# 天然酵母発酵におけるパンおよびワインづくりの適性

綿貫　仁美　　林　一也

酵母はアルコール発酵やパン製造に用いられている。ワインはワイン酵母、パンにはパン酵母（生イースト、ドライイースト）といったように、一般的には発酵にあった酵母が育種されて利用されている。しかし、パンに用いられる市販のイースト自体には特徴が少ないため、特徴のある天然酵母を使用したパンの販売が増えている。そこで本研究では、モンキーバナナ、チェリー、ウメ、イチゴ、キウイフルーツ、酒粕、粕漬けから酵母を純粋分離し、それら酵母を使用したパンおよびワインの製造を行った。パンでは20時間後の一次発酵の膨倍率を測定し、官能評価を行った。ワインではアルコール量とアントシアニン量を測定し、官能評価を行った。その結果、パン製造においてはキウイフルーツとウメから採取した酵母について、ワインの製造においてはチェリーから採取した酵母について利用できる可能性が見られた。

キーワード：天然酵母　膨倍率　発酵　アルコール　アントシアニン

## 1．はじめに

酵母（yeast）とは、一般的には食品に用いられる有胞子酵母の一種である*Saccharomyces*属を指す。ビール酵母、清酒酵母、パン酵母などがあり、強力なアルコール発酵能を有する[1)]。中でもドライイーストは手に入れ易く、短時間で発酵し、作業もスムーズに進むといった利点がある。しかし、市販されているドライイースト自体に種類はなく、風味や食感の違いが出にくい。一方、野菜や果実、穀物などに付着する酵母を増殖させた培養物を主に「天然酵母」、「自家製酵母」とよび、パン酵母として用いることがある。これは、ドライイーストのように単一種の酵母ではなく、アルコールや炭酸ガス生産が高いものや、独特の香りや風味を出すものなど様々な種類が混在している[2)]。本研究では、身近な食材であるモンキーバナナ、チェリー、ウメ、イチゴ、キウイフルーツ、酒粕、粕漬け（果実は何れも、無農薬のもの）から酵母を採取し（以下、モンキーバナナ、チェリー、ウメ、イチゴ、キウイフルーツ、酒粕、粕漬けという）、天然酵母を用いたパンとワインをつくった。パンにはドライイーストを使用した「スタンダード」を加えた。20時間後の一次発酵の膨倍率の測定と官能評価を行い、市販ドライイーストと天然酵母との間でどのような違いがあるかを比較・検討した。ワインではアルコール量とアントシアニン量の測定、官能評価を行い、天然酵母の違いによる変化を比較・検討した。

東京家政学院大学現代生活学部健康栄養学科

## 2．実験方法

### 2－1　採取原料

市販果物のモンキーバナナ、チェリー、キウイフルーツ、栽培したイチゴ、ウメの実、酒粕（月桂冠株式会社）、粕漬け（有限会社米花和田屋）を用いた。果物は無農薬栽培のものを使用した。

### 2－2　天然酵母の採取・分離方法

滅菌した３％砂糖水に乱切りにした果実を１：

２の割合で入れ、22℃で３日間培養し、天然酵母菌の基本培養を行った。

果実から採取した各粗酵母液、酒粕、粕漬から麦芽寒天培地（ニッスイ）を用いたストリークカルチャー法を数回繰り返し、酵母菌を純粋分離した。

２－３　天然酵母によるパンの製造および官能検査

①酵母および元種の準備

三角フラスコに10％ハチミツ水200gを作り、アルミ箔で蓋をし、110℃、10分間オートクレーブ（株式会社平山製作所　HV-50）で滅菌をした。このハチミツ水に純粋分離した酵母を植菌し（菌数$10^{10}$）、（ドライイーストは１g（菌数およそ$10^{10}$）をハチミツ水に溶かした）、22℃で24時間培養し、これを種酵母とした。次に、種酵母液80gと強力粉（日清製粉）80gを混ぜ合わせ、22℃で24時間培養し、これを元種とした。

②パンの製造および膨倍率の測定

・材料A　強力粉：250g　食塩：２g　上白糖：25g　スキムミルク：５g

・材料B　元種：125 g　水：100 ml　全卵：25 g

・食塩不使用バター：25 g

上記の材料AとBをそれぞれ別々のボールで混ぜ合わせ、材料BをAの中に入れ混ぜ、混ねん器「もちっこ（東芝製）」を用いて捏ねた。生地がひとまとまりなった時点で、湯煎で溶かしておいた食塩不使用バターを加え、計20分間捏ね上げた。

油を薄く塗った2リットルビーカーに生地を入れ、ラップで蓋をし、22℃で20時間一次発酵を行った。20時間経過後の生地の高さから発酵前の生地の高さを割り、膨倍率を算出した。

一次発酵後の生地を薄く粉をふるったまな板の上にのせ40 gずつに分割し、生地を軽くまとめ直して、20分間ベンチタイムを取った。その後、きれいに成形し22℃で1時間二次発酵をし、180℃のオーブンで20分間焼成した。

③官能評価方法

食味をシェッフェのSD法（ Semantic differential method ）で、比較の結果を－3～+3の６段階評点で表す方法で行った。評価は本学女子学生20名、年齢20歳で、酵母の採取原料および市販ドライイーストの表記をせずに行った。評価の基準は外観の良さ（色）、香りの良さ、酸味の強さ、甘みの強さ、しっとり感、やわらかさ、総合評価の７つの項目で行った。

④統計・解析

官能評価で得られた結果は、評価ごとに合計し、平均値を算出した。

２－４　天然酵母によるワインの製造および官能評価

①ワインの製造方法

赤ブドウ果汁100％のウェルチグレープジュース（カルピス社）800gに純粋分離した天然酵母を３白金耳接種し、15℃で64日間発酵させた。

②HPLC分析方法

発酵過程のアルコール量およびアントシアニン量を０日目、２日目、５日目、９日目、14日目、32日目、47日目、64日目の計８回サンプリングしHPLC法で分析した。

アントシアニン量の分析は、以下のHPLC分析法で行った[3)]。

検出器：Waters社製TM996フォトダイオードアレー検出器、測定波長：220 ～700 nm、アントシアニン色素ピークの検出：525 nm、カラム：Inertsil ODS-3（4.6 mmI.D.×250 mm、ジーエルサイエンス株式会社）、溶離液：アセトニトリル—0.1％トリフルオロ酢酸（1:4,V/V）、カラム温度：45℃、流速：0.85 ml/min、アントシアニン量（％）は、元のジュースに含まれるアントシアニンをHPLCで測定し、得られた各色素ピークの面積を足した総ピーク面積を100％とし、発酵後のHPLC各色素ピークの合計面積と比較して、色素量の変化率とした。

アルコール量の分析は、以下のHPLC分析法で行った。

カラム：Shim-pack SCR-101N（7.9mmI.D.×300 mm、株式会社島津製作所）、溶離液：純水、カラム温度：60℃、流速：0.8ml/min、検出：示差屈折、スタンダードとしたエタノールのピーク面積値よりアルコール濃度を出した。

③官能評価方法

食味をシェッフェのSD法（Semantic differential

method）で、比較の結果を－3～＋3の6段階評価で表す方法で行った。評価は本学女子学生10名、年齢20歳で酵母の採取原料を表記せずに行った。評価の基準は外観の良さ（色）、香りの良さ、酸味の強さ、甘みの強さ、渋みの強さ、アルコールの強さ、総合評価の7つの項目で行った。

④統計・解析

官能評価で得られた結果は、評価ごとに合計し、平均値を算出した。

## 3．結果および考察

### 3－1　天然酵母によるパンの製造および官能評価

20時間後の一次発酵後の生地の様子を写真1に、膨倍率および焼成前後の生地の様子を表1に示した。

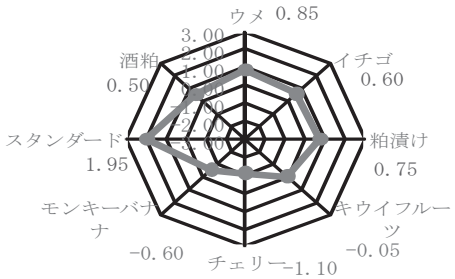
チェリー、ウメ、粕漬け、イチゴの膨倍率は2倍を超えており、粕漬けは一番高く2.6倍であった。それに対し、キウイフルーツ、酒粕はほとんど膨張しなかった。焼成前の香りは、チェリー、モンキーバナナ、キウイフルーツ、イチゴで酸味を帯びた香りが強く、粕漬け、酒粕は酒の香りが強く感じられた。焼成後では、モンキーバナナとウメで酸味を帯びた香りが強かった。これは、採取した酵母により発酵過程で特有の香気成分を出すことが考えられた[4]。また、焼成前のウメの生地でべたついた感じが強く、生地のべたつきには、生地中のグルテン組織が十分に形成されていなかったことが考えられた[5]。

パンの官能評価の結果を図1に示した。天然酵母パンとドライイーストを使用して作成したスタンダードパンを比較すると、外観、香り、しっとり感、やわらかさ、総合評価においてスタンダードが一番良いと評価された。酸味についてはチェリー、モンキーバナナが強く感じられた。しっと

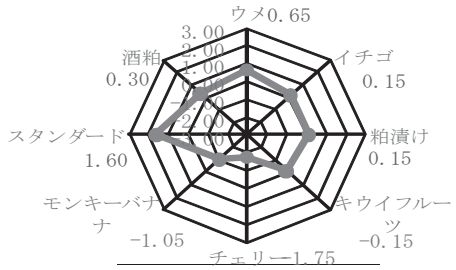
**表1　20時間後の一次発酵の膨倍率および焼成前後の生地の様子**

| | 膨張（cm） | | 膨倍率 | 生地の様子 | |
|---|---|---|---|---|---|
| | 発酵前 | 発酵後 | | 焼成前 | 焼成後 |
| モンキーバナナ | 5.0 | 9.3 | 1.9 | ・酸味を帯びた香りだが、弱い | ・きめ細かい<br>・酸味を帯びた香りだが、弱い |
| チェリー | 5.5 | 12.0 | 2.2 | ・酸味を帯びた香り | ・もっちりとした食感<br>・後味に酸味が強く感じられる |
| ウメ | 5.1 | 10.4 | 2.0 | ・酸味を帯びた香りだが、弱い<br>・べたついた感じが強い | ・しっとりとした食感<br>・甘みが強い<br>・他と比べ酸味を帯びた香りが弱い |
| イチゴ | 5.7 | 12.5 | 2.2 | ・酸味を帯びた香り | ・他と比べ、生地が黄色味を帯びている<br>・甘みが強い<br>・小麦粉の香ばしい香りを強く感じる |
| キウイフルーツ | 5.4 | 5.8 | 1.1 | ・酸味を帯びた香りだが、弱い | ・焦げ目があまりない<br>・小麦粉の香ばしい香りを強く感じる |
| 酒粕 | 5.3 | 6.6 | 1.2 | ・酒の様な香り | ・焦げ目が付きやすい<br>・小麦粉の香ばしい香りを強く感じる |
| 粕漬け | 5.3 | 13.5 | 2.6 | ・酒の様な香り | ・しっとりとした食感<br>・酸味、甘みともに弱い<br>・粕漬けの様な香り |

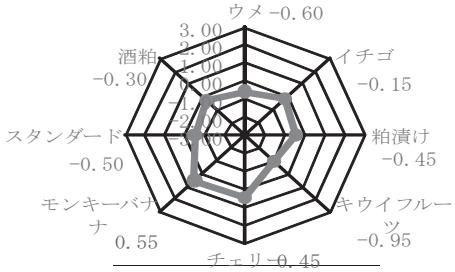
膨倍率＝発酵後膨張cm / 発酵前cm　　n=3



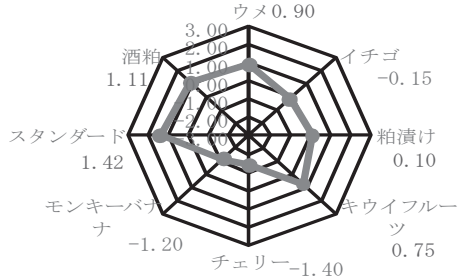

外観の良さ(色)



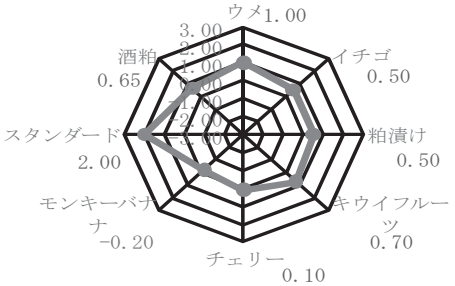

香りの良さ



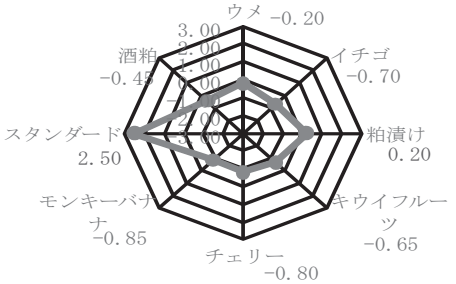

酸味の強さ



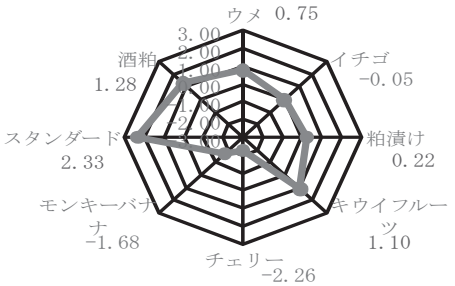

甘みの強さ




しっとり感




柔らかさ




総合評価

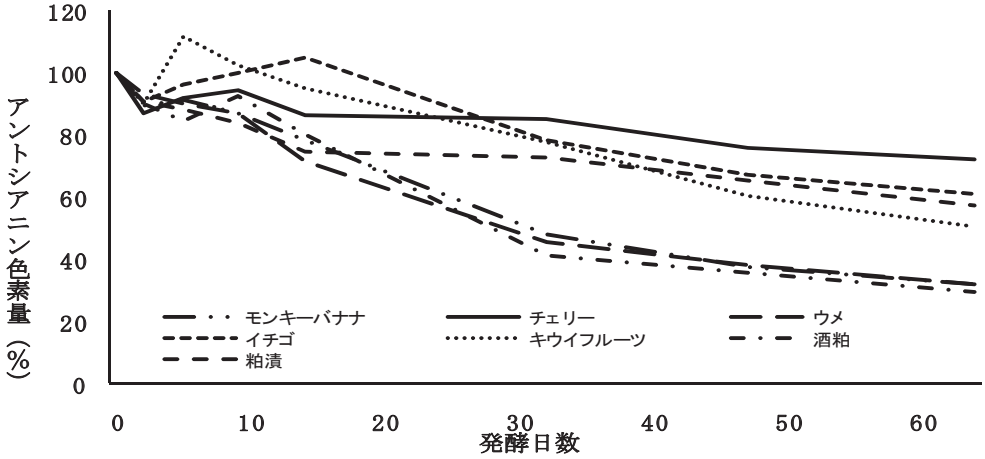
**図1　パンの官能評価結果**

り感についてはスタンダードが一般的な感じであるのに対し、天然酵母パンではべたつき感が感じられ、さらに表面の硬さが感じられた。天然酵母パンの中では、キウイフルーツとウメについて評価が高い結果となった。これらの結果より、一次発酵の膨倍率の大きさが焼成後の生地の柔らかさに繋がるとは限らないことがわかった。

３－２　天然酵母によるワインの製造および官能評価

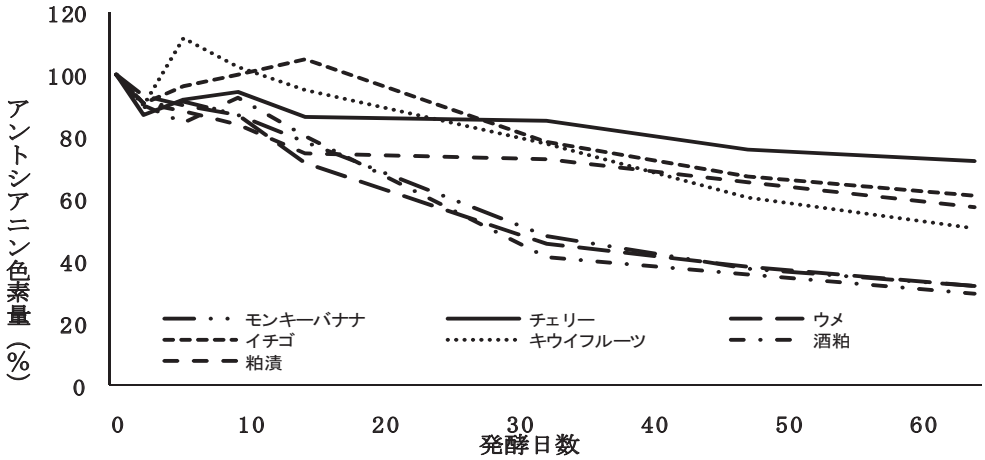
HPLC分析法による各種酵母発酵ワイン中のアントシアニン色素量の変化を図２に示した。発酵日数64日目でチェリーの色素残存率が80％近くあり、安定を示した。一方でウメ、モンキーバナナ、酒粕は30％ほどの残存率となり、安定性が悪い結果となった。イチゴ、キウイフルーツ、粕漬けで、50～60％ほどの残存率であった。

各種酵母発酵ワイン中のアルコール量の変化を図３に示した。発酵日数64日目で粕漬けにおいて５％のアルコール濃度を超え、キウイフルーツで



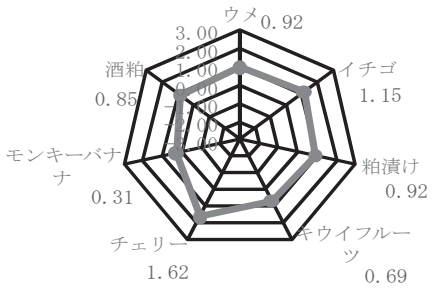

n=5

**図２　各種酵母発酵ワイン中のアントシアニン色素量の変化**

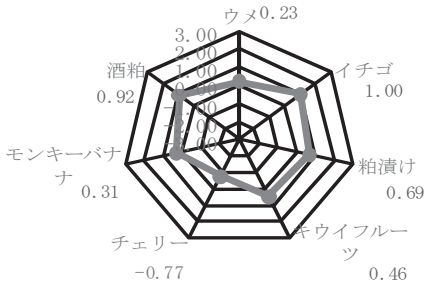



n=5

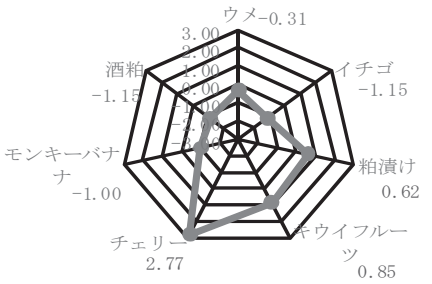
**図３　各種酵母発酵ワイン中のアルコール量の変化**



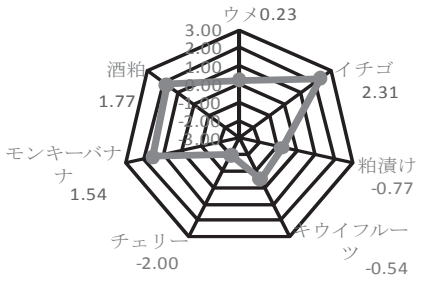

外観の良さ（色）



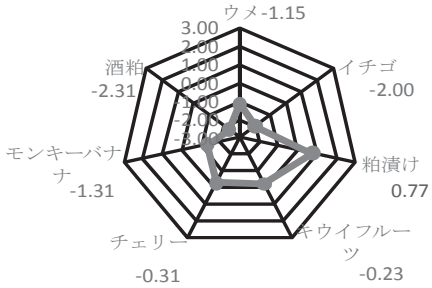

香りの良さ



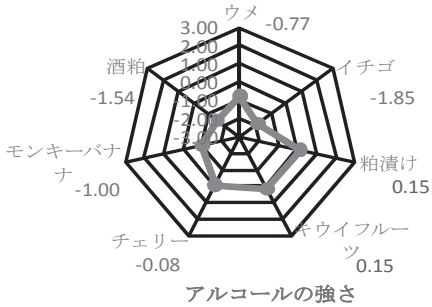

酸味の強さ



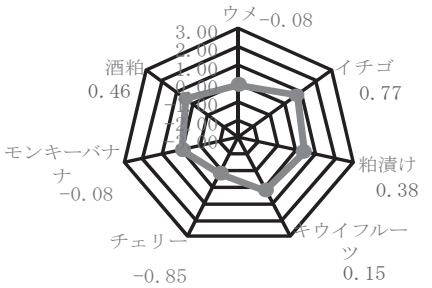

甘みの強さ




渋みの強さ

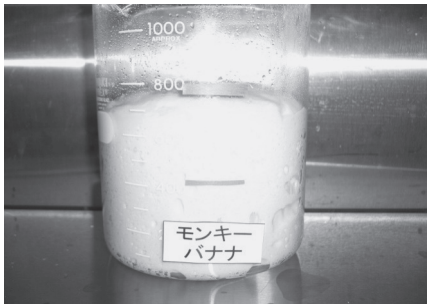



アルコールの強さ

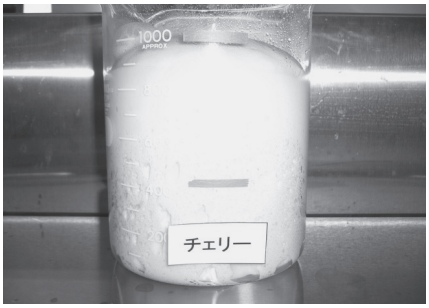



総合評価

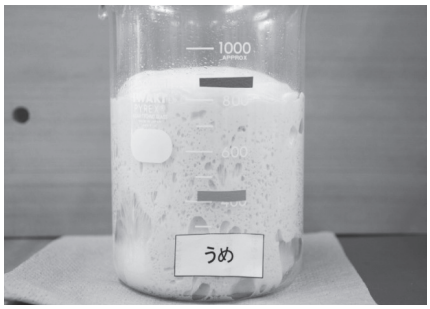
**図４　ワインの官能評価結果**




モンキーバナナ

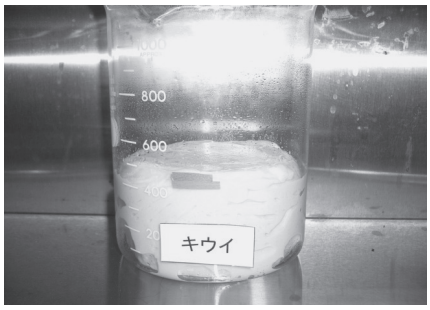



チェリー

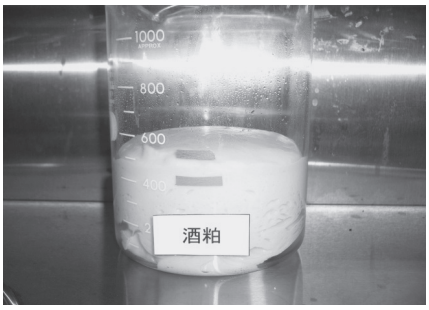



ウメ

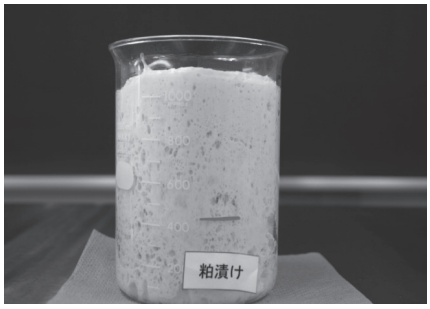
イチゴ




キウイフルーツ




酒粕




粕漬け

**写真１　発酵後の生地の様子**

４％を超えていた。ウメ、チェリー、モンキーバナナ、酒粕は1.5～３％の間であった。イチゴについては全くアルコールが検出されなかった。特異的なものとして、チェリーのみアルコールの他に有機酸が検出された。

これらの結果より、チェリーの色素残存率が高かったのは、有機酸が関係していると推測され、それにより酸性に傾いたために色素の安定性が高くなったと考えられる。酸（特にL-リンゴ酸とコハク酸）生産性が高いとワイン醸造において優れた性質を持った酵母[6]といえ、チェリーから採取した酵母は、ワイン製造において適性がある可能性が推測できた。アントシアニン色素量の減少においては、アルコール発酵が進み、エタノールが生成されると、アントシアニンの自己会合やコピングメンテーションの効果が少なくなるため色素が不安定となって分解する。さらに、酵母菌のβ-グルコシターゼの影響によるアントシアニンの分解も考えられる[7]。日本酒の製造で使われた酒粕からとった酵母では、日本酒を製造しているにも関わらず、アルコール発酵が少なかった。このことは、発酵に適正な条件でなかったこと、または酒の醸造に使われた主要な酵母ではない酵母を採取した可能性があると考えられた。

ワインの官能評価の結果を図４に示した。一番アルコールが高く感じられ、ワインに近かったものは粕漬けであった。チェリーについては酸味が非常に高く感じられた。総合評価でイチゴが一番良い評価であったが、これは、アルコールが全く検出されなかったことと、甘みの強さや香りの強さが加わり、ジュースに近い風味であったと推測でき、結果として総合評価が高くなったといえる。

## ４．まとめ

*Saccharomyces*属などの発酵性酵母は、糖類を発酵してエタノールと二酸化炭素を生成し、エタノールの生成量が多いとアルコール臭が感じられる。一方で、*Candida*属などの産膜酵母では、アルコールはつくらず、かえってアルコールや有機酸を分解し、果実様エステルなどを生成する[8]ことから、粕漬け、酒粕から採取した酵母は発酵性酵母である可能性が、イチゴから採取した酵母は産膜酵母である可能性が推測できた。今回7種類の材料から天然酵母を採取してパンとワインを製造したが、パンの製造においてはキウイフルーツと梅から採取した酵母について利用できる可能性が見られた。由来の違う酵母を併用することにより、香りや食味においてより適性や特徴のある製品を作り出すことが可能であり、今後の課題としたい。

## 文献

１）小原哲二郎・細谷憲政：簡明食辞林, pp.287-288（樹村房, 1985）
２）灘吉利晃：天然酵母　歴史とパンづくりへの応用, pp66-67（ホームメイド協会, 2005）
３）Hayashi, K., Ohara, N. and Tsukui, A. :Stability of Anthocyanins in Various Vegetables and Fruits, *Food Sci.Technol.*, Int., 2, 30-33（1996）
４）小泉武夫：発酵食品学, pp.142（講談社, 2012）
５）吉野清一：パン「こつ」の科学, pp.177（柴田書店, 1993）
６）柳田藤寿：海の酵母でワイン?（バイオミディア2001）, 生物工学会誌, 79（10）, pp.408（2001）
７）津久井亜紀夫・鈴木敦子・林一也・西山隆造・小原直弘：市販りんご果汁発酵液中のアントシアニン色素の変化, 日本食品科学工学会誌, 43, 1128-1132（1996）
８）好井久雄・金子安之・山口和夫：食品微生物学ハンドブック, pp149-150（技法堂出版, 1995）

（受付　2014.3.13　受理　2014.6.11）