味噌への乳酸菌利用

味噌の発酵に関与する微生物の中で酵母と乳酸菌は最重要視されてきた。そして、前者については、チゴサッカロマイセス・ルキシーを分離選択して純粋培養し、これをスターターとして味噌仕込時に添加する、香味の改良法が確立され、広く普及している。ところが、乳酸菌については、その重要性が注目されながら、これを十分に利用し切れないところがある。この点につき、乳酸菌実用化の第一人者である著者に解説していただいた。

今 井 学

はじめに

主として高濃度食塩の影響で、通常の辛口米味噌中で生育できる微生物の属・種はそれほど多くない。乳酸菌、特に *Pediococcus halophilus* はそれらに含まれる数少ない例であり、30年以上前から味噌発酵のスターターとして利用されてきた。生成した適量の乳酸が味噌の「塩かど」をとるというのがその主な利用目的であった。

ところが近年この乳酸菌を利用した味噌が減少しつつある。酸味を嫌う消費者の嗜好傾向にもよるが、製造面で適切な発酵管理技術が未だに確立されていないことにもよる。すなわち乳酸菌を利用してもほとんど効果が現れない場合や、逆に乳酸の過剰生産による酸敗という現象にみまわれるからである。

それではいま味噌製造に乳酸菌は不要かというとも必ずしもそうではない。現実には乳酸菌をうまく利用して高品質の製品を生み出している多くの企業があり、品評会・鑑評会で上位入賞の味噌には乳酸菌を利用したものが依然として多い。

現在行われつつある研究としては、在来株よりコントロールし易い株の育種、香味付与以外の新たな目的のための新株の開発がある。

本稿では辛口米味噌に利用される *Pediococcus halophilus* についてその効果と利用上の問題点を主に取り上げて概説する。

1. 味噌醸造工程中の細菌

味噌は開放型発酵形式であるため、有用無用にかかわらず多くの微生物が発酵に関与し、個々の味噌の品質特性に大きく寄与している。これら微生物の検索については松本¹⁾、松本ら²⁾による研究がある。味噌発酵中の細菌

の消長については茂木ら³⁾、好井ら⁴⁾によって研究が始められ、それ以後薄田ら⁵⁾、本間ら⁶⁾の報告があり、特に辛口米味噌について望月は *Micrococcus*, *Bacillus* などは高度耐塩性ではないため、味噌中ではほとんど活動しないと述べている^{7,8)}。しかしこれら細菌が麹中あるいは味噌玉中で有機酸その他の物質を生成し、それが味噌品質に及ぼす影響を看過することはできない。

一般生菌数の消長を第1図(1975年長野県下工場調査)に示した。原料は蒸煮工程で当然著しく生菌数が減少するが、大豆は冷却時に、米は出麹時に再び増加する⁹⁾。これは冷却または製麹の際大量の空気を送り込むためであり、したがって作業場の環境や季節によって生菌数や菌叢は大きく変動する。

海老根ら¹⁰⁾は市販種麹から分離した *Streptococcus* (現 *Enterococcus*) *faecalis* と酵母 *Saccharomyces* (現 *Zygosaccharomyces*) *rouxii* を別々に純粋培養し、凍結乾燥したものを種麹に加え、製麹した米麹で味噌を製造した。その結果製麹中に乳酸菌は著しく増殖し、仕込んだ味噌の乳酸生成量が増加し、色調、香气、総合評価で優れた味噌が得られたと報告した。この報告以後実際に *E. faecalis* を利用した味噌の例は報告されていないが、

第1図 醸造工程中の細菌の動き

Utilization of Lactic Acid Bacteria for Miso Fermentation
Manabu IMAI (The Shinshu-Miso Research Institute)

近年味噌が低食塩化傾向にあることを考えると、従来等閑視してきた細菌の効果も改めて検討・評価する必要がある。

味噌造りの原点ともいべき味噌玉味噌では味噌玉熟成中に細菌数が $10^8 \sim 10^9$ に達し、その菌叢が味噌の品質に大きな影響を及ぼしている¹¹⁾。麴中および味噌玉中では *Micrococcus* を主とするグラム陽性球菌が最も多く、ついでグラム陰性球菌が見られ、グラム陰性桿菌は比較的少ない¹²⁾。グラム陽性桿菌 (*Bacillus*) は恒常的に検出される工場とそうでない工場がある。*Bacillus* はそのほとんどが *B. subtilis*¹³⁾ であり、味噌中では増殖せず芽胞のままで推移する¹⁴⁾。したがって他の一般生菌数が味噌の熟成とともに低下するのに対し、*Bacillus* は減少しない。

2. 味噌中の乳酸菌

1) 耐塩性乳酸菌

本間¹⁵⁾、望月¹⁶⁾は味噌から *Pediococcus* を分離し、薄田¹⁷⁾は糖の発酵性の異なる *P. halophilus* を分離した。また本藤¹⁸⁾は長野県味噌品評会の味噌を分析した際、18% 食塩培地を使用して分離した乳酸菌を同定したが、そのすべてが *Pediococcus* であり、そのうち 34 株が *P. halophilus*、2 株が *P. soyae* であった。伊藤¹⁹⁾は多種類の味噌中の乳酸菌の分布を詳細に調査したところ味噌(米味噌、麦味噌、豆味噌)の種別に関係なく耐塩性乳酸菌は *Enterococcus* グループと *Pediococcus* グループに大別できると報告している。この *Enterococcus* グループの例として *E. faecalis* を *Pediococcus* グループの例として *P. soyae* を取り上げ、それらの食塩濃度と生育の関係を図2に示した。*E. faecalis* は無塩培地で最もよく生育するが13% 付近まで耐塩性がある。*P. soyae* の最適食塩濃度は7% 付近であり、20% でも生育可能である。なお、いずれの株も培地に醤油を加えることによって生育度が上昇し、*E. faecalis* では耐塩性も上昇している。

2) 乳酸菌の味噌への添加効果

望月²⁰⁾は味噌に対する乳酸菌の添加効果を明らかにするため、麴菌以外を含まない無菌味噌をベースにし、種々の *Pediococcus* を添加して検討した結果、*P. halophilus* P2 が効果的であることを見いだした。第1表に示したように乳酸菌添加により塩馴れや未熟臭(原料臭)除去に効果のあることが明らかとなった。

このように従来乳酸菌の添加効果は主として味噌の香味の改善という点から論じられてきたが、最近筆者ら^{21,22)}は着色抑制乳酸菌 (*P. halophilus* P3901) を選択し、工場規模の仕込試験をした結果、12 工場のうち 10

第2図 耐塩性細菌の食塩濃度と生育度

第1表 乳酸菌の添加効果

	無菌味噌	乳酸菌添加味噌 (<i>Pediococcus</i>)
味	塩辛さがいつまでも消失しない。 (塩馴れない)	塩馴れが非常に良くなった。
香	大豆の蒸煮した臭いと糲臭が消失しない。 (原料臭が消失しない)	原料臭が消失する。

工場で乳酸量の増加とともに味噌の明度(Y%)が高くなり、官能的にも色の点で有意に優れていることを確認した。

乳酸を含めた味噌中の有機酸については加藤²³⁾、藤波²⁴⁾、安平²⁵⁾、中村²⁶⁾が報告しており、いずれも同様な結果が得られている。第2表には筆者らが行った工場規模試験の結果を示した²²⁾。乳酸菌添加区と無添加区では明らかに差が認められ、添加区では熟成中に乳酸、酢酸が増加し、クエン酸、リンゴ酸が減少した。また菌株により乳酸/酢酸比やクエン酸の減少率に差がみられた。

醤油醸造においてL-リンゴ酸をピルビン酸経路ではなく、直接L-乳酸に脱炭酸するいわゆるマロラクチック発酵(MLF)を行う乳酸菌の存在が報告されている²⁷⁾。第2表におけるP3901はP2に比べリンゴ酸の減少が明らかに大きく、この株が味噌中でMLFを行っている可能性もある。しかし、味噌中のリンゴ酸量は他の有機酸量に比べて少なく、MLFが味噌の香味に影響を及ぼすかどうかは明らかでない。

第2表に示したように乳酸菌を添加しない味噌では乳酸量が20 mg/100 g以下であり、この数値は経験的にも乳酸菌が活動したかどうかの目安となるものである。また添加したその乳酸菌が活動したかどうかを直接判定するには血清学的方法(のせガラス凝集反応)が有効である。筆者らは信州味噌研究所株 *P. halophilus* P2 を使用している長野県下22企業の味噌中の耐塩性乳酸菌について生化学的方法と血清学的方法をあわせて型別を追跡した²⁸⁾。その結果味噌中より釣菌した64株のうち49株がP2株抗血清と陽性反応を示し、企業別では22例中20例に陽性反応が認められ、添加した乳酸菌が有効

第2表 熟成中の有機酸の消長

	工場	区分	乳酸	酢酸	リンゴ酸	クエン酸
仕 込 時	A		11	27.3	14.3	271
	B		11	21.3	20.1	228
	C		23	21.8	38.5	381
	D		11	19.2	22.8	186
	E		17	22.2	26.0	281
	F		5	12.4	11.8	177
	G		7	15.8	20.8	192
	H		9	15.2	18.7	192
	I		7	14.8	15.5	178
	J		24	36.0	36.4	386
	K		6	9.1	15.0	142
	L		7	13.4	17.2	163
熟 成 時	A	0	18	53.1	15.3	225
		2	18	46.7	14.6	269
	B	0	11	37.9	22.2	215
		2	146	45.9	—	203
	C	0	19	28.0	46.0	369
		2	212	44.1	2.4	347
	D	0	10	26.0	18.1	177
		2	81	33.3	4.8	178
	E	1	128	44.5	23.2	263
		2	361	54.8	1.9	250
	F	1	378	79.5	6.4	113
		2	382	62.2	—	156
終 了 時	G	1	55	35.5	22.8	181
		2	61	32.7	6.0	197
	H	1	64	24.7	10.4	171
		2	228	26.5	—	169
	I	1	14	20.6	17.2	179
		2	57	24.7	5.9	174
	J	1	23	39.0	39.5	358
		2	181	51.7	6.3	346
	K	1	352	65.1	6.8	87
		2	434	51.0	—	130
	L	1	330	59.1	7.3	88
		2	500	57.0	—	106

0…乳酸菌無添加

1…P2 株添加

2…P3901 株添加

単位: mg/100g

に活動したことが明らかになった。

3. 乳酸菌利用上の問題点

1) 乳酸菌の培養と培養液の保存

信州味噌研究所は 1962 年から *P. halophilus* P2 を工業規模で培養し、長野県内の味噌製造企業に配布してきた。途中、培地や装置に若干の改良を加えてきたが、現在の培養方法の概略は第3表に示すとおりであり、種培養を除いて無通気の攪拌培養である。なお培地組成は生揚げ醬油 10%，酵母エキス 0.5%，リン酸 2 カリウム 0.5%，グルコース 1%，食塩 12% である。

乳酸菌を味噌の発酵スターターとして用いる場合重要

第3表 乳酸菌の培養

	培養時間	培養溫度	pH	生菌數	
種 培 養	300ml ↓	72 hr	30℃	7.0~5.0	1.0×10 ⁸
一次培養	10l ↓	72 hr	28~32℃	7.0~6.0	1.0×10 ⁹
二次培養	100l ↓	60 hr	29~31℃	7.0~6.5	2.0×10 ⁹
最終培養	1,000l	48 hr	29~31℃	7.0~6.8	2.0×10 ⁹

第4表 培養液の保存試験

		初 発	7 日 目	14 日 目	20 日 目
5℃	pH	7.04	7.05	7.30	7.33
	生 菌 数	2.5×10 ⁹	2.2×10 ⁹	2.1×10 ⁹	2.4×10 ⁹
15~20℃	pH	7.04	6.36	6.21	6.16
	生 菌 数	2.5×10 ⁹	2.4×10 ⁹	1.5×10 ⁹	1.5×10 ⁹
30℃	pH	7.04	6.11	6.08	6.11
	生 菌 数	2.5×10 ⁹	6.5×10 ⁸	8.0×10 ⁷	5.5×10 ⁷

なことは培養により、できるだけ多くの生菌数を得ることと、培養後使用するまでの生菌数の減少を防ぐことである。*P. halophilus* P2 は pH 7.0 で最も生育がよく、発育最低 pH は 5.5 である。ところが培養中に乳酸を生成して pH は 5.0 以下になり細胞は急速に死滅する。したがって第3表に示す培養装置にはすべて pH 自動調整装置が装備され、一次培養では pH 6.0~7.0、二次培養では 6.5~7.0、最終培養では 6.8~7.0 にセットされている。この方法によると最終培養終了時には 2~3×10⁹ の生菌数を得られる。最近、高濃度・高活性の *Pediococcus* を得る方法として膜を利用して生成乳酸を除去しながら、しかも食塩濃度を徐々に高めて培養する方法が開発された²⁹⁾。

第4表には培養液保存中の生菌数の消長を示した。30℃では短期間に急速な死滅が起こるが、15~20℃では比較的安定であり、5℃で保存すると20日目でも最初の生菌数を維持している。現実には5℃では40日後も生菌数の変化は認められないが、表にみられるように pH の変化があるため、できる限り新鮮な培養液を用いた方がよい。

2) 味噌中で乳酸菌の活動を律速する因子

味噌へ乳酸菌を添加して効果を得るための条件として水分、原料配合比率（麴歩合）、熟成温度などが考えられるが、最も大きな影響因子は食塩濃度である。P2 株は他の *P. halophilus* と同様液体培地中では 20% 食塩濃度でも生育可能であるが、最適食塩濃度は 6~8% である。味噌中の食塩濃度と生成乳酸量の関係を調査した結果、食塩 13% 以上では乳酸菌の増殖が抑制され、乳酸発酵は期待できないとした報告があり³⁰⁾、通常の辛口米

第3図 対水食塩濃度と乳酸量

味噌の食塩濃度が12～13%であることを考えると、味噌中で乳酸菌を十分活動させるのはかなり困難である。

P. halophilus が液体培地中では味噌中より高度耐塩性を示すことから、食塩と水分を組み合わせ、次式のように味噌の水相に対する食塩濃度(対水食塩濃度)を影響因子と考えることができる。この対水食塩濃度と水分活性の間には高い正相関があるが、水分活性のように味噌の熟成とともに値が小さくなるというようなことはない。

$$\text{対水食塩濃度 (\%)} = \frac{\text{食塩 (\%)}}{\text{水分 (\%)} + \text{食塩 (\%)}} \times 100$$

乳酸菌を添加した味噌についてこの対水食塩濃度と乳酸量を調べたところ、第3図に示すように両者には高い相関関係が認められた³¹⁾。この結果から乳酸生成のための対水食塩濃度の上限は22～23%であることがわかる。現実には良好な乳酸発酵をさせるためには22%以下の対水食塩濃度を設定することが望ましい。このことについては松本ら³²⁾、早出ら³³⁾、大澤ら³⁴⁾も同様に報告している。

はぜ落ちの多い麴を用いて仕込んだ味噌は酸敗しやすい。麴の一部を蒸米に置き換えたものも乳酸の生成が著しい。これらの理由については不明点が多いが、麴菌の生産する生理活性物質が乳酸菌の活動を抑制しているのではないかと考えられる。

麴歩合の高い味噌は乳酸発酵が抑制され、低麴歩合の味噌は酸敗しやすい傾向にある。このことから早出らは対水食塩濃度に全糖を加味した対水2S(salt, sugar)濃度を案出し、対水食塩濃度よりさらに正確に乳酸生成を説明できると報告した³⁵⁾。また低麴歩合の味噌にグル

$$\text{対水2S濃度 (\%)} = \frac{\text{食塩 (\%)} + \text{全糖 (\%)}}{\text{水分 (\%)} + \text{食塩 (\%)} + \text{全糖 (\%)}} \times 100$$

コースを加えて対水2S濃度を高めると酸敗を防ぐことができることも示した。味噌中では全糖は食塩に次いで水分活性に影響するためである。

仕込温度が低い場合は乳酸の生成が多くなる傾向にある。これは乳酸菌と酵母の生育適温の違いによるもので、低温で酵母の増殖が若干でも遅れると、後述するように乳酸菌に対するアルコールの影響が低下するためである。

この他に乳酸菌の活動を律速する因子として水分がある。対水食塩濃度が同じでも、流動性がみられるほど水分を多くすると、乳酸発酵が旺盛になる。これは食塩を除く他の溶質の対水濃度が低下するためでもあるが、分裂した乳酸菌が均一に分散され易くなるからであろう。

3) 酵母との併用

味噌の熟成に関与する微生物のうち、酵母(*Zygosaccharomyces rouxii*)は乳酸菌とともに欠くことのできない有用微生物である。しかし酵母と乳酸菌を併用した場合、両者に競合現象がみられ、主に酵母の生産するアルコールによって乳酸菌の活動が抑制される³⁶⁾。したがって添加の際の両者の菌数比が問題となってくる。

これに関しては望月²⁰⁾は無菌味噌への添加試験によって、本藤ら³⁰⁾は調査研究によって、松本ら³²⁾は仕込試験によって報告しているが、その結果は酵母1に対して乳酸菌10以上が必要であるとしている。しかし1983年の長野県下における工場実態調査³⁷⁾では、味噌仕込時の添加菌数比は1:3.2となっている。このような菌数比であっても対水食塩濃度が22%以下であれば乳酸菌は活動し、50 mg/100 g以上の乳酸の生成がみられた。1989年に行ったP2株またはP3901株を用いた工場規模試験(1～5トン)では酵母1に対して乳酸菌4.7～7.6であったが、対水食塩濃度が22%以下であり、いずれの株を用いた味噌でも十分な乳酸の生成が認められた³⁸⁾。

4. 味噌玉味噌

味噌玉味噌に関してはすでに本誌で解説した¹¹⁾が、古典的な技術の中で驚くほど巧みに乳酸菌を利用しているので重複を省みず紹介する。

蒸煮した大豆を固めて直径10～20 cmの玉に成形し、3週間ほど風通しのよい日陰に放置する。この時期が重要で平均気温が18℃以下、相対湿度が63%以下の3～5月に限られる。味噌玉は周辺部が乾燥して硬くなり、表面は菌学的に予想以上にきれいである。内部では乳酸発酵が旺盛に起こり、ときには酪酸発酵または

Kluyveromyces lactis 等によるアルコール発酵が起こるものもある³⁹⁾。どのような発酵がどの程度進行するかは環境条件にもよるが、玉の大きさが決定的な因子であり、各醸造蔵の秘伝となっている。この味噌玉の熟成が終了したのち麴と塩を混合して通常の仕込みをし、6月から1年間天然醸造を行うのである。

この方法の利点は味噌玉の発酵が無塩状態で行われるため、多くの微生物が関与することであり、意識的に有効と思われる非耐塩性菌をスターターとして用いることができることである。スターターを用いたときは発酵は20時間程度で終了する⁴⁰⁾。通常の仕込みの際には耐塩性の酵母を利用することで、適度なアルコール発酵を行わせることも可能である。筆者らはこれを2段階発酵と呼んでいる。

5. 乳酸菌利用の将来

現在のところ乳酸菌を確実に活動させるための方策は対水食塩濃度を22%以下にコントロールすることしかない。22%以下にコントロールするのは口では易しいが、現場技術ではかなり困難である。というのは食塩はともかく、水分は近赤外分析法を採用しないかぎり、リアルタイムでその値を知ることは不可能であるからである。対水食塩濃度が19%以下では、乳酸菌をスターターとして用いなくてもほとんど酸敗するという経験から考えると対水食塩濃度を1~2%の範囲内におさめねばならないという困難もある。乳酸をあまり多く生産しないという乳酸菌の開発も必要であろう。

前述したように乳酸菌に期待するのは香味の改良ばかりではない。おそらく酸化還元電位に起因するのであろう味噌の着色抑制能を持ったP3901株の実用化が始まった。ペントース優先発酵能を持つ新株が開発され⁴¹⁾、味噌の色のくすみ除去に利用できる可能性が開かれた。また乳酸菌の抗菌作用を利用した新しい微生物保存料開発の期待もある。

信州味噌研究所では*P. halophilus* からプラスミドを抽出し、制限酵素地図を作成し、ハイブリダイゼーションによって分類を行った⁴²⁾。現在ではP2レベルのバイオハザード対策室を完成し、科学技術庁の認可を受け、*P. halophilus* のベクター系の開発を行っている。先は長いが少しずつ新しい知見が蓄積しつつある。上記の良い面ばかりを兼ね備えたニューフェイスが登場するか、期待と不安の交錯する毎日である。

味噌への乳酸菌利用の道を開拓された多くの先学に感謝しつつ稿を終わる。

(信州味噌研究所南信支所)

文 献

- 1) 松本憲次：醸造試験所報告，No. 119，7 (1934)
- 2) 松本憲次，小松真一：醸造試験所報告，No. 128，109 (1934)
- 3) 茂木正利：醸工，34，233 (1956)
- 4) 好井久雄，中野政弘：醸工，34，348 (1956)
- 5) 薄田 亘，益子房之助，松尾寅之丞：醸工，39，7 (1961)
- 6) 本間伸夫，今井誠一：醸工，43，18 (1965)
- 7) 望月 務：信州味噌研報告，7，31 (1966)
- 8) 望月 務：信州味噌研報告，6，13 (1965)
- 9) 望月 務：醸協，75，(1) 11 (1980)
- 10) 海老根英雄，伊藤 寛，稗田治清，小坂正吉：食糧研報告，No. 17，170 (1963)
- 11) 今井 学，安平仁美：醸協，77，(10) 702 (1982)
- 12) 窪田 譲，伊藤公雄，今井 学，早出昭雄，望月 務：味噌の科学と技術，No. 254，28 (1976)
- 13) 窪田 譲，伊藤公雄，今井 学，早出昭雄，望月 務：信州味噌研報告，22，37 (1981)
- 14) 窪田 譲，伊藤公雄，今井 学，早出昭雄，六川功一，望月 務：信州味噌研報告，19，4 (1978)
- 15) 本間伸夫：醸協，57，(2) 111 (1962)
- 16) 望月 務：醸工，40，26 (1962)
- 17) 薄田 亘：醸工，39，1 (1961)
- 18) 本藤 智，望月 務：信州味噌研報告，6，1 (1965)
- 19) 伊藤 寛，海老根英雄：食糧研報告，No. 18，9 (1964)
- 20) 望月 務：醸工，40，16 (1962)
- 21) 今井 学，大澤好明，中村昌昭，安平仁美：信州味噌研報告，29，37 (1988)
- 22) 今井 学，中村昌昭，武田 茂，伊藤公雄，早出昭雄，安平仁美：信州味噌研報告，31，34 (1990)
- 23) 加藤美千子，木内 幹，森 隆，田部井英夫，鷹見 勲：日食工誌，30，99 (1983)
- 24) 藤波博子，海老根英雄，毛利光之：味噌の科学と技術，34，186 (1986)
- 25) 安平仁美，望月 務：信州味噌研報告，18，23 (1977)
- 26) 中村昌昭，今井 学，安平仁美：信州味噌研報告，30，68 (1989)
- 27) 神戸千幸，内田金治：農化，57，1211 (1983)
- 28) 今井 学，窪田 譲，伊藤公雄，味沢 実，早出昭雄，望月 務：信州味噌研報告，18，6 (1977)
- 29) 谷口正之，中川功夫，宮 隆，大野宏一，星野一宏，藤井弘宏：昭和62年度日本醸酵工学会大会講演要旨集，p. 148 (1987)
- 30) 本藤 智，山田淳司，岡村清隆，望月 務：信州味噌研報告，12，27 (1971)
- 31) 今井 学，味沢 実，早出昭雄，伊藤公雄，望月 務：信州味噌研報告，16，17 (1975)
- 32) 松本伊佐尾，今井誠一：日食工誌，27，3 (1980)
- 33) 早出昭雄，伊藤公雄，味沢 実，今井 学，望月 務：信州味噌研報告，17，10 (1976)
- 34) 大澤好明，本藤 智，望月 務：信州味噌研報

- 告, 22, 42 (1981)
- 35) 早出 昭雄, 安平 仁美: 信州味噌研報告, 28, 23 (1986)
- 36) 伊藤 公雄, 今井 学, 安平 仁美: 信州味噌研報告, 25, 97 (1984)
- 37) 今井 学, 武田 茂, 萱原久孝, 安平仁美: 信州味噌研報告, 25, 58 (1984)
- 38) 今井 学, 中村昌昭, 武田 茂, 伊藤公雄, 早出

- 昭雄, 安平仁美: 信州味噌研報告, 30, 18 (1989)
- 39) 今井 学, 中村昌昭, 武田 茂, 伊藤公雄, 早出昭雄, 安平仁美: 信州味噌研報告, 31, 24 (1990)
- 40) 今井 学, 安平仁美: 醸協, 82, (10) 730 (1987)
- 41) 大澤 好明, 安平 仁美: 信州味噌研報告, 31, 38 (1990)
- 42) H. KAYAHARA, H. YASUHIRA and J. SEKI-GUCHI: *Agric. Biol. Chem.*, 53, 3039 (1989)

●執筆者紹介 (順不同・敬称略)

今井 学<Manabu IMAI>

昭和9年6月7日生れ<勤務先とその所在地>信州味噌研究所南信支所, 〒394 長野県岡谷市郷田2-1-56<略歴>昭和34年信州大学繊維学部養蚕学科卒, 37年長野県味噌工連, 信州味噌研究所入所, 平成2年4月同所南信支所長<抱負>微生物利用による個性的な味噌造り<趣味>以前は山登り, 現在は丘歩き。

竹村 成三<Shigezo TAKEMURA>

昭和2年2月14日生れ<勤務先とその所在地>白鶴酒造(株), 〒658 神戸市東灘区住吉南町 4-5-5<略歴>昭和26年東京大学農学部農芸化学科卒, 27年白鶴酒造(株)入社, 36年農学博士(清酒醸造用水に関する研究), 40年白鶴酒造(株)取締役, 50年同社常務取締役, 平成元年同社代表取締役常務<抱負>時代の要求する酒づくり, 健康指向飲料の開発<趣味>ゴルフ。

十 川 浩<Hiroshi SOGAWA>

昭和11年11月24日生れ<勤務先とその所在地>キリンビール(株)ビール事業本部生産管理部, 〒150 東京都渋谷区神宮前6-26-1<略歴>昭和34年東北大学農学部農芸化学科卒, 同年キリンビール(株)入社, 研究所, ビール工場(岡山, 京都等)を経て現在に至る<抱負>ビール市場の活性化への寄与<趣味>各種スポーツ(現在は観戦のみ), タウンウォーキング(ウォッチング)

広瀬 義成<Yoshishige HIROSE>

大正15年11月1日生れ<勤務先とその所在地>(財)日本醤油研究所, 〒103 東京都中央区日本橋小網町 3-11<略歴>昭和22年千葉農業専門学校農芸化学科卒, 22年全国醤油統制(株)技術部入社, 23年食料品配給公団検査局醤油部, 25年4月銚子醤油(株)製造部入社, 48年(財)日本醤油研究所へ出向, 現在同所専務理事<抱負>醤油を世界の調味料に<趣味>園芸, 謡曲(観世流), 俳句。

小林 彰夫<Akio KOBAYASHI>

昭和8年11月24日生れ<勤務先とその所在地>お茶の水女子大学家政学部食物学科, 〒112 東京都文京区大塚2-1-1<略歴>昭和31年東京大学農学部農芸化学科卒, 33年同修士課程卒, 同年東京大学農学部助手, 39年お茶の水女子大学助教授, 43年東北大学農学部助教授, 57年お茶の水女子大学教授現在に至る<抱負>食べ物のおいしさを自然科学面のみでなく, 人間や歴史・社会の面からも考えて行きたい<趣味>太極拳(10年以上続けています)。

吉 田 忠<Tadashi YOSHIDA>

昭和3年3月17日生れ<勤務先とその所在地>北海道大学農学部応用菌学講座, 〒060 札幌市北区北9条西9丁目<略歴>昭和28年北海道大学農学部農芸化学科卒, 30年同大学農学部助手, 47年同大学農学部助教授現在に至る<抱負>自然界における微生物生態を知る。食糧基地北海道産業への貢献<趣味>年中スポーツで汗を流すこと, まだ読み書きには至らない。