中国における味噌・醤油様調味食品の研究と研究機関

最近、中国の市場経済への移行に伴って、味噌、醤油様発酵食品の生産事情が注目されているが、今回は特にそれらの研究機関、関連学会の組織と活動情況、出版物、醸造に利用される有用微生物の特徴と保管、新しい生産技術研究などについて、一部日本と比較対照しつつ紹介していただいた。

金 鳳 燮

はじめに

味噌は中国語で《醬, Jiang》と言い、《大醬, Da-jiang》との別称もある。醤油は中国語で《醬油, Jiang-yu》と言い、《清醬, Qing-Jiang》との別称もある。何千年の歴史を持っている醬と醤油などの大豆など穀物を塩漬けて発酵した食品は今日も中国人の日常食生活と離れられない極めて重要な調味食品になっている。世界人口の約 1/5 を占めている中国の人々の食生活で消費されている味噌、醤油などの発酵食品の生産、管理、研究などの現状についてまとめて参考に供したい。

1. 発酵食品の生産事情

味噌、醤油、食酢、漬物などは大多数の一般人の日常生活に直接関係があるから、中華人民共和国の建国以来、大体各県に 1～2 の醸造工場を建て、日常生活の需要を満してきた。そして、醸造食品工場の分布は中国行政区域分割と緊密な関係を持っている。

行政区域の分割は中国を 23 の省、5 つの自治区と 3 つの直轄市に分けるが、それは日本の都道府県に相当する。また、省と自治区は 151 の地区、盟あるいは自治州と 185 の地区レベル市に分けているが、それは日本の郡に相当する。地区と地区レベル市はまた、1936 の県と 246 の県レベル市に分けている¹⁾。それで、大きい都市では何か所も大規模の醸造工場を建て、味噌、醤油、食酢、漬物などを生産して市民の需要を満し、小さい県では県毎に 1～2 の小規模醸造工場を建て、人々の需要を満している。工場の大部分は国営かあるいは集団所有制で、小規模工場といっても 100 人以上の従業員を持ち、大規模工場では 1,000 人近い従業員を持っているものも

ある。製品の種類から見ると単一に醤油か味噌のみを生産する工場はほとんどなく、大部分の工場は醤油、味噌、食酢、豆腐乳、漬物などを生産している。

中国で酒類の生産は政府の軽工業部が管理している。醤油、味噌などの生産は一部の工場では政府の軽工業部が管理するが、ほかの 60% 以上の工場は政府の商業部が管理している。そして、県政府では軽工業局あるいは商業局、地区と地区レベル市では政府の軽工業局あるいは商業局、省では軽工業庁あるいは商業庁、中央政府では軽工業部あるいは商業部が管理している。しかし、現在は中国全体で市場経済システムを導入していることから、中央政府の中華人民共和国軽工業部は政府機能を少し切離して、軽工総会に変わり、その下の省の軽工業庁と商業庁、県政府の軽工業局と商業局なども政府機能を離れて、会社グループに相当する軽工公司、あるいは商業公司に変わった。そのような変革の中で、それに応じて、もとは計画経済システムによって政府の軽工業局(庁)や商業局に所属していた国営もしくは集団所有制になっている味噌、醤油、食酢と漬物などの生産工場は次第に自主経営の会社に移行しつつある。もちろん完全に移行するまではまだ時間がかかるが、今はその大変革中である。80 年代に入って、開放政策のため味噌、醤油などを生産する外国資本あるいは国内資本で設立した合併会社あるいは株式会社の醸造工場が出現し始めたが、これらの合併会社は全くの自主経営を行っている。

2. 研究機関と出版物

中国では味噌あるいは醤油のみを対象とする研究所はなく、数少ない醸造食品(調味食品)研究所があるが、これら専門の研究所でも対象は味噌、醤油研究ばかりで

Miso and Soy sauce like Seasoning Research and Their Research System of China
Feng-Xie JIN (Department of Food Technology, Dalian College (Institute) of Light Industry)

なく、食酢、豆腐乳、漬物など他の調味食品をも一緒に研究している。大部分の研究は総合的な食品発酵研究所、轻工研究所、食品研究所の中で一部の研究グループが担当しているが、一部は大学、すなわち轻工学院、商学院（学院は中国で専門大学である）などの食品発酵学部でも研究を行っている。

2-1 研究所の分布

中国科学院（Academia Sinica of China）の北京微生物研究所を始めとして、各省の微生物研究所で部分的に醸造に関する微生物研究を行っているが、中国科学院北京微生物研究所は中国で最高レベルの微生物研究所である。それ以外中華人民共和国轻工部（現在は轻工総会）に所属している北京にある食品発酵研究所と商業部に所属している北京食品醸造研究所があるが、轻工部食品発酵研究所では酒類を始めとして、醸造調味食品なども研究し、商業部の食品醸造研究所では主に味噌、醤油、食酢、豆腐乳、漬物その他の調味食品に関する研究を行っている。各省と市に所属している調味食品研究所はいろいろな名称を持っているが、それらの中で専門の研究所は上海醸造科技研究所、天津醸造研究所など数は少ない。多くは各省にある食品研究所、轻工研究所あるいは食品発酵研究所の部分的なグループで行っている。そのほか調味食品研究は一部の大学学部でも取り上げている。

2-2 教育機関

発酵食品と醸造調味食品の人材は主に中華人民共和国轻工部（現在は轻工総会）と商業部に所属している大学、すなわち轻工学院と商学院で養成する。それらは轻工部に所属している無錫轻工学院、大連轻工学院、天津轻工学院を始めとして8カ所の轻工大学と商業部に所属している天津商学院、ハルビン商学院などを始めとしたいくつかの商業大学食品発酵学部である。これらの大学は大部分が国立で、省立のものは少なく、主に高級醸造技術者を養成する教育機関である。これらの大学以外に、各省と大都市には轻工技術学校などの中等技術学校があって、これらの中等学校では主に普通醸造技術者と技術労働者を養成している。

2-3 学術団体

味噌、醤油などの調味食品に関係ある国家レベルの学会は中国微生物学会に所属している醸造学会（すなわち、醸造分会）と中国食品学会に所属している発酵食品分会である。それらは中国で最高レベルの味噌、醤油に関係ある学会で、学会を開催して学术交流などを行っている。そのほかにも、省と地方にはそれぞれの分会があって、時々分会を開いて地方的な交流を行うこともある。上述の学会以外に、醸造調味食品生産工場を始め、

轻工部や商業部の管理者を入れたく全国調味品技術協作組の組織があって隔年1回技術交流会議を開いて、工場の技術者達が生産技術交流を行うかあるいは関連の大学や研究所から教授、専門家を招いて技術講習などを行っている。また、この全国調味品技術協作組には華北、華東、中南、西南、西北と東北地区の6分会があって、分会ごとに地方的な技術交流を行うこともある。しかし、これらの学会の多くは味噌、醤油などの単一な会議ではなく、その他の調味食品を包括した会議で、時には酒類と他の食品も含めた会議もある。

2-4 会誌と出版物

味噌と醤油など醸造食品に関係ある微生物関連の学術論文の多くは中国の《微生物学報》と《微生物通報》に掲載されることが多いが、この2つの会誌は中国科学院が出版、発行している。その次のレベルでは全国に発行される中国微生物学会醸造学会が主に編集している《中国醸造（月刊）》、中国轻工部食品発酵工業科学研究所が出版、発行している《食品と発酵工業（月刊）》とハルビン食品研究所にある全国調味品科技情報報社から出版、発行されている《中国調味品（月刊）》という雑誌がある。その中で、《中国醸造》と《中国調味品》の2つの雑誌は醸造調味食品と発酵調味料の専門誌であるが、《食品と発酵工業》雑誌は食品、酒類、醸造品、発酵食品の総合誌である。以上のほかにも、各省で出版、発行している地方誌が20～30種類あるが、いろいろな名称を持っていて、普通は隔月刊あるいは季刊である。

醸造食品生産技術に関する専門書は50年代から60年代は少なく、その間タイプした内部交流書類の形式で相互に交流されたが、80年代始めからは次第に公開出版されるようになり、1993年末までに10種以上の書物が出版された。それらの中で代表的な書物を紹介すると、李小春氏が編集した《食品工業手冊》が1985年遼寧科学技術出版社から出版されたが、その中で第3章は現在中国の各工場で行われている醤油、味噌類、食酢、豆腐乳の製造法を紹介している。王瑛氏が編集した《調味品加工と検驗》は1987年に上海科学技術出版社から出版されたが、この本は近代的醤油、味噌、食酢、MSG、豆腐乳、豆豉などの生産工程と試験方法を紹介し、伝統ある醤油、味噌、食酢も紹介している。1991年に黃仲華氏が編集した《中国調味食品技術実用手冊》（中国標準出版社）は中国で初めての調味食品の総合書である。また、1992年と1993年には、劉宝家氏が編集した《食品加工技術工藝和配方大全》という上、中、下巻の大型総合本とその続編Ⅰが科学技術文献出版社から出版され、これは中国で最大の食品大全の総合本で、中巻に調味食品を紹介している。

3. 主な発酵食品微生物菌株の特性

中国で調味食品など発酵食品の生産に使っている微生物は大部分工夫に工夫を重ねて開発した菌であるが、中国の醤油と味噌の生産に使用されている麹菌はほとんどが *Aspergillus oryzae* AS. 3. 951 (沪醸 3042) 菌株で、中国のほとんどの工場で作られている。この点は日本と違うが、日本では短毛菌の *A. oryzae* は醤油生産に、中毛菌は味噌生産に使われるようだが、中国では醤油と味噌の生産に同じ *A. oryzae* AS. 3. 951 菌を使っている。ただし、生産の時間(蛋白分解時間)は醤油生産の方が長いという違いがある。この菌は日本の中毛の *A. oryzae* に似ているが、1970年代上海で紫外線照射法で *A. oryzae* AS. 3. 863 菌から変異させた菌で、適応性が非常に良い菌である²⁾。その他、甜面醬とか他の醸造食品の生産で穀物分解に使う麹菌は *Aspergillus niger* AS. 3. 4309 (すなわち UV-11) と UV-48, *A. oryzae* AS. 3800, *Rhizopus* 属の中で *Rh. japonicus* AS. 3. 849, *Rh. oryzae* AS. 3. 41, *Rh. orrhizus* AS. 3. 2893, *Mucor* 属の中で *M. wutungkiao* AS. 3. 25 と *Actinomucor elegans* AS. 3. 2778, *Monascus* 属の *M. anka* AS. 3. 2636 と *M. purpureus* などである。それらの中で、*A. niger* UV-11 と UV-48 菌は高粱やトウモロコシなどの穀物に対する分解力が強く、中国のほとんどの白酒工場とアルコール工場で糖化酵素生産菌として使うもので、甜面醬など製造工程で分解用としても良く使う菌である。*A. oryzae* AS. 3800 菌は日本の長毛菌 *A. oryzae* 菌に似ているが、米に対する分解力が強く、中国黄酒生産に良

く使っている。また甜面醬や豆腐乳モロミ製造に使うこともある。*Mucor* 属菌は豆腐乳と豆豉の製造に使う菌であり、*Monascus* 属菌は豆腐乳のモロミ、豆豉醬、食酢、黄酒の製造に良く使う菌である。筆者の研究室で上述の麹菌株の酵素群生成について調査した結果を第1表と第2表に示す。

第1表を見ると、*A. niger* UV-48 菌株は培養温度が高い時でん粉分解酵素をよく分泌するが、蛋白分解酵素と繊維分解酵素の分泌が比較的少なく、培養温度が低い時はでん粉分解酵素の分泌が少ないが、蛋白分解酵素と繊維分解酵素の分泌が少し高いことがわかる。中国の黄酒生産によく使っている *A. oryzae* AS. 3800 菌株の場合、培養温度が高い時でん粉分解酵素と蛋白分解酵素の分泌が比較的に高いが、培養温度が低い時は繊維分解酵素の分泌が少し高いが、でん粉分解酵素と蛋白分解酵素の分泌が少し低い。中国酒製造によく使っている *A. niger* UV-48 と *A. oryzae* AS. 3800 菌の α -amylase の酵素活性が味噌、醤油生産によく使う *A. oryzae* AS. 3. 951 菌より 10 倍位高いし、Glucoamylase 活性は *A. oryzae* AS. 3800 が一番高く、蛋白質分解酵素は *A. oryzae* AS. 3. 951 菌が一番高いことがわかった。

第2表から見るとフスマの培地では *Rhizopus* 属菌株は生長速度と酵素生産時間は遅く、蛋白質分解酵素と繊維分解酵素が高いが、amylase 活性は醤油菌に似ている。

醤油、味噌醸造に使う耐塩酵母としては *Zygosaccharomyces rouxii* AS. 2. 178, AS. 2. 180, AS. 2. 370, AS. 2. 111 などて、それらの他に地方と工場で著者が自ら分離育種した *Z. rouxii* と *Torulopsis* 属の後熟酵母、

第1表 中国で広く使用されている *Aspergillus* 属菌株の酵素 system の生成

酵 素	酵素生産最適 培養温度 °C	酵素活性最大の培養時間 (h)			最大酵素活性 (U/g)
		25°C	30°C	37°C	
<i>A. niger</i> UV-11	α -Amylase		65	100	5.8×10^7
	Glucoamylase	65	90		55,000
	Protease	125	70		4,800
	exo-Cellulase		60	65	450
	endo-Cellulase	110	115	115	2,700
<i>A. oryzae</i> AS. 3800	α -Amylase	78	100	110	4.2×10^7
	Glucoamylase	110	95	110	130,000
	Protease	50	90	40	3,800
	exo-Cellulase	50	42	50	320
	endo-Cellulase	500	60	50	2,200
<i>A. oryzae</i> AS. 3951	α -Amylase		80		4.6×10^6
	Glucoamylase		56		7,800
	Protease	120	70		7,500
	exo-Cellulase		50		400
	endo-Cellulase	130	100		2,300

三角フラスコのフスマ培地で静置固体発酵した結果

第2表 中国で広く使用されている *Rhizopus* 属の酵素 system の生成

	酵 素	酵素生産最適培養温度 °C	酵素活性最大の培養時間 (h)			最大酵素活性 (U/g)
			25°C	30°C	37°C	
<i>Rh. japonicus</i> AS. 3. 349	α -Amylase	30-37	160	100	120	5.8×10^6
	Glucoamylase	25-30	180	100	50	9,000
	Protease	25-30	160	100	75	9,000
	exo-Cellulase	25-30	110	90	60	250
	endo-Cellulase	30-37	110	110	110	3,000
<i>Rh. oryzae</i> AC. 3. 41	α -Amylase	30-37	130	120	60	4.6×10^6
	Glucoamylase	30-37	110	95	100	13,000
	Protease	25-34	50	60	40	3,800
	exo-cellulase	25-37	100	60	50	360
	endo-cellulase	25-37	140	60	50	3,000
<i>Rh. arrhizus</i> AS. 3. 2893	α -Amylase	37	110	95	95	4.6×10^6
	Glucoamylase	37	140	120	85	7,800
	Protease	30-34	130	120	85	7,500
	exo-cellulase	37	110	95	110	440
	endo-cellulase	25	110	110	100	3,700

三角フラスコでフスマの培地，静置固体発酵した結果

耐塩性の乳酸菌などが一部の工場で実用化されている。

食酢醸造によく使う菌としては *Acetobacter rancens* AS. 1. 41 菌と上海で分離育種した 沪醸 101 と 沪醸 1079 菌種などがある。

大部分の醸造工場では種麹と酵母菌などを日本のように種麹会社から購入して使うことは少なく，自家製のものを使うのが普通である。ただし，種菌株だけは国家微生物保存機関から年 1 回か 2 回譲渡されたものを使う。醸造に関係ある中国の実用菌保存機関は中国科学院北京微生物研究所の菌種保蔵所 (China General Microbiological Culture Collection Center [CGMCC], Institute of Microbiology, Academia Sinica (AS), Beijing) と中国軽工業部食品発酵研究所の工業微生物保蔵所 (China Industrial Culture Collection Center [CICC], Institute of Food and Fermentation Industry [IFFI], Ministry of Light Industry, Beijing) である。

4. 生産研究について

現在の中国醤油生産量は生産約 500 万トンで，2000 年には 725 万トンになると予想されているが，1 人当たりの年間消費量は約 3 kg で日本の 1/4 位である³⁾。醤油生産の原料中の全窒素利用率は 70~80% 程度で，日本より少し低い。味噌と食酢の生産量は 100 万トン程度である。

以下中国で実際に応用されている製造工程と応用研究について紹介したい。

4-1 醤油製造工程と応用研究

現在，中国の醤油製造工程をまとめると，大体 3 つの

方法がある。すなわち高塩稀料発酵法，日晒夜露法，低塩固体高温発酵法である。高塩稀料発酵法は日本の大部分の工場で実施している常温液体発酵を指しているが，日晒夜露法は醤油もろみをカメに入れ，傘状の蓋をかけ雨などが入らないようにするが，晴れた時は傘を取って日晒し，適当に攪拌して発酵させ，普通発酵期間は半年か 1 年で，これは南部地方と四川省のような暖地でよく見られる方法である。高塩稀料発酵法と日晒夜露法は中国の伝統的な方法であるが，この方法は製造期間が長く，世界人口の 1/5 を占めている中国市場の需要を満足させるのが難しいので，1950 年代から低塩高温固体発酵法が開発され，製造期間を 1 ヶ月に短縮して，1960 年代は商業部と軽工業部が中国全土に普及した。現在，中国の多くの醤油は低塩高温発酵法で生産されているが，銘柄醤油は伝統的な高塩稀料発酵法か日晒夜露発酵法で生産されている。

4-1-1 低塩高温固体発酵法

日本の醤油生産工場の種麹は種麹会社から購入して使うが，中国の醤油工場ではほとんど自家生産の種麹を使うのが特色である。種麹製造法はフスマ 80 部，小麦粉 20 部と水 90 部を混合して，蒸し，10 メッシュ (mesh) のふるいを通し，接種し，30~35°C で 70 時間位培養すると胞子数が 60 億/g 以上の種麹になる。麹は普通脱脂大豆 60~80%，フスマ 20~40% (フスマの代りに小麦を用いることもある) と水を混合して，蒸し，冷却後，0.2~0.4% の種麹を接種した後，30~38°C で通風培養し 24~42 時間で出麹となる。この麹に原料重量の 60% 水相当の体積の飽和食塩水を混合して，発酵槽に入

れ 40~50℃ で 20~30 日間発酵させ、90℃ の Bé 17 ~19 の食塩水で浸出すると中国の一般的な醤油になる。この方法は製造期間を半年から 1 カ月に短縮し、環境の悪い条件でも失敗が少ない利点があるが、品温が高いため *Bacillus* 属など細菌の発酵が主になり、酵母などの発酵が少なく、風味がよくない欠点がある。しかし、人口が多い開発途上国の中国では、現在もこの方法で生産した醤油が市販醤油の 80% を占めている。

4-1-2 銘柄醤油

中国南部と西南地区は亜熱帯の暖地で、これらの地方で銘柄醤油の生産は日晒夜露法で行われているが、例えば、広東省の生抽王醤油、福建省の水仙花醤油、湖南省湘潭市の龍牌醤油、雲南省の妥甸醤油など中国で有名な醬は、すべて大豆と小麦粉を原料にして麴を造り、日晒夜露法で生産した醤油である。普通製造方法は、大豆を浸漬し、蒸した後、80℃ 程度に冷めた時大豆の 10% 位の小麦粉を混合すると小麦粉で被覆された蒸し豆になる。その後、0.2~0.4% の種麴を接種、30~40℃ の温度で 24~40 時間培養すると豆麴になる。100 部原料からの豆麴に 135 部の Bé 19 食塩水を混合してカメに入れ、日晒夜露法で半年位発酵し、圧搾すると Bé 28~32 度の風味良好の醤油になる。

しかし、北方地区では冬の気温が低くて、日本の稀料液体発酵法かあるいは半分低塩高温発酵法、半分液体発酵法の折衷法で銘柄醤油を生産している。例えば、天津市の宏鍾牌醤油、上海市の海鷗牌醤油は大豆と炒小麦を原料にして、黄麴菌の麴を造って、食塩水に仕込み、常温で半年位発酵する酵素分解作用と乳酸菌と酵母菌の発酵を充分に行って造った銘柄醤油である。湖南省常德市の洞庭醬油と安徽省合肥市黃山牌豆汁醬油は低塩高温固体方法と液体発酵法を混用して生産した銘柄醤油である。脱脂大豆、フスマと小麦粉を原料にして製麴し、低塩高温固体発酵法、すなわち麴に原料の 60% 位の飽和食塩水を混合し、45℃ で 1 カ月後、90℃ の Bé 19 食塩水で浸出した液を逕過殺菌すると製品になる。しかしこの方法は人手がかかるから、この方法のみで中国市場の需要を満たすのは難しいので、70~80% は低塩高温固体発酵の短期間発酵法で生産する醤油である。如何に一般的な醤油の品質を向上させるかは目下中国調味食品生産が直面する切迫した問題である。

4-1-3 醤油生産に関する研究

上述したように、現在中国の市販醤油の 70~80% は低塩高温固体発酵法で生産されたものであるから、風味がよくないという欠点を持っている。如何にして中国の現状に即してこの問題を解決するかについて多くの研究が行われたが、応用に関係ある部分だけをまとめると次のようである。

低塩高温固体発酵方法の醤油生産が普及した後、それに応じた麴菌 *A. oryzae* AS. 3. 951 を開発して大部分の醤油工場で使うようになったが、風味と蛋白利用率の問題などが発生したので、80 年代始めから多種類のカビを用いて製麴し、固定化酵母などの応用で醤油の風味と蛋白利用率向上の研究が行われた。

A. oryzae と他のカビの混合使用：単一の *A. oryzae* AS. 3. 951 菌の種麴による醤油の風味はよくないが、その原因は麴の蛋白分解酵素系が良いアミノ酸と低分子ペプチドを生産していないから風味にも影響があるのではないかと考えられた。そこで酸性蛋白分解酵素生産が強い *A. niger* AS. 3. 550 菌を混合して製麴し、醤油を造る研究が行われたが^{5,6)}、両者の酵素群は第 3 表に示すとおりである。第 3 表から見られるように *A. niger* AS. 3. 550 菌が *A. oryzae* AS. 3. 951 麴より酸性蛋白分解酵素が 5 倍強く、ペクチナーゼ、セルラーゼ、グルタミナーゼ活性は 30~120% 高い。劉培芝ら⁷⁾は 1987 年に大豆 90 部+小麦粉 10 部の配合原料で *A. oryzae* AS. 3. 951 を接種量の 90%、*A. niger* AS. 3. 550 を 10% にして麴を造って、低塩高温固体発酵方法で醤油を造った結果、蛋白利用率が 8.55% 上り、風味も単一の *A. oryzae* 麴製品より良かったと報告しており、方元祥ら⁸⁾は脱脂大豆とフスマを原料にして *A. oryzae* 菌と紅麴菌の混合培養麴を造って醤油醸造した結果、蛋白利用率が 8.2% 上り、良い風味の醤油が得られ、実用化したと報告した。施安輝ら⁹⁾は 1988 年に *A. oryzae* AS. 3. 951 と *Lentinus* 属などの担子菌を混合して製麴し、醤油醸造した結果、原料利用率や品質など良好であったと報告した。

しかしながら、麴菌だけでは良い醤油を造ることは難しいので、耐塩性酵母や乳酸菌などの分離、育種の研究も多く行われている。袁祥棟ら¹⁰⁾は 1992 年に分離、育種した H 酵母は 30℃、15 日間発酵でアルコール含量

第 3 表 *A. oryzae* AS. 3. 951 と *A. niger* AS. 3. 550 を用いた麴の酵素活性

	Protease			Pectinase	Cellulase	Hemicellulase	Glutaminase
	pH 10	pH 7.2	pH 2.6				
AS. 3. 951 麴	2424	2564	1616	612	408	4748	119
AS. 3. 550 麴	60	106	8306	886	597	10283	165

第4表 日晒夜露醤油発酵の3カ月間経時変化

	記録日数	平均温度	晴れ日数	雨日数	くもり日数	傘がない日数
6月	25	28.3℃	9.5	6.5	9	17
7月	25	32.7℃	18	5.5	5.5	19
8月	27	30.2℃	16	11	11	20

もろみをカメに入れ、昼は傘を取り時々攪拌して、雨の日は傘をかけ、雨など入らないようにする。

が1.5~3%になり、酢酸エチルや乳酸エチルなどのエステル類、ブチルアルコールなどの成分が多く、良い醤油香が得られたと報告し、周建民ら¹⁰⁾も後熟酵母の分離と育種研究を行った結果、醤油のエステル含有量を70%高めることが可能であり、フェノール類香気成分も認められ、良い醤油香が生成したと報告している。

醤油製造期間を短縮するための固定化菌体による醤油生産に関する研究も多く¹¹⁾、一例をあげると李東勝らはグルタミナーゼ活性の高い *A. niger* AS. 3.550 菌体を固定化して検討した結果¹²⁾、固定化酵母のカラムと連結して使う可能性があると報告した。

中国で伝統的な日晒夜露法による醤油生産メカニズムの解明も無視できない。日本の醤油生産に関する文献によると品質の良い醤油生産には乳酸菌と酵母の作用に重点がおかれているが、中国の銘柄醤油は日晒夜露発酵法で生産されている事実から見ると、日晒夜露法は実際には部分的には好気発酵で、酵母よりむしろバクテリアの作用を無視できないことである。広東省のある工場で日晒夜露発酵で醤油生産を行っているもろみを3カ月間調べた結果を第4表と第1図に示している。第4表に示したように6月から8月まで、晴天の日は発酵カメの傘を取って、時々攪拌しながら日晒し、蛋白分解、アミノ酸(AT)、還元糖とエステルの産生とバクテリアの動態を検討した結果、細菌の増加にしたがって、蛋白分解、アミノ酸、還元糖とエステルなどが増加し、醤油の味や香りもよくなるのがわかった。もろみの中で酵母より *Bacillus* 属など細菌が多い結果から、中国醤油生産にはバクテリアの作用を無視できなく、今後の掘り下げた解明が必要である。

以上の研究と中国の事情から、すなわち中国のほとんどの工場で温醸発酵槽(写真1, 2, 槽の周囲と底の下は温水を流して保温する槽である)がある事情から、中国醤油の品質向上には現在設置されている温醸発酵槽を活用して、麴を低塩高温(45℃)固体発酵法で原料を分解して、次に日晒夜露法、液体発酵法、あるいは固定化微生物によって再発酵をさせるのがよいと思われる。しかし、全面的な品質向上にはなお時間が掛かるであろう。

第1図 第4表による日晒夜露醤油発酵中の変化
□: Protein hydrolyzation
△: Reducing sugar
▲: A.T ○: Ester

写真1 醤油温醸発酵槽
(槽の周囲と底の下は温水を流している)

5. 味噌など他の調味食品研究について

味噌、豆豉、豆腐乳などの生産工程については、筆者がすでに解説したので割愛する¹³⁾。ここでは今日の中国研究事情について紹介する。

中国の味噌は豆醬、甜面醬、豆瓣醬と加工味噌(中国

写真 2 銘柄醤油温醸発酵槽
(槽下は温水 (30~60°C) を流している)

語で調味醬)の四種類に分けることができるが、近年盛んになっているのは味噌製造研究より加工味噌の方であるが、それは中国市場経済の導入にしたがって、旅行産業、レストランとホテル産業が盛んになっているし、国民の食生活水準も高くなっていることから、加工味噌の需要が急増したためだと思われる。それらの中で一番よく売れている商品は《天津蒜蓉辣醬》などであるが、それらは味噌(豆豉)、にんにく、唐辛子、野菜、香辛料などを混合して再度発酵・熟成させた物で、用途は野菜付け、火鍋(シャブシャブ)付け、焼肉付けとして大変愛好されている。

中国の豆腐乳は紅腐乳(紅方)、臭豆腐(青方)、白腐乳(南乳、霉香腐乳)に分けているが、北方地区でよく生産されているのは紅方と青方である。白腐乳は南方でよく生産されているが、北方ではほとんど生産されない。中国黒龍江省克東県で生産されている克東腐乳(紅腐乳の一種)が特色のある銘柄腐乳である。普通の紅腐乳は豆腐を圧搾して水分 72% 位にして、小さい直方体に切り、*Mucor* カビを培養して菌膜豆腐を造り、塩漬し、紅麴(*Monascus* 属カビを培養した米麴)、黄酒、麵麴(小麦粉で造った麴)などで調製したもろみに入れ、熟成させると紅腐乳になる¹³⁾。しかし、克東腐乳は菌膜豆腐を造る時、*Mucor* カビを使用せず、細菌で菌膜を造って、紅麴、黄酒、麵麴で造ったもろみに入れて熟成させたもので紅腐乳独特の風味を持っている。克東腐乳の菌膜豆腐の微生物を調べると、56 種以上の細菌が検出され、その 57% が桿菌、42~3% が球菌である^{15,16)}。これらの分離菌を何種類か混合して克東腐乳を造って見ると、優良な桿菌と球菌の混った方が本場の味が出ることから、

克東腐乳は桿菌と球菌の共同作用で香味が醸成されることが解明された¹⁵⁾。さらに豆腐乳もろみに培養酵母を添加する方法で熟成時間を短縮し、香味を向上させる研究もあるが、使用した菌株は *Z. rouxii* と後熟酵母で熟成時間を 1/3 に短縮し、品質も向上したという¹⁶⁾。

おわりに

以上中国における中国味噌、醤油など調味食品の生産、管理、研究などの現状について述べたが、日本より遅れているのは事実である。中国の醸造生産の中でバクテリアの作用については無視できないことを強調したい。日本では醸造食品の製造中における酵母や乳酸菌の発酵と作用に関する研究が多く見られ、それらの利用も進んでいるが、他のバクテリアは汚染菌と見られるようであるが、中国のいくつかの製品ではこれらの作用は無視できなく、上述した日晒夜露発酵法による味噌と醤油の生産、伝統ある食酢一山西陳醋発酵で *Bacillus* 菌が酢酸菌より 15% 以上多く、もし *Bacillus* 菌がないと風味の醸成と原料利用率がわるくなる事実¹⁷⁾、中国の白酒生産で良い酒を造るにはバクテリアの作用を活用してやるのなど、再度解明する必要があると思っている。バクテリアの作用の解明によって、製品品質の一層の向上が期待されるであろう。

＜中国大連輕工業学院＞

文 献

- 1) 許美瑜主編、中国地図冊、p. 2、中国地圖出版社(1990)
- 2) 上海微生物所等、微生物學報(中国)、13(2)、185~190、(1973)
- 3) 袁振遠：中国調味品、9号、1~3(1985)
- 4) 邢冠五ら：中国調味品、10号、1~9(1985)
- 5) 朱史齊：中国調味品、12号、1~6(1992)
- 6) 丘立友ら：中国醸造、1号、2~7(1993)
- 7) 劉培芝：中国調味品、5号、10~13(1987)
- 8) 方元祥ら：中国調味品、5号、14~16(1987)
- 9) 袁祥棟ら：中国調味品、1号、15~20(1992)
- 10) 周建民ら：中国調味品、2号、9~15(1987)
- 11) 周鑫平ら：中国醸造、1号、18~21(1989)
- 12) 李東勝ら：中国調味品、9号、15~18(1993)
- 13) 金鳳變：醸協、87(9)、617~624(1992)
- 14) 王潤芝ら：中国調味品、1号、10~12(1986)
- 15) 王潤芝ら：中国調味品、2号、14~16(1986)
- 16) 許鳳琴：中国調味品、9号、12~13(1986)
- 17) 李宜慧ら：中国醸造、6号、25~28(1998)