

アサマ  
NEWS

パート

2011-3 NO. 141

## バイキン博士の衛生雑談

### 中国の食中毒事情

#### 中国の食品安全

「食品の生産加工・流通・消費の各段階における安全管理能力とその水準は不断に向上しており、中国の食品は総体的には安全安心なものである」

「食品検査をさらに強化し、その結果28類525品目の食品サンプリングにおいて合格率は90%以上に達した。輸出食品の合格率については99%以上を長年維持している。」

これは、『中国の食品安全問題について』という論説の中で、在日中国大使館の呂淑雲公使が述べている言葉である。

中国での食品とくに輸出食品の取り扱いが極めて衛生的で、その上、輸入側が要請する検査の内容もかなり厳しいものがあるので、「総体的には安全安心」という呂公使の言葉は偽りではない。輸入通関時の違反件数でも、中国はアメリカやオランダよりも率にしてはずっと低い。

けれども、わが国の消費者の間では、今もって中国産の食べ物については警戒感が強い。

これは、99%までは安全としても、残りの1%にメタミドホスのような猛毒物が入られる可能性があるのではないか。あるいは、薄めたミルクの窒素量を増やすためにメラニンを入れたり、禁止されている抗生物質やマライトグリーンなどを養殖ウナギ・エビに入れたりするような犯罪行為、さらにそれを生む土壌が中国にまだあるのではないかという危惧によるものだろう。

#### 中国の食中毒

「食の安全を確保するための微生物検査協議会」から『世界における食中毒情報』という小冊子が毎年出されている。わが国をはじめとして、欧米、アジア・中東、大洋州諸国の食中毒統計がのせられ、便利な情報資料になっている。残念ながら中国（本土）についての資料はのせられてない。日本のような完備した食中毒統計は、まとまったものとしては中国では発表されていないようだ。多くの省に分かれた複雑な統治制度の下で、すべての省にわたる詳細な統計は手に入りにくいのだろうと思われる。

しかし、近年、中国研究者たちによる、食中毒についての研究あるいはレビュー論文が英文で出されていて、それによって、中国の食中毒事情も明らかになってきている。

S. Wang たちは中国内での食中毒について国内の

2,400余りの雑誌記事・論文・政府刊行物を精査し、レビュー論文にしている。

これによると、1994年から2006年まで食中毒事件数・患者数は表1のようになる。原著にも書かれているように、これは中国での食中毒事件・患者数のすべてを示すものではない。あくまでも、信頼できる報告についてまとめた数値で、食中毒実数のごく一部を表していると思わなければならない。

表1の結果で目立つのは腸炎ビブリオ、サルモネラについて、セレウス、プロテウス、とくにプロテウスが大きな比率を示していることである。

表1. 中国の食中毒事件数・患者数 (1994年～2005年)

	事件数	%	患者数	%	死者数
腸炎ビブリオ	211	19.50	10,790	18.73	0
サルモネラ	181	16.73	12,769	22.16	4
セレウス菌	145	13.40	5,744	9.97	6
プロテウス	124	11.46	6,659	11.56	3
細菌混合	89	8.23	6,454	11.20	0
ブドウ球菌	84	7.76	3,055	5.30	0
大腸菌	72	6.65	3,740	6.00	1
他のビブリオ	35	3.23	1,282	49.00	0
ボツリヌス	30	2.77	254	2.23	32
赤痢菌	24	2.22	1,517	0.44	2
エロモナス	17	1.57	1,082	2.63	0
ストレプトコッカス	13	1.20	1,360	1.88	0
シトロバクター	6	0.55	181	0.31	0
プレジオモナス	4	0.37	227	0.39	0
クレブシエラ	4	0.37	140	0.24	0
他のブドウ球菌	3	0.28	83	0.14	0
シュードモナス*	3	0.28	14	0.02	2
エンテロバクター	2	0.18	62	0.11	0
エドワードシエラ	1	0.09	9	0.02	0
ウエルシュ菌	1	0.09	217	0.38	0
アルカリジェネス	1	0.09	5	0.01	0
緑膿菌	1	0.09	16	0.03	0
未知のバクテリア	31	2.87	1,952	3.39	1

\*: *Pseudomonas cocovenenans*

プロテウス (*Proteus*) は周知のようにわが国を含めて多くの国々では食中毒原因細菌とは認められていない。例外としてモルガネラ・モルガニー（以前のプロテウス・モルガニー）が赤身魚によるヒスタミン中毒を起こす菌として知られてきた。しかし、中国で食中毒をおこしたプロテウスの内訳をみると、プロテウス・ミラビリス45%、プロテウス・ブルガリス14%で、モルガニーは6%に過ぎない（いずれも患者数の）。プロテウス・ミラビリスが原因細菌となった食中毒は **Yong Wang** によっても報告されている（文献3）。これは豚肉団子によって2008年に北京でおこった食中毒事件の際に確認されたもので、

菌の検出・同定はPCRやPFGEによって行われている。

岩田(文献4)によると、プロテウスによる食中毒は1899年以来多くの研究者によって報告され、岩田もプロテウス・ブルガリス、プロテウス・モルガニーが毒素をもち、食中毒の原因になりうることを報告している。しかし、その後の研究によって、このような考え方は否定され、現在ではプロテウスは食中毒細菌としては認められていない。

中国にプロテウス食中毒が多いということは、どのように解釈できるだろうか。そのカギはおそらく現在の中国、とくに農村部に生きる住民の食生活と健康、さらに環境の衛生状態にあるのだろう。健康な人には病原性をもたない細菌でも、健康状態が悪く、免疫力の弱い人の腸内に、また、大量に入り込めば、腸炎を起こすことがあるだろう。このことは、プロテウス以外にも、普通食中毒細菌とは認められていない多くの菌種(表1)が、食中毒原因細菌となっていることにも言える。

また、S. Wangたちは、食中毒の原因になる大腸菌について、その大部分(71%)が腸管病原性大腸菌(EPEC)であり、O157:H7などの腸管出血性大腸菌(EHEC)は中国ではまだ報告されていない、と述べている。

### ノロウイルス

近年多くの国々では、ノロウイルスが微生物による食中毒の過半を占めていることが報告されている。

中国でのノロウイルス食中毒については、残念ながら資料が得られないので、どのくらいあるのかは分からない。ノロウイルスを検出するための体制が多くの省でまだ整っていないのではないかと考えられる。

Ying-Chun Daiたち(文献5)は広州の病院で胃腸炎によって入院した外来の子供たち(5才以下)957人について、便からのウイルス検出を行っている。その結果488人(51.0%)でロタウイルスが検出され、また、ロタウイルスが見られなかった患者の23.9%にノロウイルスが検出された。ただしロタウイルスが検出された患者ではノロウイルスの同時検出は行っていない。

### ボツリヌス

事件数・患者数に比較して死亡者の多い食中毒としてボツリヌス菌食中毒は、表1の中でも際立っている。中国のボツリヌス食中毒については、Gao, Q.Y.たちの総説がある(文献6)。それによると、1958-1989年の間のボツリヌス食中毒事件は745件、患者数は2861人に及んでいる。致命率は14.7%となっている。地域別には新疆ウイグル自治区が最も多く、事件数で80%、患者数で63%を占めている。ついで青海省、河北省、チベット自治区、山東省などがつづいている。地域別の分布には特徴があり、大部分の事件が長江の北側、つまり北緯30°線の北側に集中している、とGaoたちは述べている。

このような分布は、ひとつにはボツリヌス中毒の原因食と関係があるようで、その大部分が臭豆腐・豆板醤など、自家製の豆発酵産物となっており、発酵した穀粉製品を含めると、70%以上が豆・穀粉の発酵食品になっている(表2)。これらは、いずれも中国北部の都市を離れた農村部でつくられていた。

もう一つの理由はボツリヌス菌自体の分布にもある。中国公衆衛生省およびGaoたちが行った5,900余りのサンプル調査の結果からも、ボツリヌス菌は、E型菌を含め

て長江の北部、とくにボツリヌス食中毒事件の多かった省で多く検出され、南部では検出率が低かった。

自家製の発酵食品の危険性についての啓蒙、このような食品は加熱して、加熱後30分以内に消費するという指導、発酵食品の市場での検査などの対応を行った結果、1981年以降はボツリヌス食中毒が著しく少なくなっている、とGaoたちは述べている。

表2 中国のボツリヌス食中毒の原因食品

食品	数	%
発酵豆製品	1263	62.6
臭豆腐	738	36.6
豆板醤	296	14.7
その他 a)	227	11.3
発酵穀物粉 b)	186	9.2
動物食品 c)	561	27.8
その他 d)	6	0.4
総計	2016	100.0

a): 豆類のペースト

b): 小麦粉、トウモロコシ粉、米粉を発酵した食品

c): 牛肉、羊肉、豚肉缶詰、豚血液、卵、缶詰魚、豚貯蔵肉、馬肉、塩漬け魚など

d): 腐ったジャガイモ、野菜漬物、炒りトウモロコシ

### 再び中国の食品安全について。

中国の食品産業、とくに輸出用の食品産業では、近代的な設備をもつ工場、十分な衛生管理の下で生産を行っている(写真)。工具にたいする衛生指導も厳しく、工場によっては入り口で爪が伸びていないかどうかのチェックをしているところまである。したがって、中国の食品は総体的に安全である、という冒頭の記事も間違いではない。

写真、中国の食品工場で働く工員



ただ、一步工場を離れば、周辺の衛生状態は劣悪で、とくに農村部では、ひと昔前の日本を思い出すようなひどい状態が残っている。

かつての日本がそうであったように、急速に進む近代化に伴って、中国の食を巡る環境も整備され、遅れた農村地域でも、衛生状態の改善が進んでいくのだろう。

(清水 潮 元東京大学・広島大学教授)

### 文献

1. 呂淑雲, 2008: 中国の食品安全問題について, 食品衛生研究, 58 (2) 21-26
2. Shijie Wang, et al. 2007: Analysis of bacterial foodborne disease outbreaks in China between 1994 and 2005, FEMS Immunol. Med. Microbiol. 51: 8-13.
3. Yong Wang, et al., 2010: An outbreak of Proteus mirabilis food poisoning associated with eating stewed pork balls in brown sauce, Beijing. Food Control, 21: 302-305.
4. 岩田 環, 1956: 腸内変形菌(Proteus group)の研究 第2編 変形菌による食中毒の研究, 千葉医学雑誌 31: 13-22
5. Ying-Chun Dai, et al., 2009: Surveillance and risk factors of norovirus gastroenteritis among children in a southern city of China in the fall-winter seasons of 2003-2006. J. Paediatr Child Health, 46: 45-50\_11
6. Gao, Q. Y. et al. 1990: A review of botulism in China. Biomed. Environ. Sci., 3: 326-336.

## 食品加工と微生物

### 食品保存とハードル理論

食品の保存性は、食品自体に含まれる成分（食塩、有機酸、糖分、添加物など）や微生物（特に乳酸菌など）によって影響されるだけでなく、食品の置かれた環境（保存温度、ガス組成など）、処理法（加熱殺菌など）によっても左右される。古代から行われてきた食品の保存方法としては、乾燥、塩蔵、糖蔵、酢漬けなどがあり、近年に至っては、技術の進歩により、冷蔵、冷凍などの物理的な貯蔵技術に加え、保存料、ガス置換などの技術が駆使されるようになった。食品を保存するにあたっては、これらの要素をうまく組み合わせて実行しているのが普通である。例えば、pH調整を行った上で冷蔵することや食塩および蔗糖を加えた上で真空包装をするなどの工夫である。このような保存に関する要素をそれぞれのハードルに例えて分かりやすくしたものがハードル理論である。

#### ハードル理論

ハードル理論は、Leistnerが提唱した理論で、表1に示すように、保存温度、酸度（pH）、浸透圧、保存物質など微生物の生育を抑制する手段をそれぞれ一つのハードルと称したものである。理論的には一つのハードルのみで生育を抑制することは可能であるが、ハードルを過酷な条件にする必要がある。言い換えれば、ハードルをかなり高く（現象的には強く）することが必要になる。しかし、食品の場合は、食味が優先されることから、そのようなハードルにも限界がある。

表1. 食品保存と関係のあるハードル

温度（高温：加熱殺菌、低温：低温保存）
酸度（pH）
水分活性（浸透圧）
酸化還元電位
電磁波（紫外線、放射線、高電圧パルスなど）
保存剤（有機酸、からし抽出物、キトサンなど）
微生物（乳酸菌など）
包装（真空、ガス透過性、ガス置換）

加熱は微生物を制御する上で非常に有効な手段であるが、殺菌を重視するあまり加熱が過剰になった場合は、食品に焦げが発生したり褐変が生じることになったり、固くなったりする。冷蔵保存は、たんぱく系の食品には有効であるが、でんぷん質の多い食品は、冷蔵することででんぷんは老化することから固くなる。また、pHを低下させることも一般的に行われている保存手段の一つであるが、過度に利用すると酸味が強くなり、食品によっては食感を損ねる場合も生じる。さらに、水分活性を低下させることも多くの伝統食品に見られるように、古くから行われている一般的保存性向上手段であり、具体的には水分を減らす（乾燥）、食塩を加える（塩蔵）、砂糖を加える（糖蔵）ことが行われる。これらも過度に行われ

ると食品がパサついたり、塩味や甘味が強くなり過ぎることになる。しかし、食塩、pH、保存温度、ガス置換など、いくつかのハードルをうまく組み合わせることによって、一つひとつのハードルを過酷な条件にすることなく、低いままで、保存性の向上を図ることができる。

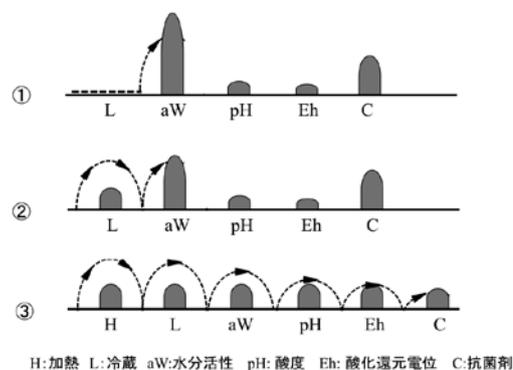


図1 ハードル理論の概念

図1でLeistnerが提唱したハードル理論について概説してみたい。①の食品の場合、pH、Ehは条件が緩やかであるが、それぞれのハードルは低い。

言い換えれば保存性は乏しい状態にある。そのような食品を冷蔵せずに常温で保存性を高めるには、aW、すなわち水分活性を高める他はない。したがって、ハードルを高くする必要があるため、乾燥や塩蔵の条件を厳しくすることになり、食味に影響を及ぼさざるを得ないことになる。②の場合は、①と品質的には同条件にあるものの、冷蔵を行っていることから、aWの条件は多少緩やかにしても保存効果を得ることができる。さらに③の場合は、加熱工程を加えることによって、その他の要素のハードルを適正な条件にすることにより、それぞれのハードルを低くしてもハードルを多く設けていることにより、それぞれのハードルの特性が過剰にでることなく、保存性を向上させることができる。したがって、食品本来の味を損ねることも少なくなる。すなわち、高いハードルを一つ置くのではなく、低いハードルを数種類組み合わせることによって、相乗的あるいは相加的に、保存性を高めようとする考え方である。このようにハードルを適切に組み合わせることによって食品の保存性および安全性を高める技術をハードル技術と呼んでいる。

添加物に限ってもアルコールとグリシン、チアミンラウリル硫酸塩やからし抽出物とホップ抽出物を組み合わせることにより、日持ち向上を図っている例などもハードル技術の応用に他ならない。

#### ソース類の保存に見るハードル技術

ここでは、ハードル技術を応用して保存効果を高めているものとしてソース類の例について紹介する。ソースやタレ類に含まれている食塩や糖類などは浸透圧を高めることで保存性を付与している。しかし、近年の低塩化・低糖化傾向により保存性が低下し、容器の膨張などの異常が発生し、クリーム品となる事例が見受けられる。膨張の原因菌の多くは酵母である。浸透圧が十分

にあれば酵母は生育できない。すなわち、食品成分の浸透圧の総計が、ある一定以上に達している場合、生育は阻害されるはずである。実際、ソースやタレ類の膨張原因菌の酵母は調味料の酸度が1.0%程度の場合、浸透圧が約110atm（気圧）以上であれば、生育が阻害されることが知られている。食塩、糖類、アルコールの浸透圧は食品に含まれるそれぞれの濃度から図2で示す計算式によって求めることが出来る。食塩の場合の浸透圧は、計算式が複雑になっているが、これは食塩の場合、溶液中では電離していることによる。したがって、タレ、ソース類などに含まれている糖、食塩、アルコール濃度がわかればそれぞれの浸透圧が求められ、それらの合計が総浸透圧となる。濃度と浸透圧の関係を理解しやすいようにしたものが図3である。

$$P_{30^{\circ}\text{C}} = \frac{(766 - 8.5\text{ C})\text{ C}}{100 - 0.36\text{ C}} \text{ atm} \quad \text{食塩}$$

$$P_{30^{\circ}\text{C}} = \frac{72.6\text{ C}}{100 - 0.63\text{ C}} \text{ atm} \quad \text{しよ糖・麦芽糖}$$

$$P_{30^{\circ}\text{C}} = \frac{138\text{ C}}{100 - 0.63\text{ C}} \text{ atm} \quad \text{ぶどう糖・果糖}$$

$$P_{30^{\circ}\text{C}} = \frac{539\text{ C}}{100 - \text{C}} \text{ atm} \quad \text{アルコール}$$

図2 各溶液の浸透圧計算式 (C : %)

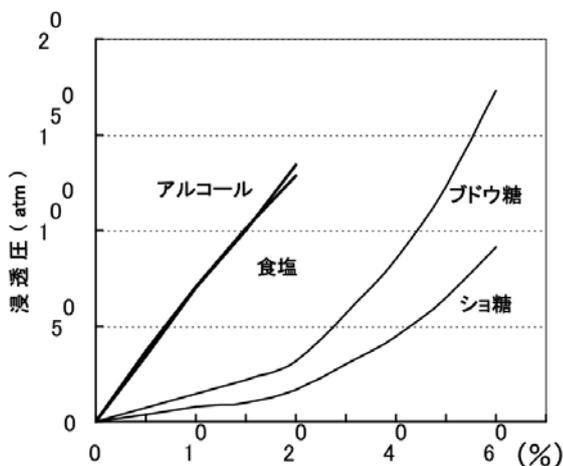
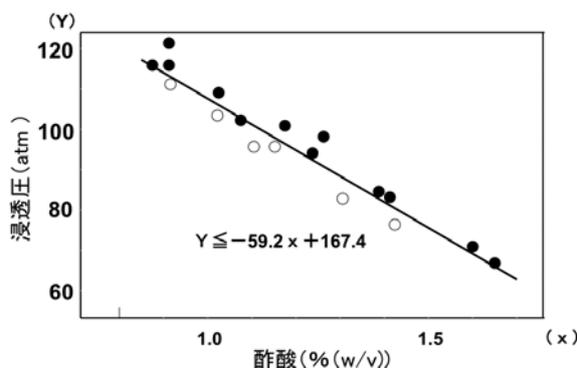


図3 各溶液の浸透圧

図からも明らかなように、食塩とアルコールはほぼ同じような浸透圧を示すことがわかる。したがって、低塩化された量だけ、アルコールを同濃度添加すれば、保存効果をほとんど変化させないで食塩濃度を減らすことがで

きる。また、糖類をみた場合、ブドウ類の方がシヨ糖よりも浸透圧を高める効果のあることがわかる。ハードル理論でいえば食塩、アルコール、糖類を加えることによって浸透圧というハードルを高くし、酵母の増殖を抑制していることになる。しかし、これだけでは、ハードル技術を駆使したことにはならない。浸透圧というハードルの高さを下げ、すなわち、食塩や糖類の濃度を低下させて同等の保存効果を得るにはもう一つのハードルを利用することが必要となる。その一つが酸度(pH)である。ソース類で同等の浸透圧を持っている場合は、酸度が高い方が保存性は良くなることは、容易に想像がつくところである。ソース類の膨張原因酵母を対象に、浸透圧、酸濃度と生育との関係について調べたものが図4である。



○ガス発生しない試料 ●ガス発生した試料  
供試酵母：Saccharomyces baillii  
図4 酸濃度、浸透圧とガス発生防止の関係 (25°C)

これは、 $y = -59.2x + 167.4$ の直線式よりも下方に位置する浸透圧と酸濃度を有するソース類では酵母が生育し、発酵ガスの生成を抑制できないことを意味する。一方、 $y = -59.2x + 167.4$ の直線式の上方に位置する浸透圧、酸濃度を有するソース類は、酵母の生育が抑制されるので品質維持が可能であることを示している。したがって、酸濃度を高くすることにより、より低い浸透圧で保存することが可能となる。言い換えると酸度というハードルを高くすることにより浸透圧というハードルの高さを下げることができることを意味している。

知らず知らずのうちに経験的にハードル技術を取り入れて食品の保存性を向上させている場合が多い。しかし、ハードル理論という概念を踏まえた上で、保存方法を工夫していくことがより安全性を確保する上では望ましいと思われる。

(東京家政大学・教授・宮尾茂雄)

## アサマ化成株式会社

E-mail : [asm@asama-chemical.co.jp](mailto:asm@asama-chemical.co.jp)  
<http://www.asama-chemical.co.jp>

●本社 / 〒103-0001 東京都中央区日本橋小伝馬町20-3 TEL (03)3661-6282 FAX (03)3661-6285  
 ●大阪営業所 / 〒532-0011 大阪市淀川区西中島5-6-13 御幸ビル TEL (06)6305-2854 FAX (06)6305-2889  
 ●東京アサマ化成 / 〒103-0001 東京都中央区日本橋小伝馬町16-5 TEL (03)3666-5841 FAX (03)3667-6854  
 ●中部アサマ化成 / 〒453-0063 名古屋市中区東宿町2-28-1 TEL (052)413-4020 FAX (052)419-2830  
 ●九州アサマ化成 / 〒811-1311 福岡市南区横手2-32-11 TEL (092)582-5295 FAX (092)582-5304  
 ●桜陽化成 / 〒006-1815 札幌市手稲区前田五条9-8-18 TEL (011)683-5052 FAX (011)694-3061