

食品からの化学物質暴露量推定方法

西 島 基 弘

Estimation methods of human exposure to chemicals from foods

Motohiro NISHIJIMA

1. はじめに

ヒトに対し、ある特定の化学物質の毒性評価をする場合、その物質の毒性の強さを知ることと同時に暴露量を推定することはきわめて重要なことである。

いくら毒性が強くても暴露量が少ない場合はあまり問題にならないが、毒性がさして強くなくても暴露量が多い場合はきわめて重要な意味を持つ。

毒性の強弱と暴露量は、ヒトに対する最終的な毒性を評価する時の重要性としては車の両輪であるにもかかわらず、研究者の関心は物質そのものの毒性評価に傾いているのではないだろうか。

その理由は暴露量を推定するにはその方法が標準化されておらず、調査をするには多くのエネルギーを必要とする。それにもかかわらず論文にすると、一部ではあるが各学会の編集委員の無理解さなどもあり毒性実験に比較して報文になりにくいことなどもあげられる。

食品からの化学物質の摂取は食品添加物、残留農薬、残留抗生物質などのように何らかの目的を持って使用したものが食品に残留するもの、PCBやダイオキシンのように環境汚染物質が食品を汚染し、それが摂取されるものなどがある。また、鉛やヒ素、水銀のような有害性金属や有機金属は天然由来のものや環境汚染物質が食品から摂取されるものなど様々であるが、いずれにしても人体暴露の経路としては食品が最も重要である。

また、食品は人間の生命維持に最も重要な要因の一つであることなどから種々の化学物質の食品からの摂取量、あるいは暴露量調査は極めて重要である。

しかし、この暴露量や摂取量調査の方法は種々の方法があるが、それぞれに一長一短があり、標準的なものがない。

そこで本稿では標準化していない食品からの化学物質の暴露量を推定するにはどのような方法があるか、その方法と問題点、実際例、食品からの化学物質摂取の現状と今後の問題について述べてみたい。

2. 暴露量と摂取量

ヒトがある化学物質を摂取する量、あるいは晒される量という意味の言葉として暴露量、あるいは摂取量という用語がある。

暴露という用語は一般に汚染物質などに使われる言葉であるが、空気や水、土壌などの環境関係で多く使われている。環境が汚染され人がそれらに晒され、一部が人の体内に取り込まれるというような時の表現に使用されている。摂取という用語は食品中の食品添加物や栄養成分のように検査対象物が食品の時に使われる。また、人のために何らかの役にたつ物質、ある種の目的を持って食品と共に口に入れるという意味の時に使用されているようである。

一方、暴露量と摂取量という用語の意味は時により同義語として使用される場合もある。

農薬などは食品関係の学術誌では“食品に残留するため、ヒトが摂取する量は・・・”、“一日摂取許容量（ADI）は・・・”などというように、摂取量という用語が使用されているが、環境関係の学術誌では食品中の残留農薬についても暴露量という言葉が使用されている場合が多い。

本項は食品について述べるため摂取量という用語を用いることとする。

3. 摂取量調査の方法

食品に含有される化学物質の摂取量を推定する場合、日本人の摂取量はどのぐらいかという調査がある。一方、焼魚や焼肉に含まれる多環芳香族炭化水素であるハルマンやノルハルマンなどを、どの程度摂取しているかを焼肉の好きな人や病院に入院している絶食中の患者の尿を検査して比較するなどの調査がある¹⁾。

食品からの摂取量調査と尿からの排泄量から摂取量を推定する方法を比較すると分析法の困難さは別にして、サンプリングという点では考え方が大きく異なり、問題点や注意点が異なることはいうまでもない。

摂取量調査の場合、特に前者について試料のサンプリングの点で問題となる場合が多い。代表的な摂取量調査の方法としてはマーケットバスケット方式、陰膳方式、生産・流通・使用量調査方式、既存分析値の利用方式などがある。

1) マーケットバスケット方式

食品中の食品添加物や残留農薬、汚染物調査など幅広く採用されている方式である。このマーケットバスケット方式という用語は試料とする食品を市場で購入し、調査することから名付けられた名称である。

この方式は、どのようにしてどのような食品を購入すればよいのか、どのように分析をするか、どのように集計するかが問題になる。

筆者は厚生省の“日本人の食品添加物一日摂取量調査研究班”に長年参加しているが、この研究班はマーケットバスケット方式²⁾を採用しているため、その内容を中心に考えてみたい。

①試料の採取方法

マーケットバスケット方式を行う上で、まず最初に考えなければならないことは、市場からどんな食品をどのように購入するかである。

何を購入するかについては目的が“日本人の食品添加物一日摂取量調査”であるため、日本人が種々の食品を平均してどのくらい食べているかの資料が必要となる。この一見簡単そうだが実は最も大変なことで、各食品メーカーは自社の製品がどのくらい食べられているかの判断は出来るものの他社の製品については他言するわけはなく、さらに輸入品のことまで考慮すると、その実態はますますわからなくなる。また、各食品ごとにある“協会”においても日本全体の摂取量はアルコール関係以外はほとんど把握していないのが実態である。

このように生産者からは、どの食品がどの程度食べられているかの情報は期待できない。

そこで、実際にマーケットバスケット方式で食品を購入してどの程度を量り取るかの根拠が必要となるが、一般には国民栄養調査成績などを中心として、国民の食品消費量を推察して市場からそれら各種食品を購入する。購入する内容は加工食品の場合と野菜や果実のように農作物そのもので未加工のものまで含める場合とがある。

購入する食品は、例えば即席麺を考えてみても多くのメーカーがあり、各社は複数の商品を生産している。

“日本人の食品添加物一日摂取量調査研究班”では全国で10～13機関で分析を担当しているが、その機関の所在地の地域でそれぞれ3銘柄3商品を購入することになっている。したがって全食品の数は数百にも及び、それら全てを個々に検査することは現実的でない。

そこで、購入した食品を国民栄養調査表などから各食品が一日に摂取されている量を算出する。例えば即席麺について見ると各社の各商品を同じ量を食べると仮定する。このようにして各食品を購入するとき、その品数の多さにスーパー等で驚かれる品数となる。それらの食品をバイオミキサーやホモジナイザーなどによって、よく粉碎し、先に算出した一日摂取量にしたがって秤取する。これらをいくつかの群に分類する。一般に分類は食品栄養成分表などに従い穀類及びそれらの加工品、野菜類及びそれらの加工品、魚介類及びそれらの加工品など7～8群に分類して混

和する。それを冷凍後、各研究所間に冷凍輸送する。各機関ではその試料をあらかじめ決められた項目を分担して試験を開始する。

このサンプリングで重要なことは食品を購入する地域独特のものや特殊な食品、食品であるか否かの境目のようなものを加えるかの判断である。一般にはあまり意味のないものは加えない傾向がみられる。

このマーケットバスケット方式の最大の特徴は大規模な調査であれば他の方法に比べ、信頼度の高い推定値が得られることである。一方、短所としては費用と人手がかかることである。

これらの一連の試料の調製作業だけでも予想外にエネルギーを必要とする。

②試験方法

実際の分析をする前に、調製した試料を用いてあらかじめ各群について既存の試験法で検査できるか、できなければどのように改良する必要があるかなどを検討する。その間に他の機関から試料が送付されてきた場合には、その冷凍試料はとりあえず冷凍庫に保存し、各食品群について添加回収試験等を行い試験法が使用できるかを確認する。

この一日摂取量調査の最も困難なものの一つが確認限度を上げることにある。通常食品個々の分析法は種々の学術誌に報告されている。しかし、多くの食品を群別に混ぜて分析するため、食品添加物を使用している食品と、使用していない食品を混和するため、通常の検査方法に比較して10倍、あるいはそれ以上低い確認限度が要求される。また、妨害物質についても単一の食品を分析するのに比較して多種多様となる。したがって一般に報告されている分析法の内容では適用できないことが多い。

一般には従来の分析法を基に固相抽出などを導入してクリーンアップを検討する場合が多い。

マーケットバスケット法の最大の長所は数百の食品を分析するのではなく、いくつかの限られた群を分析するだけでその全体が推察できることである。欠点としてはグレープフルーツやオレンジの皮の部分に使用されている防かび剤のように極限られた食品に、しかも微量しか使用していないものが検出されないことである。

また、酸化防止剤など、酸化されて減少する物質を測定する場合は、あらかじめ安定剤を加えた後に混和するなどの配慮が必要となる。考え方は残留農薬や残留抗生物質、汚染物についてもほぼ同様と考えてよい。

食品添加物や残留農薬については、現時点では食品衛生法に準拠し、バナナや柑橘類は皮を剥かずそのままサンプリングすることになるが、バナナはいうに及ばず柑橘類はマムレードやネクターなどの加工食品はあるものの通常は食べない皮まで入れるサンプリングの方法には疑問が残る。

また、一般には洗浄後に摂取するものであっても洗浄しないで測定するものについては、安全性の観点から“悪い条件でサンプリングをしてADIと比較する”それでも大丈夫であるという論拠にはなっているものの、消費者はより

高い数値に対し不安を持つようになった。今後は意識的に悪い条件を設定して検査を行うことについても十分な配慮が必要と考える。

野菜の残留農薬や汚染物質を調査する場合、圃場などで何らかの土壌汚染があると、風によって土埃などが付着する。一般に市販野菜は洗浄して摂取するため洗浄しないものをサンプリングすることについても実態と離れているのではないだろうか。汚染の可能性はあるか否かについての調査は別として、摂取量調査については試料の調製を常識的に各家庭で行っている洗浄等を行う必要があるのではないだろうか。また、各学術誌のそれらのデータをみて摂取量の参考にする場合は試料の調製方法に注目する必要がある。

③結果の解析

結果が得られた後は、各地区の結果を加算し、平均値を出すことによって全国の摂取量の平均がでるため極めて簡単に結果が得られる。平成9年度に行った結果を表1に示した。

表1 マーケットバスケット方式による日本人食品添加物1日摂取量 (mg/日/成人)

食品添加物	ADI (mg/日/人) (体重50kg)	マーケットバスケット 日本 (1994-1995)
安息香酸*	250	2.4
ソルビン酸	1,250	27.5
デヒドロ酢酸		0.1
パラオキシ安息香酸	500	0.124
プロピオン酸*		2.2
ジブチルヒドロキシルエン	15	0.066
ブチルヒドロキシアニソール	25	0.002
硝酸塩*	185	39.58
亜硝酸塩*	3	1.08
イマザリル	1.25	0
チアベンダゾール	5	0.000117
オルトフェニルフェノール	10	0
ジフェニル	2.5	0
二酸化硫黄*	35	0.088
プロプレングリコール	1,250	37.3
サッカリンナトリウム	250	0.416

*：食品成分として天然にも存在

この方法の結果はあくまでも摂取量の“全国の平均値”であることを明確にすべきで、各地の研究機関の結果であるといっても地域の差や購入地の場所などの細かな考察は意味を持ちにくく、たとえ購入した機関によって結果に差が見られたとしても、また購入した季節によって数値に差が見られたとしてもバラツキの範囲であるのか有為差として言及してよいかなどの十分な考察が必要となる。

④成分分析への適用

食品添加物一日摂取量調査についての方法を中心に述べたが、残留農薬や汚染物のなかで、ある限られた食品に残留していることがすでに明確になっているものについて

は、全食品を対象にして調査する意味があるかを十分に考えて判断する必要がある。検査対象物質が限定された食品にのみ存在する場合はそれなりの方法を考えながらサンプリングを行うとよい。

筆者らは内分泌攪乱化学物質（いわゆる環境ホルモン）の可能性があると指摘されたもののうち、植物ホルモンのダイゼインやゲニステインなどの一日摂取量を調査しているが、分析法を確立した後、個々の食品でこれらを含むものを調査した。その結果、大半が大豆および大豆加工品に分布していることを確認した。そこで食品添加物一日摂取量調査で利用したサンプルに適用したところ、7群に分類したサンプルのうち、当然のことではあるが大豆およびその加工品が分類されている一つの群のみからダイゼインやゲニステインの両物質を十分な感度で検出する事ができた。以後はこの該当する群のみを調査して、摂取量を算出してよいのではないかと考えている。

また、日本における食事経路のダイオキシン関連物質の摂取量調査が高山ら³⁾により報告されている。それによると1977, 1985, 1990年に大阪府内で市販されていた食品を、それぞれ100, 114, 111品目購入し、実際の食事形態に応じて食品をそのまま、あるいは調理した後13群に大別し、それぞれを混合ホモジナイズ後、ダイオキシン及び関連化合物を調査し、詳細に考察した結果がある。その概略は表2に示したとおりであり、ダイオキシン類の総摂取量は一人一日175±120pgTEQであり、その主たる摂取経路は魚介類であることを報告している。

表2 ダイオキシン類の食品からの一日摂取量 (pg-TEQ/人/日)

分 類	ダイオキシン類	分 類	ダイオキシン類
米	11±5	野菜・海藻	2.4±1.8
穀類・ポテト	0.2±0.1	調味・飲料	0.6±0.7
砂糖・ケーキ	3.0±2.8	調味・飲料	105±87
油脂	2.9±2.0	肉・卵	17.5±16.2
豆類	1.2±1.7	牛乳・乳製品	18±13
果物	0.6±0.8	調理食品	0.7±0.7
緑黄色野菜	11±6		

高山ら (1991)³⁾

2) 陰膳方法

試験対象者が一日に摂取した全ての飲食物と同じものを同じ量だけ容器に採取し、それを分析試料とするものである。実際に消費した食品を基にした摂取量調査であるため正確な値が得られる。また、個人別の摂取量が推定できる利点がある。それは逆に各個人により食べるものが異なるため母集団が少ないとばらつきが大きくなり解析しにくい。

①試料の採取方法

この方法で最も留意すべきことは、目的を理解してもらった後に正式に依頼するが、人の心理として、通常の朝食はパンとコーヒーのみで済ませている人が、試料収集を依頼されたことにより、いつもは食べないご馳走を食べてしま

うような傾向が見られることである。また、レストランやバイキング方式の料理店、宴会や飲み屋など自分が食べたものと同じものを容器に入れて家に持ち帰ることに難しさがある。

調査対象人数は多いほど良いことはいうまでもないが、依頼する人にサンプリングはどのようにするか等の細かで十分な説明が必要となる。また、食品添加物の場合、肉などの発色剤として使用されている亜硝酸は硝酸が還元しても生成される。この、硝酸塩は野菜などの農産物に大量に含有されているため、採取した容器を常温に保存した場合などには微生物により簡単に亜硝酸が生成される。

また、亜硫酸は酸化防止剤としてワインなどの果実酒に、漂白剤として干し杏や甘納豆など各種食品に使用されているが、試料により調製に使用する水中の溶存酸素、あるいは空気と接触すると酸素と反応して硫酸塩となるため検出されなくなる。

残留農薬や汚染物質を調査する場合も同様に各条件と成分とのかかわり合いを十分に考慮した上で試料を収集する必要がある。

②その他の陰膳方法

試料の収集方法として7～10日間程度のモデル献立を作成し、それにしたがって1日分ごとの食材を購入し、調理・加工する。さらに必要な加工食品を加えて混和し、これを試料とする方法がある。この場合は実際に食べたものと同じものを収集する方式に比較して、試料の保存などについて管理しやすい。反面、作成した献立が平均的なもので、妥当性があるかの考察を十分にすることがある。

筆者らは先に述べた植物ホルモンについて大豆の他に考えられる市販の大豆加工食品をすべて個別に検査をして、その製品ごとのダイゼインやゲニステインなどの含有量を把握した後、数人の食事調査を行い、計算によって摂取量を推定したところ先のマーケットバスケット方式に従って調査した結果とほぼ同程度の値が得られた。このようにある限定したものに含有されるものについては、このような陰膳方法によっても妥当性のある結果が得られるものと考えている。

3) 生産・流通・使用量調査方法

食品添加物の場合は食品添加物の生産量や輸入量などの総量を算出し、人口で割って一日摂取量を算出する方法である。この方法の利点は分析が出来ない物質についても推定が出来ることである。また、膨大な費用と人手を要しない。この方法の欠点は、ある物質の総生産量は必ずしも食品添加物として食品に使用されるということはないことである。食品添加物として生産されたものであっても化粧品や家畜などの動物の飼料、さらにプラスチック食器などの化学製品、添加物によっては他の添加物の原料となっているものもある。これらのことから大きなプラスの誤差となる可能性が大きい。一方、食品に添加すると減少し、実際にはほとんど摂取していないものもある。また、実際にある物質が日本では生産していない、あるいは生産量が少ないものがある。輸入食品の占める割合がカロリーベースで

50%を上回っているため、輸入品が占める割合が高い食品については諸外国の生産量が把握できない場合は大きな誤差になる可能性がある。したがってこのような調査方法は解析に十分考察を加えないと無意味なものとなる。

このような方法を採用するのであれば全国の食品メーカーや輸入商社などの十分な協力を得ることが必要であり、それが出来ない場合は結果の信頼性に問題が残る。

4) 既存分析値を利用する方法

既に行われた検査機関の結果や学術誌に報告されている食品中の食品添加物含有量を用いて推定する方法である。日本では1994年の行政試験検査結果を基にした報告⁴⁻⁷⁾がある。また、フィンランドでも公的検査結果と文献値を利用して摂取量調査⁸⁾をしている。この方法はマーケットバスケット方式と同様、食品消費量の詳細な統計値が必要となる。

日本の調査は厚生省や地方自治体が全面的に協力して行った方法である。この方式は全国の分析値が対象となったため、膨大な数の分析値から摂取量を推定できることにあった。しかし、欠点としては行政試験の場合、食品衛生監視員が市場から食品を収去する時、食品を無差別に収去しないことである。すなわち、違反がある可能性がありそのような食品を意識的に収去するため、実際より高めの結果が出る可能性があるのではないかと心配がある。

現在、食品添加物、残留農薬、残留抗生物質の他に食品衛生法で基準値が定められている汚染物質について基準値を上回る違反の率がきわめて少なく、調査対象となる母集団の数が多ければ、直接に影響することは考えられない。しかし、一度、過量使用違反が生じると、その同ロットのものはもちろん関連商品なども大量に検査される。それは違反を検出した機関のみではなくその商品が市販されている各地域の試験研究機関は同様の検査を実施するため、それらがいずれも数値として計上されることになる。違反品の検査件数が多いものについては有為に影響しているかなど、解析する場合には十分考慮する必要がある。

4. 食品添加物の各種調査方法による推定摂取量

食品添加物の摂取量を調査したものとしてマーケットバスケット方法、陰膳方法、生産・流通・使用量を調査した方法、既存分析値を利用した方法などを調査する方法を比較すると表3のようになる。

このように同じ項目の結果を比較するとソルビン酸のように何れの方法でも比較的近い結果がでるものがあるが、その他の項目は摂取量に差が見られるものが多い。

その考察は難しいが、マーケットバスケット方式を中心に見ると、ここに示した陰膳方式に結果は献立にやや普遍性を欠いたきらいがあるが、陰膳方式を否定するものではない。

マーケットバスケット方式と生産・流通・使用量の結果を比較すると多くは後者の方式の方が高い値が得られている。しかし、硝酸塩、亜硝酸塩とイマザリル、チアベンダゾール、オルトフェニルフェノール、ジフェニルの防かび

表3 各種調査方法による食品添加物推定摂取量の比較 (mg/日/成人)

食品添加物	方 法	マーケットバスケット	陰膳方法	生産・流通・使用量		既存分析値の利用	
		日本 (1994-1995)	日本 (1980-1982)	日本 (1992)	英国 (1984-1986)	日本*1 (1994)	フィンラン*2 (1980)
安息香酸		24	0.418	4.20	48.9	11.0	40
ソルビン酸		27.5	25	33.18	29.4	32.9	37
テヒドロ酢酸		0.1	0	0.63		0.077	
パラオキシ安息香酸		0.124	0.141	0.35	0.1	1.37	0.18
プロピオン酸		2.2		1.05	4.6	3.88	16
BHT		0.066	0.775	0.2		0.051	
BHA		0.002	0.166	0.088	0.4	0.17	0.17*3
硝酸塩		39.58		0.207	1.3	0.43	6.4
亜硝酸塩		1.08		0.36	2.0	0.318	3.5
イマザリル		0		0.0000		0.009	0.0021
チアベンダゾール		0.000117		0.0000		0.035	0.012
オルトフェニルフェノール		0		0.0000		0.0014	0.0007
ジフェニル		0		0.0000		0.003	0.014
二酸化硫黄		0.088	0.167	4.711	92.7(18.4)*4	1.63	4.0
プロピレングリコール		37.3		35.2	54.1	57.1	
サッカリンナトリウム		0.416	4.8	2.204	2.5	7.26	5.9

* 1 行政検査の結果 * 2 行政検査結果と文献値の併用 * 3 BHA と BHT の合計値 * 4 ()内は補正值

表4 各推定方式の特徴

方 式	長 所	短 所
マーケットバスケット方式	信頼性が高い結果が得られるといわれている。	二酸化硫黄，酸化防止剤のように変化しやすいものについては十分に配慮する必要がある。 費用，人手が非常にかかる。 多くは成人対象の調査が多い。
陰膳方式	比較的信頼性が高い値が得られる。 幼児，老人など対象を明確にしやすい。	各個人が食べたものと同じものを集めて試料とする場合は，飲み屋など試料が得にくい場合がある。 費用，人手がかかる。
生産・流通使用量方式	費用，人手が比較的少なくて済む。 分析不可能なものの推定が可能である。	国内の食品メーカーなどの協力がないと出来ない。 輸入品については対象に出来ない。 食品に添加すると分解など変化するものについても摂取したとしての値がでる。 人の食品以外に使用されたものが加算される可能性がある。
既存分析値を利用する方法	費用，人手が少なくて済む。	地方衛生研究所などの協力がないと出来ない。 違反品が多い項目については実態より高い値がでる可能性がある。 各機関で分析法が統一されていないため確認限度や精度が異なるものが集計される。

剤はマーケットバスケット方式の方が高い値がでている。硝酸塩は，野菜類や根菜類に多く含有されているためと考える。亜硝酸塩は硝酸が還元されて生成されたものか亜硝酸塩が含有されている輸入の食肉，魚肉製品のためか詳細なことは不明である。

防かび剤が生産・流通・使用量の結果に数値が得られていないことは，これらの物質はグレープフルーツ，オレンジ，レモン，バナナなどいずれも輸入品のみに使用されている

ためと考える。一方，二酸化硫黄は生産・流通・使用量の結果が極めて高いが，使用しても食品中や試料調製中に酸化され，硫酸塩となるためと考える。

マーケットバスケット方式と既存分析値を利用した結果を比較すると，硝酸塩，亜硝酸塩を除いて一般的に既存分析値を利用した結果の値が高い。これは防かび剤やサッカリンなどに顕著である。その理由は行政検査は各地の食品衛生監視員が市販品を収去するとき違反の可能性もあるも

のを収去することの他に、ひとたび、違反品が検出されると、再検査や関連したものの検査を行うことや、他県で違反品が検出されるとその関連したものを集中的に検査することが原因と考える。

結果の違う要因について概略述べたが、各調査方式を比較すると、得られた結果の考察が極めて重要であることがわかる。

暴露量、あるいは摂取量を食品から摂取するという面から見た場合、各方式によって長所、短所がある。摂取量調査結果を参考にする場合サンプリング方法、分析法を注意深く見て、得られた結果の妥当性について十分に考察する必要がある。

また、各方式も、その規模によって結果の妥当性や費用、人手に大きな差がでるため単に比較は出来ないが、いくつかの既存の結果を比較するとそれぞれ表4のような特徴が見られる。

おわりに

化学物質の摂取量あるいは暴露量を調査する方法として尿中の排泄量や糞便からの排泄量から推定する方法などもある。しかしこの方法は代謝されない物質については有効であるが、代謝されるものについては適用できず、試料の採集も困難さがある。

暴露量や摂取量の調査研究を行う場合、まずはどの方法が最も調査内容に適しているか、費用や人手は大丈夫かなどを十分に考え、作戦を立てて調査に入る必要がある。

いずれの方法もそれなりの困難を伴うが、単に簡単であるからということで調査を行うと全く意味のない数値を得ることになる。また、人により食べ物の嗜好や食べる量などが千差万別であるため、食品関係の摂取量を出すときの心構えは、あまり神経質に細かいことを考えすぎても意味がない。反面、十分な作戦もなしに開始すると全く意味のない数値になってしまうという両面を考えあわせて実行に移すことである。

参考文献

- 1) Ushiyama H., Oguri A., Totsuka Y., Itoh H., Sugiura T., and Wakabayashi K., Norharman and haruman in human urine, *Proceedings of the Japan Academy*, 71, Ser. B., No.1, 57, 1995.
- 2) 日本ヒトの食品添加物1日摂取量実態調査研究, 伊藤啓志男編, 社会保険出版社, 1998.
- 3) 高山幸司, 宮田秀明, 青笹治, 味村真弓, 榎本隆, 日本における食事経由のダイオキシン関連物質の摂取量, *食品衛生学雑誌*, 32, 525-532, 1991.
- 4) Ishiwata H., Nishijima M., Fukazawa Y., Ito Y. and Yamada T., Evaluation of Preservatives Contents in Foods and the Daily Intake Deduced from the Results of the Official Inspection in Japan in Fiscal Year 1994, *食品衛生学雑誌*, 38, 145-154, 1997.
- 5) Ishiwata H., Nishijima M., Fukazawa Y., Ito Y. and Yamada T., Evaluation of the Antifungal Agents Allowed as Food Additives in Foods and the Daily Intake Deduced from the Results of the Official Inspection in Japan in Fiscal Year 1994, *食品衛生学雑誌*, 38, 296-306, 1997.
- 6) Ishiwata H., Nishijima M., Fukazawa Y., Ito Y. and Yamada T., Evaluation of the Inorganic Food Additive (Nitrite, Nitrate, and Sulfur Dioxide) Content of Foods and Estimation of Daily Intake Based on the Results of Official Inspection in Japan in Fiscal Year 1994, *食品衛生学雑誌*, 39, 78-88, 1998.
- 7) Ishiwata H., Nishijima M., Fukazawa Y., Ito Y., and Yamada T., Evaluation of the Contents of BHA, BHT, Propylene Glycol, and Sodium Saccharin in Foods and Estimation of Daily Intake Based on the Results of Official Inspection in Japan in Fiscal Year 1994, *食品衛生学雑誌*, 38, 89-100, 1997.
- 8) 石綿肇, 山田隆, 1994年度の行政検査結果を基に推定した食品添加物の食品中の濃度と摂取量, *食品衛生研究*, 48, 67-79, 1998.