

新版まえがき

食品成分に備わっている特殊な生理機能を、これまでの受け身のカロリーや栄養価ということだけでなく、より積極的に活用しようとする考えから生まれたのが「機能性食品」であり、その誕生には21世紀における高齢化社会への対応の意味もある。

65歳人口は2010年に3,000万人を上回り、2020年には3,612万人、2042年には3,878万人へと急速な増加を続けると推計されている。それに伴い医療費は年々増加し、2009年度には36兆円を超え、そのうち約20兆円を65歳以上が占めている。また、生活習慣病の低年齢化の進行が問題となっている。

このような社会的要求を背景にして誕生した機能性食品は、国民の健康の保持増進や疾病の予防に支え得る食品になるものと期待され、1991年に法制度が発足、1993年6月に「特定保健用食品」第一号が誕生した。前書が創刊された1995年には、まだ21件だった特定保健用食品も現在では1,000件を超えるまでになった。ヘルスクレーム（健康強調表示）も大きく7分野にカテゴライズされ、「肌」など新規ヘルスクレームの審議も進んでいるようである。

しかしながら、食品の効能に関する分野は、これまで一種のタブーとされた領域であり、100の良い結果があっても1の悪い結果が命取りになってしまう。今、テレビやマスコミで声高らかに伝えられていることが事実とは限らず、本当に明らかにされるには少なくとも半世紀は必要である。

著者は、機能性食品、とりわけ日本の伝統食品である納豆の研究を通じ、血栓溶解に働く酵素ナットウキナーゼを発見し、様々な媒体で紹介してきたが、「食品機能学」とは医学でいう「生理学」にあたると考えている。

前書「食品機能学への招待—機能性食品とその効能—」は、一度も筆を入れることなく約20年もの間、栄養学、食品学、薬学、工学、医学関係の学生、院生のテキストまたは参考書として愛用頂いた。改訂にあたっては、「各疾患と食品の機能性」をそのままに、前書でも尽力頂いた矢田貝智恵子氏の協力を

得て栄養学的な視点を含め、テンペ、ポリアミンなどの新しいカテゴリーの紹介、そして好評であった新聞連載のコラムをできるだけ多く取り入れた。また、最大の特徴は、納豆や麴、焼酎など我が国の誇るべき発酵食品、醸造食品について最新のデータを書き入れたことである。

本書発刊にあたり、前書発刊およびその後改訂の依頼に足繁く通って来られた故石山慎二氏、秀島功社長に深謝致します。

2013年3月

倉敷芸術科学大学・生命科学科教授 須見 洋行

も く じ

I 食品の機能性

機能性食品	2
背 景	2
コラム 「機能」とは	2

II 各種疾患と食品の機能性

高 血 圧	8
コラム 高血圧とは	9
食塩摂取量	14
ケール中毒性	17
アレルギーと免疫	19
コラム 口腔アレルギー症候群	21
ソバ（蕎麦）	23
ゴキブリとアレルギー	24
悪性新生物（がん）	26
コラム ヤマイモ類	30
植物性食品による腫瘍壊死因子の誘導	31
がんの食事療法	37
東洋の神秘“みそ”	38
β -カロテン	39
身の回りの発がん物質	42
血 栓 症	43
コラム 脳卒中	45
過ぎたるは及ばざるが如し	47
血のめぐり	49
コーヒーか紅茶か	50
ナットウキナーゼの単位	51
民間療法	51
血栓予防に桜餅	54
禁酒の繰り返し	54
痔の対策	55
肝 疾 患	57
コラム 胆石の予防	58
熊の肝	60
肝臓にカンゾウ	62
強肝食シジミエキス	62

糖 尿 病	64
コラム コーヒー	65
画期的な治療法「マゴットセラピー」	66
食物の種類と血糖指数（グリセミック・インデックス）	68
痛 風	70
コラム 帝王病	70
トリヤヘビのオシッコ	71
骨粗鬆症	73
コラム 高齢化社会と骨粗鬆症	81
食欲, 肥満	82
コラム トウガラシとピーマン	84
疲 労	87
コラム 疲労の評価法	89
認知症, 記憶学習能低下予防	92
コラム EPA は魚ばかりではない	94
DHA	95
脳に効く食べ物	96
エイズ (AIDS), そのほか	97

Ⅲ 食品の機能性と機能性素材

機能性素材	100
1 機能性糖質	100
2 食物繊維	102
コラム 食物繊維測定法	105
3 ポリアミン類	107
コラム 短鎖脂肪酸の生理作用	107
4 キチン, キトサン	108
5 クロレラ	110
6 乳酸菌	110
7 杜仲 (茶)	111
8 ドクダミ	112
9 紅 麹	112

コラム 柑橘系の香り	113
10 培養ニンジン	114
11 ハトムギ	115
12 ニンニク	115
13 ホワートルベリーエキス	118
14 CPP (カゼインホスホペプチド, カルシウムホスホペプチド)	119
コラム オリゴ糖の市場調査	120
15 EPA (エイコサペンタエン酸)	121
16 DHA (ドコサヘキサエン酸)	122
17 抗酸化物質	122
コラム DHA の過剰には注意	124
抗酸化物質	131
サシミのツマ	137
18 香 り	138
コラム 香気成分ピラジン	141
世界の伝統食品, 生薬	144
1 伝統的発酵食品	144
コラム 発酵と腐敗	145
世界の薬味「ショウガ」	146
2 漢方・生薬	147
コラム 薬膳メニューの例	148
3 アーユルヴェーダ	150
4 ジャムウ	154
生理機能成分の測定法	160

Ⅳ 今後の課題および法律面

機能性食品の技術的基盤	170
特定保健用食品開発の背景	171
コラム 米国での機能性食品の挫折	173
我が国初の「特定保健用食品」	175
機能性食品制度	176

コラム 栄養改善法第12条第1項…176

特定保健用食品……………177

許可基準と必要期間……………178

標示事項……………180

V コラム

小豆…184 シソ（紫蘇）…184 ワサビ…185 サツマイモ…186 苦くて食べられない卵…187 貯古齡糖…187 胃腸薬に用いられている納豆菌…188 発芽する植物…188 柚…189 コンニャクは砂おろし…189 トマト…190 ナス…190

事項索引……………193

機能性食品索引……………196

I 食品の機能性

機能性食品

「機能性食品」は、主として天然物由来の食物に、現代科学技術の水準にかなう設計・加工および変換などを施すことにより、体調調節機能を持つ食品成分を合理的に摂取することができるようにした食品である。

その特徴は、三次機能成分が設計された形で含まれ、その機能が表示されたものであること、通常摂取する食品として、一・二次機能もそなえ、食品としての自然な受諾性を持つとともに、非常識な摂取のケースを除き、長期間の摂取も十分可能なものであるということである。

この「機能性食品」は我が国の法律では「特定保健用食品」という枠組みの中で数多くの食品素材が研究開発されている。

背景

食品を栄養面ばかりでなく、含まれる個々の生理作用面をより積極的に「病気の予防」に利用しようといった新しい食品が「機能性食品」であるが、その背景には、第一に高齢者の著しい増加という社会問題がある。図1は、年代別の人口変化をグラフにしたものである。これを見ると1935年から1980年、2050年への時の経過とともに、きれいなピラミッド形から四角形、そして釣鐘型から壺型への変化、その分だけ65歳以上のいわゆる“高齢者人口”の激増していることがわかる。我が国の医療費は年々着実に増加している。今後を

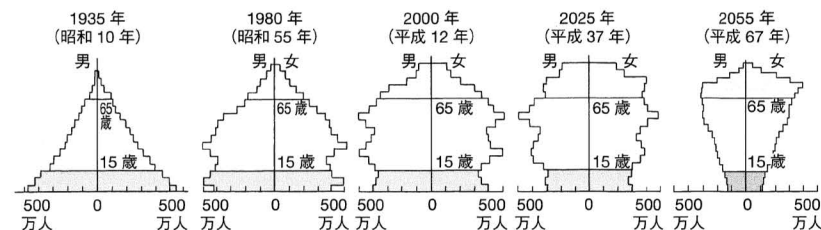


図1 我が国の人口ピラミッドの変化
国立社会保障・人口問題研究所 (2006)

予測して、当時の厚生省も法律上は治療目的しかない「薬」にかわるものとして、予防目的の「食」を重視せざるをえなかったわけである。また、背景の第二番目として、健康食品の見直しがある。これまで野放し状態であった健康食品を健康の保持増進や疾病の予防等に明らかな効果のある食品とそうでないものを差別化しようというものである。さらに、著者個人の考えでもあるが、国民の「公害への恐れ」のようなものも機能性食品への期待の裏にありそうである。いずれにせよ、許可を受ければそれが効能のある体に良いものとしての御墨付きがもらえ、偽物は次第に排除されるというわけである。これらの考え方が受け入れられるようになったのは、我が国が経済的に豊かになるにつれて国民の価値観が変化して健康志向が高まったこと、科学技術の進歩により機能成分の分析、生産技術の進んだこと、また一方では、健康食品の行政指導に関しては十分な法的根拠がなかったために健康障害に関するいろいろの問題が生じていたことなども要因といえよう。その全てを食品が原因とする決定的な根拠も少ないものの、多くの産業分野で発がん物質の非常に多く使われるようになった1970年代頃からアトピー、小児喘息などの慢性のアレルギー疾患、そして奇形児出生率などが増えていることも確かである。そして、一方で各種健康関連食品の消費量は激増している。体に良いと感じる食材、例えば、ヨーグルト、ジュース（天然果汁）、栄養剤などの増加とともに、我が国の最も古典的な食品である納豆などの売れ行きも伸びている。新しい目で「食品」とは何かを見直し、考えていかねばならない時期がきているのである。

表1は厚生省（現厚生労働省）が1989年4月の「機能性食品懇談会」から

「機能」とは

食品には、これまで一般に2つの機能があると考えられてきた。第一の機能は、生命を維持する機能で、栄養機能と呼ばれているものである。第二の機能は感覚に訴える機能、つまりおいしさを感じさせる感覚機能である。このほかに最近第三の機能として注目されるようになったのが高次の生命活動に対する調節機能であり、それがいわゆる“機能性食品”に求められているところである。具体的には、アレルギーの低減化や免疫能力を高めるなどの生体防御機能、高血圧、糖尿病、腫瘍、先天的代謝異常などを防止し、回復する機能、神経活動や消化作用を調節する機能、過酸化脂質生成を抑制して老化を防御する機能などを指す。

表1 機能性食品連絡会の作業部会

作業部会名	例示品目
(1)食物繊維作業部会	コムギふすまファイバー、ペクチン、カラギーナン、アルギン酸、カンテン、ポリデキストロース、キチン、キノコ培養物等々
(2)オリゴ糖作業部会	サイクロデキストリン、イソマルトオリゴ糖、キシロオリゴ糖、フラクトオリゴ糖、ガラクト（ダイズ）オリゴ糖、異性化乳糖、パラチノース等々
(3)糖アルコール作業部会	マルトール、還元パラチノース、還元水あめ等々
(4)多価不飽和脂肪酸作業部会	ω -6系・リノール酸、 γ -リノレン酸、ジホモ・ γ -リノレン酸、アラキドン酸、 ω -3系・リノレン酸、エイコサペンタエン酸、ドコサヘキサエン酸
(5)ペプチド類およびタンパク等作業部会	乳カゼインをトリプシンで分解して得た疎水性アミノ酸リッチペプチド、LPP、OPP、CPP、ラクトフェリン、植物ペプチド、グロブリン、グルタチオン、タウリン等々
(6)配糖体・イソプレイクドおよびビタミン類作業部会	フラボノイド、サポニン類、ボルフィリン、トリチルペノイド、アスパルテーム、カロチノイド、植物性ステロール、ステビア抽出物等々、トコフェロール、レチノール、スクアレン、アスコルビン酸等々
(7)アルコール（アルコールおよびフェノール類）作業部会	オクタコサノール、 γ -オリザノール、カテキン、没食子酸等々
(8)コリン（複合脂質）作業部会	レシチン等
(9)乳酸菌類作業部会	乳酸菌、ビフィズス菌等々
(10)ミネラル作業部会	牛骨カルシウム、乳清カルシウム、魚骨粉カルシウム、風化造礁サンゴ粉カルシウム、マグネシウム等々
(11)その他作業部会	ガムベス、スコルジニン、アリイン、テセン酸他等々

の中間答申に基づいて開いた、民間260社による機能性食品に関する検討のための11の作業部会の内容を示したものである。また、産業界でも極めて大きな市場になるということで、当時数多くの新規素材の候補が上げられていた（表2）。

以下の章では、機能性食品に関するおもな対象疾患とそれに適応できる可能性のある食品素材と生理作用（効能）についてまとめてみる。

表2 機能性食品例（当時）

食品の名称	機能成分	予想される機能
オビオイドペプチド強化牛乳・小麦など	オビオイドペプチド	中枢神経調節機能 腸管蠕動抑制機能
核酸強化パン・魚類など	核酸	吸収機能調節機能、循環器系改善機能、心筋代謝賦活機能、性欲減退予防機能、放射性防護機能、皮膚基底細胞賦活機能、骨髄細胞賦活機能、眼精疲労聴覚障害改善機能、けいれん治療機能、夜尿症治療機能、脳老化防止機能
小麦胚芽強化加工食品	オクタコサノール	抗ストレス機能、体力耐久力増進筋肉疲労回復機能、抗腫瘍機能
α -リノレン酸強化加工食品	α -リノレン酸	アレルギー低減化機能、抗炎症機能
レクチン強化煮豆等加工食品	レクチン	リンパ系刺激機能
キチン・キトサン強化食品	キチン・キトサン	細胞免疫強化機能、血液凝固阻止機能
マリノクロレラ	マリノクロレラ	高血圧防止機能
コンドロイチン硫酸強化加工食品	コンドロイチン硫酸	肝疾患予防作用機能、コレステロール制御機能、腎疾患治療機能、肩頭痛治療機能、神経痛関節痛治療機能
SOD強化加工食品	スーパーオキシジスムターゼ	活性酸素障害予防機能、脂質過酸化抑制機能
EPA強化加工食品	エイコサペンタエン酸	コレステロール制御機能、血小板凝集抑制機能
EPO強化加工食品	エリスロポイエチン	コレステロール制御機能、造血機能調節機能、脂質代謝異常治療機能
ギムネマ・シルベスタ強化食品	ギムネマ・シルベスタ	糖尿病予防機能
ナットウキナーゼ強化加工食品	ナットウキナーゼ	血栓溶解機能

■参考文献

- ・篠原和毅：生理的機能性，Foods Biotechnology，産調，p.288（1988）
- ・日本栄養・食糧学会編集部：栄食誌，42，331（1989）
- ・荒井宗一：醸協，85，2（1990）
- ・細谷憲政：食衛誌，31，373（1990）
- ・太田周司：醸協，85，834（1990）
- ・食品と開発編集部：食品と開発，26，1（1991）
- ・奥 恒行：栄食誌，51，185（1993）

Ⅱ 各種疾患と食品の機能性

高血圧

現在、日本人の死因のトップをしめるのは悪性新生物（がん）ということになっているが、2、3位の心臓病と脳卒中をたすと1位の悪性新生物（がん）と大差ない。そしてそれらの引き金になっているのが高血圧であるから、この高血圧を予防する食品は最も重要な研究目標となる。

降圧作用を示す食品成分の研究は高血圧自然発症ネズミ（SHR）および脳卒中易発性ネズミ（SHR-SP）の開発（Okamoto, 1974）に負うところが大きい。これらのネズミは京都大学病理学教室にいた多くのネズミの中から選ばれ、交配を繰り返して作り出されたものである。

① アミノ酸、タンパク質

これまで、動物実験をもとに含硫アミノ酸としてメチオニン、そしてタウリンが高血圧発症を抑えることが確認されている。また、SHR-SPは寒冷刺激に対して交感神経が興奮しやすく、普通のネズミ（WKY）に比べて尿中のカテコールアミンの排泄量が増加するが、タウリン摂取はその排泄量も抑える。寒冷刺激は中枢性に副腎からのエピネフリン、末梢神経からのノルエピネフリンの分泌を促すが、タウリンがそのような交感神経機能に何らかの影響を与えていると考えられている。

一方、図1はリジンとプロリンをSHR-SPへ食べさせたときの効果であるが、リジンはSHR-SPの血圧上昇に対する効果はタウリンに比べて顕著ではないものの、脳卒中の発症を強力に抑制する。一方、プロリンは血圧を上昇させ脳卒中の発症率を高める。

各種のタンパク質は、その摂取により一般にアミノ酸の場合ほど血圧への影響はないが、脳卒中の発症を予防すること、特に食塩による脳卒中発症に対する抑制効果のあることが知られている。家森ら（1987）は動物性タンパク質の中でも特にオキアミが高血圧および脳卒中発症の抑制に効果的で、動物の平均寿命を延ばすと報告している。




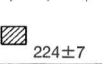

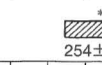

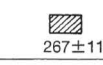
実験群 (ラット数)	アミノ酸 (%)	脳卒中頻度 (%)	生後25週目の血圧 (mmHg)
普通食 (30)	—	 (87)	200 220 240 260 
リジン (7)	1.5	 * (14)	 224±7
プロリン (9)	1.2	 (100)	 * 254±9
リジン +プロリン (10)	0.75+0.6	 (60)	 267±11

図1 SHR-SPにおける各種アミノ酸含有量の血圧と脳卒中発症に及ぼす影響
* 普通食群との有意差 ($p < 0.05$)
家森ら (1987)

高血圧とは

WHO（世界保健機構）では血圧 160/95 mmHg 以上を高血圧と定義しているが、我が国では、日本高血圧学会が発表している高血圧治療ガイドライン 2009（表1）に基づき、収縮期血圧（最大血圧）が 140 mmHg 以上、あるいは拡張期血圧（最小血圧）が 90 mmHg 以上（あるいは両方）を高血圧としている。

高血圧はよほどひどいものでない限り自覚症状*がなく、放っておくと少しずつ動脈が傷んでくる。粥状硬化、中膜硬化および細動脈硬化はほとんど高血圧が原因で起こるとされる。そして、当然ながら血管の損傷、血流不全はじわじわと全細胞の活性に影響する。高血圧が最大の生活習慣病といわれるゆえである。

表1 成人における血圧値の分類

分類	収縮期血圧	かつ	拡張期血圧
至適血圧	<120		<80
正常血圧	<130		<85
正常高値血圧	130~139	または	85~89
I度高血圧	140~159	または	90~99
II度高血圧	160~179	または	100~109
III度高血圧	≥180	または	≥110
(孤立性) 収縮期高血圧	≥140	かつ	<90

(高血圧治療ガイドライン 2009)

* サイレントキラー（静かなる暗殺者）
自覚症状がほとんどないため、じわじわと進行し、放置しておくとも命に関わる病気の原因になる。

現在、我が国にこの高血圧症の人口が4,000万人以上いるとされ、その割合は30歳以上では男性で60%、女性で45%となっている（厚生労働省、2012）。また、その若年層による発症増加が問題となっている。

高血圧は、本態性高血圧（一次性高血圧）と続発性高血圧（二次性高血圧）に分類され、我が国では90%以上が本態性高血圧とされる。

本態性高血圧は、原因や発症機序が不明なことが多いが、遺伝的な因子に加え、生活習慣等の環境因子が複雑に絡み合って発症するとされる（モザイク説）。その中で、最も重要なものの一つに食塩過剰摂取がある。食塩過剰摂取による血圧上昇や心血管病リスク増加および減塩による降圧作用や心血管病リスクの低下については数多くのエビデンスがあり、また、胃がんや脳卒中に関連すると科学的に証明されたことから、我が国では「日本人の食事摂取基準（2010年版）」において男性の1日の食塩摂取量の目標値が9g未満、女性が7.5g未満という目標値があげられている。

一方、続発性高血圧は、血圧上昇の原因となる何らかの疾患があり、腎性高血圧や心・血管性高血圧、内分泌性高血圧等がある。その中で、代表的な疾患が腎性高血圧であり、高血圧症全体の約10%を占める。腎性高血圧の多くは、レニン-アンジオテンシン-アルドステロン系の活性化が原因で起こる（図2）。

アンジオテンシンは、ポリペプチドの一種で、活性をもたないIと昇圧作用を持つII～IVがある。アンジオテンシンは、アンジオテンシノーゲンからレニンの作用によって、アンジオテンシンIが作り出され、これがアンジオテンシン変換酵素（ACE）によってC末端の2残基（ヒスチジルロイシン）が切り離され、血管収縮作用と昇圧作用の強いアンジオテンシンIIに変換される。さらに、アンジオテンシンIIは、副腎皮質に働きかけて腎臓での塩分と水分の保持量を増加させるアルドステロンの分泌を促進し、血圧を上昇させる。

一方で、血圧が上昇すると、腎臓髄質からカリクレインやキニンが分泌され、血管を拡張させて血圧を下げる（図3）。また、ブラジキンはホスホリパーゼA2を活性化し、血管拡張作用を持つプロスタグランジンE2の産生を促進して血圧を下げる。また、最高血圧（収縮期血圧）が100mmHg以下に低下すると、再び腎臓からのレニン分泌が促進され、血圧上昇に傾く。

このACEを阻害することで、血圧を下げる降圧薬が実用化されている。

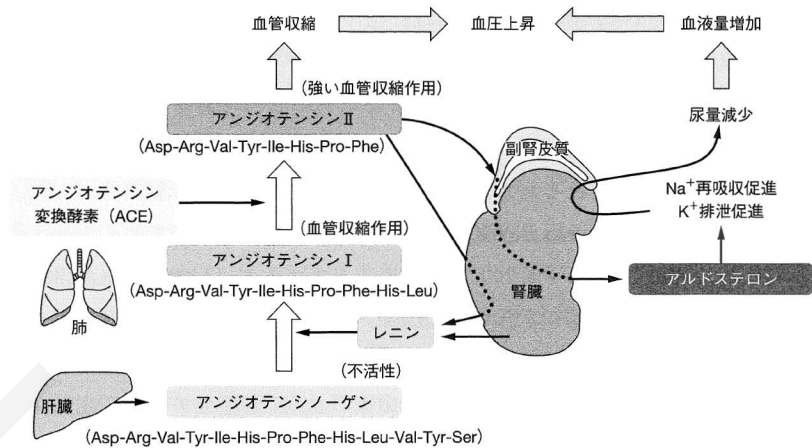


図2 血圧上昇作用（レニン-アンジオテンシン-アルドステロン系）

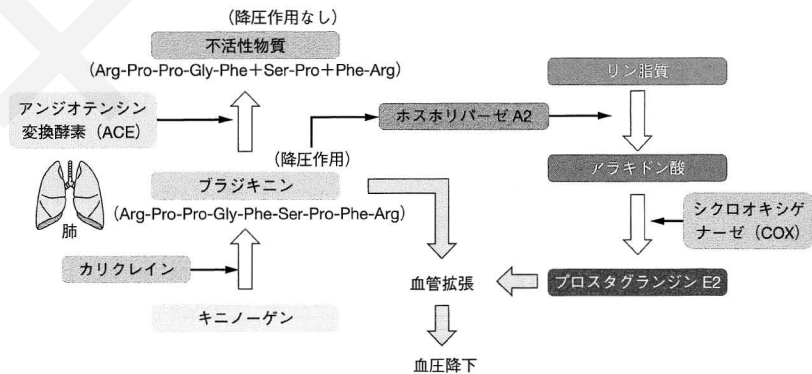


図3 血圧降下作用（カリクレイン-キニン系・プロスタグランジン系）

2 タンパク分解産物（ペプチド性降圧物質）

食品中のタンパク質の多くは、当然のことながら、胃および小腸の消化管プロテアーゼにより、アミノ酸、ペプチドに加水分解され腸管より吸収される。食品タンパク質が消化分解されて生成する数多くのペプチドの中には、吸収された後、あるいは腸管内において何らかの生理機能を示すものがあると考えられるが、既知タンパク質のアミノ酸配列に特別に頻度の高い並び方は見当らな

Ⅲ 食品の機能性と 機能性素材

8 ドクダミ

北海道を除く全国に分布しているドクダミ科の多年草である。

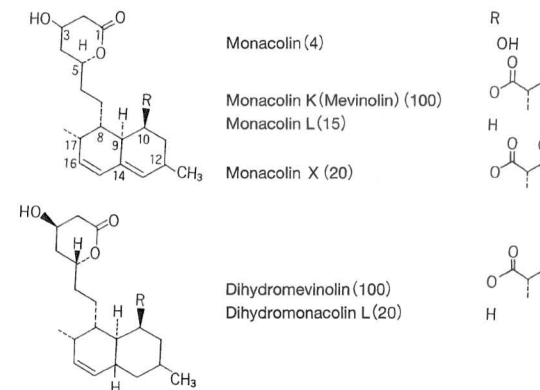
薬効については古来、ゲンノショウコ、センブリと並んで三大民間薬と称され、おできの貼り薬や利尿剤として重宝されてきたが、最近では化粧品、ドリンク剤からパンにまで使われている。

悪臭の成分デカノイルアセトアルデヒドには抗菌作用、クロロフィルは肉芽組織の再成を促進する作用、クエルシトリンとイソクエルシトリンには強力な利尿作用がある。また、最近発見された *N*-4-ヒドロキシステチルルベンザミドには血小板凝集抑制作用があり動脈硬化や脳卒中、心臓病の予防、そして血液循環、新陳代謝をよくすることから肌を白くしたり、シミを防ぐ美肌効果が説明されている。

9 紅 麹

紅麹は、消食活血（消化を助け、血の巡りを良くする）、健脾燥胃（内蔵の働きを良くし、胃の調子を整えてむかつきをとる）などとして、「本草綱目」にも記されており、発酵食品としてだけでなく、伝統医療として利用されてきた長い歴史がある。

食品としては、紅色系色素を生成する *Monascus* 菌が食品の着色剤、肉類の保存剤、紅酒、豆腐の麴漬け（豆腐よう）などに古くから利用されてきたが、近年、主要色素モナスコルブリンに強いがん予防効果のあること、降圧作用・昇圧抑制作用（樽井，1993）の他、コレステロール低下作用など、紅麹の機能が明らかになり、我が国でもコレステロール低下作用については、紅麹菌の一種である *M. ruber* から血中コレステロール低下作用の強いモノコリン K など一連の生理活性物質（図2）が見出されている。その作用機序は、モノコリンがコレステロール合成に必要な HMG-CoA（ヒドロキシメチルグリタリル CoA）還元酵素の働きを阻害し、細胞内でのコレステロールの合成が抑えられる。それにより血中コレステロールの細胞への取り込みが増え、その結果、血中コレステロールが低下するというものである。アメリカでは「レッド・イー



（カッコ内の数値はコレステロール合成阻害活性の大体の相対値を示す）

図2 *Monascus* 属の産生するモノコリン関連物質
伊藤（1988）

スト・ライス」と呼ばれ、コレステロール対策のサプリメントとなっているが、その目的でサプリメントを使用する場合、1200～2400 mg/日が有効とされている（Li Z. *et al.*, *J. Altern. Complement. Med.*, 11 (6) : 1031-1038, 2005）。精

柑橘系の香り

食品中の香りの中で、最も微量で身体に影響を及ぼす物質が柑橘系の香りである。

例えば、シトラールはその香りからリラックス効果やリフレッシュ効果があるとして人気があり、空調で会議室などに流すことで、眠気を払い、会議への集中力を高めようとする企業もある。しかし、これらは人に対しての話であり、それが微生物にとってみると大変なことになる。

シトラールの香りは、人にとっては良いが彼らにとっては“死の香り”であり、病院で使われる消毒薬「フェノール（石炭酸）」よりも強力である。また、この香りはショウジョウバエにとっても毒ガスであり、瓶の中にレモンの皮1gを入ただけで死んでしまうという。

また、あのバラの香り（ゲラニオール）もフェノールの7倍、ジャコウ草の香り（チモール）は20倍一と、ヒトにとっては一石二鳥の香り成分である。

世界の伝統食品, 生薬

1 伝統的発酵食品

我が国にも古くから一般大衆に親しまれた生薬, 万金丹, 陀羅尼助, 中將湯 (鈴木, 1991), ナスの黒焼 (小泉, 1921) などは機能性素材の宝庫といえよう。

また, 日常我々が口にしていて日本の発酵食品中にも多くの伝承的効能が知られている。

▶ 納豆

納豆は, 我が国で1,000年以上食べられて来た歴史があり, 納豆は納豆菌 (*Bacillus subtilis natto*) を蒸煮大豆に接種して作る。

古来から利用されている食用納豆菌と飼料用納豆菌を用いた発酵による有用成分の比較を行った実験では, 飼料用納豆菌による発酵物は, 赤い胞子を形成し, その中にはナットウキナーゼ活性がほとんどないことが明らかになっている (須見ら, 2011)。分離的には, 納豆菌は枯草菌の亜種ということになるが, 枯草菌の生産するプロテアーゼ (サブチリシンやトリプシンなど) と納豆菌の生産するナットウキナーゼは別物であり, 真の納豆菌はナットウキナーゼを産生するということである。つまり, ナットウキナーゼを生産する納豆菌で発酵させたものが, 納豆の定義ということである。

納豆には, これまで血栓溶解作用, 血圧降下作用, 制がん, 骨粗鬆症予防など様々な機能性についての報告がある (須見, 1990) が, 近年, カリクレイン-キニン系による血圧降下作用 (Ikeda S. *et al.*, 2007), エラスターゼやコラゲナーゼ活性 (Sumi H. *et al.*, 2011) についても明らかになってきている。

▶ テンペ

テンペは大豆を *Rhizopus* 属糸状菌で培養したインドネシアの伝統的な食品である。テンペは, 納豆のようなニオイや粘りがなく, 基質の大豆と同様の栄養機能をもつ他, 抗菌性, 慢性的下痢症への効果, 整腸, 抗酸化, コレステロー

ル減少効果など, 様々な機能性を有する (岡田, 1990)。

最近では, テンペにポリアミンが多く含まれていることから注目されている。ポリアミンは, 老化や生活習慣病の原因である“炎症”を抑制することが報告されており, 老化防止などアンチエイジング効果, 動脈硬化などの生活習慣病の予防が期待されている (第III編, ポリアミン参照)。

また, テンペのアミダーゼ活性は比較的強く, カルシウムイオンやマグネシウムイオン存在下で数倍高まることが分かっている (Sumi H. *et al.*, 2011)。さらに, 常圧蒸留により初留分画中にADP, コラーゲンを惹起物質とした場合に血小板凝集を抑制する強い活性が認められており, その物質は分子量が小さく, 吸収されやすいものと考えられている (Sumi H. *et al.*, 2011)。

▶ 焼酎

本格焼酎は日本古来の蒸留酒として, 主に南九州で生産・消費されてきた。それが, 1980年代から現在に至るまでのブームによって全国に拡がり, 日本の代表的な蒸留酒としての地位を確立した。消費が拡大した一因として, 本格焼酎の“酔い醒めが良く, 二日酔いになり難い”といった一般的な経験論によるものと考えられるが, 科学的根拠は明らかにされていない。

発酵と腐敗

発酵食品というと, 味噌や醤油, 納豆, ヨーグルトなどを思い浮かべるであろう。発酵とは, 微生物を用いて糖やタンパク質を分解させ, ヒトの生活に有用な食品を作り出すことをいう。では, 「くさや」はどうだろう。初めて臭った人はきっと「腐っている」と思うのではないだろうか。しかし, 「くさや」はれっきとした発酵食品である。くさやは, 開いた新鮮な魚を, くさや液に8~20時間位漬け込み, くさや液をよくなじませてから真水で洗浄し, 天日で1~2日位干して作る。できたくさやは, 普通の干物と比べると2倍近く保存が効く。それは, くさや液中に存在する微生物 (ほとんどが *Corynebacterium* 属の細菌) のためであり, それらが生産する抗菌物質により他の食中毒菌や腐敗菌は増殖できないからだ。「ふなずし」や「しょっつる」なども同じで, 発酵と腐敗は, 食品や微生物の種類, 分解されてできた物質の違いによるものではなく, ヒトの価値観によって決まるのである。