としては、ロール駆動機構が単純であること、長い接触距離を保持できることなどが挙げられるが、両ロールの摩耗量が異なる（小径ロールの摩耗量が大きい）こと及び両ロール間の交換が不可能であることがネックとなつて、一部でしか使用されていないようである。しかし、籾摺機として最も重要なことは高い脱ぶ率、即ち究極的には100%の脱ぶ率を上げることであると考へ、異径ロール形の脱ぶ特性を調査したものである。

ロール籾摺機構に関しては、これまで数多くの研究が成されてきている。例えば、脱ぶ作用原理に関するものとしては、中村<sup>1)</sup>、庄司<sup>2)</sup>、藺村ら<sup>3, 4)</sup>によるものなど、ロール寸法に関するものと

しては、中村<sup>5, 6)</sup>によるものなど、その他宮地ら<sup>7, 8)</sup>による単双曲線回転面を利用した新しいロール機構に関するものなどが上げられるが、これらのうち異径ロールに関する研究報告は、中村による報告<sup>6)</sup>がある程度でその他にはほとんど見当たらない。

本研究では、異径ロール組合せの高脱ぶ率の可能性に注目し、ロール間隙及び周速度差率を変えて、両方式における脱ぶ率の特性を比較したので、その結果を報告するものである。

### 実 験 方 法

実験は、予備実験によりロール間隙及び周速度差率を決定した後、本実験を行った。

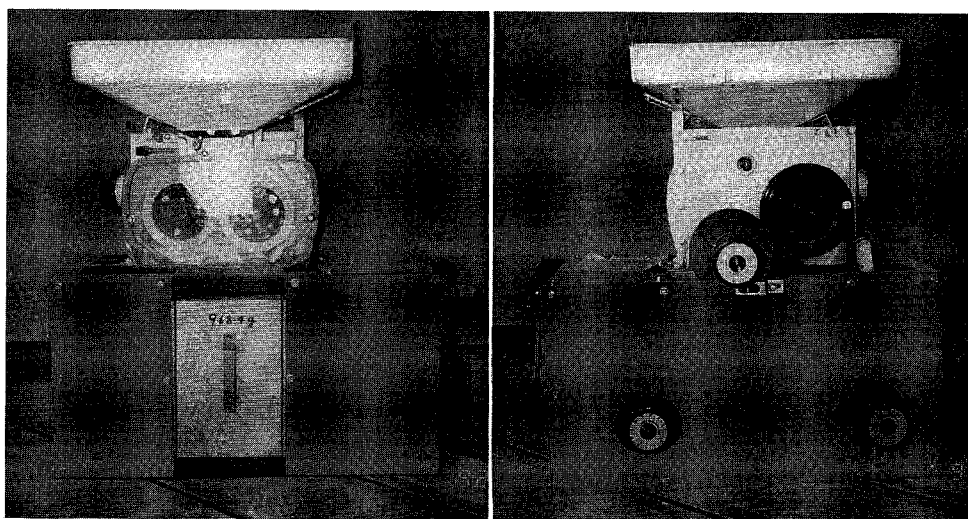
1. 供試粉 予備実験及び本実験で使用した粉は、品種は同じ「こしひかり」であるが、実験の都合により性状の異なるものを用いた。予備実験及び本実験で使用した供試粉の性状をTable 1.に示す。

予備実験で使用した粉の平均含水率は12.3%であり、やや過乾燥状態にある。一方本実験で使用した粉の平均含水率は13.6%であり、農林水産省の貯蔵規格である14%に近い値となっている。

2. 実験用粉摺装置 Fig. 1.に示すとき、脱ぶ部のみからなる摺り落とし形脱ぶ装置を製作し、

Table 1. Characteristics of rough rice used test

Items	[Unit]	Pre-test	Main test
Long diameter	[ mm ]	6.96	7.06
Short diameter	[ mm ]	3.16	3.19
Thickness	[ mm ]	2.27	2.27
Weight per 100 particles	[ g ]	2.65	2.85
Moisture	[ % w.b. ]	12.3	13.6



(a) Roll side

(b) Pulley side

Fig. 1. Appearance of experimental apparatus.

実験に使用した。

本装置の原動機からロール軸への動力伝達系統は、以下の如くである。

- (1) 主軸駆動系：電動機（可変Vプーリ）→Vベルト→中間軸→Vベルト→主軸
- (2) 副軸駆動系：電動機（可変Vプーリ）→Vベルト→第1中間軸（可変Vプーリ）→Vベルト→第2中間軸（可変Vプーリ）→歯車→副軸

また、両ロールの変速は、主軸では、電動機の出力軸に取り付けられた可変Vプーリによって行い、副軸では、中間軸の2個の可変Vプーリによって行われる。なお、この実験用初摺装置の主な特徴を上げると、次のようである。

- (1) 変速 主軸、副軸とともに可変Vプーリによる無段変速が可能である。
- (2) 周速度差率 0-30%の範囲で変えることができる。
- (3) ロール間隙 広範囲に変えることができる。
- (4) 脱ぶ状態 外部から観察が可能である。
- (5) ロールの交換 主軸のロール交換が可能である。

### 3. 実験方法

#### (1) 予備実験

- 1) 同径ロール組合せの場合 ゴムロールは、主軸、副軸ともに直径153mmのものを使用した。周速度差率は、主軸の回転数を1270rpm（周速度10.2m/s）に固定し、副軸の回転数を変えることにより、10、20、25、30%の5段階、またロール間隙は供試粉の平均厚さ（2.29mm）の10、20、30、40、50%（即ち、0.23、0.48、0.69、0.92、1.14mm）の5段階に変化させた。粉の供給量は、400gを5秒間で供給し、平均80g/sとした。
- 2) 異径ロール組合せの場合 ゴムロールは、主軸に直径195mmの大径ロール、副軸に直径153mmの普通ロールを用いた。  
実験条件は、主軸の回転数を同径ロールの場合と同一にするために、1000rpmとした以外は、同径ロールの場合と同一である。

#### (2) 本実験

- 1) 同径ロール組合せの場合 ゴムロールは、予備実験と同様に主軸、副軸ともに直径153mmのものを使用した。周速度差率は20、23、25%の3段階、またロール間隙は供試粉の平均厚さ（2.27mm）の40、45、50、55、60%（すなわち、0.91、1.02、1.13、1.25、1.36mm）の5段階に変えた。また粉の供給量は、5秒間で、200、400、800g、すなわち毎秒当り供給量で40、80、160gの3段階変えた。
- 2) 異径ロール組合せの場合 ゴムロールは、主軸に直径195mmの大径ロール、副軸に直径153mmの普通ロールを用いた。  
実験条件は、主軸の回転数を同径ロールの場合と同一にするために、1000rpmとした以外は、同径ロールの場合と同一とした。

### 4. 測定方法

(1) 脱ぶ率 本実験用初摺装置は選別装置を持たないため、摺り落とされた粉は玄米、粉、粉殻が混合しているので、唐箕により粉殻を除いた後、四分法により約50gの試料を取出した。その後試料を手選別によって粉と玄米に分離し、脱ぶ率を粒数比で表わした。

(2) 肌摺率 玄米のみ200粒の試料を取出し、希釈ヨード液に漬けて着色し、肌摺粒を選別した。その結果に基づき玄米を肌摺れ程度によりA（ひどい）、B（少しひどい）、C（なし）の3段階に分けた。この内肌摺れ程度のひどいAのみを肌摺米とした。

(3) 胴割率 玄米のみ300粒の試料を取出し、胴割れ検定器（木屋製作所製K式穀粒透視器）に

より胴割れの有無を調べた。

## 実験結果及び考察

### 1. 予備実験について

(1) ロール間隙と脱ぶ率との関係 同径ロールと異径ロールに関する測定結果をFig. 2.に示す。ロール間隙と脱ぶ率の関係を全体的に見ると、ロール間隙30%程度まではほとんど変わらないが、それ以上になると脱ぶ率は低下傾向を示し、ロール間隙50%の時脱ぶ率は約90%を示した。

同径ロールと異径ロールの脱ぶ率の差は、ロール間隙10-30%ではほとんど認められないが、40%以上になると異径ロールの方の脱ぶ率が高くなり、その差はロール間隙が広くなるほど大きくなる傾向がみられる。

(2) 周速度差率と脱ぶ率との関係 Fig. 3.に見られるように、周速度差率と脱ぶ率の関係は、周速度差率20%程度までは脱ぶ率の低下は少ないが、それ以下になると急激に低下傾向を示す。

同径ロールと異径ロールの脱ぶ率の差は、周速度差率30%ではほとんど見られなくなるが、30%以下では異径ロールにおける脱ぶ率が高くなる傾向が見られる。また、その差は、周速度差率20-30%の範囲では周速度差率の減少とともに増大するが、20%以下ではその差はほぼ一定値(約5%)を示す。

(3) 本実験の条件設定 以上の結果より、本実験の条件としては、ロール間隙については粕の厚さの40-60%、周速度差率については20-26%の範囲において行うことにした。

### 2. 同径ロールと異径ロールの比較

(1) 粕のゴムロールとの接触距離 粕とゴムロールの接触距離は脱ぶ率に影響を与える重要な要因の一つである。そこで、同径ロールと異径ロールの接触距離について以下に少し詳しく考察する。

せん断力を受ける距離は粕とゴムロールとの接触距離に等しい。この接触距離は、ゴムロール上側の粕の厚さに等しくなった点(接触始点)から両ゴムロールの中心線に垂線を下ろし、その垂線延長上に接触始点から中心点までの長さを取った点(接触終点)までの長さである。この場合の粕とロールとの接触距離 $l$ は次式で表わされる。<sup>1)</sup>

同径ロールの場合

$$l=2a=2\sqrt{r^2-(r-b)^2}$$

異径ロールの場合

大径ロール側

$$l=2a_1=2\sqrt{r_1^2-(r_1-b_1)^2}$$

小径ロール側

$$l=2a_2=2\sqrt{r_1^2-(r_2-b_2)^2}$$

ただし、 $a$  : 接触始点から両ロール中心点までの垂直距離

$b$  : 接触始点からロール間隙中心点までの水平距離

$r$  : ロール半径

$l_1$  : 大径ロールの粕とロールの接触距離

$l_2$  : 小径ロールの粕とロールの接触距離

$a_1$  : 大径ロールの接触始点から両ロール中心点までの垂直距離

$a_2$  : 小径ロールの接触始点から両ロール中心点までの垂直距離

$b_1$  : 大径ロールの接触始点からロール間隙中心点までの水平距離

$b_2$  : 小径ロールの接触始点からロール間隙中心点までの水平距離

$r_1$  : 大径ロール半径

$r_2$  : 小径ロール半径

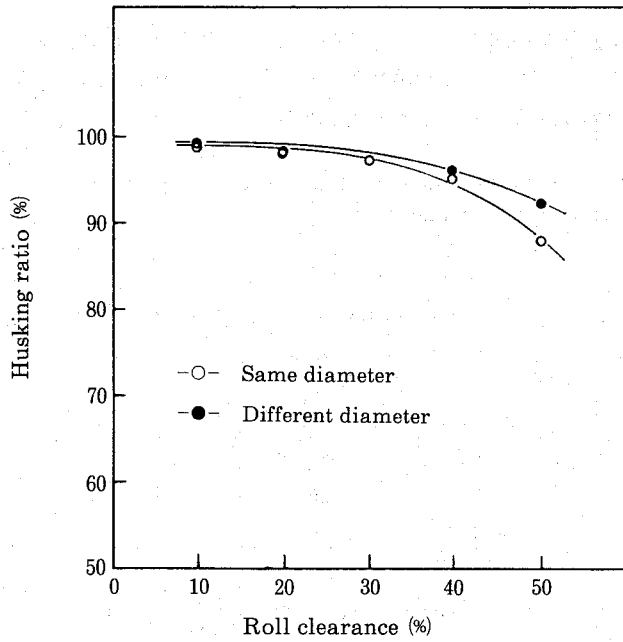


Fig. 2. Relation between roll clearance and husking ratio.  
Ratio of peripheral difference is 23%.

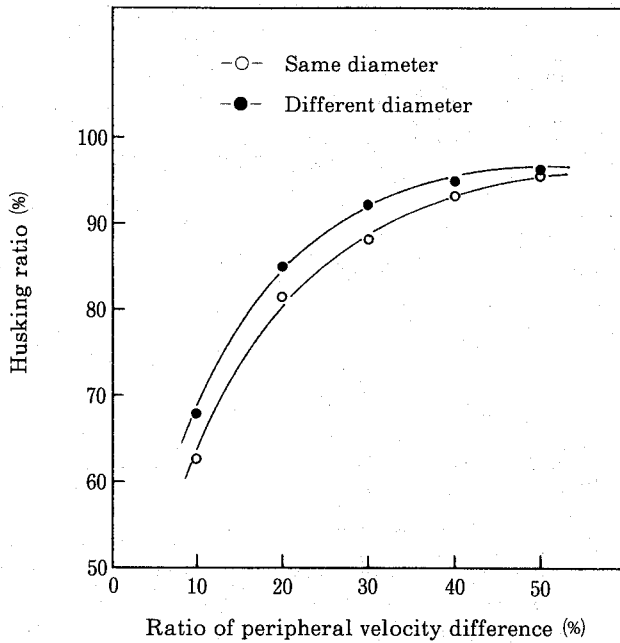


Fig. 3. Relation between ratio of peripheral velocity difference and husking ratio.  
Roll clearance is 50%.

上式において、異径ロールの直径比が1に近いこと、及び籾とロールの大きさの比が非常に大きいことなどより $a_1 \approx a_2$ と仮定し、同径ロール及び異径ロールの接触距離を計算するとTable 2.の如くなる。

計算結果より、ロール間隙が等しい場合について比較すると、異径ロールの接触距離が同径ロールよりも長いことが分かる。例えば、ロール間隙10%のとき2.08mm, 50%のとき1.56mmとなり、ロール間隙が大きくなると共にその差は小さくなるが、何れの場合も異径ロールの方が長くなっている。

Table 2. Calculated values of distance that rough rice is contact to rubber roll

Roll clearance (%)	Contact distance (mm)		Different (mm)
	Roll diameter		
	Same	Different	
40	28.8	30.6	1.8
45	27.6	29.3	1.7
50	26.3	27.9	1.6
55	25.0	26.5	1.5
60	23.6	25.0	1.4

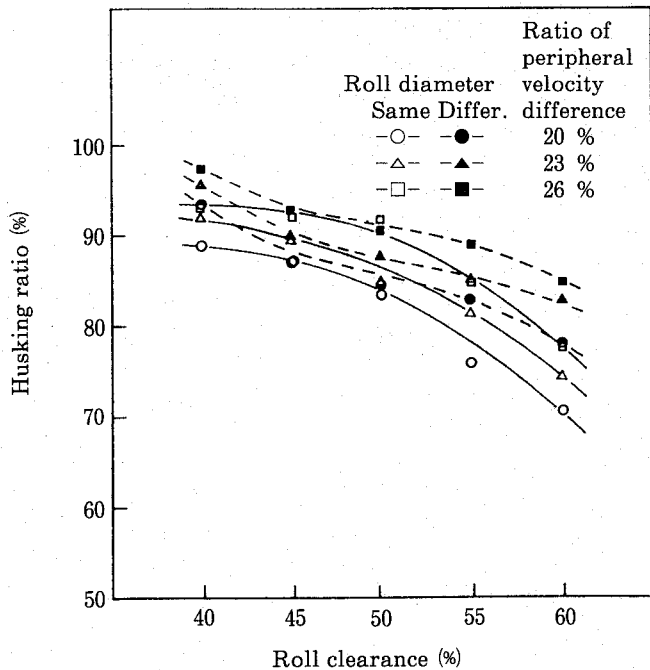


Fig. 4. Relation between roll clearance, ratio of peripheral velocity difference and husking ratio. Feed rate is 400 g / 5s.

(2) ロール間隙と脱ぶ率との関係 周速度差率をパラメータに取ってまとめたものをFig. 4.に示す。

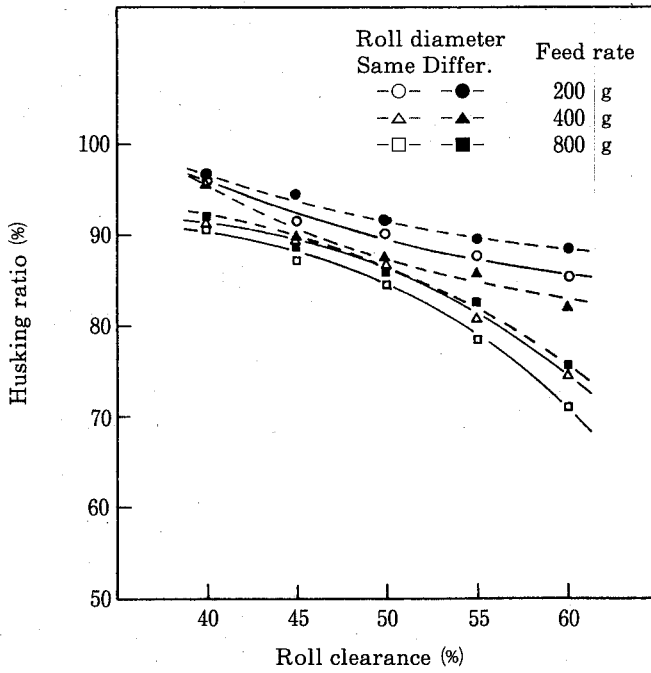


Fig. 5. Relation between roll clearance, feed rate and husking ratio. Ratio of peripheral velocity difference is 23%.

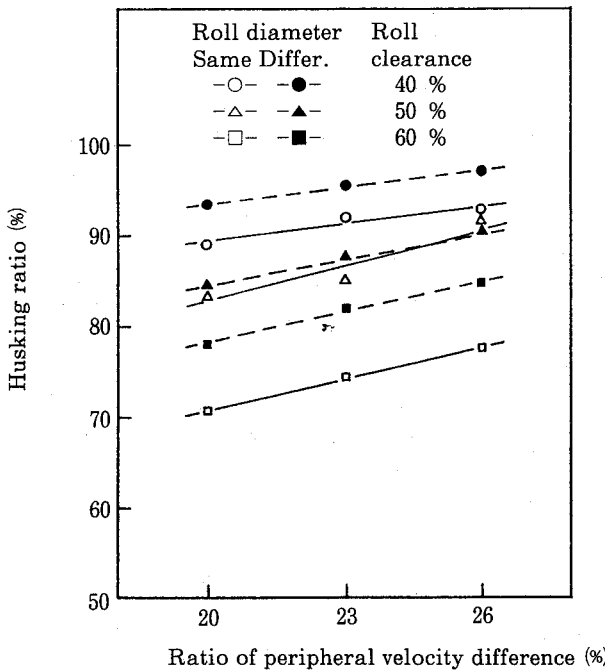


Fig. 6. Relation between ratio of peripheral velocity difference and husking ratio. Feed rate is 400 g / 5s.

ロール間隙45%を除き、何れも異径ロール組合せの方が高い脱ぶ率を示す。これは、先に述べた接触距離が長いことが理由と考えられる。

なお、同径ロール組合せでは、ロール間隙が増大すると脱ぶ率は急激に低下するが、異径ロール組合せでは低下割合は比較的少ない。例えば、周速度差率23%で、ロール間隙45%と60%の場合を比較すると、同径ロールと異径ロールの差はそれぞれ15% (脱ぶ率90%, 75%), 8% (脱ぶ率90%, 82%)となり、同径ロールの方が約10%程度大きくなっている。この傾向は、何れの周速度差率についても同様に見られる。

次に、供給量をパラメータにしてまとめたものをFig. 5.に示す。

全体的に見ると、曲線の傾向は二つのグループに分かれる。一つは供給量200 g及び400 gの異径ロール組合せである。この場合、上方に凹形の曲線を示し、ロール間隙50%以上での低下割合が少ない。もう一つは800 g及び400 gの同径組合せである。この場合、上方に凸形の曲線を示し、ロール間隙50%以上での低下割合が大きい。このことは、供給量によってロール間隙と脱ぶ率の関係が異なることを示している。

ロール組合せによる脱ぶ率の差は、何れの場合も異径ロール組合せの場合が大きくなっている。しかし、ロール間隙の大きさによる差はほとんど認められない。ただし、供給量400 gの場合、ロール組合せの違いにより傾向が異なり、ロール間隙45%及び50%以外ではその差が大きくなる傾向がみられる。

(3) 周速度差率と脱ぶ率との関係 供給量400 g/sの場合における周速度差率と脱ぶ率の関係をFig. 6.に示す。

周速度差率と脱ぶ率の間には、周速度差率20-26%の範囲において、ロール組合せの違いに関係なく、直線関係が認められる。すなわち、周速度差率が大きくなるに連れて、脱ぶ率も直線的に増加する傾向が認められる。

次に、ロール組合せの違いによる差を比較すると、ロール間隙50%時には両者はほぼ同一傾向を示すが、それ以外では何れの場合にも異径ロール組合せの脱ぶ率が大きくなっており、またその差は周速度差率の違いに関係なく、ほぼ同程度の大きさである。これから考えると、ロール間隙60%、周速度差率20%程度でも、80%程度の脱ぶ率が得られるので、ロール間隙を広くすることにより、能率の向上や損傷初の減少などが可能になると考えられる。

(4) 供給量と脱ぶ率との関係 周速度差率23%における供給量と脱ぶ率の関係をFig. 7.に示す。

供給量が増加するに連れて、脱ぶ率は低下するが、供給量が400 g/sよりも多くなると低下量は減少する傾向がみられる。またロール間隙が50%以下の場合、供給量の増加にともなう低下割合は比較的少ない。

ロール組合せの違いによる差を見ると、ロール間隙50%以下、また60%でも供給量200 g以下においては、殆ど認められない。これから考えると、実際的な使用範囲ではほとんど影響がないといえる。しかしながら異径ロールではロール間隙60%、供給量400 g/5sでも80%程度の脱ぶ率が得られるので、ロール間隙を広くして、能率を向上させることが可能である。

(5) 初め損傷 Table 3.-Table 5.及びFig. 8.に初め損傷、胴割れ状況を示す。Table 3.-Table 5.は供給量200, 400, 800 g/5sの場合の肌摺率及び胴割率、またFig. 8.は供給量400 g/5sにおける脱ぶ率と肌摺率の関係を示したものである。

肌摺率はロール組合せによる差はほとんど見られない。なお、Fig. 8.に示すように、脱ぶ率との間に相関関係が認められ、脱ぶ率80%で、肌摺率約10%、また90%で、約25%と脱ぶ率が増加するに連れて、肌摺率も増大する傾向が認められる。また、Table 3.-Table 5.において、周速度差率の増大、またロール間隙及び供給量の減少と共に、増加する傾向が認められた。



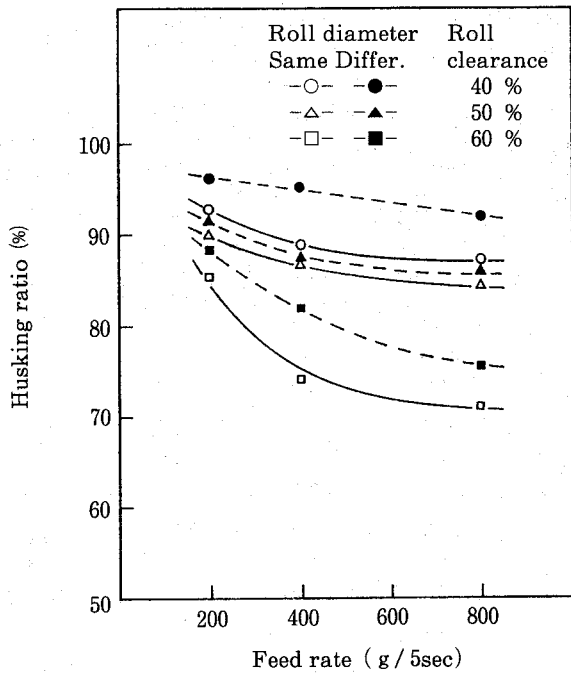


Fig. 7. Relation between feed rate and husking ratio.  
Ratio of peripheral velocity difference is 23%.

Table 3. Ratio of skin damaged grain and cracked grain  
(Feed rate is 200 g / 5s)

Roll clearance	Ratio of peripheral velocity difference	Skin damaged grain		Cracked grain	
		Same	Different	Same	Different
40 %	20 %	24.0 %	32.5 %	11.0 %	9.0 %
	23	32.5	44.0	9.0	11.5
	26	53.0	55.0	8.5	13.0
45	20	20.0	20.0	6.0	11.0
	23	36.0	32.0	10.0	8.0
	26	51.0	46.5	13.0	10.5
50	20	18.0	16.0	12.5	10.5
	23	29.0	24.0	10.0	12.0
	26	40.0	35.5	8.5	10.5
55	20	11.0	9.0	13.5	14.0
	23	20.5	16.5	12.5	11.5
	26	34.0	26.0	11.0	11.0
60	20	6.5	4.5	10.5	11.5
	23	18.0	11.0	11.0	11.0
	26	26.0	19.0	13.5	10.5

Table 4. Ratio of skin damaged grain and cracked grain  
(Feed rate is 400 g / 5s)

Roll clearance	Ratio of peripheral velocity difference	Skin damaged grain		Cracked grain	
		Same	Different	Same	Different
40 %	20 %	16.0 %	29.5 %	8.0 %	7.5 %
	23	22.5	44.0	3.5	5.5
	26	29.5	57.0	3.5	4.0
45	20	6.0	19.0	8.5	8.5
	23	24.0	26.0	5.5	1.5
	26	43.0	33.5	5.0	2.5
50	20	6.0	13.0	16.0	8.5
	23	16.0	29.0	3.5	4.5
	26	31.0	39.0	3.0	3.0
55	20	3.0	7.0	2.5	5.5
	23	10.0	16.0	4.1	7.5
	26	20.0	28.0	1.5	10.5
60	20	2.5	3.0	2.0	0.5
	23	5.5	7.5	1.0	2.0
	26	16.0	16.0	0.5	4.5

Table 5. Ratio of skin damaged grain and cracked grain  
(Feed rate is 800 g / 5s)

Roll clearance	Ratio of peripheral velocity difference	Skin damaged grain		Cracked grain	
		Same	Different	Same	Different
40 %	20 %	18.0 %	15.5 %	5.5 %	8.0 %
	23	22.5	29.0	2.5	6.5
	26	36.0	35.0	5.5	9.0
45	20	11.0	14.0	4.0	3.5
	23	19.0	20.0	8.0	9.5
	26	24.0	45.0	4.0	9.5
50	20	4.0	10.0	2.0	6.55
	23	12.5	19.5	4.5	0.5
	26	20.0	34.0	5.5	3.0
55	20	3.0	6.0	0.0	1.5
	23	8.0	16.5	4.0	0.5
	26	14.0	22.5	5.5	5.0
60	20	1.5	3.5	5.0	5.0
	23	3.5	8.0	7.0	8.5
	26	6.5	11.5	8.0	9.5

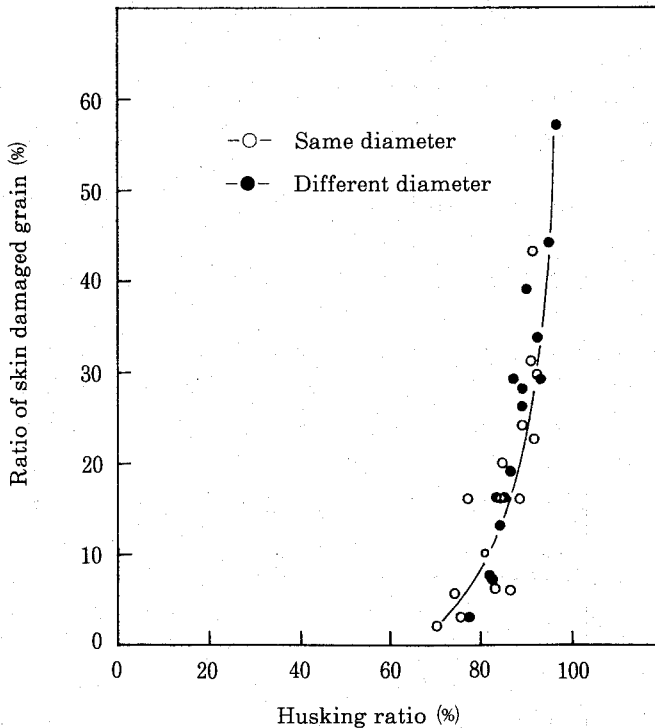


Fig. 8. Relation between husking ratio and ratio of skin damaged grain. Feed rate is 400 g / 5s.

胴割率の結果はTable 3.-Table.5.に示すが、ロール組合せ、ロール間隙、周速度差率、及び供給量の何れについても一定の傾向は認められなかった。なお、全体としては6-15%の範囲にあった。

### 要 約

ロール粉摺機における脱ぶ率に関係する一要因としてロール組合せを考え、同径ロール組合せと異径ロール組合せに関する脱ぶ率を比較した結果、以下のような結果が得られた。

- 1) 脱ぶ率は、ロール間隙が狭い場合には両者の間にほとんど差がないが、ロール間隙が広くなると異径ロール組合せの方が高くなる。

なお、このことは、同一脱ぶ率を得るためのロール間隙は異径ロール組合せの方が広くできることを意味している。

- 2) 供給量が多くなると、異径ロール組合せの方の脱ぶ率が高くなる。
- 3) 周速度差率はロール組合せの違いによる脱ぶ率の差にはほとんど影響を与えない。
- 4) 肌摺率は、条件が同一の場合同径ロールの方が小さい値を示す。
- 5) 胴割率に関しては、両者の間にほとんど差はみられなかった。

以上の事から判断すると、同一脱ぶ率を得るためには、異径ロール組合せの方がロール間隙を広くでき、しかも供給量を多くすることができるので、作業能率から見て有利であるといえる。

キーワード：ロール粉すり機、ロール組合せ、脱ぶ率

## 文 献

- 1) 中村忠次郎：籾摺機に関する研究（第2報）．農機誌，14（3・4），48-57（1952）．
- 2) 庄司英信：ゴムロール機構における回転数差率と脱ぶ機能について．農機誌，18（1），33-36（1956）．
- 3) 藺村光雄・川村 登：籾摺ロールの脱ぶ作用力に関する研究（第1報）．農機誌，22（1），21-24（1960）．
- 4) 藺村光雄・川村 登：籾摺ロールの脱ぶ作用力に関する研究（第2報）．農機誌，22（3），103-106（1960）．
- 5) 中村忠次郎：籾摺機に関する研究（第3報）．農機誌，17（3），107-111（1955）．
- 6) 中村忠次郎：籾摺機に関する研究（第10報）．農機誌，18（4），146-148（1956）．
- 7) 宮地豊房・渡海 一：もみすり機に関する二・三の提案（第1報）．農機誌，30（4），218-224（1968）．
- 8) 宮地豊房・山崎堯右：もみすり機に関する二・三の提案（第2報）．農機誌，31（3），233-238（1969）．
- 9) 農業機械学会編：新版農業機械ハンドブック，P.662-663，コロナ社，東京（1984）．

（平成4年9月18日受理）

（平成4年12月28日発行）