

---

## 総合論文

---

# 京都女子大学の 14 年間を振り返って

新保慎一郎

Shinichiro Shimbo

### I. はじめに

明年、2005 年 3 月に京都女子大食物栄養学科での 14 年間の生活が終わることになった。この度、山本尚三教授から食物学会誌への寄稿を奨められたのを機会に、本学に着任後に行った栄養調査と、カドミウム曝露の研究成果を簡単にまとめ、お世話になった先生方、共同研究者、学生諸君、大学へのお礼の言葉にしたいと思う。

### II. 研究の端緒

急逝された臼井朋包先生の後をうけ 1991 年 4 月契約教授として着任した。短期大学で教えて欲しいということだったので、前任校の京都市立看護短大の延長線上の講義だけと勝手に考えて、「教育」とともに「研究」の存在までに気が回らなかった。着任後、大学の卒業研究を分担するというので、慌てて研究テーマを模索することになった。幸いにも、環境庁による「環境汚染健康影響基礎調査班」(代表京都大学医学部公衆衛生学池田正之教授)の調査に参加することが可能となり、それが本学での研究を進める端緒となった。

### III. 研究の経緯と方法

#### 1991年～1994年：

調査班の研究目的は、日本国内におけるカドミウム汚染程度の確認と、一般住民の健康への影響についてであった。主要汚染源である食事からのカドミウム摂取量、血中濃度、尿中排泄濃度などに基く人体への負荷量の推定と健康調査である。1977 年から 1981 年の調査に引き続き、1991 年から第二次調査

として前回と同じ地区を対象に調査がスタートした。京都大学(池田正之教授)、宮城教育大学(渡辺孝男教授)、宮城大学(中塚晴夫教授)との共同研究で、調査には本学と宮城教育大学の学生も参加し、栄養と健康調査に大きな役割を果たしてくれた。

1993 年以降は、国内調査と平行して東アジア諸国での調査を開始して現在に至っている。

#### 1995年～1997年：

1995 年から池田教授の後を受けて、環境庁「重金属等の健康影響に関する総合研究班」の「カドミウムのバックグラウンド曝露についての研究」を担当することになり、(財)飯島記念食品科学振興財団からの研究助成もあって、国内調査地を増やすことができた。

それとともに研究の主体を本学に移したため、収集した食物等のカドミウムの測定機器の整備が急がれ、1995 年藤原兌子教授、謝名堂正信教授(現名誉教授)のご尽力で、私大助成により誘導結合プラズマ質量分析装置(ICP-MS)を導入できた。この装置は京都大学についての設置であったが、血中、尿中、水中などのカドミウム測定精度を一段と高めることができ、膨大な試料測定を可能にした。ICP-MS の導入にご尽力頂いた両教授と大学当局に改めて深謝したい。

国内の第二次調査では北海道から沖縄県までの 30 余カ所で調査を行った。1 日陰膳食物収集法によりカドミウムの食事からの摂取量を調査した。収集した食物を一括して大型ブレンダーで磨砕しその一部を測定用に凍結保存するとともに、日常使用する飲料水、精白米、雑穀なども同時に収集した。また、収集した食事検体はあらかじめ食品ごとに分別秤量記録して献立表を作成し、栄養素摂取量調査の資料とした。健康調査には問診、身体計測、血圧測定と

血液・尿の臨床検査診断を行ったが、血液・尿の一部は重金属分析用にも分け凍結保存した。

#### 1998年～2000年：

1997年までに陰膳食物収集による国内調査を終えたが、引き続き1998年から「日本人のカドミウムの環境負荷量」について調査を開始した。日本人のカドミウム曝露が主として米飯由来であるとの調査成果に基づき、主食の米類や穀類製品を収集して負荷量を検討した。精白米のカドミウム濃度には生産地による差があるため、日本国内の県庁所在地とこれに準じる都市一般住民を対象にして、流通している精白米、麦等の穀類とその製品である米飯、パン、うどんなどを直接または間接に収集して調査した。

#### 2001年～2004年：

「カドミウム低濃度曝露による腎影響に関する研究」をテーマに調査を継続した。カドミウム大量負荷によって腎尿細管機能を障害することが知られている。現在の一般住民の負荷量で腎障害をきたすか否かについて、日本各地の検診センターの協力を得て尿約1万検体を収集し、カドミウムによる腎障害を検討した。

#### その他：

カドミウム曝露量の調査研究の他に、ICP-MS導入で研究領域が広がった。収集した食事試料をもとに鉛汚染の解明、セレン、鉄、カルシウム等無機質の測定に多くの成果が得られた。これらの研究は、1996年から2000年まで共同研究者（1999年～2000年日本学術振興会外国人特別研究員）として招聘した張作文先生（現中国科学院）に負うところが大きい。

他に日本人のスズ摂取量についての研究を現在継続中である。

## IV. 研究の成果

### 1. 栄養調査成績

#### 1) 国内調査

第一次調査地の栄養・健康についての成績はほとんど未整理の状態であったので、資料整理に学生も参加して、第二次調査成績とともに卒業研究に使用する許可を得た。すべての資料が京都大学に集積していたので、学生ともども1995年まで京大で研究室を借用した。国内の栄養調査成績は学生に負うところが大きいので、卒業研究の項でまとめた。

#### 2) 卒業研究

1991年から2000年にかけての調査地区と学生参加を表1に示した。また、今年度までの卒業研究の

テーマ、本誌にまとめた成果、共著論文を表2に示した。

卒業研究は学生の自主性を尊重して研究題目は自己申告とした。はじめて担当した学生は栄養素摂取量や食塩摂取量などの解析に関心があった。摂取栄養素の推定には「四訂日本食品標準成分表」を用いて計算したが、第二次調査では日本人の食生活が輸入食品の増加などで、多様な食品摂取がみられるようになっていた。成分表に未記載食品の取り扱いについて代替食品に読み替えるか、中国、台湾、韓国、東南アジア諸国の食品成分表を探すなどの苦労などがあった。その後、四訂成分表の補遺として発表されていた「食物繊維」、「無機質」、「脂溶性成分」、「アミノ酸」の各成分表についても、食品の収載数が栄養計算に供し得るかが問題となり、その後の数年は計算値の信頼性に関心が集まった。

卒業研究の成果は本誌に投稿するよう務めたが、さらに成績を検討、整理して幾つかの論文にまとめることができた。最初の論文は、日本人の食塩摂取量は北海道から沖縄県へと減少する北高南低であり、食品群別にみて味噌、醤油、漬物の順で上位を占めることなどを報告した<sup>1)</sup>。また、1980年代（第一次）と1990年代（第二次）の栄養摂取量と摂取食品数の関係の検討から、エネルギー、タンパク質、VB<sub>1</sub>摂取量は食品数増加とよく相関したが、鉄、カルシウムなどは1日30食品以上摂取者で充足者が多いことを報告した<sup>2)</sup>。さらに、米どころ宮城県と食習慣の異なる沖縄県住民の比較から、宮城県では近年米飯摂取量が著明に低下し、沖縄県では低下程度が著明でないこと、日本人のタンパク質摂取は現在なお穀類に依存する傾向が大であることが明らかにできた<sup>3)</sup>。続いて国内の都市間における栄養格差の消失<sup>6)</sup>、カルシウム摂取量<sup>4)</sup>、鉄摂取量<sup>8)</sup>、食塩摂取量の変遷<sup>9)</sup>などを報告した。さらに、日本人食物繊維摂取源は野菜類、穀類、果物、豆類の順であること、1980年代の成人女性の摂取量が1990年代には減少したことなどを報告した<sup>7)</sup>。また、日本食品無機質成分表の検討では、市販の微量元素含量表との比較を行ったが、ともに食品の補足率が59%と54%であり、使用に問題点が多いことを指摘した<sup>5)</sup>。無機質の計算値と実測値の比較から、調査成績の信頼性についても検討発表することができたが<sup>10)</sup>、ICP-MSの導入によって食事検体中の無機質の測定を行い、日本のみならず中国、韓国の計算値と実測値を比較して、表計算の信頼度についても報告した<sup>11,12)</sup>。

表1 国内, 国外調査地

調査年	国内調査地	参加学生 (* 人数)	国外調査地 ○○) : 栄養関連論文
1991年	仙台市(南光台, 秋保) 山口県(徳地町)		
1992年	宮城県(桃生町, 河南町) 沖縄市(美里) 沖縄県(宮古郡下地町)		
1993年	北海道(豊浦町, 虻田町) *** 新潟県(白根市) ** 東京都江東区(深川, 城東) ** 京都市東山区 **** 高知県(芸西村) 福岡県(津屋崎町) **		China 19) Beijing
1994年	富山市 島根県(斐川町) **** 近江八幡市 **** 鹿児島県(笠利町) **** 福島県(塩川町)		Korea 17) seoul Pusan Chunan Haman Taiwan 18) Tainan
1995年	金沢市 鹿児島県(始良町, 吹上町) **** 愛知県(津具村) **** 群馬県(尾島町) **** 石垣市 **** 北海道(大樹町) ****		China 19) Shanghai China 19) Nanning Malaysia 16) Kuala Lumpur
1996年	松任市 **** 松山市 **** 京都女子大学 ****		China 20,21) Jinan Zhangqiu
1997年	むつ市 石巻市 宮城県(唐桑町) 長野県(山形村, 朝日村) **** 京都女子大学 **** 宮城教育大学		Philippines 22) Manila China 23) Xi'an Gongzhang Bamiaio
1998年	穀類調査		Thailand 24) Bangkok
1999年	京都女子大学 穀類調査	****	China 25) Changchun Dehui
2000年	穀類調査		China Changsha Weping Korea 28,29) Jeju
2001年	腎機能調査		
2002年	腎機能調査		
2003年	腎機能調査		
2004年			

国内調査の最後は、1996年から1998年に京都市の研究助成をうけ、「若年女性の栄養素摂取量」をテーマに、本学と宮城教育大学で陰膳食物収集による栄養調査と健康調査を行った<sup>13,14)</sup>。しかし、その

後の学生の関心は、これまで集積してきた資料から離れて、健康・栄養に関連したアンケート調査に向かった。学生が折角勉強して得た成績は適切な形にまとめて残したいと思いながら、不本意にも現在ま

表 2 卒業論文題目と発表論文

		(本誌発表成果)	(関係論文)
平成 4 年度			
今井 美子	日本人の食塩摂取量		1)
河村佐規子	穀類による熱量摂取量の 10 年間における変遷		3)
木村 恵子	一日食品摂取数に関する栄養学的評価	47, 19-25 (1992)	2)
保本美保子	食事からのカドミウムおよび鉛摂取量	48, 1-7, 8-16 (1993)	31)
山本久美子	蛋白摂取量について		
平成 5 年度			
池田 康子	脂肪摂取量について		
猪口 尚子	食物繊維摂取量について	49, 44-52 (1994)	4)
後藤 智美	カルシウム摂取量について		8)
富永 直美	食事中からの鉄摂取量について	49, 35-43 (1994)	8)
横田美菜子	食塩摂取量の 10 年間の変遷		9)
平成 6 年度			
斉藤 崇子	食品群からみた食塩摂取量について	50, 20-27 (1995)	9)
嶋崎 久美	「日本食品脂溶性成分表の有用性について」	50, 28-36 (1995)	
清水 彩子	「改訂日本食品アミノ酸組成表」の有用性について		
甫喜本早由	食事からのミネラル摂取量について—ICP-AES—	53, 25-30 (1998)	10)
平成 7 年度			
瀬安 希子	食事からの無機質摂取量について	51, 23-32 (1996)	5)
村上 美香	同上	53, 25-30 (1998)	10)
畑井 郁乃	日本人の食生活の変遷		
東川 佳絵	日本人の食物繊維摂取量について	51, 13-21 (1996)	7)
平成 8 年度			
江口 真純	食事からのカドミウムおよび鉛摂取量		37)
越智 陸子	食事からのミネラル摂取量—ICP-MS—	52, 25-32 (1997)	
松田 綾子	日本人の三食別栄養摂取量		
渡辺 千春	北海道、沖縄住民における身体計測と栄養評価		
平成 9 年度			
井上和佳子	陰膳方式食物収集による日本人の三食別栄養摂取量		
川本 佳奈	京都女子大生を対象とした栄養調査		
寺本夕美子	身体状況と栄養摂取状況	54, 21-30 (1999)	
三宅紀美子	日本・韓国・中国の食事からのミネラル摂取量		11, 12)
平成 10 年度			
伊藤 友紀	京都女子大生を対象とした栄養調査		
浦田 智子	同上		
辻本 みか	食事からのマグネシウム、亜鉛、銅摂取量について		
中川 千明	同上		
平成 11 年度			
加納 舞	女子大生を対象とした栄養調査		
永野 明香	日本人女性の食事からのカルシウム摂取量	55, 29-39 (2000)	
野瀬 智子	食塩摂取量について		
又川 綾	穀物摂取量の 10 年間の変遷		
平成 12 年度			
岩城 志織	陰膳食物収集による日本人のたんぱく質摂取量について		
杉田 有美	京都市在住の老人女性の食生活		
中山 真希	同上		
中辻 恵	京都女子大生の食生活状況調査—寮生について—		
平成 13 年度			
久保 牧子	五訂日本食品標準成分表と四訂日本食品標準成分表の比較		

栗原ひとみ	大学生の食事からの鉄及びカルシウム摂取量について
濱高 郁恵	同上
穂坂 恵梨	女子大生の体型・食事に対する意識調査
平成 14 年度	
伊藤亜希子	セレン・クロムについて
市岡 玲子	小学四年生を対象とした食生活アンケート調査
平井理陽子	日本人の食事からのカドミウム摂取量
加藤 弘美	女子大生を対象とした栄養調査
平成 15 年度	
岩津 ゆり	女子大生の食生活・健康調査—夜型生活と非夜型生活の比較—
大桑万里子	日本・韓国・中国の鉄摂取量について
竹内 優	同上
斉藤 ゆき	京都女子大生の食生活状況の調査 (鉄摂取について)
佐藤祐美子	日本人の穀類摂取量の変遷
森 亜希子	若年女性の摂食に対する意識調査
平成 16 年度	
井上 仁恵	女子学生の喫煙とライフスタイルについて
竹林 薫美	中高年者の食生活習慣と肥満の関係
長山 真巳	陰膳方式食物収集による日本人の栄養調査—血圧とミネラル摂取量について—
柳沢 味和	女子大生のサプリメント摂取状況

で放置した状態が続いている。

栄養に関する国内調査成績のまとめは、五訂日本食品標準成分表の発刊もあり、94 年卒の松田 (猪口)、96 年卒の荒井 (東川) によって整理され報告した<sup>13,15)</sup>。

### 3) 東アジア地域の栄養調査

1993 年から国内調査と平行して、池田教授、渡辺教授、中塚教授とともに東アジアの重金属汚染調査に参加し栄養と健康調査を担当した。調査地と栄養関係の報告を国内調査地とともに表 1 に示した。各地域の栄養素摂取量について貴重な成績を報告することができた。

韓国では植物性食品が料理のベースであること、20 歳代は日本同様エネルギー摂取量、たんぱく質、鉄摂取量が少ない<sup>17)</sup>。台湾女性では脂肪エネルギー 30% 以上の者が 60% を占めた<sup>18)</sup>。中国北京住民のたんぱく質摂取が動物性食品への依存度が高いのに、上海、南寧では植物性たんぱく質摂取が多い<sup>19)</sup>。済南市住民に比べ農村では脂質摂取量が少なく、エネルギー摂取は糖質依存である<sup>20)</sup>。山東省都市農村ともに主食は小麦製品であった<sup>21)</sup>。西安市の主食は米飯であり、動物性食品依存度が高かったが、農村は粟、玉蜀黍と植物性食品の頻度が高い<sup>23)</sup>。長春市民は農村に比べ各栄養素摂取量とともに、動物性食品摂取が多い<sup>25)</sup>。クアラルンプール市の女性はミネラル、ビタミン不足傾向と植物性脂質の摂取が多く、

そのエネルギー比は 28% である<sup>16)</sup>。マニラ市では RDA を充たし、主食は米飯でたんぱく源は肉類である<sup>22)</sup>。バンコック市ではたんぱく質、ミネラル摂取不足が指摘される<sup>24)</sup>。

健康調査の一環として、これらの国では B 型肝炎感染者が多いことが知られていて、C 型肝炎とともに感染の疫学調査成績をそれぞれ報告することができた。(論文省略)

## 2. カドミウム汚染調査

### 1) 国内調査

1991 年から始まった第二次調査の成績では、カドミウム摂取量、血中濃度は世界的にみても依然として高水準にあるが、食事からの 1 日摂取量と血中濃度は、第一次調査に比べ男女ともに低下していた<sup>30,31)</sup>。主摂取源となる精白米中の濃度については、1995 年までに 17 ヶ国から収集した精白米 1,546 検体のカドミウム含量は、日本がアジアでは最高値を示し、1980 年代でも低下は見られなかった<sup>33)</sup>。国内の調査においても精白米、米飯を収集して全摂取量への関わりを調査した。曝露量の低下原因として米飯摂取量の減少によることが明らかとなったが、調査対象者の大部分は農家で、自家産米の消費地でもあり、米の消費量による差異もみられたため、地区間の差が大きかった<sup>34,37,42)</sup>。

あらためて日本国内に流通する精白米中カドミウム含量を、都市部に生活する一般住民を対象に調査

した。精白米 1198 検体では平均 50 ng/g の成績で、同時に集めた米飯 1214 検体の平均は 22.4 ng/g あった。北陸地方の都市が高値であり、これまでの食事からの摂取量調査と同じ傾向がみられ、産米の流通差によることを明らかにした<sup>44)</sup>。

カドミウム汚染地域では、大量曝露により腎尿細管障害を発病する。調査をはじめた時から、非汚染地住民の曝露量で腎障害が生じるかについて、健康調査成績と傷害度を示す  $\alpha_1$ -MG,  $\beta_2$ -MG, NAG, RBP などを指標に調査した。その成績から調査した地区では腎障害は起きていないと結論した<sup>32,36)</sup>。

2001 年から「カドミウム低濃度曝露による腎影響に関する研究」をとりあげ、全国から 1482 検体の尿試料を収集して、あらためて調査した。カドミウム曝露量の指標に尿中カドミウム排泄量を<sup>38,42)</sup>、腎障害度の指標には尿中クレアチニン、比重、 $\alpha_1$ -MG,  $\beta_2$ -MG, NAG, RBP, さらに Mg, Zn, Cu, Fe, フェリチン排泄量、加齢による変化などと多角的に検討した。その成績からも腎障害はみられないと判断したが<sup>43)</sup>、なお検体の集積をまって解析を継続中である。

カドミウムとともに食事からの鉛摂取についても報告したが<sup>31,34,37,38,41)</sup>、日本の曝露量は他の国に比べて極めて低値で、有鉛ガソリンの規制による成果と推論した。

## 2) 国外調査

1993 年から米を主食とする東アジアの都市と農村で日本の調査に準じて調査を行ない、日本の成績と比較した。表 1 では栄養関係の論文を提示し、カドミウムの個々の成績は省略したが、いずれの国も食事からのカドミウム摂取量、血中濃度、尿中排泄量、精白米中濃度は日本より低値であった。逆に鉛はいずれの指標とも日本に比べ高値であった。

## 3) その他

食物からの無機質摂取量についても国内外の試料で検討してきた<sup>10,11,12,35)</sup>。

2001 年からスズ摂取量について検討している。

以上、国内外の栄養調査研究の概要を中心に、環境庁(省)委託のカドミウム汚染研究関係について簡単に述べた。これらの研究は個人の努力では成し得ないものであって、その成果は両調査に携わったすべての共同研究者に負うところが大きい。

## 謝 辞

本学の研究生生活を振り返って、池田正之京都大学

名誉教授(現京都工場保健会理事)には環境汚染健康影響基礎調査班への参加と陰膳食物収集調査資料の解析について多くの援助を頂き、また、共同研究者宮城教育大学渡辺孝男教授、宮城大学看護学部中塚晴夫教授、韓国浦項工科大学文燦錫教授、中国国家自然科学基金委員会張作文先生、山東医科大学曲江斌教授、岩見億丈先生、松田(猪口)尚子さんに深謝する。

研究の達成には本学卒業後も研究を補助して頂いた福井(今井)美子さん、岡村(畑井)郁乃さん、荒井(東川)佳絵さん、さらに学外の四方恭子さん、旗野満子先生の大きな協力があつた。

研究には本学教員研究経費に加え、平成 6~16 年度研究経費助成、平成 6 年(財)飯島記念食品科学振興財団助成、平成 6~15 年度環境庁(省)「重金属の健康影響に関する総合研究」委託研究費、平成 8~10 年度京都市健康づくり研究助成、平成 10, 12, 13~16 年度文部科学省「科学研究費」助成、平成 9~16 年度本学学外助成金補助、平成 6, 9, 10 年度研究機器備品購入、平成 7 年度私大助成による ICP 質量分析装置購入等の助成を受けた。

## 参考論文

栄養関係

国内調査

- 1) S. Shimbo, Y. Imai, M. Yasumoto et al.: *J. Epidemiol.*, 3, 77-82 (1993)
- 2) S. Shimbo, K. Kimura, Y. Imai et al.: *Ecol. Food Nutr.*, 32, 197-206 (1994)
- 3) S. Shimbo, S. Kawamura, K. Yamamoto et al.: *Ecol. Food Nutr.*, 33, 123-130 (1994)
- 4) S. Shimbo, Y. Imai, T. Watanabe et al.: *J. Epidemiol.*, 5, 197-204 (1995)
- 5) S. Shimbo, A. Hayase, M. Murakami et al.: *Food Additives and Contaminants*, 13, 775-786 (1996)
- 6) Y. Yamada, H. Hirata, K. Fujimura et al.: *Tohoku J. Exp. Med.*, 179, 235-245 (1996)
- 7) S. Shimbo, K. Higashikawa, I. Hatai et al.: *Tohoku J. Exp. Med.*, 180, 1-15 (1996)
- 8) S. Shimbo, Y. Imai, N. Tominaga et al.: *J. Trace Elements Med. Biol.*, 10, 133-138 (1996)
- 9) S. Shimbo, I. Hatai, T. Saito et al.: *Tohoku J. Exp. Med.*, 180, 249-259 (1996)
- 10) C-S. Moon, Z-W. Zhang, S. Shimbo et al.: *J. Trace Elements Med. Biol.*, 10, 237-244 (1996)

- 11) Z-W. Zhang, S. Shimbo, K. Miyake et al.: *Eur. J. Clin. Nutr.*, **53**, 226–232 (1999)
- 12) S. Shimbo, Z-W. Zhang, K. Miyake et al.: *Eur. J. Clin. Nutr.*, **53**, 233–238 (1999)
- 13) N. Matsuda-Inoguchi, H. Nakatsuka, T. Watanabe et al.: *Tohoku J. Exp. Med.*, **194**, 229–239 (2001)
- 14) S. Shimbo, Z-W. Zhang, N. Matsuda-Inoguchi et al.: *Tohoku J. Exp. Med.*, **203**, 275–286 (2004)
- 15) N. Matsuda-Inoguchi, S. Shimbo, H. Nakatsuka et al.: *Public Health Nutrition*, **7**, 901–909 (2004)
- 東アジア調査
- 16) S. Shimbo, C-S. Moon, Z-W. Zhang et al.: *Tohoku J. Exp. Med.*, **180**, 99–114 (1996)
- 17) C-S. Moon, Z-W. Zhang, Y. Imai et al.: *Tohoku J. Exp. Med.*, **181**, 245–265 (1997)
- 18) S. Shimbo, C-S. Moon, Z-W. Zhang et al.: *Tohoku J. Exp. Med.*, **181**, 339–352 (1997)
- 19) Z-W. Zhang, J-B. Qu, C-S. Moon et al.: *Tohoku J. Exp. Med.*, **182**, 41–59 (1997)
- 20) J-B. Qu, Z-W. Zhang, G-F. Xu et al.: *Tohoku J. Exp. Med.*, **183**, 21–36 (1997)
- 21) S. Shimbo, Z-W. Zhang, J-B. Qu et al.: *Tohoku J. Exp. Med.*, **183**, 211–220 (1997)
- 22) H. Nakatsuka, Z-W. Zhang, M. C. Agetano et al.: *Tohoku J. Exp. Med.*, **184**, 189–205 (1998)
- 23) H. Nakatsuka, Z-W. Zhang, J-B. Qu et al.: *Biomed. Environ. Sci.*, **12**, 270–284 (1999)
- 24) N. Matsuda-Inoguchi, S. Shimbo, Z-W. Zhang et al.: *Eur. J. Clin. Nutr.*, **54**, 187–194 (2000)
- 25) J-B. Qu, Z-W. Zhang, S. Shimbo et al.: *Eur. J. Clin. Nutr.*, **54**, 741–748 (2000)
- 26) Z-W. Zhang, S. Shimbo, J-B. Qu et al.: *Biol. Trace Elem. Res.*, **80**, 126–138 (2001)
- 27) H. Nakatsuka, Z-W. Zhang, T. Watanabe et al.: *Tohoku J. Exp. Med.*, **197**, 189–199 (2002)
- 28) E-S. Kim, Y-S. Ko, J. Kim, N. Matsuda-Inoguchi et al.: *Tohoku J. Exp. Med.*, **200**, 7–15 (2003)
- 29) E-S. Kim, J-S. Kim, M-H. Yim et al.: *Advances in Experimental Med.*, **526**, 277–283 (2003)
- 重金属汚染等
- 30) T. Watanabe, O. Iwami, S. Shimbo et al.: *Int. Arch. Occup. Environ. Health*, **65**, S205–S208 (1993)
- 31) T. Watanabe, S. Shimbo, M. Yasumoto et al.: *Bull. Environ. Contam. Toxicol.*, **52**, 196–202 (1994)
- 32) M. Ikeda, C-S. Moon, Z-W. Zhang et al.: *Environmental Research*, **70**, 35–46 (1995)
- 33) T. Watanabe, S. Shimbo, C-S. Moon et al.: *Sci. Total Environ.*, **184**, 191–196 (1996)
- 34) T. Watanabe, H. Nakatsuka, S. Shimbo et al.: *Int. Arch. Occup. Environ. Health*, **68**, 305–314 (1996)
- 35) Z-W. Zhang, S. Shimbo, N. Ochi et al.: *Sci. Total Environ.*, **205**, 179–187 (1997)
- 36) M. Ikeda, Z-W. Zhang, K. Higashikawa et al.: *Toxicology Letters*, **108**, 161–166 (1999)
- 37) Z-W. Zhang, J-B. Qu, T. Watanabe et al.: *Toxicology Letters*, **108**, 167–172 (1999)
- 38) K. Higashikawa, Z-W. Zhang, S Shimbo et al.: *Sci. Total Environ.*, **246**, 97–107 (2000)
- 39) M. Ikeda, Z-W. Zhang, C-S. Moon et al.: *Int. Arch. Occup. Environ. Health*, **73**, 15–25 (2000)
- 40) S. Shimbo, Z-W. Zhang, C-S. Moon et al.: *Int. Arch. Occup. Environ. Health*, **73**, 163–170 (2000)
- 41) S. Shimbo, Z-W. Zhang, T. Watanabe et al.: *Sci. Total Environ.*, **281**, 165–175 (2001)
- 42) T. Tsukahara, T. Ezaki, J. Moriguchi et al.: *Sci. Total Environ.*, **305**, 41–51 (2003)
- 43) J. Moriguchi, T. Ezaki, T. Tsukada et al.: *Toxicology Letters*, **143**, 279–290 (2003)
- 44) T. Watanabe, S. Shimbo, H. Nakatsuka et al.: *Sci. Total Environ.*, **329**, 17–27 (2004)