

## 有害事象発生時の対応と食物テロへの対策

吉田 武美

## Preparedness Response to Hazard and Toxic Incidents, and Food Terrorism

Takemi YOSHIDA

*Department of Biochemical Toxicology, School of Pharmaceutical Sciences, Showa University,  
1-5-8 Hatanodai, Shinagawa-ku, Tokyo 142-8555, Japan*

(Received February 18, 2008)

The nerve gas sarin has been responsible for tragic disasters in Matsumoto city, Nagano in 1994 and in the Tokyo subway system in 1995, which was a terrorist attack against non-military citizens. These chemical weapons exposures shocked the world, and have become sources of social concern. Thereafter there were several toxic substance-evoked incidents in Japan, specifically a poisoning due to curry containing arsenite at Wakayama city and foods and drinks containing other toxic chemicals. Following these tragic events, the Japanese government started to prepare a risk and medical management system for countering chemical and biological terrorism by developing a network of nationwide highly-sophisticated analytical instruments in police research institutes and emergency hospitals. Various ministries and National Research Institutes also provide information, guidelines and treatments for chemical and biological agents. In the event of an emergency such as a mass chemical exposure or mass food poisoning, information on “when, where, who, whom, what, how” should be reported rapidly and accurately to the first responding national organizations, such as police and fire departments, health care centers, and hospitals. Pharmaceutical scientists and pharmacists have been educated and trained on the handling of toxic chemical substances as well as drugs, and thus in the case of an event, they can become advisers for risk assessment and the analysis of drugs and chemicals. Japan has experienced food- and drink-poisonings as terrorism-like attacks. Poisonings caused by the herbicide paraquat and other pesticides including organophosphate insecticides, potassium cyanate and the above-mentioned arsenite-poisoned curry food have occurred. Because of easy access to internet-aided purchases of toxic substances and the import and export of foods, we must pay attention to possible massive exposures through foods and develop emergency management measures to counter them.

**Key words**—toxic incidents; food terrorism; food- poisoning; drink-poisoning; medical management system

## 1. はじめに

1994年長野県松本市及び1995年東京地下鉄で発生した神経毒ガスサリン事件は、この国のみならず世界をも震撼させた一般市民に対する化学テロとしての大事件であった。神経毒ガスが一宗教組織により容易に合成され、一般市民を攻撃対象に巻き込んだことは、現代社会の盲点を突いたものともいえる。東京のような大都市で、しかも地下鉄での通勤時間帯における毒ガス事件での大きな教訓は、前年の松本市のサリン事件で、この国に神経毒ガスサリンが存在することが明らかになっていったこと、そ

の事件での被害者の各種症状から、各機関の連携で早急な対応ができ、多くの被害者を出したのではあるが、被害は最小限に抑えられたことであろう。その後、和歌山でのヒ素入りカレー事件が発生し、それに続きアジ化ナトリウムなどの飲食物への毒物混入事件が相次いだことは、社会的に十分な対応が必要となっていることを意味している。この間の経緯については、いくつかの専門誌に総説等でまとめたものがあるので、興味のある方は参照して頂きたい。<sup>1-6)</sup> またこれらに関連した、情報もいくつか挙げる。<sup>7-9)</sup>

このような有害事象に対する対策として、国を中心に危機管理体制が整備されるようになり、全国の救急救命関連病院や警察機関に各種の先端的な化学分析機器の整備がなされてきている。さらに、各省庁や国公立研究機関や医療機関での対応も整ってき

昭和大学薬学部毒物学教室 (〒142-8555 東京都品川区旗の台 1-5-8)

e-mail: yoshida@pharm.showa-u.ac.jp

本総説は、日本薬学会第127年会シンポジウムS9で発表したものを中心に記述したものである。

ている。しかし、緊急を要する有害事象の発生においては、いつ、どこで、何が、どうして、どうなっているかを早急に判断することが必要で、その後の対応や被害の広がりを防ぐことにつながる。すなわち、各事象項目に対する正確な情報を発信し、その後は国・地方の機関、警察、消防、病院、保健所がそれぞれ危機管理体制で臨むことになる。

## 2. わが国における薬毒物中毒事故の状況

わが国では、医薬品はじめ化学物質による集団暴露による事故や事件をはじめ化学物質が関連する有害事象の発生は少なくないし、現在もまだ多くの問題を抱えていると考えられる。すなわち、医薬品については、かつてキノホルム、クロロキン、サリドマイド、ソリブジンなどの事件があり、化学物質では、ヒ素、カドミウム、水銀、メチル水銀、PCB、ダイオキシンなどの問題があった。これら薬毒物による亜急性又は慢性中毒は、不可逆的な身体障害につながっている。原因不明の有害事象が発生しても、亜急性ないし慢性中毒の場合には、原因究明に時間が掛かるとともに、その間の裁判はじめ社会的にも様々な問題を引き起こすことになる。かつての公害事件の多くが、このような複雑な経緯をたどっている。

一方、急性中毒については、その実態がかならずしも明確に把握されている訳ではないが、毎年の薬毒物中毒による死亡例については、警察庁科学警察研究所資料及び厚生労働省人口動態統計で知ることができる。薬毒物中毒全体では、年間四千例以上が報告されている。最近の自殺者の増加に伴い、薬毒物中毒死例も増加傾向にある。一般に最も多い事例は、一酸化炭素中毒で年間数千例の報告があり、農薬、医薬品なども少なくない。農薬の中では、除草剤パラコートによるものが最も多く、有機リン系及びカルバメート系殺虫剤となっている。パラコート中毒死は、かつては1000例を超えることもしばしばであった。

薬毒物による第3者を対象とする中毒事例は、飲食物へのタリウム混入による事件がある。福岡市のある大学病院検査部、東京の大学の実験動物研究センターの事例、最近の静岡県での事件などがある。最も悲惨な事件は、上述したように、神経毒ガス事件とヒ素入りカレー事件である。

一方、わが国では戦後直後からの覚せい剤乱用期

に続き、現在も第3次乱用期として、依然として覚せい剤の乱用が終息していない。さらに麻薬類、大麻、MDMA（メチレンジオキシメタンフェタミン）を中心とする錠剤型麻薬などの乱用が進行している。加えて、インターネットなど世界的な通信網の発達、中枢作用性薬物の入手を容易にし、乱用が懸念されてきている。このような社会環境を反映して、新たにサイロシンやサイロシピン含有マジックマッシュルーム、ケタミン、5-MeO-DIPT、サルビノリンA、2C-T2、2C-T4、2C-Iなどが麻薬に指定されている。加えて、シルデナフィルなど生活改善薬や向精神薬に属する医薬品のデザイナーズドラッグの入手も容易となっている。これらのデザイナーズドラッグは、法的規制を逃れていることから、純度や含量の面からも使用上の問題を抱えていると考えられる。以上のように、薬毒物を巡る有害事象の発生の可能性については、今後も常に注意と関心を払っていく必要がある。

## 3. 有害事象発生時への対応

わが国では、これまでもテロとはいえないまでも化学物質等による数多くの有害事象が発生している。戦後すぐには、強毒性有機リン系殺虫剤のパラチオン、TEPPなどの中毒が多かった。現在でもいまだこれら特定毒物の中毒は、少ないながらも発生している。急性中毒の多くは、状況的にはそれほど大規模暴露というものではないが、ときには市販食品（チョコレート）に青酸カリを混入したなどとの脅迫事件が発生し、社会的な不安をおもったケースもあった。また、除草剤パラコートによる自他殺が多発した時期には、自動販売機等に本物質入りの缶を置いたりする愉快犯と称される悪質な事犯も多発した。パラコートは、その後ジクワットとの合剤とするとともに、嘔吐薬含有製剤にして、中毒事故・事犯の軽減を図っている。しかし、依然として、パラコート中毒死は、少なくない。わが国では上述し



吉田武美

昭和43年徳島大・薬卒、同年東北大院修士入学（衛生化学専攻）48年同院博士修了、同年東北大・薬助手、51年-52年米国テネシー州バンダービルト大学医学部トキシコロジーセンター研究員（Prof. R.A. Neal）、54年昭和大・薬助教授（毒物学教室）平成4年5月一同教授；専門領域は分子毒性学、裁判化学など

たように、1990年代に神経毒ガスサリン、亜ヒ酸を用いた一般市民へのテロ事件が発生し、報道機関の幅広い情報提供により、その後の全国各地で化学物質関連事件が明るみになるなど、一般社会に化学物質に対する恐怖感が湧き上がってきたと考えられる。これらの社会的事象を契機に、わが国においても危機管理体制の整備がなされてきている。すなわち化学物質による一般市民への暴露が社会的に多発したことを契機に、科学警察研究所や都道府県科学捜査研究所における薬毒物分析数が著明に増加した過去がある。その後の米国における同時多発テロの発生、炭疽菌など生物製剤の郵便物への同封事件なども発生し、国際的にもテロをはじめとする有害事象に対する危機管理体制の整備が促進されている。わが国においても、「国内でのテロ事件発生に係わる対応について（厚生労働省平成15年）」として、以下のような対応が示されている。

- 救急医療の確保及び医薬品供給に関する対応について
- 化学テロに関する危機管理の対応について
- 生物テロに関する危機管理の対応について
- 水道に関する危機管理の対応について

現在、飲料水や食品等に関する危機管理の対応については、国の研究機関や各都道府県の科学捜査研究所、救命救急センターを主とする医療機関を基盤にして、少なくとも有害事象発生時の化学物質の検出、同定などに対する基本的な対応を可能とするように、GC/MSやLC/MSをはじめ高感度・高性能の各種分析機器の導入が進められ、少なくとも毒性を有することが明確になっている各種化学物質を発生現場から検出・同定する体制はでき上がっている。また、有害事象の発生は、予測不可能なことから、その発生時における緊急対応の手順や方法、さらに緊急時に対する即応訓練などが行われるようになってきている。

Table 1に、有害事象発生に対応し得る各種の分析システムを挙げているが、分析技術者がこれらの機器やシステムに常時精通していることが望まれるが、機器類の配備と人的配置が、整えられているとはいえないとも言われている。緊急時の考え方が、問題であろう。

#### 4. 化学物質による有害事象とその対応

身の回りの化学物質は膨大な数に上るが、化学工

場での合成、化学物質の運搬・輸送、化学物質の大規模使用などで、暴露者数の多い有害事象が発生する可能性がある。

有害事象の発生、検出、対応、回復（暴露箇所・暴露者）、防御、対策が一連の流れとなろう。

化学物質の場合には、これまでの多くの経過から、例えばTable 2に示すような農薬類による中毒時の臨床症状は示されており、暴露現場や医療現場での参考となる。さらに、特定の化学物質については、Table 3に示すような解毒薬や拮抗薬、あるいは対症療法的に用いることのできる医薬品がある。一般市民にとっては、いつ、どこで、どのような薬物により暴露を受けるかは不明であり、予防的に使用することは困難である。

原因不明の患者発生時には、救命救急現場では多種多様な原因や化学物質を考慮する必要がある。有害事象は、テロのような意図的な動機により、あるいは誤った知識や誤操作、さらには災害等に伴ってどのような場所でも発生し得る。

さらに、これまでの経験を下に、原因不明の大量傷害者が発生しているときには、薬毒物中毒、化学兵器、生物製剤（兵器）、ときには放射線障害をまず疑うことが診断への第1歩であるとされている。わが国で既に神経毒ガス暴露で経験しているように、有害事象の発生時には、予測・予知ができていか否かは、極めて重要であり、暴露者の生死に係わる問題となる。したがって、なんらかの暴露が考えられる場合には、事象の認識・診断を迅速に行い、対応することが必須である。化学物質暴露においては、Table 2に示すような中毒の参考となる臨

Table 1. Various Methods for Identification of Drugs and Chemicals

GC-MS
LC-MS
GC-MS-MS
LC-MS-MS
ICP-MS (Method for simultaneous determination of metals)
Refractory fluorescent (Applicable for hazardous metals)
Probehead Raman spectrophotometry (possible to determine non-contact analysis of hazardous organic wastes)

Table 2. Specific Clinical Symptoms from Agrochemical-intoxicated Acute Toxicity

Symptom	Agrochemical
Miosis	Organophosphate insecticides, Carbamate insecticides, (Initially in Cartaps and Nicotine sulfate)
Excessive salivation	Organophosphate insecticides, Carbamate insecticides, (Initially in Cartaps and Nicotine sulfate)
Mydriasis	Organochlorine insecticides
Perspiration (Sweatig)	Organophosphate insecticides, Carbamate insecticides, Nicotine sulfate, Pentachlorophenol, Phenol herbicides, Phenoxy herbicides
Muscle fasciculation	Organophosphate insecticides, Carbamate insecticides
Arrhythmia	Organofluoride rodenticides
Consciousness disturbance	Organophosphate insecticides, Carbamate insecticides, Nicotine sulfate
Methemoglobinemia	Phenol herbicides, Phenoxy herbicides

Table 3. Specific Antidote for Acute Drugs and Chemicals Intoxication

Drugs and Chemicals	Antidote	Mechanism
Opioids	Naloxone	Receptor antagonism (opioid receptor)
Benzodiazepines	Flumazenil	Receptor antagonism (benzodiazepine receptor)
Organophosphate insecticides	2-PAM, Atropine	Reactivation of the inhibited enzyme, (acetylcholine esterase) pharmacologically antagonize
Cyanates	Nitrites and Sodium Thiosulfate	Formation of rodanate (reduce the toxicity)
Acetaminophen	N-acetylcysteine	Inactivation of reactive metabolite by conjugation
Metals	Edetate CaNa, Dimercaprol, Penicillamine, Deferroxamine	Water soluble chelate compounds

床症状があり、それらの症状から起因物質を一定程度予測することが可能である。さらにわが国においては、日本中毒情報センターで、多くの情報を提供している。起因物質が判明すれば、Table 3に示すように、対応できる物質の数は少ないものの、いくつかの物質については解毒薬、拮抗薬や対症療法薬があり、対応が早ければ犠牲を最小限に留めることが可能である。サリンなど神経毒ガス類や有機リン系殺虫剤中毒治療の解毒薬としてのオキシム系化合物については依然として開発が進められている。<sup>10)</sup> 起因物質の同定は、速やかに行われればそれだけ対応も適切となることから、現在わが国でも、神経毒ガス類を検知するためにGC-MS機器を備えた移動分析システムが導入されているが、さらに全国的な展開が必要であろう。

### 5. 食物テロとその対応

想定されている各種テロの中でも最も、脆弱な箇

所で防止対策も脆弱で、かつ困難な点があるとされているのが食物テロであるとされている。消費者の食への安全への関心は非常に高く、食中毒（特に広く流通するもの、原因不明なもの）が発生すると、不安不信が著しく増大するため正確な情報提供をいつ、どの時点で行うかも重要である。食品が武器として用いられる点についての議論やバイオテロ対策については、Leeらの総説及び松本の総説を参照されたい。<sup>11,12)</sup>

ヒトが日常的に摂取する食物の中に、毒性の強い化学物質や感染症を引き起こす各種細菌類や細菌毒素さらに放射性物質などが意図的に混入されることが、実際に発生すると、食の安全・安心を大きく損うことになり、社会不安を招くことは言うまでもない。

わが国における最近の食品の賞味期限などの粉飾など食品表示を巡る問題にしても、社会的な不安や

不信が著しく増大しており、ましてや食品に有害物質や微生物が意図的に混入されていることが明らかになれば、社会全体がパニックに陥る可能性が極めて高い。食物に対する危害要因として、Table 4に示すような病原微生物など生物学的な要因（使用可能性が高い物質：天然痘、炭素菌、肺ペスト、ボツリヌス毒素）以外にさらに入手可能な病原体：O157、ノロウイルス、サルモネラ菌など、意図的に用いることの可能な毒性のある各種の化学物質（Table 4のテトロドトキシン、リシンなど）の添加としての化学的要因、物理的要因（異物の添加（金属片、死骸等）、放射性物質の混入等）、予測不可能な各種の危険因子（新興病原微生物、未知化学物質など）が、生産、流通、加工、販売の各過程で発生する可能性がある。これまでテロに用いられているリシンについては、Audiらの総説に詳しい。<sup>13)</sup>

さらに、国際的な食糧の輸出入など貿易が繁栄している環境は、非意図的あるいは意図的な食物の汚染は、一国のみにとどまらず世界的にも極めて深刻な問題となる。すなわち、先進国においては、食糧生産から供給に關与するすべての段階での、再点検とリコール、国際貿易への影響などがあり、発展途上国等においては、食糧供給の悪化につながる。

特に平成20年1月30日輸入食品餃子中の有機リン系殺虫剤メタミドホスによる健康障害の報道を機に、輸入食品中にジクロロボス、パラチオン、ホレートなどが検出され、後2者のように毒性が強くてわが国では使用禁止になっているものや使用されていない各種の有機リン系殺虫剤が相次いで検出されたことは、単に食品素材のみならず、製品に対する農薬等化学物質の検査を実施する必要性が出てきている。

Table 4. Biological Warfares Possibly Using Food Terrorism Attacks

Biological Warfare	Symptom	Treatment or Prophylaxis and Mortality
Anthrax ( <i>Bacillus anthracis</i> )	Intestinal anthrax; bloody feces, etc.; skin anthrax: blister, ulcer, anthrax: symptoms of common cold, respiratory insufficiency, etc.	Antibiotics, ciproxacin 50%, highly 20%, 90%
Plague ( <i>Yersinia pestis</i> )	Bubonic plaque: lymph node swelling, purulence, sepsis, hyperthermia etc; Lung plaque: hyperthermia, cough, serous bloody sputum, etc.	Tetracycline, chloramphenicol, streptomycin
EHEC (Enterohemorrhagic <i>Escherichia coli</i> O157)	Diarrhea, fresh bloody feces, etc. stomachache, in progressed case death with Hemolytic Uremic Syndrome (HUS) or encephalopathy	Generally do not use laxatives, Oral mineral rehydration, nutrition therapy, phoshomycin/nofloxacin/kanamycin, HSU: 20%
Cholera	Diarrhea (white diarrhea), vomiting, stomachache, organs failure with dehydration, shock, etc.	Oral mineral rehydration, 50% (Asian-type) Severe case; use antibiotics
Tularemia ( <i>Francisella tularensis</i> )	Ulcerative: ulcer, swelling of lymph node, chill, etc.; typhoid fever: fever, fatigue, debility, etc.	Streptomycin, gentamicin, 5% (ulcerative) ; 35% (typhoid)
Typhoid ( <i>Salmonella typhi</i> )	Hyperthermia (over 39°C), headache, stomachache, diarrhea, intestinal hemorrhage, septicemia, etc.	Antibiotics, 20%
Salmonella	Hyperthermia, stomachache, diarrhea, vomiting, etc.	None, >several%
Q fever, Rickettsia	Chest pain accompanying fever, stomachache, cough, endocarditis; symptom may be prolonged	Antibiotics, vaccine, 1%
Aflatoxin	Jaundice, acute abdominal dropsy, hypertension, etc.	None, Unknown in human
T2 toxin	Vomiting, diarrhea, swallowing difficulty, dysphagia, reduced muscle strength, etc.	None, No data inhuman
Tetrodotxin	Numbness of tongue or lip, diplopia, swallowing difficulty, dysphagia, speech impediment, difficulty in walking, death with dyspnea	None, Suspected (LD <sub>50</sub> : -1 mg)
Ricin	Food bioterrorism: gastrointestinal bleeding, severe diarrhea, necrosis of liver and other organs	None, LD <sub>50</sub> in human: -5 μg

**5-1. 食品の汚染と関連する事件や公害** 実際には食品の生産、加工、流通、販売、消費に関連して、わが国の戦後からの状況をみても、青酸カリを用いた例としては、1948年の帝銀事件をはじめ、現在再審請求が認められている1961年の毒入りぶどう酒事件（名張事件）、実際に大事には至らなかったが1987年グリコ森永事件、1991年長野毒物事件など数多くの例が知られている。さらによく知られた事件として、1991年トリカブト殺人事件、1992年タリウムによる大学技官毒殺、1995年埼玉愛犬家殺人事件（ストリキニーネによる）、1998年和歌山ヒ素入りカレー事件、新潟アジ化ナトリウム混入（お茶）事件、最近の女子高生によるタリウム混入事件など、食品や飲料に毒性の強い物質を混入し、犯罪が引き起こされている事件は少なくない。

微生物の混入事件としては、ある医師が、1945-1966年に発生させたバナナやカステラなどにチフス菌を混ぜた犯罪が知られている。一方、ヒ素ミルク事件、水俣病（メチル水銀）やカネミ油症事件（PCB関連）及びイタイイタイ病（カドミウム）は、有害物質に汚染された食品の長期暴露の悲惨さを物語る事象である。食品汚染の事例は、有害事象の発生から、原因究明までに長い期間が経過し、被害者の身体的、精神的負担は極めて大きく、かつ治療方法開発の問題や被害の認定をはじめ保証や賠償など生涯に渡って、苦難が続くことになる。

国際的には、1978年イスラエルの輸出用柑橘類果実への意図的な水銀の夾雑、1989年Chileanブドウへのシアン夾雑疑惑は、カナダや米国のすべてのChilean由来果物の回収につながり、この事象を巡っての報道は、米国消費者の製品ボイコットに至った。1998年米国での膨大な量のフランクフルトソーセージやミートソースへのリステリア菌の汚染（*Listeria*）、1997年米国での挽き肉への*E. Coli* O157: H7汚染による1000トン以上の回収など甚大な被害が生じている。ベルギーでの肉類や乳製品へのダイオキシンの汚染、BSE（Bovine spongiform encephalopathy）の発症牛の問題、2000年英国での口蹄病の発症も経済的さらに貿易問題として重要な影響を受けることになった。食品と有害事象との関連については、WHOのホームページから数多くのことを読み取ることができる。<sup>7)</sup>

**5-2. 食物・食品テロ等を巡る問題** 食中毒

は、毎年全国各地で起きている。そこに食物・食品テロが発生すると、食の安全性に対する社会的の脅威は、極めて大きなものとなる。また、わが国の低食糧自給率は、食と農の安全性の確保は必須の問題であり、食糧農産物の輸入に際しては、積極的に海外の安全性情報の取得し、農薬など偽物による作物被害やその混入等の情報収集に努めなくてはならない。一度食物テロが発生すると、食の安全・安心に対する心理的打撃の大きさは言うまでもなく、経済的打撃も大きなものとなる。わが国では平成15年7月1日に食品安全基本法が施行され、食品の安全性の確保に関する施策を総合的に推進し、リスク分析として、内閣府食品安全委員会でのリスク評価、国によるリスク管理を行っている。

先進国においては、食品の生産管理に関してHACCP [Hazard Analysis (and) Critical Control Point] が機能しており、厳しい規制がなされている。HACCPは、危害分析（に基づく）重要管理点（監視）方式であり、原材料の仕入れから、調理、保管、出荷までの食品製造工程全般において、いくつかの重要管理点を設定し、危険（病原菌や異物の混入など）を発見・分析・記録していく食品衛生管理システムである。すべての国でこのHACCPが導入されている訳ではなく、水際での対策が求められる。すなわち、不審物・不審者等の監視強化（混入防止・品質管理の徹底）履歴の記録・保管（プロダクトトレーニング）、輸入食品の監視強化やHACCPの導入への協力などがある。

食品テロが発生した場合には、化学物質の分析や微生物等のチェックが必要である。特にバイオテロは、

- 潜伏期間等があり、化学物質テロなどよりは被害が大となる可能性
- 取り扱いの容易さ
- 遺伝子組換え体への対処の困難性
- 残存性（除染の難しさ）等
- 可能性のある病原体を多岐・多数の検体（中毒患者等）で実施するため長時間必要

などの問題を含んでいる。さらに、食品の流通は迅速であり、生鮮食品等は検査結果が出る前に流通する可能性が高いことも挙げられる。これらを解決するためには、

- 原因（菌、ウイルス、毒素等）の早期発見・診

断（迅速・高感度，簡易・小型装置の開発等）

- 主要食中毒菌の同時検出システムの開発
- 高感度バイオセンサー及びバイオアッセイを利用した迅速高感度検出法の開発
- DNA などユビキタスチップ及び高感度バイオセンサーを用いた網羅的な食品リスク検出法の構築

など迅速検査法や一斉検査法のなど分析技術や解析技術を幅広く開発していくことが望まれる。

## 6. おわりに

有害事象発生や食物テロに関して述べてきたが，これらはいつ，どこで，どのように発生するかは，予測することは困難であり，常に緊急な対応・対策を備えていくことが望ましいことはいうまでもない。わが国で起きた神経毒ガスとヒ素による化学テロの記憶は，風化してはならない有害事象である。毒性の強力な化学物質やリシンなどの植物成分の中には，解毒法や治療法がないこともあり，これらの研究も行っていく必要がある。これらの混入危害に対しては，信頼性の高い検知法・分析法の開発や検査体制の確立，未知の影響としては，暴露後の長期毒性の確認と評価，生体内各種代謝系との相互作用の解明等も行っていく必要があろう。薬学・薬剤師は，医薬品のみならず，天然物，毒物・劇物，麻薬，大麻，覚せい剤はじめ食品関連事項，環境衛生など幅広い分野をカバーしており，有害事象の発生に対しても有益な対応や対策を築けるのではないかと期待するところである。

**謝辞** 本研究内容の一部は「文部科学省ハイテク・リサーチ・センター整備事業」による「昭和大学大学院薬学研究科ハイテクリサーチセンター」の助成を得て行われた。

## REFERENCES

- 1) Yoshida T., *Jpn. J. Environ. Health*, **40**, 486–497 (1994).
- 2) Yoshida T., *J. Toxicol. Sci.*, **19**, 85–88 (1994).
- 3) Yoshida T., Kuroiwa Y., *Toyaku Zasshi*, **17**, 52–59 (1995).
- 4) Yoshida T., *Ho-chudoku*, **14**, 167–181 (1996).
- 5) Yoshida T., *J. Toxicol. Sci.*, **Suppl V**, App. 3–7 (1988).
- 6) Yoshida T., *Rinsho Kagaku*, 96–105 (2002).
- 7) Marrs T. C., *Pharmacol. Ther.*, **58**, 51–66 (1993).
- 8) Minton N. A., Murray V. S. G., *Med. Toxicol.*, **3**, 350–375 (1988).
- 9) Munro N. A., Ambrose K. R., Watson A. P., *Environ. Health Perspect.*, **102**, 18–38 (1994).
- 10) Marrs T. C., Rice P., Vale J. A., *Toxicol. Rev.*, **25**, 297–323 (2006).
- 11) Lee R. V., Harbison R. D., Ann Draughon F., *Food Protect. Trends*, **23**, 664–674 (2003).
- 12) Matsumoto T., *Nihon Rinsho*, **65**, 2007–2012 (2007).
- 13) Audi J., Belson M., Patel M., Schier J., Osterion J., *J. Am. Med. Assoc.*, **294**, 2342–2351 (2005).