

## 総 説

# 小児のコホート研究における 食事評価方法とその応用

佐藤 ゆき<sup>1)</sup>, 佐藤 祐子<sup>2)</sup>

### I. はじめに

環境要因が子どもの成長発達に与える影響を明らかにすることは小児保健分野における緊要な課題のひとつである。

世界的に小児の特徴を考慮した健康リスク評価の必要性が求められてきた。表1にその世界の動向を示す。1997年, 先進8ヶ国(G8)環境大臣会合での「子どもの環境保健に関するマイアミ宣言」では, 世界中の子どもが環境中の有害物質の脅威に直面していることが認識され, 曝露の予防に取り組むことが子どもを環境の脅威から守る最も効果的な手段とし, 子どもの環境保健をめぐる問題に対して優先的に取り組む必要が宣言された。2002年, 持続可能な開発に関する世界サミット(WSSD)では, 環境を起源としたものを含む健康障害の原因, およびそれらが子どもの発達に及ぼす影響に対処する必要があるとした。2006年, 国際化

学物質管理戦略(SAICM)は, 化学物質の適正な管理は不可欠として, 子ども, 胎児を, 彼らの将来の生命を損なう化学物質の曝露から守る方針を含めた宣言をしている。

小児期は成長発達の段階にあり, 化学物質の摂取や生活環境等の環境要因による健康への影響が成人とは異なる可能性があるが, 疫学研究においては, 未だ検証されていないことが多く, 現在, 国内外で小児の健康に着目した大規模な疫学研究がすすめられている<sup>1-3)</sup>。

健康に関連する要因の中で, 食事は重要な位置にある。小児期の食習慣はその時期の身体の成長と発達という短期的な影響だけでなく, 長期的には成人期の健康にも深く関わる<sup>4)</sup>。また, 食物はエネルギーと栄養素摂取源となるだけでなく環境中の化学物質の摂取源ともなりうる<sup>5-9)</sup>。小児において, 乳児期では消化機能が未発達であり, 摂取できる食物やその形態が成人

表1 子どもの環境保健に関する世界の動向<sup>1-3)</sup>

1997年	子どもの環境保健に関する8ヶ国環境大臣会合(マイアミ宣言)	子どもの環境保健は最優先事項。大臣の権限において環境研究, リスク評価, 基準の設定等を実施
2002年	持続可能な開発に関する世界サミット(WSSD)	化学物質の生産・消費に伴う人の健康への影響を最小化
2006年	国際化学物質管理戦略(SAICM)	子ども, 胎児を, 彼らの将来の生命を損なう化学物質の曝露から守る
2009年	G8環境大臣会合	子どもの健康と環境に関する大規模な疫学調査を各国が協力して取り組む

Method for Assessing Food Intakes in Children's Cohort Studies and Their Applications  
Yuki SATO, Yuko SATO

1) 独立行政法人国立環境研究所環境健康研究センター

2) 横浜国立大学大学院環境情報学府環境リスクマネジメント専攻

別刷請求元: 佐藤ゆき 独立行政法人国立環境研究所環境健康研究センター 〒305-8506 茨城県つくば市小野川16-2

Tel: 029-850-2314 (代) Fax: 029-850-2214

とは異なること、幼児期からは成人と同じ食事ができるようになるが、実際に摂る食事内容は成人とは異なるなど特徴があること、また、小児では体重当たりの食物摂取量が成人よりも多いことから、化学物質の摂取にも成人とは異なる特徴があることが考えられる。

本稿では、近年の小児の疫学調査における食事評価手法と、食物由来の環境中の化学物質摂取の推定方法について述べる。

## II. 小児の大規模疫学調査における食事調査法

食物が栄養面のみならず、環境中の化学物質の摂取源としてどのくらい占めているかを明らかにするには、食事摂取状況を適切に評価することが前提となる。個人の食事摂取状況を調べる方法として、摂取した食品（材料）名、摂取量などを記録する食事記録法、食品とその摂取頻度から構成される質問票を用いる食物摂取頻度調査法、前日（24時間以内）の食事内容を聞き取る24時間思い出し法などがある。各方法には短所と長所があり、どの方法を用いるかは調査や研究の目的による。

本章ではまず、小児の大規模疫学調査で用いられている食事調査法を紹介する。

環境と健康に関する欧州の母子コホート研究の情報を取りまとめている Enrieco Project (Environmental Health Risks in European Birth Cohorts)<sup>10)</sup>に登録している研究および米国で実施されている研究のうち、1990年以降に開始され、対象人数が1,000人以上であり、かつ小児の食事評価が調査項目に設けられている研究について表2に示す。

Amsterdam Born Children and their Development study (ABCD), The Avon Longitudinal Study of Parents and Children (ALSPAC), Barn (Children) Allergy Milieu Stockholm Epidemiology (BAMSE), Born in Bradford (BiB), Danish National Birth Cohort (DNBC), Étude des Déterminants pré et post-natals du développement et de la santé de l'Enfant (EDEN), French Longitudinal Study of Children (ELFE), Generation R study, Generation XXI, German Infant Nutrition Intervention (GINIplus), KOALA Birth Cohort Study (KOALA), Influence of life-style factors on the development of the immune system and allergies in East and West Germany (LISA Plus), Norwegian Mother and Child

Cohort Study (MoBa), Prevention and Incidence of Asthma and Mite Allergy (PIAMA), National Children's Study の15研究を取り上げる<sup>11-39)</sup>。母乳に関する質問票調査は14研究（1研究は情報不明）で行っている。早いものでは6か月児においても母乳以外の項目の食事調査を行っている研究もあるが、ほとんどの研究では2歳以降で母乳以外の食事内容に関する調査を始めている。また、調査手法としては、大半の研究で食物摂取頻度調査票 (Food Frequency Questionnaire: FFQ) を用いた方法で評価を行っている。食事調査法のベーシックな方法としては、前述したように種々あげられるが、FFQはアンケート式であり、対象者の時間的負担、調査の費用や手間などの調査側の負担という点で、他手法に比べて利用し易いとされている<sup>40-43)</sup>。日本においても、岐阜の6歳児を対象とした研究、奈良の3~16歳を対象とした研究、東京の12~13歳の女子を対象とした研究が報告されるなど、小児対象のFFQに関する研究が進みつつある<sup>44-47)</sup>。FFQは、長期間の平均的な摂取量の推定を行う方法であることから、食習慣と疾病発症リスクとの関連を調べる場合などリスク分析の点から適しているといえる。また、日間変動（個人内変動）、ランダム誤差が小さくなる傾向がある。FFQだけでなく、他の調査法と併用している研究もある<sup>14,15,28,33,34,38,39)</sup>。他にも、呼吸器疾患と環境に関する調査を主目的としている英国の Leicester Respiratory Cohorts (LRC) では、食事に関する設問は、食事のタイプ (entirely English; mostly English with Asian; mostly Asian; entirely Asian) と果物 fresh fruit (twice daily; daily; 2 to 4 times a week; less than twice a week) のみとしている<sup>48)</sup>。研究対象や目的、用途により、採用する食事評価法はさまざまである。

食物摂取頻度調査法で用いる調査票がどのように作られたのか、集められたデータの精度はどの程度か（妥当性検証、再現性検証）については、結果の解釈にも関わることから、重要なポイントとして議論される<sup>49,50)</sup>。特に、妥当性検証については、実際の食事記録や血液等のバイオマーカーで比較する方法など、研究目的とする項目、集団、手法によりさまざまである。実際には、どの手法で確認されたかというより、用いたその調査票の妥当性あるいは再現性が検証済みかどうか重視される傾向にある。

今回取り上げた研究のうち、妥当性検証されたも

表2 海外の母子コホート調査における小児の食事評価法<sup>a)</sup>

Name of cohort (abbreviation)	文献 番号	Country	Enrollment period	Number of subjects (children)	Dietary assessments <sup>b)</sup>	
		Year of enrolment			method	survey time (age of children)
Amsterdam Born Children and their Development study (ABCD)	11-13	Netherland 2003-2004	pregnancy	7,863	母乳に関する質問 FFQ	— 5y
The Avon Longitudinal Study of Parents and Chil- dren (ALSPAC)	14,15	United King- dom 1991-1992	prenatal	14,062	母乳に関する質問 FFQ (52~57-items) unweighted diet diaries	6mo, 18mo 3y, 4y 10y
Barn (Children), Allergy, Milieu, Stockholm, Epidemi- ology (BAMSE)	16,17	Sweden 1994-1996	birth & postna- tal months: 2mo	4,089	FFQ (98-items)	8y
Born in Bradford (BiB)	18,19	United King- dom 2007-2011	prenatal	13,776	母乳に関する質問 FFQ (96-items)	6mo, 12mo, 18mo 18mo
Danish National Birth Cohort (DNBC)	20,21	Denmark 1996-2003	prenatal	96,986	母乳に関する質問	6mo, 15mo
Étude des Déterminants pré et postnatals du dével- oppement et de la santé de l'Enfant (EDEN)	22,23	France 2003-2006	prenatal	1,899	母乳に関する質問 FFQ	4mo, 8mo, 12mo 2y, 3y, 5y
French Longitudinal Study of Children (ELFE)	24,25	France 2011-Ongo- ing	prenatal	20,000	母乳に関する質問 (未定)	— (5-6y 予定)
Generation R study	26,27	Netherlands 2001-2005	prenatal & birth	9,778	母乳に関する質問 FFQ (51-items) FFQ (35-items) original question (菓子類のみ)	6mo, 12mo 6mo 12mo 4y
Generation XXI	28	Portugal 2004-2006	prenatal & birth	8,647	母乳に関する質問 2 days diary	— 2 y, 4y (3,000人のサブ グループ)
German Infant Nutrition Intervention (GINIplus)	29-32	Germany 1995-1998	birth	5,991	母乳に関する質問 FFQ (82-items)	— 2y, 6y, 11y
KOALA Birth Cohort Study (KOALA)	33,34	Netherlands 2000-2003	prenatal	2,834	母乳に関する質問 FFQ (71-items) original food question	3mo, 7mo, 12mo, 2y 5y 7mo, 12mo, 2y, 5y, 7y
Influence of life-style fac- tors on the development of the immune system and allergies in East and West Germany (LISA Plus)	35	Germany 1997-1998	birth	3,097	母乳に関する質問 FFQ (82-items)	— 11y
Norwegian Mother and Child Cohort Study (MoBa)	36	Norway 1999-2008	prenatal	107,400	母乳に関する質問 FFQ (離乳食; 16-items) FFQ (36-items) FFQ (47-items)	6mo 6mo 3y 7y
Prevention and Incidence of Asthma and Mite Al- lergy (PIAMA)	37	Netherlands 1996-1997	prenatal	3,963	母乳に関する質問 FFQ (30~35-items)	— 2~8 y (every year)
National Children's Study	38,39	USA 2010-ongoing	prenatal	(100,000 mothers)	母乳に関する質問 3-day Food checklist FFQ	1mo, 6mo, 12mo 6mo, 12mo, 18mo 18mo

a) 環境と健康に関する母子コホートのうち, 対象人数 1,000人以上, 1990年以降開始し, 小児の食事に関する評価を調査に設けている調査

b) 表中の略語; mo; months, y; years old, FFQ; food frequency questionnaire

のであるとしているのは ABCD, ALSPAC, Generation R study (12か月児用の質問票), KOALA (5歳児用の質問票) である<sup>11-15,33,34)</sup>。MoBA と PIAMA は妥当性検証については不明, BAMSE では精度確認をしているが, 成人を対象とした調査で検証したと報告している<sup>16,17,36,37)</sup>。

小児を対象とした食事調査の特徴として, 基本的には調査の回答者はその児の保護者あるいは調理担当者である。研究目的にもよるが, 調査対象児が簡単なアンケートに回答できるであろう年齢に達しても, 例えば, 11歳児で食物摂取頻度調査票を実施している GINI plus と LISA plus でも, その回答は保護者としている<sup>29-32,35)</sup>。小児の食事摂取状況は, 個人内変動が成人よりも大きいこと, 対象児自身に回答させることは食事への理解度(何を食べどう料理されているのかの詳細に関する知識)が限られていることから, 適切に評価し難いとされている<sup>51,52)</sup>。また, 小児を対象とした調査ではあるが成人と同様に, 栄養サプリメントや栄養強化食品の摂取状況, オーガニック食材の利用についても調査票に盛り込まれるようになっている。MoBa の 7歳児用, Generation R study では生後 6か月児の調査で, また, KOALA では 5歳, 7歳の時期の調査において, 栄養サプリメントに関する設問を設けている<sup>26,27,33,34)</sup>。KOALA の調査票ではオーガニック食材を食品の選択項目に取り入れている<sup>33,34)</sup>。

今回, 取り上げた研究において食事調査の主目的は栄養素等の摂取状況を評価するためであり, 食物由来の化学物質摂取状況の評価については言及されていない。毛髪や血液などの生体試料をもとに生体内の化学物質量を測定し曝露総量の推定を行うことができるが, 曝露経路として重要な食物由来の化学物質の曝露量を調べるには食事摂取量および食事の化学物質濃度の情報が必要となる。調査目的とする化学物質の主たる曝露源が経口でかつ, 食物である可能性が高い場合, 食事に関する情報を適切に収集し, 評価することは必須となる。個人の食事の特定の成分或いは化学物質を測定する場合に用いられる陰膳法(詳細は次章に記載)も手法のひとつではあるが, 費用がかかり, そのため単発調査となることも多く, 長期的あるいは大規模な集団を対象として食物からの化学物質摂取状況を調べることは向かない。

多くの研究で使用している FFQ において, 栄養素等を計算する過程に, 化学物質に関する情報として各

食品の化学物質含有量をあてはめることで, 化学物質の摂取量の推定が可能となる。しかし, 既存の各食品の化学物質含有量には食品によってデータが必ずしもあるとは限らないこと, 新たに食品ごとの化学物質含有量を量ることは労力と費用が必要となることなど, 推定上の制限は出てくる。また, そもそも, ある特定の化学物質の含有量が多いとされる食品項目が, FFQ の設問に含まれていなければ, 化学物質の摂取量の推定はできない。実際に, 既存の自記式食事歴調査票に, 水銀や砒素等の摂取状況を調べるため, 魚介類, 海藻類の項目を追加した調査票を用いた研究がある<sup>53)</sup>。その研究では, 項目を追加した調査票の場合, 食事からの水銀摂取(曝露)量と毛髪, 血中の水銀濃度との相関が良くなることを報告している。しかし, 既存の質問票に項目を追加すると, 栄養素等の算出値も全体的に上乘せになる可能性もある。追加質問票は栄養学的な評価としても精度が保たれる工夫をしたかどうか, その点には触れていない。

食物由来の環境化学物質と食事・栄養という健康に関わる各要因を単独の要因として検証するだけでなく, 総合的な作用を疫学研究で検証していくことは, 今後ますます注目される課題のひとつとなりうる。そのためには, 大規模な疫学調査で用いられる食事調査手法を, 食事・栄養評価を行いつつ, 食物由来の化学物質の摂取(曝露)評価としても有効活用することに取り組むことが求められる。

次章では, 食物由来の環境中の化学物質摂取(曝露)量の推定方法について述べる。

### III. 小児における食物由来の環境中の化学物質摂取の評価

#### 1. 小児における食物由来の化学物質曝露評価の必要性

EU では 2001 年以来, 環境行動計画の中で, 環境からの化学物質曝露による健康影響について小児等脆弱な集団への配慮を求めている<sup>54)</sup>。また, 米国では, 1995 年に環境保護庁(EPA)が「乳幼児についても環境リスク評価を行っていく」ことを明らかにし, 小児保健研究の面では, 2000 年に EPA 研究開発局は「子どもの環境健康リスクに関する研究戦略」を発表している。なお, EPA は, 小児の換気量, 食物摂取量, 土壌摂取量など小児に特徴的な曝露パラメーターに関して, これらの値を Child-Specific Exposure Factors Handbook として取りまとめている<sup>55)</sup>。日本においては, 2002 年頃から国立環境研究所を中心に「小児など

の脆弱性を考慮したリスク評価」として、小児の化学物質に対する生理的な脆弱性や化学物質の曝露の特徴についての知見の収集と環境からの化学物質の摂取量の推計方法等の研究基盤の整備を行ってきた<sup>56)</sup>。

世界で約10万種、日本だけで約5万種が流通していると言われる化学物質の中には、健康に対して有害性があるものが多数存在している。この影響を未然に防ぐためには、「潜在的に人の健康に有害な影響を及ぼす可能性のある化学物質」について、定量的な評価を行い、その結果に基づき適切な低減対策を進めていく必要がある<sup>57)</sup>。環境中の化学物質を体内に摂取する経路には、おもに経気道(大気)、経皮(接触)、経口(食物、水)がある。食物由来の環境中の化学物質の摂取(曝露)は、化学物質によっては6~9割以上を占めるとの報告<sup>58,59)</sup>もあることから、食物からの摂取状況を明らかにすることは曝露評価には不可欠となる。

「食事中の化学物質」には、もともと食材に含有される化学物質、食材の加工の過程で入れられる食品添加物、器具や容器包装等があるが、本稿では食材(食物)に含有される環境中の有害化学物質について述べる。

## 2. 食物由来の化学物質摂取量の調査方法

食材(食物)に化学物質が含有されるメカニズムには、直接散布される農薬以外に、天然、農工業からの由来が考えられる。農薬散布は直接的だが、農工業などで使用された化学物質は、自然界に放出され循環し、食料となる農作物に吸収され、生物濃縮によって魚介類や畜産物に蓄積される。このメカニズムによって、環境中の化学物質が食材に含有されることとなる。また、自然界での挙動や分解性などの化学物質の性質にも影響される。

化学物質の摂取量あるいは曝露量を調査する方法として、生体試料(血液、組織など)あるいは尿や糞便などからの排泄量から推定する方法や摂取経路ごとの媒体の実測値からシュミレーションモデルで推計する方法などもある。ここでは、食事からの化学物質の調査方法を紹介する。

集団の平均的な化学物質の食物からの摂取量を推定する方法として、マーケットバスケット方式(Market basket method)があげられる<sup>59~61)</sup>。この方法では、調査地域の小売店などから食品を購入し、その中に含まれている化学物質を定量分析し、その結果に国民健康・栄養調査などの食品摂取の情報を用いて、化学物

質の摂取量を推計する。

個人の食事中の化学物質摂取量の正確な実態を把握できる方法としては、陰膳法(Duplicate portion method)があげられる<sup>59~61)</sup>。この方法では、実際に摂取した食事と全く同じものを、調査対象者から提供してもらい、それら全ての食品を均一な懸濁状態にし、試料として分析する。摂取量を正確に把握できるが、対象人数が少ないと摂取量データのばらつきが大きくなり、集団の平均的な化学物質の摂取量としてデータを扱うには注意が必要となる。

これらの調査方法に共通して言える短所は、費用と人手がかかることである。また、個人の長期間の習慣的な食事による摂取状況の推定に適した方法とは言い難い。

また、個人レベルでの食物由来の化学物質摂取の推計方法として、秤量食事記録法(食事の実際の量をはかり記録する方法)による食品群別摂取重量に、マーケットバスケット方式の考え方をもとにした食品群ごとの化学物質の含有値を用い、食物からの環境中の化学物質の摂取量を推計する方法もある<sup>58)</sup>。この方法の手順では、①対象者が喫食した食品を国民健康・栄養調査で用いる分類に基づき食品群(18群)に分類する、②食品群の分類の一部を修正、まとめることでマーケットバスケット方式による食品群(14群)に再分類し、各食品群の重量を求める、③既存資料をもとに各食品群1gあたりの化学物質含有量を求める、④各食品群1gの化学物質含有量に、対象者の食品群別摂取量をかけ全食品群の各化学物質含有量を算出し、これを合計することで化学物質の摂取量としている。これには、既存資料や定量分析により化学物質の食品群別含有量の代表値が算出されること、食品群摂取量が明らかにできる調査方法を行うことが必要となる。また、汚染源、自然環境内での化学物質の挙動から、食材の産地によって、化学物質の含有量が異なることが考えられる。この食事調査法に、食材ごとの産地に関する調査項目を設けることで、化学物質の含有量の補完が可能となる。

## 3. 幼児における食品摂取の特徴とダイオキシン類摂取量の推計の試み

離乳が完了し成人と同じ食品を摂取することができつつも食品摂取に特有なパターンがある幼児における食物由来の化学物質の曝露評価のモデルケースとし

て、前述の方法によりダイオキシン類摂取量の推計を試みた報告を紹介する。

島嶼地域において、3歳児37名（男23名、女14名）を対象に2日間の秤量食事記録法による食事調査を行い、調査地域における厚生労働省のダイオキシン類摂取量の値を用いて食品のダイオキシン類含有量を算出した結果、1日あたりのダイオキシン類摂取量の平均値±標準偏差は、 $0.95 \pm 9.05$  pgTEQ/kgbw/day（TEQ：Toxic Equivalent：毒性等量，kgbw：kg体重）と推計された。また、1日あたりのダイオキシン類摂取最高値は $2.35$  pgTEQ/kgbw/dayであり、生涯摂り続けても健康に影響がないとされるTDI  $4$  pgTEQ/kgbw/dayを下回った<sup>58)</sup>。調査対象となった島嶼地域の3歳児の食品群別摂取状況の特徴として、乳・乳製品の体重あたり摂取重量が他の食品群よりも多いことが示唆されていた。乳・乳製品は脂溶性化学物質（ダイオキシン類等）の含有の可能性がある食品である。しかし、この調査では、ダイオキシン類摂取量への乳・乳製品の寄与率は0.92%と低かった。

幼児を対象とする場合には、食事量が少なく内容・量ともに不安定であることから、調査日数が限られる食事調査だけではその食事状況をとらえきれない可能性がある。長期間の食事の摂取状況、食習慣を把握するにはFFQが有効であるが、長期間の化学物質摂取（曝露）量を推計するには、各食品の重量換算から化学物質の推定値までの算出の流れが確立されることが課題となろう。秤量法による食物由来の化学物質の曝露評価と食物摂取頻度調査を統合し、小児の栄養・化学物質のリスクへの統合的な評価方法が検討されることを期待する。

#### IV. おわりに

食事による化学物質摂取のリスクが懸念される一方で、食物から栄養を摂ることは人にとって欠かせない。小児では成長発達の面からエネルギー、栄養素摂取は特に大切である。

子どもは成長過程にあり、また生活形態から頻繁に摂取する食品が成人とは異なるとすると、化学物質の寄与率や摂取経路が異なる可能性がある。欧米では、数千人規模の子どもの食事調査がなされ、さらには環境中の化学物質と食事の栄養素の総合的な作用も疫学研究から検証されようとしている<sup>15,25)</sup>。欧米と日本では食材も食事のパターンも異なるため、それらの

検証結果を日本の子どもにそのまま当てはめることはできない。環境中の化学物質と食事・栄養という健康に関わる各要因を単独の要因として検証するだけでなく、日本の子どもにおいてもそれらの要因を複合的に検証することは、喫緊の課題である。

これらの検証を進めるには食事の評価を適切に行うことが不可欠となる。大規模な集団を対象とする疫学研究では、食事調査に食物摂取頻度調査票（FFQ）を用いている。欧米での小児の大規模疫学調査でもFFQを取り入れている。日本においても小児期のFFQの開発や妥当性検証についての研究が進みつつあるが、対象年齢や調査地区が異なる場合のFFQの精度、汎用性についてはさらなる検証が求められる。また、FFQは食事・栄養評価を主目的とする調査票であるから、食物由来の化学物質摂取の算出については検討されていない。幼児期における食物由来の環境化学物質摂取（曝露）の推計を試みた研究では、秤量食事記録法を用いており、精度は高いが、大規模な集団を対象として行うのは容易ではない<sup>58,62)</sup>。平均的な食事、長期的な摂取状況をも把握でき、比較的实施しやすい食事調査手法を用い、食事・栄養評価の面を維持しつつ、食物由来の化学物質の摂取（曝露）評価が可能であることが理想的であるが、現状ではそこまで行っていない。

調査手法の検討を進めるにも、近年の小児の食事に関する基礎情報が必要となる。しかし、日本の小児、特に乳幼児期の食品群別摂取量が明確に示される食事調査は少ないことが報告されている<sup>63)</sup>。また、成長段階にあるための食事内容の個人差の幅、地域性、季節性、保護者が把握していない食事の存在、他に幼児の食事評価に潜在的に影響しうる要因の有無や程度など、総合的な疫学データも乏しい。乳幼児期の知見の少なさは、食事量が少量であること、食習慣が形成される年齢のため食事量や摂取される食品が安定していないこと、保護者など調理者の価値観によって選択される食材が大きく影響を受けることなど、実態を把握するうえでのさまざまな要因によると考えられる。

今後さらなる小児、特に幼児の詳細な食事調査データを蓄積することは、栄養・化学物質のリスクへの総合的な評価の可能性を高め、子どもたちのより安全な食環境の整備への貢献が期待される。

## 文 献

- 1) 小児の環境保健に関する懇談会報告書. 環境省. 平成18年8月. <http://www.env.go.jp/chemi/report/h18-04/> (Last visited 2012. 11. 20.)
- 2) 子どもの健康と環境に関する全国調査(エコチル調査). 環境省. <http://www.env.go.jp/chemi/ceh/index.html> (Last visited 2012. 11. 20.)
- 3) 動き出したエコチル調査. 医学のあゆみ. 医歯薬出版株式会社, 2010 : 235.
- 4) Robinson S, Fall C. Infant nutrition and later health : a review of current evidence. *Nutrients* 2012 ; 4 : 859-874.
- 5) Kvaalem HE, Knutsen HK, Thomsen C, et al. Role of dietary patterns for dioxin and PCB exposure. *Mol Nutr Food Res* 2009 ; 53 : 1438-1451.
- 6) Fries GF. A review of the significance of animal food products as potential pathways of human exposures to dioxins. *J Anim Sci* 1995 ; 73 : 1639-1650.
- 7) Liem AK, Fürst P, Rappe C. Exposure of populations to dioxins and related compounds. *Food Addit Contam* 2000 ; 17 : 241-259.
- 8) Parzefall W. Risk assessment of dioxin contamination in human food. *Food Chem Toxicol* 2002 ; 40 : 1185-1189.
- 9) Bilau M, Matthys C, Baeyens W, et al. Flemish Center of Expertise for Environment and Health. Dietary exposure to dioxin-like compounds in three age groups : results from the Flemish environment and health study. *Chemosphere* 2008 ; 70 : 584-592.
- 10) Vrijheid M, Casas M, Bergström A, et al. European birth cohorts for environmental health research. *Environ. Health Perspect* 2012 ; 120 : 29-37.
- 11) Van Eijsden M, Vrijkotte TG, Gemke RJ, et al. Cohort profile : The Amsterdam Born Children and their Development (ABCD) Study. *Int J Epidemiol* 2011 ; 40 : 1176-1186.
- 12) Möller LM, de Hoog ML, van Eijsden M, et al. Infant nutrition in relation to eating behaviour and fruit and vegetable intake at age 5 years. *Br J Nutr* 2012 ; 4 : 1-8.
- 13) Dutman AE, Stafleu A, Kruizinga A, et al. Validation of an FFQ and options for data processing using the doubly labelled water method in children. *Public Health Nutr* 2010 ; 16 : 1-8.
- 14) Emmett P. Dietary assessment in the Avon Longitudinal Study of Parents and Children. *Eur J Clin Nutr* 2009 ; 63 Suppl 1 : S38-S44.
- 15) ALSPAC : <http://www.bristol.ac.uk/alspac/sci-com/> (Last visited 2012. 11. 20.)
- 16) Wickman M, Kull I, Pershagen G, et al. The BAMSE project : presentation of a prospective longitudinal birth cohort study. *Pediatr Allergy Immunol* 2002 ; 13 Suppl 15 : 11-13.
- 17) Rosenlund H, Kull I, Pershagen G, et al. Fruit and vegetable consumption in relation to allergy : disease-related modification of consumption ? . *J Allergy Clin Immunol* 2011 ; 127 : 1219-1225.
- 18) Wright J, Small N, Raynor P, et al. Cohort profile: The Born in Bradford multi-ethnic family cohort study. *Int J Epidemiol* 2012. (in press)
- 19) BiB : [http://www.borninbradford.nhs.uk/research\\_documents.htm](http://www.borninbradford.nhs.uk/research_documents.htm) (Last visited 2012. 11. 20.)
- 20) Olsen J, Melbye M, Olsen SF, et al. The Danish National Birth Cohort—its background, structure and aim. *Scand J Public Health* 2001 ; 29 : 300-307.
- 21) DNBC : <http://www.ssi.dk/English/RandD/Research%20areas/Epidemiology/DNBC/> (Last visited 2012. 11. 20.)
- 22) Drouillet P, Kaminski M, uzon-Guillain B, et al. Association between maternal seafood consumption before pregnancy and fetal growth : evidence for an association in overweight women. The EDEN mother-child cohort. *Paediatr Perinat Epidemiol* 2009 ; 23 : 76-86.
- 23) EDEN : <http://eden.vjf.inserm.fr/> (Last visited 2012. 11. 20.)
- 24) Vandentorren S, Bois C, Pirus C, et al. Rationales, design and recruitment for the Elfe longitudinal study. *BMC Pediatr* 2009 ; 9 : 58.
- 25) ELFE : <http://www.elfe-france.fr/> (Last visited 2012. 11. 20.)
- 26) Kiefte-de Jong JC, de Vries JH, Franco OH, et al. Fish Consumption in Infancy and Asthma-like Symptoms at Preschool Age. *Pediatrics* 2012. (in

- press)
- 27) Kiefte-de Jong JC, De Vries JH, Bleeker SE, et al. Socio-demographic and lifestyle determinants of early life dietary patterns : the Generation R Study. *Br J Nutr* 2012. (in press)
  - 28) Generation XXI : <http://projectogeracaoxxi-contactos.blogspot.jp/> (Last visited 2012. 11. 20.)
  - 29) von Berg A, Koletzko S, Grubl A, et al. The effect of hydrolyzed cow's milk formula for allergy prevention in the first year of life : the German Infant Nutritional Intervention Study, a randomized double-blind trial. *J Allergy Clin Immunol* 2003 ; 111 : 533-540.
  - 30) von Berg A, Koletzko S, Filipiak-Pittroff B, et al. Certain hydrolyzed formulas reduce the incidence of atopic dermatitis but not that of asthma : three-year results of the German Infant Nutritional Intervention Study. *J Allergy Clin Immunol* 2007 ; 119 : 718-725.
  - 31) Kohlboeck G, Sausenthaler S, Standl M, et al. Food intake, diet quality and behavioral problems in children : results from the GINI-plus/LISA-plus studies. *Ann Nutr Metab* 2012 ; 60 : 247-256.
  - 32) Stiegler P, Sausenthaler S, Buyken AE, et al. A new FFQ designed to measure the intake of fatty acids and antioxidants in children. *Public Health Nutr* 2010 ; 13 : 38-46.
  - 33) Kummeling I, Thijs C, Penders J, et al. Etiology of atopy in infancy : the KOALA Birth Cohort Study. *Pediatr Allergy Immunol* 2005 ; 16 : 679-684.
  - 34) Dutman AE, Stafleu A, Kruizinga A, et al. Validation of a food frequency questionnaire and options for data processing using the doubly labeled water method in children. *Public Health Nutrition* 2011 ; 4 : 410-417.
  - 35) Schnabel E, Sausenthaler S, Schaaf B, et al. Prospective association between food sensitization and food allergy : results of the LISA birth cohort study. *Clin Exp Allergy* 2010 ; 40 : 450-457.
  - 36) Magnus P, Irgens LM, Haug K, et al. Cohort profile : the Norwegian Mother and Child Cohort Study (MoBa). *Int J Epidemiol* 2006 ; 35 : 1146-1150.
  - 37) Brunekreef B, Smit J, de Jongste J, et al. The prevention and incidence of asthma and mite allergy (PIAMA) birth cohort study : design and first results. *Pediatr Allergy Immunol* 2002 ; 13 : 55-60.
  - 38) National Research Council (US) and Institute of Medicine (US) Panel to Review the National Children's Study Research Plan. *The National Children's Study Research Plan : a review 2008*, National Academies Press, Washington, DC.
  - 39) National Children's Study : <http://www.nationalchildrensstudy.gov/> (Last visited 2012. 11. 20.)
  - 40) Willett WC. *Nutritional epidemiology*. New York : Oxford University Press, 1990.
  - 41) Thompson FE, Byers T. *Dietary assessment resource manual*. *J Nutr* 1994 ; 124 : 2245S-2318S.
  - 42) 食事評価法マニュアル. 徳留信寛, 佐々木敏 監編訳. 医歯薬出版, 1997.
  - 43) Thompson FE, Subar AF. *Dietary assessment methodology*. In : Coulston AM, Boushey CJ, editors. *Nutrition in the Prevention and Treatment of Disease*, 2nd ed. Academic Press ; Philadelphia, PA, 2008 : 3-38.
  - 44) Kobayashi T, Kamimura M, Imai S, et al. Reproducibility and validity of the food frequency questionnaire for estimating habitual dietary intake in children and adolescents. *Nutr J* 2011 ; 10 : 27.
  - 45) Kobayashi T, Tanaka S, Toji C, et al. Development of a food frequency questionnaire to estimate habitual dietary intake in Japanese children. *Nutr J* 2010 ; 9 : 17.
  - 46) Sahashi Y, Tsuji M, Wada K, et al. Validity and reproducibility of food frequency questionnaire in Japanese children aged 6 years. *J Nutr Sci Vitaminol (Tokyo)* 2011 ; 57 : 372-376.
  - 47) Watanabe M, Yamaoka K, Yokotsuka M, et al. Validity and reproducibility of the FFQ (FFQW82) for dietary assessment in female adolescents. *Public Health Nutr* 2011 ; 14 : 297-305.
  - 48) Kuehni CE, Brooke AM, Strippoli MP, et al. Cohort profile : the Leicester respiratory cohorts. *Int J Epidemiol* 2007 ; 36 : 977-985.
  - 49) Ortiz-Andrellucchi A, Henriquez-Sánchez P, Sánchez-Villegas A, et al. Dietary assessment

- methods for micronutrient intake in infants, children and adolescents : a systematic review. *Nutr* 2009 ; 102 : 87-117.
- 50) Wakai K. A review of food frequency questionnaires developed and validated in Japan. *J Epidemiol* 2009 ; 19 : 1-11.
- 51) Rockett HR, Colditz GA. Assessing diets of children and adolescents. *Am J Clin Nutr* 1997 ; 65 : 1116-1122.
- 52) Livingstone MB, Robson PJ, Wallace JM. Issues in dietary intake assessment of children and adolescents. *Br J Nutr* 2004 ; 92 : 213-222.
- 53) 香山不二雄. 一般集団およびハイリスク集団への食品中有害物質の曝露評価手法の開発. 内閣府食品安全委員会研究報告書, 2009.
- 54) 外務省 <http://www.mofa.go.jp/mofaj/gaiko/kankyo/wssd/> (Last visited 2012. 11. 20.)
- 55) EPA. Child-Specific Exposure Factors Handbook. <http://cfpub.epa.gov/ncea/cfm/recorddisplay.cfm?deid=199243> (Last visited 2012. 11. 25.)
- 56) Kawahara J, Tanaka S, Tanaka C, et al. Daily inhalation rate and time-activity/location pattern in Japanese preschool children. *Risk Anal* 2012 ; 32 : 1595-1604.
- 57) 化学物質の環境リスク初期評価等(第5次とりまとめ)の結果の概要. 環境省環境保健部環境リスク評価室, 環境省. 2006.
- 58) 佐藤祐子, 内山巖雄, 安達修一. 3歳児における食物由来ダイオキシン類曝露に影響する食物摂取の特徴と摂取量の推計. *小児保健研究* 2010 ; 69 : 14-22.
- 59) トータルダイエツトスタディに関するガイドライン. 農林水産省消費・安全局. [http://www.maff.go.jp/j/syouan/seisaku/risk\\_analysis/tds/index.html](http://www.maff.go.jp/j/syouan/seisaku/risk_analysis/tds/index.html) (Last visited 2012. 11. 25.)
- 60) 玉川勝美, 安藤剛, 福原守雄. 生活環境化学物質の経路別摂取量調査—揮発性有機化合物を例にして—. *公衆衛生研究* 1998 ; 47 : 318-324.
- 61) 西島基弘. 食品からの化学物質曝露量推定方法. *公衆衛生研究* 1998 ; 47 : 332-337.
- 62) 溝井美穂, 篠原暁子, 安達修一. 乳幼児の食事からのダイオキシン類摂取量の推計. *相模女子大学紀要* 2005 ; 69B : 17-23.
- 63) 佐藤ななえ, 岩部万衣子, 吉池信男. 乳幼児の食事摂取量を報告した論文における記述状況と活用可能性の検討. *栄養学雑誌* 2012 ; 70 : 38-48.