自動米形状分析装置を用いた原料米の形状解析

三上 隆 司 ・ 三田村博敏 ・ 金 本 繁 晴
谷 本 昌 太* ・ 土 屋 義 信* ・ 末 成 和 夫*
(〈株〉佐竹製作所, *広島県立食品工業技術センター)

平成4年12月2日受理

Three-dimensional Shape Analysis of Rice Grains with an Automatic Image Processing System

Takashi MIKAMI, Hirotoshi MITAMURA, Shigeharu KANEMOTO,
Shota TANIMOTO*, Yoshinobu TSUCHIYA* and Kazuo SUENARI*
(Satake corporation. Nishihon-machi, Saijo, Higashi-hiroshima-shi 724,
*Hiroshima Prefectural Food Technological Reserch Center, 12-70,
Hijiyama-honmachi, Minami-ku, Hiroshima-shi 732)

Three-dimensional shape analysis of rice grains was examined with an automatic image processing system. Each 50 grains of polished and unpolished rice of the same kind were analyzed with both a manual method by a dial-gauge and the automatic image processing system. As a result, it was observed that there was little significant difference between the values (length, width and thickness) obtained by two methods. Furthermore, it was suggested that this system is more useful for quick calculation of the true polishing ratio as compared with the manual method. From these results, it is concluded that the automatic image processing system is expected to be suitable for the control of rice polishing process.

Key words : 原料米・形状解析・自動化

は じ め に

昨今の清酒の市場動向を見れば、普通酒の需要に比べ、吟醸酒、純米酒などの付加価値の高い清酒の消費数量の伸長が著しく¹⁾、これに伴い高精白の原料米の需要が大きくなっている²⁾。

一般的に清酒の品質は、原料米の品種、品質および産地とともに精米の状態が大きく影響を与えるのは周知の通りである。そのため、従来の真精米歩合を求める手法³⁾に対し、より厳密な精米工程の評価法として、丸山⁴⁾は、米粒一粒ずつの重量測定を行い、これらの統計処理による手法を報告し、その後、この方法は、山本⁵⁾により自動化された。一方、松永⁶⁾および荒巻⁷⁾は、米粒形状の観点から、コンピュータ画像処理を用いて行うことを提案している。これは、手分析による従来の米形状の測定では、多大な労力を必要とし、短時間で試料全体の状況を把握することが不可能であることにに対し、コンピュータを用いて省力化を可能とするものと言え

る。しかしながら、これまでのコンピュータの画像処理を利用した米粒の形状解析装置は、二次元処理（長さと幅の測定）のみで、三次元（長さ、幅、厚さの測定）処理については、いまだ報告されたものはなかった⁸⁾。

このような背景に対し、著者らは、米粒形状の三次元処理とその測定の自動化を可能とする装置の開発を検討してきたので、その装置の概要とこれを用いた原料米分析結果を報告する。

実 験 方 法

1. 試 料

本試験には、装置の性能を確認するため細かな碎米を除去した平成3年兵庫県産山田錦（1等）の玄米とこれを精米歩合40%にした白米を用いた。

2. 自動米形状分析装置

自動米形状分析装置の構成図をFig.1に示す。本装置は、玄米から各精米歩合まで任意の精米歩合の原料米を1粒ずつ供給し、長さ、幅、厚さを自動的に測定し、そ

Fig.1 Structural chart of this system.

のデータを集計できるようにしたシステムである。なお、その他に米の投影面積、周囲長も同時に測定でき、米1粒の重量を西谷の方法により推算⁹⁾することも可能である。測定装置は、試料を供給する部分、形状を測定する部分、測定の終了した試料を排出する部分および全体を制御する部分から構成される。試料を供給する部分は、フィーダ1、フィーダ2および試料測定用の測定台からなり、フィーダ1に試料を設置すればフィーダ2が測定台に1粒ずつ供給する機能を持つ。測定部分は、2台のCCDカメラで構成され、各カメラの測定項目は、Fig.2に示した通りである。排出部分は、棒状の板で測定台上の試料を叩いて落とし、ストッカーに貯める構造となっている。制御部分は制御モータなどの装置を有する。

測定の手順は、Fig.3に示すように、まず、試料をフィーダ1に設置し、コンピュータに測定するサンプルの数量と測定試料のファイル名を入力した。入力の確認後、測定を開始し、その信号により、測定台上の払い出しを行い、その後、供給フィーダ1、2を動かし試料を供給させた。試料を1粒ずつ測定台に供給すると確認センサの作動によりフィーダ2が停止し、試料はカメラ中央部に移動するよう設定した。試料は常に同一方向にきれいに設置されることはないためソフトウェア上で重心を求め、試料を回転させて長さとの測定を行った。ま

1. CAMERA 1 *Length
 *Width
 *Area
 *Circumference
2. CAMERA 2 *Thickness
 *Width

Fig.2 Measurement items of this system.

Fig.3 Flow-chart of this system for three-dimensional shape analysis of rice grains.

た、同時に、ドット数のカウントを行い、そのデータからコンピュータで投影面積、周囲長、推定体積を計算し、プリントアウトさせた。ここで投影面積と周囲長は実測結果より次式にて算定し、推定体積は楕円体と考え計算した⁹⁾。

$$\text{投影面積} = (\text{ドット数} / 1970.4)$$

$$\text{周囲長} = (\text{ドット数} / 50.03)$$

$$\text{推定体積} = \pi / 6 * (\text{長さ}) * (\text{幅}) * (\text{厚さ})$$

1粒の測定が終わると試料は自動的にストッカーに排出され、また、測定台上の試料の位置が悪い場合や、2粒同時に乗った場合は、測定不可の判定を行い、別のストッカーに排出することとした。

この手順で測定は、初めにキー入力した設定数に達するまで繰り返して行われ、終了するとデータを自動的にフロッピーに記録し初期状態に復帰させた。なお、測定時間は1粒約6～7秒であった。

3. 手分析による原料米の形態

ダイヤルゲージ (Peacock 製 Model G) を用い、国税庁所定分析法³⁾に準じ1粒ずつ長さ、幅、厚さを0.01 mm まで測定した。

4. 真精米歩合

試料白米の真精米歩合の算出は、国税庁所定分析法³⁾に準じた。

実験結果および考察

1. 手分析と自動米形状分析装置の精度の比較

同一試料に対する手分析と自動米形状分析装置 (以下、本装置と略す) による形状測定の結果を Table 1 に示す。手分析と本装置による測定結果の平均値を比較すると長さでは玄米において 0.04 mm、白米では 0.02 mm

の差異が生じており、手分析の方が小さな数値となった。これは本装置の場合、画像上で試料の両先端の寸法を測定することに対し、手分析では、ダイヤルゲージで、試料の両端に負荷をかけるため先端部をつぶしてしまうためと考えられる。従って、本装置の場合の方が寸法はやや大きくなるが、より正確な測定が可能であるとされる。また、幅と厚さは、手分析と本装置の結果において大きな違いは認められず、両者の値はほぼ一致した。

手分析と本装置による測定結果に対する t-検定は 1% 以下の危険率¹⁰⁾となり、有意差は認められなかった。

2. 自動米形状分析装置を用いた測定結果

試料玄米および白米それぞれ 100 粒ずつを本装置を用いて測定した。それらの結果を Fig. 4, 5 および Table 2 に示す。これらの結果において、玄米については米崎¹¹⁾が標準としている長さ 5.0～5.25 mm, 幅 2.9～3.1 mm, 厚さ 2.05～2.15 mm に比べて長さ、幅が大きく、厚さは標準区に入り米崎らの報告と一致している。精米歩合 40% の白米の長さ、幅、厚さの平均は 3.60 mm, 2.64 mm, 1.74 mm となり分布図のバラツキも少なく外観的に見ても非常に粒ぞろいの良好なものと判定された。

また、Table 2 に示した通り、玄米と精米の各項目別の割合を求めたが長さ方向の割れが最も多く、厚みの方向がこれに続く、この結果は、荒巻¹²⁾の報告と多少異なるものであり、原料米による違いと判断した。また、白米試料 100 粒に対する容積より求めた真精米歩合は、43.2% となり、重量に基づく真精米歩合 44.3% とほぼ一致した。この結果は、本装置による形状測定の精確さを表すものと言える。

Table 1 Comparison of each three data (length, width, thickness) obtained by this system and manual method for 50 rice grains.

		Manual method			Automatic system		
		Length (mm)	Width (mm)	Thickness (mm)	Length (mm)	Width (mm)	Thickness (mm)
Unpolished rice	Ave. ¹⁾	5.57	3.18	2.15	5.61	3.18	2.14
	S.D. ²⁾	0.16	0.08	0.07	0.16	0.09	0.04
	t-test				$t_0 = -1.73^{3)}$ not sig. ⁴⁾	$t_0 = 0.26$ not sig.	$t_0 = 0.66$ not sig.
Polished rice	Ave.	3.58	2.63	1.74	3.60	2.64	1.75
	S.D.	0.14	0.10	0.05	0.14	0.09	0.03
	t-test				$t_0 = 0.95$ not sig.	$t_0 = 0.91$ not sig.	$t_0 = 0.92$ not sig.

1) Ave.: Average of 50 samples

2) S.D.: Standard deviation

3) t_0 means t-test

4) not sig.: not significant

Fig. 4 Results of three-dimensional shape analysis for 100 unpolished rice grains.

これらの結果より、本装置を用いることにより原料米の形状に関する正確な情報を得ることが可能となり、これらの情報を精米機の操作までフィードバックすることができれば、より高度な精米に対する品質管理が実現できると考えられる。

このように本装置で形状を測定し統計処理することにより精米の工程管理に用いることが可能となった。ま

Fig. 5 Results of three-dimensional shape analysis for 100 polished rice grains.

た、山本らの重量分布測定装置を併用することにより、物理的な面での工程管理の精度をより向上させることが可能となると考えられる。

要 約

新たに開発した米形状の三次元処理とその測定を自動化する装置を用いて、原料米分析を行った。

Table 2 Each three data (length, width, thickness), projected area, circumference and calculated volume for 100 rice grains and the ratio between the values of unpolished and polished rice.

		Length (mm)	Width (mm)	Thickness (mm)	Area ³⁾ (mm ²)	Circ. ⁴⁾ (mm)	Volume ⁵⁾ (mm ³)
Unpolished rice	Ave. ¹⁾	5.65	3.16	2.15	15.44	16.09	20.14
	S.D. ²⁾	0.16	0.10	0.07	0.72	0.90	1.17
Polished rice	Ave.	3.61	2.62	1.76	7.75	10.72	8.70
	S.D.	0.16	0.11	0.03	0.51	0.63	0.59
Ratio	%	63.9	82.9	81.9	50.2	66.6	43.2

1) Ave.: Average of 100 samples

2) S.D.: Standard deviation

3) Area: (Dott number/1970.4)

4) Circ.: Circumference (Dott number/50.03)

5) Volume: $\pi/6 \times (\text{Length}) \times (\text{Width}) \times (\text{Thickness})$

同一品種（兵庫県産山田錦）の玄米と白米を用いて、それぞれ 50 粒ずつの形状をダイヤルゲージと自動形状分析装置を用いて測定を行った。その結果、両者の値は、ほぼ一致した。また、本装置を用いて試料玄米および白米 100 粒ずつの長さ、幅、厚さを測定し、面積、周長、体積を算出した。ここで求めた容量に基づく真精米歩合（平均白米体積／平均玄米体積）と公定法に基づく真精米歩合は、ほぼ一致し、この装置による測定法の妥当性が認められた。

文 献

- 1) 西谷尚道：醸協，85，（6）369（1990）
- 2) 西谷尚道：醸協，85，（7）450（1990）
- 3) 注解編集委員会編：第 3 回改訂国税庁所定分析法注解，p.451，p.187，日本醸造協会（1984）
- 4) 丸山新次：醸協，83，（1）8（1988）
- 5) 山本道明，土屋義信，末成和夫，手島義春：醸協，87，（8）593（1992）
- 6) 松永隆司：月刊フードケミカル，p.108（1992）
- 7) 荒巻 功：第 3 回新技開発セミナー，p.14（1992）
- 8) R. TAKEUCHI, H. KOJIMA, K. TOYODA, H. OMOTO, S. MORIMOTO：神大農研報，20，115（1992）
- 9) 西谷尚道：醸協，85，（6）377（1990）
- 10) 黒田孝郎：数表と計算，p.171，共立出版（1975）
- 11) 米崎治男，進藤 恭，曾我英介，大島 雄：灘酒研究会会報，37，74（1973）
- 12) 荒巻 功：第 3 回新技開発セミナー，p.17（1992）