

日本食からみる発酵食品の多様性と日本人の健康—肥満を中心に

河野 一世* 柴田 英之**
Kazuyo Kono Hideyuki Shibata

はじめに

近年、肥満は地球的規模で増加し、すでに肥満人口が飢餓人口を上回り、先進国だけでなく開発途上国でも深刻な問題になっているといわれている。しかも、肥満は人の健康を脅かすことが科学的に証明され、肥満と疾病との関係が明らかになってきた。

日本でも、2008年4月よりメタボリックシンドローム¹⁾の概念を基準とした「特定検診・特定保健指導」が義務化された²⁾。このことにより日本人の間でも肥満に対する関心は一層高まったといえよう。一方、平成19年度の国民健康・栄養調査報告³⁾によれば、1日の平均摂取熱量は、1,898 kcalと、1975年以降徐々に減少している。このように総エネルギー摂取量が減少しているにもかかわらず、肥満が増加している原因として、食事内容、食べ方、運動量など様々な要因が絡んでいると考えられる。しかし、日本の肥満人口は、先進諸外国の中でもそれほど多いわけではない。

ILSI Japan (日本国際生命科学研究機構) では、肥満が世界的に問題となるなか、日本人にはそれほど肥満が多くないことに着目して、「日本人の食生活と肥満」研究部会を立ち上げた。2006年から3カ年計画で、日本人に特有の食生活・食習慣と肥満との関係を調査研究することになった。

研究部会では、日本人に肥満がそれほど多くないのは、永年食べ続けてきた食材や食事形態に起因するのではないかと考えた。研究部会のあるグループは、“脂質摂取と肥満との関係”を、またあるグループは、“食事の摂取パターン(量)について他の先進国との違い”を調査し、筆者らのグループは、食素材である“日本の発酵食品”に着目した。

調査方法は、発酵、肥満、健康などに関する文献・書籍の検索、および該研究分野の有識者からの情報収集を行い、ディスカッションを重ね、これらに日本の食習慣・食文化の知見を加え考察することとした。日本における発酵食品と肥満を中心とした健康との関連性について、何らかの手

がかりを見つけることができれば、食育の観点からも、現在と将来の食のあり方に対して示唆を与えることができるかもしれないと考えた。

発酵食品とは

発酵食品には微生物が関与する発酵食品と、関与しない発酵食品がある。代表的な微生物として、かび、酵母、細菌がある。日本酒、味噌、醤油、みりん、かつお節などは、麹かびを主な発酵媒体として作られ、パンやアルコール飲料は酵母を主な発酵媒体している。漬物、チーズ、ヨーグルトなどは乳酸菌が、酢は酢酸菌が、納豆は納豆菌がそれぞれ媒体となって作られる。微生物が関与しない発酵食品には、原材料そのものもつ酵素が作用して作り出された紅茶、魚醤や塩辛などがある⁴⁾。発酵することによって、もとの素材より保存性がよくなり、栄養価も上がり、独特の香りやうま味が産生するという利点がある。発酵は、それぞれの国や地域の気候・風土に根ざしたものであり、人々はこれを利用して、その恩恵を受けてきた。

日本における発酵食品の特徴

1. 世界の発酵食品のなかでの位置づけ

日本の発酵食品の特徴と位置づけを、より明確に把握するために、世界の発酵食品が広範に紹介されている書籍⁵⁾をもとに発酵食品マップを作成した(図1)。これによると、東アジア、東南アジア、中東および欧州には多くの発酵食品が分布し、オセアニアおよび北南米では少ないことが読みとれる。乳文化をもつ中東から欧州地域では、チーズ、ヨーグルトなど動物性原料由来の乳発酵食品が多いのに対して、比較的湿潤な気候で古くから水田稲作が発達した日本を含む東アジアから東南アジア地域(アジアモンスーン地域)では、植物性素材や水産物を用いた多彩な発酵食品が存在する。

用途と原料の両面から考えると、日本の発酵食品は、味噌、醤油をはじめ、かつお節のようなだし素材も含めた広義の発酵調味料と、味噌、醤油、漬物、納豆などの植物原料由来の発酵食品が多いことも確認できた。

2. 特許出願件数からの調査

次に、発酵食品の国内での製造の現状と実態把握のために、特許庁のデータ⁶⁾をもとに、国内における1978年~1997年の発酵食品の特許出願傾向について調査した。

原料由来別出願件数では、動物原料由来の発酵食品の出

* 元財団法人味の素の文化センター
(Former) Ajinomoto Foundation for Dietary Culture

** ヤクルト本社中央研究所応用研究1部
(現在 Yakult U.S.A. Inc.)
(Food Development Department, Yakult Central Institute for Microbiological Research)

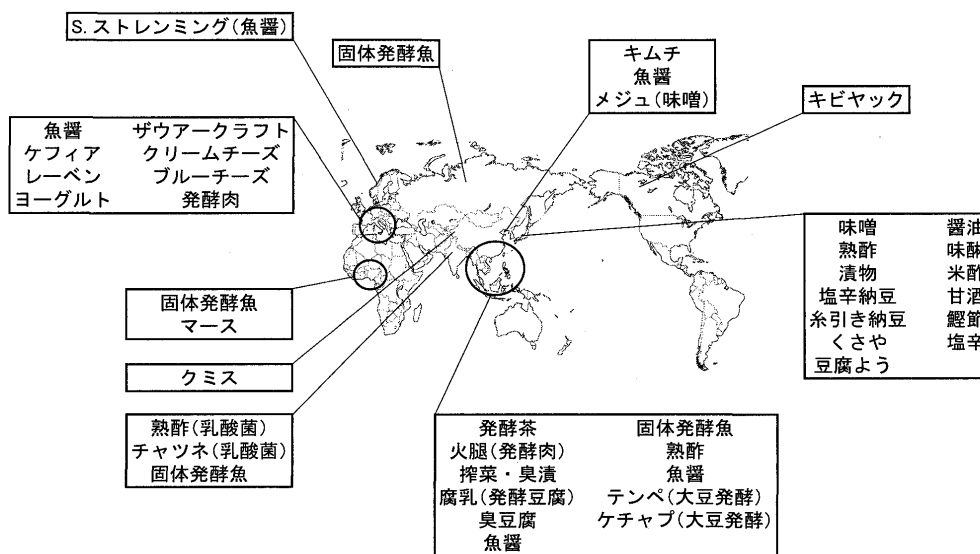


図1. 発酵食品マップ

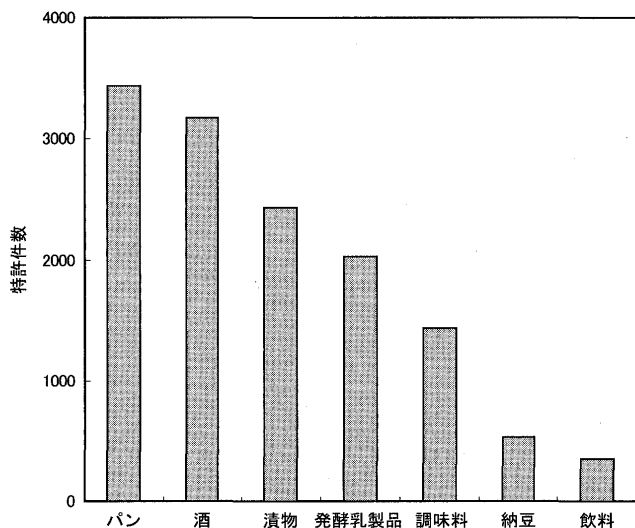


図2. 発酵食品における食品形態別特許出願件数 (1978~1997)

願件数 1,152 件に対して、植物原料由来の発酵食品の出願件数は 3,991 件と 3.5 倍ほど多いことが明らかとなった。また、発酵食品における食品形態別出願件数を図2にまとめた。その結果、出願件数が多い順にパン、酒、漬物、発酵乳製品、調味料（味噌、醤油、酢など）であった。パン、酒および発酵乳製品の特許出願件数は、欧米でも多い⁶⁾ことから、日本では、植物を原料とする漬物や調味料が多いといえる。

以上の調査より、日本には、調味料としての発酵食品が多様に存在すること、植物原料由来の発酵食品が多いことなどの特徴が明らかとなった。

調味料としての発酵食品（発酵調味料）

1. 日本の発酵調味料

調味料とは、食物の味を整え、料理全体の味・風味を豊

かにするなど調理の上で重要な役割を担っている。塩、砂糖をはじめ、発酵により複雑な味を作り出す味噌、醤油、酢、酒、みりんなど多くの種類がある。だし素材としてのかつお節も、江戸時代には醤油の前身として調味料として使われた⁷⁾ ことなども踏まえ、広義に捉えここでは調味料の範疇に含めた。

2. 発酵調味料の中のアミノ酸とその機能性

発酵調味料は、その工程でさまざまな成分の変化が起こり、複雑な呈味を有する。そこで筆者らは、それらの呈味成分のなかで、肥満予防に関連すると考えられる成分としてアミノ酸に着目し、主な発酵調味料およびその他発酵食品の遊離アミノ酸含有量について、社団法人日本栄養・食糧学会のホームページに掲載されているアミノ酸データベース⁸⁾を基に調査した。その結果を表1に示した。

1) 味噌や醤油中のグルタミン酸

表1から、大豆はアミノ酸の中でもグルタミン酸含有量が比較的多いことが読みとれる。さらに、大豆の発酵食品である味噌や醤油では、原料大豆に比べてグルタミン酸の含有量が顕著に増加している。欧米で食されるチーズ類と比較しても同等もしくはそれ以上である。チーズ類とは形状も食べ方も異なり、一概に比較するのは難しいが、永年にわたりほとんど毎食事ごとに食してきたことの意味は大きいと思われる。

最近の研究から、グルタミン酸に肥満予防の効果があるという知見が得られているので紹介する。

グルタミン酸は、「うま味」の主成分であり、食事をおいしくして嗜好性を高める効果がある。最近の研究によりグルタミン酸は、迷走神経を介して摂食や自律機能をつかさどる脳部位に作用し、消化液分泌や消化管運動に影響を及ぼしていることが分かってきた。3週齢のラットに高脂肪飼料飼育下で、普通の飲料水または1% L-グルタミン

日本食からみる発酵食品の多様性と日本人の健康—肥満を中心に

表 1. 各種発酵食品の遊離アミノ酸含量

食品名 (日本語名)	Asp	Thr	Ser	Asn	Glu	Gln	Pro	Gly	Ala	Val	Cys	Met	Ile	Leu	Tyr	Phe	Trp	Lys	His	Arg
醤油 日本	495	235	344	19	782		291	184	348	336	12	92	300	450	91	234		213	104	253
魚醤(いしる 日本)	1,059	609	585		1,383		424	536	908	745										
米麹味噌	190	70	120		340	10	120	80	140	120	3	30	120	210	140	170		170	40	210
糸引き納豆	110	150	180		760	30	210	140	180	310		120	340	690	400	600		200	340	60
鰯節 日本	2	11	12	1,250	23		5	26	50	16		17	8	25	20	15	15	29	1,992	5
大豆(黄大豆 タチナガハ)	53	4	4		42			8	22	4		4	4	4	3	5		7		
大豆(黄大豆 スズユタカ)	38	2	3		40			13	22	4		3	4	5	3	6		8		
カマンベールチーズ 35日	44	20	29		115		9	16	14	19	1	9	33	109	31	83	8	93	12	23
チェダーチーズ 熟成 3ヶ月	41	23	12		315			24	33	133		19	55	309	19	195		151	8	48
フェタチーズ 熟成 120日	9	7	0		21			5	13	24		8	12	39		28		26	6	15

単位は mg/100 g

データは社団法人日本栄養・食糧学会 HP: アミノ酸データベースより作図 (比較のため, 生大豆の数値を表記)

酸ナトリウム (MSG) を溶かした飲料水を 15 週齢まで自由摂取させた結果, 摂餌量に差がなかったにも関わらず, 対照と比べて緩やかな体重増加を示した⁹⁾。また, 同じ 8 週齢のラットに高脂肪飼料, 普通の飲料水または 1% MSG を添加した飲料水を自由摂取させ 23 週齢まで飼育した結果, 対照と比べて皮下脂肪量, 内臓脂肪量および血中レプチン量がそれぞれ有意に低下した¹⁰⁾。これらの結果は, MSG の摂取が高脂肪食摂取で引き起こされる肥満の形成および体脂肪蓄積を抑制していることを意味している。

2) かつお節中のヒスチジン

日本固有の発酵食品であるかつお節は, だし素材としてもそのまま食するたん白源としても, 古くから日本人に親しまれてきた。すでに江戸時代には, だしといえはかつお節だしを指すほど普及しており, 現在も, 日本食のベースとして, その中核を担い続けている。近年, かつお節やかかつお節だしに含まれるアミノ酸やペプチドの機能性に関する研究が活発で, 血圧降下作用や抗疲労効果など多くの健康機能が明らかになっている⁷⁾。

ここでは, かつお節やかかつお節だしに著量含まれるアミノ酸の 1 つであるヒスチジンの抗肥満効果に関して, 新発見が報告されているので紹介する。

かつお節から抽出したヒスチジン含有抽出液を肥満誘導型ラットに投与したところ, 増体重および脂肪蓄積の上昇が抑制されたことが報告されている¹¹⁾。また, ヒスチジンを添加した飼料をラットに投与したところ, ヒスチジンの添加濃度依存的に脂肪重量が減少したことも報告されている^{12,13)}。坂田によると, ヒスチジンの経口投与はヒスタミン神経系を賦活化することにより, 食欲の抑制, 内臓脂肪分解, 体熱産生の促進および体重の減少につながる事が報告されている^{14,15)}。更にそのヒスタミン神経系の賦活化は, 作用強度的には日単位に換算すると僅かではあるが, 食事毎にヒスチジンを摂取すれば, 体重や内臓脂肪の減少をリバウンドなく, 長期的に維持できる可能性があるとしている¹⁴⁾。

植物原料由来の発酵食品

既述のように, 日本には植物性素材を用いた多彩な発酵食品が存在している。野菜類に乳酸菌を作用させた漬物類や, 味噌や醤油, 納豆のような大豆を主原料とした発酵食品などである。

1. 乳酸菌とその機能性

発酵の要となる菌体には, カビ, 酵母, 細菌が挙げられるが, その機能性が最も良く研究されているもののひとつが乳酸菌である。乳酸菌は, それ自身に免疫賦活作用^{16,17)}や抗アレルギー作用¹⁸⁾が認められていることに加え, プロバイオティクスとして腸内細菌全体のバランスを整え, 整腸効果を発揮することもよく知られている¹⁹⁾。

一方, 最近の研究で食物の消化吸収に腸内細菌が関与している可能性が動物実験で示され, 話題となっている²⁰⁾。さらに, 発酵食品中の菌体や代謝産物も消化吸収への影響があるともいわれている。こうした背景から, 発酵食品の新たな機能性にも期待が高まっている。

2. 漬物とその機能性

食塩とともに漬け込む漬物は, 野菜の種類が豊富な日本では, 地域ごとに特産の野菜を漬けた郷土の味がある。食塩の働きで水分が除去され, 自己消化と混入微生物の生育を抑え乳酸発酵が行われる。例外として木曾地方の「スンキ漬け」のように食塩を使わない漬物もある⁴⁾。

室町時代から現在まで継承されてきた一汁一菜や一汁三菜 (図 3) といった典型的な食事形態をみても, 「香の物」が必ず配されてきた。香の物が漬物を意味し, 香の物なしの食事は不十分であり物足りないと言われているほどである²¹⁾。

発酵した漬物は, 多くの機能性を有する乳酸菌が著量に含まれているだけでなく, 植物を原料とすることから多くの食物繊維が含まれている。食物繊維は, 食べ物を摂取する際の咀嚼回数を増やし満腹感を得やすくする作用や整腸作用がある。更に, 最近の研究では, グルコースの吸収を緩やかにすることによる血糖値の上昇抑制作用やコレステロールの吸収抑制作用も報告されている²²⁾。

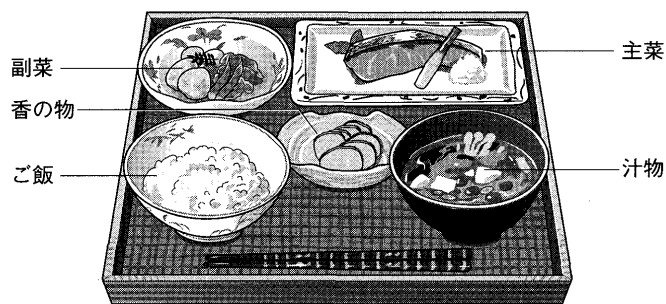


図3. 一汁三菜の献立例

3. 大豆発酵食品とその機能性

現在、大豆は世界中で広く栽培されているが、その起源は中国北部といわれている。とくにアジア地域では、植物性たんぱく源として身近であり、発酵食品の原料としても、この地域の食文化を特徴づける重要な食材である。

大豆には、イソフラボン、大豆オリゴ糖およびサポニンなどさまざまな機能性成分が確認されており、世界各国で研究が進められている。また、大豆に含まれているタンパク質は必須アミノ酸のバランスが良いとされる食品の一つであり²³⁾、最近の研究から、大豆を発酵することによりさまざまな機能性成分が産生されることも明らかになってきている。

(1) 味噌・醤油

味噌や醤油は、日本では古くから調味料として食されており、代表的な大豆発酵食品である。いずれも中国の発祥とされている。

味噌や醤油の製造工程で産生される褐色色素の成分であるメラノイジンは、近年の研究で抗酸化作用を中心に、発癌物質抑制作用、乳酸菌の増殖促進作用および血圧上昇抑制作用などさまざまな機能が解明されている²⁴⁾。醤油に含有されるニコチアミンは、ACE阻害作用を有することが報告されており、血圧の上昇抑制に有効である²⁵⁾。

(2) 納豆

味噌や醤油が有塩大豆発酵食品であるのに対して、納豆は無塩大豆発酵食品の代表格であり、納豆菌により製造される。納豆菌は生活空間に浮遊し、蒸煮された大豆が冷めると、大豆の糖質を利用して育ち、「糸引き」の主体となるグルタミン酸ポリマーが生産され、同時にプロテアーゼが大豆タンパクを分解して、ペプチドやアミノ酸を作る。消化性も向上し、栄養的機能が増す⁴⁾。

歴史的には江戸時代初期には京都で食べられていたようであるが、豆腐人気に押され、その後江戸に移ったといわれている。

納豆菌が生産する機能性成分としては、強力な血栓溶解酵素であるナットーキナーゼがある。この成分は血栓溶解剤（医薬品）として用いられているウロキナーゼと同等以上の効果を示すことが報告されている²⁶⁾。また、骨の形成

を促すビタミンK2や抗菌作用を発揮するジピコリン酸が著量に含まれていることが明らかとなっている²⁶⁾。

何故、このような発酵食品が定着したか？

日本は、アジアモンスーン地域に位置し、古くから水田稲作が行われ米を主食としてきた。飯と汁物、香の物、菜で構成される食事形態が室町時代にほぼ確立し、今日まで継承されてきた。この汁物の存在が、味噌、醤油やだしの発達を促したのであろう⁷⁾。

いっぽう主食の米は、たんぱく質含量が少なく、大量に食する必要があったうえ、味が淡白であるため、おいしく食するにはうま味がリッチな多様な発酵食品が好まれた。また、1200年間続いた肉食禁忌の食習慣のなかでは、菜といっても淡白な野菜の煮物のおかずが多く、味にバラエティをつけるために、味噌、醤油、かつお節などの発酵調味料が発達したと考えられる。全国各地の気候風土を生かした形で食べ続けられてきた香の物（漬物）もそのよい例であろう。

日本の発酵食品の素材としてその多くを占める大豆について、栄養学的には、必須アミノ酸バランスが比較的よいとされる米にやや不足気味なリジンとチロシンを補う素材として多用され、大豆に少ないメチオニンが米で補ってきたといえる。米と大豆を上手に組み合わせる食べ方は、栄養学的にも優れた食べ方であったといえよう²³⁾。しかも大豆は発酵することにより、多くの機能性成分が産生されることが明らかになっている。

嗜好と健康の両面を満足させた米と大豆などの発酵食品の組み合わせが、日本人の食生活を支えてきたといえるであろう。

まとめ

肥満が世界的に問題となるなか、日本人にはそれほど肥満が多くないことに着目して、日本人が食べてきた発酵食品と肥満との関連性を調査した。

日本の発酵食品の特徴は、米を中心とした食生活のなかで、味噌・醤油・かつお節だしなどのような「発酵調味料」と、納豆、漬物などのような「植物原料由来の発酵食品」が多いことが確認された。これらが、「肥満が少ない日本人の食生活」に直接的、間接的に、少なからず貢献していることが示唆された。

具体的には、これらの発酵食品に多量に含まれるグルタミン酸やヒスチジンなどのアミノ酸が、抗肥満機能を有することが最近の研究から明らかとなった。その他に、抗肥満以外の多くの機能性研究も進み、日本人が永年食してきた発酵食品と健康との関連性が明らかになってきている。

保存することが主目的であった発酵食品の意味あいも、高度経済成長期以降激変する社会環境のなかで大きく様変わりした。冷蔵、冷凍技術の進歩も拍車をかけている。た

私たちは、身近にあり食べ続けてきた発酵食品について、おいしさはもとよりこれらがもつ機能性についても永年の経験で感じてきており、現在これに科学のメスが入り、改めてその機能性が見直されている。

アジアモンスーン地域に根ざしたローカルな発酵食文化がもつ優れた味と健康機能を再確認し、グローバル化の波に上手く融合させる知恵が、今必要とされているのであろう。

本調査にあたり、ご意見およびご指導を賜りました昭和女子大学飯野久和教授、国立民族学博物館石毛直道名誉教授、東京農業大学小泉武夫名誉教授、同岡田早苗教授、和洋女子大学学長坂本元子教授、元東京農業大学山口静子教授に深謝いたします。また、本調査の機会を与えていただきましたILSIJapan「日本の食生活と肥満」研究部長味の素株式会社山口隆司氏に感謝の意を表します。

本調査報告は2009年2月17日に実施された第4回ILSIJapan ライフサイエンス・シンポジウム「日本の食生活と肥満研究部会報告会」で発表した内容を基に纏めたものである。

文 献

- 1) メタボリックシンドローム診断基準検討委員会 (2005), メタボリックシンドロームの定義と診断基準, 日本内科学会雑誌, **94**, 794-809
- 2) 厚生労働省健康局 (2007), 標準的な健診・保健指導プログラム (確定版)
- 3) 厚生労働省健康局 (2008), 平成19年国民健康・栄養調査結果の概要
- 4) 飯野久和ら (2009), 「伝統食の未来」食の文化フォーラム27, ドメス出版, 東京, pp.104-131
- 5) 小泉武夫 (1999), 「発酵食品礼讃」, 文藝春秋社, 東京
- 6) 特許庁 (2000), 技術分野別マップ「発酵食品・醸造食品」, 社団法人発明協会, 東京, pp.287-305
- 7) 河野一世 (2009), 「だしの秘密」, 日本調理科学会監修, 建帛社, 東京
- 8) 社団法人日本栄養・食糧学会 (2008年現在), 遊離アミノ酸データベース, <http://plaza.umin.ac.jp/~eishoku/>
- 9) 近藤高史, 鳥居邦夫 (2007), うま味は生体恒常性維持の担い手—味覚・内臓感覚・食欲・体重調節—, 日本味と匂学会誌, **13**, 133-142
- 10) Kondo, T. and Torii, K. (2008), MSG intake suppresses weight gain, fat deposition, and plasma leptin levels in male

- Sprague-Dawley rats, *Physiol. Behav.*, **95**, 135-144
- 11) 古庄律, 田中将行, 池田博明, 片岡二郎, 安原義 (2007), 内蔵脂肪型肥満 OLETF ラットの耐糖能ならびに脂質代謝に及ぼす鯉節タンパク質麩分解物摂取の効果, 日食保蔵誌, **33**, 115-119
 - 12) Kasaoka S, Tsuboyama-Kasaoka N, Kawahara Y, Inoue S, Tsuji M, Ezaki O, Kato H, Tsuchiya T, Okuda H and Nakajima S. (2004), Histidine supplementation suppresses food intake and fat accumulation in rats, *Nutrition*, **20**, 991-996
 - 13) 笠岡誠一, 小川真紀子, 中島滋 (2006), ヒスタジンと抗肥満, 臨床栄養, **109**, 307-312
 - 14) 坂田利家 (2006), 肥満防止と治療における咀嚼の臨床的意義, 日本味と匂学会誌, **13**, 149-156
 - 15) Sakata T, Yoshimatsu H, Masaki T and Tsuda K. (2003), Aniti-obesity actions of mastication driven by histamine neurons in rats, *Exp. Biol. Med.*, **10**, 1106-1110
 - 16) Perdigon G, Alvarez S, Rachid M, Agüero G and Gobbato N. (1995), Immune system stimulation by probiotics., *J. Dairy Sci.*, **78**(7), 1597-606
 - 17) Morimoto K, Takeshita T, Nanno M, Tokudome S and Nakayama K. (2005), Modulation of natural killer cell activity by supplementation of fermented milk containing *Lactobacillus casei* in habitual smokers, *Prev. Med.*, **40**(5), 589-594
 - 18) Majamaa H and Isolauri E. (1997), Probiotics: a novel approach in the management of food allergy, *J. Allerg. Clin. Immunol.*, **99**(2), 179-185
 - 19) Hara H, Terada A, Takahashi M, Kaneko T and Mitsuoaka T. (1993), Effect of Yogurt-administration on fecal flora and putrefactive metabolism on normal adults, *Bifidus*, **8**, 169-175
 - 20) Turnbaugh PJ, Ley RE, Mahowald MA, Magrini V, Mardis ER and Gordon JL. (2006), An obesity-associated gut microbiome with increased capacity for energy harvest, *Nature*, **444**(7122), 1027-1031
 - 21) 江原絢子ら (1998), 「物塩嘉言」, 日本農書全集52, 農文協, 5-77
 - 22) 印南敏, 桐山修八 (1982), 「食物繊維」, 日本栄養士会編集, 第一出版株式会社, 東京, 80-99
 - 23) 河野一世ら (1996), 「味の秘密をさぐる」, 日本化学会監修, 丸善, 東京, 52-59
 - 24) 津志田藤二郎 (2007), 日本の伝統食品の健康機能, 月刊フードケミカル, 2007-1, 40-45
 - 25) Kataoka, S. (2005) Functional effects of Japanese style fermented soy sauce (Shoyu) and its components, *J. Biosci. Bioeng.*, **100**, 227-234
 - 26) 須見洋行 (2007), 納豆の歴史と機能成分, 日本味と匂学会誌, **14**, 129-136