耐塩性酵母 *Zygosaccharomyces rouxii* の生理特性 (2)

——産膜性菌株 (通称, 白カビ) について——

前報に引き続き、耐塩性酵母について解説していただいた。従来、味噌・醤油醸造に有用な酵母と皮膜を形成する、所謂白カビの有害酵母が同一酵母名に分類されている。醤油もろみから分離した産膜酵母の皮膜形成時に特有な生理的性質を検討し、条件により皮膜生成と沈殿状生育の非皮膜形成に変わることを見い出している。また、後半ではミソナオシと呼ばれる植物から白カビ発生抑制物質を分離同定し、グリセロ糖脂質であることを明かにした。

富田 実, 山本澄人

1. ま え が き

味噌・醤油酵母の分類は古くから行われており、すでに 1911 年に、高橋と湯川の研究⁽⁴⁶⁾によって、醤油もろみの熟成に関与する有用酵母は *Zygosaccharomyces* (*Z.*) *major*, *Z. soya* であり、醤油や味噌の表面に発生する産膜性の有害酵母は *Z. salus* および *Z. japonicus* であることが明確にされた。しかし、前号で述べたように、両酵母は現在同一菌種 (*Z. rouxii*, 以下本菌と称する) に包括分類されている¹⁾。本稿では混乱を避けるために、本菌の産膜菌株を本酵母と称し、それが皮膜状に生育した状態のものを白カビと称した。なお、本酵母は、皮膜を形成しない時、すなわち沈殿状に生育している時には、非産膜性の有用菌株とほぼ同様な働きや生理挙動を示す。本酵母は、白カビと通称されるように、その繁殖状態が肉眼で容易に観察されるので、一般にもなじみ深い微生物である。それにもかかわらず、本酵母に関する研究は非常に少なく、今原による報告⁽⁴⁷⁾以外にほとんど見当たらない。白カビは、含塩発酵食品の発酵熟成工程のみならず、製品の貯蔵・流通中にもしばしば発生する。近年、白カビ発生防止のために、化学合成保存料やエチルアルコールの使用、製品の加熱殺菌や除菌処理および脱酸素包装などの対策が講じられている。しかしながら、白カビは、依然として、当該食品における普遍的かつ代表

的な污染微生物であることに変わりはない。

本稿では、醤油もろみから分離した耐塩性産膜酵母 *Z. rouxii* F 51 株⁽⁴⁸⁾ (以下、本菌株と称する) の産膜時に特有な生理的性質を中心に記述するが、後半に、マメ科植物ミソナオシについて言及し、本植物の白カビ発生抑制効果について考察する。なお、本稿の引用文献は前号からの続き番号とする。

2. *Z. rouxii* F 51 株の皮膜状生育

① 産膜に特有な物質代謝⁽⁴⁸⁾

本菌株を 10% 食塩含有 YM 培地で静置培養した時の生育曲線を第 1 図に示す。本菌株は培養 2~3 日目までは通常の出芽酵母と同様に沈殿状に増殖するが、ブドウ糖が消費され尽くす 3~4 日目以降培養液表面に皮膜を形成して増殖を続ける。この培養後半の皮膜状生育時には、培養前半の沈殿状生育時に生成されたエタノールが炭素源として再利用され完全に資化される。この場合、本菌株の菌体収量は同条件で培養した非産膜菌株 (K 122 株) の約 3 倍に相当している。なお、本酵母は二形性ではなく、その皮膜状菌体はクラスターを形成するものの、個々の細胞形態は沈殿状菌体の形態と同様な単細胞酵母形である。

② 産膜に必要な培養条件

本菌株は、YM 培地 (無塩) に培養した場合、培養時間の長短にかかわらず皮膜を形成しない。食塩含有

Physiological Characteristics of a Halo-tolerant Yeast *Zygosaccharomyces rouxii* (2)——Film-forming Strains Grown on Salty Foods——

Minoru TOMITA and Sumito YAMAMOTO (Tokushima Prefectural Industrial Technology Center)

第1図 *Z. rouxii* F 51 株の皮膜状生育とエタノールの消長

●；ブドウ糖，○；エタノール，□；生育度（培養液中の乾燥菌体重量），F 51 株を 10% 食塩 YM 培地に 30℃ で所定時間静置培養した。

培地に静置培養すると，食塩 1% 以下では産膜しないが，3% 以上では確実に産膜する。一方，ブドウ糖高張培地では糖濃度に関係なくほとんど産膜しない。

次に，ビタミン要求性試験培地（ブドウ糖，カザミノ酸）を用いて本菌株の産膜に及ぼす各種ビタミンの影響を検討した。本菌株の生育にはビオチンとパントテン酸が必須であり，特に，パントテン酸は産膜促進に重要である。パントテン酸濃度 100 $\mu\text{g/L}$ 以下では，沈澱状には生育できるが，皮膜形成に至らない。

本菌株による皮膜形成は，静置培養時にのみ観察され，培養液を時々攪拌したり振とうすることによって阻止される。培養前半に沈澱状に生育した細胞の一部が，ブドウ糖が消費され終わった培養後半に，浮遊して液表面に留まり皮膜を形成する。その際，物理的刺激が加わると液表面に浮遊できなくなり皮膜形成に至らない。

③ エタノールの資化⁴⁹⁾

①で述べたように，本菌株は皮膜状生育時にエタノールを炭素源として利用する能力を有している。本菌のエタノール資化性は+あるいは-と酵母分類学書に記載されているが⁵⁰⁾，産膜菌株と非産膜菌株それぞれについて個別に記述されていない。そこで，本菌の産膜株（F 51 株）と非産膜株（K 122 株）のエタノール資化性について検討した。

エタノールを単独炭素源とする培地に 30℃ で静置

培養した場合，F 51 株は，培地に食塩が存在して皮膜状に生育する時にのみエタノールを旺盛に資化する。一方，K 122 株は，静置条件では，食塩添加の有無にかかわらず，エタノールを資化できない。静置培養時における本菌株のエタノール資化は植菌方法によって微妙に影響される。すなわち，種菌として食塩培地に生育した皮膜状菌体（疎水度が高い）を用い，これを食塩培地の表面に浮かべて植菌した時にのみ，皮膜が広がり，エタノールが資化される。沈澱状生育菌体を食塩培地に植菌しても，皮膜が形成されず，エタノールは資化されない。本菌株のエタノール資化には，適当濃度の食塩の存在および菌体と空気との直接接触が必要である。

次に，本菌株と K 122 株の振とう培養時のエタノール資化性について検討した。三角フラスコ（100 ml 培地/300 ml）にて振とう培養（ロータリー，120 rpm）した場合，培地の食塩の有無にかかわらず，両菌株ともエタノールを資化できない。しかし，坂口フラスコ（50 ml 培地/500 ml）を用いて激しい振とう培養（レシプロ，160 rpm，振幅 7 cm）を行うと，両菌株とも，無塩時にはエタノールを資化しないが，食塩濃度 3~9% の範囲でエタノールを良く資化する（第 1 表）。F 51 株のエタノール資化可能な食塩濃度範囲は K 122 株より高濃度域にシフトしている。

本菌の産膜株と非産膜株のエタノール資化能は本質的には同じ酵素系に依存していると思われるが，前者は，静置培養条件下でも，液表面で皮膜を形成することによりエタノールを資化できる特殊な能力を有している。本酵母の産膜時の生理特性は，真菌類の分化の初期段階における生理変化の一つのモデルとして，生物学的および生理学的に非常に興味深いと考えている。

第 1 表 *Z. rouxii* の振とう培養時のエタノール資化性

菌 株	生育度（菌体乾物 mg/100 ml 培養液）					
	食塩 0 %	3 %	6 %	9 %	12 %	14 %
K 122	—*	424	456	422	—	—
F 51	—	238	371	366	356	—

*：生育せず（10 mg/100 ml 以下），500 ml-坂口フラスコに 50 ml 入れた培地（Difco Yeast Nitrogen Base に 2% エタノール，0.5% カザミノ酸および所定濃度の食塩を添加し，pH 5.2 に調整したもの）で 7 日間振とう培養（往復式，160 rpm，振幅 7 cm）した後の生育度を測定した。

第2図 産膜によるイソブチルアルコール (a) およびイソアミルアルコール (b) の代謝変動
 ●; YM 培地 (無塩) 培養, ○; 10% 食塩培地培養,
 □; 0.1% Tween-20 添加 10% 食塩培地培養, F 51
 株を 30°C で静置培養した時の各培養液中の両アルコ
 ールの濃度を測定した。

3. 皮膜状生育に特徴的な物質代謝

① イソブチルアルコールおよびイソアミルアルコールの蓄積⁽⁴⁸⁾

本菌株を YM 培地 (無塩, ブドウ糖 2%) と 10% 食塩 YM 培地に 30°C で静置培養し, ヘッドスペースアナライザーにより揮発性発酵生産物の経時変化を調べた。その中で, イソブチルアルコール (a) とイソアミルアルコール (b) が皮膜状生育時に特徴的な代謝挙動を示すことを認めた (第2図)。両アルコール濃度の経時変化を第1図の生育曲線と対比すると, 本菌株が培養3日目以降皮膜状に生育しはじめると, 両アルコールが異常に高濃度に生成される。両アルコールの濃度は培養後6~7日目には最大になるが, 以後エチルアルコールの消失につれて, 急速に減少して元のレベルに戻る。このような両アルコールの一時的な高濃度蓄積現象は, 本菌株を無塩培地あるいは界面活性剤添加食塩培地に培養した場合には認められない。なお, 本酵母は, 食塩培地に少量の非イオン性界面活性剤を添加

して培養すると, 皮膜を形成することなく沈澱状にのみ生育することが知られている⁽⁵¹⁾。第2図に示したイソブチルアルコールとイソアミルアルコールの異常な代謝挙動は本酵母の産膜時に特有な現象である。

② 不快臭の発生およびその原因成分

味噌などの含塩発酵食品の表面での白カビの繁殖を放置すると, 食品として好ましくない特有な臭いが生じる。本酵母を食塩培地に培養した際にも, 厚い皮膜が形成される培養後半に同様な臭気が認められる。今原・中浜は, 本酵母の生産する香気成分について研究し, 本酵母は産膜状態でベンズアルデヒドを有意的に多く生産することを指摘している⁽⁵²⁾。著者らは, 官能的に判断して, 産膜時に生じる不快臭は低級脂肪酸によるものと推定した。本菌株を無塩培地と 10% 食塩培地に静置培養し, 培養液中に生成される低級脂肪酸量を比較した。低級脂肪酸は, 培養液を直接 GC カラム (メガボアカラム…J & W DB-FFAP, 30 m×0.53 mmID, df=1 μ m, 135°C) に注入して分析した。その結果, 同クロマトグラムに皮膜状生育時に有意的に増加する3つのピークが認められた。保持時間から判断すると, ピーク1はイソ酪酸, ピーク2はイソ吉草酸そしてピーク3は β -フェネチルアルコールに相当している。これらピーク面積を産膜時と非産膜時と比較すると, ピーク1は4~5倍に, ピーク2および3は2倍以上に増加していた。次に, 産膜菌体を含む培養液からエーテル抽出した試料を用い, ガスクロマトグラフィー/質量分析 (島津 GCMS-QP 1000) により上記3ピークに含まれる化合物を分離・定性した (第2表)。以上を総合して, 産膜時に生じる不快臭の主体は, イソ酪酸, イソ吉草酸および β -フェネチルアルコールの混合臭であると推察した。

産膜時におけるこれら低級脂肪酸の高濃度生成は, 前述のイソブチルアルコールおよびイソアミルアルコールの一時的蓄積と関連した生理現象と思われる。予備的試験によると, 本菌株の皮膜状菌体から抽出される粗酵素液の単位タンパク質当たりのエタノール酸化酵素活性は有意的に高く, ブチルアルコールに対する随伴酸化活性も高い。

4. F 51 株の皮膜状生育菌体と沈澱状生育菌体の脂質含量⁽⁴⁸⁾

今原らは, 本酵母の皮膜状生育菌体 (F 菌体) の細胞

第2表 GC-MSによるF 51株の産膜時に増加する臭気成分の定性

ピーク*	成 分 名	分子量	構 造 式
1	Isobutyric acid (主成分)	88	$(\text{CH}_3)_2\text{CHCOOH}$
	1,3-(or 2,3-) Butanediol が混在 ^a	90	$\text{HO}(\text{CH}_2)_4\text{OH}$
2	Isovaleric acid (主成分)	102	$(\text{CH}_3)_2\text{CHCH}_2\text{COOH}$
	2-Methylbutanoic acid が混在 ^b	102	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}(\text{CH}_3)\text{COOH}$
3	β -Phenethyl alcohol	122	$\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$

* : GC カラム (J&W DB-FFAP, 30 m×0.53 mmID, df=1 μm , 135°C) で分離される産膜時に増大するピーク

a : GC カラム (DB-FFAP, 30 m×0.53 mmID, df=1 μm , 50-250°C昇温) で再分離

b : GC カラム (DB-1, 30 m×0.53 mmID, df=5 μm , 50-250°C昇温) で再分離

表面が、沈澱状生育菌体(S菌体)に比べて疎水性であることを明らかにし、さらに、非イオン性界面活性剤の添加によって、培養液の表面張力が低下すると、産膜が阻止されると考察している^{47,53)}。飯村らは、ワイン産膜酵母(非耐塩性)において同様な現象を認めるとともに、同酵母のF菌体の細胞壁脂肪酸含量はS菌体の2倍以上に増加すると報告している^{54,55)}。

著者らは、第2図に示した3条件で培養した本菌株の菌体から、第3表に記述した2種類の方法で抽出される脂質含量を測定した。第3表に示したように、未酵素処理の凍結乾燥菌体から抽出される脂質(易抽出性)の含量を比較すると、食塩培養F菌体の方が無塩培養S菌体よりほぼ4倍多い。一方、本菌株のTween-20添加食塩培地に培養した菌体(S菌体)の同脂質含量は無塩培養菌体と同程度であり、食塩が存在しても、非産膜状態では易抽出性脂質含量は増大していない。飯村らは、ワイン産膜酵母から脂質を抽出する際、予め菌体をプロナーゼ処理すると、有機溶剤による脂質抽出量が大幅に増加することを報告している⁵⁴⁾。本菌株においても、プロナーゼ処理による同様な菌体脂質抽出率の増大効果が認められた(第3表)。10%食塩培

地に生育したF菌体とS菌体(Tween-20添加培養)のプロナーゼ処理後に抽出される脂質含量を比較すると、前者は後者の1.7倍である。以上の結果は、産膜によって本菌株の細胞表層脂質の含量、組成および構造が大きく変動していることを示唆している。

5. F 51株の皮膜状生育菌体に特徴的な脂肪酸合成⁴⁸⁾

本菌株のF菌体(食塩培養)とS菌体(無塩培養およびTween-20添加食塩培養)から抽出された各脂質標品に含まれる遊離脂肪酸および結合型脂肪酸それぞれの組成と含量について検討した。各標品に含まれる主要脂肪酸含量を遊離と結合型の合計値として第3図に示した。4で述べた各易抽出性脂質標品に含まれる脂肪酸を比較すると、F菌体においてオレイン酸とリノール酸の含量が有意的に大幅に増大している。すなわち、F菌体の同標品中のオレイン酸はS菌体に比べて約7倍に、そしてリノール酸は17倍になっている(第3図-a)。この内、遊離オレイン酸は12倍であり、遊離リノール酸は13倍である⁴⁸⁾。第3図-bに、凍結乾燥菌体をプロナーゼ処理した後に抽出される脂質標品中の各脂肪酸含量を示す。同酵素処理によって、F菌体では、無処理抽出(a)に比べて、オレイン酸が1.7倍多くそしてリノール酸が1.5倍多く抽出され、一方、S菌体(Tween-20添加食塩培養)では、オレイン酸が5.4倍多くそしてリノール酸が4.6倍多く抽出されている。プロナーゼ処理によりS菌体からの脂肪酸抽出率は著しく上昇するが、その含量は依然としてF菌体より少なく、オレイン酸量はF菌体の45%であり、リノール酸量は18%に過ぎない。

渡部・高桑は、本菌の細胞表層の脂肪酸組成が食塩添加培養によって変化し、特に、食塩培養菌体のリノ

第3表 F 51株の各培養菌体から抽出される脂質量

生育培地	生育状況	凍結乾燥菌体 ^a	酵素処理菌体 ^b
		脂質量 (mg/100 mg 乾燥菌体)	
無塩培地	(沈澱状)	1.0	2.6
食塩培地	(皮膜状)	3.8	6.1
Tween 20 食塩培地	(沈澱状)	1.1	3.5

a : 凍結乾燥した菌体にクロロホルム-メタノール混液を加え、ガラスビーズとともに磨砕抽出(易抽出性脂質)

b : 凍結乾燥菌体を酵素処理(プロナーゼ1 mg/ml, 35°C, 2時間)した後、クロロホルム-メタノール混液で抽出

第3図 F 51 株の菌体脂肪酸の組成および含量
 a；末酵素処理菌体から抽出される脂質中の脂肪酸，
 b；プロナーゼ処理菌体から抽出される脂質中の脂肪酸，S 菌体；沈澱状生育（無塩培地培養および Tween-20 添加 10 % 食塩培地培養），F 菌体；皮膜状生育（10 % 食塩培地培養）

ール酸/オレイン酸の比率が，無塩培養菌体に比べて，著しく低下することを認めている⁵⁷⁾。しかしながら，本菌株の F 菌体には，食塩添加培養にもかかわらず，非産膜株に見られるような同比率の極端な低下は認められない。また，リノール酸の実質含量を比較すると，食塩培養 F 菌体は無塩培養菌体よりも 2 倍以上多い。本酵母の F 菌体における脂肪酸代謝は非常に特徴的であり，中でも C_{18} -不飽和脂肪酸合成が，細胞表面の疎水度を高めるため，合目的に活発化されていると推察される。本酵母の細胞表層における遊離脂肪酸と結合型脂肪酸それぞれの存在様式や生理機能については今後の検討課題であるが，不飽和脂肪酸による細胞表面の疎水度の上昇は，分子状酸素との親和性増強をもたらし，産膜時におけるエタノール資化能発現に寄与していると思われる。

6. ミソナオシの白カビ発生抑止効果

我国において，ミソナオシの名称がいつの時代から使用されるようになったかは明らかでない。現存する文献では，江戸時代前期に書かれた「和名入本草綱目校正」に登場するのが最初と思われる。牧野植物図鑑⁵⁸⁾にマメ科の植物として記載されているので，以下にその記述を要約する（第4図参照）。

ミソナオシ (*Desmodium caudatum*)：「本州中部以

第4図 繁茂しているミソナオシの葉茎
 平成9年6月，徳島県鳴門市で撮影，写真右上後方は紫陽花の葉，成長した頂小葉は，大きいもので，長さは約 10 cm，幅 2 cm ほどである。

西の山地または道端にはえる小形低木であるが，しばしば草本状になる。茎は直立して分岐し，若枝は緑色で，高さ 30～90 cm ぐらいになる。葉は互生し，長い葉柄があり，3 出複葉，小葉は長楕円形あるいは皮針形，頂小葉は最大で先端は鋭形，基部はくさび形でやや長い柄があり，側小葉は，基部は鋭形ほとんど無柄。緑色で下面にはまばらに短毛がはえる。豆果は線形，長さ 5～7 cm，平たく，4～6 個の節があり，節は長楕円形，表面には細いかぎ形の毛があり，衣服等に付着しやすい。日本名は，味噌直しの意味で，味噌がわるくなくても，この葉茎を入れると味を回復できるという意味である。蛆草は，味噌に蛆がわいた時，この葉茎を入れると，蛆が死ぬのでこの名がついた。（別名）ウジクサ，（漢名）小槐花]

ミソナオシは，その名称の特殊性も相まって，古くから天然物化学の研究対象として注目されているが，未だに“味噌直し”の具体的な効果が実証されていない。ショウジョウバエは白カビの発生した味噌や糠漬け床に特によく集まる。白カビの発生した味噌を長期間放置すると，産みつけられたショウジョウバエの卵から蛆が湧く場合もあるが，ミソナオシの殺蛆効果は未だ実験的に確認されていない。醸造学的観点によれば，ミソナオシ命名の根拠が，上記図鑑に記載のように，殺蛆効果にあるとは考え難い。

味噌は，千年以上の歴史を有し，日本人の食文化を代表する食品である。かつては，各家庭ごとに大量の味噌を常備して使用するのが一般的であった。このよ

うな常備味噌は、使用のたびに外気に触れるため、白カビに汚染されやすい。夏場では、ひとたび白カビに汚染されると、味噌表面の白カビをいくら除去しても、数日後には元の状態に戻る。先人は、味噌を安定保蔵するために、とりわけ白カビの発生を防止するために、様々な工夫をこらしてきたに違いない。著者らは、以下に例示した事実から、ミソナオシの命名の科学的根拠は、白カビに対するその抑制効果にあると考えている。

① 白カビ（産膜）抑制活性の測定法

F 51 株の無塩培養菌体懸濁液 100 μ l（生菌数；約 2×10^7 ）と被検試料を含むエタノール溶液 50 μ l を小型シャーレ（ ϕ 6 cm）の 10%食塩含有 YM 寒天平面培地に混合・塗布した後、30°C で 4 日間培養する。培養後、シャーレ表面の反射率（波長、725 nm）を測定する。反射率 15% 以上の白色乾燥様コロニーは液体培養時の皮膜状生育状態に相当し、一方、反射率 5% 以下の淡褐色湿潤様コロニーは沈澱状生育状態に相当している。この方法によって、試料が少量の場合にも有効成分の産膜抑制活性が再現性よく定量的に測定できる。この活性測定方法によると、ミソナオシ葉のエタノール抽出物は特に効果的であったが、ヌスビトハギなどのミソナオシ近縁種の植物の葉のエタノール抽出物にも効果が認められた。

② ミソナオシ葉茎から有効成分の抽出・精製・単離

著者らの共同研究者により、京都大学農学部附属亜熱帯植物実験所（和歌山県大島）で平成 5 年 6 月中旬に採取したミソナオシ新鮮葉から産膜抑制活性成分が抽出・単離され、その構造が決定されている⁵⁹⁾。ミソナオシ葉に含まれる有効成分は galactosyl dilinolenoylglyceride および digalactosyl dilinolenoylglyceride である。これらグリセロ糖脂質は、ミソナオシに特異的なものでなく、普遍的な植物成分（細胞膜構成成分）である⁶⁰⁾。

③ 味噌表面での白カビ発生防止⁶¹⁾

ミソナオシの味噌表面における白カビ抑制効果を以下のように確認した。熟成した豆味噌を保存瓶に詰め、その表面に F 51 株の菌体懸濁液を一樣に噴霧して植菌する。第 5 図右は、試験味噌の表面に、70%エタノール溶液中ですり潰したミソナオシの葉を乗せて一か月間 30°C に保持したものであり、白カビ発生が完全に

第 5 図 ミソナオシ葉磨潰物による白カビ発生防止

6 月下旬に採集したミソナオシ新鮮葉 1 g に 2 ml の 70%エタノールを加えて乳鉢中で軽くすりつぶしたものを風乾後、保存瓶（1 ℓ 容、右側）に詰めた試験味噌の表面に乗せて 1 週間 30°C に放置した（左は対照区）。

防止されている。第 5 図左はミソナオシ葉を含まない対照区である。

上述のように、グリセロ糖脂質は一般的な植物成分であり、当初の予想に反して、ミソナオシに特異的な有効成分を見いだせなかった。しかしながら、このような普遍的植物成分による特定微生物に対する選択的抑制作用は、今後の食品保蔵学に新たな展開をもたらすものと期待される。

著者らは、ミソナオシの伝承について以下のように考察した。笹の葉、柿の葉などの植物の葉が食品の腐敗遅延の目的に使用されている。味噌の白カビ防止目的で種々の葉が試されたことは想像に難くない。その中で、味噌の状態や季節による効果の変動はあったものの、ミソナオシの葉が最も効果的であり、広く使用されていたものと思われる。

著者らは、ミソナオシ使用の伝承事例を調査しているが、今までに全国でただ一例、和歌山県新宮市で昭和初期に、古い味噌の味を直す目的で、ミソナオシの葉茎が使用されていたことを記憶している人の証言を得ている⁶²⁾。去年より、著者の家庭用糠漬け床にミソナオシの葉を試験的に使用しているが、有意な産膜微生物増殖抑制効果を認めている。植物に含まれるグリセロ糖脂質の含量、種類および存在状態は植物の種類や季節によって様々である。ミソナオシ葉茎に存在するグリセロ糖脂質は水相に比較的に移行しやすい性状のものと同推察される。

7. おわりに

伝統的食文化は正確に記述して伝承されない限り、後世において復元することが難しい。今となつては、ミソナオシの語源の根拠やその真の効用を確証する手だては非常に少ない。著者らにとって、ミソナオシとの出会いはまさに温故知新そのものであった。数年前に、ミソナオシの存在を京都大学農学部小清水弘一教授（現、近畿大学生物理工学部）から知らされ、その後、同教授の研究グループと共同研究「植物成分による産膜酵母の皮膜形成制御とその機構解析」を実施した。本稿に記述したミソナオシ有効成分の単離・構造決定や産膜酵母の脂肪酸分析などの研究成果は、京都大学大学院農学研究科応用生命科学専攻の大東肇教授と山口加乃子技官の尽力によるものである。

最後に、著者らの耐塩性酵母に関する研究に対して、終始懇切なご指導と貴重なご教示を賜った神戸女子大学家政学部梶倉辰六郎教授に心より感謝の意を表する。

＜徳島県立工業技術センター＞

文献（前号より続く）

- 46) 高橋偵造, 湯川又夫: 農学会報, 112 号 (1911)
- 47) 今原広次: 醤油の産膜性酵母に関する研究, 大阪大学学位論文 (1961)
- 48) Tomita, M., Yamamoto, S., Yamaguchi, K., Ohigashi, H. and Koshimizu, K.: *Biosci. Biotech. Biochem.*, **61**, 51-55 (1997)
- 49) 山本澄人, 富田 実, 梶倉辰六郎: 日農化大会講演要旨集, p 115 (1996)
- 50) Lodder, J. (ed.): *The yeast, a taxonomic study*, p 686, North-Holland Publishing Co., Amsterdam (1971)
- 51) 中浜敏雄, 今原広次: 農化, **33**, 949-956 (1959)
- 52) 今原広次, 中浜敏雄: 醸工, **46**, 876-884 (1968)
- 53) 今原広次, 岩井正憲, 中浜敏雄: 醸工, **49**, 8-15 (1971)
- 54) Iimura, Y., Hara, S. and Otsuka, K.: *Agric. Biol. Chem.*, **44**, 1215-1222 (1980)
- 55) Iimura, Y., Hara, S. and Otsuka, K.: *Agric. Biol. Chem.*, **44**, 1223-1229 (1980)
- 56) Iimura, Y., Hara, S. and Otsuka, K.: *Agric. Biol. Chem.*, **44**, 1113-1119 (1980)
- 57) Watanabe, Y. and Takakuwa, M.: *J. Ferment. Technol.*, **66**, 461-465 (1988)
- 58) 牧野富太郎: 改訂増補牧野新日本植物図鑑, p 332, 北隆館 (1989)
- 59) 小清水弘一: 平成 5-6 年度文部省科学研究費補助金 (一般研究 (C)) 研究成果報告書
- 60) 日本化学会編: 生化学データブック I, p 839-853, 東京化学同人 (1979)
- 61) 特許公報: 特公平 7-121211
- 62) 大谷二三男: 私信 (1995)