テンペの機能性

インドネシアが世界の食文化に貢献できるとすれば、それはテンペであろうといわれている。無塩大豆発酵食品として納豆とともに、今や世界の食品化学者から注目されている理由は、大豆臭を除去し、消化性を高めて食べやすい食品であると同時に、抗菌性、抗酸化性などの面で優れた特性を備えているからである。これらの特性をも含めて、第三の機能について解説していただいた。

岡田 憲 幸

はじめに

テンペは、インドネシアを発祥の地とし、その周辺の国々だけでなく、現在では、オランダ、アメリカ、そして日本でも作られるようになった。テンペが注目されるのは、自然食品、低コストの蛋白食品、肉類のビタミンを含む菜食主義者の蛋白源、コレステロールは含まず不飽和脂肪酸に富む健康食品としてであるが、日本では、納豆特有の臭いやネバネバがないことから、納豆嫌いでも食べられる納豆などとして、注目された。筆者は、テンペを遺伝資源とし、そこから有用微生物を分離し、日本の発酵食品に応用できないものかと研究しているものであるが、ここでは、テンペについての「機能性」を紹介する。

荒井¹⁾によると、食品の機能には、一次機能、二次機能、三次機能があり、一次機能は栄養機能、二次機能は感覚機能、三次機能は生体調節機能のことをいう。そして機能性食品を、「三次機能を効率よく発現するように設計され、作製される加工食品」と呼んでいる。また厚生省設置の機能性食品懇談会²⁾は、「食品成分のもつ生体防御、体調リズム調節、疾病の防止と回復等に係わる体調調節機能を、生体に対して十分に発現できるように設計し、加工された食品であること」と定義している。したがってテンペは機能性食品ではないが、「テンペの機能性」といった場合、生体調節機能（三次機能）を考察することと解される。では生体調節機能とは何か。生体調節機能には、生体防御系の感染防御、制ガン、アレルギー低減化など、ホルモン系の抗糖尿、神経系の鎮静、食欲制御、循環系の造血、降圧、抗血栓、消化系の抗

菌、抗ウィルス、抗毒、整腸などがある¹⁾。この場合、好ましい因子が導入されて、生体調節機能が付与されてもいいし、また好ましくない因子が排除されて、目的が達成されてもよいとされている。果してテンペにそのような機能性があるものであろうか、疑問があるところであるが、以下なるべく趣旨に沿ってまとめてみたい。筆者はこの分野には素人であり、研究紹介にとどめる。

1. テンペの抗菌作用

—消化系の抗菌による生体調節機能—

テンペには抗生物質的作用があり、消化系の抗菌による生体調節機能を有しているといわれる。以下この点について文献をひもといてみた。

(1) 第二次大戦中に果したテンペの役割³⁾

HESEL TINE は、第二次大戦中に果したテンペの役割について、STAHEL (1946) ならびに VAN VEEN と SCHEFER (1950) の論文をもとに、以下のことを紹介している。「STAHEL はスリナムの農業実験所の所長であったが、第二次大戦中、アメリカ合衆国からニューギニアへ、そこにいるヨーロッパ人やインドネシア人を生き延びさせるため、アメリカの大豆がいかに送られたかを回顧している。最初、輸送船関係者は、普通の大豆は、発酵大豆（テンペ）に馴れ親しんでいるインドネシア人に、受け入れられないことを知らなかった。また日本占領時代、テンペの製造は中止されており、テンペの種菌はすっかり失われていた。そこで、STAHEL は、スリナムからテンペの種菌を供給するよう要請された。テンペと種菌がニューギニアに送られた後、初めてアメリカの大豆は、捕虜たちの馴れ親しんでいる発酵食品となり、

Physiological Functions of Temph

Noriyuki OKADA (Tropical Agriculture Research Center, Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries)

使うことができたのであった。

次に、VAN VEEN は、テンペの栄養学的側面、ならびにインドネシア捕虜の1人として、テンペについて得た直接体験を戦後報告している。かれは、大豆は煮ても軟らかくならず消化しにくいことから、大豆そのままでは、インドネシア捕虜たちに人気がないことを知った。大豆が消化しにくいのは、単に、大豆にあるトリプシンインヒビターのためではなかった。この大豆の難消化性は、東南アジアの捕虜収容所でとくに顕著であった。しかし大豆をテンペにすると、捕虜たちは消化できるようになった。これは明らかにリゾブスカビの作用によるものであった。多くの戦争捕虜たちが生き延びたいという事実は、大豆がリゾブスで発酵され、テンペにされたことによる。というのは、たとえ赤痢などで苦しんでいる捕虜たちでさえ、大豆をこのようにして消化できたからである。」

この記事から、テンペには何か抗生物質的作用があり、それが、消化系の生体調節機能を果たしたのではないかと推測される。

(2) SHURTLEFF と AOYAGI の記述⁴⁾

また、ザ・ブックオブテンペには次のように書かれている。

「WANG (1972)⁵⁾ は、テンペに医薬的効用があることを見出した。すなわち、テンペ菌リゾブスに、抗生物質ペニシリンと似た方法で、病原菌に対して作用する天然の、熱安定性のある抗生物質を作る能力があることが見出された。テンペの抗生物質はバクテリア、とくにグラム陽性菌、たとえばぶどう状球菌に効く。ぶどう状球菌はよくご存じの食中毒菌である。このことからテン

ペを食べることにより、感染に対する抵抗性を高めることができるかもしれない。第二次大戦中、インドネシア、香港、シンガポールなど、東南アジア各地の日本捕虜収容所で、赤痢や栄養疾患で悩む捕虜たちの消化器管を守ったという事実は、この物質が関与していたと考えられる。捕虜の体は煮豆は消化できなかったが、テンペなら消化でき、そしてついには生き延びることができた。いくつかの報告によると、周辺の収容所では、捕虜たちは赤痢で悩まされていたにもかかわらず、テンペを食べていたところでは、腸内異常が治り、驚くほど健康であった。さらにテンペを常食するインドネシアの人々は、昔から、テンペは赤痢の薬となることを認識していた。インドネシアは常に腸内疾患にかかりうる環境であるが、テンペを食べている人々は、ほとんど腸内疾患の犠牲になることがなかった。WANG の発見は、衛生状態が劣悪なため、感染源が豊富で、医学的治療が十分でない貧しい国々にとって、とくに意義ある。」と評価している。

これは、テンペに抗生物質的作用があり、それが、消化系の生体調節機能を果たしていることを明言するものである。

(3) WANG の研究報告⁵⁾

—リゾブスの抗菌能の発見—

では WANG (1972) は、実際にはどのような研究報告をしたかとみると、「発酵食品などから分離した種々のカビ(4属9種の15株)を、米、大豆、牛乳を基質とし培養した抽出液について、その抗菌能を調べた。牛乳については、5% スキムミルク培地でカビを培養し、その抽出液を pH 5 に調整し検液とし、米、大豆について

第1表 発酵食品から分離した糸状菌の抗菌性⁵⁾

菌	株	採取起源	阻害ゾーン (mm) ^{a)}		
			米	大 豆	ミ ル ク
<i>Rhizopus oligosporus</i>	NRRL 2710	テンペ	0	26.5	19.0 ^{b)}
<i>R. oligosporus</i>	NRRL 3271	テンペ	0	24.0	20.0 ^{b)}
<i>R. chinensis</i> var. <i>liquefaciens</i>	NRRL 2870	ラギ	15.5	21.0	22.0
<i>R. chinensis</i>	NRRL 3671	ペーユー	15.0	22.0	17.5 ^{b)}
<i>R. chinensis</i>	NRRL 5190	土 壌	14.0	23.5	24.0
<i>R. oryzae</i>	NRRL 3133	ラギ	16.0	19.0	0
<i>R. javanicus</i>	NRRL 2871	醤油麹	0	17.5	0
<i>R. chlamydosporus</i>	NRRL 3187	ページェ	0	15.0	0
<i>Chlamydomucor oryzae</i>	NRRL 5191	ページェ	0	0	0
<i>C. oryzae</i>	NRRL 5192	ページェ	0	0	0
<i>C. oryzae</i>	NRRL 5193	テンペ	0	0	0
<i>C. oryzae</i>	NRRL 5194	ラギ	0	0	0
<i>C. oryzae</i>	NRRL 5195	ラギ	0	0	0
<i>Actinomucor elegans</i>	NRRL 3104	乳 腐	0	29.5 ^{b)}	0
<i>Mucor hiemalis</i>	NRRL 3103	乳 腐	0	0	0

a) ペーバーディスクの直径: 12.7 mm。被検菌: *Bacillus subtilis* NRRL B-765。検査培地: ペプトン-肉エキース-デキストロース-塩類

b) 50 ml の食塩水で抽出後、無濃縮。その他は 10 ml に濃縮。

は、こうじやテンペを作る要領で培養（28℃、4日間）したもの、2%食塩水で抽出し、pH 5 に調整し、検液（米は 30 g、大豆は 25 g から最終的に 10 ml の検液を調製）として調べた。抗菌能は、ペーパードISK法で、被検定菌に、*Bacillus subtilis* NRRL B-765（グラム陽性細菌）を用いた。対照とした、2～10%の食塩水では抗菌能はみられなかった。第1表のごとく、抗菌能がみられたカビは、*R. oligosporus*、*R. chinensis*、*R. oryzae*、*R. javanicus*、*R. chlamydosporus*、*Actinomyces elegans*であった。抗菌能は基質によって異なった。たとえば、*R. chinensis* は、米、大豆、牛乳すべてで抗菌能を示した。*R. oligosporus* は、大豆、牛乳で示したが、米では示さなかった。*R. oryzae* は、米、大豆で示し、牛乳では示さなかった。*R. javanicus*、*R. chlamydosporus*、*Actinomyces elegans* は、大豆でのみ示した。*Chlamydomucor oryzae* と *Mucor hiemalis* は、いずれでも示さなかった。*Bacillus subtilis* に対し抗菌能を示したものについて、さらに他の被検定菌、*Staphylococcus aureus*（グラム陽性細菌）、*Agrobacterium tumefaciens*（グラム陰性細菌）、*Bordetella bronchiseptica*（グラム陰性細菌）、（グラム陰性細菌）、*Mycobacterium smegmatis*（酸生成菌）、*Mucor ramannianus*（カビ）、*Saccharomyces pastorianus*（酵母）で調べたところ、*Staphylococcus aureus*（グラム陽性細菌）にのみに効果があることが分かった。すなわち、*Bacillus subtilis* と *Staphylococcus aureus* など、グラム陽性細菌のみに効くことが分かった。有効成分は、水や食塩水に可溶で、有機溶媒には溶けない。熱安定性があり、pH 2～7 で安定であった。こうしたカビに抗菌能が見出されたことは、東洋の発酵食品をよりよく理解するため貴重な発見である。」と結んでいる。

以上3点の記事から、テンペには消化系の抗菌による生体調節機能があると推定される。しかし、このことを結論づけるには、悪玉の腸内細菌に対する効果をさらに詳しく調べる必要があるかもしれない。

（4）慢性的下痢病による栄養失調からの栄養学的回復⁶⁾

一消化系の抗菌による生体調節機能の実例一

インドネシアの健康省、栄養研究開発センターの DARWIN KARYADI は、以下のことを報告している。発展途上国では、栄養失調の改善と下痢の蔓延防止は、子供の生命と健康に関わる重要な要因となっている。栄養失調と病気は複雑にからみあい悪循環する。この悪循環を断ち切るには、消化吸収能力を高め、感染抵抗力や成長能力を向上させることが重要となる。そこで、慢性の下痢患者の消化吸収能力高揚の研究が、ボゴールの健康省

の栄養研究開発センターと、Semarang の Diponegoro 大学小児胃腸部で行われた。その際、テンペを中心とした食事が、慢性下痢の回復に効果があるかどうか調べられた。5歳以下の慢性下痢の79人の子供に、テンペを中心とした食事を与え、対照として、32人の子供には保育用ミルクを飲ませた。その結果、テンペを中心とした食事の子供は、ミルクを飲ませた子供より、明らかに短期間で下痢から回復することが示された。慢性のいくつかのケースでは、約2週間目以降から、大幅な体重増や、ヘモグロビンの増加、さらに感染抵抗力の向上が見られた。たとえば、5.6 kg の体重が、21日間のテンペを中心とした食事、8.4 kg に、同様に 7.2 kg が64日間で11.8 kg に、6.5 kg が21日間で7.5 kg に、5.0 kg が21日間で7.8 kg になった例などが報告されている。

（5）テンペの整腸作用⁷⁾

一消化系の抗菌による生体調節機能を示す

実験例一

さらにテンペの整腸作用について紹介する。CALLOWAY らは、「伝統的・実験的加工法による豆類の腸内ガス生成能の減少」という論文で、テンペが、腸内ガスの生成を抑制する効果があることを報告している。種々の豆類とその加工品について行われた実験であるが、以下テンペに関連した部分のみを紹介する。

被験者は大学に通う健康な男性で、食物アレルギーはなし。過去最近、大腸に異常なく、抗生物質の投与歴なし。各試験項目の被験者数は一定ではなかったが、少なくとも4人立てた。実験順序はランダムに行い、被験者は1回受けると少なくとも1日の試験休みをとった。実験は数カ月に渡った。被験者は、前日の23時から飲食を禁じられ、翌朝9時（0時間）に30分間かけて試験食を摂取した。試験食の摂取カロリーは800キロカロリーとし、試料に加え、無水のバター脂肪、シュクロース、チーズ、パン、アップルジェリー、オレンジ風味の飲料ベースで、実験食の組成とカロリーが近似するように調整した。調整品目は、いずれもガス生成能がないことが確認されたものである。水分は、カフェイン抜きのコヒーと、脱イオン水を与え、食物からの水と合わせ、1,000 g とした。なお13時と17時に、栄養学的にバランスのとれたブランド食を600キロカロリーを与え、飲み物は等間隔に与えた。ベースラインを決めるため、このブランド食で800キロカロリー試験食を置き換えたものを用いた。呼吸は30分ごとに収集し、水素とメタンをガスクロマトグラフィーで分析した。直腸ガスは10時から18時まで継続して収集した。その方法は、ガスの収集もれがないよう、刺った尻にタイゴンチューブの付いたパッチを固定し、ガス拡散のないプラスチック

第2表 テンペを摂取したヒトの呼気と腸内ガス⁷⁾

供 試 食	量 ^{b)} (g)	被検者数 (人)	呼気中の水素 ^{a)}			腸 内 ガ ス				
			ピーク出現時間 (摂取後の hr)	左の濃度 (ppm)	積算面積 ^{c)}	全通過量 ^{d)} (ml/6 hr)	炭酸ガス (ml/6 hr)	メタン (ml/6 hr)	水 素 (ml/6 hr)	生成速度 (ml/hr)
ブランド食 (基準食)	382	28	6±2	14±9	142±61	166±79	4±3	0.4±0.8	2±1	9
テ ン ペ	199	6	9±1	20±5	139±36	169±50	2±2	0.4±0.6	0.8±0.7	10
加熱大豆 (テンペのコントロール)	200	5	5±1	18±6	175±68	205±73	6±4	2±2	4±3	16
酵素処理大豆	344	6	8±2	24±20	190±115	245±75	9±9	2±3	6±8	22
酵素未処理大豆	344	6	7±1	28±6	226±62	217±60	7±4	4±4	9±14	18

a) 呼気の水素は腸内細菌によって生成される。

b) 試料の重さ。実験食のカロリーと組成はほぼ等しくなるよう調整後行った。

c) 摂取後 2.5~10.5 hr の間の 30 分間隔に測定した面積の積算。

d) 全通過量は空気を含む。その量は 110±27 ml。

バッグに集まるようにした。収集した直腸ガスは、マノメーターで体積を測定し、炭酸ガス、メタン、水素などをガスクロマトグラフィーで分析した。テンペに関連した試料は、テンペと加熱大豆 (テンペのコントロール)、酵素処理大豆と未処理大豆である。供試テンペはバター脂肪で軽くきつね色にした後、175℃で15分加熱した。そのコントロールはテンペにする前の荒引き大豆を175℃で20分加熱した。酵素処理はジアスターゼで行ったが、大豆をジアスターゼ処理したものは、ラフィノースとスタキオースはほとんど検出されなかった。未処理大豆では、ラフィノース、スタキオースがそれぞれ1.3%、5.0%検出された。第2表に示すごとく、テンペは、呼気中の水素ピークがブランド食の値よりわずかに高く検出された (ブランド食 14→テンペ 20 ppm) のみで、呼気中の水素の積算面積 (ブランド食 142→テンペ 139)、腸内ガス全通過量 (ブランド食 166→テンペ 169 ml/6 hr) ならびに生成速度 (ブランド食 9→テンペ 10 ml/hr) はブランド食とほぼ同じであった。加熱大豆は、呼気中の水素の積算面積 (加熱大豆 175→テンペ 139)、腸内ガス全通過量 (加熱大豆 205→テンペ 169 ml/6 hr) ならびに生成速度 (加熱大豆 16→テンペ 10 ml/hr) にみられるように、いずれもテンペより幾分高い値を示した。また呼気中の水素のピーク出現時間はテンペでは顕著な遅れが見られた (加熱大豆 5 時間後→テンペ 9 時間後)。これらの結果から、大豆ではガスが生成するが、テンペにすると事実上ガス生成能なしと判断されたのみならず、加熱大豆より4時間もガス生成時間を遅らせる作用があることが分かった。すなわち、テンペに一時的な整腸作用の機能があるとの結論である。かれらは、その理由として、リゾプスの出す抗生物質 (WANG ら, 1972)⁵⁾を取り上げ、それが腸内のガス生成菌の増殖を抑制していると推定している。また従来から、豆類を食べると腸内にガスがたまることはよく知られており、豆のラフィノースやスタキオースにその原因があるとされてきた。しかし、酵素処理大豆、酵素未処理大豆ともほぼ同じ値

を示し (第2表参照)、ラフィノースやスタキオースのガス生成能はほとんどないに等しいほどのものであった。

この報告によると、なぜ大豆はガス生成を促すかについては疑問が深まったが、テンペにするとガス生成が抑制され、テンペに整腸作用があることが認められる。

2. 抗酸化能

一発ガンや老化の予防の可能性のある生体調節機能一

発ガンや老化の要因に、脂質の酸化や変異物質によって生じた、種々の活性酸素が染色体に損傷を与えることが考えられている。抗酸化性物質は、脂質の酸化を防止し、活性酸素を失活性する。テンペには抗酸化能があることが知られており、したがってテンペには発ガンや老化の予防といった機能性があるかもしれない。以下、テンペの抗酸化能および抗酸化性物質に関する研究を紹介する。

(1) 抗酸化性物質の研究

味噌やテンペに抗酸化能があることは、食品総合研究所の太田ら (1964)⁸⁾が報告しているが、テンペについての主要な研究は、アメリカの GYÖRGY のもとで研究を行った、大阪市大の村田らによりなされた。GYÖRGY (1960)⁹⁾は、テンペ粉末と未発酵大豆粉末を、2群の白ネズミに投与し飼育すると、未発酵大豆粉末を投与した群は、テンペ粉末を投与した群に比べ、肝臓や腎臓に病的変化が多く見られることを見出した。溶血試験の結果、貯蔵大豆粉末で飼育した白ネズミの血球は、ジアル酸で溶血されやすいのに対し、貯蔵テンペで飼育したものには、そのようなことは見られなかった。溶血試験とは、ビタミンE欠乏のネズミの赤血球膜は、過酸化物質やジアル酸によって破壊されやすいが、ビタミンEその他の抗酸化物によって、溶血が阻止されることを利用したものである。GYÖRGY、村田、池畑 (1964)¹⁰⁾は、テンペから抗溶血能、抗酸化能を有すると考えられる物質を分離し、ファクター2と名付けた。ファクター2は、フラボノイド類の一つで、諸性質の比較から、6,7,4'-トリ

6,7,4'-Trihydroxyisoflavone

第1図 6,7,4'-トリヒドロキシイソフラボン

ヒドロキシイソフラボンと同定された(第1図)。この物質は、原料大豆中にはその存在が認められていないので、テンペ製造過程で生成されるものと考えられる。しかしそれを化学的に合成し、その効果を調べると、*in vivo*では、抗酸化性、抗溶血性ともに見られなかった(1968)¹¹⁾。しかし再三の実験から、貯蔵テンペ粉末で白ネズミを飼育すると、テンペ群では大豆群に比べ、溶血率、TBA値(油脂の酸敗の度合いを示す値。チオバルビツール酸とカルボニル化合物との反応で呈した色を測定して得られる)は低く、テンペ群の効果は明らかであった(1971)¹²⁾。またヘキサン：アルコール=2：1で抽出したテンペ油は、大豆、綿実、コーン、サフラワー、ラードなど各種の油に対し、明らかに酸化防止能があることが確認される(1974)。そこでテンペにはもっと油に溶けやすい別の有効成分もあると考えられ、油溶性の強い物質の検索も行われた(1972¹³⁾、1975¹⁴⁾)。その結果ファクター2やDL- α -, β -, γ -, δ -トコフェロールとも異なる物質が得られた。

これに対し渡辺(1984、食品工業)¹⁵⁾、テンペの抗酸化能は一物質によるものではなく、各種抗酸化能物質の相乗作用によって発現されると説明している。種々のイソフラボン化合物が、発酵の過程でその配糖体から加水分解されてでき、いずれも抗酸化能を有するが、それらが相乗的にリボキシゲナーゼの作用を阻害する。リボキシゲナーゼは不飽和脂肪酸を酸化する酵素である。また大豆中には種々のトコフェロールもあり、それらは抗酸化能を有するのみならず、イソフラボン化合物の抗酸化能を相乗的に高める。この他にサポニン、クロロゲン酸も存在し、それらも抗酸化能の発揮に加わる。

異分野のことであり、混沌とした印象を受けるが、テンペは抗酸化能を有することは間違いなく、発ガンや老化の予防の可能性のある機能性があることがうかがえる。

(2) 抗酸化性物質の薬理活性¹⁶⁾

テンペの抗酸化性物質に関連して、西ドイツのボン大学生理化学研究所のH. C. JHAは、大変興味ある報告をしている。かれは、テンペ抗酸化性物質の薬理活性を、ドイツのGiessen大学薬病理学部との共同研究で明らかにした。ファクター2として知られる、6,7,4'-トリヒドロキシイソフラボンやその誘導体に、血圧低下、痛

み・炎症・アレルギー抑制作用、さらには浮腫治療効果があることを見出している。まず、6,7,4'-トリヒドロキシイソフラボン(この物質のコードネーム JK 485。前掲の第1図参照。)は、カルシウム ionophore-induced型の血圧上昇を低下させる作用がある。5mgで効果が現れ、25mgで完全にこの原因の血圧ピークを消滅させる効果が示された。作用機作は JK 485が血管を拡大するためである。この効果は、ビタミンAやその誘導体カルボキシクロマンの10倍ほどの効果であった。次の例は、アラキドン酸の代謝産物が引き起こす病気に効くというものである。アラキドン酸は、炭素数20で、4カ所に不飽和をもつ脂肪酸で、細胞内でいろいろな役割を果しているが、酸化されやすく、酸化されて生じる代謝産物は、痛み、炎症、アレルギーの原因となる。6,7,4'-トリヒドロキシイソフラボンに、この酸化を抑制する作用があることが明らかにされ、効果はわずか15 μ Mで発現した。さらに調べると、アラキドン酸は、リボキシゲナーゼとシクロキシゲナーゼの2つの経路で酸化されるが、その経路により、また経路の部位により、阻害効果は異なることが分かった。また6,7,4'-トリヒドロキシイソフラボンの種々の誘導体は、その効果や特異性が異なることも分かった。たとえば、ある誘導体はリボキシゲナーゼ経路に対し、0.5 μ Mで50%の阻害を示し、他のものはシクロキシゲナーゼ経路に対し、5 μ Mで50%の阻害を示した。さらに別の効果を調べると、種々の誘導体の中でも、4'部位のメチル型は、母物質の6,7,4'-トリヒドロキシイソフラボンより安定で、強い血管縮小抑制効果があることが分かった。すなわち、norepinephrine-induced型の血管縮小に対して、メチル型5 μ gの投与で効果が現れ、それ以上では完全に血管縮小を抑制した。したがって、これは薬として使用しうる。Zilliken 1、これは6,7-dihydroxy-methoxyisoflavoneを名付けたものであるが、50 μ g/mlでnorepinephrineあるいはnoradrenalineが原因の血管縮小は完全に消失した。Zilliken 1には別の効果も見出された。浮腫という病気があるが、Zilliken 1はこれにも効く。ラットに50mg/kgを静脈投与すると、効き目が現れる。浮腫には、D-ガラクトサミン型、やけど後遺症型、ガン型の3つがあるが、60匹のラットの実験で効果をみると、ガラクトサミン型の40%、やけど後遺症型の13%に効果がみられ、D-ガラクトサミン型の浮腫に効果があることが分かった。最後に、イソフラボンは、事実上毒性がないことが確認された。500mg/kgをラットに投与しても、いかなる影響がみられなかった。

3. コレステロール減少効果⁶⁾

さきに、DARWIN KARYADI の発表した、「慢性的下痢病による栄養失調からの栄養学的回復」を紹介したが、かれはさらに、SOESANTO MANGKUWIDJOJO の研究 (Observation of hypocholesterolemic effects of tempeh. National Symposium on Tempeh. Jakarta, April 15~16, 1985) を次のように紹介している。SOESANTO MANGKUWIDJOJO は、テンペの薬理効果について、血中コレステロールレベルと、肝臓やラット大動脈の組織学的変化から検討した。実験は、40 匹のラットを 10 匹ずつ 4 つのグループに分けて行った。グループ I には、コントロールとしてコーンミール 100% を与え、グループ II には、コーンミール 80%、豚脂肪 20% を与え、グループ III には、コーンミール 70%、豚脂肪 10%、テンペ 20% を与え、そしてグループ IV には、コーンミール 80%、テンペ 20% を与えた。餌は自由摂取とし、2 週間ごとに血中コレステロールを調べるとともに、4 カ月後解剖し、肝臓やラット大動脈の組織学的変化を調べた。その結果、グループ II に、血中コレステロールの増加とともに、肝臓やラット大動脈に病的変化が見られたが、他のグループには病的変化はみられなかった。グループ IV では、血中コレステロールの低下に関し、ポジティブな結果が認められた。かれは、テンペによる血中コレステロール低下の原因は、レクチン、ナイアシン、シトステロール、ならびに不飽和脂肪酸によるものではないかと推定している。

以上、消化系の抗菌による生体調節機能、抗酸化能ならびに抗酸化性物質の薬理活性、コレステロール減少効果について紹介した。なお筆者は、薬理活性のある生体

調節機能をテンペに求めて、期待される効果があるであろうかという疑いを抱いていたが、こうしてみると、否定せざるを得ないと考えようになった。

＜農林水産省熱帯農業研究センター＞

文 献

- 1) 荒井綜一：醸協，85，(1) 2 (1990)
- 2) 福山忠男：食品と科学，1，93 (1990)
- 3) C. W. HESSELTINE：Mycologia，57，149 (1965)
- 4) W. SHURTLEFF and A. AOYAGI：The Book of Tempeh, Harper & Low, Publishers, p. 35 (1979)
- 5) H. L. WANG, J. J. ELLIS and C. W. HESSELTINE：Mycologia，64，218 (1972)
- 6) D. KARYADI：アジアの無塩発酵大豆食品，相田浩，上田誠之助，村田希久，渡辺忠雄編，(STEP 発行)，p. 112 (1986)
- 7) D. H. CALLOWAY, C. A. HICKEY and E. L. MURPHY：J. Food Sci., 36，251 (1971)
- 8) 太田輝夫，海老根英雄，中野政弘：食糧研究所報告，18，67 (1964)
- 9) P. GYÖRGY：Meeting Protein Needs of Infant Children, publication 834, p. 281 (1969) (村田希久大阪市立大家政紀要，18，19 (1971))
- 10) P. GYÖRGY, K. MURATA and H. IKEHATA：Nature，203，870 (1964)
- 11) H. IKEHATA, M. WAKAIZUMI and K. MURATA：Agr. Biol. Chem., 32，740 (1968)
- 12) K. MURATA, H. IKEHATA, Y. EDANI and K. KOYANAGI：Agr. Biol. Chem., 35，233 (1971)
- 13) 村田希久，藤田和子：生化学，44，496 (1972)
- 14) 福山美穂，平井 和子，村田 希久：生化学，47，771 (1975)
- 15) 渡辺忠雄：食品工業，6 下，p. 35 (1984)
- 16) H. C. JHA：アジアの無塩発酵大豆食品，相田浩，上田誠之助，村田希久，渡辺 忠雄，(STEP 発行)，p. 199 (1986)

●執筆者紹介 (順不同・敬称略)

岡田 憲幸＜Noriyuki OKADA＞

昭和22年6月5日生れ＜勤務先とその所在地＞農水省熱帯農業研究センター，〒305 茨城県つくば市大わし1-2＜略歴＞昭和50年名古屋大学修士課程農学研究科修了，50年農水省食品総合研究所入所，平成2年4月より農水省熱帯農業研究センター＜抱負＞発酵食品について，より深い知見を得たい＜趣味＞テニス，家庭菜園，近じかゴルフを始めたいと思っている。

高田 善浩＜Yoshihiro TAKATA＞

昭和35年8月6日生れ＜勤務先とその所在地＞サッポロビール(株)醸造技術研究所，〒425 静岡県焼津市岡当目10＜略歴＞昭和58年東京大学農学部農芸化学科卒，59年サッポロビール(株)入社，中央研究所（現醸造技術研究所）勤務，63年4月より本年3月まで(株)醸造資源研究所に出向の後，現在に至る＜抱負＞おいしいビールを産みだす酵母とはなにかを分子生物学的に追求すること＜趣味＞スキー，音楽鑑賞，おいしい酒をおいしい肴で飲むこと。