[Nippon] Nôgeikagaku Kaishi Vol.58, No. 6, pp. 545~551, 1984]

糠床熟成中の酵母フローラの消長と 分離菌株の同定

今井正武, 後藤昭二*

(森永製菓株式会社研究所, *山梨大学発酵化学研究施設)

昭和 58 年 9 月 30 日 受 理

Aging of "Nukadoko": Changes in Yeast Flora and Identification of the Isolates

Masatake IMAI and Shoji GOTO*

Research Institute, Morinaga & Co., 2-1-1, Shimosueyoshi,
Tsurumi-ku, Yokohama 230

* The Institute of Enology and Viticulture, Yamanashi University,
1-13-1, Kitashin, Kofu 400

Changes in yeast flora of "Nukadoko" (mixture of rice bran and salt used for vegetable pickling) were followed during 120 days, and the isolated yeasts were identified. The aging response at 2 years was also examined. Yeasts were not detected in fresh "Nukadoko," but after 30 days the total count of yeast reached 1.2×10^6 colonies/g and after 60 days, 5.9×10^7 /g. After reaching a maximum count, the yeast showed a noticeable decrease and reached a stable level of 1×10^6 colonies/g, almost the same level as 2 year-aged "Nukadoko."

Candida krusei, *Torulopsis etchellsii*, *Candida lipolytica*, *Rhodotorula minuta* and *Candida* sp. were detected in the representative 64 isolated strains of "Nukadoko" at the tested periods. At all aging periods, *C. krusei* was dominant and reached 50~67% of flora, and *T. etchellsii* was second with 20~30%. *Candida* sp. was detected at 10% only before aging for 90 days. *C. lipolytica* was detected only after aging for 90 days. Thus, 90 days seems near the alternation point between these species. The rate of the main yeast flora at the bottom of "Nukadoko" aged for 120 days was almost the same as that of 2 year-aged "Nukadoko." The flavors produced by pure cultures of isolated *C. krusei*, *C. lipolytica* and *T. etchellsii* resembled flavors in aged "Nukadoko". *Candida* sp. produced a "Malted rice" flavor. (Received September 30, 1983)

緒 言

糠みそ漬はわが国の伝統的な漬物で、その独特な香味は他の漬物にみられない複雑さがあり、その香味に至るまでには長期間を要することが知られている。しかし、その間の微生物相や成分の変化については、ほとんど明らかにされていない。糠みそ床の微生物に関しては、支倉が^(1,2)乳酸菌 *Lactobacillus plantarum* を、また、酵母については小崎⁽³⁾が *Pichia*, *Debaryomyces*, *Zygosac-*

charomyces を分離、報告している。

著者らの一人は、先に糠床の熟成過程における微生物相、主に乳酸菌群とグラム陰性菌群について⁽⁴⁾、また、フレーバー成分の変化について⁽⁵⁾報告した。

本報では糠床熟成中の酵母フローラの消長と熟成香生成との関連を検討し、また、分離酵母菌株の同定を行ったので、それらの結果を報告する。

実験方法

1. 糠床の調製 市販生糠 3.0 kg, 並塩 0.72 kg, 水道水 5.25 kg を 10 l 容の蓋付プラスチックバケツに入れ, 混合し糠床とした。

清潔な手で2日に1回, 十分に攪拌し, その時, 洗浄したキュウリ2本(約 200 g)とナス1個(約 80 g)を24時間漬けた後取り出し再びキュウリとナスを漬けた。この操作を120日後まで続けて糠床試料とした。別に, 上記同様の配合で調製した糠床に野菜の種類を限定せずに2~3日ごとに漬け, 2カ月間隔で食塩 75 g, 生糠 250 g を補添し, うまい漬物ができる状態を室温で2年間保ち, 2年後の試料とした。

2. 試料の採取 糠床から, 30日間隔で120日後まで, 約 300 g の糠床試料を十分攪拌した後採取し, 微生物検定および分析用試料とした。2年後の糠床からも 300 g を採取して供試した。

3. 総酵母数の計数と分離 試料糠床 10 g を滅菌生理食塩水 50 ml に懸濁し, さらに食塩水で 10^{-1} ~ 10^{-7} に希釈し, クロラムフェニコール添加 MY 寒天培地⁽⁴⁾を用いて 25°C, 5日間平板培養後, コロニー数を計数し, 総酵母数をコロニー/g として表示した。

熟成120日までの各熟成期ごとの酵母の分離, 選択方法については, 熟成60日, 120日表層部および2年後の試料以外は, 10^{-5} 希釈で1平板当たり10個前後のコロニー数であったので, 平板3枚分の全コロニー, 約30個を鉤菌した。熟成60日の試料については, 10^{-6} 希釈で1平板当たり50~70個のコロニー数であったので, 1平板から無作為に30個のコロニーを鉤菌した。また, 120日表層部と2年間熟成した試料については, 1平板当たり10個前後であったので, それぞれ2平板から無作為に約15個のコロニーを鉤菌した。これらをクロラムフェニコール添加 MY 寒天平板を用いて平板培養を繰り返し149菌株を得た。分離149菌株について, コロニーの形状, 細胞形態およびグルコース, ガラクトース, ショ糖, マルトース, 乳糖, ラフィノースの発酵能試験の結果から, 類似菌株をそれぞれの分離菌株数の割合に応じて整理し, 64菌株を選択して以後の実験に供した。

4. 分離酵母の群別と同定 供試酵母64株について, コロニーの形態, 栄養細胞, 菌糸または偽菌糸の有無と形状, 有性生殖, 発酵性, 硝酸カリウムの資化性,

ウレアーゼ活性を調べ群別を行った。さらに各グループから選択した13菌株について, "The Yeasts," 2nd ed.⁽⁶⁾, および飯塚, 後藤⁽⁷⁾の方法に準じて同定試験を行った。

5. 糠床熟成香の生成試験 生糠 20 g, 5% 食塩水 180 ml, キュウリの絞り汁 20 ml を 500 ml 容三角フラスコに入れ, 121°C, 30分間滅菌した。これと各分離酵母を接種し, 1週間ごとに1回, 約1分間振とうしながら, 25°C で90日間培養した。この間, 30日ごとに約30gを採取し糠床熟成香の生成の有無を官能的に判定した。

結果および考察

1. 熟成中の総酵母数の消長

新しく調製した糠床に, 野菜を漬け込みながらの熟成中の総酵母数の消長を Fig. 1 に示した。また同時に, 前報⁽⁴⁾で得られた食塩, 糖濃度, pH の変化も図示した。

この結果に示されるように, 酵母は初発時の糠床には検出されなかったが, 30日後には 1.2×10^5 コロニー/g, 60日後には 5.9×10^7 コロニー/g に増加した。以後, 総酵母数は減少し, 90日および120日後にはそれぞれ 12×10^5 , 9.5×10^5 コロニー/g であった。また, 2年間熟成した糠床の総酵母数も, 120日後のそれとほぼ同じように 6.3×10^5 コロニー/g であった。以上のことから, 酵母の急激な増殖は糠床熟成の初期にみられ, 以後熟成が進んだ糠床では 10^5 ~ 10^6 コロニー/g に安定する

Fig. 1. Changes in Total Yeast Counts of the "Nukadoko" during Aging. ●, total yeast counts; △, fermentable (sucrose and reducing sugar) sugar; ○, pH; □, NaCl; Sf, total yeast counts on the surface of the "Nukadoko" left for 7 days without stirring; Bt, total yeast counts at the bottom of the "Nukadoko" on the same conditions as Sf.

Table I. Percentage of Yeast Group in the "Nukadoko"^a during Aging

Yeast group (species)	days					2 years
	30	60	90	120 Bt ^b Sf ^c		
Group 1 (<i>Candida krusei</i>)	50%	57%	67%	60%	30%	68%
Group 2 (<i>Torulopsis etchellsii</i>)	30	29	20	30	10	25
Group 3 (<i>Candida lipolytica</i>)	0	0	6.5	10	60	7
Group 4 (<i>Candida</i> sp.)	10	14	6.5	0	0	0
Group 5 (<i>Rhodotorula minuta</i>)	10	0	0	0	0	0

^a Raw rice bran 3.0 kg, salt 0.72 kg and tap water 5.25 kg were thoroughly mixed in the 10 liter-volume plastic jar with cover. It was stirred well every two days; then cucumbers (about 200g) and one egg plant (about 80g) were pickled in this "Nukadoko" for about 24 hr.

^b The bottom of the "Nukadoko" left for 7 days without stirring.

^c The surface of the "Nukadoko" on the same condition as Bt.

Table II. Production of Aging Flavor by Yeasts Isolated from "Nukadoko"

Yeasts	Strains	Flavor of the rice bran culture ^a
<i>Candida krusei</i>	M-2, 3, 5, 6, 9, 13	Weak, but resemble to aged "Nukadoko"
<i>Torulopsis etchellsii</i>	M-1, 8, 10	Fairly close to aged "Nukadoko"
<i>Candida lipolytica</i>	M-4, 7	Weak, but resemble to "Nukadoko"
<i>Candida</i> sp.	M-11	Resemble to "Koji" flavor
<i>Rhodotorula minuta</i>	M-12	No change

^a A mixture of raw rice bran (20g), 5% NaCl solution (180 ml) and cucumber juice (20 ml). It was autoclaved at 120°C for 30 min in 500 ml-volume flask. Each yeast isolated from "Nukadoko" was inoculated into the rice bran medium and cultured for 90 days.

^b Malted rice.

ものと考えられる。

また、一般に熟成が進んだ糠床を、夏期無攪拌の状態数日間放置すると、糠床表面は黒褐色の被膜状の層に被われ、著しい悪臭を発することが知られている。Sfはそのモデルとして、120日熟成糠床を7日間放置したときの表層部を意味する。また、120日Btは同熟成期の良好な熟成香を発する中心部を意味する。Fig. 1に示されるとおり、Sfでの酵母数は 1.4×10^8 コロニー/gも存在し、正常な糠床を示すBtに比較して約100倍に達する値を示した。

120日間の総酵母数の消長に影響する要因として、糠床中の糖類や食塩濃度、pH、ビタミン等が考えられるが、熟成初期から中期にかけての酵母の急激な増殖は、共存する優勢な乳酸菌⁽⁴⁾によるpHの低下や、この時期における食塩濃度(約9%~6%)にはほとんど影響を受けていないように思われる。しかし、糖類(還元糖およびショ糖)の30日までの急激な減少は、乳酸菌による資化があるにせよ、酵母数の増大に密接な関係を持っていると考えられる。総酵母数の60日以降の減少は、糠床中の糖濃度の減少によって 10^7 /gのレベルを維持でき

なくなったものと考えられる。しかし、その後 $10^5 \sim 10^6$ コロニー/gではほぼ一定の総酵母数を保っているのは、糠床に2日に1回の割合で漬けられる新鮮な野菜からのショ糖、ブドウ糖等の少量の糖類、および糠の分解物からの炭素源が補給されることによるものと考えられる。またビタミンB群は糠のなかに多く含まれている⁽¹⁰⁾ので、初期から中期にかけての糠床には、存在するビタミン要求性微生物群の生育に少なからぬ影響を与えていると考えられるが、Table IおよびTable IIIから明らかに、菌相の主勢を占めるグループ1(*Candida krusei*)およびグループ2(*Torulopsis etchellsii*)はビタミン要求性を持たないことから、60日までの熟成期間での酵母総数の急激な増大には糖ほど高い相関を有していないと推定される。

2. 熟成中の酵母フローラの消長と熟成香の生成

糠床熟成の各ステージから分離した酵母64菌株は、形態的特徴、発酵性、生理的試験などの結果から、次の5グループに群別された。また、各グループの酵母は次項に同定結果を記載したように、不完全型酵母の3属、4種および種未同定1株であった。5グループの形態的

Table III. Physiological Properties of Strains Isolated from "Nukadoko"

Group	Yeasts	Strains	Fermentation						Assimilation of KNO ₃	Growth in vitamin-free medium	Production of starch-like compounds	Growth at 37°C	Growth in 60% glucose medium	Growth in NaCl medium (%)				Urease activity	Fat splitting
			Glucose	Galactose	Sucrose	Maltose	Lactose	Raffinose						6	9	15	18		
1	<i>Candida krusei</i>	M-2, 3, 5, 6, 9, 13	+	-	-	-	-	-	-	+	-	+	+	+	+	w	-	vw	-
2	<i>Torulopsis etchellsii</i>	M-1, 8, 10	+	-	-	+	-	-	+	+	-	-	+	+	+	+	+	-	-
3	<i>Candida lipolytica</i>	M-4, 7	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	+	+	w	-	+	+
4	<i>Candida</i> sp.	M-11	+	+	+	+	-	+	-	-	-	-	+	+	+	w	+	-	-
5	<i>Rhodotorula minuta</i>	M-12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	-	-	+	-
												w	w						

w, weak; vw, very weak.

特徴を示すと次のような結果であった。

Group 1 (*Candida krusei*)・white to cream-colored colonies of rough to wrinkled, cylindrical cells, well-developed pseudomycelium, fermentation; Group 2 (*Torulopsis etchellsii*)・colonies of smooth and dull, small round cells, no pseudomycelium, fermentation, growth in NaCl 18%; Group 3 (*Candida lipolytica*)・cream-colored colonies of mucoid, wrinkled to coarsely folded, elongate cells, well-developed true- and pseudo-mycelium, no fermentation, splitting of fat; Group 4 (*Candida* sp.)・colonies of cream-colored, slightly powdery rough, formation of small oval polyblastic conidia on true- and pseudo-mycelium, fermentation; Group 5 (*Rhodotorula minuta*)・red colonies, oval cells, no pseudomycelium, no fermentation.

糠床熟成中の各グループの消長を, それらの構成比として Table I に表示した. この結果から明らかなように, グループ 1 (*C. krusei*) は熟成期間中, その構成比は 50~68% とほぼ一定で, 常に優勢な酵母群であった. 次いでグループ 2 (*T. etchellsii*) も各ステージから分離され, 構成比は全期間を通じて 20~30% とほぼ一定な酵母群の一つであった. 両グループは 2 年後の糠床でも共通した傾向を示した. これらは Table III に示したように高い食塩耐性を持ち, また, Table II に示したように

熟成香の生成がみられるなど糠床中の重要な微生物群の一つと考えられる. とくに, グループ 2 (*T. etchellsii*) は熟成香に近い香気の生成が強く糠床熟成に大きく関与しているものと思われる.

グループ 3 (*C. lipolytica*) は初発後 60 日までは検出されず, 熟成の中, 後期 (90 日以降) になって出現するという特徴を示した. すなわち, 90 日後で約 7%, 120 日で 10%, また, 2 年後の糠床にも 7% 検出され, 出現後はほぼ一定の構成比を保つことを示した. これは, 本酵母の食塩耐性が比較的低いことから, 糠床中の経時的な食塩分の減少によって構成比率が高くなってきたものと考えられる. また, 本群の酵母は脂質の分解能を有する唯一の酵母群であり (Table III), 糠床熟成中のトリグリセライドの経時的な減少や熟成香気成分が脂質由来の成分が多いこと⁽⁵⁾から, 本群の酵母が熟成香気生成に関与しているものと考えられる. また, 120 日後の糠床を無攪拌で放置した表層部 Sf には, 総酵母数がグラム陰性菌とともに 10⁸ コロニー/g 以上に増大したが, その酵母菌相は良好な熟成香を示す中心部 Bt でのそれとは異なり, *C. lipolytica* が最優勢であったことは興味ある事実である.

グループ 4 (*Candida* sp.) は, 前記のグループ 1 とは逆に, 糠床調製後 30 日から 90 日の間にのみ 6~14% の構成比で検出された. しかし, 120 日および 2 年後の熟成糠床からは全く検出されず, 熟成の前, 中期にのみ

Table IV. Assimilation of Carbon Compounds by Strains Isolated from "Nukadoko"

Carbon compounds	<i>Candida krusei</i> (M-2, 3, 5, 6, 9, 13)	<i>Torulopsis</i> <i>etchellsii</i> (M-1, 8, 10)	<i>Candida</i> <i>lipolytica</i> (M-4, 7)	<i>Candida</i> sp. (M-11)	<i>Rhodotorula</i> <i>minuta</i> (M-12)
Glucose	+	+	+	+	+
Galactose	—	+ w	—	+	+ w
L-Sorbose	—	+ w	—	—	+ w
Sucrose	—	—	—	+	+
Maltose	—	+	—	+	—
Cellobiose	—	—	—	+	+ w
Trehalose	—	—	—	+	+
Lactose	—	—	—	+ w	—
Melibiose	—	—	—	+	—
Raffinose	—	—	—	+	—
Melezitose	—	—	—	+	+
Inulin	—	—	—	+	—
Soluble starch	—	—	—	+	+
D-Xylose	—	—	—	—	—
L-Arabinose	—	—	—	+	+ w
D-Arabinose	—	—	—	—	+
D-Ribose	—	+ w	+ vw	+	—
L-Rhamnose	—	—	—	+	—
Ethanol	+	—	+	+	+ w
Glycerol	+	+	+	+	—
Erythritol	—	—	+	+	+
Adonitol (Ribitol)	—	—	—	+	+ w
Galactitol (Dulcitol)	—	—	—	—	—
D-Mannitol	—	+	—	+	+ w
D-Glucitol (Sorbitol)	—	+ w	—	+	+ w
α -Methyl-D-glucoside	—	—	—	+	—
Salicin	—	—	—	—	+ w
dl-Lactate	+	—	+	—	+ w
Succinate	+	—	+	+	+ w
Citrate	—	—	+	+	—
Inositol	—	—	—	—	—
2-Keto-gluconate	—	+ w	—	—	+
5-Keto-gluconate	—	—	—	—	+
Glucono- δ -lactone	+ w	—	+	—	—

w, weak ; vw, very weak

出現するという特徴的な分布を示した。本群の酵母は麴類似の香気を生成した (Table II)。

グループ 5 (*Rhodotorula minuta*) は、30 日後の糠床からのみ検出されたが、Table III から明らかなように、食塩 6% では弱い生育しかみられなかった。この時点での糠床は食塩 7~9% であり、本酵母はこれには生育し難いと考えられ、野菜から持ち込まれたものと思われる。また、本群の酵母は Table II に示したように、熟成香生成試験ではほとんどフレーバーを生成しなかったことから、熟成香生成には無関係と考えられる。

以上の結果から、そのフローラは熟成初期から 120 日、

また 2 年後の糠床において、グループ 1 (*C. krusei*)、グループ 2 (*T. etchellsii*) が主勢を占め、10% 糠培地での純粋培養において、それぞれが糠床の熟成香に似た香気を生成したことから、酵母群が熟成香生成にかなりの影響を及ぼしていることが示唆された。また、熟成の中期でグループ 3 (*C. lipolytica*) とグループ 4 (*Candida* sp.) との顕著な交替現象がみられたことは、すでに報じた⁽⁵⁾ ように、揮発性成分の 60~90 日にかけての増大と少なからぬ関係があると考えられる。また、10% 糠培地での分離酵母の純粋培養および、他の菌との共生培養による熟成香気成分の分析の結果については、現在検討中

である。

3. 分離酵母の同定・記載

前記各酵母群の 64 菌株から選択した 13 菌株は、群別に用いた試験以外の生理的試験と詳細な炭素源の資化結果から、以下のように 3 属 4 種および種未同定 1 株と同定された。

供試菌株の生理的、生化学的性状は Table III と Table IV に示した。供試菌株はいずれも子のう胞子や teliospore の形成といった有性生殖は認められなかった。形態的性状は“The Yeasts,” 2nd ed. (1970)⁽⁶⁾の各菌種の標準記載と大差がなかったので省略した。

(1) *Candida krusei* (Cast.) Berkhout

菌株: M-2, -3, -5, -6, -9, -13

供試 6 菌株の生理、生化学的性質は“The Yeasts” (1970)⁽⁶⁾の記載と一致した。ただし、Barnett ら⁽⁸⁾によって本種の完全型である *Pichia kudriavzevii* について“variable”と記載された L-sorbose, D-ribose, citric acid の資化性は陰性であり、また、glucono- δ -lactone の資化性は陽性であった。尿素分解能試験において、培養 4 日後、わずかに淡紅色を呈した。

(2) *Torulopsis etchellsii* Lodder et Kreger-van Rij

菌株: M-1, -8, -10

供試 3 菌株の生理、生化学的性質は“The Yeasts,” 2nd ed., (1970)⁽⁶⁾および Barnett ら⁽⁸⁾の記載とほぼ一致した。ただし、Barnett ら⁽⁸⁾が“variable”とした L-sorbose, D-ribose, D-mannitol を資化した。しかし、salicin, dl-lactic acid, succinic acid を資化しなかった。ビタミン欠培地に生育し、18% 食塩培地に生育した。37°C では生育しなかった。

(3) *Candida lipolytica* (Harrison) Diddens et Lodder var. *lipolytica*

菌株: M-4, -7

“The Yeasts,” 2nd ed. (1970)⁽⁶⁾および Barnett ら⁽⁸⁾の標準記載と一致した。ただし、本菌種の完全型である *Saccharomycopsis lipolytica* について、Barnett ら⁽⁸⁾によって variable と記載された galactose, L-sorbose, cellobiose, salicin の資化性は、供試菌株においては陰性であり、また、D-ribose は陽性であった。糖類の発酵性は認められず、37°C では生育せず、食塩 15% では生育しなかった。ウレアーゼ活性は陽性で、また、脂質をよく分解した。

なお、本菌種は最近、van der Walt, von Arx⁽⁹⁾によって独立した新属 *Yarrowia* とされている。

(4) *Candida* sp.

菌株: M-11

コロニーはクリーム白、粗面の酵母状コロニー。時に粉状ないし短毛状を呈する。分岐する真菌糸と仮性菌糸を形成する。菌糸側面や頂点に多数の 1 個ないし数個が出芽増殖して連鎖した楕円～長楕円形の blastoconidia を形成する。本菌の詳細な菌学的性質については別に報告する。

(5) *Rhodotorula minuta* (Saito) Harrison

菌株: M-12

“The Yeasts,” 2nd ed. (1970)⁽⁶⁾および Barnett ら⁽⁸⁾の標準記載と一致した。ただし、Barnett ら⁽⁸⁾によって“variable”とされた galactose, L-sorbose, cellobiose, ethanol, ribitol, D-mannitol, D-glucitol, salicin, dl-lactic acid, succinic acid の資化能は微弱、また, lactose, D-ribose, inositol および glucono- δ -lactone を資化しなかった。ウレアーゼ活性は陽性。食塩 6% では微弱な生育であった。

なお、今後の検討点として熟成中のマイナーな菌相がある。本報では各熟成期から総計 149 株を分離し、64 株を選択してフローラの変化を検討した。しかし、各ステージでの供試株数は平均 10 数株であったことから、フローラ解析のうえでマイナーなグループをすべて表しているとはいえないため、今後に検討を加えたいと思う。

要 約

120 日間野菜の漬け込みを繰り返しながら、熟成中の糠床における酵母フローラの変化を追跡し、分離酵母の同定を行った。酵母は糠床調製直後には検出されなかったが、30日後の総酵母数は 1.2×10^6 コロニー/g、60 日には最大値 5.9×10^7 コロニー/g に達した。90 日後では 1.2×10^6 コロニー/g に減少したものの、それ以降の顕著な減少は認められなかった。120 日後の糠床は 2 年間熟成したそれとほぼ同じ酵母数であった。各熟成期での糠床から分離、群別した 64 菌株のうち、代表的な 13 菌株を同定した結果、*Candida krusei*, *C. lipolytica*, *Torulopsis etchellsii*, *Rhodotorula minuta* および種未同定の *Candida* sp. と同定された。

酵母フローラは各熟成期とも *C. krusei* が優勢で、常

に 50~67% を占め、次いで *T. etchellsii* が 20~30% を占めた。 *Candida* sp. と *C. lipolytica* は、熟成 90 日を境として交替現象がみられ、前者は 90 日以前で約 10%、後者は 90 日以後で約 10% の比率で検出された。120 日間熟成した糠床中心部での主な酵母フローラの比率は、2 年間熟成した糠床とほぼ同様な結果を示した。

また、分離酵母の純粋培養による糠床熟成香生成試験では、*C. krusei*, *C. lipolytica*, *T. etchellsii* が熟成香類似的なフレーバーを、また *Candida* sp. は麴臭に近いフレーバーを生成した。

- (1) 支倉さつき：栄養と食糧，**15**，353 (1963).
- (2) 支倉さつき：生活科学，**10**，15 (1974).
- (3) 小崎道雄，小原直弘：昭和 39 年度日本農芸化学会大会講演要旨集，1964，p. 129.
- (4) 今井正武，平野 進，饗場美恵子：農化 **57**，1105 (1983).
- (5) 今井正武，平野 進，饗場美恵子：農化 **57**，1113 (1983).
- (6) J. Lodder (ed.)： "The Yeasts, A Taxonomic Study," 2nd. ed., North-Holland Pub. Co., Amsterdam·London, 1970.
- (7) 飯塚 廣，後藤昭二：「酵母の分類同定法」，第 3 版，東京大学出版会，1980.
- (8) J. A. Barnett, R. W. Rayne and D. Yarrow： "A Guide to Identifying and Classifying Yeasts," Cambridge Univ. Press, Cambridge, 1979.
- (9) J. P. van der Walt and J. A. von Arx： *Antonie van Leeuwenhoek*, **46**，517 (1980).
- (10) 科学技術庁資源調査会：「四訂 日本食品標準成分表」，1982，p. 54.