

目 次

第 1 章 食品衛生学序論—食の安全と安心を求めて

1-1 はじめに	1
1-2 食品衛生の定義	2
1-3 食品衛生の歴史	2
参考文献	3

第 2 章 食品衛生行政と関連法規

2-1 はじめに	5
2-2 食品衛生行政組織	5
2-2-1 厚生労働省	6
2-2-2 検 疫 所	6
2-2-3 国の研究機関	6
2-2-4 地方自治体	6
2-2-5 食品衛生監視員と食品衛生管理者	7
2-2-6 国際組織	7
2-3 食品衛生関連法規	8
2-3-1 食品安全基本法	8
2-3-2 食品衛生法	8
2-3-3 乳および乳製品の成分規格等に関する省令（乳等省令）	11
2-3-4 その他の法令	11
参考文献	12

第 3 章 食品と微生物

3-1 はじめに	13
3-2 有用微生物と有害微生物	13
3-3 微生物の分類	14
3-3-1 ウィルス	14
3-3-2 クラミジア, リケッチア	15
3-3-3 細菌	15
3-3-4 真菌	18
3-4 汚染微生物	19
参考文献	21

第4章 食中毒と食品由来感染症

4-1 はじめに	23
4-2 食中毒の発生動向	24
4-3 自然毒による食中毒	26
4-3-1 動物性自然毒	26
4-3-2 植物性自然毒	31
4-3-3 自然毒食中毒の予防	34
4-4 化学物質による食中毒	35
4-4-1 故意に添加されたもの	35
4-4-2 食品の製造加工過程で有害物質が混入したもの	36
4-4-3 その他	36
4-4-4 化学物質による食中毒の予防	37
4-5 微生物性食中毒と食品由来感染症	37
4-5-1 微生物性食中毒の分類	39
4-5-2 微生物性食中毒各論	40
4-5-3 感染症法と食品衛生法の両法で規定される経口感染症	50
4-5-4 その他の食品由来感染症	51
4-5-5 アレルギー様食中毒	53
4-6 人畜共通感染症と食品衛生	53
4-6-1 炭疽	53
4-6-2 ブルセラ症	54
4-6-3 野兔病	54
4-6-4 その他の人畜共通感染症	54
4-7 寄生虫と食品衛生	55
4-7-1 寄生虫症	55
4-7-2 経口感染する寄生虫	56
4-8 狂牛病 (BSE) 問題	60
4-8-1 プリオン病, 伝達性海綿状脳症	60
4-8-2 BSEの経過	61
4-8-3 BSEの検査体制	63
参考文献	63

第5章 食品汚染物質

5-1 はじめに	65
5-2 食品汚染物質の体内動態	65

5-3 環境由来の食品汚染物質	66
5-4 化学物質による食品汚染	68
5-4-1 ポリ塩化ビフェニル (PCB)	68
5-4-2 内分泌攪乱化学物質	69
5-5 農薬	71
5-6 有害性重金属	73
5-6-1 メチル水銀	73
5-6-2 カドミウム	74
5-6-3 ヒ素	75
5-6-4 有機スズ化合物	76
5-7 カビ毒 (マイコトキシン)	77
5-7-1 ペニシリウム属菌により産生される毒素	77
5-7-2 アスペルギルス属菌により産生される毒素	78
5-7-3 フザリウム属菌により産生される毒素	78
5-8 食品成分由来の有害物質	78
5-8-1 食品加熱調理時に生成する変異原物質	78
5-8-2 食品由来のN-ニトロソ化合物	80
5-9 放射性物質による食品汚染	80
5-9-1 東日本大震災と福島第一原子力発電所の事故	80
5-9-2 放射性物質による食品汚染の現状	81
参考文献	83

第6章 食品の変質と食品保存法

6-1 はじめに	85
6-2 腐敗	85
6-2-1 腐敗に影響する諸因子	86
6-2-2 腐敗における化学反応	87
6-2-3 腐敗の判定	87
6-3 化学反応による変質	89
6-3-1 酵素的褐変現象	89
6-3-2 非酵素的褐変現象	89
6-3-3 油脂の変敗	91
6-4 食品の保存法	92
6-4-1 温度	92
6-4-2 水分	93
6-4-3 酸素	93

6-4-4 その他	93
参考文献	94

第7章 食品添加物

7-1 はじめに	95
7-2 食品添加物の安全性	96
7-3 食品添加物の規格と使用基準	97
7-4 食品添加物の表示	98
7-5 食品添加物各論	98
7-5-1 保存料	98
7-5-2 防かび剤	103
7-5-3 殺菌料	103
7-5-4 漂白剤	103
7-5-5 酸化防止剤	104
7-5-6 発色剤	104
7-5-7 甘味料	104
7-5-8 着色料	106
7-5-9 調味料	108
7-5-10 酸味料	109
7-5-11 その他の食品添加物	109
参考文献	110

第8章 食品の器具・容器包装の衛生

8-1 はじめに	111
8-2 器具・容器包装とは	111
8-3 プラスチック製品	112
8-3-1 プラスチックの種類	112
8-3-2 プラスチックの安全性	113
8-4 金属製品	114
8-5 セラミック製品	116
8-5-1 陶磁器	116
8-5-2 ガラス製品	116
8-5-3 ほうろう製品	117
8-5-4 ニューセラミック製品	117
8-6 紙製品・セロファン製品	117
8-7 ゴム製品	118

8-8 食品包装の技法	119
参考文献	119

第9章 新しい食品の諸問題

9-1 はじめに	121
9-2 遺伝子組換え食品	121
9-2-1 遺伝子組換え食品の認可と規制	121
9-2-2 遺伝子組換え食品の利点と問題点	122
9-3 放射線照射食品	123
9-3-1 食品照射の実際	123
9-3-2 照射食品の健全性評価	124
9-4 減(無)農薬作物	124
参考文献	125

第10章 食品衛生管理

10-1 はじめに	127
10-2 HACCPによる衛生管理	127
10-2-1 HACCPとは	127
10-2-2 HACCPの原則	128
10-2-3 わが国におけるHACCP	130
10-2-4 HACCPの課題	131
10-3 施設管理	132
10-3-1 行政的な対応	132
10-3-2 施設の立地条件と施設・設備	133
10-3-3 洗浄と消毒・滅菌	133
10-3-4 従業員の衛生教育と健康管理	135
10-4 家庭での衛生管理	135
参考文献	137

第11章 食品衛生試験法

11-1 はじめに	139
11-2 食品添加物	140
11-2-1 保存料	140
11-2-2 防カビ剤	140
11-2-3 殺菌料	140
11-2-4 酸化防止剤	140

第 1 章

食品衛生学序論

一食の安全と安心を求めて

1-1 はじめに

食品衛生学は、一言で言えば食物の安全と安心を確保するための学問であると言える。

食物は人が生きて行く上で必須であり、すべての人が常に供給を続けなければならず、この点が同じ口にするものでも薬との大きな違いである。それだけに高い安全性が求められるが、単に栄養の補給と安全性の追求をしておれば良いというものではない。食べるということは人にとっての最大の楽しみであり、できるだけ美味しいものを楽しく食べるための工夫をしようとするが、それが安全性を損なうということもある。また、腐らないようにという安全性の確保のための防腐剤の使用が、その毒性という別の意味での安全性を損なう結果につながることもある。人為的に入れたものでなく、自然の食品の成分も、適量ならば有益であるが、量が過ぎると害作用になるものは多数存在する。我々が普段食べている食品の中には様々な発ガン因子が含まれているが、我々はそれに対応する機能を持っているので簡単にはガンにならない。しかし、その機能が衰えてくると発ガンにつながる。さらに、栄養学の見地でも欠乏と過多はいずれも負の効果をもたらすものであり、どちらに偏っても安全から離れていく。

すなわち、絶対に安全な（ゼロリスク¹⁾）食品というものはないと言って過言ではない。しかし、可能なかぎり安全を求める必要があり、そこに食品衛生学の意義がある。一方、安全と安心は必ずしも一致しない。食品衛生学は、可能なかぎりのリスクアナリシス²⁾を行って安全性を確保すると同時に、その科学的根拠を十分に示して（リスクコミュニケーション³⁾）一般市民が十分な安心感を持つことを可能にするもので

- 1) ゼロリスクとは、危険性がまったくゼロという考え方で、危険なものや安全なものに2分することになり、一般消費者感覚では当然ゼロリスクを望むことになる。しかし、我々が食べている自然の食品にも必ず微量の発ガン因子や重金属などは含まれているものであり、ゼロリスクの食品というものはなりたない。
- 2) Risk analysis：危害分析
- 3) Risk communication：一般消費者に対して、危険性や問題点などの情報伝達を行い、相互理解を深めること。

11-2-5 漂白剤	140
11-2-6 発色剤	140
11-2-7 着色料	141
11-3 食品汚染物試験法	141
11-3-1 無機化合物	141
11-3-2 有機化合物	141
11-3-3 自然毒検査法	142
11-4 微生物学的試験法	142
11-4-1 汚染指標菌検査	142
11-4-2 食中毒微生物・食品由来感染症微生物の検査	144
参考文献	146

付 表 1 食品衛生法	147
付 表 2 食品衛生法施行令	164
付 表 3 食品・食品添加物等規格基準（抜粋）	169
付 表 4 食中毒事件数	197
索引	201
欧文索引	204

ることになるが、食中毒を起こす毒素はこれらに対して強い抵抗性を持つために効力を失うことなく毒作用を発揮する。

感染型食中毒とは生きた微生物が消化管内で増殖することによって症状に結びつくものであり、その意味で上述のように経口感染症と同じカテゴリーに入る。その中には、菌が消化管の細胞への侵入あるいは組織破壊を行なうタイプのもの（**感染侵入型**）と、腸管腔で増殖して毒素を産生し、この毒素が症状を起こすもの（**感染毒素型**）とがある。この場合、後者にも毒素という文字が入るので、これと区別するために上記の毒素型食中毒を**生体外毒素型**と呼ぶことが多い。

ウイルスの場合は、食品中で増殖することはないので生体外毒素型に入るものはなく、いずれも感染侵入型に分類される。

微生物性食中毒の発生状況は図4-1に示すように、かつては腸炎ビブリオ食中毒がほとんどの年に1位を占めていたが、最近ではカンピロバクターの事件数が多く、患者数ではウイルスによるものが圧倒的に多い。ウイルスは1998年に食中毒統計に登場したが、毎年冬季に多数の患者が記録されている。

4-5-2 微生物性食中毒各論

(1) 細菌性食中毒

(a) 腸炎ビブリオ (*Vibrio parahaemolyticus*) : 感染毒素型

細菌学的性状と生態：グラム陰性無芽胞桿菌，極単毛性鞭毛（固形培地上では多数の側毛を生ずる）（図4-6），2～3%のNaCl存在下でよく

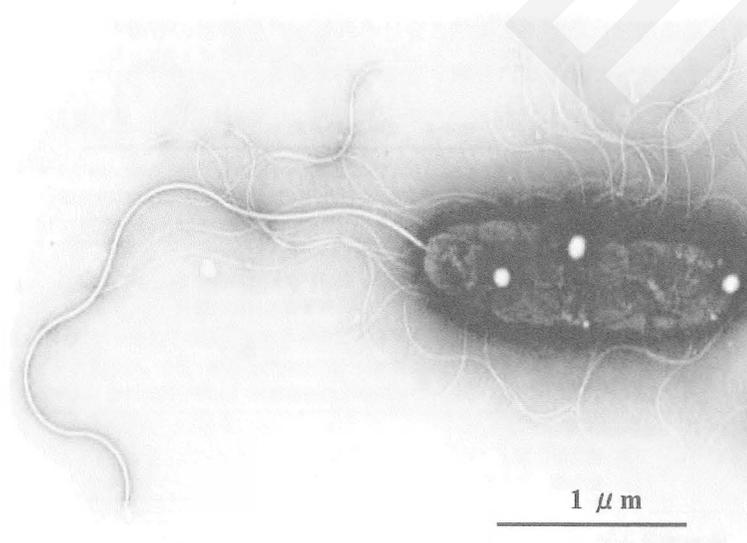


図4-6 腸炎ビブリオの透過型電子顕微鏡写真（ネガティブ染色）
寒天培地で培養されたので、1本の太い極単毛性鞭毛の他に多数の側毛性鞭毛が観察される。（岡山県立大学有田美知子先生提供）

コラム5 腸炎ビブリオ特定血清型 の流行

腸炎ビブリオはO1～11, K1～71に血清型別されており、様々な血清型により食中毒が起こってきた。1996年頃よりO3:K6が世界的に優勢となり、その後遺伝学的には近縁のO4:K68, 1:K25, O1:K41なども多く検出されるようになった。

増殖する低度好塩菌。NaCl濃度が低いと溶菌するので、淡水中には生息せず、汽水～海水域に生息する。

食中毒の概要：腸炎ビブリオは河口域～沿岸海域に生息し、水温の上昇とともに増加して魚介類を汚染するので、夏季の海産物による食中毒の主要な原因になっていた。魚の生食、すなわちさしみやすしによる食中毒が多いが、魚を調理したまな板などを介して他の食品を2次汚染して食中毒を起こす場合もあり、いずれにしても、海産物を多食するわが国で多い食中毒である。最近でこそ、カンピロバクターやノロウイルスが食中毒事件数の1位になることが多いが、かつては腸炎ビブリオがほとんどの年の件数の1位を占めていた（図4-1）。本菌は、1950年に大阪で起こったシラス中毒事件¹⁹⁾の際に、藤野恒三郎博士により発見された。

本菌は、海水中の常在細菌であり、夏季の沿岸海水を検査すると頻繁に検出されるが、そのうちの100°C、10分間の加熱に耐える**耐熱性溶血毒 (TDH²¹⁾**を産生する株が食中毒の原因となり、産生しない大部分の株は食中毒を起こさない。食中毒患者から分離された腸炎ビブリオは、一部を除いてTDHを産生して特殊な血液寒天培地で溶血現象を起こすが、この現象は神奈川県衛生研究所で発見されたので**神奈川県現象²²⁾**と呼ばれており、病原性株の指標として腸炎ビブリオ検査の重要な項目となっている。また、このTDHが下痢を起こす毒素の本体と考えられている。

本菌の食中毒は、4～28時間の潜伏期の後に、下痢、腹痛、発熱、嘔吐、悪心等の急性胃腸炎の症状があらわれる。下痢は水様便から血便まで多様である。

本菌は細菌の中でも特に増殖が速い²³⁾ので、生食用の魚を長時間暖かいところに放置しないことが食中毒の予防にとって最も重要である。また、魚を調理したまな板で他の食品を調理する際には十分な洗浄、ときには消毒、さらにその食品を長時間保存しないなどの注意が必要である。

(b) サルモネラ (*Salmonella*) : 感染侵入型 (図4-7)

細菌学的性状と生態：グラム陰性無芽胞桿菌，周毛性鞭毛を持つ。腸内細菌科に属しており、多くの家畜や野生鳥獣の腸管に生息している。*Salmonella*にはいくつかの種 (species) があるが、最近の分類²⁴⁾では

19) 第11章 食品衛生試験法 表11-1, p.142参照

20) 1950年に大阪の南部でシラス（カタクチイワシの稚魚の塩ゆでを半乾きにしたもの）による食中毒が起こり、272名の患者、20名の死者が出た。

21) タンパク質であるが100°Cの加熱に耐える耐熱性毒素 Thermostable direct hemolysin (TDH) である。

22) 国際的にもKanagawa Phenomenon として知られ、KPと略称される。

23) 腸炎ビブリオは細菌の中でも特に増殖の速いものとして知られており、汚染した魚介類中で速やかに増殖するので、長時間放置しないことが食中毒予防に重要である。第3章 注11) p.16参照

24) サルモネラの分類は様々な変遷があつて定まらなかつたが、2002年の国際微生物学会議における命名小委員会で、多くのサルモネラを *Salmonella enterica* の血清型として扱うという方針が採択され、*S. enterica* serovar Typhi などのような形で表記されることになった。

コラム4
最近のヒ素中毒

最近のヒ素中毒の事例として、1998年に和歌山でカレーライスにヒ素が人為的に混入され、60人以上が中毒症状を示し、4人が死亡した急性ヒ素中毒事件が起こった。さらに2003年には、茨城県鹿島郡で地中に埋められた旧日本軍の有機ヒ素系毒ガス（嘔吐薬）の分解産物と考えられるジメチルアルシリン酸が井戸水に混入し、それを飲んだ住民がヒ素の慢性中毒症状を訴える事件が起こっている。

5-6-4 有機スズ化合物

船底あるいは漁網に付着する貝類、甲殻類は船舶輸送や漁業作業の効率を大きく低下させることから、船底塗装に有機スズ化合物を含む塗料を使ったり、漁網に有機スズ化合物を塗布するなど、防止対策が採られてきた。ところが、有機スズ化合物として用いられたトリフェニルスズ化合物やトリブチルスズ化合物が貝類の生育不良、奇形発生、大量死などの原因となる可能性が指摘されている。トリブチルスズ化合物により巻き貝の一種であるイボニシに雌の雄性化が起こるとの報告²³⁾もあり、前述の化審法において、トリブチルスズオキシドは第1種特定化学物質、トリフェニルスズ化合物（13種）とトリブチルスズ化合物（7種）が第2種特定化学物質に指定されている。

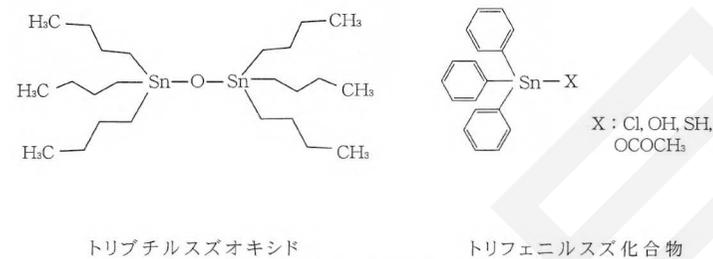
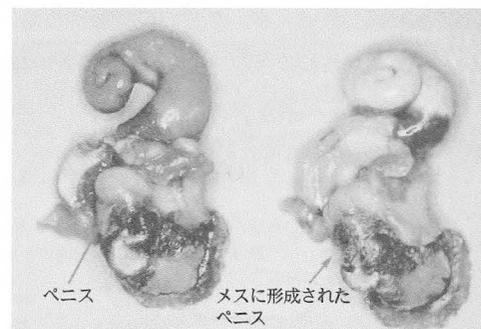


図5-7 有機スズ化合物



イボニシの雌の雄性化

23) 写真は左が正常な雄イボニシ、右にペニスを持った雌イボニシを示す。雌にペニスができることにより、卵を生めなくなり、この雌の雄化現象をインボセックスimposexと呼ぶ。(井口泰泉, 『環境ホルモンと野生動物の異変』, 少年写真新聞社(2001)より)

5-7 カビ毒（マイコトキシン）

カビ、すなわち真菌が食品や農作物中で繁殖し、その有毒な代謝産物によって農作物が汚染され、これらの汚染食品を摂取して中毒を起こしたり、長期にわたれば臓器障害やガンを惹起する場合がある。代表的なマイコトキシンを図5-8にまとめた。

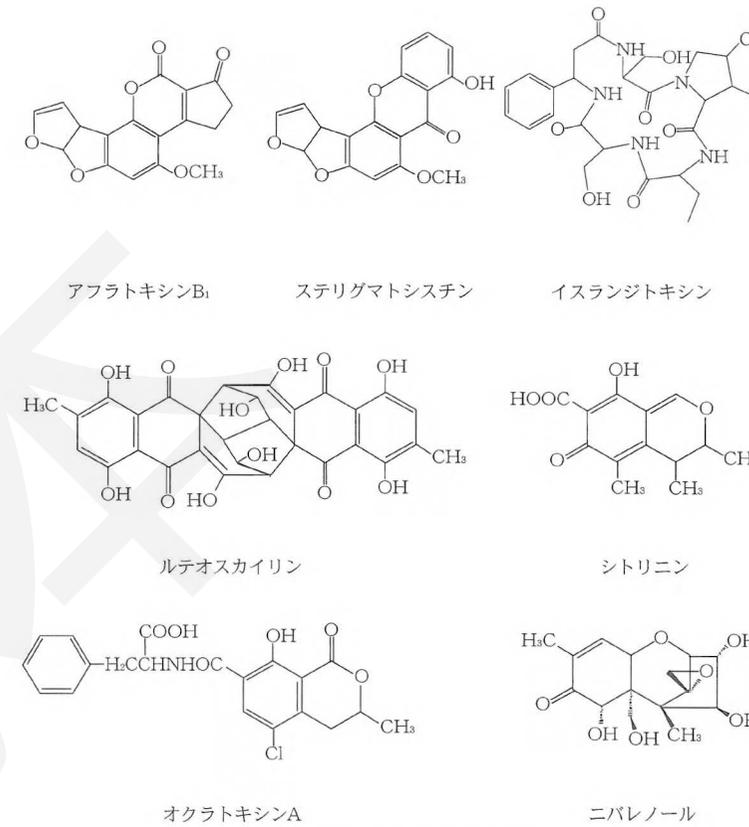


図5-8 代表的なマイコトキシン

5-7-1 ペニシリウム属菌により産生される毒素

1940年に台湾産の米が黄色に変色しており（トキシカリウム黄変米）、その汚染源として*Penicillium toxicarium*が見いだされ、その産生毒素はシトレオビリジンであることが解明された。その後、第2次世界大戦後の食糧難の時期にエジプトから輸入された米に黄変米が見いだされ、*Penicillium islandicum*による汚染であることが明らかにされた。この菌により産生されるマイコトキシンとしてはルテオスカイリン、イスランジトキシンなどがある。さらにタイから輸入された米も*Penicillium citrium*により黄変米となり、このカビは毒素としてシトリニンを産生することが知られている。

7-5-8 着色料

食品の本来の色調を保ち、食欲をそそるために使用するもので、タール色素（12種類）とそのアルミニウムレーキ（8種類）および非タール色素（7種類）が食品添加物として指定されている（コラム3）。現在許可されているタール色素はいずれも水溶性の酸性化合物であり、構造的にアゾ系（食用黄色4号、黄色5号、赤色2号、赤色40号、赤色102号）、キサンテン系（食用赤色3号、赤色104号、赤色105号、赤色106号）、トリフェニルメタン系（食用青色1号、緑色3号）、およびインジゴイド系（食用青色2号）の4種に分けられる。これらタール色素の耐熱性及び耐光性を良くするために、タール色素を水酸化アルミニウムに吸着させたものをアルミニウムレーキといい、比較的長時間、一定の色調を保持できる。食用赤色2、3、40号、食用黄色4、5号、食用青色1、2号および食用緑色3号のアルミニウムレーキ（8種類）が許可されている（用途名併記）。

コラム3
タール色素

タール色素の名称は石炭乾留の副産物コールタールから得られる芳香族炭化水素を主原料として合成されたことに由来する。第2次世界大戦後、食用タール色素として許可されていたもので、その毒性（主に発ガン性）が問題となつて、1972年までに食品添加物から削除されたものとして13種類がある（食用赤色1、4、5、101、103号、食用橙色1、2号、食用黄色1、2、3号、食用緑色1、2号、食用紫色1号）。その大部分は塩基性タール色素であった。

非タール色素としてはβ-カロテン、三二酸化鉄（ベンガラ）、水溶性アナトー、二酸化チタン、銅クロロフィル、銅クロロフィリンナトリウムおよび鉄クロロフィリンナトリウムがある。β-カロテンはプロビタミンA¹⁰⁾であり、緑黄色野菜に多く含まれる。バター、マーガリン、チーズ、即席麺などに使用されている。水溶性アナトーは中南米産のペニノキの種子に含まれるピキシンを加水分解して得られるノルピキシンのカリウム塩あるいはナトリウム塩である。銅クロロフィルは、緑茶などから取り出した葉緑素（クロロフィル）が分子内にマグネシウムを含み、酸や酵素に対して不安定であることから、マグネシウムを銅（銅クロロフィル）や鉄に置き換えて安定化を図り、さらに水溶性を付与するために加水分解してナトリウム塩とした（銅あるいは鉄クロロフィリンナトリウム）ものである。そのほか、上記の化学的合成着色料以外の天然着色料（約100種）に関しても、表示義務がある。

10) β-Carotene。β-カロチンともいう。プロビタミンA（ビタミンAの前駆体）として、体内でビタミンAに変換される。

表7-2 タール色素と使用基準

タール色素名と構造式	タール色素名と構造式
<p>食用赤色2号（アマランス）</p>	<p>食用赤色40号（アルラレッドAC）</p>
<p>食用赤色102号（ニューコクシン）</p>	<p>食用黄色4号（タートラジン）</p>
<p>食用黄色5号（サンセットイエローFCF）</p>	<p>食用赤色3号（エリスロシン）</p>
<p>食用赤色104号（フロキシン）</p>	<p>食用赤色105号（ローズベンガル）</p>
<p>食用赤色106号（アシッドレッド）</p>	<p>食用青色2号（インジゴカルミン）</p>