

VOL. 12 2012

# 横断的共同研究報告

Reports of Division Crossing Cooperative Research

平成 23 年度

栃木県試験研究機関連絡協議会

## はじめに

地域における産業の振興や、環境、医療・福祉などの様々な分野の課題を解決するために、科学技術の果たす役割は大きなものがあります。また、その振興による県民生活の向上が期待されています。

そこで、県では「地域産業の高度化と新規産業の創出」、「豊かで快適な県民生活の実現」、「創造性豊かな人材の育成・確保」を基本目標とする「栃木県科学技術振興指針」を策定し、「創造の気風あふれる”とちぎづくり”」を目指して、総合的・計画的な科学技術振興の取り組みを推進しているところです。

栃木県試験研究機関連絡協議会は、こうした科学技術振興指針を踏まえ、県試験研究機関相互の技術交流・情報交換及び横断的共同研究の円滑な推進を図ることを目的として、平成11年度に設置されました。生活・保健環境系、工業系、農業・林業・水産系の8の県試験研究機関から構成されています。

この報告書は、当連絡協議会に参加する試験研究機関によって平成23年度に取り組まれた横断的共同研究の研究成果です。

この研究成果が広範に活用されますとともに、本県科学技術振興の一助となれば幸甚に存じます。

平成24年12月

栃木県試験研究機関連絡協議会

## 目 次

### 〔横断的共同研究報告〕

- 牛における体温の非接触的測定技術に関する研究（第2報）…………… 1
  
- 漬物加工用原料に求められる規格・品質に応じた野菜生産技術の確立  
（第1報）…………… 5
  
- 新規酒造好適米の開発に関する研究（第1報）…………… 8

### 〔栃木県試験研究機関連絡協議会設置要領〕

- （平成23年6月9日改正版）…………… 12

## 牛における体温の非接触的測定技術に関する研究（第2報）

上野 貴明\* 枝野 龍之\* 荒井 訓子\*\* 野澤 久夫\*\*

### Studies on Wireless Measurement Technology of Cattle Temperature (2nd Report)

Takaaki UENO, Tatsuyuki EDANO, Noriko ARAI, Hisao NOZAWA

家畜の体温をモニターすることは、疾病管理を行うために有効な手段である。しかし、体格の大きい牛の体温測定では、保定設備を使用しなければ少人数での捕捉が困難なケースもある。特に生産者が高齢化している現状では、疾病に対する対応が遅れ、事故の増加による経営悪化が懸念される。本研究はH22～H23年度の2年間、産業技術センターと畜産酪農研究センターが共同で、疾病の早期発見による事故率低減を目的とし、個体を捕捉することなく、また性別に関係なく体温を計測できる技術開発を行う。本年度は、温度センサモジュール試作機を用いた外気温と牛体温との関係を分析するとともに、温度センサモジュールの改良、体温モニタリング用サーバの構築、データ通信手段の確立について行ったので報告する。

Key Words : 牛体温, 非接触, 温度センサ

#### 1 はじめに

家畜の体温測定は、健康管理を行う有効な手法の1つとして農家で行われている。しかし、体温測定では、個体を捕捉し、一定時間静止させなければならない。牛など大きな個体になると、保定設備を使用しなければ少人数での捕捉は困難である。一方、生産者が高齢化している現状では、牛体の捕捉が重労働となり体温測定が疎かになる。これに伴い、疾病への対応が遅れ、口蹄疫など事故の増加に繋がりが、農家の経営悪化も懸念されている。そこで疾病の早期発見による事故率の低下を目的とし、H22～H23年度の2年間、畜産酪農研究センター芳賀分場と共同で研究を行う。

体温測定に伴う牛体捕捉の労力を軽減するため、非接触での体温測定を検討する。現在の技術では赤外線を利用したサーモグラフィによる非接触的体温測定も考えられるが、非常に高価な機械であり、生産現場での利用は困難である。よって、非接触的体温測定を安価で性別に関係なく行える牛体温測定システムの技術開発を目標とした。

昨年度の研究により、牛体温を測定する温度センサモジュールの送信機と受信機を試作した。本年度は牛舎における運用を視野に入れ、センサモジュールの改良と牛舎に設置する体温モニタリング用サーバの構築、また事務所から牛舎までの通信インフラが整備されていないため、データ通信手段の確立について検討を行った。また、畜産酪農研究センター芳賀分場では、外気温と牛の体温の関係について検討した。

#### 2 研究の方法

##### 2.1 牛体温測定用センサモジュールの再検討

本年度は牛舎での運用を目標とする。よって、昨年度の牛体温測定システム用センサモジュールの送受信機で問題となっているサイズ、通信距離を再検討する。

試作で使用した電子部品と無線通信を見直し、低電圧で駆動できるよう回路を検討する。特に試作受信機では、温度確認を行う必要があったためLCD（液晶ディスプレイ）を使用した。本年度は温度データをサーバに送信するのでLCDを必要としない。

##### 2.2 体温モニタリング用サーバの機能

センサモジュール（送信機）から受信した牛体温データを事務所で監視するためのサーバを構築する。必要な機能は、

- ・ 受信したデータをサーバに取り込む。
  - ・ 牛体温データを保存しデータベース化する。
  - ・ データベースの情報をを用いてWebページを作製する。
  - ・ 事務所PCで牛体温情報のWebページを閲覧する。
- となる。以上の条件を満たすサーバ構築を検討する。

##### 2.3 事務所と牛舎間のデータ通信手段

事務所と牛舎の間には通信インフラが整備されていない。そこで、事務所と牛舎間の通信手段を検討し、畜産酪農研究センター芳賀分場内にLANを構築する。

無線LAN親機を事務所に設置し、ネットブックを用いて場

\* 栃木県産業技術センター 機械電子技術部

\*\* 栃木県畜産酪農研究センター 芳賀分場

内の通信範囲を確認しつつ、無線LAN中継機を設置することで牛舎までの通信経路を確立する。

## 2. 4 外気温と牛体温の比較測定

水銀体温計及びセンサモジュール試作機を用いて、外気温と牛の体温との関係について検討した。測定方法は、水銀体温計を用いた直腸内体温、センサモジュール試作機を用いた尾根部及び直腸内体温の3方法とした。

## 3 結果および考察

### 3. 1 センサモジュールの改良

改良したセンサモジュールの送信機、受信機を図1に、主な変更点を表1に示す。



図1 改良したセンサモジュール (左:受信機, 右:送信機)

表1 センサモジュールの変更点

部品	変更前	変更後
無線モジュール	ナビステム 微弱無線 315MHz NVT200B① NVR220②	パイフトラブ 特定小電力 2.4GHz RFS24N1C-05-A
マイコン	Microchip Technology PIC16F877A	Microchip Technology PIC16F688
温度センサ①	National Semiconductor LM35DZ	Analog Devices TMP37
表示機②	Sunlike Display Tech SC1602BS-B	なし
三端子 レギュレータ	National Semiconductor LM2940CT-5.0	トレックスセミコンダクタ XC6202P332TB
基準電圧IC	National Semiconductor LM336Z2.5	National Semiconductor LM385Z1.2
電源	9V電池	単5電池① スイッチングアダプタ3V2A②

①:送信機のみ部品 ②:受信機のみ部品

改良の結果、サイズを50mm×50mm×20mm、通信距離を50mに改善し、電子回路を低電圧の3V駆動にすることが

できた。試作品と比較するとサイズが約1/10に小型化、通信距離は約5倍に延長、5V駆動から3V駆動に改良された。受信機はRS232Cシリアル通信ポートを備えており、受信した温度データをパソコンに転送する仕様となっている。

### 3. 2 体温モニタリング用サーバの構築

機能の検討結果を表2に示す。本サーバではWindowsをベースとしたWAMP環境を構築した。

表2 モニタリング用サーバの検討結果

必要な機能	検討結果
データの取り込み	JavaプログラミングによりRS232Cシリアル通信からのデータを受信し、データベースに保存する。
データベース化	オープンソースデータベースであるMySQLを実装し、日時と体温を管理する。
Webページの作製	サーバサイドスクリプト言語であるPHPを利用し、データベースの情報を取り出す。
牛体温情報の閲覧	オープンソースのWebサーバソフトウェアであるApache HTTP Serverを実装し、作製したWebページを公開する。

使用したソフトウェアは全てフリーウェアである。

センサモジュール (受信機) から転送されるデータは、RS232C経由でサーバに取り込む仕様とする。よってJavaプログラミングでシリアル通信を行うためにJava Communications APIと互換性を持つRXTXライブラリを使用した。受信機からの転送データは、ハイパーターミナルによるシリアル通信で確認した。受信した温度データはMySQLに保存し、データベースを構築する。MySQLで作成したフィールドの設定を図2に示す。

```

MySQL 5.5 Command Line Client
mysql> show fields from cow02;
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
| Field | Type  | Null | Key  | Default | Extra |
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
| id    | int(11) | NO   | PRI  | NULL    | auto_increment |
| time  | datetime | YES  |      | NULL    |               |
| temp  | float  | YES  |      | NULL    |               |
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
3 rows in set (0.06 sec)

mysql>

```

図2 MySQLのフィールド設定

MySQLのデータを元に、PHPを用いてWebページを作製する。表示データは日付と温度データとした。Apacheを起動し、localhost経由でWebページを確認した。作製したWebページを図3に示す。

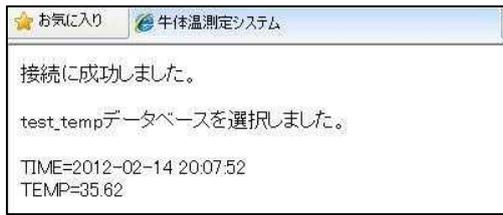


図3 PHPにより作製されたWebページ

### 3.3 データ通信手段の確立

畜産酪農研究センター芳賀分場内にLANを構築する。

事務所に設置する無線LAN親機としてBUFFALO製WHR-HP-G300N, 中継機(リピータ)としてBUFFALO製WLA-E-AG300Nを設置した。地上では樹木や建物等の障害物が多く, 中継機が複数必要となった。これでは, 通信障害が発生した場合に原因追求が複雑になる。よって事務所二階と牛舎の屋根裏との空間を繋ぐこととした。

事務所と牛舎の直線距離約200mをBUFFALO製WLE-2DA指向性アンテナを用いて通信した結果, pingによる通信を確認した。Pingによる通信結果を図4に, 芳賀分場における事務所, 牛舎間の通信経路を図5に示す。



図4 Pingによる無線LAN親機との通信確認



図5 事務所と牛舎間の通信経路設定

### 3.4 外気温と牛体温の関係

牛体温は, 慣行法で用いる水銀体温計, 及び産業技術センターが作成した温度センサモジュール試作機を用いて測定し, 外気温との関係を検討した。

測定方法は, 水銀体温計による直腸内体温, センサモジュール試作機による直腸内及び平成22年度の研究により最適部位と考察された尾根部の3方法とした。

慣行法での直腸内体温とセンサによる尾根部体温とは正の相関 ( $r = 0.48, p < 0.01$ ) があつた (図6)。よつて, 尾根部位はセンサ装着部位として有効であることを確認した。

外気温と牛体温との相関を図7~9に示す。

慣行法による牛体温は外気温が変化しても大きな影響を受けていないことが示された (図7)。

センサモジュール試作機を用いた測定では, 外気温と直腸部センサ温度の関係は相関係数0.74 ( $p < 0.01$ ), 外気温と尾根部センサ温度の関係は相関係数0.73 ( $p < 0.01$ ) と, いずれの測定部位においても, 外気温と体温との間に正の相関がみられた (図7~9)。

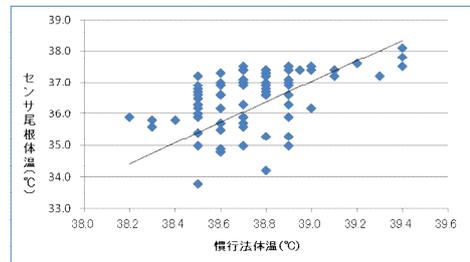


図6 慣行法とセンサ(尾根)による体温の関係 n=96

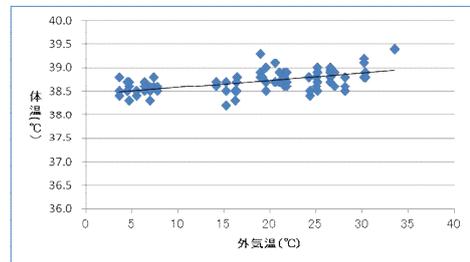


図7 外気温と牛体温(慣行法)の関係 n=96

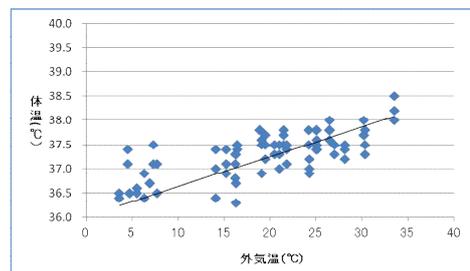


図8 外気温と牛体温(センサ直腸)の関係 n=96

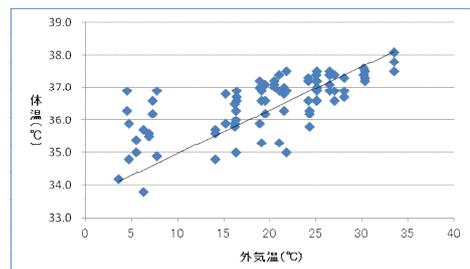


図9 外気温と牛体温(センサ尾根)の関係 n=96

これらのことから、牛の体温は外気温の影響を少なからず受けていることが示唆された。

そこで、慣行法直腸内体温 ( $y$ ) を目的変数、センサ尾根部体温( $x_1$ )及び外気温( $x_2$ )を説明変数として重回帰分析を行ったところ、 $y=0.020416x_1+0.012719x_2+37.74517$ の回帰式が得られた ( $p < 0.01$ )。

ただし、図9において、外気温が $10^{\circ}\text{C}$ 以下での体温値にばらつきがあることから、気温の低い環境での上記回帰式の活用は注意が必要と考えられた。

#### 4 おわりに

昨年度のセンサモジュールを改良し、サイズを約1/10に小型化、通信距離を約5倍に延長、回路を3V駆動に改善した。

体温モニタリング用サーバを検討した結果、JAVAプログラミングによるシリアル通信とWAMP環境の構築により、体温データのデータベース化と体温データ表示用Webページの作製が可能となった。

無線LANを用いて畜産酪農研究センター芳賀分場内にLANを構築したことで、牛舎サーバにあるWebページを事務所PCで確認した。

外気温と牛の体温との関係を検討した結果、両者間には正の相関があり、牛の体温は外気温の影響を少なからず受けていることが示唆された。

また、センサモジュールにより測定した尾根部体温値を用いて、直腸内体温を推定する回帰式は得られたが、冬季などの気温の低い環境での推定には注意が必要と考えられた。

#### 謝 辞

本研究の実施において御指導・御助言を頂きました宇都宮大学大学院教授 尾崎功一先生に深謝いたします。

#### 参考文献

- 1) 内村 誠, 松岡 恭二, 武石 秀一 他: "大分県家畜保健衛生並びに畜産関係業績発表会集録" 大分県農林水産部, Vol. 58, P102-104, (2009)
- 2) (社)計量管理協会 編者: "温度の計測" (株)コロナ社, (1988)
- 3) 後閑哲也: "PICで楽しむネットワーク接続機器の自作" (株)技術評論社, (2008)

# 漬物加工用原料に求められる規格・品質に応じた野菜生産技術の確立 (第1報)

佐藤 隆二\* 奥野 裕子\* 吉田 剛\* 前野 優哉\*\* 筒井 達也\*\* 渡邊 恒夫\*\*

Study of vegetable cultivation technique for satisfying the standard and quality demanded as ingredients for pickles processing

Ryuji SATO, Yuko OKUNO, and Tsuyoshi YOSHIDA,  
Yuya MAENO, Tatsuya TSUTSUI, Tsuneo WATANABE

ショウガ原料について、収穫時期やかん水停止時期等栽培条件を変えることによって収量に差が現れた。さらに、機能性成分含有量やテクスチャーに差がでることを確認し、評価した。また、試作漬物加工品についても試験した。試作加工品の官能試験を行い、収穫時期の異なる原料で差が現れた。

Key Words : ショウガ, 栽培条件, 漬物, 機能性成分, テクスチャー

## 1 はじめに

栃木県内には漬物製造業が多く、野菜漬物製造出荷額は約248億円で全国3位<sup>1)</sup>である。また、品目別に見ると、ショウガ、ラッキョウの出荷額が全国屈指である。ショウガにはジンゲロール等辛味成分が含まれており、抗炎症作用や抗酸化性<sup>2)</sup>など食品機能性を示すことが知られている。しかし、漬物原料は価格等の理由で輸入野菜が多く使われており、さらに近年は漬物消費量が減少していることから新たな消費拡大のために更なる高付加価値化が求められている。

そこで、本県産の漬物原料野菜を活用した高品質漬物と原料の生産技術の開発・分析・評価を行い、オールとちぎブランド漬物の生産拡大を目指すことを目的に、本研究を行ったので報告する。

## 2 研究の方法

### 2.1 試料

#### 2.1.1 栽培条件

平成23年4月26日に、100±10gに分割した種塊茎を畝間80cm、株間30cmで定植した。施肥は、基肥を窒素成分で2.0kg/a、追肥は中耕培土を兼ねて窒素成分で0.5kg/aずつを、7月25日、8月29日の2回に分けて行った。

また、地下15cmの土壌がpF値2.0以上になった時点

で、10mm/回(10L/m<sup>2</sup>)かん水した。

#### 2.1.2 処理区

ショウガ原料については平成23年9月27日、10月18日、11月8日に栃木県農業試験場で収穫したものをを用いた。さらに、それぞれの収穫時期において、かん水停止時期を収穫日から30日前まで、15日前まで、収穫直前までの3区分、計9処理区に分けた。

### 2.2 分析方法

#### 2.2.1 試料

それぞれの栽培処理区について、ショウガ原料と原料を株式会社シオダで下漬け、及びガリに加工したものを試料とした。下漬け、及びガリにそれぞれ試作加工したものを図1に示す。

#### 2.2.2 機能性成分(6-gingerol)

6-gingerol分析用試料として、若い塊茎を使用した。原料及び試作漬物加工品の前処理として、ホモジナイズした試料を0.1g採取し、メタノール15mL加え10分間超音波抽出した。3,000rpmで30分間遠心分離後、上清を0.45µmフィルターでろ過したものを高速液体クロマトグラフィー(HPLC)用試料とした。



図1 ショウガの下漬け及び試作加工したガリ

\* 栃木県農業試験場 園芸技術部

\*\* 栃木県産業技術センター 食品技術部

表1 HPLC 分析条件

装置	日本分光社製 LC-2000 シリーズ
カラム	Crestpak C18T-5 (4.0×10mm, 4.6×250mm)
移動相	A:0.1%ギ酸水溶液 B:0.1%ギ酸アセトニトリル溶液
グラジエント	0min(30%B)→20min(90%B)→ 30min(90%B)→35min(30%B)
流速	0.5mL/min
カラム温度	40°C
注入量	10μL
PDA 検出波長	280nm

分析条件は飯島らの方法<sup>3)</sup>に準じて定量を行った。測定条件を表1に示す。ガードカラム及び分析用カラムとして、日本分光社製Crestpak C18T-5 (4.0×10mm, 4.6×250mm)を用いた。定量値は乾物換算した。

### 2. 2. 3 テクスチャー (破断応力)

原料ショウガ及び漬物にした試作加工品の特性は、テクスチャーアナライザー (Stable Micro Systems 社製 TA. XT plus) により測定し、破断応力 (MPa) で評価した。測定条件は、ショウガ原料では塊茎を縦10mm, 横10mm, 厚さ5mmに切断し、テクスチャー用試料とした。試作加工品では、ガリを5枚重ねたものをテクスチャー用試料とした。直径3mmのステンレスプローブを用い、繊維方向に速度1mm/secで90%まで等速圧縮した。また、試験の様子を図2に示す。

### 2. 3 官能試験

官能試験は、試作加工品について、外見、香味、肉質の3項目、それぞれ5点満点で評価した。

## 3 結果及び考察

### 3. 1 収量, 乾物率

それぞれの栽培条件処理区における、収量及び乾物率の結果を表2に示す。収量は、栽植株数4166株/10aで算出した。収穫時期及びかん水停止時期が遅いほど、収量が多い傾向がみられた。また、乾物率については



図2 テクスチャー測定及び1cm角に切断したショウガ

表2 収量及び乾物率

収穫時期	かん水停止時期	収量 (kg/10a)	乾物率 (%)
9月27日	収穫30日前	2304	5.7
	収穫15日前	2225	5.6
	収穫直前	2639	5.3
10月18日	収穫30日前	2713	9.5
	収穫15日前	3289	9.0
	収穫直前	4335	8.2
11月8日	収穫30日前	3639	11.5
	収穫15日前	4093	11.4
	収穫直前	4443	11.3

収穫時期が遅いほど高くなる結果となった。

### 3. 2 機能性成分 (6-gingerol) 含量

結果を図3に示す。原料ショウガにおける6-gingerol含量は、収穫時期で比較すると11月上旬収穫で高かった。しかし、かん水停止時期においては、収穫時期ごとにバラつきがみられた。試作加工品で比較すると、収穫時期が遅くなると若干多くなる傾向はあったが、かん水停止時期の違いで大きな差はみられなかった。また、ショウガの機能性成分である6-gingerolは漬物に加工すると、少なくなることが報告<sup>2)</sup>されているが、それを支持する結果となった。

### 3. 3 テクスチャー (破断応力)

結果を図4に示す。破断応力については、原料ショウガでは収穫時期が遅いほど高かったが、かん水停止時期の違いによる差はなかった。試作加工品では収穫時期が遅いほど、また、かん水停止時期が早いほど高くなる傾向にあった。

特に、破断応力が高かった11月上旬収穫のショウガ原料については、繊維質が強く、スジっぽさが目立った。

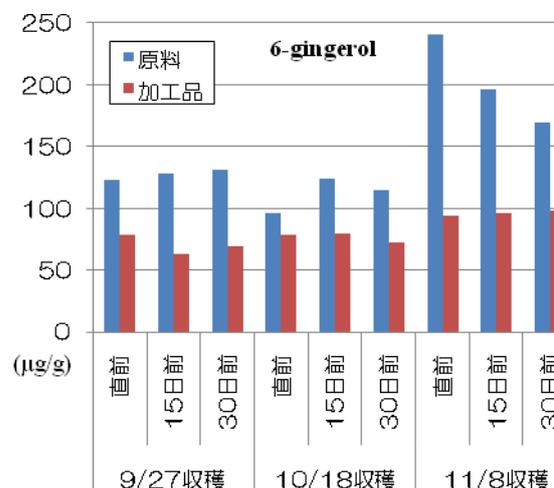


図3 6-gingerol含有量

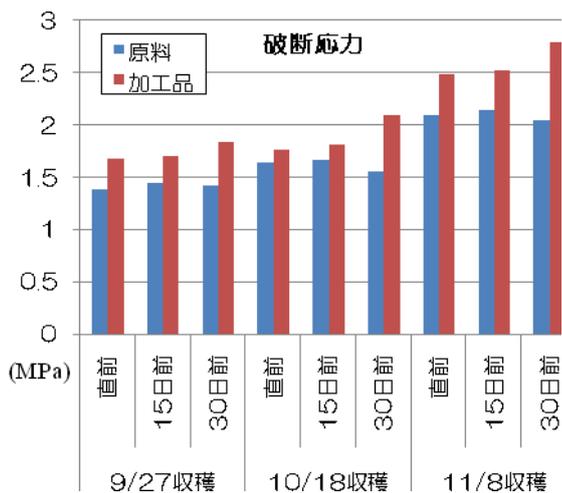


図4 テクスチャー測定結果

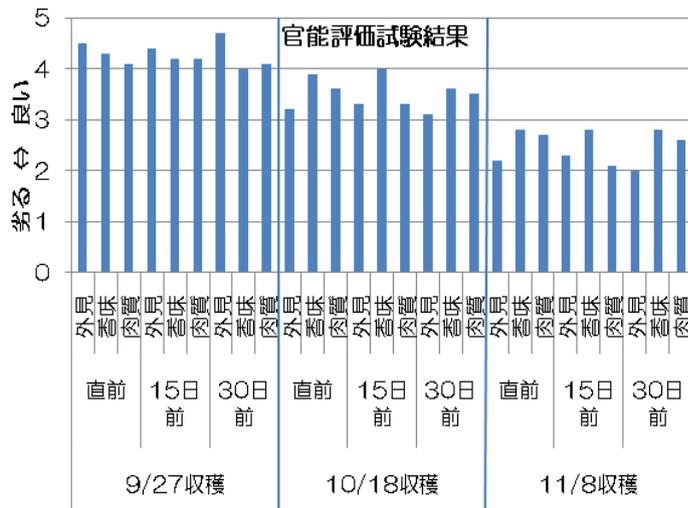


図5 官能評価試験結果

### 3. 4 官能試験

官能試験の結果を図5に示す。収穫時期が遅くなるほど外見，香味，肉質全ての評価が低くなったが，かん水停止時期の差は現れなかった。

特に，収穫時期が遅いものほど，「スジっぽい」，「辛すぎる」など低い評価となり，乾物率結果やテクスチャー測定結果，及び辛味成分である6-gingerol含有量試験結果を反映していた。

### 4 おわりに

本研究では，収穫時期およびかん水時期の違いが収量やテクスチャー等に与える影響について検討を行った。その結果，収穫時期が遅く，直前までかん水を行うことで収量が増加することが明らかになった。また，収穫時期が遅くなるほど乾物率及び破断応力が上昇し，硬くなることが明らかになった。機能性成分（6-gingerol）含有量は，11月上旬収穫で高くなる傾向にあったが，かん水停止時期が6-gingerol含有量におよぼす影響については判然としなかった。

以上から，ショウガは11月上旬の収穫で収量および6-gingerol含量が増加するが，酢漬けに加工したときの食味が劣るため，収量性，6-gingerol含量および食味のバランスの良い，10月中旬に収穫することが望ましいと考えられた。また，食味を重視する場合は，9月下旬に収穫することが適切であると考えられた。

今後はショウガ高品質栽培に向けて，収穫時期および収穫部位（塊茎部位）の違いが，収量性，6-gingerol含量および応力におよぼす影響について調査を行っていく。

### 謝 辞

本研究を行うにあたって，ショウガを加工していただき，ご協力を賜った㈱シオダ様に感謝の意を表します。

### 参考文献

- 1) 経済産業省経済産業政策局調査統計部：工業統計調査，平成21年確報品目編
- 2) 筒井達也，伊藤和子：栃木県産業技術センター研究報告，8, 92-94 (2011)
- 3) 食品機能性の科学編集委員会：“食品機能性の科学”，株式会社産業技術サービスセンター，1086-1088 (2008)

# 新規酒造好適米の開発に関する研究（第1報）

佐々木 隆浩\* 岡本 竹己\* 山崎 周一郎\*\*

Development of New Sake Rice of Tochigi(1st Report)

Takahiro SASAKI, Takemi OKAMOTO and Shuichiro YAMAZAKI

農業試験場で育成試験中のT酒32, 33について製麴試験, 小規模発酵試験, 官能評価を行い品種間の酒米適性について検討を行った。製麴試験ではT酒32, 33はひとごちと比べ手触りが良好であったが, 官能試験ではひとごちよりも評価は劣っていた。また, 精米試験により3品種を選抜し次年度試験へ進めた。

Key Words : 新規酒造好適米, 精米試験, 製麴試験, 醸造試験

## 1 はじめに

近年地産地消の流れから県産米を用いた酒造りが増加しており, 栃木県オリジナル酒造好適米に対する酒造企業の期待も年々高まっている。その中, 新酒造好適米「とちぎ酒14」が栃木県の産地品種銘柄に指定され, 県内各地で栽培されるようになった。しかしとちぎ酒14は純米酒やレギュラー酒にも使用されるような酒米として育種・選抜されたため, 県内の大吟醸酒の原料米は主に県外産品種に依存している。そこで本研究では酒造メーカーが待ち望んでいる高精白が可能な新規酒造好適米の開発を目的に, 昨年度精米試験により選抜した<sup>1)</sup>T酒32, 33について製麴試験, 小規模発酵試験, 官能評価を行った。また, 精米試験によりT酒35, 36, 37を選抜し次年度試験へすすめたのであわせて報告する。

## 2 研究の方法

### 2.1 次候補酒米

試料として農業試験場の圃場で栽培された平成22年度産の新品種酒造好適米候補6品種を使用した。また, 対照試験として同圃場の五百万石, とちぎ酒14, 山田錦を用いた。

### 2.2 精米試験

精米機はSATAKE製のテストミル(TM05C)を使用し玄米試料50gを精米試験に供した。精米条件を表1に示す。

精米試験後のみかけ精米歩合<sup>2)</sup>, 真精米歩合, 無効精米歩合は表2のとおり算出した。また, 本研究ではみかけ精米歩合50%程度における精米試験後の白米の無効精米歩合5%未満を○, 5%以上10%未満のものは△, 10%以上を×と評価し, 評価が○のものについては次

年度試験に進めることとした。

表1 精米試験条件

メーカー	SATAKE
型番	TM05C
ロール	#60
電圧	50V

表2 精米適性評価方法

みかけ精米歩合(%) = 白米重量(g) / 玄米重量(g) × 100
真精米歩合(%) = 白米千粒重(g) / 玄米千粒重(g) × 100
無効精米歩合(%) = 真精米歩合(%) - みかけ精米歩合(%)

### 2.3 製麴試験

製麴試験は当センターの麴室で箱麴法により行った。原料米は精米歩合50%のT酒32, 33を使用し対照としてひとごちと一昨年度選抜したT酒30<sup>3)</sup>(平成21年度産)を用いた。種麴はヒグチの「吟醸用ひかみ」を用い白米100kg当たり50g相当を使用した。浸漬時の吸水率は30%を目標とし盛りは30~31℃, 仲仕事は35~36℃, 仕舞仕事は38~39℃, 最高温度は42~44℃とし最高温度を10時間以上保持後出麴した。麴の品質評価は堀江らの方法<sup>4)</sup>により行った。

### 2.4 小規模発酵試験

製麴試験により製造した麴を用いて総米5kgの小規模発酵試験を行った。仕込み配合を表3に示す。仕込みは酒母省略の酵母仕込みに準じ, 添仕込みの汲み水に酵母T-S(10号系)をスラントから一白金耳で麴エキス(Brix10)に接種し20℃で3日間静置培養

\* 栃木県産業技術センター 食品技術部

\*\* 栃木県農業試験場 作物技術部

したもの約  $10^6/m^1$  となるように加え、醸造用乳酸を汲み水  $100L$  あたり  $110m^1$  加えた。添仕込みを  $13^\circ C$ 、踊りを  $14\sim 15^\circ C$ 、仲仕込みを  $9^\circ C$ 、留仕込みを  $6^\circ C$  とし踊りは2日間とした。留仕込み後室温を1日  $1^\circ C$  ずつ上昇させ  $12^\circ C$  一定とし、日本酒度  $\pm 0$  を目安に遠心分離により上槽した。一般成分は国税庁所定分析法<sup>2)</sup> グルコース濃度はグルコースCⅡテストワコー(和光純薬)、香氣成分はヘッドスペースガスクロマトグラフ法により分析を行った。

表3 仕込み配合

	添	仲	留	計
総米(g)	980	1600	2420	5000
掛米(g)	700	1300	2000	4000
麴米(g)	280	300	420	1000
汲水(ml)	1500	1800	3700	7000

### 2.5 官能評価

第46回栃木県清酒鑑評会県産米純米酒の部にて官能評価を行った。審査員は関東信越国税局鑑定官や県内の酒造技術者など11名で行った。評価は3点法で行い優：1，劣：3とした。

### 2.6 栽培性試験

育成中の7系統については、農業試験場本場(宇都宮市瓦谷町)において、生産力検定に供試した。なお、供試年は平成19年から平成23年までで、育成開始年により供試年数は異なる。移植は、5月上旬～中旬に、4本植え、栽植密度は  $m^2$  あたり 22.2株で手植えした。10aあたり基肥窒素は4~6kg、追肥は出穂前20日にNK202で3kg施用した。

調査は、苗調査、生育観察(最高分げつ期、出穂期、成熟期)、成熟期調査(稈長、穂長、穂数)、形態諸特性(稈質、芒、粒着密度、ふ先色)、諸障害(葉いもち、穂いもち、白葉枯、紋枯、縞葉枯)、収量(全重、精籾重、玄米重、精米重、屑米重、千粒重)、外觀品質について実施した。

## 3 結果及び考察

### 3.1 次候補酒米の評価と選抜

表4に精米試験の結果を示した。6品種の次候補酒米試料のうち、精米適性の良好な○の評価の試料から、3品種の試料を選抜しT酒35、36、37とし次年度試験に進めることとした。

表4 次候補酒米の精米試験結果

評価	品種系統名	みかけ精米歩合(%)	真精米歩合(%)	無効精米歩合(%)
○	山田錦	48.8	53.5	4.7
△	とちぎ酒14	44.0	52.5	8.5
×	五百万石	49.3	59.4	10.1
○	よ80	49.6	51.0	1.4
○	よ75	48.7	50.7	1.9
○	よ73	48.6	53.3	4.7
△	よ74	49.4	54.6	5.3
△	よ76	46.7	52.7	6.0
△	よ79	43.8	51.9	8.1

### 3.2 製麴試験

図1に製麴試験により得た麴の品質評価結果を示す。T酒32、33は対照米のひとつごちに比べ総合力価や消化性、糖化性、グルコース比がほぼ同等であったが、アミノ酸度がひとつごちに比べ低いことが示唆された。またT酒32、33のさばけは良好に感じられた。T酒32、33に比べT酒30のほうが総合力価やグルコース比が高いことから高い製麴適性が予想された。

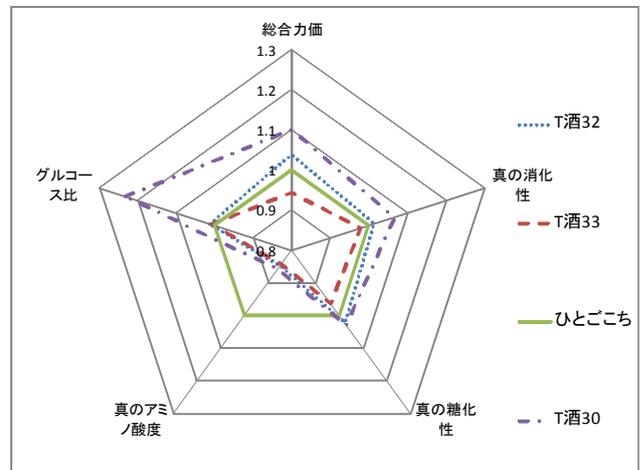


図1 麴の品質評価

### 3.3 小規模発酵試験

一般成分および香氣成分の分析結果を表5に示す。昨年度は夏の気温が例年に比べ高かったため、原料米に高温障害が見られ全体的に米の溶解が悪くアルコール分が低かった。香氣成分はT-S特有の酢酸イソアミル主体の吟醸香が感じられたが、ひとつごちと比較して香りが乏しい印象であった。

表5 一般成分および香気成分

	T酒32	T酒33	ひとごち
酸度(ml)	1.6	1.3	1.5
アミノ酸度(ml)	1.1	0.7	1.0
日本酒度	+1.4	+2.7	+3.8
アルコール分(%)	15.9	15.4	15.6
酢酸イソアミル(ppm)	2.3	1.7	3.1
カプロン酸エチル(ppm)	1.4	1.1	1.8

### 3.4 官能評価

T酒32, 33に関してツワリ香や酸臭, 酸が浮くとの評価が多く, 原料米の溶解が悪いことが影響したと考えられた。また, 審査員11名の平均点はT酒32, 33, ひとごちはそれぞれ2.7, 2.8, 2.3であり, ひとごちよりも評価は劣った。

### 3.5 栽培性試験

現在, 育成試験中の各系統について, 農業試験場における評価(栽培性)を以下の表6に示す。

T酒30は, 吟吹雪を母に, 美郷錦を父として2003年に交配した組合せの後代で, 2011年の世代はF8である。山田錦に比べて, やや早生である。稈長はやや短く, 倒伏は少ない。穂数はやや少なく, 玄米千粒重はやや小さいが, 粒着はやや密で, 収量は山田錦よりもやや多い。心白発現がよく, 玄米品質は優れる。

T酒31は, T酒30と同様の組合せで, 2011の世代はF8である。山田錦に比べて, やや早生である。稈長はやや短く, 倒伏は少ない。穂数は並だが, 玄米千粒重はやや小さく, 穂長はやや短く, 収量は山田錦並である。心白発現がよく, 玄米品質は優れる。

T酒32は, 当场育成のT酒17を母に, 美郷錦を父として2004年に交配した組合せの後代で, 2011年の世代はF7である。山田錦に比べて, 稈長はやや短く, 倒伏はやや少ない。玄米千粒重は山田錦並で, やや多収であるが, 玄米品質は同程度である。

T酒33は, T酒32と同様の組合せで, 2011年の世代はF7である。山田錦に比べて, 稈長はやや短く, 倒伏はやや少ない。玄米千粒重は山田錦並で, やや多収で

ある。玄米品質はやや優れる。

T酒35は, 山田錦を母に, 当场育成のT酒25を父として2005年に交配した組合せの後代で, 2011年の世代はF6である。山田錦に比べて, 稈長はやや短く, 穂長はやや長い。玄米千粒重は同程度であるが, 穂数は少なく, 収量はやや多い。玄米品質はやや劣る。

T酒36は, T酒35と同様の組合せで, 2011年の世代はF6である。山田錦に比べて, 稈長はやや短く, 穂長はやや長い。玄米千粒重は同程度であるが, 穂数は少なく, 収量は並である。玄米品質は同程度である。

T酒37は, T酒35と同様の組合せで, 2011年の世代はF6である。山田錦に比べて, 稈長はやや短く, 穂数は同程度で, 玄米千粒重はやや小さい。収量はやや多い。玄米品質は同程度である。

以上より, 有望と考えられた, T酒30に栃木酒24号, T酒31に栃木酒25号の地方番号を付した。また, T酒32, T酒33, T酒35は廃棄とし, T酒36, T酒37を継続検討とした。

表6 栽培性試験

系統名	出穂期	成熟期	稈長 cm	穂長 cm	穂数 本/m <sup>2</sup>	倒伏 0:無-5:甚	玄米収量 kg/a	玄米千粒重 g	等級 特上~3下
T酒30	8月15日	10月9日	102	21.7	287	1.2	61.6	25.6	1上
T酒31	8月15日	10月13日	100	18.7	352	1.2	57.2	25.9	特上
山田錦	8月19日	10月17日	115	21.4	367	3.3	58.0	27.0	2上
とちぎ酒14	8月16日	10月11日	90	20.1	305	0.3	68.6	27.5	1中
T酒32	8月13日	10月1日	100	20.3	330	2.5	55.6	26.6	2上
T酒33	8月10日	10月1日	99	19.6	333	2.5	53.6	26.8	1下
山田錦	8月18日	10月8日	115	21.2	358	3.3	49.9	26.9	2上
とちぎ酒14	8月15日	10月5日	91	20.8	286	0.5	61.7	27.5	1下
T酒35	8月16日	10月4日	103	23.9	238	1.4	47.5	26.7	2上
T酒36	8月15日	10月1日	105	24.0	239	0.9	45.7	26.8	1下
T酒37	8月19日	10月6日	102	21.1	336	2.5	52.0	25.7	1下
山田錦	8月20日	10月2日	115	21.0	356	3.8	45.4	26.7	1下
とちぎ酒14	8月17日	10月3日	91	20.9	271	0.8	55.7	27.1	1下

注1) 供試年 T酒30・T酒31…2007~2009年・2011年 T酒32・T酒33…2009~2011年 T酒35・T酒36・T酒37…2010年~2011年  
注2) 交配組合せ T酒30・T酒31…吟吹雪/美郷錦 T酒32・T酒33…T酒17/美郷錦 T酒35・T酒36・T酒37…山田錦/T酒25

## 4 おわりに

農業試験場で育成試験中のT酒32, 33について製麴試験, 小規模発酵試験, 官能評価を行い酒米適性について検討を行った。製麴試験ではT酒32, 33はひとごちと比べ手触りが良好であったが, 小規模発酵試験や官能試験ではひとごちよりも評価が劣った。来年度以降も引き続き県農業試験場と協力して研究を進めていく予定である。なお次候補米T酒35, 36, 37については来年度玄米で30kg以上の収穫が見込めることから製麴試験を行う予定である。また, 一昨年度に選抜したT酒30, 31についてはスケールアップし600kg程度の実地醸造試験を行う予定である。現在育成中の系統は稈長が長く倒伏しやすい山田錦に比べて, 稈長はやや短く, 耐倒伏性はやや改善されており, 収量性は山田錦並~やや多いことから, 栽培性の面でも有望度が

高いと考えられる。

#### 参考文献

- 1) 佐々木ら：平成22年度栃木県産業技術センター研究報告，8，95-96(2011)
- 2) 注解編集委員会編：“第四回改正国税庁所定分析法注解” 財団法人 日本醸造協会(1993)
- 3) 佐々木ら：平成21年度栃木県産業技術センター研究報告，7，89-90(2010)
- 4) 堀江ら：日本醸造学会誌 87，1，57-61(1992)

## 栃木県試験研究機関連絡協議会設置要領

(目的)

第1条 この協議会は、栃木県科学技術振興指針を踏まえ、県試験研究機関相互の技術交流・情報交換及び横断的共同研究の円滑な推進を図り、もって科学技術の振興に資することを目的とする。

(名称)

第2条 この協議会は、栃木県試験研究機関連絡協議会（以下「連絡協議会」という。）と称する。

(組織)

第3条 連絡協議会は、別表1に掲げる機関の長をもって構成する。

2 議長は、産業技術センター所長の職にある者をもって充てる。

3 議長は、連絡協議会を代表し、会務を総理する。

(会議)

第4条 連絡協議会は、次の事項について協議、調整を行う。

1 県試験研究機関相互の技術交流・技術情報に関すること。

2 県試験研究機関の横断的共同研究に関すること。

3 その他特に目的を達成するために必要な事項。

2 連絡協議会は、必要に応じて議長が招集し、これを主宰する。

3 議長は、必要に応じて連絡協議会に別表1に掲げる機関の長以外の者の出席を求めることができる。

4 議長に事故ある時は、議長があらかじめ指名する者がその職務を代理する。

(技術交流委員会)

第5条 連絡協議会には、県試験研究機関相互の技術交流・情報交換を推進するため、技術交流委員会（以下「交流委員会」）を置く。

2 交流委員会は、別表2に掲げる機関の長が指名した者をもって構成する。

3 交流委員会は、必要に応じて産業技術センター副所長が招集し、これを主宰する。

4 交流委員会は、必要に応じて委員会に委員以外の者の出席を求めることができる。

(共同研究推進委員会)

第6条 連絡協議会には、県試験研究機関の横断的共同研究を推進するため、共同研究推進委員会（以下「推進委員会」）を置く。

2 推進委員会は、別表1に掲げる機関の長が指名した者をもって構成する。

3 推進委員会は、必要に応じて産業技術センター副所長が招集し、これを主宰する。

4 推進委員会は、必要に応じて委員会に委員以外の者の出席を求めることができる。

(事務局)

第7条 連絡協議会の事務局は、産業技術センターに置く。ただし、連絡協議会の円滑な運営に必要な部局間調整、予算管理事務については、工業振興課において処理する。

(その他)

第8条 この要領に定めるもののほか、会議の運営に関し必要な事項は、別に定める。

附 則

この要領は、平成11年4月30日から適用する。

附 則

この改正後の要領は、平成12年4月1日から適用する。

附 則

この改正後の要領は、平成15年4月1日から適用する。

附 則

この改正後の要領は、平成16年4月1日から適用する。

附 則

この改正後の要領は、平成21年6月5日から適用する。

附 則

この改正後の要領は、平成23年6月9日から適用する。

別表 1 (第 3 条・第 6 条関係)

栃木県試験研究機関連絡協議会構成機関

保 健 環 境 セ ン タ ー
産 業 技 術 セ ン タ ー
農 業 試 験 場
水 産 試 験 場
畜 産 酪 農 研 究 セ ン タ ー
県 央 家 畜 保 健 衛 生 所
林 業 セ ン タ ー
県 民 の 森 管 理 事 務 所

別表 2 (第 5 条関係)

技術交流委員会構成機関

保 健 環 境 セ ン タ ー
産 業 技 術 セ ン タ ー
農 業 試 験 場
畜 産 酪 農 研 究 セ ン タ ー
林 業 セ ン タ ー

平成 23 年度

横断的共同研究報告

Reports of Division Crossing Cooperative Research

平成 24 年 1 2 月発行

発行 栃木県試験研究機関連絡協議会

編集 栃木県産業技術センター技術交流部

〒321-3224 宇都宮市刈沼町 3 6 7 - 1

TEL 028-670-3391 FAX 028-667-9430