

# 修士論文

酵母の増殖・醗酵特性に及ぼす  
ショウガの作用に関する研究

Study on Action of Ginger on Growth and Fermentation

Characteristics of Microorganism

高知工科大学

大学院工学研究科 基盤工学専攻

物質・環境システム工学コース

池内慧士郎

2007年3月20日

## 緒論

一般に栽培、流通しているショウガは、ショウガ科 *Zingiberaceae* の *Zingiber officinale* Roscoe である。原産地はインドからマレー半島にかけての熱帯アジアで、日本へは 3 世紀頃に渡来したと言われている(表-1)。現在、日本で栽培されている品種は、「金時」をはじめ多種多様であり、風味、色調などにそれぞれ特徴があるとされている。

**表-1 ショウガについて**

### 【学名、原産地】

- ・学名: *Zingiber officinale* Roscoe
- ・英名: Ginger      ・和名: 生姜(ショウガ、ショウキョウ)
- ・原産地: インドからマレー半島にかけての熱帯アジア

### 【日本への渡来】

3世紀頃に渡来し、「きょう」「呉のハジカミ」と呼ばれた。江戸時代以降「しょうが」と呼ばれ栽培が盛んになった。

### 【品種】

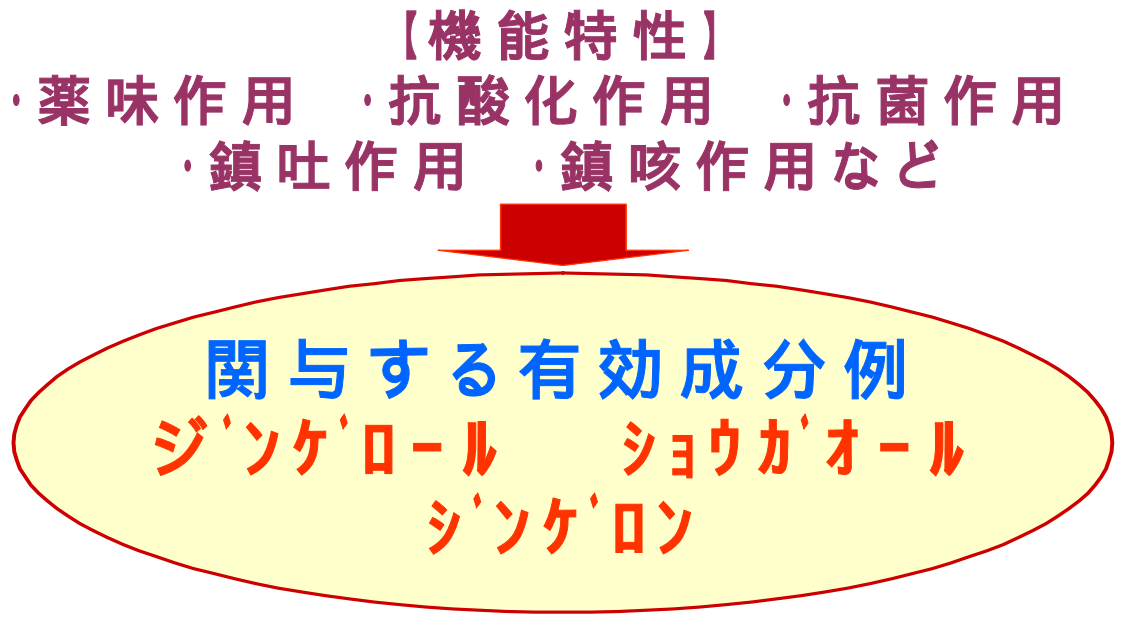
金時、谷中、三州、房洲、黄金の里、土佐一、近江など

る(表-1)。また、それらの特性は栽培される土壌や収穫後の貯蔵処理条件などによっても変動することが知られている。

ショウガはその独特の風味から薬味などの食用素材として、また

解熱、鎮痛、鎮咳などの多くの薬効を期待しての薬用素材として、世界中で多用されている。ショウガの風味並びに薬効に関する科学的解明は盛んに行われており、それらの作用に重要な役割を演じているのは辛味成分としても知られるジンゲロール、ショウガオール、ジンゲロンである(表-2)<sup>1)</sup>。とりわけ、ジンゲロールは含有量の多さ

表-2 ショウガの機能特性と成分について



から注目されている成分であり、品種などによってその含有量が異なるのか興味ある点である。また、ジンゲロールはある種の細菌に対して抗菌作用を示すことが報じられている<sup>2)</sup>。

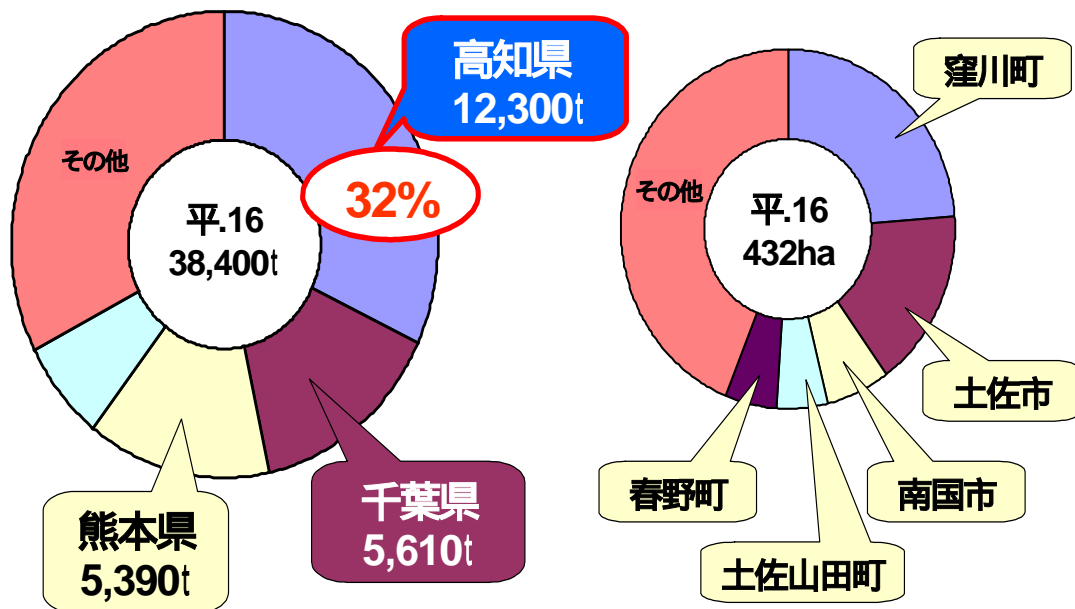
ショウガは煎餅、飴、調味料などの加工食品素材として、また酢漬などとして珍重多用されている。酒類への利用も古くから行われ

ており、例えばイギリスの代表的な醸造酒であるエールにショウガの粉末を入れた、いわゆるジンジャー・エールやスピリッツにショウガを浸漬した後、蒸留したもの、ショウガエキスをブレンドした低アルコール飲料などが良く知られている<sup>3)</sup>。また、ショウガ抽出物が乳酸飲料の安定的製造に有用であるとも報じられている<sup>4)</sup>。

高知県は、日本のショウガ生産量の約30%を生産する大産地であり、窪川町をはじめ多くの地域で優良なショウガが生産されている。

## 図-1 ショウガの生産地について

高知県は全国のショウガ生産量の約30%を占める  
日本一の大産地



平成16年度全国ショウガ収穫量

高知県市町村別ショウガ作付面積割合

平成17年7月26日発表中国四国農政局高知統計情報センター 収穫時期 平成16年4月～平成17年3月

る(図-1)。地場の主たる農産物の一つであるショウガの新たな用途

を開発することは、高知県に立地する大学として重要な課題の一つであると考えます。

そのような背景の中で、著者らは、微生物利用技術領域に関連するショウガの新たな活用展開法を開発提案することを目的とした研究開発に着手した。本論文では、その第一段階として、酵母の増殖醗酵特性に及ぼすショウガの作用について基礎的検討を行った。

ショウガ中のジンゲロールがある種の細菌に対して殺菌作用を有することは既に述べたが、微生物利用産業の中で最も歴史のある産業である酒類醸造で主役を演ずる酵母に対して、ショウガがどのような作用をするかについては明らかでない。そこで、まず、酵母の増殖に対するショウガの作用特性を調べた。次いで、酵母の醗酵に対するショウガの作用特性を、ショウガの添加量、加熱処理条件、品種などを実験因子として調べた。更に、ビール醸造系にショウガを添加した場合の醗酵特性についても検討した。以下、その詳細を論述する。

## **第1章 酵母の増殖特性に及ぼすショウガの影響**

### **第1節 緒言**

ショウガの代表的な辛味成分であるジンゲロールが枯草菌や大腸

菌に対して殺菌作用を示すことは前述のとおりである。しかし、微生物利用産業のなかで最も歴史があり、規模の大きい酒類醸造産業で主役を演じている酵母に対する作用特性は明らかでない。そこで、本章では、ショウガを醗酵飲食品領域の産業に応用展開できるか否かをみる第一段階として、酵母の増殖特性に及ぼすショウガの影響を調べた。

## 第2節 実験材料及び方法

### 1. ショウガ

洗浄、風乾処理した生根茎ショウガ(品種:黄金の里)を摩り下ろし、圧搾して得たエキスを  $0.45\ \mu\text{m}$  のミリポア社のマイクロフィルターで濾過処理したものをショウガエキスとして使用した。

### 2. 酵母培養液

YPD 寒天斜面培地(Glucose:20g, Yeast extract:10g, Peptone:20g, Agar:15g, Distilled water:1L)にて培養の酵母を 9ml の YPD 培地に 1白金耳植菌し、 $28^{\circ}\text{C}$ にて 24 時間静置培養、次いで 80ml の YPD 培地に全量移し、さらに  $28^{\circ}\text{C}$ にて 24 時間静置培養したものを用いた。

### 3. 増殖試験法

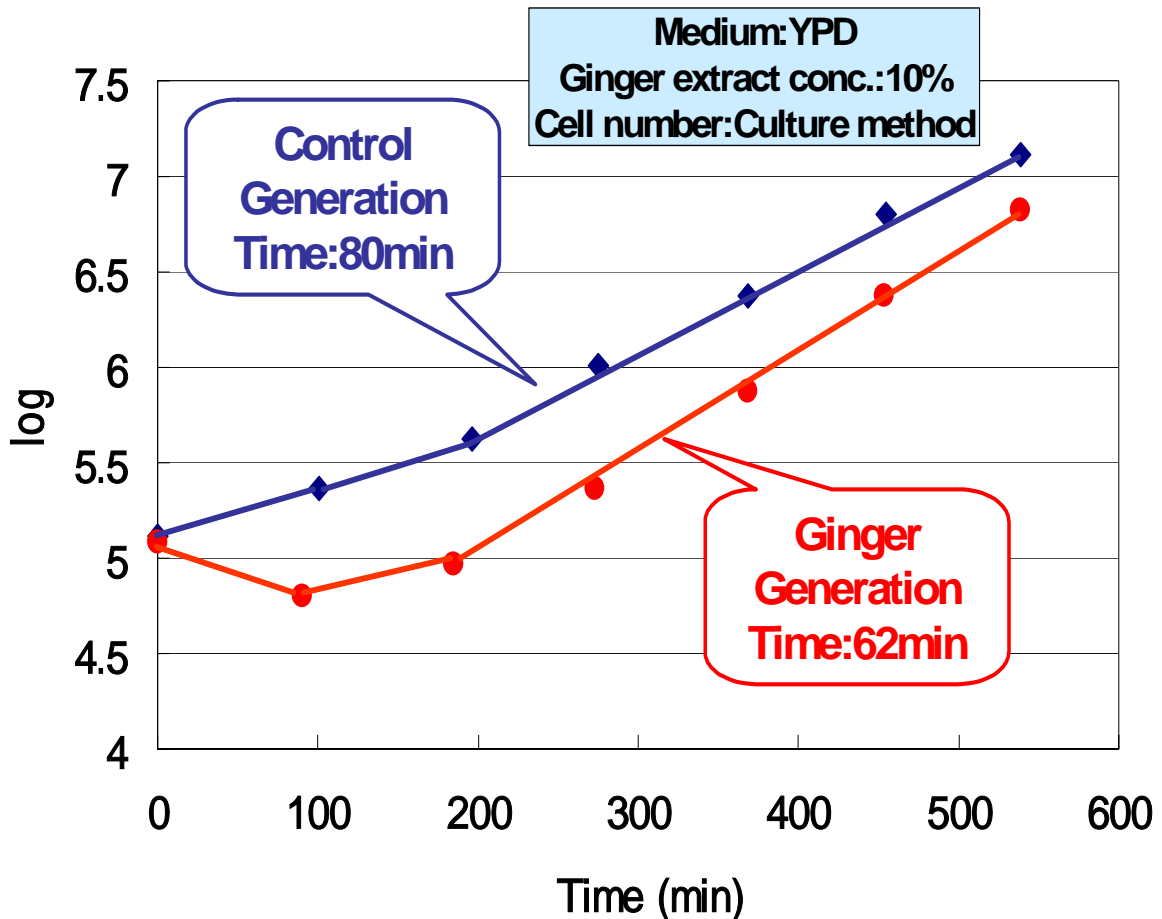
YPD 培地(Glucose:20g, Yeast extract:10g, Peptone:20g, Distilled

water:1L)に所定量のショウガエキスと酵母培養液を加え、28℃に静置し、所定時間毎に良く攪拌して、その1mlを滅菌済みの1ml容のパスツールピペットで採取、滅菌水で所定の希釈倍数に希釈し、その1mlを滅菌溶解済みの約45℃に保持されているYPD寒天培地(Glucose:20g, Yeast extract:10g, Peptone:20g, Agar:15g, Distilled water:1L)に入れ、良く攪拌し、直ちにその全量を滅菌済みのディスポーザルシャーレに流し込み、直ちに蓋をして、均一に広げ固まるまでそのまま放置した。固まった後、逆さまにして28℃で所定時間培養した。約48時間後の生成コロニー数を計数、希釈率を乗じて原液1ml中の生菌数を計算した。

### 第3節 実験結果及び考察

図一2は、YPD培地にエキスを10%加えて28℃で静置培養し、経時的に培養法で酵母数を測定した結果を示したものである。図一2からわかるように、コントロールの場合は、約200分を経過した時点から指数関数的に増殖したが、ショウガエキスを添加した場合は、最初、生菌数がやや低下する傾向を示した。これは、ショウガの抗菌作用の結果であると考えられるが、この点については、今後、作用メカニズムを含めて検討する予定である。しかし、約180分を経過した時点から指数関数的に増殖した。これらのデータから平均

図-2 酵母の増殖特性に及ぼすショウガ添加の影響



世代時間を計算すると、コントロールの場合、80分であったのに対してエキスを添加した場合は、62分となり、ショウガエキスの添加によって酵母の増殖はやや促進されることが示された。いずれにしても、これらのデータから、ショウガエキスを添加して醗酵させても酵母による醗酵は順調に進行する可能性のあることが判明した。そこで、我々は、ショウガの新しい活用法の一つとして、ショウガを利用した機能性の醗酵飲食品を開発できる可能性があると考え、



そのための基礎的な検討を行うことにした。

## 第4節 小括

①酵母の増殖特性に及ぼすショウガ添加の影響を合成培地（YPD）で試験した結果、ショウガは酵母に対して殺菌的作用を示すと同時に、増殖促進作用も示すことが知られた。

②ショウガは、酵母を利用した醗酵飲食品領域、例えば酒類醸造への応用展開が可能であることが判明した。

## 第2章 酵母の醗酵特性に及ぼすショウガの影響

### 第1節 緒言

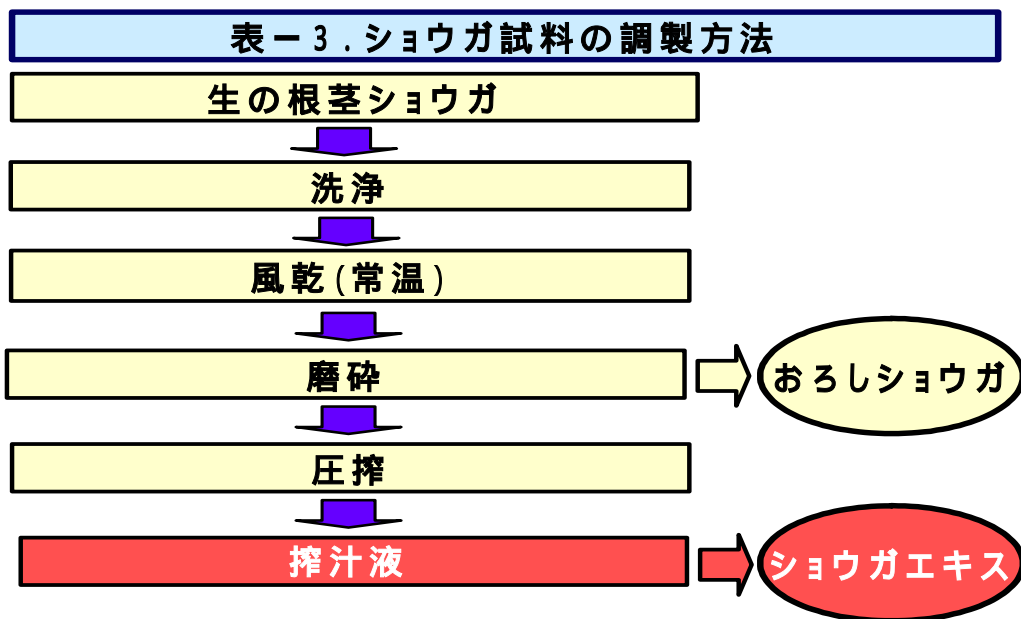
微生物利用産業の中で最も規模が大きいものは酒類醸造産業である。そこで、ここでは、酒類醸造で主役を演ずる酵母の醗酵特性に及ぼすショウガの影響について基礎的検討をおこなった。

### 第2節 実験材料及び方法

#### 1. ショウガ

基本的には(株)坂田信夫商店から提供された生根茎ショウガ、オロシショウガもしくはショウガエキスを使用した。生根茎ショウガは水洗、風乾後オロシガネで摩り下ろして使用した。オロシショウガとショウガエキスの製造方法は表—3に示した。すなはち、生根茎シ

ショウガを水洗、風乾後、磨砕したものをオロシショウガとした。オロシショウガを圧搾して得た液をショウガエキスとして使用した。なお、実験には図-3に示した土佐一、黄金の里、三州、金時の4品種を用いたが、特に断らない限り黄金の里を用いた。



**図-3. 実験に供した4品種のショウガ**

提供:株式会社 坂田信夫商店



**土佐一**

大生姜に属し、高知県では在来種として栽培されている。1こぶが大きくて使い易く、マイルドな香りが特徴。

**黄金の里**

香り、辛味が在来種より多く、色も黄色。

**三州**

小生姜に属し、昔は多く栽培されていました。果肉が黄色い為、別名「黄生姜」。ジンゲロール類を多く含み、辛味が強い。

**金時**

小生姜に属し、また多くの薬効を含む事で有名。特にジンゲロールは食用生姜では最大の含有量を含む。

## 2. 酵母培養液

第1章、第2節に記載の方法に準じた。

## 3. 醗酵試験方法

表-4は醗酵試験方法の概要を示したものである。すなはち、所定量のトウモロコシ・グリッツ（株サニーメイズ社製）、グルコアミラーゼ剤、水、ショウガ及び酵母培養液を混合、攪拌し、加熱することなく、そのまま28℃で静置醗酵させた。醗酵中は、約24時間

### 表-4. 醗酵試験方法

**【無蒸煮醗酵法】**  
トウモロコシ・グリッツ(160g)  
リゾブス起源グルコアミラーゼ剤(0.53g)  
水(390-Xml)  
ショウガエキス(Xml) および  
酵母培養液(25ml)を混合・攪拌し、  
加熱することなく、そのまま  
28 で静置醗酵  
約24時間毎に重量を測定、  
醗酵終了後、pH,アルコールなどを分析

毎に重量を測定し、炭酸ガス発生量を計算し、醗酵終了後は、アルコールなどを分析した。なお、特に断らない限り、以下の実験はこの醗酵試験法で行った。

#### 4. 分析

4-1. pH、総酸は国税庁所定分析法注解<sup>5)</sup>に準じた。

4-2. アルコールは、ウッドソン社製の装置で分析した。

4-3. 糖類は下記の方法に従って HPLC で分析した。すなはち、ショウガ約 50g を精秤し、純水 50ml で 100ml メスフラスコに流し入れて攪拌し、純水で 100ml にメスアップ後、共栓をして攪拌し、28℃ に保って時々攪拌しながら、30 分間抽出した。良く攪拌後、テルモシリンジ 2.5mlSS-02SZ でその溶液を吸い上げ、Sartorius 社製 0.45  $\mu$  m メンブランフィルター MinisartRC15 ろ過キャップを付け、1.5ml バイアルビンに半分までろ過し、1.5ml 試料瓶用軟質セプタム 221-26718-93 を付けバイアルキャップ 228-15653-91 で蓋をしたものを試料とした(表—5)。

その試料を、株式会社島津製作所ハイスループットモジュラー型高速液体クロマトグラフ Prominence シリーズ (システムコントローラ (CBM-20A)、オンラインデガッサ (DGU-20A3)、送液ユニット (LC-20AB)、オートサンプラー (SIL-20A)、カラムオーブン (CTO-20A) から構成) で示差屈折計検出器(Shimadzu RID-10A) を用いて分析した。使用カラムなどの諸条件は、カラム Chemco Pak

Liquid Chromatography Columns (250 × 4.6mmI.D.) 充填剤 LICHRO SPHER NH2-5 で、移動相はアセトニトリル (株式会社和光純薬工業 LotEWH6073) と蒸留水(株式会社和光純薬工業 LotEWK9777)を容量比で 75:25 の混合液であった。表一6 に、操作条件を含めてまとめて示した。

## 表一5 . 糖成分分析用試料調製方法

水洗後、風乾した生根茎ショウガ



摩り下ろし器で微細化



微細化したショウガ50gに蒸留水50mlを加え、時々攪拌しながら28℃で30分抽出



100mlにメスアップ



0.45 μ mにて濾過し、濾液を試料

**表－6 . HPLCによる糖成分分析条件**

<b>使用機器</b>	<b>カラム</b>
<b>操作条件</b> <ul style="list-style-type: none"><li>・サンプル注入量: 10 <math>\mu</math>l</li><li>・移動相: (アセトニトリル75%+水25%)</li><li>・検出: 示差屈折計検出器</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>・カラム温度: 40</li><li>・流速: 1.0ml/min</li></ul>

4.4. ジンゲロールなどの辛味成分は、下記の方法に従って HPLC 法で分析した。すなはち、ショウガ約 50g を精秤し、エタノール 50ml で 100ml メスフラスコに流し入れて攪拌し、エタノールで 100ml にメスアップし、攪拌後、60℃ (±0.5℃) で時々攪拌しながら 30 分間保持した。その後、氷水につけ冷却し、蒸発分をエタノールで 100ml に再メスアップし、攪拌後、テルモシリンジ 2.5mlSS-02SZ で溶液を吸い上げ、Sartorius 社製 0.45  $\mu$  m メンブランフィルター MinisartRC15 ろ過キャップを付け、1.5ml バイアルビンに半分までろ過し、1.5ml 試料瓶用軟質セプタム 221-26718-93 を付けバイアルキャップ 228-15653-91 で蓋をしたものを試料とした(表－7)。

分析は、高速液体クロマトグラフィー（HPLC）で行った。使用したクロマトグラフは、株式会社島津製作所ハイスループットモジュール型高速液体クロマトグラフ **Prominence** シリーズ（システムコントローラ（CBM-20A）,オンラインデガッサ（DGU-20A3）,送液ユニット（LC-20AB）,オートサンプラー（SIL-20A）,カラムオーブン（CTO-20A）から構成）で、検出器は UV-VIS 検出器(Shimadzu SPD-20A)であった。カラムは YMC HPLC COLUMN J'sphere ODS-M80（250×4.6mmI.D.）充填剤 4 nm,8nm シリカゲル基材で、移動相は、アセトニトリル（株式会社和光純薬工業 LotEWH6073）と蒸留水(株式会社和光純薬工業 LotEWK9777)を容量比 60:40 で混合したものを用いた。表一8は、操作条件をまとめて示したものである。

表-7. 辛味分析用試料調製方法

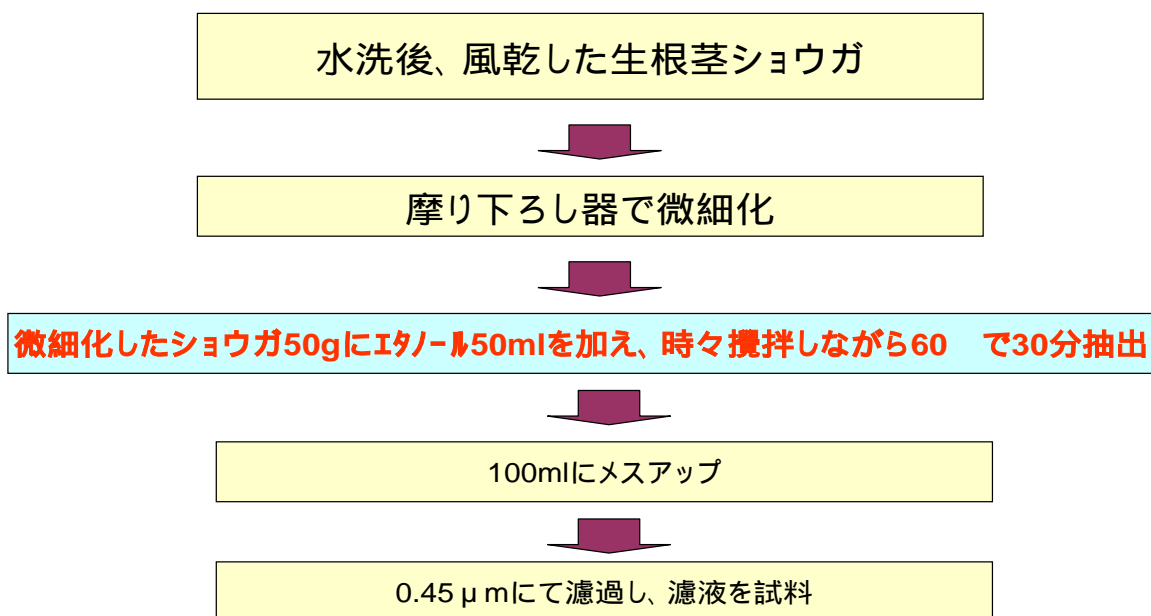


表-8. HPLCによる辛味成分分析条件

使用機器	カラム
島津高速液体クロマトグラフ オンラインデガッサDGU-20A3 送液ユニットLC-20AB オートサンプラSIL-20A カラムオープン:CTO-20A UV-VIS検出器SPD-20A	YMC HPLC COLUMN J'sphere ODS-M80 (250 × 4.6mmI.D.)
操作条件	
・サンプル注入量:100 μl ・移動相:(アセトニトリル60%+水40%) ・検出:UV検出器 (吸光度280nm)	・カラム温度:40 ・流速:1.0ml/min



### 第3節 実験結果及び考察

#### (1) ショウガ添加量と醗酵特性の関係

図-4は、無蒸煮醗酵系に、ショウガを加えて（モロミ当り1もしくは8%(w/v)）、28°Cで醗酵させた場合の炭酸ガス発生経過を示したものである。図から判るように、添加量が1%と少ない場合は、醗酵初期からコントロールより多い炭酸ガス発生量、すなはち、醗酵は促進された。しかし、添加量が8%と多い場合は、醗酵開始24時間時点ではコントロールより少ない発生量、すなはち、醗酵は抑制されたが、その後、醗酵は旺盛となり、48時間時点ではコントロールを逆転し、その後は高い発生量を示した。この添加量が8%と多い場合の挙動特性は、前述した添加量10%の場合の増殖試験の増殖特性、すなはち、最初は生菌数が減少したが、その後、増殖は旺盛となったということと関係しているように思われるが、その詳細は今後の課題である。いずれにしても、これら2水準のショウガ添加の影響に関する実験結果から判断する限り、ショウガ添加量により、若干異なる挙動特性を示すものの、全体としてはショウガは酵母の醗酵を促進する作用を有すると考えられた。醗酵促進、すなはち醗酵速度の向上は、醗酵期間の短縮という実用上の大きなメリットを

うむ。従って、ショウガが風味を含む生理活性機能に加えて、醗酵促進効果を有するという事は醗酵飲食品製造領域へのショウガの応用展開に明るさをもたらすものであると考える。

表一9は144時間醗酵後のモロミの分析結果を示したものである。これから判るように、144時間もの長時間醗酵を行った場合でも、ショウガ添加系のpH、総酸(滴定酸度)はコントロールと同等であり、ショウガ添加によって、特に雑菌汚染現象の発現した形跡は認められなかった。

以上の実験結果から、ショウガには殺菌作用と増殖醗酵促進作用の両作用のある可能性のあること、及びショウガ添加量を制御すれば、酵母は醗酵初期から順調に醗酵することが明らかになった。

図-4. 無蒸煮醱酵系でのショウガ添加量と醱酵経過の関係

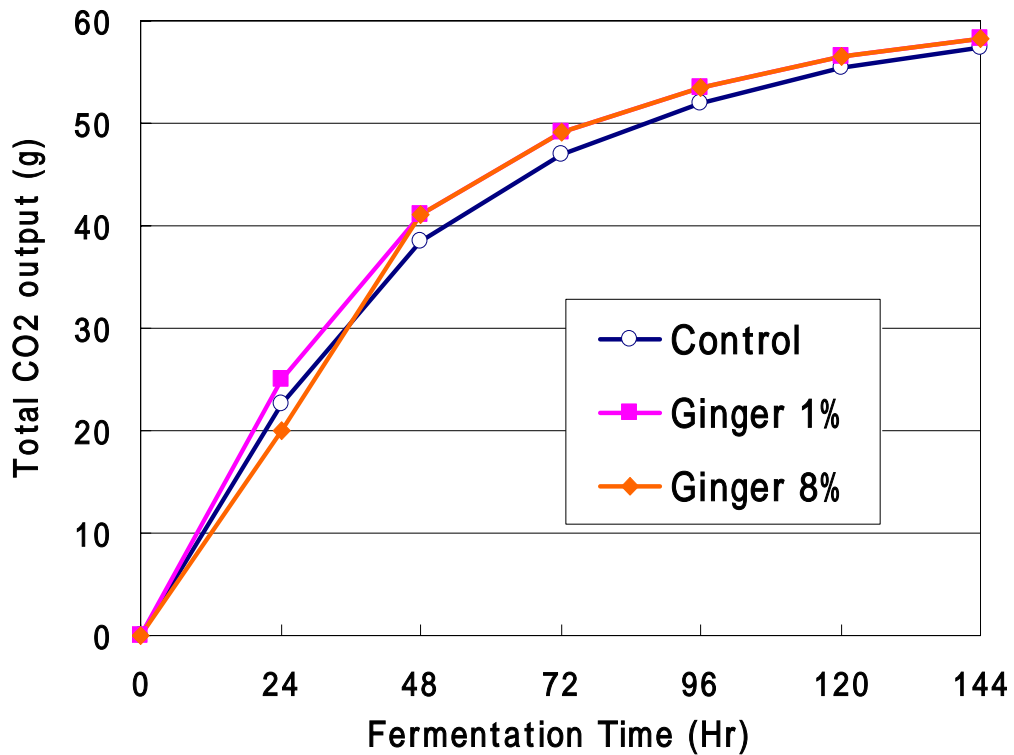


表-9. 無蒸煮醱酵系でのショウガエキス添加量と醱酵成績

Ginger	pH	T.A.*	Alc.(v/v%)
-	4.0	4.3	15.0
1%	4.0	4.6	15.0
8%	4.1	4.1	15.0

醱酵時間: 144時間

\*滴定酸度: 試料10mlを0.1規定のNaOHで中和するに要するml数

## (2) ショウガの熱処理条件と醗酵特性の関係

前述の醗酵実験では、ショウガ添加による顕著な雑菌汚染現象の発現は見られなかったが、ショウガは地下根茎作物であり、例え十分な洗浄を行った場合でも、その形状などの特徴から、実用規模では、汚染源となりうる可能性が考えられる。一方、汚染防止のためにショウガを加熱滅菌処理すれば、ここで観察されたショウガの有用作用である醗酵促進効果が消滅する可能性が考えられる。醗酵工業にとって、雑菌汚染現象の発現防止は最も重要な課題である。そこで、ショウガの加熱条件と醗酵特性の関係について調べた。

図一5は、根茎ショウガを加熱した場合について調べた結果である。すなわち、生の根茎ショウガを水洗後、**70、80、90℃**で**3分間**処理した後、エキス化したものを無蒸煮醗酵系に添加した場合の醗酵**24時間**時点での炭酸ガス発生量を、ショウガ無添加、および非加熱のショウガを添加した場合と比較したものである。なお、この場合のショウガ添加量は**3%**であった。この図から判るように、根茎ショウガを**90℃、3分間**加熱処理したショウガエキスを添加した場合も常温処理の場合と差はなくコントロール（ショウガ無添加）の場合に比べて顕著な醗酵促進効果のあることが判明した。

図-5. 生根茎ショウガの加熱処理条件と醗酵経過の関係

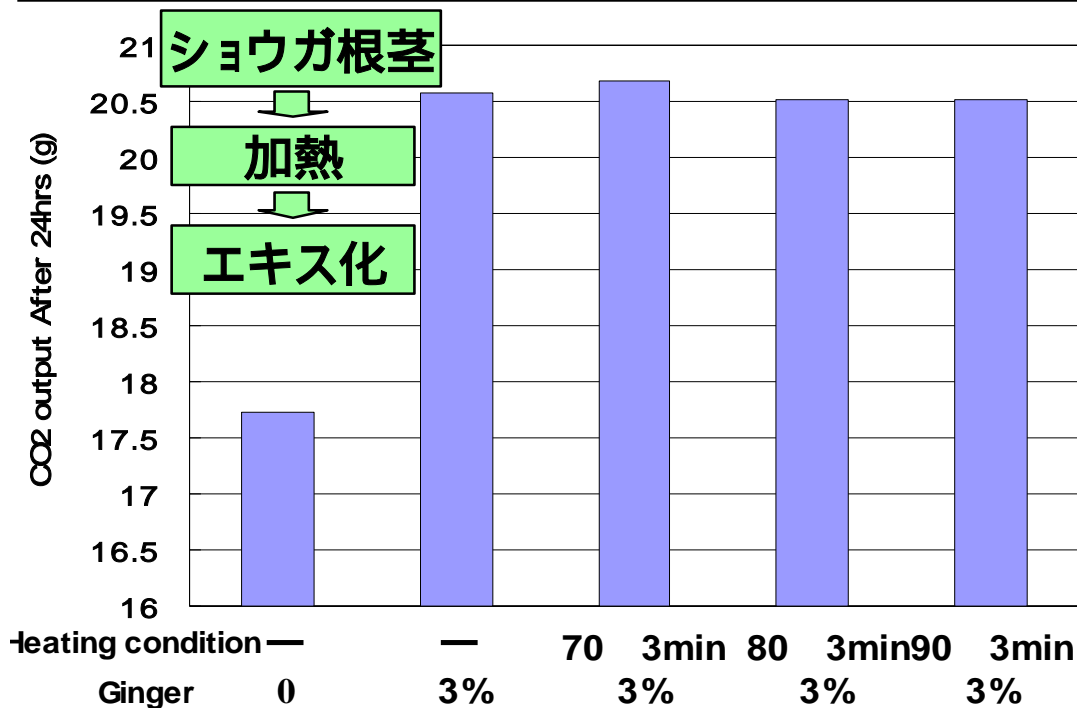


図-6 は、ショウガエキスを加熱処理した場合について示したものである。すなはち、根茎ショウガを水洗後エキス化し、70、80、90℃で3分間処理し、冷却後、無蒸煮醗酵系に添加した場合の醗酵24時間時点での炭酸ガス発生量を、ショウガ無添加、および非加熱のショウガを添加した場合と比較したものである。なお、この場合のショウガ添加量も3%であった。結果をみると、90℃、3分間加熱処理したショウガエキスを添加した場合も常温処理の場合と差はなくコントロール（ショウガ無添加）の場合に比べて顕著な醗酵促進効果を示した。

図-6. エキスの加熱処理条件と醗酵速度の関係

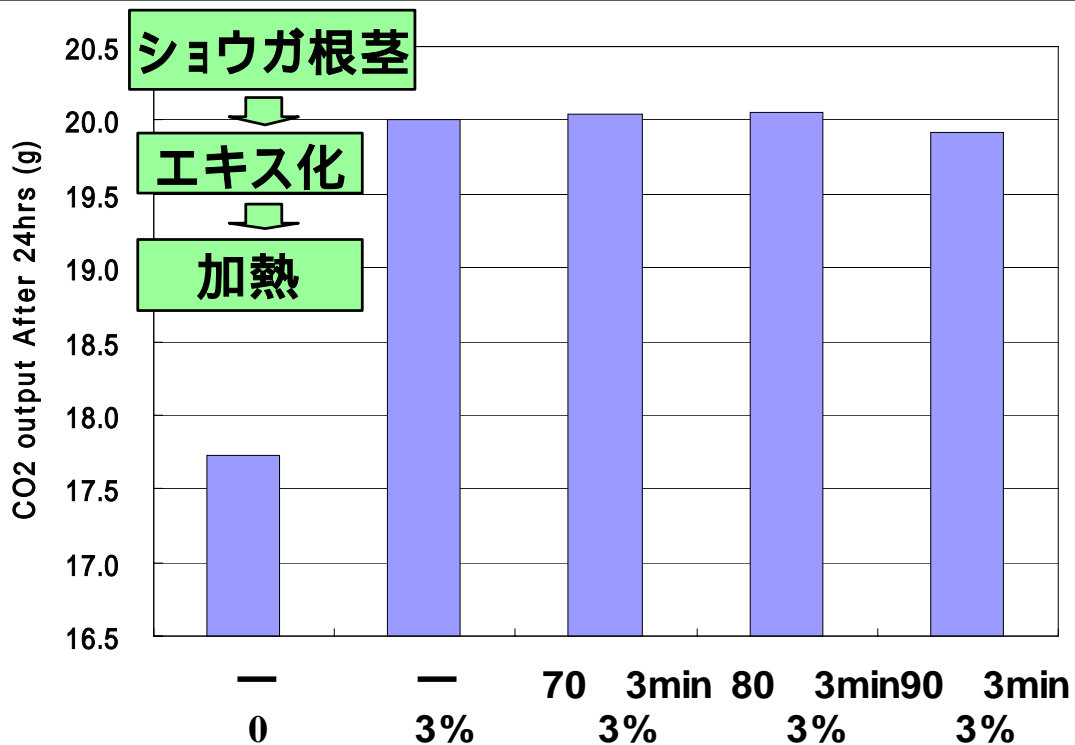
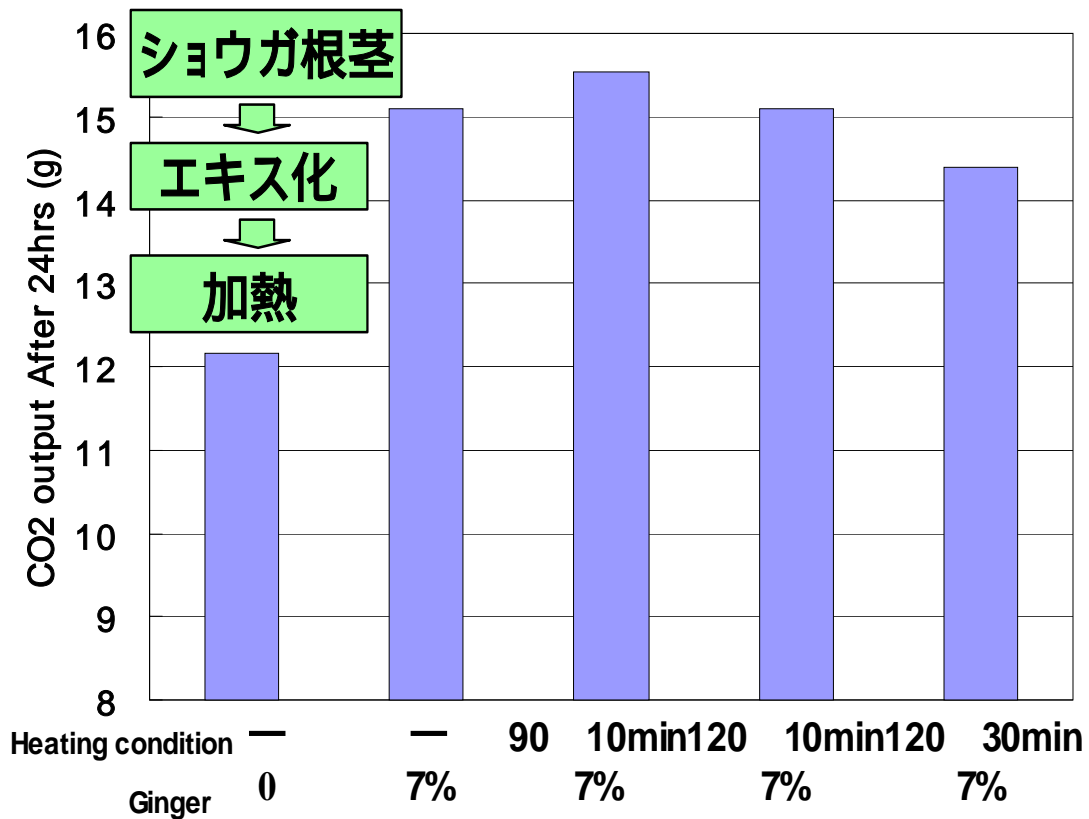


図-7は、市販の天然グレープ果汁を主原料とする醗酵系でショウガ加熱の処理の影響を調べた結果を示したものである。すなわち、ショウガエキスを90もしくは120℃で10分間もしくは120℃で30分間加熱処理した後、急冷したショウガエキスをモロミ当り7%添加して、28℃で醗酵させた際の醗酵24時間時点での炭酸ガス発生量を、ショウガ無添加、および非加熱のショウガを添加した場合と比較したものである。図からわかるように、90℃、10分及び120℃、10分処理の場合は、無処理と同等の効果を示した。これに対して、120℃、30分の熱処理の場合は、他に比べてやや劣る傾向を示

したが、コントロールよりは著しく速い醗酵速度を示しており、120℃、30分という加熱滅菌条件でも醗酵促進作用は十分に維持されていることがわかった。

以上の加熱処理に関するデータから、実用的規模でショウガを使用するに際して、雑菌汚染現象の発現を恐れる場合は、加熱処理すれば良いことが判明した。

図-7. グレーブ培地系でのエキスの加熱処理条件と醗酵速度の関係



### (3) ショウガの加工形態と醗酵特性の関係

図-8は、醗酵試験方法の概要を示したものである。すなはち、YPD 培地 (Glucose:150g, Yeast extract:10g, Peptone:20g, Distilled water:1L)をオートクレーブ処理(120°C、10分)、冷却後、その 500ml を 1L マイヤーフラスコに分注し、次いで、所定量のショウガ及び水、そしてスターター25mlを加えて、28°Cで所定時間静置醗酵させた。この間、経時的に重量を測定し、炭酸ガス発生量を算出した。醗酵終了後は、pH、総酸、アルコール濃度などを分析した。

図-8 . YPD培地系の醗酵試験法

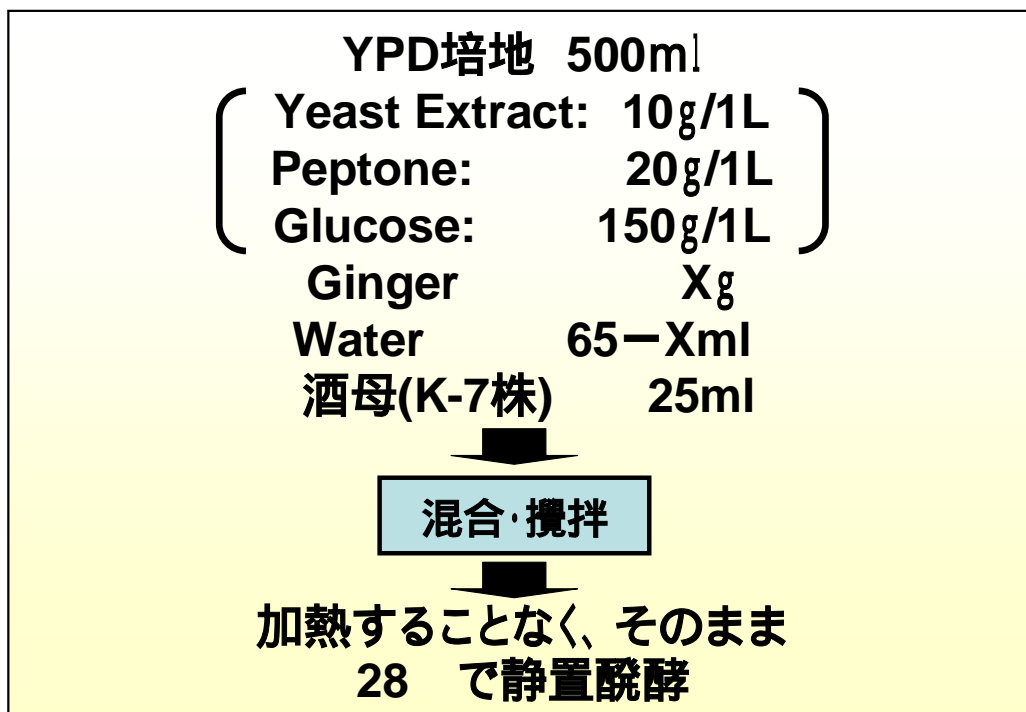
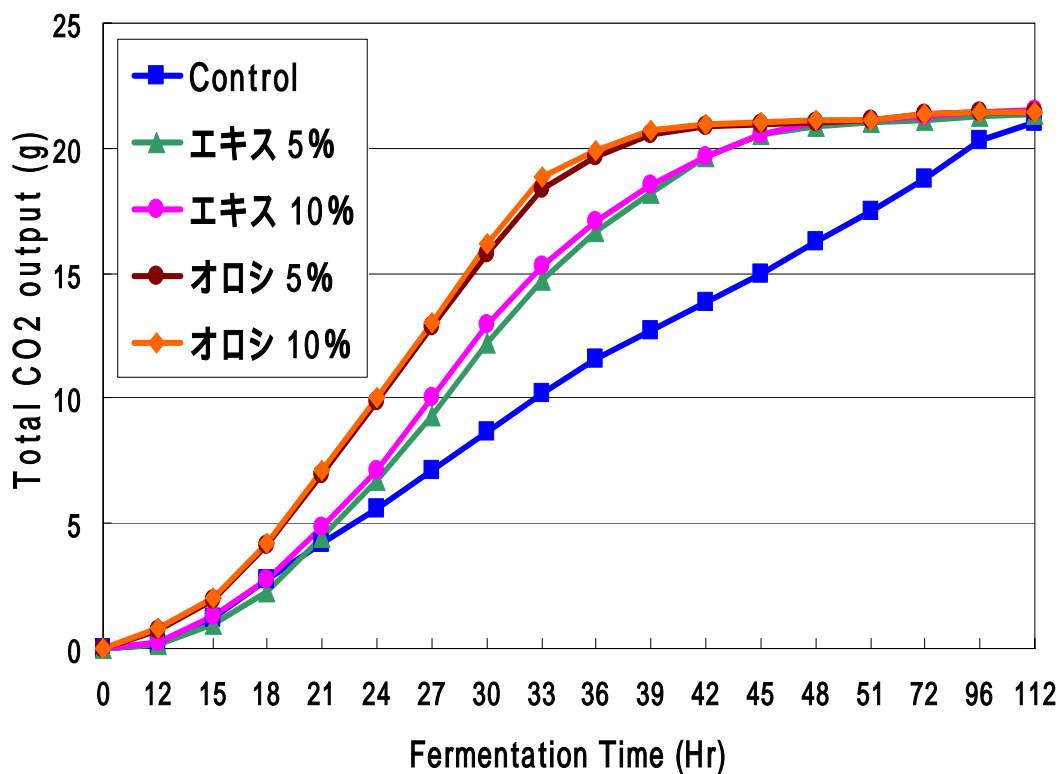


図-9 は、ショウガエキス又は、オロシショウガをモロミ当たり



10%、15%添加した場合についての炭酸ガス発生経過を示したものである。図から判るように、オロシ、エキスの加工形態によって、醗酵速度に差はあるものの、いずれの場合もコントロールよりは醗酵速度は速かった。なお、添加量5、10%のいずれの場合も、オロシの方がエキスの場合よりも醗酵速度が速かったが、その要因の一つとして、両者のジンゲロール量の差、すなはちオロシショウガの970ppmに対してショウガエキスは630ppmと低かったことが考えられるが、その詳細は今後課題である。

図 - 9. YPD培地系でのショウガの加工形態と醗酵特性の関係



#### (4) ショウガ品種の影響

表-10は、実験に供したショウガ4品種の遊離糖組成並びにジンゲロール含量をまとめて示したものである。表-10から判るように、糖含量の最高は“三州”の1%、最低は“金時”の0.4%で平均は約0.7%といずれも比較的低い含有量であった。また、ショウガの辛味及び生理活性成分として重要なジンゲロール含有量は900から1200ppmの範囲にあり、平均は約1000ppmであり、黄金の里は1023ppmであった。

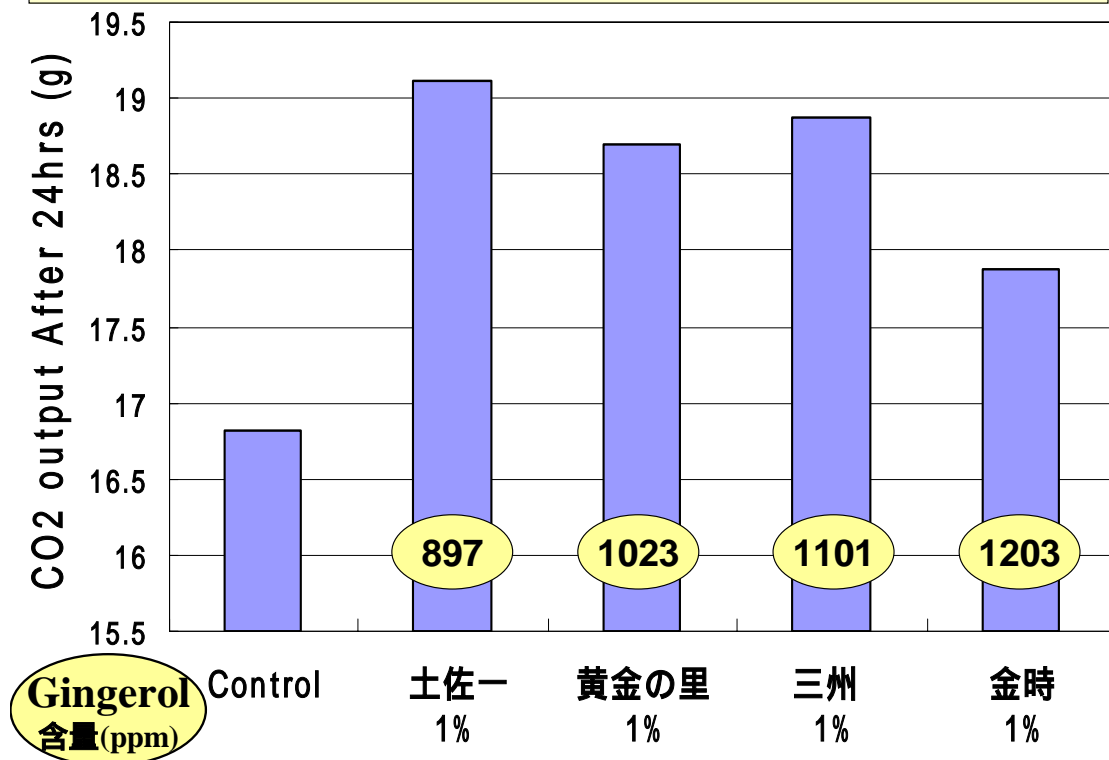
**表-10. 供試ショウガの品質特性**

含有量は生根茎ショウガ(水分約90%)当り

品種	Glucose	Fructose	Sucrose	遊離糖	Gingerol
土佐一	0.5%	0.2%	-	0.7%	897ppm
黄金の里	0.3%	0.1%	0.1%	0.5%	1023ppm
三州	0.3%	0.7%	-	1.0%	1101ppm
金時	0.3%	0.1%	-	0.4%	1203ppm

図一10は、各品種のオロシショウガを無蒸煮醗酵系に1%添加して醗酵させた場合の醗酵開始24時間時点の炭酸ガス発生量を比較したものである。図から判るように、品種により程度の差はあるが、いずれの品種についてもコントロールよりも炭酸ガス発生量が多い、すなわち、これまで観察されてきたショウガの醗酵促進効果は、基本的にはショウガの品種には依存しないことが判明した。ただ、前述したようにその程度が品種により若干異なっており、その要因の一つとして、図中に示したジンゲロール含量がどの程度この効果に関与しているか興味あるところであるが、図から明らかのように、これらのデータからはジンゲロール含有量と醗酵促進効果の度合いの間には明確な相関関係は認められない。しかし、既に述べたように、ジンゲロールは、諸々の生物活性に関与する物質であるので、酵母の活性に及ぼしている可能性は十分に考えられる。いずれにしても、ジンゲロールの酵母に対する作用特性について、本効果の機構解明とも関連して今後解明されるべき課題である。

図-10. ショウガの品種と醗酵速度の関係



#### 第4節 小括

①天然培地系にショウガを添加して酵母で醗酵させた。

②ショウガ添加量が比較的少ない場合は、コントロールに比べて醗酵初期から醗酵速度は向上したが、多い場合は、醗酵 24 時間程度までは醗酵はむしろ抑制される傾向にあった。しかし、その場合もその後は醗酵は急速に旺盛になり、コントロールを上回る醗酵の伸びを示した。

③ショウガを根茎の状態もしくはエキスの状態で 90 から 120℃で加

熱処理をしても、ショウガの醗酵促進効果は維持されていることが判明した。

④使用するショウガは摩り下ろしショウガをそのまま間使用しても、また圧搾してエキス状態で使用しても、効果の程度に若干の差はあるが、基本的にはショウガの作用特性は変わらないことがわかった。

⑤ショウガの醗酵促進作用はショウガの品種にはよらないことが判った。

⑥これまでの検討結果からは、ショウガの醗酵促進作用の度合いと辛味成分であるジンゲロール含量の間には明確な相関作用は認められなかった。ただ、ジンゲロールはショウガの有する生理活性に関与している重要な成分であり、ジンゲロールの酵母に対する醗酵促進作用との関係については、今後精査する必要性があると考えられた。

### 第3章 ビール醸造系にショウガを添加した場合の醗酵特性

#### 第1節 緒言

世界中で最も愛飲されている酒類はビールである。ビールは10から15℃という比較的低温で長時間かけて醸造される。そのため、メ

一カーでは品質を最優先しながらも短期間での醸造を可能にする研究開発にも力を入れている。ショウガの添加がビールの醗酵を促進すれば、その一つの策となりうる可能性がある。もちろん、ショウガ風味でショウガの生理活性の付与された新しいジャンルのビール醸造という意味であるが。ただ、ビール醸造系には殺菌作用を有するホップを含んでおり、この点これまで検討してきた系とは異なる。そこで、ビール醸造系にショウガを添加すると酵母はどのような醗酵特性を示すのかについて検討した。

## 第2節 実験材料及び方法

大麦麦芽から調製された麦汁 300ml (全糖分 8.5%) にホップ 1.2g を加え、105°Cで 60 分間加熱、その後 15°Cに冷却し、酵母培養液 25ml を加えて、15°Cで静置醗酵させた(図—11)。なお、ホップ添加量は、ホップの影響をみるという観点から、比較的多い量を添加した。醗酵中は所定時間ごとに重量を計り、炭酸ガス発生量を算出した。醗酵終了後は、pH、総酸、アルコールなどを分析した。

### 図-11. ビール醸造系での醗酵試験方法概要

麦汁(T.S=8.5%) 300ml, ホップ1.2g  
105℃, 60min加熱

↓ 冷却

ショウガエキス(Xml), 酵母培養液25ml

↓  
混合・攪拌

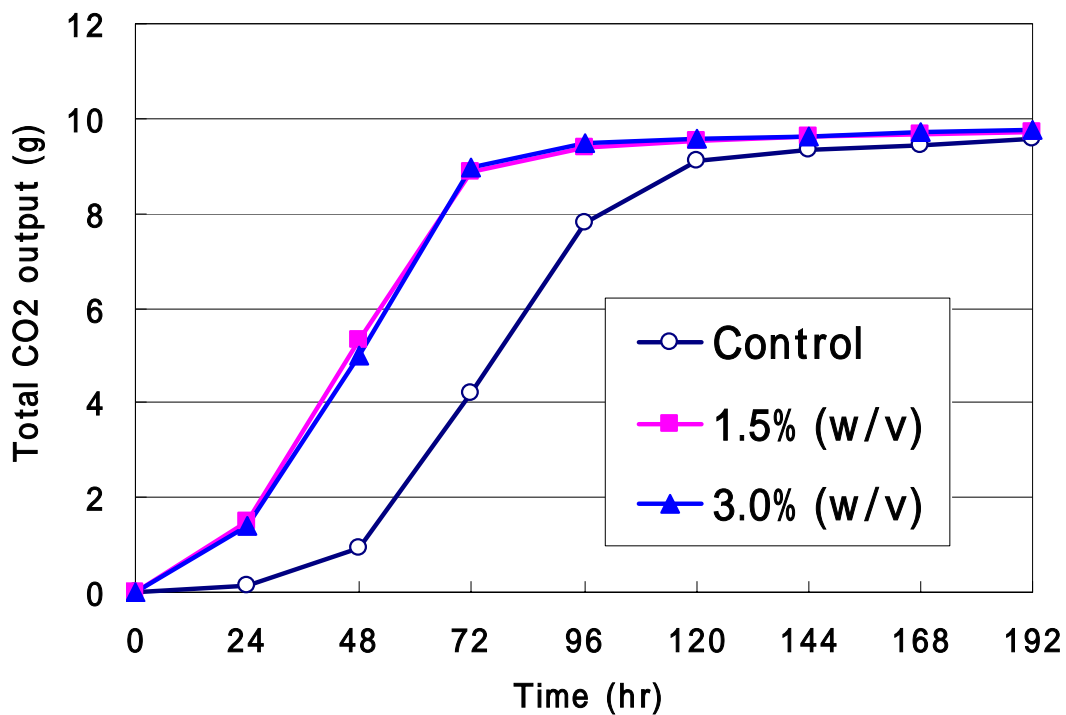
↓  
15℃で静置醗酵

〔 約24時間毎に重量を測定、  
醗酵終了後、pH, アルコールなどを分析 〕

### 第3節 実験結果及び考察

図-12 は、炭酸ガス発生経過を比較して示したものである。図から判るように、ショウガ添加量 1.5%、3%のいずれの場合も、コントロールより速やかに醗酵は進行した。醗酵速度が速いということは、前述したように、醸造期間の短縮という実用的なメリットをもたらす。なお、醗酵液中には、ショウガの主たる生理活性成分であるジゲロールが含まれていることをHPLCで確認した。また、醗酵終了液を官能評価したところショウガの風味のする面白い酒質のものであった。

図-12. ビール醸造系にショウガを添加した場合の醗酵特性



#### 第4節 小括

- ①ビール醸造系にショウガを添加して、ビール醸造温度である 15°C で醗酵させた。
- ②その結果、ショウガ添加量 1.5 及び 3.0%のいずれ場合も、コントロールに比べて醗酵速度は顕著に向上し、醸造期間短縮の可能性が示された。
- ③醗酵液中には、ショウガの主たる生理活性成分であるジンゲロールが含まれていることを確認した。
- ④得られた若ビールはショウガ風味の面白いもであった。

#### 第5章 総括



高知県で大量に生産されているショウガの新たな活用展開策を切り拓く一環として、微生物利用技術の観点から種々の検討を試みた。すなはち、先ず、既に知られているショウガの殺菌作用が酒類醸造で主役を演じる酵母に対してどのような作用を示すかを検討した。その結果、ショウガは酵母に対して、殺菌的作用を示すと同時に、増殖醗酵を促進する作用も示すことが明らかになった。このことは、ショウガは酒類醸造に代表される醸造産業に応用展開可能であることを示すものであり、次いで、ショウガを醗酵原料の一部とする酒類醸造に関係する基本的な条件について検討した。その結果、ショウガの添加量によって醗酵特性の異なること、具体的には、ショウガ添加量が少ない場合は、醗酵初期から醗酵は促進されること、多すぎる場合は、醗酵初期では醗酵阻害現象が発現すること、しかし、その場合も、その後醗酵は旺盛となり、コントロールを凌ぐようになることが判った。また、ショウガを 120℃、30 分間加熱しても、前述のショウガの醗酵促進効果は維持されること、使用するショウガは加工形態、すなはち摩り下ろしショウガでもそれを圧搾処理したショウガエキスでも使用可能であること、そして、ショウガの醗酵促進効果はショウガの品種には依存しない可能性があることなど

が明らかになった。更に、実際のビール醸造系にショウガを添加して醗酵させた結果、醗酵速度が向上すること、ショウガの主たる生理活性成分であるジンゲロールが醗酵終了液中に含まれていること、そして得られたビールはショウガ独特の風味を有することなどが明らかになった。

## 終論

ショウガを醗酵原料の一部として酒類を醸造する基本的な条件が明らかになったことを受けて、「酒類およびその製造方法」と題する特許を 2005 年 12 月に出願(特願 2005-364747)した。その要旨は、ショウガの風味並びに生理活性成分を付与して、酒類を改質するとともに、ショウガの醗酵促進作用によって製造期間を短縮することを特徴とするものである。本特許が、生理活性機能も併せ持った新しい酒類ジャンルを創生するパイオニア的役割を演ずればと考えている。

## 謝辞

本研究をおこなうにあたり、終始ご指導ご鞭撻いただきました松元教授に感謝いたします。また、ご指導いただきました榎本恵一教授、堀澤 栄助教授に感謝いたします。また、分析などをご指導、

ご協力いただきました大阪府立大学の菊崎 泰枝先生および高知県工業技術センター食品開発部の上東 治彦部長に感謝いたします。また、試料をご提供いただきました(株)坂田信夫商店の坂田 波雄会長および犬伏 英樹氏に感謝いたします。また、実験にご協力いただきました高知工科大学大学院修士課程の大房 明氏、合田 智晶氏をはじめ高知工科大学学生の都築 雅史氏、富家 功雄氏、下村 隆史氏の各位にも大変お世話になりました。ここに記してお礼を申し上げます。

#### 文献

- 1) H.Kikuzaki Herbs,Botanicais &teas p75-105
- 2) Y.Yamada et al. J.Antibact. Antifung. Agents  
Vol.20,No.6,pp309-311,1992)
- 3) スティーブン・フルダー著：しょうがは効く 究極の家庭薬 晶  
分社発行 寺西のぶ子訳
- 4) 石垣正一ら 特開 2005—13180
- 5) 注解編集委員会編 第三回改正 国税庁所定分析法注解(日本醸  
造協会発行) 昭和 49 年 12 月 20 日発行