

研究成果報告書（研究要旨）

研究課題名	食品由来のアクリルアミド摂取量の推定に関する研究 (課題番号：1507) (研究期間：平成27年度～平成28年度)
主任研究者名	研究者名：河原 純子 所属機関：国立研究開発法人国立環境研究所

本研究は日本人の食事由来のアクリルアミドの摂取量の推定法を確立することを目標とした。

課題1：統計的手法を用いて日本人における食品由来のアクリルアミド（以下「AA」という。）の長期平均摂取量の分布を推定した。食品中AA濃度には農林水産省の調査結果等、課題2において得られた測定結果および国内の文献情報等を、食品摂取量には平成24年国民健康・栄養調査情報を用いた。モンテカルロシミュレーションの結果、日本人のAAの長期平均摂取量は147–154 ng/kg bw/day、95パーセンタイル値は226–261 ng/kg bw/dayと推定された。飲料、高温加熱調理したじゃがいも及び野菜類がAA摂取量に寄与すると推定された。国内の長期食事調査情報から得た4食品群の摂取頻度の分布をもとに、ブートストラップ様のリサンプリング法を用い、各食品群の仮想的な生涯食品摂取頻度の個人分布を予測した結果、コーヒー、緑茶・ウーロン茶では、食品摂取頻度の個人差がAA摂取量の推計値に及ぼす影響が相対的に大きいことが示唆された。

課題2：課題1に資する情報収集のため、家庭における食品の加熱方法と加熱調理食品に含まれるAA濃度を調査した。質問票回答者257名において、カレー、肉じゃが、およびシチューを作る際、じゃがいもを、下処理として炒める（以下「下炒め」という。）者の割合は63%、玉ねぎを下炒めする者の割合は82%であった。回答者の一部に、カレー、シチュー、肉じゃがのいずれかを作る際のじゃがいも・たまねぎの下炒め調理を再現してもらい、これを試料として収集し、AAの濃度を測定した。下炒めじゃがいも53点のAA濃度は、平均値11 ng/g、中央値5.0 ng/g、最小値2.5 ng/g、最大値120 ng/gであった。下炒め玉ねぎ58点のAA濃度は、平均値36 ng/g、中央値14 ng/g、最小値2.0 ng/g、最大値420 ng/gであった。

課題3：2015年10月から2016年11月にかけて、神奈川県と茨城県、およびその近隣に住む成人119名を対象に、1日の陰膳と食事記録を収集した。陰膳試料は均質化し、LC-MS/MSを用いて試料中のAA含有量を測定した。陰膳110試料の測定の結果、対象集団のAAばく露量の中央値は144 ng/kg-bw/day、平均値は 222 ng/kg-bw/dayと推定された。統計解析の結果、コーヒーや高温調理した芋や野菜類の摂取の有無によってAA摂取量が有意に異なることが示された。

研究成果報告書（本体）

研究課題名	食品由来のアクリルアミド摂取量の推定に関する研究 (研究期間：平成27年度～平成28年度)
主任研究者名	所属：河原 純子 氏名：国立研究開発法人国立環境研究所（研究課題番号：1507）

I 研究期間及び研究目的等

1 研究期間

平成27年度～28年度

2 研究目的

本研究は、統計的手法および陰膳法を用いてわが国におけるアクリルアミド摂取量の推定を行うことを目的とする。本研究は、(1)食品からのアクリルアミド摂取量の統計的推定に関する研究、(2)陰膳試料を用いたアクリルアミド摂取量の推定の2つの課題により構成する。研究課題(1)では、日本人のアクリルアミドアクリルアミドの長期平均摂取量を推定する。また、アクリルアミド摂取量の長期平均摂取量の個人間分布をより詳細に推定することを目標とし、食品摂取頻度の分布についてその特徴を解析する。研究課題(2)では、家庭において加熱調理されるじゃがいもおよびたまねぎ中のアクリルアミド濃度の調査を行う。研究課題(3)では、成人男女を対象に24時間の陰膳試料を収集するとともに、食品の加熱情報を含めた食事記録を収集し食品摂取量を加熱方法ごとに整理する方法について検討を行う。また、陰膳中のアクリルアミドの定量法を確立し、成人男女から収集した陰膳の分析に適用し、その結果をもとに成人男女の1日のアクリルアミド摂取量を推定する。また、食事記録から得られる食品摂取データをもとにアクリルアミドのばく露量に影響する要因について統計解析を行う。

研究課題(1)は、研究課題(2)の結果を踏まえ、アクリルアミド摂取量の統計モデルを構築することにより、アクリルアミドの長期平均摂取量分布の信頼性を向上させる。また、研究課題(3)で実施する陰膳調査の結果などを用いて、アクリルアミド摂取量の統計モデルの妥当性を検証する。

3 研究体制

研究項目名	個別課題名	研究担当者名（所属機関名）
食品からのアクリルアミド摂取量の統計定期推定に関する研究	食品からのアクリルアミド摂取量の統計定期推定に関する研究	今泉圭隆、黒田啓介、鈴木規之、青木康展（国立研究開発法人国立環境研究所）
	家庭調理における炒めじゃがいもおよびたまねぎのアクリルアミド濃度の調査	吉田充（日本獣医生命科学大学）

陰膳試料を用いた アクリルアミド摂 取量の推定	陰膳の収集方法および食 事記録法の検討	安達修一（相模女子大学）
	陰膳試料中のアクリルア ミド濃度の測定法の検討	河原純子、中島大介、柴田康行 （国立研究開発法人国立環境 研究所）

4 倫理面への配慮について

陰膳および食事情報の収集は、国立環境研究所医学系研究計画審査を受け承認を得た上で実施した。陰膳の収集および食事記録に伴う研究協力者の負担は可能な限り軽減するよう努めた。また資試料の収集およびデータの解析に際しては、協力者名を番号で匿名化し、個人を識別することが出来るような情報は一切取り除いた。

II 研究内容及び成果等

(1) 研究項目名：食品からのアクリルアミド摂取量の統計的推定に関する研究

1) 個別課題名：食品からのアクリルアミド摂取量の統計的推定に関する研究

(研究担当者名：今泉圭隆、黒田啓介、鈴木規之、青木康展(国立研究開発法人 国立環境研究所))

1. 研究内容

ある個人の長期間(生涯を想定)における平均的なアクリルアミド(AA)摂取量の分布の推定を行った。なお、各種食品の摂取頻度の個人差を考慮するための情報は現在のところ不十分であると判断したため、摂取頻度の個人差は考慮せずにアクリルアミドの摂取量の推定を行った。期間が限られた調査において、摂取頻度の個人差を考慮することは非常に困難である。そこで本研究では、同一対象者に対して長期に実施された吉池らの食事摂取調査(吉池ら 平成22年度)に着目し、個人の食品摂取頻度がどのような傾向にあるのか、また個人の食品摂取頻度がアクリルアミドの摂取量の推定結果にどのような影響を及ぼすのかを考察することを目的として、当該データの解析およびコンピューターによるリサンプリング手法を用いた検討を実施した。

2. 方法

2-1. モンテカルロシミュレーションによる AA 摂取量分布推定の基本式

本研究は、ある個人の長期間(生涯を想定)における平均的なAA摂取量の分布を求めることを目的とする。AA分布推定の基本式は次式のとおりである。

$$x_j = \sum_{i=1}^N \left(Conc_{ij} \times Port_{ij} \times \frac{\overline{Fq}_i}{T} \right)$$

i : 推定対象食品(または食品グループ)

x_j : 対象者 j の体重あたりのAA平均摂取量 [day⁻¹]

N : 食品(または食品グループ)の総数 [-]

$Port_{ij}$: 対象者 j の食品 i の体重あたりの平均摂取量 [day⁻¹]

$Conc_{ij}$: 対象者 j が摂取する食品 i 中のAA濃度 [-]

\overline{Fq}_i : 期間 T における食品 i の平均摂取イベント日数 [day]

T : 推定期間の日数 [day]

推定対象食品 i は、農林水産省、国立医薬品食品衛生研究所、その他国内における食品のAA含有実態調査結果に基づき選定する。推定対象食品 i のAA濃度および1日摂取量には分布データを与える。国民健康・栄養調査における1日の食事調査データでは個人の食品摂取頻度の変動を導出することが出来ないため Fq_i は食品ごとに定数とする。

モンテカルロシミュレーションにおいては、個々の推定対象食品AA濃度および食品摂取量に対して分布を仮定し、その分布に従う乱数を疑似的に発生させ、上に投入してAA摂取量を算出する。この計算を繰り返すことによって各推定対象食品由来のAA摂取量の個人間分布を推定する。推定対象食品 i のAA濃度分布は農林

水産省、国立医薬品食品衛生研究所、その他の国内における食品のAA含有実態調査で得られた実測値をもとに推定する。また、平成24年国民健康・栄養調査による1日のデータから得られた食品摂取量を母集団の食品摂取量分布と仮定する。 $Port_{ij}$ と $Conc_{ij}$ は互いに独立な事象であり、食品区分*i*ごとに別々の分布に従うと仮定する。なお、1日の食事は3回とは限らないため1回の食事を基本単位とするのではなく1日の食事を一つの基本単位（以下、食事イベントという）と考えることとする。

2-2.AA 摂取量分布の推定対象食品

農林水産省、国立医薬品食品衛生研究所、その他国内における食品のAA含有実態調査結果に基づき推定対象食品を選定し、AA濃度の範囲や当該食品の原材料および1日摂取量を鑑み60のAA摂取量推定対象食品グループを構成した。AA摂取量の推定対象食品グループは、炊飯米、シリアル類、インスタント麺、含みつ糖を原材料に含まないトーストした食パン等、イングリッシュマフィン・ナン、含みつ糖を原材料に含まない食パン等（トーストしない）、含みつ糖を原材料に含むロールパン等（トーストしない）、含みつ糖を原材料に含まないロールパン等（トーストしない）、ロールインパン・フランスパン等、菓子パン類、素揚げじゃがいも、炒めじゃがいも、下処理として炒めるじゃがいも（以下、下炒めじゃがいも）、素揚げ・炒めたまねぎ、下炒めたまねぎ、素揚げ・炒めもやし、素揚げ・炒めアスパラガス、素揚げ・炒めピーマン、素揚げ・炒めかぼちゃ、素揚げ・炒めキャベツ、素揚げ・炒めさやいんげん、素揚げ・炒めなす、素揚げ・炒めブロッコリー、素揚げ・炒めさやえんどう、フライビーンズ、ポテトチップス、成型ポテトスナック、コーンスナック、米菓類（おかき、あられ、せんべいを含む）、小麦系菓子類、ボーロ、かりんとう（原材料に含みつ糖を含むもの）、芋けんぴ、まんじゅう（原材料に含みつ糖を含むもの）、飴（原材料に含みつ糖を含むもの）、含みつ糖（和三盆等を除く）、和三盆糖、ハヤシ・カレー・ビーフシチュールウ、クリームシチュールウ、カレー粉、コーヒー飲料、インスタントコーヒー（粉末）、レギュラーコーヒー（コーヒー豆からの浸出液）、ココア（粉末）、ほうじ茶（茶葉からの浸出液）、麦茶（浸出液）、麦茶（PETボトル入り）、緑茶・ウーロン茶（茶葉からの浸出液）、紅茶（茶葉からの浸出液）、乾燥果実、しょうゆ、豆みそ、米みそ、麦こがし、きな粉、いりごま、落花生、アーモンド、ピスタチオ、フライころも（フライ食品のころも）である。なお、本研究におけるAA摂取量分布の推定においては、厚生労働省が実施する国民健康・栄養調査の食品分類とそれに基づく食品の摂取量データを用いるため、複数の食材を原料とする加工調理品は推定対象食品として選定していない。

2.3.使用データ

2.3.1.AA 濃度データ

本研究ではAA摂取量の推定対象食品から53の食品グループを構成しAA濃度の分布推定を行った。AA濃度の分布推定のためのグループと分布推定に使用したAA

濃度データとの対応は表1-1のとおりである。AA濃度データの概要を以下に述べる。

(1) 農林水産省調査データ

農林水産省による調査で得られた、ポテトスナック、コーンスナック、即席中華めん、パン類、ビスケット類、フライドポテト、乳幼児用ビスケット、乳幼児用菓子類、みそ、しょうゆ、ルウ（カレー、シチュー、ハヤシ）、含みつ糖、米菓、あられ・おかき、米菓せんべい、甘味せんべい、乾燥果実、小麦系スナック、シリアル食品、かりんとう等、飴、和菓子類、ほうじ茶（茶葉）、麦茶（煎り麦）、アイスコーヒー、コーヒー豆、および加熱調理した野菜類（キャベツ、ブロッコリー、たまねぎ、アスパラガス、かぼちゃ、なす、ピーマン、さやいんげん、さやえんどう、もやし）のAA含有量データを用いた（表1-2）。当該データは、農林水産省の平成18年度以前の調査、平成18から平成22年度の食の安全性に関する有害化学物質のサーベイランス・モニタリング中期計画期間中に実施された調査、平成23から平成27年度の食の安全性に関する有害化学物質のサーベイランス・モニタリング中期計画及び年次計画に基づいて平成23から平成25年度にかけて実施された調査で得られたものであり、農林水産省より提供を受けた。

ほうじ茶、コーヒー、麦茶（浸出液）については、茶葉、コーヒー豆、麦粒中のAA濃度しか得られていないため、換算係数を用いることにより茶葉中等の濃度から浸出液の状態における濃度を推計した。ほうじ茶茶葉中のAA濃度から浸出液中のAA濃度への換算には0.022を用いることとした。この値はMizukamiら（2006）の報告における、ほうじ茶茶葉中のAA濃度とほうじ茶浸出液中の濃度の関係から導いた。当該報告においては、五訂成分表における標準法（15 gの茶葉を90度の湯650 ml で0.5分間）にしたがって茶葉から浸出液を得ている。

麦粒から麦茶浸出液中の濃度の換算には0.008を用いた。この値は麦粒10 gに対して水1000 mlを用いると仮定し、農研機構による報告（農研機構 2014）に基づき、麦粒から水へのAAの移行率を80%と仮定して導いた（麦粒から麦茶浸出液中の濃度の換算係数 = $10 \div 1000 \times 0.8 = 0.008$ ）。

コーヒー豆中濃度からコーヒー浸出液濃度への換算には0.067を用いた。この値は日本食品標準成分表2010の標準法（文部科学省）に従い、豆10 gに対して水150 mlを用いると仮定し、豆から浸出液中への移行率を100%と仮定することにより導いた（コーヒー豆からコーヒー浸出液中の濃度の換算係数 = $10 \div 150 \times 1.0 = 0.067$ ）。

(2) 国立医薬品食品衛生研究所調査データ

フライビーンズ、カレー粉、ココア（粉末）、麦こがし、きな粉、いりごま、落花生、アーモンド、ピスタチオ、フライころも中のAA濃度として、国立医薬品食品衛生研究所よる平成14年の報告値を参照した（表1-3）。調査対象食品が農林水産省の含有実態調査における対象食品と重複する場合には、調査実施時期が比較的

近い農林水産省のデータを採用した。なお、天ぷらころもについては、2試料の調査結果のうち、1つは不検出 (<9 ng/g未満)、もう1つは痕跡量 (9 ng/g以上 30 ng/g未満) であり、定量値が得られていないためAA摂取量の推定対象外とした。

(3) 炊飯米中の AA 濃度

炊飯米中のAA濃度には、吉田ら (2011) の報告を採用した。当該調査は農林水産省の事業「レギュラトリーサイエンス新技術開発事業 (加熱食品中のアクリルアミド生成に影響する要因の解明及び実用可能な低減技術開発)」において、(独)農研機構 食品総合研究所 (現 国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構 食品総合研究所) が実施したものである。吉田らは、つくば市内のスーパーマーケットで購入した玄米 (品種コシヒカリ)、市販の発芽玄米、業務用食材卸業者より購入した精白米、坂戸市内のスーパーマーケットで購入した胚芽米 (品種ひとめぼれ) を試料とし、炊飯後の米中のAA濃度の測定を行った。試料は炊飯と保温機能のみを有する電子ジャー炊飯器 (以下、Aとする) と、米の種類と炊き上がりの状態の選択ができ減圧吸水と加圧炊飯の機能を有するIH真空圧力炊き炊飯器 (以下、Bとする)、業務用炊飯装置 (以下、Cとする) の3種を用いて調理された。試料中のAAの測定結果は、玄米で5.33 µg/kg (A)、0.76 µg/kg (B)、発芽玄米では7.83 µg/kg (A)、1.03 µg/kg (B)、精白米では 1.18 µg/kg (A)、0.59 µg/kg (B)、0.57 µg/kg (B、短時間で炊飯)、0.24 µg/kg (C)、胚芽米0.50 µg/kg (C) である。本研究では精白米中のAA濃度を炊飯米中のAA濃度として採用し、さらに現在における炊飯器の普及状況を考慮してIH真空圧力炊き炊飯器で炊いた精白米中のAA濃度の測定結果である0.59 µg/kgを採用した。

(4) 炒めじゃがいも中のAA濃度

炒めたじゃがいも中のAA濃度として、米谷ら (2002) による、平成14年度 厚生労働科学研究費補助金厚生労働科学特別研究における報告値を参照した。当該研究は、じゃがいもを1 cm角の直方体に切った後、2-3 mmの厚さにスライスし水洗いし、220°Cのオーブンで加熱し、AA濃度の測定を行った (試料aとする)。また、スライスした試料を密閉状態で電子レンジを用いて150 wで52秒間加熱したものと未処理の試料を220°Cのオーブンで5分間加熱した試料 (それぞれ試料b、cとする)、さらに、スライスした試料を沸騰水中で30秒間茹でた試料と未処理の試料を220°Cのオーブンで5分間加熱した試料 (それぞれ試料d、eとする) のAA含有量を測定した。各種調理条件下で加熱したじゃがいも中のAA濃度は (a) 359 µg/kg、(b) 62 µg/kg、(c) 169 µg/kg、(d) 0.380 µg/kg、(e) 624 µg/kgであった。本研究ではこれら5試料の測定結果の平均値を炒めじゃがいも中のAA濃度として採用した。

(5) 下炒めじゃがいもおよびたまねぎ中のAA濃度

後述の研究項目2で実施した、一般家庭におけるじゃがいもおよびたまねぎの調理によるAA生成量の調査結果を用いた。この調査では、一般家庭を対象にカレー、

シチュー、または肉じゃがを調理する際の方法でじゃがいもおよびたまねぎを刻んで炒めてもらい、煮込むための水を加える前にじゃがいもとたまねぎを回収し、これを検体としてAA濃度を測定した。炒めたじゃがいも中のAA濃度の平均値は11 µg/kg (n=53、検出率41%)、炒めたたまねぎ中のAA濃度の平均値は37 µg/kg (n=58、検出率98%) である。

(6) PETボトル入り麦茶浸出液中のAA濃度

PETボトル入りの麦茶浸出液中のAA濃度には、食品安全委員会が国内市販のPETボトル入り麦茶飲料を対象に実施した調査で得られた、8試料中のAA濃度平均値7 µg/kg (検出率100%) を参照した。

(7) 緑茶、紅茶、ウーロン茶浸出液中のAA濃度

Mizukamiら (2006) による緑茶、紅茶およびウーロン茶の茶葉からの浸出液中のAA濃度の報告値 (平均値1.0 ng/ml、n=18、検出率100%) を用いた。茶葉試料には2003年12月から2004年8月にかけて静岡県のスーパーマーケット及びお茶販売店から購入したものが用いられた。当該調査では、五訂成分表に従って浸出液を得ている。AA摂取量推定の際には、これらの茶の浸出液1mlの重量を1 gと仮定して単位換算を行った。

(8) トースト食パン中のAA濃度

農林水産省の事業「レギュラトリーサイエンス新技術開発事業 (加熱食品中のアクリルアミド生成に影響する要因の解明及び実用可能な低減技術開発)」において、(独) 農研機構 食品総合研究所 (現 国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構 食品総合研究所) が実施したものであり、同一銘柄の食パンを40世帯に配布し、各世帯の好みによって調理した際のAA含有量の測定結果を用いた。各家庭から2試料、合計80試料が得られ、AA濃度の平均値は3.3 µg/kg (検出率 90%) であった。

2.3.2.食品摂取量データ

(1) 厚生労働省平成24年国民健康・栄養調査の概要および調査データの解析

食品摂取量データには、厚生労働省から提供を受けた平成24年国民健康・栄養調査の調査票情報を利用した。当該調査は、全国の世帯および世帯員を対象とし、平成22年国勢調査区のうち、東京都の15地区と1道府県あたり10地区の計475地区の全ての世帯の世帯員で1歳以上の者を調査客体としている。世帯主が外国人である世帯や、3食とも集団的な給食を受けている世帯、住み込みや賄い付きの寮・寄宿舎等に居住する単独世帯は調査対象外としている。調査実施世帯数 (栄養摂取状況調査の世帯状況に回答した世帯数) は12,750世帯であり、栄養摂取状況調査の集計客体数は32,228人、身体状況調査の集計客体数は26,208人である。国民健康・栄養調査は、全国規模で行われている食事調査として我が国において唯一のものである。また、平成24年国民健康・栄養調査では日本食品標準成分表2010 (文部科学省

2010)における食品分類のうち約1700の分類が用いられている。以上より国民健康・栄養調査データは国民の食品の1日摂取量等の分布を推定するうえで最も有用と考えた。

本研究は、厚生労働省より、平成24年国民健康・栄養調査における栄養摂取状況調査項目のうち、調査世帯の居住地区に関する番号、世帯ID、世帯人員数、調査日、任意の食事の朝食・昼食・夕食・間食の別、料理食品番号、料理名、食品番号、食品名、調理コード、食品の総摂取量、廃棄率、廃棄量、摂取量、案分比率、案分残食比率のデータをCVS形式で得た。また、身体状況調査データの中から、調査世帯の居住地区に関する番号、世帯ID、世帯人員数、性別、年齢、妊婦・授乳婦の別、妊娠週数、朝食事種類、昼食事種類、夕食事種類、身長、体重のデータを得た。

AA摂取量の推定対象食品グループと国民健康・栄養調査における食品コードとの対応付けを行い、グループごとに個々の調査対象者の体重1kgあたりの食品摂取量および全体に対する摂取者の割合を推計した。推定対象食品と国民健康・栄養調査の食品コードとの対応は表1-4のとおりである。各調査結果に基づき選定した推定対象食品は国民健康・栄養調査における食品分類と必ずしも対応していないため、必要に応じて係数を設定し、推定対象食品の重量へと変換した。また、素揚げや炒めなどの高温で加熱調理される芋や野菜類の摂取量および摂取割合については、食品コードのみでは推計が困難であったため、調査データに含まれる料理名をもとに推計した。食品摂取量の推計方法の詳細は別添資料1に記述した。

(2) 食品摂取量推定に使用したその他データ

一部の推定対象食品については、国民健康・栄養調査データのみでは摂取者割合を推計することが困難であったため、以下のように仮定した。

粒から煮出した麦茶とPETボトル入りで販売される麦茶を飲む割合は、国内における麦粒及びPETボトル入り麦茶の販売状況に基づき、粒から煮出した麦茶を飲む割合を0.79、PETボトル入りで販売される麦茶を飲む割合を0.21と仮定した（食品安全委員会推計[食品マーケティング便覧 2014, 一般社団法人全国清涼飲料工業会 清涼飲料水関係統計資料2015]）。

原材料に含みつ糖を含む食品の摂取割合は、2013年1月から2014年12月にかけての国内の商品別販売実績データ（日経メディアマーケティング株式会社）の解析結果を用いた。解析では、食パン、ロールパン・コッペパン（以下、ロールパン類）、まんじゅう、ハードキャンデー、ようかん類を対象に、商品名に「黒糖」が含まれる商品を原料に含みつ糖を含む商品と仮定し、全商品の合計販売金額に対する含みつ糖含有商品の合計販売金額の割合を計算し、得られた割合を含みつ糖含有食品の販売量割合および摂取割合に等しいものとした。ここでは商品間で販売単価に差がないという仮定をもとに販売量の割合を計算した。計算の結果、全商品に対する含みつ糖を使用した商品の販売量の割合は、食パンでは0.1%、ロールパン類では10%、まんじゅうでは11%、ハードキャンデーでは3%、どらやきでは0.7%であった。ようかん、水ようかんについてはそれぞれ0.4%、0.2%であった。これに基づき、ロールパン類、まんじゅう類、飴のうち含みつ糖を含む食品の摂取割合をそれぞれ10

%、11%、3%とした。含みつ糖を使用した食パンおよびどらやき、ようかん、水ようかんは摂取割合が無視できるほど低いと判断し推定対象外とした。

2.3.3.分布推定に使用するデータの条件

95パーセンタイル値を上回る標本を95パーセント以上の確率で得るために必要な標本数は二項分布を用いて59以上必要であると導出される。本研究では、食品中のAA濃度あるいは食品摂取量について信頼性の高い近似分布を求めることを目的としているため、単純に標本群の中に95パーセンタイル値以上の標本を含む確率で標本の信頼性の評価はできないものの、信頼性の高い近似分布を求めるためには同程度以上の標本数が望ましいと考えられる。しかし、利用可能なデータは限られており、より多くの食品グループについて分布を推定することが重要であると考え、食品中のAA濃度の分布推定を行う食品は、データ数が30以上あり、検出率が80%を超えることを条件とした。データ数が30以上で検出率が10%以上80%以下の食品、またはデータ数が30未満で検出率が40%を超える食品については点推定を行い、それ以外のものは推定対象外とした。

不検出のデータについては、検出下限値の2分の1の値を用いた。同一の食品について複数の年度で含有量調査が行われている食品については、統計解析により年度間で分布の中心や中央値に有意差が認められるものについては最新年度の濃度データを用い、有意差が認められないものについては全ての調査年度のデータを用いて濃度分布を設定した。結果として、53のAA濃度推定対象食品グループのうち、21食品グループに対して濃度分布を設定した。これらの食品グループのうち麦茶、コーヒー（浸出液）、インスタントコーヒー、コーヒー飲料中のAA濃度分布については正規分布を、それ以外の食品グループについては対数正規分布を適合させた。

食品摂取量については、当該対象食品グループの摂取者数が30名以上の食品に対して食品摂取量の分布を設定し、30名未満の食品については点推定値を用いることとした。その結果60の推定対象食品グループのうち55食品グループに対して食品摂取量の分布推定を行い、それ以外のグループに対しては点推定を行った。

AA摂取量推定対象食品グループと仮定変数（AA濃度分布、食品摂取量分布）との対応は表1-5のとおりとした。

2.3.4.モンテカルロシミュレーションによるAA摂取量分布推定

個々の推定対象食品グループの食品中AA濃度および食品摂取量について、推定した確率分布に従う乱数を発生させ、前述の推定基本式によるAA摂取量を繰り返し計算することによりAA総摂取量の分布を推定した。試行回数は20万回とし、乱数サンプリングにはハイパーキューブ法を用いた。この試行回数は、20万回以上の試行結果との比較によって安定した結果が得られる十分な回数であると判断した。シミュレーションにはCrystal Ball ver.11.1.2.3. 500 (Oracle社)を用いた。

モンテカルロシミュレーションにおいては、変数にどのような分布を仮定するか

によって推定結果が異なることが予想される。本研究においては各食品グループのAA濃度分布や摂取量分布に対して正規分布または対数正規分布を適合しており、これらの分布に対して上限などの追加の条件を設定しない場合、分布上限は理論上無限大となる。現実の濃度や摂取量は無限大まで幅を持つとは考えられないことから、これらの分布によりAA濃度や食品摂取量を無作為に抽出した場合、例えば実測最大値を大幅に超えるような非現実的な値が抽出されることが起こり得る。このような懸念に対して上限の設定の影響を把握するために、食品中のAA濃度の上限と下限をそれぞれ実測最大値と0に、食品摂取量の分布の上限と下限をそれぞれ実測最大値と実測最小値に設定し、かつ推定対象食品の合計摂取量の上限を国民健康・栄養調査データの解析結果に基づく最大値120 g/kg-bw/dayとした場合と、食品中のAA濃度及び食品摂取量の下限を0とし、上限を設定しない場合の2つの条件でAA摂取量分布の推定を行った。

2.3.5.AA 摂取量の点推定

AA摂取量の点推定を行った。推定には下式を用いた。

$$\bar{x} = \sum_{i=1}^N \left(\overline{Conc}_i \times \overline{Port}_i \times \frac{\overline{Fq}_i}{T} \right)$$

i : 推定対象食品 (または食品グループ)

\bar{x} : AA平均摂取量 [day⁻¹]

N : 食品グループの総数 [—]

\overline{Port}_i : 食品グループ*i*の1日あたりの平均摂取量 (摂取者のみ) [day⁻¹]

\overline{Conc}_i : 食品グループ*i*の食品中のAA平均濃度 [—]

\overline{Fq}_i : 食品グループ*i*の期間*T*における平均摂取イベント日数 [day]

T : 推定期間の日数 [day]

食品グループ*i*は、モンテカルロシミュレーションによるAA摂取量分布推定の際と同様である。食品グループ*i*のAA平均濃度はモンテカルロシミュレーションで用いたデータから求めた算術平均値を用いた。食品グループ*i*の1日あたりの平均摂取量および食品グループ*i*の期間*T*における摂取イベント日数は、平成24年国民健康・栄養調査のデータの解析に基づく推計値をもとに求めた。食品摂取量データは1歳以上を対象としており、結果として1歳以上の対象者の平均値の推定となる。

本研究は、年齢区分を1-6歳、7-14歳、15-29歳、30-44歳、45-59歳、60歳以上とし、モンテカルロシミュレーションによる年齢階級ごとのAA摂取量分布の推定について検討した。しかしながら、年齢階級ごとの食品摂取量データ数が不足するため、AA摂取量の点推定を行った。推定式は前述のAA摂取量の点推定に用いた式と同様である。推定対象食品グループ別の食品摂取量 (全体) および年齢階級別の食品摂取量をそれぞれ表1-6、7に示した。

3. 結果

3.1. モンテカルロシミュレーションによる AA 摂取量分布推定結果

モンテカルロ法による推計の結果、AA濃度および食品摂取量の上限を設定した場合、推定対象食品グループからのAAの総摂取量は中央値147 ng/kg-bw/day、95パーセンタイル値226 ng/kg-bw/day、平均値154 ng/kg-bw/dayと推定された（図1-1）。推定対象食品ごとのAA摂取量分布の推定結果は表1-8のとおりである。

一方、各種推定対象食品のAA濃度および摂取量分布の上限を設定せず、モンテカルロシミュレーションによるAA摂取量の分布を推定した場合には、推定対象食品からのAAの総摂取量は中央値154 ng/kg-bw/day、95パーセンタイル値261 ng/kg-bw/day、平均値166 ng/kg-bw/dayと推定された（図1-2）。推定対象食品ごとのAA摂取量分布の推定結果は表1-9のとおりである。

3.2 AA摂取量の点推定結果

AA摂取量の点推定値は159 ng/kg-bw/dayと算出された。各食品グループからのAA摂取量の点推定結果を表1-10に示す。

年齢階級別のAA総摂取量は、1-6歳では409 ng/kg-bw/day、7-14歳では290 ng/kg-bw/day、15-29歳では158 ng/kg-bw/day、30-44歳では155 ng/kg-bw/day、45-59歳では146 ng/kg-bw/day、60歳以上では119 ng/kg-bw/dayと推定された（表1-11）。

4. 考察

本研究では、国内におけるデータを用いてモンテカルロ法によるシミュレーションにより食品由来のAA摂取量の推定を行った。AAは食品の加熱調理によって生成されることから摂取量分布のばらつきが大きいと考えられるため、統計学的手法による推定は、AA摂取量分布を推定するのに適していると考えられる。ただし、本方法は推定に用いた仮定、すなわちAA濃度分布および食品摂取量分布の仮定が推定結果に影響を及ぼす。特にシミュレーションによって得られる分布の裾は仮定によって影響を受けやすいことに留意する必要がある。そこで、本研究では分布の濃度分布の上限が推定結果にどのように影響するかを評価した。評価の結果、上限を設定してもAA総摂取量のパーセンタイル値にはあまり大きな影響を及ぼさないことが示されたが、一部の食品グループの寄与率に大きな影響を及ぼすことが明らかになった。限られた実測値をもとに分布を推定し、その上限を設定した場合には真の分布よりも過小評価している可能性がある。一方、分布の上限を設定しない場合には、非現実的な試行データを含む標本群から結果を導いたことになる。具体的には、AA総摂取量として95パーセンタイル値以下になる試行データ群の中には、例えばポテトチップスのAA濃度として国内における実測最大値の20倍、海外における報告（European Food Safety Authority 2012）の最大値に対して8倍以上になるような例も存在していた。そのためAA濃度や食品摂取量の上限設定の有無に係る2つの条件を元にした推定結果の間に真の値があると考えられる。

国内においては陰膳法によるAA摂取量の推定値が得られていないため、本研究における推定結果の妥当性を評価することは困難である。スイスで成人を対象として行われた陰膳調査では、食品由来のAA摂取量は280 ng/kg-bw/dayと推定されている (Swiss Federal Office of Public Health (2002))。本研究では成人のAA摂取量として点推定のみを行ったが、その推定結果はスイスにおける推定値の2分の1程度であった。一方、近年の海外における統計学的手法による推計では、オランダにおけるモンテカルロシミュレーションの結果、AA摂取量の中央値は、7-15歳において600ng/kg-bw/day、16-69歳において300 ng/kg-bw/dayと推定されている (National Institute for Public Health and the Environment Netherland 2014)。また、点推定による推定では、ポーランドにおける1-96歳の平均AA摂取量は430 ng/kg-bw/day (Mojska et al. 2010)、フランスにおける平均AA摂取量は3-17歳では690 ng/kg-bw/day、18-79歳では430 ng/kg-bw/day (Sirot et al. 2012)と推定されている。さらに、中国における点推定では、成人の平均AA摂取量は319 ng/kg-bw/day (Gao et al. 2015)、および210 ng/kg-bw/day (Wong et al. 2014) と推定されている。本研究における1歳以上のAA摂取量平均値の点推定結果は、ヨーロッパ諸国における推定よりも低く、中国における推定結果に近かった。

本研究における推定には、使用したAA濃度データに由来する不確実性が含まれている。推定対象食品中には、少数の測定結果しか得られていない食品が複数存在する。これらの食品についてはAA濃度分布を推定することが困難であるため、平均値を用いて推定を行った。そのためAA総摂取量の分布範囲は実際の分布よりも狭い可能性がある。また本研究における推定結果にはデータ不足による不確実性も含まれる。国民健康・栄養調査における約1700の食品コードのうち、加熱によってAAを生成する可能性がある植物性食品および植物性食品を原料とした加工食品のコードは1000を超えると推定される。これに対して本研究においてAA摂取量の推定対象食品と対応付けた食品は197である。推定対象とした食品には、AA濃度が比較的高く、国内における1日の摂取量や摂取者割合が高い食品が選定されているが、全ての食品のAA含有実態が網羅されている訳ではない。芋類や野菜類などの推定対象外となった食品においてもAA濃度が著しく高いものがある場合には、本研究における推定摂取量は低く見積もられている可能性がある。実態をより反映した摂取量を推定するために、今後データの蓄積が必要である。

本研究では、芋や野菜類の調理方法の1つである天ぷらのころもに由来するAA摂取量は、AA濃度データの代表性が低いため推定対象外とした。しかしながら、天ぷらは魚類や肉類にも用いられる調理方法であるためAA摂取量に影響する可能性を無視することはできない。そのため、摂取された全ての天ぷらのころもの材料として「天ぷら粉」が使用されたと仮定し、国民健康・栄養調査データの解析で得られた一人あたりの天ぷら粉の1日摂取量 (0.004 g/kg-bw/day) と、それにもとづいて推計した天ぷらころもの1日摂取量 (換算係数は3、文部科学省資料参考)、ころも中のAA濃度 (下限値4.5µg/kg、上限値19.5µg/kg) を用いてAA摂取量を試算した。その

結果、AA摂取量は0.05 ng/kg-bw/dayから0.2 ng/kg-bw/dayと推定された。この推定値はAA総摂取量に対してわずかな値であった。

国民健康・栄養調査に基づく食品摂取量および食品摂取頻度の推定の限界について、いくつかの留意が必要である。国民健康・栄養調査は1日間の食事調査であるため、個人の長期における食品摂取頻度の変動を得ることはできない。そのため本研究では、国民健康・栄養調査で得られた各推定対象食品の摂取割合を、国民の生涯における摂取頻度と仮定して用いた。その妥当性の評価は今後の課題である。また、食品の加熱に由来するAAの摂取量の推定において、加熱調理方法別の食品摂取量のデータが不可欠であるが、国民健康・栄養調査で使用される食品分類のみではそれらの情報を得ることが困難である。とくに芋や野菜類の摂取量推定においてこの問題の解決が必要である。これに対し、本研究は国民健康・栄養調査で取得された料理名をもとに個々の摂取記録における芋や野菜類の摂取量を加熱調理方法別に推計した。その結果、総AA摂取量に対する芋類や野菜類の摂取の寄与が比較的高く推定された。調理方法別の芋や野菜類の摂取量の仮定がAA摂取量の推定に及ぼす影響の評価は今後の検討課題であるが、現状では芋や野菜類の調理方法別の摂取量は報告されていないため、食品摂取量推定値の正確さを定量的に評価することは困難であると考えている。

点推定による1-6歳の体重あたりのAA摂取量がモンテカルロシミュレーションによる体重あたりのAA摂取量の95パーセンタイル値よりも計算上高くなっているが、これは以下のように解釈している。本研究におけるモンテカルロシミュレーションでは、AAの慢性毒性を考慮し、個人の長期間（生涯を想定）における平均的な体重あたりのAA摂取量の個人間分布を求めることを目的として、基礎式を構築した。つまり、最終的な体重あたりのAA摂取量分布におけるある点に対応する“個人”は、特定の年齢を持たず、あくまでも生涯平均としての“個人”である（注目するばく露期間は長期間、例えば生涯）。一方、年齢階級別の体重あたりのAA摂取量の点推定値は、個人のある1日の食品別摂取量および各食品の平均AA含有量を元に算出した、AA摂取量の当該年齢階級における平均値である（例えば、1-6歳の場合、注目するばく露期間は6年間）。従って、異なるばく露期間におけるばく露量の推定値である両者を直接比較し、大小を論じることの理論的な意味はない。

1歳から6歳における体重あたりのAA摂取量の点推定結果が他の年齢階級より高い要因は以下のように考察される。表1-12に1歳から6歳と全対象者の人数、体重、体重あたりの食品摂取量（AA摂取量推定対象食品）、およびAA摂取量を示した。1-6歳の体重あたりのAA摂取量平均値は、全対象者の平均値に対して、2.52倍であった。一方、1-6歳の体重あたりの食品摂取量平均値は、全対象者の平均値に対して、1.78倍であった。概算では、1-6歳の体重あたりのAA摂取量の増分（全対象者平均との差）1.52倍分のうち、約半分（ $0.78/1.52=0.513$ ）は体重あたりの食品摂取量が多いことに起因するといえる。

1-6歳と全対象者とでは推定対象食品の総摂取量の構成が異なるため、AA摂取量の差の要因を特定の食品に限り一様に解析することは困難である。本研究における推定対象食品の中では年齢の低い階級ほどじゃがいもや菓子類の摂取量が高くなる傾向がみられ、これらに対応するAA濃度は比較的上位のものが多く、低年齢階級のAA摂取量を相対的に高める要因となっていると考えられる。本研究で対象とした嗜好飲料類では、1-6歳では麦茶の摂取量が高いものの、コーヒーや緑茶・ウーロン茶の摂取量は少なく、総合的に1-6歳と全対象者の間で体重あたりのAA摂取量の差は生じていない。

表 1 - 1. 推定対象食品と濃度分布推定に使用したデータの対応

濃度分布推定のための 食品グループ	濃度推定に用いたデータ	
	食品名	引用元
炊飯米	炊飯米	吉田ら (2011)
シリアル類	シリアル類	農林水産省 [H22]
インスタント麺	インスタント麺	農林水産省 [H16]
食パン等 (トースト、含みつ糖 不使用)	食パン (トースト)	農研機構
食パン等 (トーストせず、含みつ糖 不使用)	食パン (トーストしていない)	農林水産省 [H23]
ロールパン (トーストせず、含みつ糖 不使用)	ロールパン (含みつ糖を使用していない)	農林水産省 [H17]
ロールパン等 (トーストせず、含みつ糖 使用)	ロールパン、食パン等 (含みつ糖使用)	農林水産省 [H22]
ロールインパン・フランスパン等	フランスパン	農林水産省 [H23, 25]
	ロールインパン	農林水産省 [H23, 25]
菓子パン類	あんぱん	農林水産省 [H23]
	メロンパン	農林水産省 [H23]
じゃがいも (素揚げ)	フライドポテト	農林水産省 [H25]
じゃがいも (炒め)	オープン加熱したじゃがいも	米谷ら (2003)
じゃがいも (下炒め)	炒めたじゃがいも	本研究
たまねぎ (素揚げ・炒め)	たまねぎ (焼き)	農林水産省 [H19]
たまねぎ (下炒め)	炒めたたまねぎ	本研究
もやし、アスパラガス、ピーマン (素揚げ、炒め)	もやし (焼き)	農林水産省 [H19]
	アスパラガス (焼き)	農林水産省 [H19]
	ピーマン (焼き)	農林水産省 [H19]
かぼちゃ、キャベツ、さやいんげん、 なす、ブロッコリー (素揚げ、炒め)	かぼちゃ (焼き)	農林水産省 [H19]
	キャベツ (焼き)	農林水産省 [H19]
	さやいんげん (焼き)	農林水産省 [H19]
	なす (焼き)	農林水産省 [H19]
	ブロッコリー (焼き)	農林水産省 [H19]
さやえんどう (素揚げ、炒め)	さやえんどう (焼き)	農林水産省 [H19]
フライビーンズ	フライビーンズ	国立医薬品食品衛生研究所
ポテトチップス	ポテトスナック	農林水産省 [H25]
成形ポテトスナック	ポテトスナック	農林水産省 [H16, H19, H25]
コーンスナック	コーンスナック	農林水産省 [H16]
米菓類 (おかき、あられ、せんべい)	あられ・おかき	農林水産省 [H21]
	乳幼児用菓子類	農林水産省 [H24]
	乳幼児用米菓	農林水産省 [H18]
	米菓	農林水産省 [H16, H24]
	米菓せんべい	農林水産省 [H21]
小麦系菓子類	ビスケット類	農林水産省 [H17, H24]
	小麦系スナック類	農林水産省 [H22]
	乳幼児用ウエハース	農林水産省 [H18]
	乳幼児用スナック類	農林水産省 [H18]
	乳幼児用ビスケット類	農林水産省 [H17, H18]
	乳幼児用レンジケーキ	農林水産省 [H18]
	乳幼児用菓子類	農林水産省 [H24]
	甘味せんべい	農林水産省 [H21]
	かりんとう (含みつ糖不使用)	農林水産省 [H22]
	野菜系スナック類	農林水産省 [H22]
ポーロ	乳幼児用ポーロ	農林水産省 [H18]
かりんとう (含みつ糖使用)	かりんとう (含みつ糖使用)	農林水産省 [H22]
芋けんぴ	芋けんぴ (含みつ糖不使用)	農林水産省 [H22]
まんじゅう (含みつ糖使用)	まんじゅう (含みつ糖使用)	農林水産省 [H22]
飴 (含みつ糖使用)	飴 (含みつ糖使用)	農林水産省 [H22]

表 1-1 (前頁より続く) . 推定対象食品と濃度分布推定に使用したデータの対応

濃度分布推定のための 食品グループ	濃度推定に用いたデータ	
	食品名	引用元
含みつ糖 (和三盆糖除く)	含みつ糖	農林水産省 [H20, H25]
和三盆糖	含みつ糖	農林水産省 [H20, H25]
ハヤシ・カレー・ビーフシチュールウ	ハヤシルウ	農林水産省 [H19]
	カレールウ	農林水産省 [H19]
	シチュールウ	農林水産省 [H19]
クリームシチュールウ	シチュールウ	農林水産省 [H19]
カレー粉	カレー粉	国立医薬品食品衛生研究所
コーヒー飲料	アイスコーヒー	農林水産省 [H17]
	缶コーヒー	農林水産省 [H17]
インスタントコーヒー (粉末)	インスタントコーヒー (固形)	農林水産省 [H24]
レギュラーコーヒー (浸出液)	コーヒー豆	農林水産省 [H24]
ココア (粉末)	ココア (粉末)	国立医薬品食品衛生研究所
ほうじ茶 (浸出液)	ほうじ茶 (茶葉)	農林水産省 [H16, H24]
麦茶 (浸出液)	麦茶 (麦粒)	農林水産省 [H24]
麦茶 (PET)	麦茶 (PET)	食品安全委員会調査
緑茶・ウーロン茶 (浸出液)	緑茶、ウーロン茶 (浸出液)	Mizukamiら (2006)
紅茶 (浸出液)	紅茶 (浸出液)	Mizukamiら (2006)
乾燥果実	乾燥果実	農林水産省 [H21]
しょうゆ	濃口ちしょうゆ	農林水産省 [H18]
	うすくちしょうゆ	農林水産省 [H18]
	しろしょうゆ	農林水産省 [H18]
豆みそ	豆みそ	農林水産省 [H18]
米みそ	米みそ	農林水産省 [H18]
麦こがし	麦こがし	国立医薬品食品衛生研究所
きな粉	きな粉	国立医薬品食品衛生研究所
いりごま	いりごま	国立医薬品食品衛生研究所
落花生	落花生	国立医薬品食品衛生研究所
アーモンド	アーモンド	国立医薬品食品衛生研究所
ピスタチオ	ピスタチオ	国立医薬品食品衛生研究所
フライころも	フライころも	国立医薬品食品衛生研究所

表 1-2. 農林水産省による食品中AA濃度調査結果

食品名	調査年度	試料数	検出数	平均値 μg/g	標準偏差	中央値 μg/g	最小値μ g/g	最大値μ g/g
シリアル類	H22	30	28	0.093	0.12	0.078	<0.005	0.63
インスタント麺	H16	30	21	0.026	0.016	0.03	<0.02	0.08
米粉パン	H23	30	21	0.017	0.031	0.0075	<0.005	0.17
蒸しパン(含みつ糖使用)	H22	15	15	0.25	0.17	0.34	0.01	0.47
食パン	H23	30	6	0.0034	0.0020	0.0025	<0.005	0.01
食パン(耳)	H17	15	15	0.010	0.0020	0.010	0.007	0.015
食パン(中心部)	H17	5	5	0.0076	0.0011	0.008	0.006	0.009
ロールパン	H17	10	10	0.013	0.0017	0.013	0.011	0.017
ロールパン、食パン等(含みつ糖使用)	H22	15	15	0.09	0.095	0.05	0.01	0.35
フランスパン	H23	30	30	0.016	0.017	0.01	0.007	0.10
フランスパン	H25	60	60	0.012	0.0068	0.011	0.003	0.038
ロールインパン	H23	30	29	0.023	0.032	0.01	<0.005	0.17
ロールインパン	H25	60	60	0.018	0.020	0.012	0.002	0.097
あんぱん	H23	30	18	0.0058	0.0039	0.005	<0.005	0.020
メロンパン	H23	30	19	0.0067	0.0046	0.006	<0.005	0.020
フライドポテト	H17	30	30	0.38	0.17	0.38	0.12	0.91
フライドポテト	H19	180	180	0.41	0.22	0.38	0.09	1.5
フライドポテト	H25	120	120	0.27	0.22	0.18	0.04	1.1
アスパラガス	H19	20	20	0.12	0.10	0.075	0.016	0.37
かぼちゃ	H19	20	19	0.034	0.051	0.016	<0.005	0.23
キャベツ	H19	20	19	0.014	0.0088	0.011	<0.005	0.034
さやいんげん	H19	8	8	0.014	0.0055	0.012	0.008	0.023
さやえんどう	H19	12	12	0.39	0.16	0.37	0.18	0.62
タマネギ	H19	20	20	0.025	0.018	0.019	0.009	0.070
なす	H19	20	20	0.013	0.0060	0.013	0.007	0.029
ピーマン	H19	20	20	0.083	0.053	0.082	0.017	0.23
ブロッコリー	H19	20	20	0.021	0.013	0.017	0.007	0.061
もやし	H19	20	20	0.087	0.052	0.078	0.028	0.22
ポテトチップス	H16	8	8	1.0	1.6	0.21	0.03	4.0
ポテトチップス	H18	180	179	0.74	0.53	0.77	<0.02	3.1
ポテトチップス	H19	180	180	1.3	0.81	1.2	0.03	5.0
ポテトチップス	H25	94	94	0.47	0.40	0.47	0.01	2.0
成型ポテトスナック	H16	22	22	1.2	0.89	1.1	0.40	4.7
成型ポテトスナック	H19	181	181	1.2	0.88	0.98	0.16	5.5
成型ポテトスナック	H25	26	26	0.92	0.42	0.77	0.22	2.1

表 1-2 (前頁より続く) .農林水産省による食品中AA濃度調査結果

食品名	調査年度	試料数	検出数	平均値 μg/g	標準偏差	中央値 μg/g	最小値μ g/g	最大値μ g/g
コーンスナック	H16	30	28	0.14	0.11	0.15	<0.02	0.32
あられ・おかき	H21	48	48	0.17	0.25	0.10	0.047	1.8
甘味せんべい	H21	47	47	0.18	0.13	0.14	0.035	0.68
乳幼児用米菓	H18	56	56	0.055	0.10	0.021	0.007	0.52
米菓	H16	30	30	0.13	0.13	0.08	0.03	0.50
米菓	H24	60	51	0.072	0.072	0.060	<0.005	0.27
米菓せんべい	H21	48	48	0.11	0.078	0.093	0.020	0.37
ビスケット類	H17	30	30	0.18	0.13	0.16	0.019	0.46
ビスケット類	H24	60	53	0.17	0.15	0.14	<0.005	0.56
小麦系スナック類	H22	39	39	0.17	0.21	0.11	0.007	1.2
野菜系スナック類	H22	20	19	0.31	0.62	0.15	<0.005	2.9
乳幼児用ビスケット類	H17	30	30	0.21	0.21	0.15	0.022	0.80
乳幼児用ビスケット類	H18	50	50	0.21	0.17	0.17	0.018	0.80
乳幼児用ビスケット	H24	41	40	0.11	0.083	0.093	<0.005	0.36
乳幼児用ウエハース	H18	20	20	0.17	0.092	0.15	0.061	0.34
乳幼児用ウエハース	H24	7	7	0.14	0.046	0.14	0.085	0.23
乳幼児用スナック類	H18	24	24	0.22	0.29	0.13	0.012	1.0
乳幼児用ボーロ	H18	30	28	0.020	0.020	0.013	<0.005	0.083
乳幼児用レンジケーキ	H18	20	20	0.013	0.0057	0.012	0.006	0.030
乳幼児用米菓	H24	12	6	0.027	0.030	0.014	<0.005	0.091
かりんとう(含みつ糖使用)	H22	15	15	0.73	0.51	0.41	0.09	1.6
かりんとう(含みつ糖不使用)	H22	10	10	0.086	0.11	0.035	0.01	0.38
どら焼き(含みつ糖使用)	H22	10	9	0.11	0.11	0.06	<0.008	0.32
まんじゅう(含みつ糖使用)	H22	10	8	0.19	0.26	0.14	<0.008	0.87
ようかん(含みつ糖使用)	H22	10	10	0.42	0.30	0.37	0.05	0.92
どら焼き(含みつ糖不使用)	H22	10	1	0.005	-	-	<0.008	0.01
まんじゅう(含みつ糖不使用)	H22	10	0	0.004	-	-	<0.008	0.004
ようかん(含みつ糖不使用)	H22	10	0	0.004	-	-	<0.008	0.004
芋けんぴ(芋かりんとう)(含みつ糖不使用)	H22	5	5	0.17	0.04	0.15	0.13	0.22
飴(含みつ糖使用)	H22	14	14	1.0	0.80	0.97	0.11	2.9
飴(含みつ糖不使用)	H22	15	0	0.003	-	-	<0.005	<0.005
含みつ糖	H20	49	49	0.47	0.59	0.22	0.035	2.3
含みつ糖	H25	96	96	0.34	0.15	0.31	0.073	0.80
含みつ糖 和三盆	H20	1	1	0.11	-	-	-	-
含みつ糖 和三盆	H25	12	12	0.083	0.051	0.061	0.037	0.19

表 1-2 (前頁より続く) .農林水産省による食品中AA濃度調査結果

食品名	調査年度	試料数	検出数	平均値 μg/g	標準偏差	中央値 μg/g	最小値μ g/g	最大値μ g/g
アイスコーヒー	H17	30	30	0.0088	0.0033	0.0089	0.0043	0.020
缶コーヒー	H17	30	30	0.0094	0.0026	0.0089	0.0051	0.014
インスタントコーヒー(固形)	H24	60	60	0.67	0.11	0.68	0.33	0.93
コーヒー豆	H21	121	121	0.16	0.045	0.16	0.073	0.33
レギュラーコーヒー(豆)	H24	60	60	0.24	0.064	0.24	0.13	0.53
ほうじ茶(茶葉)	H16	18	18	0.45	0.29	0.36	0.19	1.1
ほうじ茶(茶葉)	H24	60	60	0.31	0.208	0.25	0.086	0.95
麦茶(煎り麦)	H16	18	18	0.32	0.095	0.32	0.140	0.51
麦茶(煎り麦)	H24	60	60	0.25	0.087	0.25	0.058	0.53
乾燥果実	H21	30	30	0.047	0.023	0.045	0.015	0.13
うすくちしょうゆ	H18	10	5	0.002	0.00082	0.002	<0.002	0.003
こいくちしょうゆ	H18	30	18	0.002	0.0013	0.002	<0.002	0.006
シチュールウ クリームシチュー	H19	8	6	0.008	0.007	0.007	<0.005	0.024
シチュールウ ビーフシチュー	H19	2	0	0.057	-	0.057	0.047	0.067
カレールウ	H19	80	80	0.11	0.11	0.078	0.011	0.58
ハヤシルウ	H19	10	10	0.043	0.031	0.033	0.022	0.12
しろしょうゆ	H18	10	4	0.002	0.00071	0.001	<0.002	0.003
豆みそ	H18	10	8	0.009	0.004	0.0010	<0.005	0.013
麦みそ	H18	10	0	0.003	-	-	<0.005	<0.005
米みそ	H18	30	5	0.003	0.0018	0.003	<0.005	0.0090

農林水産省から提供を受けたデータを元に本研究で解析を行った。

検出下限未満の濃度は検出下限値の2分の1の値として計算。検出下限以上定量下限未満の濃度は農林水産省から提供された数値をそのまま使用した。

シリアル類、インスタント麺、野菜系スナック類の濃度について、定量下限未満のものは定量下限値の2分の1の値とした。

表 1-3. 国立医薬品食品衛生研究所（2003）による食品中AA濃度調査結果

食品名	試料数	検出数	平均値 μg/g	標準偏差	中央値 μg/g	最小値 μg/g	最大値 μg/g
ポテトチップス	7	7	1.571	1.026	1.385	0.467	3.544
ポテトスナック	2	2	0.046	-	-	0.035	0.057
マッシュポテト	1	0	-	-	-	-	-
ボーロ	1	1	0.015	-	-	0.015	0.015
さつまいもスナック	1	1	0.112	-	-	0.112	0.112
芋ケンピ	1	1	0.336	-	-	0.336	0.336
コーンスナック	4	4	0.319	0.181	0.3125	0.117	0.535
シリアル	2	2	0.118	-	-	0.113	0.122
プレッツェル	3	3	0.051	0.004	0.05	0.048	0.056
ビスケット, クッキー	3	3	0.224	0.091	0.247	0.124	0.302
クラッカー	3	3	0.194	0.128	0.227	0.053	0.302
かりんとう	3	3	0.784	0.973	0.374	0.084	1.895
ドーナツ	1	1	0.015	-	-	0.015	0.015
カステラ, パームクーヘン	2	0	-	-	-	-	-
麦こがし	1	1	0.236	-	-	0.236	0.236
せんべい	1	1	0.015	-	-	0.015	0.015
揚げもち	2	2	0.026	-	-	0.015	0.036
豆スナック	1	1	0.101	-	-	0.101	0.101
豆スナック	1	1	0.083	-	-	0.083	0.083
きな粉	2	2	0.075	-	-	0.031	0.118
いりごま	4	4	0.152	0.035	0.148	0.116	0.197
落花生	2	2	0.075	-	-	0.057	0.092
フライビーンズ	1	1	0.120	-	-	0.12	0.12
アーモンド	1	1	0.324	-	-	0.324	0.324
ピスタチオ	1	1	0.034	-	-	0.034	0.034
カシューナッツ	1	1	0.015	-	-	0.015	0.015
ウォールナッツ	1	0	-	-	-	-	-
りんごチップス	1	0	-	-	-	-	-
バナナチップス	1	1	0.065	-	-	0.065	0.065
野菜チップ	1	1	0.045	-	-	0.045	0.045
野菜チップ	1	1	0.055	-	-	0.055	0.055
野菜チップ	1	1	0.015	-	-	0.015	0.015
野菜チップ	1	1	0.015	-	-	0.015	0.015
パン粉	2	2	0.025	-	-	0.015	0.035
即席麺	5	5	0.064	0.061	0.057	0.015	0.163

表 1-3(前頁より続く). 国立医薬品食品衛生研究所 (2003) による食品中AA濃度調査結果

食品名	試料数	検出数	平均値 μg/g	標準偏差	中央値 μg/g	最小値 μg/g	最大値 μg/g
フライドオニオン	1	1	0.428	-	-	0.428	0.428
いため玉ねぎ	1	1	0.122	-	-	0.122	0.122
カレールー	1	1	0.116	-	-	0.116	0.116
カレー粉	1	1	0.423	-	-	0.423	0.423
緑茶	2	1	0.008	-	-	0	0.015
ほうじ茶	3	3	0.541	0.024	0.538	0.519	0.567
紅茶	2	1	-	-	-	0	0.015
中国茶	4	3	-	0.068	0.056	0	0.142
中国茶 (プーアール茶)	1	0	-	-	-	-	-
麦茶	2	2	-	-	-	0.256	0.27
コーヒー	3	3	0.178	0.046	0.153	0.151	0.231
ココア	2	2	-	-	-	0.104	0.141
脱脂粉乳	1	1	-	-	-	0.015	0.015
フレンチフライ	4	4	0.639	0.123	0.629	0.512	0.784
大学いも	1	1	0.034	-	-	0.034	0.034
パン	3	2	0.010	-	-	0	0.015
ゆでそば	1	0	-	-	-		-
ゆでうどん	1	0	-	-	-		-
ごはん	1	0	-	-	-		-
とうふ	1	0	-	-	-		-
天ぷら (ころも)	2	1	0.0097	-	-	0.0045	0.015
フライ (ころも)	5	4	0.024	0.019	0.015	0.0045	0.053

定量下限未満の濃度は定量下限値の2分の1の値として本研究で計算した。検出下限未満の濃度は検出下限値の2分の1の値として計算した。

表 1-4. 推定対象食品グループと国民健康・栄養調査の食品分類との対応

食品摂取量分布推定のための食品グループ名	国民健康・栄養調査における食品目	
	食品コード	食品名
炊飯米	1080	玄米
	1081	半つき米
	1082	七分つき米
	1083	精白米
	1084	胚芽精米
	1085	玄米めし
	1086	半つき米めし
	1087	七分つき米めし
	1088	めし
	1089	胚芽精米めし
	1090	玄米全かゆ
	1092	七分つき米全かゆ
	1093	全かゆ
	1095	半つき米五分かゆ
	1097	精白米五分かゆ
	1102	陸稲玄米
	1105	陸稲精白米
	1106	陸稲玄米めし
	1107	陸稲半つき米めし
	1108	陸稲七分つき米めし
	1109	陸稲精白米めし
	1110	アルファ化米
1111	おにぎり	
1112	焼きおにぎり	
1113	きりたんぼ	
1118	赤飯	
シリアル類	1004	オートミール
	1132	コーンミール
	1133	コーン ^g リッツ
	1137	コーンフレーク
インスタント麺	1056	インスタントラーメン(油揚げ味付け麺)
	1057	インスタントラーメン(油揚げ麺)
	1058	インスタントラーメン(非油揚げ麺)
	1059	中華カップ ^g めん(油揚げ麺)
	1060	焼そばカップ ^g めん(油揚げ麺)
	1061	中華カップ ^g めん(非油揚げ麺)
	1062	和風カップ ^g めん(油揚げ麺)
	19801	インスタントラーメン(油揚げ味付け麺)(汁・残)
	19802	インスタントラーメン(油揚げ麺)(汁・残)
	19803	インスタントラーメン(非油揚げ麺)(汁・残)
食パン(トースト、含みつ糖不使用)	1026	食パン
イングリッシュマフィン・ナン	1037	イング ^g リッシュマフィン
	1036	ナン
食パン(トーストしない、含みつ糖不使用)	1026	食パン
ロールパン等(トーストしない、含みつ糖不使用)	1028	コッパ ^g パン
	1033	ぶどうパン
	1034	ロールパン
ロールパン等(トーストしない、含みつ糖使用)	1028	コッパ ^g パン
	1033	ぶどうパン
	1034	ロールパン
ロールインパン・フランスパン等	1031	フランスパン
	1032	ライ麦パン
	1035	クロワッサン

食品摂取量分布推定のための食品グループ名	国民健康・栄養調査における食品目	
	食品コード	食品名
ロールインパン・フランスパン等	15076	デニッシュペストリー
	15080	アップルパイ
	15081	ミートパイ
菓子パン類	15069	あんパン
	15070	クリームパン
	15071	ジャムパン
	15072	チョココロン
	19507	メロンパン
じゃがいも（素揚げ）	2017	じゃがいも
	2018	蒸し・ふかしじゃがいも
	2019	じゃがいも（水煮）
	2021	乾燥マッシュポテト
じゃがいも（炒め）	2017	じゃがいも
	2018	蒸し・ふかしじゃがいも
	2019	じゃがいも（水煮）
	2021	乾燥マッシュポテト
じゃがいも（下炒め）	2017	じゃがいも
	2018	蒸し・ふかしじゃがいも
	2019	じゃがいも（水煮）
	2021	乾燥マッシュポテト
もやし（素揚げ・炒め）	6286	アルファルファもやし
	6287	大豆もやし
	6288	大豆もやし（ゆで）
	6289	フラックマツペもやし
	6290	フラックマツペもやし（ゆで）
	6291	緑豆もやし
	6292	緑豆もやし（ゆで）
アスパラガス（素揚げ・炒め）	6007	アスパラガス
	6008	アスパラガス（ゆで）
	6009	アスパラガス水煮缶（ホワイトアスパラガス）
ピーマン（素揚げ・炒め）	6245	青ピーマン
	6247	赤ピーマン
	6249	黄ピーマン
	6251	トマト
かぼちゃ（素揚げ・炒め）	6046	日本かぼちゃ
	6047	日本かぼちゃ（ゆで）
	6048	西洋かぼちゃ
	6049	西洋かぼちゃ（ゆで）
	6050	西洋かぼちゃ（冷凍）
	6051	そうめんかぼちゃ
キャベツ（素揚げ・炒め）	6061	キャベツ
	6062	キャベツ（ゆで）
	6063	グリーンホール
	6064	レッドキャベツ
さやいんげん（素揚げ・炒め）	6010	さやいんげん
	6011	さやいんげん（ゆで）
たまねぎ（素揚げ・炒め）	6153	玉ねぎ
	6155	玉ねぎ（ゆで）
	6156	赤たまねぎ
たまねぎ（下炒め）	6153	玉ねぎ
	6155	玉ねぎ（ゆで）
	6156	赤たまねぎ
なす（素揚げ・炒め）	6191	なす
	6192	なす（ゆで）

食品摂取量分布推定のための食品グループ名	国民健康・栄養調査における食品目	
	食品コード	食品名
なす（素揚げ・炒め）	6193	べいなす
ブロッコリー（素揚げ・炒め）	6263	ブロッコリー
	6264	ブロッコリー(ゆで)
さやえんどう（素揚げ・炒め）	6020	さやえんどう
	6021	さやえんどう(ゆで)
	6022	スナップエンドウ
フライビーンズ	4020	フライビーンズ
ポテトチップス	15103	ポテトチップス
成形ポテトスナック	15104	成形ポテトチップス
コーンスナック	1135	ジャイアントコーン(フライ味付け)
	1136	ポップコーン(塩味付き)
	15102	コーンスナック
米菓類（おかき、あられ、せんべい）	15055	ひなあられ(関東風)
	15056	ひなあられ(関西風)
	15057	揚げせんべい
	15058	甘辛せんべい
	15059	あられ
	15060	塩せんべい
小麦系菓子類	1030	乾パン
	15046	白かりんとう
	15048	炭酸せんべい
	15049	かわらせんべい
	15050	巻きせんべい
	15051	ごま入り南部せんべい
	15052	落花生入り南部せんべい
	15054	中華風クッキー
	15062	そば棒
	15063	松風
	15065	八つ橋
	15092	ウエハース
	15093	オイルスプレークラッカー
	15094	ソーダクラッカー
	15095	ザブレ
	15096	パフパイ
	15097	ハードビスケット
	15098	ソフトビスケット
	15099	フレッツェル
	15100	ロシアケーキ
15101	小麦粉あられ	
19301	栄養素調整食(クッキータイプ)	
ボーロ	15061	衛生ボーロ
かりんとう（含みつ糖使用）	15045	黒かりんとう
芋けんぴ	15042	芋かりんとう
まんじゅう（含みつ糖使用）	15029	加熱まんじゅう
	15031	くりまんじゅう
	15032	とうまんじゅう
	15033	蒸しまんじゅう
	15034	あんまん
	15036	もなか
飴（含みつ糖使用）	15041	あめ玉
含みつ糖（和三盆糖除く）	3001	黒砂糖
和三盆糖	3002	和三盆糖
ハヤシ・カレー・ビーフシチュールウ	17052	ハヤシ

食品摂取量分布推定のための食品グループ名	国民健康・栄養調査における食品目	
	食品コード	食品名
	17051	カレー粉
	19325	デミグラスソース
クリームシチュールー	19321	クリームシチュールー
カレー粉	17061	カレー粉
コーヒー飲料	16047	コーヒー飲料
インスタントコーヒー（粉末）	16046	インスタントコーヒー（粉末）
レギュラーコーヒー（浸出液）	16045	コーヒー（ドリップ式、浸出液）
ココア	16048	ビュココア（粉末・粉乳、砂糖入り）
	16049	ビュココア（粉末・粉乳、砂糖なし）
	19630	ココア飲料
ほうじ茶（浸出液）	16040	ほうじ茶（浸出液）
麦茶（浸出液）	16055	麦茶（浸出液）
麦茶（PET）	16055	麦茶（浸出液）
緑茶・ウーロン茶（浸出液）	16033	玉露（茶葉）
	16034	玉露（浸出液）
	16035	抹茶（粉末）
	16036	せん茶（茶葉）
	16037	せん茶（浸出液）
	16038	かまいり茶（浸出液）
	16039	番茶（浸出液）
	16041	玄米茶（浸出液）
	16042	ウーロン茶（浸出液）
	16043	紅茶（茶葉）
紅茶（浸出液）	16044	紅茶（浸出液）
乾燥果実	7008	干しあんず
	7016	干しいちじく
	7082	ドライブルーベリー
	7095	干しなつめ
	7108	乾燥バナナ
	7117	干しぶどう
	7051	干し柿
しょうゆ	17007	濃口しょうゆ
	17008	うす口しょうゆ
	17011	しろしょうゆ
豆みそ	17048	豆みそ
米みそ	17044	甘みそ
	17045	淡色辛みそ
	17046	赤色辛みそ
麦こがし	1010	麦こがし
きな粉	4029	きな粉（全粒）
	4030	きな粉（脱皮）
炒りごま	5018	いりごま（炒り）
	5017	ごま（洗い）
	5019	ごま（むき）
落花生	5035	落花生（炒り）
	5034	落花生（乾燥）
	5036	バターピーナッツ（フライ塩味付）
アーモンド	5001	アーモンド
	5002	アーモンド（フライ味付け）
ピスタチオ	5026	ピスタチオ（炒り味付け）
フライころも	1077	生パン粉
	1078	半生パン粉
	1079	乾燥パン粉

表 1-5. AA摂取量推定対象食品グループと推定に用いたAA濃度と食品摂取量との対応

AA摂取量推定対象グループ	AA濃度分布グループ名	食品摂取量分布グループ名
炊飯米	炊飯米	炊飯米
シリアル類	シリアル類	シリアル類
インスタント麺	インスタント麺	インスタント麺
食パン（トースト、含みつ糖不使用）	食パン（トースト、含みつ糖不使用）	食パン（トースト、含みつ糖不使用）
イングリッシュマフィン・ナン		イングリッシュマフィン・ナン
食パン（トーストしない、含みつ糖不使用）	食パン（トーストしない、含みつ糖不使用）	食パン（トーストしない、含みつ糖不使用）
ロールパン等（トーストしない、含みつ糖不使用）	ロールパン等（トーストしない、含みつ糖不使用）	ロールパン等（トーストしない、含みつ糖不使用）
ロールパン等（トーストしない、含みつ糖使用）	ロールパン等（トーストしない、含みつ糖使用）	ロールパン等（トーストしない、含みつ糖使用）
ロールインパン・フランスパン等	ロールインパン・フランスパン等	ロールインパン・フランスパン等
菓子パン類	菓子パン類	菓子パン類
じゃがいも（素揚げ）	じゃがいも（素揚げ）	じゃがいも（素揚げ）
じゃがいも（炒め）	じゃがいも（炒め）	じゃがいも（炒め）
じゃがいも（下炒め）	じゃがいも（下炒め）	じゃがいも（下炒め）
たまねぎ（素揚げ・炒め）	たまねぎ（素揚げ・炒め）	たまねぎ（素揚げ・炒め）
たまねぎ（下炒め）	たまねぎ（下炒め）	たまねぎ（下炒め）
もやし（素揚げ・炒め）	もやし、アスパラガス、	もやし（素揚げ・炒め）
アスパラガス（素揚げ・炒め）	ピーマン（素揚げ・炒め）	アスパラガス（素揚げ・炒め）
ピーマン（素揚げ・炒め）		ピーマン（素揚げ・炒め）
かぼちゃ（素揚げ・炒め）	かぼちゃ、キャベツ、さやいんげん、	かぼちゃ（素揚げ・炒め）
キャベツ（素揚げ・炒め）	なす、ブロッコリー（素揚げ・炒め）	キャベツ（素揚げ・炒め）
さやいんげん（素揚げ・炒め）		さやいんげん（素揚げ・炒め）
なす（素揚げ・炒め）		なす（素揚げ・炒め）
ブロッコリー（素揚げ・炒め）		ブロッコリー（素揚げ・炒め）
さやえんどう（素揚げ・炒め）	さやえんどう（素揚げ・炒め）	さやえんどう（素揚げ・炒め）
フライビーンズ	フライビーンズ	フライビーンズ
ポテトチップス	ポテトチップス	ポテトチップス
成形ポテトスナック	成形ポテトスナック	成形ポテトスナック
コーンスナック	コーンスナック	コーンスナック
米菓類	米菓類	米菓類
小麦系菓子類	小麦系菓子	小麦系菓子類
ポーロ	ポーロ	ポーロ
かりんとう（含みつ糖使用）	かりんとう（含みつ糖使用）	かりんとう（含みつ糖使用）
芋けんぴ	芋けんぴ	芋けんぴ
まんじゅう（含みつ糖使用）	まんじゅう（含みつ糖使用）	まんじゅう（含みつ糖使用）
飴（含みつ糖使用）	飴（含みつ糖使用）	飴（含みつ糖使用）
含みつ糖	含みつ糖（和三盆糖除く）	含みつ糖（和三盆糖除く）
和三盆糖	和三盆糖	和三盆糖
ハヤシ・カレー・ビーフシチュールウ	ハヤシ・カレー・ビーフシチュールウ	ハヤシ・カレー・ビーフシチュールウ
クリームシチュールウ	クリームシチュールウ	クリームシチュールウ
カレー粉	カレー粉	カレー粉
コーヒー飲料	コーヒー飲料	コーヒー飲料
インスタントコーヒー（粉末）	インスタントコーヒー（粉末）	インスタントコーヒー（粉末）
レギュラーコーヒー（浸出液）	レギュラーコーヒー（浸出液）	レギュラーコーヒー（浸出液）
ココア（粉末）	ココア（粉末）	ココア
ほうじ茶（浸出液）	ほうじ茶（浸出液）	ほうじ茶（浸出液）
麦茶（浸出液）	麦茶（浸出液）	麦茶（浸出液）
麦茶（PET）	麦茶（PET）	麦茶（浸出液）
緑茶・ウーロン茶（浸出液）	緑茶・ウーロン茶（浸出液）	緑茶・ウーロン茶（浸出液）
紅茶（浸出液）	紅茶（浸出液）	紅茶（浸出液）
乾燥果実	乾燥果実	乾燥果実
しょうゆ	しょうゆ	しょうゆ
豆みそ	豆みそ	豆みそ
米みそ	米みそ	米みそ
麦こがし	麦こがし	麦こがし
きな粉	きな粉	きな粉
炒りごま	炒りごま	炒りごま

表 1-5 (前頁より続く). AA摂取量推定対象食品グループと推定に用いたAA濃度と食品摂取量との対応

AA摂取量推定対象グループ	AA濃度分布グループ名	食品摂取量分布グループ名
落花生	落花生	落花生
アーモンド	アーモンド	アーモンド
ピスタチオ	ピスタチオ	ピスタチオ
フライころも	フライころも	フライころも

表 1-6 推定対象食品の摂取者数および平均食品摂取量（食品グループ別）

AA摂取量推定対象食品グループ名	摂取者数	摂取者のみの 平均摂取量 g/kg/day	全体の 平均摂取量 g/kg/day
炊飯米	23,605	6.8	6.6
シリアル類	270	0.96	0.011
インスタント麺	1,019	1.6	0.067
食パン(含みつ糖不使用)	5,459	1.4	0.31
イングリッシュマフィン・ナン	124	1.6	0.0082
食パン(含みつ糖不使用)	2,340	1.4	0.13
ロールパン(トーストしない、含みつ糖不使	2,152	1.5	0.13
ロールパン(トーストしない、含みつ糖使用)	239	1.5	0.015
ロールインパン・フランスパン等	1,117	1.4	0.064
菓子パン類	1,247	1.7	0.087
じゃがいも(素揚げ)	497	1.4	0.029
じゃがいも(炒め)	507	1.4	0.029
じゃがいも(下炒め)	2,502	1.4	0.14
たまねぎ(素揚げ、炒め)	7,432	0.70	0.21
たまねぎ(下炒め)	3,914	1.1	0.18
もやし(素揚げ、炒め)	2,385	0.90	0.088
アスパラガス(素揚げ、炒め)	92	0.53	0.0020
ピーマン(素揚げ、炒め)	3,929	0.42	0.068
かぼちゃ(素揚げ、炒め)	370	1.1	0.017
キャベツ(素揚げ、炒め)	3,739	1.2	0.18
さやいんげん(素揚げ、炒め)	417	0.46	0.0079
なす(素揚げ、炒め)	1,067	1.3	0.057
ブロッコリー(素揚げ、炒め)	842	0.58	0.020
さやえんどう(素揚げ、炒め)	188	0.12	0.00093
フライビーンズ	19	0.63	0.00049
ポテトチップス	568	0.88	0.021
成形ポテトスナック	171	0.93	0.0065
コーンスナック	312	0.75	0.0096
米菓類	2,284	0.55	0.052
小麦系菓子類	2,273	0.62	0.058
ボーロ	29	0.91	0.0011
かりんとう(含みつ糖使用)	141	0.56	0.0033
芋けんぴ	67	0.76	0.0021
まんじゅう(含みつ糖使用)	100	1.0	0.0041
飴(含みつ糖使用)	27	0.22	0.00024
含みつ糖(和三盆糖除く)	364	0.17	0.0025
和三盆糖	14	0.11	0.000063
ハヤシ・カレー・ビーフシチュールウ	2,847	0.51	0.060
クリームシチュールウ	786	0.53	0.017
カレー粉	418	0.019	0.00033
コーヒー飲料	1,198	4.4	0.22
インスタントコーヒー(粉末)	7,159	0.059	0.017
レギュラーコーヒー(浸出液)	4,203	4.5	0.78
ココア(粉末)	679	0.23	0.0064
ほうじ茶(浸出液)	1,329	7.5	0.41
麦茶(浸出液)	3,593	9.1	1.3
麦茶(PET)	955	9.1	0.36
緑茶・ウーロン茶(浸出液)	12,497	8.5	4.40
紅茶(浸出液)	1,880	5.0	0.39
乾燥果実	685	0.38	0.011
しょうゆ	21,001	0.30	0.26
豆みそ	362	0.24	0.0036
米みそ	14,671	0.31	0.19
麦こがし	8	0.12	0.000040
きな粉	656	0.15	0.0041
炒りごま	5,843	0.064	0.015
落花生	496	0.29	0.0059
アーモンド	373	0.19	0.0029
ピスタチオ	15	0.18	0.00011
フライこども	5,916	0.49	0.12

表 1-7 年齢階級別 推定対象食品の全体平均食品摂取量（食品グループ別）

食品グループ名	01-06	07-14	15-29	30-44	45-59	60-	全体
炊飯米	13	9.8	6.7	5.8	5.6	6.0	6.6
シリアル類	0.070	0.030	0.011	0.0083	0.0068	0.0023	0.011
インスタント麺	0.067	0.032	0.093	0.078	0.071	0.057	0.065
食パン(トースト・含みつ糖不使用)	0.64	0.46	0.24	0.29	0.29	0.31	0.33
イングリッシュマフィン・ナン	0.026	0.024	0.014	0.008	0.0065	0.0028	0.008
食パン(トーストしない・含みつ糖不使用)	0.28	0.20	0.10	0.12	0.13	0.13	0.14
ロールパン等(トーストしない・含みつ糖使用)	0.41	0.39	0.13	0.10	0.11	0.069	0.13
ロールパン等(トーストしない・含みつ糖不使用)	0.046	0.044	0.014	0.011	0.012	0.0076	0.014
ロールインパン・フランスパン等	0.17	0.11	0.077	0.063	0.063	0.035	0.062
菓子パン類	0.28	0.12	0.10	0.075	0.067	0.072	0.089
じゃがいも(素揚げ)	0.14	0.071	0.046	0.031	0.015	0.0070	0.028
じゃがいも(炒め)	0.089	0.057	0.042	0.030	0.023	0.014	0.028
じゃがいも(下炒め)	0.57	0.47	0.25	0.22	0.20	0.16	0.23
アスパラガス(素揚げ・炒め)	0.0030	0.0015	0.0042	0.0019	0.0015	0.0017	0.0020
かぼちゃ(素揚げ・炒め)	0.036	0.030	0.011	0.018	0.015	0.013	0.016
キャベツ(素揚げ・炒め)	0.25	0.23	0.18	0.17	0.18	0.18	0.18
さやいんげん(素揚げ・炒め)	0.013	0.015	0.010	0.0087	0.0065	0.0058	0.0079
さやえんどう(素揚げ・炒め)	0.0012	0.00094	0.00039	0.00043	0.00067	0.0013	0.00092
たまねぎ(素揚げ・炒め)	0.49	0.39	0.24	0.20	0.18	0.16	0.21
たまねぎ(下炒め)	0.54	0.49	0.24	0.22	0.19	0.14	0.22
なす(素揚げ・炒め)	0.05	0.026	0.043	0.043	0.050	0.073	0.056
ピーマン(素揚げ・炒め)	0.08	0.063	0.077	0.063	0.069	0.068	0.068
ブロッコリー(素揚げ・炒め)	0.05	0.031	0.023	0.018	0.021	0.014	0.020
もやし(素揚げ・炒め)	0.13	0.133	0.076	0.084	0.084	0.080	0.088
フライビーンズ	-	-	-	0.00062	0.00018	0.00083	0.00049
ポテトチップス	0.097	0.084	0.032	0.020	0.0082	0.0023	0.020
成形ポテトスナック	0.033	0.038	0.0063	0.0047	0.0014	0.00056	0.0066
コーンスナック	0.068	0.034	0.0087	0.0072	0.0048	0.0014	0.010
米菓類	0.20	0.067	0.021	0.026	0.040	0.053	0.052
小麦系菓子類	0.25	0.10	0.056	0.039	0.042	0.040	0.058
ボーロ	0.014	0.0019	-	0.00013	0.00010	0.00029	0.0011
かりんとう(含みつ糖使用)	0.0031	0.0041	0.00018	0.0017	0.0035	0.0044	0.0033
芋けんぴ	0.0012	0.0023	0.0022	0.0021	0.0011	0.0026	0.0021
まんじゅう(含みつ糖使用)	0.0050	0.0026	0.0018	0.0020	0.0031	0.0062	0.0042
飴(含みつ糖使用)	0.00068	0.000299	0.00014	0.00014	0.00017	0.00027	0.00024
含みつ糖(和三盆糖除く)	0.0085	0.0018	0.00064	0.0011	0.0016	0.0032	0.0025
和三盆糖	0.00055	0.000012	-	0.000024	0.000040	0.000057	0.000066
ハヤシ・カレー・ビーフシチュールウ	0.15	0.12	0.072	0.068	0.050	0.036	0.060
クリームシチュールウ	0.042	0.041	0.020	0.017	0.016	0.009	0.017
カレー粉	0.00056	0.00083	0.00046	0.00043	0.00025	0.00019	0.00033
コーヒー飲料	0.019	0.028	0.27	0.44	0.32	0.13	0.22
インスタントコーヒー(粉末)	0.00023	0.0014	0.0072	0.021	0.027	0.019	0.018
レギュラーコーヒー(浸出液)	0.03	0.02	0.37	1.1	1.3	0.73	0.78
ココア(粉末)	0.023	0.022	0.0094	0.0038	0.0035	0.0032	0.0065
ほうじ茶(浸出液)	0.90	0.27	0.39	0.36	0.33	0.43	0.41
麦茶(浸出液)	6.4	3.1	1.6	1.4	0.77	0.57	1.3
麦茶(PET)	1.7	0.83	0.44	0.36	0.20	0.15	0.36
緑茶・ウーロン茶(浸出液)	2.9	2.0	3.0	2.9	4.1	6.0	4.4
紅茶(浸出液)	0.21	0.33	0.72	0.59	0.42	0.25	0.39
乾燥果実	0.015	0.0052	0.0035	0.0054	0.0096	0.016	0.011
しょうゆ	0.42	0.32	0.21	0.20	0.23	0.28	0.26
豆みそ	0.0055	0.0048	0.0029	0.0021	0.0034	0.0038	0.0035
米みそ	0.31	0.25	0.13	0.14	0.15	0.20	0.19
麦ごがし	-	0.000087	-	-	-	0.000080	0.000040
きな粉	0.0108	0.0038	0.0015	0.0013	0.0021	0.0055	0.0039
炒りごま	0.033	0.020	0.011	0.0095	0.013	0.017	0.015
落花生	0.0067	0.0034	0.0022	0.0036	0.0077	0.0074	0.0060
アーモンド	0.0034	0.0072	0.00081	0.0016	0.0044	0.0024	0.0029
ピスタチオ	0.000066	0.000044	-	0.000059	0.00023	0.00012	0.00011
フライこも	0.29	0.24	0.15	0.12	0.10	0.073	0.12

「-」：摂取者数は0

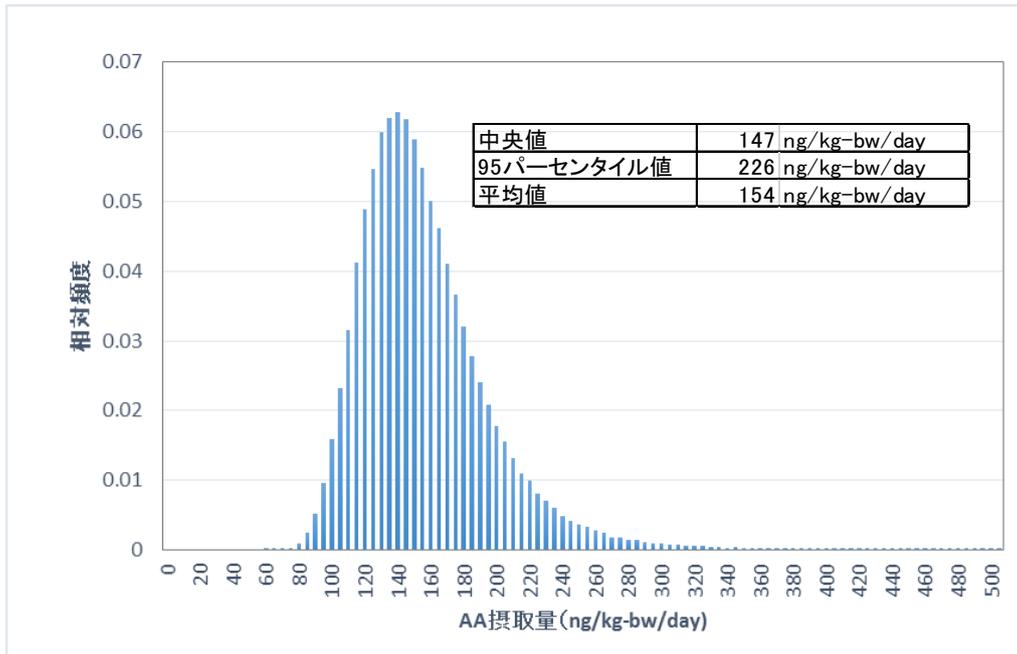


図 1-1. 推定AA摂取量分布（AA濃度の上限および食品摂取量の上限を設定した場合）

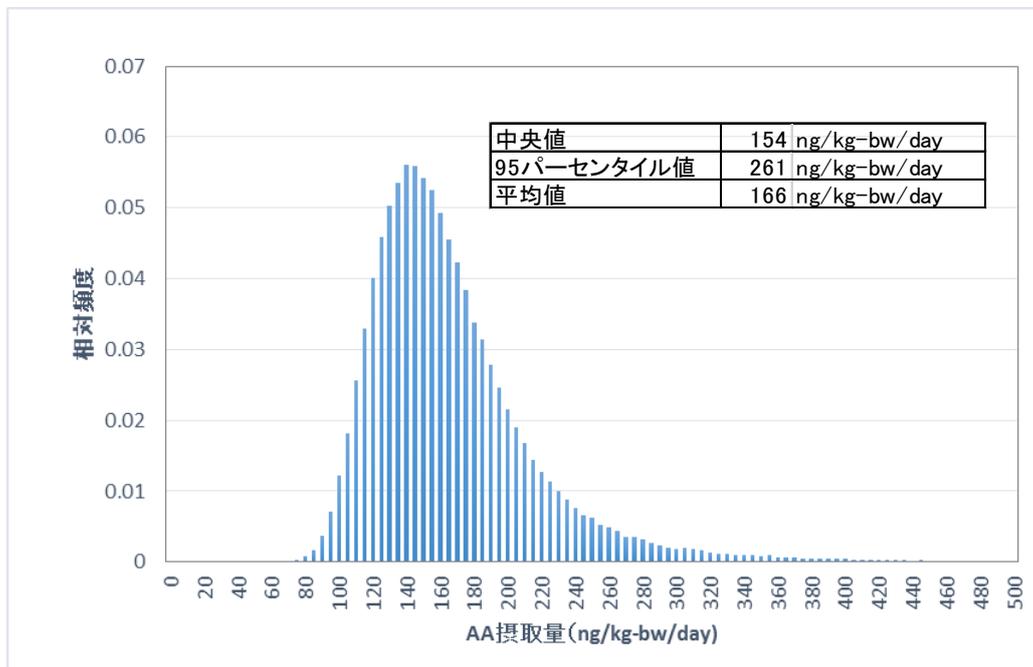


図 1-2. 推定AA摂取量分布（AA濃度の上限および食品摂取量の上限を設定しない場合）

表1-8. シミュレーションによる食品別AA摂取量分布の推定結果（ng/kg-bw/day, AA濃度の上限および食品摂取量の上限を設定した場合）（中央値の高い順に記載）

推定対象食品グループ名	中央値	95パーセントアイル値	平均値	AA濃度 点推定/分布推定 の別	食品摂取量 点推定/分布推定 の別
レギュラーコーヒー(浸出液)	11	29	13	分布推定	分布推定
インスタントコーヒー(粉末)	9.0	29	12	分布推定	分布推定
じゃがいも(炒め)	6.9	23	9.0	点推定	分布推定
もやし(素揚げ・炒め)	4.8	26	8.0	分布推定	分布推定
成形ポテトスナック	4.8	24	7.5	分布推定	分布推定
小麦系菓子類	4.5	37	10	分布推定	分布推定
たまねぎ(下炒め)	4.2	36	9.7	分布推定	分布推定
緑茶・ウーロン茶(浸出液)	4.2	12	5.0	点推定	分布推定
じゃがいも(素揚げ)	3.7	24	7.0	分布推定	分布推定
たまねぎ(素揚げ・炒め)	3.7	17	5.6	点推定	分布推定
ハヤシ・カレー・ビーフシチュールウ	3.4	18	5.7	分布推定	分布推定
炊飯米	3.4	8	3.8	点推定	分布推定
ピーマン(素揚げ・炒め)	3.4	21	6.2	分布推定	分布推定
ポテトチップス	3.2	30	7.7	分布推定	分布推定
米菓類	2.2	19	5.2	分布推定	分布推定
キャベツ(素揚げ・炒め)	2.0	11	3.4	分布推定	分布推定
フライこも	2.0	7.9	2.8	点推定	分布推定
かりんとう(含みつ糖使用)	1.9	5.6	2.4	点推定	分布推定
麦茶(PET)	1.8	5.8	2.3	点推定	分布推定
麦茶(浸出液)	1.8	6.6	2.4	分布推定	分布推定
ほうじ茶(浸出液)	1.8	8.2	2.7	分布推定	分布推定
コーヒー飲料	1.6	4.4	1.9	分布推定	分布推定
インスタント麺	1.6	2.9	1.7	点推定	分布推定
炒りごま	1.4	7.4	2.3	点推定	分布推定
ロールパン等(トーストしない・含みつ糖不使用)	1.3	3.8	1.6	点推定	分布推定
ロールパン等(トーストしない・含みつ糖使用)	1.1	3.0	1.3	点推定	分布推定
食パン(トースト・含みつ糖不使用)	0.82	2.7	1.1	分布推定	分布推定
まんじゅう(含みつ糖使用)	0.75	1.9	0.88	点推定	分布推定
なす(素揚げ・炒め)	0.62	3.3	1.0	分布推定	分布推定
ロールインパン・フランスパン等	0.59	3.0	0.97	分布推定	分布推定
ココア(粉末)	0.55	2.3	0.78	点推定	分布推定
コーンスナック	0.55	3.4	0.99	分布推定	分布推定
米みそ	0.50	1.4	0.61	点推定	分布推定
含みつ糖(和三盆糖除く)	0.48	3.2	0.91	分布推定	分布推定
菓子パン類	0.46	1.3	0.56	点推定	分布推定
食パン(非トースト・含みつ糖不使用)	0.42	0.90	0.47	点推定	分布推定
しょうゆ	0.37	1.4	0.51	点推定	分布推定
アーモンド	0.34	1.3	0.46	点推定	分布推定
シリアル	0.31	3.7	0.90	分布推定	分布推定
落花生	0.30	1.3	0.45	点推定	分布推定
じゃがいも(炒め)	0.27	0.75	0.32	点推定	分布推定
乾燥果実	0.27	1.7	0.49	分布推定	分布推定
芋けんぴ	0.26	0.85	0.33	点推定	分布推定
ブロッコリー(素揚げ・炒め)	0.22	1.2	0.37	分布推定	分布推定
きな粉	0.19	0.89	0.29	点推定	分布推定
餡(含みつ糖使用)	0.19	0.66	0.25	点推定	分布推定
かぼちゃ(素揚げ・炒め)	0.18	1.1	0.33	分布推定	分布推定
さやえんどう(素揚げ・炒め)	0.15	1.3	0.34	点推定	分布推定
アスパラガス(素揚げ・炒め)	0.14	0.61	0.21	分布推定	分布推定
クリームシチュールウ	0.13	0.30	0.14	点推定	分布推定
紅茶(浸出液)	0.094	0.24	0.11	点推定	分布推定
カレー粉	0.078	0.46	0.14	点推定	分布推定
さやいんげん(素揚げ・炒め)	0.072	0.51	0.15	分布推定	分布推定
フライビーンズ	0.059	0.06	0.059	点推定	点推定
豆みそ	0.025	0.08	0.031	点推定	分布推定
イングリッシュマフィン・ナン	0.019	0.073	0.027	分布推定	分布推定
ポーロ	0.014	0.054	0.019	分布推定	点推定
麦こがし	0.0095	0.0095	0.0095	点推定	点推定
和三盆糖	0.0056	0.0056	0.0056	点推定	点推定
ビスタチオ	0.0038	0.0038	0.0038	点推定	点推定
AA総摂取量 (ng/kgbw/day)	147	226	154		

表1-9. シミュレーションによる食品別AA摂取量分布の推定結果 (ng/kg-bw/day, AA濃度の上限および食品摂取量の上限を設定しない場合) (中央値の高い順に記載)

推定対象食品グループ名	中央値	95パーセン タイル値	平均値	AA濃度 点推定/分布推定 の別	食品摂取量 点推定/分布推定 の別
レギュラーコーヒー(浸出液)	11	29	13	分布推定	分布推定
インスタントコーヒー(粉末)	9.0	29	12	分布推定	分布推定
じゃがいも(炒め)	7.0	24	9.1	点推定	分布推定
もやし(素揚げ・炒め)	4.9	28	8.5	分布推定	分布推定
成形ポテトスナック	4.8	25	7.9	分布推定	分布推定
小麦系菓子類	4.5	37	10	分布推定	分布推定
たまねぎ(下炒め)	4.3	38	10	分布推定	分布推定
緑茶・ウーロン茶(浸出液)	4.3	13	5.3	点推定	分布推定
じゃがいも(素揚げ)	3.9	28	8.0	分布推定	分布推定
たまねぎ(素揚げ・炒め)	3.7	17	5.6	点推定	分布推定
ポテトチップス	3.7	55	14	分布推定	分布推定
ピーマン(素揚げ・炒め)	3.5	22	6.6	分布推定	分布推定
ハヤシ・カレー・ビーフシチュー	3.5	19	5.9	分布推定	分布推定
炊飯米	3.5	8	3.9	点推定	分布推定
米菓類	2.2	20	5.3	分布推定	分布推定
キャベツ(素揚げ・炒め)	2.0	11	3.4	分布推定	分布推定
フライこも	1.9	7.9	2.8	点推定	分布推定
かりんとう(含みつ糖使用)	1.9	5.7	2.4	点推定	分布推定
ほうじ茶(浸出液)	1.9	10	3.3	分布推定	分布推定
麦茶(PET)	1.9	6.5	2.5	点推定	分布推定
麦茶(浸出液)	1.9	7.4	2.6	分布推定	分布推定
コーヒー飲料	1.6	4.4	2.0	分布推定	分布推定
インスタント麺	1.6	2.9	1.7	点推定	分布推定
炒りごま	1.4	7.5	2.4	点推定	分布推定
ロールパン等(トーストしない・含みつ糖不使用)	1.3	3.8	1.6	点推定	分布推定
ロールパン等(トーストしない・含みつ糖使用)	1.1	3.0	1.3	点推定	分布推定
食パン(トースト・含みつ糖不使用)	0.83	2.7	1.1	分布推定	分布推定
まんじゅう(含みつ糖使用)	0.76	1.9	0.89	点推定	分布推定
コーンスナック	0.66	5.8	1.6	分布推定	分布推定
なす(素揚げ・炒め)	0.63	3.3	1.0	分布推定	分布推定
ロールインパン・フランスパン等	0.59	3.1	0.98	分布推定	分布推定
ココア(粉末)	0.56	2.3	0.81	点推定	分布推定
米みそ	0.49	1.4	0.60	点推定	分布推定
含みつ糖(和三盆糖除く)	0.48	3.3	0.95	分布推定	分布推定
菓子パン類	0.46	1.3	0.56	点推定	分布推定
食パン(非トースト・含みつ糖不使用)	0.42	0.90	0.47	点推定	分布推定
しょうゆ	0.37	1.4	0.51	点推定	分布推定
アーモンド	0.34	1.3	0.46	点推定	分布推定
シリアル	0.33	4.8	1.3	分布推定	分布推定
落花生	0.30	1.4	0.45	点推定	分布推定
乾燥果実	0.27	1.8	0.51	分布推定	分布推定
じゃがいも(下炒め)	0.27	0.75	0.32	点推定	分布推定
芋けんぴ	0.26	0.94	0.35	点推定	分布推定
ブロッコリー(素揚げ・炒め)	0.22	1.2	0.37	分布推定	分布推定
きな粉	0.19	0.90	0.30	点推定	分布推定
飴(含みつ糖使用)	0.19	0.67	0.25	点推定	分布推定
かぼちゃ(素揚げ・炒め)	0.18	1.1	0.34	分布推定	分布推定
さやえんどう(素揚げ・炒め)	0.15	1.4	0.38	点推定	分布推定
クリームシチュー	0.13	0.30	0.14	点推定	分布推定
アスパラガス(素揚げ・炒め)	0.11	0.61	0.19	分布推定	分布推定
紅茶(浸出液)	0.096	0.25	0.11	点推定	分布推定
カレー粉	0.079	0.46	0.14	点推定	分布推定
さやいんげん(素揚げ・炒め)	0.071	0.52	0.15	分布推定	分布推定
フライビーンズ	0.059	0.059	0.059	点推定	点推定
豆みそ	0.025	0.082	0.032	点推定	分布推定
イングリッシュマフィン・ナン	0.020	0.076	0.028	分布推定	分布推定
ボーロ	0.015	0.060	0.021	分布推定	点推定
麦こがし	0.0095	0.0095	0.0095	点推定	点推定
和三盆糖	0.0056	0.0056	0.0056	点推定	点推定
ピスタチオ	0.0038	0.0038	0.0038	点推定	点推定
AA総摂取量(ng/kg-bw/day)	154	261	166		

表1-10. 推定対象食品からのAA摂取量の点推定結果（全体）

AA摂取量推定対象食品グループ名	摂取者数	摂取者のみの 平均摂取量 g/kg/day	全体の 平均摂取量 g/kg/day	AA濃度 ng/g	AA摂取量 ng/kg/day
炊飯米	23,605	6.8	6.6	0.59	3.9
シリアル類	270	0.96	0.011	93	1.0
インスタント麺	1,019	1.6	0.065	26	1.7
食パン(含みつ糖不使用)	5,459	1.4	0.33	3.3	1.1
イングリッシュマフィン・ナン	124	1.6	0.0083	3.3	0.027
食パン(含みつ糖不使用)	2,340	1.4	0.14	3.4	0.48
ロールパン(トーストしない、含みつ糖不使	2,152	1.5	0.13	13	1.7
ロールパン(トーストしない、含みつ糖使用)	239	1.5	0.014	91	1.3
ロールインパン・フランスパン等	1,117	1.4	0.062	16	1.0
菓子パン類	1,247	1.7	0.089	6.2	0.55
じゃがいも(素揚げ)	497	1.4	0.028	269	7.5
じゃがいも(炒め)	507	1.4	0.028	319	8.9
じゃがいも(下炒め)	2,502	1.4	0.15	11	1.7
たまねぎ(素揚げ、炒め)	7,432	0.70	0.21	25	5.3
たまねぎ(下炒め)	3,914	1.1	0.18	37	6.7
もやし(素揚げ、炒め)	2,385	0.90	0.088	95	8.4
アスパラガス(素揚げ、炒め)	92	0.53	0.0020	95	0.19
ピーマン(素揚げ、炒め)	3,929	0.42	0.068	95	6.5
かぼちゃ(素揚げ、炒め)	370	1.1	0.017	20	0.34
キャベツ(素揚げ、炒め)	3,739	1.2	0.18	20	3.6
さやいんげん(素揚げ、炒め)	417	0.46	0.0079	20	0.16
なす(素揚げ、炒め)	1,067	1.3	0.056	20	1.1
ブロッコリー(素揚げ、炒め)	842	0.58	0.020	20	0.40
さやえんどう(素揚げ、炒め)	188	0.12	0.00093	393	0.37
フライビーンズ	19	0.63	0.00049	120	0.059
ポテトチップス	568	0.88	0.020	471	9.4
成形ポテトスナック	171	0.93	0.0066	1187	7.8
コーンスナック	312	0.75	0.0097	142	1.4
米菓類	2,284	0.55	0.052	99	5.1
小麦系菓子類	2,273	0.62	0.058	174	10
ボーロ	29	0.91	0.0011	20	0.022
かりんとう(含みつ糖使用)	141	0.56	0.0033	731	2.4
芋けんぴ	67	0.76	0.0021	166	0.35
まんじゅう(含みつ糖使用)	100	1.0	0.0042	194	0.81
飴(含みつ糖使用)	27	0.22	0.00024	1046	0.25
含みつ糖(和三盆糖除く)	364	0.17	0.0025	387	0.97
和三盆糖	14	0.11	0.000066	85	0.0056
ハヤシ・カレー・ビーフシチュールウ	2,847	0.51	0.060	101	6.1
クリームシチュールウ	786	0.53	0.017	8.0	0.14
カレー粉	418	0.019	0.00033	423	0.14
コーヒー飲料	1,198	4.4	0.22	9.1	2.0
インスタントコーヒー(粉末)	7,159	0.059	0.018	668	12
レギュラーコーヒー(浸出液)	4,203	4.5	0.78	16	12
ココア(粉末)	679	0.23	0.0065	123	0.80
ほうじ茶(浸出液)	1,329	7.5	0.41	7.6	3.1
麦茶(浸出液)	3,593	9.1	1.3	2.0	2.6
麦茶(PET)	955	9.1	0.36	7	2.5
緑茶・ウーロン茶(浸出液)	12,497	8.5	4.40	1.2	5.3
紅茶(浸出液)	1,880	5.0	0.39	0.29	0.11
乾燥果実	685	0.38	0.011	47	0.52
しょうゆ	21,001	0.30	0.26	1.9	0.49
豆みそ	362	0.24	0.0035	9.0	0.032
米みそ	14,671	0.31	0.19	3.0	0.57
麦こがし	8	0.12	0.000040	236	0.0094
きな粉	656	0.15	0.0039	75	0.29
炒りごま	5,843	0.064	0.015	152	2.3
落花生	496	0.29	0.0060	75	0.45
アーモンド	373	0.19	0.0029	324	0.94
ピスタチオ	15	0.18	0.00011	34	0.0037
フライこども	5,916	0.49	0.12	24	2.9
推定AA総摂取量 (ng/kg-bw/day)					158

表1-11. 推定対象食品からのAA摂取量の点推定結果（年齢階級別）

推定対象食品名	01-06歳	07-14歳	15-29歳	30-44歳	45-59歳	60歳以上	全体
炊飯米	7.4	5.8	3.9	3.4	3.3	3.6	3.9
シリアル類	6.5	2.8	1.0	0.77	0.6	0.21	1.0
インスタント麺	1.7	0.8	2.4	2.0	1.8	1.5	1.7
食パン等(トースト、含みつ糖不使用)	2.1	1.5	0.77	0.93	1.0	1.0	1.1
イングリッシュマフィン・ナン	0.084	0.079	0.046	0.027	0.021	0.0091	0.027
食パン等(トーストしない、含みつ糖不使用)	0.93	0.66	0.34	0.41	0.41	0.45	0.47
ロールパン(トーストしない、含みつ糖不使用)	5.2	5.0	1.6	1.2	1.3	0.87	1.6
ロールパン(トーストしない、含みつ糖使用)	4.2	4.0	1.3	1.0	1.1	0.700	1.3
ロールインパン・フランスパン等	2.9	1.9	1.3	1.0	1.0	0.57	1.0
菓子パン類	1.8	0.73	0.62	0.47	0.42	0.45	0.56
じゃがいも 素揚げ	44	23	15	10	4.7	2.2	9.0
じゃがいも 炒め	28	18	13	9.7	7.5	4.4	9.0
じゃがいも 下炒め	6.2	5.1	2.7	2.4	2.2	1.8	2.5
たまねぎ 素揚げ・炒め	13	10	6.1	5.2	4.5	4.1	5.5
たまねぎ 下炒め	20	18	8.7	8.0	6.8	5.0	8.0
もやし 素揚げ・炒め	12	13	7.2	8.0	8.0	7.6	8.4
アスパラガス 素揚げ・炒め	0.29	0.14	0.40	0.18	0.15	0.16	0.19
ピーマン 素揚げ・炒め	7.5	6.0	7.3	6.0	6.6	6.5	6.5
かぼちゃ 素揚げ・炒め	0.70	0.58	0.22	0.35	0.29	0.25	0.32
キャベツ 素揚げ・炒め	5.0	4.6	3.5	3.3	3.5	3.5	3.6
さやいんげん 素揚げ・炒め	0.26	0.30	0.19	0.17	0.13	0.11	0.15
なす 素揚げ・炒め	1.0	0.51	0.84	0.84	1.0	1.4	1.1
ブロッコリー 素揚げ・炒め	1.0	0.61	0.45	0.36	0.42	0.27	0.39
さやえんどう 素揚げ・炒め	0.47	0.37	0.15	0.17	0.26	0.51	0.36
フライビーンズ	-	-	-	0.075	0.021	0.10	0.059
ポテトチップス	46	40	15	9.5	3.9	1.1	9.7
成形ポテトスナック	39	46	7.5	5.5	1.7	0.66	7.8
コーンスナック	9.6	4.8	1.2	1.0	0.68	0.20	1.4
米菓類	19	6.6	2.0	2.6	3.9	5.3	5.1
小麦系菓子類	44	18	9.7	6.7	7.3	6.9	10
ポーロ	0.28	0.037	-	0.0025	0.0020	0.0057	0.021
かりんとう(含みつ糖使用)	2.3	3.0	0.13	1.2	2.5	3.2	2.4
芋けんぴ	0.20	0.38	0.36	0.35	0.18	0.43	0.35
まんじゅう(含みつ糖使用)	0.97	0.50	0.35	0.39	0.61	1.2	0.81
飴(含みつ糖使用)	0.71	0.31	0.15	0.14	0.18	0.29	0.25
含みつ糖(和三盆糖除く)	3.3	0.68	0.25	0.44	0.63	1.2	0.95
和三盆糖	0.047	0.0010	-	0.0020	0.0034	0.0048	0.0056
ハヤシ・カレー・ビーフシチュールウ	15	12	7.3	6.9	5.1	3.6	6.0
クリームシチュールウ	0.35	0.34	0.17	0.14	0.13	0.079	0.14
カレー粉	0.24	0.35	0.19	0.18	0.11	0.079	0.14
コーヒー飲料	0.17	0.25	2.5	4.0	2.9	1.2	2.0
インスタントコーヒー(粉末)	0.16	0.92	4.8	14	18	13	12
レギュラーコーヒー(浸出液)	0.45	0.29	6.1	18	22	12	13
ココア(粉末)	2.9	2.7	1.2	0.47	0.43	0.40	0.80
ほうじ茶(浸出液)	6.8	2.1	3.0	2.7	2.5	3.3	3.1
麦茶(浸出液)	13	6.1	3.2	2.7	1.5	1.1	2.7
麦茶(PET)	12	5.8	3.1	2.5	1.4	1.1	2.5
緑茶・ウーロン茶(浸出液)	3.5	2.4	3.6	3.5	4.9	7.3	5.3
紅茶(浸出液)	0.061	0.10	0.21	0.17	0.12	0.074	0.11
乾燥果実	0.70	0.24	0.16	0.25	0.45	0.73	0.50
しょうゆ	0.80	0.61	0.41	0.38	0.44	0.53	0.50
豆みそ	0.050	0.043	0.026	0.019	0.030	0.034	0.031
米みそ	1.0	0.83	0.42	0.46	0.50	0.66	0.61
麦こがし	-	0.021	-	-	-	0.019	0.0096
きな粉	0.80	0.28	0.11	0.10	0.15	0.41	0.29
炒りごま	5.0	3.0	1.7	1.4	2.0	2.5	2.3
落花生	0.50	0.25	0.17	0.27	0.58	0.55	0.45
アーモンド	1.1	2.3	0.26	0.53	1.4	0.78	0.94
ピスタチオ	0.0022	0.0015	-	0.0020	0.0078	0.0042	0.0038
フライころも	6.8	5.7	3.7	2.9	2.5	1.8	2.9
推定AA総摂取量 (ng/kg-bw/day)	409	290	158	155	146	119	162

(※全体のAA摂取量の点推定結果が表1-10に示した推定値と異なるのは、年齢階級別の計算において、調理区分ごとのじゃがいもおよび野菜類の摂取者数と摂取量を計算する方法が異なることに起因する。)

表1-12. 1-6歳および全対象者における各種統計量の比較（体重：kg、
食品摂取量：g/kg-bw/day、AA摂取量：ng/kg-bw/day）

	①1-6歳	① 全対象者	比（①/②）
人数	1,296	24,293	0.053
体重	15.4	54.5	0.28
体重あたりの対象食品摂取量	30.5	17.1	1.78
推定AA摂取量	409	162	2.52

5. 食品の摂取頻度の個人差についての解析

① 食品別の摂取頻度分布

食品の摂取頻度の個人差の解析には、厚生労働省から提供を受けた吉池らの食事摂取調査情報を利用した。なお、吉池らによる食事摂取調査とは、食品中残留農薬の短期ばく露評価を行うためのデータ整備を目的とし、全国25市町村の1歳以上の一般住民4,510人を対象とし、平成17年度から19年度にかけて実施されたものである。当該調査では国民健康・栄養調査に準じた比例案分法を用い、5-6月、8-9月、11-12月、2-3月の期間に延べ40,394人・日の食事摂取情報が収集された。

吉池らの調査は合計12回実施されており、その全ての調査回において結果が得られた2,716人を解析対象とした。解析対象食品としては、摂取頻度の傾向が異なると考えられる炊飯米、ポテトチップス、コーヒー、緑茶・ウーロン茶の4種を選定した。ただし、コーヒーに関しては、コーヒー飲料、インスタントコーヒー（粉末）、コーヒー（ドリップ式、浸出液）を区別せずコーヒーとして整理した。なお、野菜類に関しては炒めてあるかどうか不明だったため、今回の対象とはしていない。なお、本研究の目的は摂取頻度の個人差がアクリルアミドの摂取量に及ぼす影響を解析することであり、アクリルアミドの総摂取量の解析は目的としていないため、これらの特徴的な4種のみを対象食品として選定した。

対象食品別に各対象者の摂取日数を整理し、相対度数分布を得た（図1-3）。全体的に摂取頻度が高い炊飯米については、全ての調査日において摂取している対象者が多く、高頻度域に集中している。一方、摂取頻度が低いポテトチップスは、全ての調査日で摂取していない対象者が多く、低頻度域に集中している。コーヒーや緑茶・ウーロン茶は摂取頻度がばらついており、一つのピークを持つ分布ではなく、対象者の嗜好性や習慣等の違いを反映していると考えられる。ポテトチップスの摂取頻度と炊飯米の非摂取頻度の分布に関して、低頻度で発生する事象の確率分布であるポアソン分布への適合度検定を実施したところ、それぞれ有意水準0.01で棄却されたため、両データともにポアソン分布には従っていないと考えられる。つまり、それらの食品に関しても、摂取頻度の個人差があることを示唆する結果であった。なお、分布への適合度検定は、IBM SPSS Statistics 24にてノンパラメトリック検定の1サンプルによるKolmogorov-Smirnov検定により実施した。

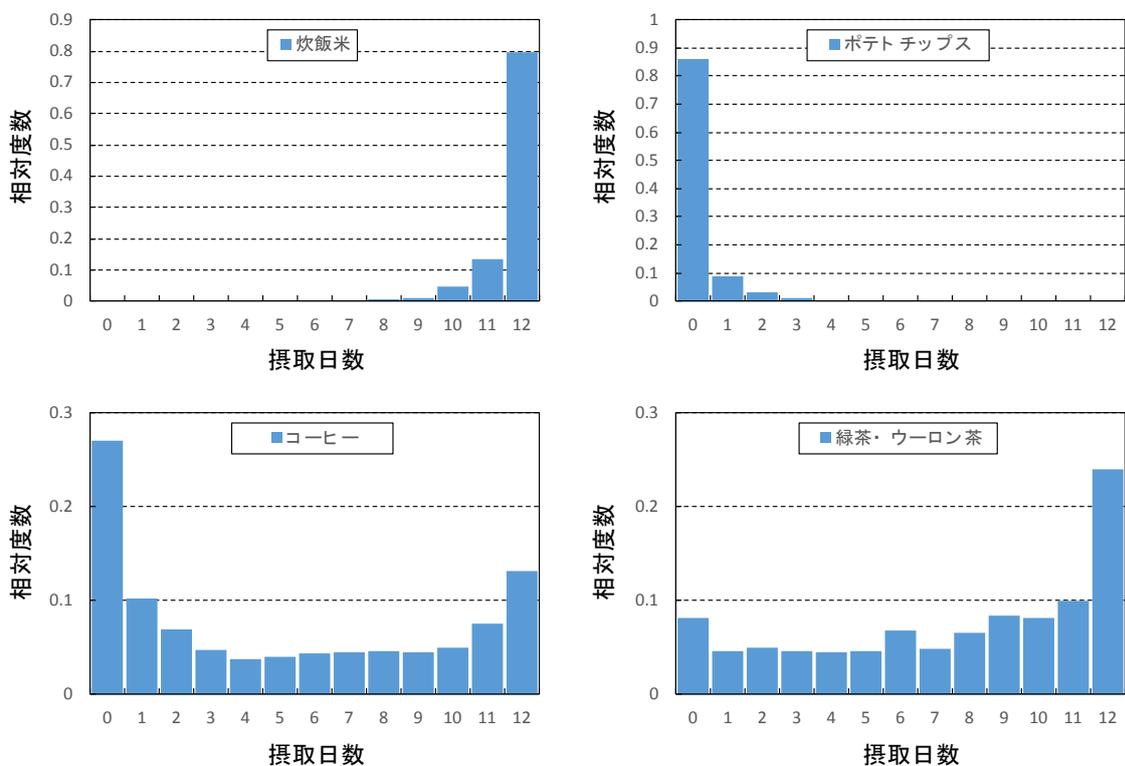


図1-3. 対象食品を摂取した日数別の調査対象者の相対度数分布（全12調査日）

② 摂取頻度の個人差が摂取量推定に及ぼす影響の試算

今回解析に用いた吉池らのデータは3年間で実施された調査結果であり、その摂取頻度を個人の生涯平均摂取頻度と仮定することはできない。個人の食品に対する嗜好性や習慣は短期的にも長期的にも変わる可能性があり、中長期の変化は特に調査することが困難である。そこで本研究では、前節の摂取日数の相対度数分布を基に、摂取頻度の個人差が推定摂取量に及ぼす影響を試行的に解析した。具体的には、短期間での検討対象者全員つまり母集団の摂取頻度分布として、調査結果から得られた相対度数分布を利用して、“ある個人の摂取頻度はランダムに何回か変わる”というシナリオを設定し、生涯摂取頻度の個人分布を試行的に求めた。

前節にて検討した通り、一つの食品の摂取頻度分布を既存の確率分布を用いて近似的に表現することは難しいため、標本データをそのまま用いることが出来るブートストラップ手法に基づき、本試算を実施した。なお、一般的なブートストラップ手法はリサンプリングによるブートストラップ標本を多数生成することにより母集団分布の統計量の信頼区間等を推計する手法 (Bradley Efron and Robert J. Tibshirani 1993) であり、本検討のように“標本データから何回かリサンプリングしたもの”の平均の母集団を求める方法とは異なる。前述したシナリオを含めて、ここではあくまで試行的検討という位置づけである。

リサンプリングによる分布の求め方を図1-4に示す。なお、本報告書では本手法もブートストラップ手法と呼ぶことにする。前節で整理した頻度分布の標本からデータをn個リサンプリングし、ブートストラップ標本とする。これは生涯で(n-1)回嗜好性等がランダムに変わることを表しており、ブートストラップ標本から求めた平均摂取頻度が仮想的な個人の生涯摂取頻度となる。この試行を10,000回実施することで、平均摂取頻度の分布が得られる。本研究では、得られた分布を仮想的な“生涯”摂取頻度の個人分布と解釈する。この分布からパーセンタイル値を得ることができる。なお、生涯で嗜好性等が変わる回数についての根拠となる資料は見つけられなかったため、嗜好性等が変わる回数についてはいくつかのケースについて解析した。本手法では、個人の生涯を通じて嗜好性等の変化がランダムに、しかも等間隔に起きるという条件が設定されており、非現実的な仮定である。そのため、解析結果の解釈においては、数値の絶対値の解釈ではなく、あくまでも食品間や条件間での傾向の違いや嗜好性の変化の回数が分布に及ぼす影響などを定性的に解釈する必要がある。なお、年齢と嗜好性の関係については次節において別の角度からの解析・検討も行った。

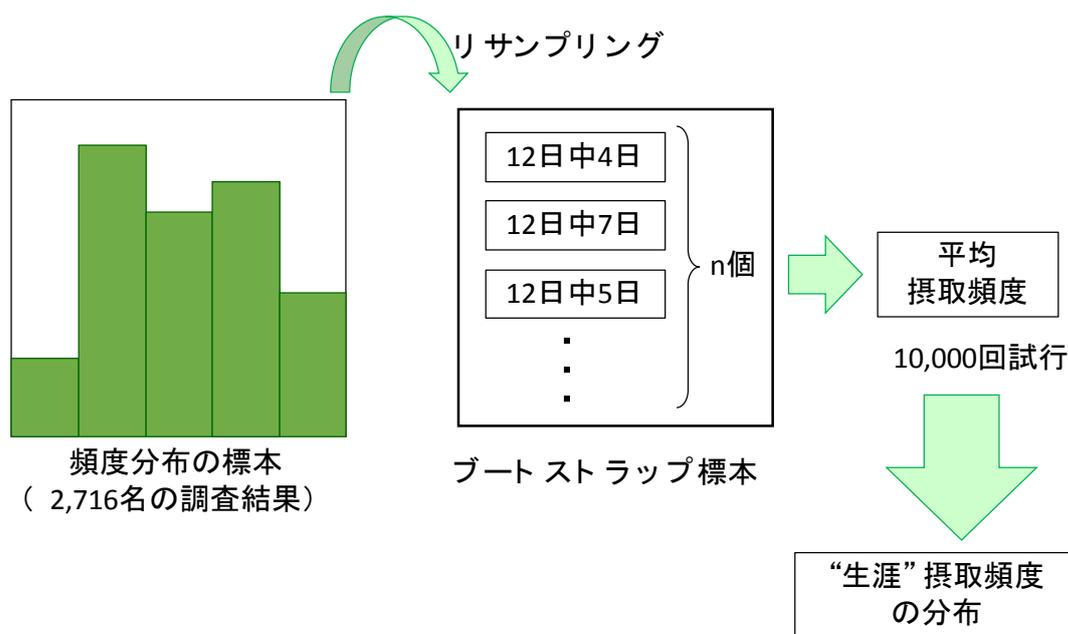


図1-4. ブートストラップ手法に基づくパーセンタイルの推計方法

炊飯米、ポテトチップス、コーヒー、緑茶・ウーロン茶の4種の食品群に対して試算した結果を図1-5に示す。図に示されたように、ブートストラップ標本のn数が大きいほど分布の範囲が狭くなり、パーセンタイル値は収束していく。これは、大数の法則に従うからで、ブートストラップ標本のn数を無限大に増やせばその平均値はリサンプリングの元になる標本の平均値に近づく。ここでは、分布全体の傾向のほか、中央値や95パーセンタイル値に着目しつつ食品ごとの傾向の違いを比較する。

炊飯米は“生涯”摂取頻度が高い傾向にあり、“生涯”摂取頻度の分布も高頻度域に集中している。ブートストラップ標本のn数が変わっても中央値や95パーセンタイル値はあまり変化しない傾向にあった。一方、ポテトチップスは“生涯”摂取頻度が低い傾向にあり、ブートストラップ標本のn数が2, 4回の場合、中央値の摂取頻度が0になった。これは、図1-1に示されたように、本解析対象データにおいてポテトチップスを摂取しなかった対象者が多かったことが原因である。従って、今回の調査結果では、低い摂取頻度であるポテトチップスの“生涯”摂取頻度の分布の信頼性は特に低いと考えるべきである。本解析対象データから算出したポテトチップスの平均摂取頻度は0.019であり、全12調査日中に1日摂取した場合の摂取頻度0.083(=1/12)よりも低い値である。このことから、摂取頻度が低い食品に関しては、本調査から個人の“生涯”摂取頻度の傾向を解析することは困難だと示唆される。コーヒー、緑茶・ウーロン者に関しては、ブートストラップ標本のn数によらず中央値はほぼ一定の傾向を示した。一方、95パーセンタイル値はブートストラップ標本のn数の増加に伴って減少し、中央値に近づく傾向を示した。

解析結果から中央値と95パーセンタイル値を抜粋して表1-13に整理した。母集団の代表値である中央値に対して、95パーセンタイル値は分布の上限値として利用されることが多い値である。中央値に対する95パーセンタイル値の比が大きい食品群ほど、摂取頻度の個人差を考慮に入れた場合に当該食品群からのアクリルアミド摂取量の推計値に及ぼす相対的な影響が大きいことが示唆される。中央値に対する95パーセンタイル値の比は、炊飯米ではほぼ1、コーヒーでは1.6~2.2、緑茶・ウーロン茶では1.3~1.6であった。ポテトチップスについては、中央値が0の場合もあり、結果の信頼性が低いと考えられることもあり、単純に比較は出来ないものの、中央値に対する95パーセンタイル値の比は他の3種の食品群よりも高い傾向にあることが示唆された。

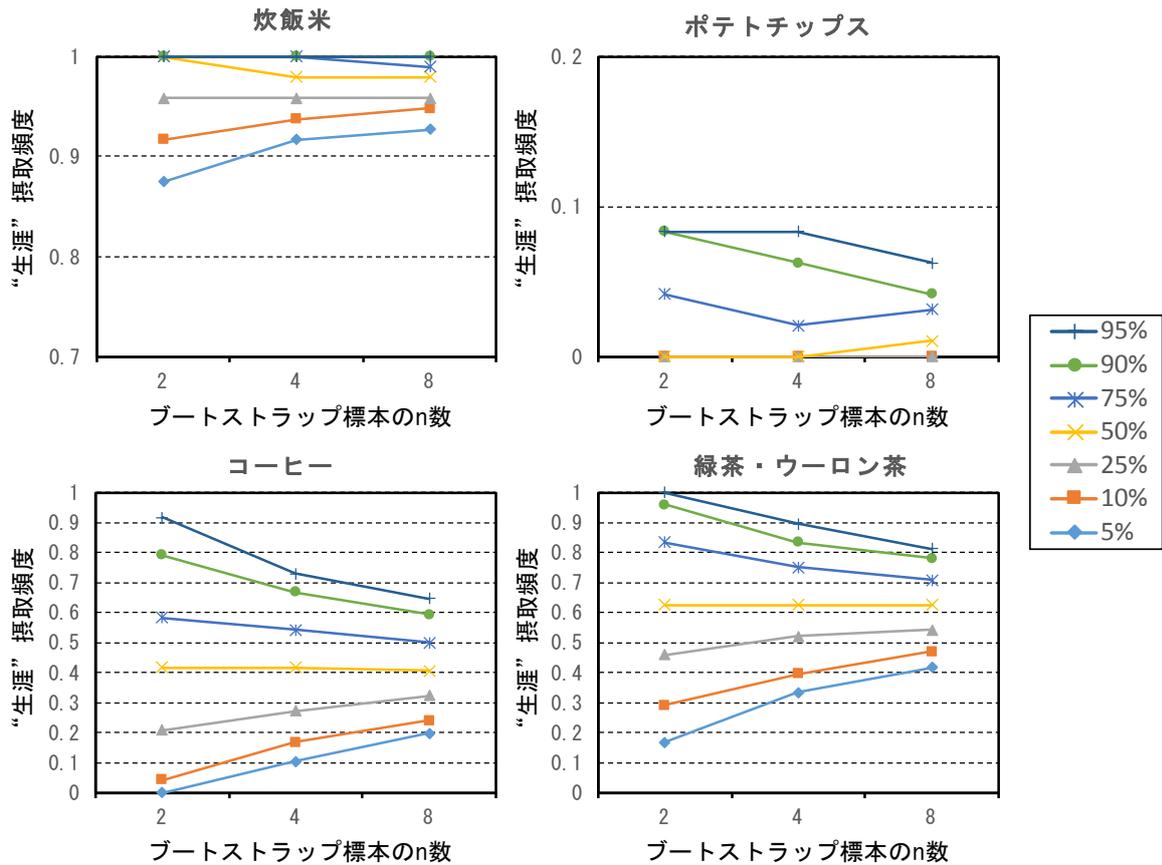


図1-5. ブートストラップ手法にて計算した“生涯”摂取頻度のパーセンタイル値
(試行回数10,000回)

表1-13. 対象データから直接求めた平均摂取頻度および、ブートストラップ手法にて計算した“生涯”摂取頻度の中央値と95パーセンタイル値

		炊飯米	ポテトチップス	コーヒー	緑茶・ウーロン茶	
ブートストラップ標本のn数と統計量	2回	95%ile	<u>1</u>	<u>0.083</u>	<u>0.92</u>	<u>1</u>
		Median	1	0	0.42	0.63
	4回	95%ile	<u>1</u>	<u>0.083</u>	<u>0.73</u>	<u>0.90</u>
		Median	0.98	0	0.42	0.63
	8回	95%ile	<u>1</u>	<u>0.063</u>	<u>0.65</u>	<u>0.82</u>
		Median	0.98	0.010	0.41	0.63
対象データから直接求めた平均摂取頻度		0.97	0.019	0.41	0.63	

③ 食品別の摂取頻度分布の年齢階層別比較

前節までの解析では調査対象者の摂取頻度のみに着目した。しかし、食品の嗜好性や習慣などは年齢に依存する場合もあり、前年度の検討では年齢階層による傾向の違いを解析した。ここでは、本研究で対象にした4種の食品群のうち、年齢によって摂取傾向が異なる可能性が高い3種の食品（ポテトチップス、コーヒー、緑茶・ウーロン茶）に着目して、年齢階層別の摂取頻度を比較した。年齢階層については、4区分（Age1：1～19、Age2：20～39、Age3：40～59、Age4：60～）に設定した。各年齢階層の対象者数は、Age1：475、Age2：464、Age3：844、Age4：933であった。

それぞれの食品群で、対象食品を摂取した日数の相対度数分布を年齢階層別に図示した（図1-6）。ポテトチップスについて年齢階層間で摂取日数を比較すると、Age1の摂取日数が高い傾向にあり、上の年齢階層ほど非摂取者の割合が増加する傾向にあった。コーヒーの場合、Age1の非摂取者の割合が高く、Age3の摂取頻度が全体的に高い傾向にあった。緑茶・ウーロン茶の場合、Age1の非摂取者の割合が高く、上の年齢ほど摂取頻度が高い傾向にあった。また、年齢が高いほど全日摂取者の割合が高い傾向が特徴的であった。

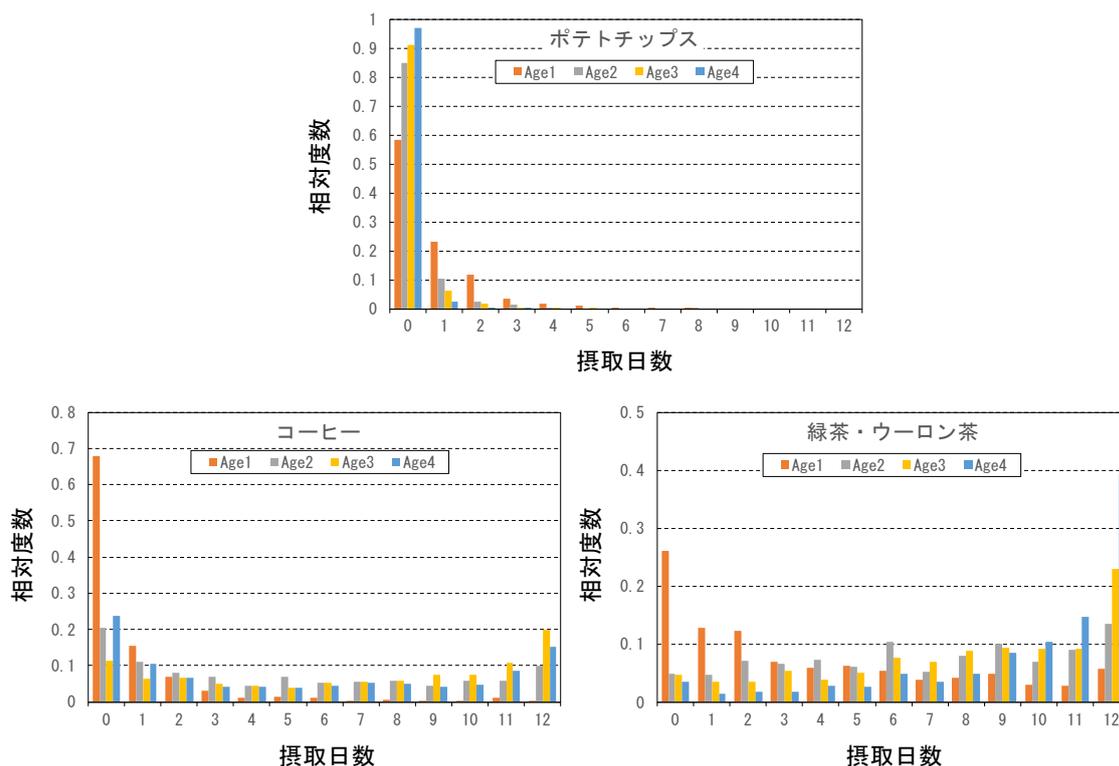


図1-6. 年齢階層別の摂取日数分布

④ 年齢による摂取頻度の違いが摂取量推定に及ぼす影響の試算

前述したブートストラップ手法を改良し、各年齢階層の頻度分布の標本から、一個ずつリサンプリングを実施し、ブートストラップ標本 (n=4) を作成する方法によって、年齢階層の違いを考慮した“生涯”摂取頻度分布を求めた。以下、本手法を年齢考慮ブートストラップ手法という (図1-7)。

求めた“生涯”摂取頻度の分布から中央値および95パーセンタイル値を求め、前述した年齢階層を考慮していないブートストラップ手法で求めた統計値などと併記した (表1-14)。年齢考慮ブートストラップ手法で求めた中央値を、データから直接求めた平均摂取頻度と比較すると、ポテトチップスでは年齢考慮ブートストラップ手法の方が高く、それ以外では低い値であった。これは、Age1、Age2に比べてAge3、Age4の対象者数が多く、全データをそのまま用いたブートストラップ手法に比べて、年齢考慮ブートストラップ手法ではAge1、Age2の対象者の傾向が相対的に大きく影響するため、このような傾向になったと考えられる。

中央値に対する95パーセンタイル値の比を、年齢考慮ブートストラップ手法で推計した値で算出すると、コーヒーでは1.7、緑茶・ウーロン茶では1.4であり、共にブートストラップ手法で求めた値 (②節参照) と同程度であった。ポテトチップスでは4.0であり、コーヒーや緑茶・ウーロン茶に比べて高い値を示した。

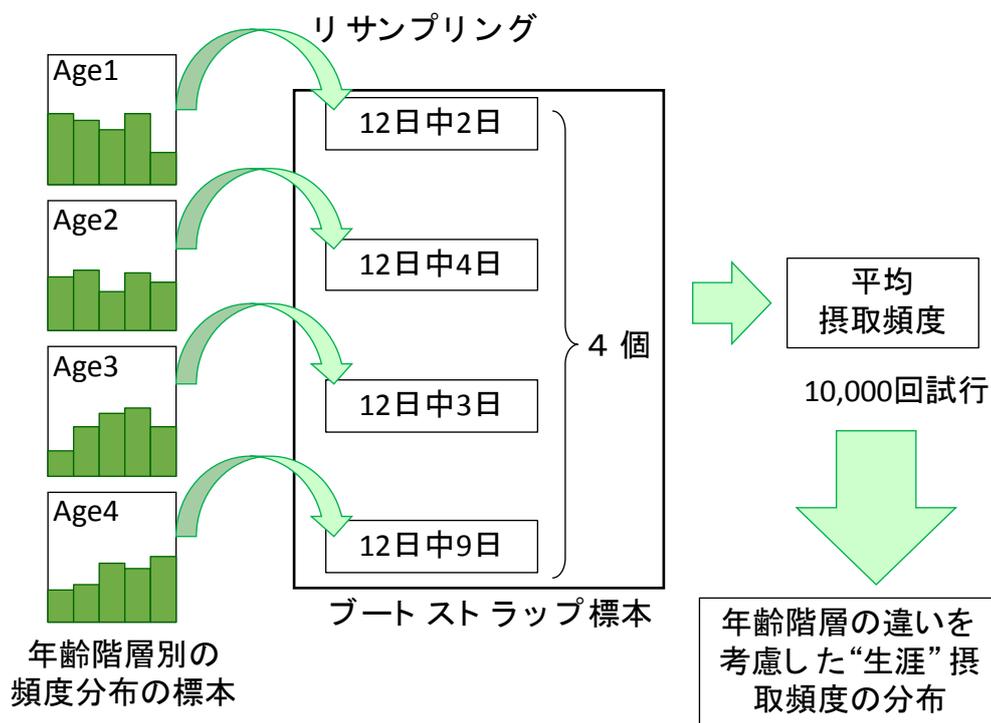


図1-7. 年齢考慮ブートストラップ手法に基づくパーセンタイルの推計方法

表1-14. 年齢考慮ブートストラップ手法にて求めた中央値と95パーセンタイル値
(表1-13からの再掲を含む)

		ポテト チップス	コーヒー	緑茶・ ウーロン茶
年齢考慮ブートスト ラップ手法	<u>95%ile</u>	<u>0.083</u>	<u>0.65</u>	<u>0.83</u>
	Median	0.021	0.38	0.58
ブートストラップ手 法(標本のn数= 4) (再掲)	<u>95%ile</u>	<u>0.083</u>	<u>0.73</u>	<u>0.90</u>
	Median	0	0.42	0.63
対象データから直接求めた 平均摂取頻度(再掲)		0.019	0.41	0.63

5-3. 食品の摂取頻度の個人差についての試算のまとめ

全12回実施された食品摂取調査を元に、食品の摂取頻度の傾向や、個人の食品摂取頻度がアクリルアミドの摂取量の推定結果にどのような影響を及ぼすのかを考察した。炊飯米、ポテトチップス、コーヒー、緑茶・ウーロン茶という4種の食品群に対して、摂取頻度の違いや、年齢階層別の傾向の違いを比較した結果、食品摂取頻度の個人差が存在することが示唆された。

摂取頻度の個人差がアクリルアミド摂取量推定に及ぼす影響は食品によって異なり、食品摂取頻度が高い食品の場合にはその影響が相対的に小さく、食品摂取頻度が低い食品の場合にはその影響が相対的に大きいことが示唆された。なお、この影響はあくまで摂取頻度の個人差を考慮しなかった場合に対する相対的な影響である。

炊飯米のように摂取頻度が高い食品については、摂取頻度の個人差がアクリルアミドの摂取量推定に及ぼす影響は少ないことが示唆された。一方、コーヒーや緑茶・ウーロン茶のように、摂取頻度がある程度高く、また個人間の摂取頻度の違いが大きい食品については、食品摂取頻度の個人差が摂取量推定に影響を及ぼす可能性があることが示唆された。ポテトチップスについては、コーヒーや緑茶・ウーロン茶よりも食品摂取頻度の個人差がアクリルアミドの摂取量推定に及ぼす影響がより大きいことが示唆されたものの、本検討では摂取頻度が低い食品に対して十分な検討ができなかった。

本検討で用いたブートストラップ手法は、様々な前提や仮定に基づいて試算する方法であり、手法の妥当性について十分に議論が尽くされていない。従って、食品摂取頻度の個人差についてのさらなる調査や統計的解析が必要である。

【引用文献】

科学技術庁資源調査会編 日本食品標準成分表の改定に関する調査報告—五訂日本食品標準成分表—平成12年11月

農研機構 食品総合研究所 家庭調理で実際に生成するAA—フライドポテトとトーストにおける濃度頻度分布— http://www.naro.affrc.go.jp/nfri/seikatenji/files/2013_p32.pdf

農研機構 野菜茶業研究所 炒麦に含まれるAA実態把握と保存による変化— http://www.naro.affrc.go.jp/nfri/seikatenji/files/2014_p48.pdf

米谷民雄、井上達、広瀬雅雄、菅野純、林眞、奥田晴宏(2003)厚生労働省科学研究費補助金厚

生労働省科学特別研究事業 加工食品中のAAの測定・分析及びリスク評価等に関する研究 平成14年度 総括・分担研究報告書 平成15年

文部科学省 調理場における衛生管理&調理技術マニュアル 第1章「学校給食（大量）調理」の基本的な考え方http://www.mext.go.jp/component/a_menu/education/detail/_icsFiles/fieldfile/2011/06/13/1306691_02.pdf

東京マーケティング本部第一統括部第一部 調査・編集 富士経済(2014)食品マーケティング便覧 2014年 品目編 no. 6

一般社団法人全国清涼飲料工業会(2015年5月) 清涼飲料水関係統計資料

吉田充, 三好恵子, 堀端薫, 水上裕造, 竹中真紀子, 安井明美(2011) 日本における炊飯米由来のAA摂取量評価 日本食品科学工学会誌58(11), 525-530

European Food Safety Authority (2012). Update on acrylamide levels in food from monitoring years 2007 to 2010. EFSA Journal 2012;10(10):2938

Gao J, Zhao Y, Zhu F, Ma Y, Li X, Miao H, Wu Y. (2015) Food Dietary exposure of a crylamide from the fifth Chinese Total Diet Study. Chem Toxicol. 2015 Nov 19. pii: S0278-6915(15)30099-5.

Mizukami Y, Kohata K, Yamaguchi Y, Hayashi N, Sawai Y, Chuda Y, Ono H, Yada H, and Yoshida M (2006) Analysis of Acrylamide in Green Tea by Gas Chromatography–Mass Spectrometry. Journal of Agricultural and Food Chemistry 54 (19), 7370–7377.

Mizukami Y, Yoshida M, Isagawa S, Yamazaki K, and Ono H (2014) Acrylamide in roasted barley grains: presence, correlation with colour and decrease during storage. Food Additives & Contaminants: Part A, Chemistry, analysis, control, exposure & risk assessment, 31 (6), 995-1000.

Mojaska H, Gielecińska I, Szponar L, Oltarzewski M. (2010) Estimation of the dietary acrylamide exposure of the Polish population. Food Chemical Toxicology. 48(8-9):2090-2096

National Institute for Public Health and the Environment. Ministry of Health, Welfare and Sport (2014). The intake of acrylamide, nitrate and ochratoxin A in people aged 7 to 69 living in the Netherlands. RIVM Letter report 2014-0002

Swiss Federal Office of Public Health (2002) Assessment of acrylamide intake by duplicate diet study. Preliminary communication http://www.bfr.bund.de/cm/343/assessment_of_acrylamide_intake_by_duplicate_diet_study.pdf

Sirot V, Hommet F, Tard A, Leblanc JC. (2012) Dietary acrylamide exposure of the French population: results of the second French Total Diet Study. Food Chemical Toxicology. 50(3-4):889-894

Wong WW, Chung SW, Lam CH, Ho YY, Xiao Y.(2014) Dietary exposure of Hong Kong adult to acrylamide: results of the first Hong Kong Total Diet Study. Food Additives & Contaminants: Part A, Chemistry, analysis, control, exposure & risk assessment 31 (5):799-805.

吉池ら 平成22年度食品の安全確保推進研究事業 厚生労働省労働科学研究費補助金「食品中の残留農薬の急性ばく露評価とデータベースの整備に関する研究」

Bradley Efron and Robert J. Tibshirani, An Introduction to the Bootstrap, Chapman&Hall/CRC, 1993

(2) 研究項目名：家庭調理における炒めじゃがいも及びたまねぎのアクリルアミド濃度調査（研究担当者名：吉田充（所属機関名：日本獣医生命科学大学））

1. 研究内容

カレー、シチュー、肉じゃがを家庭で調理する際のじゃがいもと玉ねぎの下炒めで生じるアクリルアミドの量の実態調査を行う。

2. 方法

- ① カレー、シチュー、肉じゃがを家庭で調理する際に下炒めを行うかどうかについてアンケート調査を行い、上記3料理のうち少なくとも一つについて下炒めを行うと答えた回答者には下炒めに関する調理実験への協力の可否を聞いた。
- ② 下炒めに関する調理実験への協力が可能と回答した者へ、カレー、シチュー、肉じゃがのうち一つを指定して、普段家庭でその料理を行う要領で食材を準備し、日常使用している調理器具を使って下炒めを行ってもらい、水を加えて煮込む前にじゃがいもと玉ねぎをそれぞれ全量サンプリングして送付してもらうことを依頼した。また、調理に使用した食材について、購入場所、産地、品種、家庭での保存状態、使用量、切り方、炒め方（火加減、時間）、調理に使用した油脂の種類と量、鍋の大きさと材質、調理者の性別と年代、出身都道府県について、調査用紙に記入を依頼した。刻んだじゃがいもや玉ねぎの炒め調理前後の写真の撮影と送付も依頼した。
- ③ 得られた炒めじゃがいもと炒め玉ねぎの試料については、キサントヒドロール誘導体化GC-MS法によりアクリルアミドの濃度を分析した。

3. 結果

3-1. じゃがいもと玉ねぎの下炒めに関するアンケート結果

アンケートの回答を257人から回収した。カレー、シチュー、肉じゃが各々について、家庭内で調理をし、その際にじゃがいもや玉ねぎを使用する人について、下炒めを行うかどうかを見たところ、じゃがいもについては、カレーの場合は67%、シチューの場合は62%、肉じゃがの場合は59%が下炒めを行うと回答した。玉ねぎについては、カレーの場合は90%、シチューの場合は83%、肉じゃがの場合は73%が下炒めを行うと回答し、下炒めを行う人の割合はどの料理においてもじゃがいもの場合よりも多かった。

カレー、シチュー、肉じゃがに関する回答を総合すると、じゃがいも、玉ねぎを使用してこれらの料理を家庭で作る場合、じゃがいもを下炒めする割合は63%、玉ねぎを下炒めする割合は82%となり、この調査結果をカレー、シチュー、肉じゃが等のじゃがいもや玉ねぎからのアクリルアミドの摂取量推定において、下炒め調理の実施割合として採用することとなった。

3-2. 調理協力者によるじゃがいもと玉ねぎの下炒め実験

上記のアンケートの中でカレー、シチュー、肉じゃがのうち少なくとも一つについて下

炒めを行うと答えた回答者の中で、下炒め調理実験への協力が可能と答えた者およびその家族合計88人に調理実験を依頼した。調理実験で依頼した料理の内訳は、カレー54人、シチュー17人、肉じゃが17人であった。

実際に調理実験に協力し試料を提供したのは61人で、回収率は69%であった。そのうち男性は10人、女性は51人であり、協力者の家庭の中でも普段からカレーやシチュー、肉じゃがの調理を行っている家族員に調理を依頼したため、女性の調理者が多くなる結果となった。調理者の年代は、10代2人、20代14人、30代11人、40代14人、50代16人、60代3人、80代1人であった。調理者の出身地は20都道府県にわたっており、北海道1人、東北地方3人、関東地方30人、中部地方7人、近畿地方5人、中国地方4人、四国地方0人、九州地方11人の割合であった。なおこの61人の協力者の目指した料理は、カレー38人、シチュー11人、肉じゃが12人の内訳であった。

調理実験協力者のうち、じゃがいも試料を提供したのは58人であったが、調査用紙の記入内容等から判断して、じゃがいもを炒めていない例3点、カレー粉（アクリルアミドを含むと予想される）とともに炒めた例1点、炒めた後水を加えて煮てしまった例（じゃがいも中のアクリルアミドが一部水に溶け出したと考えられる）1点の合計5点を除き、残りの53点の試料に関するアクリルアミド濃度データを、下炒めをしたじゃがいもからのアクリルアミド摂取量推定に使用することとした。この53点の下炒めじゃがいも試料のアクリルアミド濃度は、平均値11 ng/g、中央値5.0 ng/g、最小値2.5 ng/g、最大値120 ng/gであった。なお、7回繰り返し分析による分析値の標準偏差に基づいて算出したキサントヒドロール誘導体化GC-MS法によるじゃがいも中のアクリルアミドの検出限界は5 ng/gで、アクリルアミド濃度がこの検出限界以下である場合には、濃度を検出限界の1/2である2.5 ng/gとして計算した。アクリルアミド濃度が検出限界以下であった試料は53点中27点で、アクリルアミドの検出率は49%であった。

玉ねぎ試料を提供したのは60人であったが、カレー粉（アクリルアミドを含むと予想される）とともに炒めた例1点、炒めた後水を加えて煮てしまった例（玉ねぎ中のアクリルアミドが一部水に溶け出したと考えられる）1点の合計2点を除き、残りの58点の試料に関するアクリルアミド濃度データを、下炒めをした玉ねぎからのアクリルアミド摂取量推定に使用することとした。この58点の下炒め玉ねぎ試料のアクリルアミド濃度は、平均値36 ng/g、中央値14 ng/g、最小値2.0 ng/g、最大値420 ng/gであった。なお、7回繰り返し分析による分析値の標準偏差に基づいて算出したキサントヒドロール誘導体化GC-MS法による玉ねぎ中のアクリルアミドの検出限界は4 ng/gで、アクリルアミド濃度がこの検出限界以下である場合には、濃度を検出限界の1/2である2 ng/gとして計算した。アクリルアミド濃度が検出限界以下であった試料は58点中1点で、アクリルアミドの検出率は98%であった。

(3) 研究項目名：陰膳試料を用いたアクリルアミド摂取量の推定

3-1) 個別課題名：陰膳の収集方法および食事記録法の検討（研究担当者名：安達修一（所属機関名：相模女子大学））

3-1-1. 方法

① 対象者

本課題では、茨城県つくば市、東京都区部及び町田市、神奈川県相模原市とこれらの周辺地域に在住する20歳以上の男女を対象とし、朝食、昼食、夕食、間食を含め1日に摂取された全ての食品（以下、陰膳）を収集するとともに、対象者が摂取する食品とその加熱方法、摂取量を調査する方法を検討した。調査対象者は、国立環境研究所および相模女子大学のホームページや国立環境研究所職員とその家族、知人等へのメール、調査員の口頭による案内により2015年11月から2016年10月にかけて募集した。応募者には、調査の目的、試料の採取方法および回収方法について口頭にて説明を行い、119名から研究協力に対する同意を得た。本研究は国立環境研究所の研究倫理審査会による承認を受けて実施した。協力者の年齢及び性別の構成は表2-1のとおりである。対象者の調査時の体重の全体平均は58.0 kg（標準偏差：12.1 kg，最小値：37 kg，最大値：113 kg）である。年齢および性別の体重平均値は表2-2のとおりである。

表2-1.調査対象者の性別および年齢構成

年齢区分	人数（人）		
	女性	男性	女性+男性
20-29歳	13	11	24
30-39歳	11	8	19
40-49歳	21	11	32
50-59歳	16	8	24
60歳以上	10	10	20
全体	71	49	119

表2-2.調査対象者の体重平均値（kg）

年齢区分	体重（kg）	
	女性	男性
20-29歳	50.6	62.8
30-39歳	49.5	66.6
40-49歳	51.3	70.8
50-59歳	55.0	63.9
60歳以上	53.3	69.1
全体	52.0	66.8

③ 陰膳の採取と回収方法

調査対象者に対し、任意の1日の朝食、昼食、夕食、間食、飲料を一人分余分に作り、予め配布した保存容器に入れて提供するように依頼した。収集および保存用の容器には、500mLと900mLのポリエチレン製円筒形容器（アズワン製）、および490mL、900mL、1500mLのポリエチレン製直方体形容器（蝶プラ工業株式会社製 カンテムポット）を使用した。陰膳は料理ごとに分けて収集し、複数の種類の飲料を摂取した場合には種類ごとに容器に収集するよう依頼した。食べ残しや肉や魚等の骨や皮、果実類の皮や種などの非可食部があった場合は、その分も含めて提供するよう依頼した。麺料理は汁と分けて提供するよう依頼した。また収集した陰膳が、対象者が摂取した食品を再現できているかを確認するため、対象者に食事内容の記録とあわせて毎食の膳の様子を撮影するよう依頼した。

陰膳試料は、陰膳採取日の翌日もしくは翌々日に調査員が対象者宅を訪問して回収するか、または対象者が国立環境研究所あるいは相模女子大学に持参した。陰膳は回収までのあいだ対象者宅の冷蔵庫または貸し出した保冷容器内で保存した。なお、トラベルブランクとして円筒形ポリプロピレン容器に水を入れて密閉したものを陰膳採取用の空容器とともに対象者に渡し、陰膳を回収するまでの間陰膳試料と同様に扱った。

陰膳と食事記録を回収する際、調査員は食事記録や画像と提供された陰膳の内容とを照合し、収集し忘れた食品がないか確認するとともに、対象者からの聞き取りにより必要に応じて食事情報の追加と修正を行った。陰膳の欠品があった場合は、可能な限り同様の食品を提供するよう依頼した。回収した陰膳の重量は実験室にて料理単位で秤量した。なお対象者134、148、155、158、159、163、165、166、176、182、183、184の陰膳試料の重量は、秤の故障のため正しく秤量することが出来なかったため、食品摂取量の解析には含めたが、アクリルアミドの測定および陰膳回収量の解析からは除いた。148、155、159、および184には再度試料の提供を依頼し（IDは各々191、193、195、194）、資試料の収集、食品摂取量の解析、アクリルアミドの測定を行った。

④ 食事情報の収集方法

調査対象者には陰膳の収集とともに食事内容の記録を依頼した。記録には図2-1に示した様式を使用し、食べた料理の名称（「料理名」）とその食材名、加熱方法、料理の「盛り付け量」、「食べ残し量」（魚介類や肉の骨、果実や種実類の皮等の非可食部を含む）を記入した。なお「盛り付け量」とは対象者に配分された料理の量を意味する。「盛り付けた量」および「食べ残し量」は、予め配布した電子秤や計量カップで秤量するよう依頼した。また、対象者にはタブレットパソコンを貸し出し、食事前後の膳の状態や食材の調理の様子を撮影してもらい、後で食品内容や摂取量、加熱方法を確認できるようにした。対象者130から195および216から230に対しては、食材の「調理前重量」と料理の「出来上がり総重量」の記入欄を追加した記録票（図2-2）を使用した。この「調理前重量」と「出来上がり総重量」とは、世帯員全員のために使用された食材の重量と、調理されて出来上がった全員分の料理の総重量を意味する。これらの情報は、対象者が摂取した食品の調理前重量を食品分類別に計算するために使用した。調

査対象者は、調理前に全ての食材の重量をはかるとともに、調理後に出来上がった料理の重量をはかり記録票に記入した。以上の陰膳の収集から回収までの手順、食事記録票、協力者に対する説明書、協力者に対する事前説明の方法については、平成27年10月、平成28年4月に複数の協力者を対象に試験を行い、調査対象者への負担と記録内容の正確さを検証し、調査に適用した。調査時に使用した説明書は別添資料2のとおりである。図2-4に対象者から収集した記録の例を示す。

	料理名	材 料	加熱調理 時間	盛り付けた 量(g/mL)	食べ残し量 (骨や皮を含 む)	記入しないで ください	
朝食	チーズトースト	食パン	オーブントースター2分	67 g			
		マヨネーズ		20 g			
		スライスチーズ		18 g			
	きなこヨーグルト	無糖ヨーグルト			75 g		
		黒砂糖			5 g		
		きなこ			5 g		
	カフェオレ	普通牛乳	電子レンジ600w1分		150mL		
		インスタントコーヒー			2 g		
昼食	あさりとニラ焼きそば	にんじん					
		あさり殻付き		56 g (5個)	殻33 g 残り		
		もやし	炒めIH中火10分				
		中華蒸し麺					
		ニラ			345 g		
		塩					
		こしょう					
		オイスターソース					
		酢					
		たこ焼き(市販・冷凍)	冷凍たこ焼き	電子レンジ800w4分		240 g (8個)	



図2-1. 食事記録票 1

	料理名	材 料	調理前重量(g)	加熱調理時間	出来上がり総重量(g)	盛り付けた量(g)	食べ残し量(骨や皮を含む)	記入しないでください
朝食	チーズトースト	食パン	70	オーブントースター2分				
		マヨネーズ	20			105		
		スライスチーズ	20					
	きなこヨーグルト	無糖ヨーグルト	75				75	
		黒砂糖	5				5	
		きなこ	5				5	
	カフェオレ	普通牛乳	150	電子レンジ600w1分			150	
インスタントコーヒー		2				2		
昼食	あざりとニラ焼きそば	にんじん(皮なし)	100					
		あざり殻付き	150			56(5個)	殻33g残り	
		もやし	200	炒め皿中火10分				
		中華蒸し麺	450					
		ニラ	70			885	295	
		塩						
		こしょう						
		オイスターソース						
		酢						
		たこ焼き(市販・冷凍)	冷凍たこやき		電子レンジ800w4分			240(8個)



図 2-2. 食事記録票 2



図 2-3. 調査対象者への配布物（上：陰膳の採取用容器と保冷バッグ、下：食品摂取量の秤量に使用した電子秤とクッキングスケール、画像撮影用タブレット型小型パソコン）

料理名	材 料	加熱調理 時間	盛り付けた量 (g/mL)	食べ残し量 (骨や皮を含む)	記入しないで ください						
ひじき煮物 1.2	ひじき	炒めガス 強火 5分 中火 3分	15g		10						
	人参				2						
	レンコン				}						
	長ねぎ					}					
	大豆 (茹け水系)						}				
	油あげ							}			
	ごま油								}		
	白ごま									}	
	酒										}
	砂糖 三温糖										
だし顆粒	}										
しょう油		}									
みりん			}								
焼き魚 5.6.7				塩 鮭	魚焼きグリル 表 4分 裏 2分	30g	骨 1g	2g			
付け合せ 3.4				ウィンナー	ゆでガス 強火 3分	15g		15			
				ブロッコリー		13g		13			
				アボカド		15g		15			
				ポルーン		8g		9			
	チーズ 7cut			20g			20				
ご飯	白米	炊飯器		130g		12g					
デザート	りんご		45g		40						
	バナナ		52g		40						



図2-4. 食事記録例（上：食事記録、下：食品調理の様子と食事前後の膳の画像記録）

⑤ 食品摂取量の解析方法

収集した食事記録をもとに調査対象者が摂取した食品とその加熱方法のデータ化を行った。食品の摂取量は、盛り付け量から食べ残し量を差し引いた値とした。摂取された食品は日本食品標準成分表（医歯薬出版 2016）コードを用いて分類し、分類ごとに食品の加熱情報を整理するとともに、菓子類や嗜好飲料について1日の摂取量を計算した。食品の加熱方法は、食事記録および調理の様子画像記録をもとに、川端（2013）による加熱料理の分類（表2-3参照）、「炒め」、「揚げ」、「焼き」、「オーブン」、「茹で」、「煮」、「蒸し」、「炊き」、「電子レンジ調理」、さらに「トースト」のいずれかに分類し、調理法ごとに加熱時間を整理した。これらの加熱方法の種類は、加熱温度がわかっており、本研究において対象とするアクリルアミドが生成する120℃を超える加熱条件をおおよそ推定するに耐える区分であると考えた。なお、コロッケや餃子、てんぷら、フライなどの衣をつけて高温加熱調理する芋や野菜類の加熱方法は、内部の加熱温度（長尾ら1996）に鑑み「蒸す」に分類した。

表2-3. 川端(2013)による加熱調理方法の分類

加熱法		熱を伝える媒体	主な熱伝法	温度 °C	調理				
					主たる料理名	類似の料理名			
外部加熱法	湿式加熱	ゆでる	水	対流	100	ゆで物			
		煮る	水（調味液）	対流	100	煮物			
		蒸す	水（蒸気）	対流（濃縮）	最高100 食品により 80-90	蒸し物			
		炊く	水	対流		100	炊飯		
	乾式加熱	焼く							
		直火	（空気）	放射（幅）	200-300	焼き物	いり煮 蒸し焼き		
		間接	金属板など	伝導	200-300				
		オーブン	空気,金属板など	対流,伝導,放射	130-280				
		炒める	油, 金属板など	伝導	150-200	いため物	いため焼き 炒め煮		
	揚げる	油	対流	150-190 食品により 120以上	揚げ物	揚げ煮			
	電磁誘導加熱	煮る	磁力線に変化させたエネルギーをまずなべ底に与え、発熱は底自身で行わせる [電気(磁力)エネルギー→なべ底→熱エネルギー]					① 長時間のとろ火の加熱調理 ② 蒸し物 ③ 直火以外の焼き物 ④ 揚げ物では油の温度を安定化しやすい	
		蒸す							
		焼く							
揚げる									
内部加熱法	誘電加熱	煮る	2,450±50MHzのマイクロ波を照射し、分子の回転		① 加熱・再加熱調理（煮物,蒸し物,焼き物） ② 下ごしらえとしての加熱調理 ③ 解凍調理				
		蒸す							
	焼く	摩擦が熱運動のエネルギーとなり、食品内部の温度を上げ、その結果、加熱される。							

調査対象者がmLやccを単位として飲料の摂取量を記録した場合は、表2-4に示した換算係数を用いて重量（g）に換算した。ただし、対象者が摂取したものと同一製品を購入時のままの状態での陰膳試料として提供した場合には、製品の実測重量を摂取重量とした。

表2-4. 飲料の摂取容量から摂取重量への換算係数

飲料名	1mLあたりの重量(g)
水	1
せん茶、玄米茶、ほうじ茶、ウーロン茶、紅茶、麦茶	1
トマトジュース、野菜ジュース	1.03
普通牛乳	1.03
ヨーグルトドリンク	1.08
日本酒	1
ビール	1.01
発泡酒	1.01
ワイン	1
焼酎	0.98
チューハイ	0.985
ドリップコーヒー	0.993
カフェオレ	1.030
ミルクティー（牛乳入り）	1.013
ミルクティー（生乳入り）	1.035
コーラ	1.035

食材の重量と調理後の総重量の記録が得られた協力者130から195、216から230については、食品分類ごとに食材の調理前重量（g）と加熱方法を整理した。調理前後で重量が変化する食材については、食事記録票に記載された食材調理前重量、出来上がり総重量、盛りつけ重量から食材調理前重量を推定した。

対象者1人分の食材の調理前重量 = 世帯員全員分の食材の調理前重量 × 案分

$$\text{案分} = \frac{\text{対象者1人の料理の摂取量}}{\text{世帯員全員分の料理の出来上がり重量}}$$

一部の調理食品については、出来上がり総重量の記載が無いもの、食材調理前重量の記載が無いもの、そして食べ残し重量を生じたものが認められた。これらの料理については、国民栄養調査で使用される換算係数や、同様の料理を摂取した調査対象者の記録から推定した換算係数を使用して、摂取した食品重量に対する食材調理前重量を算出した。

(1) 料理の出来上がり重量が記載されていない例

【鶏肉のソテー、魚の煮付け】

$$\begin{aligned} & \text{世帯員全員分の料理の出来上がり重量} \\ & = \text{世帯員全員分の食材の調理前重量} \times \text{重量換算係数} \end{aligned}$$

調味料は国民健康・栄養調査の煮物比率に準じた。

【みそ汁】

$$\begin{aligned} & \text{世帯員全員分の料理の出来上がり重量} \\ & = \text{世帯員全員分の食材の総重量} \times \text{調理後重量換算係数 (0.84)} \end{aligned}$$

調理後重量係数0.84は、みそ汁を摂取した調査対象者14例における、みそ汁の食材の総重量とそれらの調理後の出来上がり重量（世帯員全員分）をもとに導出した。

(2) 盛り付け重量のみ記載されている料理の食材の重量の推計

【芋・野菜類】

ブロッコリーや蒸したじゃがいも等について、盛り付け重量のみ記載されていた例があった。この場合の調理前の食材重量は、盛り付け重量を重量換算係数にて除することにより推計した。

$$\text{調理前の食材重量} = \frac{\text{盛り付け量}}{\text{重量換算係数量}}$$

【シチュー、カレー等の煮込み料理の食材】

野菜を使用したシチューおよびカレーなどの煮込み料理については、調理後の野菜の重量を測定することが困難であったため、出来上がり総重量に対する盛り付け重量の割合に食材調理前重量を乗じることで、盛り付けされた野菜の食材調理前重量とした。

$$\text{調理前の食材重量} = \text{食材の調理前重量} \times \frac{\text{盛り付け量}}{\text{出来上がり総重量}}$$

なお、以上の食品の分類および食品摂取量の重量化は、管理栄養士および栄養士の有資格者が行った。

3-1-2. 結果

① 陰膳試料および食事記録の収集状況

陰膳試料および食事記録はすべての協力者から回収した。協力者の食事記録に基づく24時間の食品摂取量と陰膳の回収重量を表2-5に示す。

表 2-5. 協力者の属性と食品摂取量および陰膳回収量

対象者 ID	年齢	性別	固形分		飲料		飲水	
			食品摂取量 (g)	陰膳重量 (g)	食品摂取量 (g)	陰膳重量 (g)	食品摂取量 (g)	陰膳重量 (g)
101	40代	女	1,340	1,324	400	358	100	116
102	50代	女	1,420	1,396	689	705	0	0
103	40代	女	1,065	1,055	200	184	0	0
104	40代	女	1,541	1,413	2,400	2396	800	729
105	30代	女	1,581	1,563	1,450	1419	0	0
106	40代	女	1,188	1,164	599	586	120	121
107	40代	女	1,044	1,017	850	784	0	0
108	20代	男	1,158	1,159	1,050	1055	500	500
109	40代	女	1,140	1,153	900	979	0	0
110	20代	男	1,782	1,728	2,442	2458	0	0
111	20代	男	2,098	2,062	2,751	2694	0	0
112	50代	女	1,747	1,725	888	851	0	0
113	50代	女	1,583	1,381	648	526	0	0
114	40代	男	1,587	1,511	553	535	0	0
115	50代	女	517	508	1,169	1090	1,200	1,134
116	40代	女	1,386	1,381	430	426	0	0
117	60歳以上	女	1,380	1,314	1,272	1002	0	0
118	40代	女	1,679	1,662	1,300	1333	0	0
119	30代	女	1,306	1,231	1,200	1043	0	0
120	40代	男	1,158	1,153	1,763	1796	0	0
121	40代	女	1,828	1,747	1,103	1044	800	812
122	40代	女	1,141	1,152	1,165	1118	400	395
123	60歳以上	女	1,584	1,621	300	263	1,250	893
124	50代	女	1,186	1,128	563	515	0	0
125	40代	女	1,096	1,063	672	605	300	419
126	30代	女	1,490	1,401	836	837	0	0
127	40代	男	1,843	1,835	217	204	415	414
128	20代	女	1,658	1,612	633	537	0	0
129	50代	女	1,217	1,177	1,235	1249	0	0
130	20代	女	1,158	1,175	200	200	300	302
131	30代	女	715	697	1,450	1460	400	383
132	30代	女	1,046	1,007	726	713	635	628
133	40代	男	1,634	1,608	1,220	1140	500	500
135	20代	女	1,246	1,153	900	837	0	0
136	50代	女	1,313	1,271	552	500	0	0
137	30代	女	693	642	855	876	695	703

表 2-5 (前頁に続く) . 協力者の属性と食品摂取量および陰膳回収量

対象者 ID	年齢	性別	固形分		飲料		飲水	
			食品摂取量 (g)	陰膳重量 (g)	食品摂取量 (g)	陰膳重量 (g)	食品摂取量 (g)	陰膳重量 (g)
138	30代	女	1,154	710	1,009	928	0	0
139	40代	男	1,947	1,884	1,567	1,589	246	246
140	40代	女	1,111	1,078	484	483	765	765
141	50代	男	1,783	1,753	1,119	913	0	0
142	60歳以上	男	1,671	1,562	1,183	1,106	0	0
143	30代	女	997	972	1,015	1,008	515	428
144	20代	男	1,150	1,072	917	935	0	0
145	40代	男	1,442	1,379	562	558	0	0
146	20代	男	1,975	1,963	130	123	2,000	1,971
147	40代	女	614	614	686	656	652	652
149	30代	男	1,400	1,368	2,426	2,427	0	0
150	30代	男	1,360	1,360	2,707	2,558	0	0
151	40代	女	1,500	1,500	1,471	1,471	0	0
152	60歳以上	女	1,300	1,215	945	939	960	1,000
153	60歳以上	女	1,346	1,277	712	735	0	0
154	50代	女	1,197	1,165	756	693	252	252
156	30代	女	1,316	1,061	800	861	300	308
160	50代	女	1,198	1,047	844	840	0	0
161	20代	女	975	923	33	30	230	230
162	40代	女	1,364	1,320	561	555	0	0
164	50代	女	1,310	1,249	849	690	0	0
167	20代	女	693	681	998	998	0	0
168	60歳以上	男	1,332	1,243	450	386	300	260
169	30代	男	688	718	1,498	1,498	0	0
170	20代	女	424	410	688	613	0	0
171	20代	女	445	444	340	320	0	0
172	20代	女	569	574	400	347	0	0
173	60歳以上	女	1,232	1,205	398	400	0	0
174	60歳以上	男	1,485	1,475	1,872	1,875	0	0
175	40代	女	1,155	1,098	151	137	450	446
177	40代	女	1,070	1,044	807	808	0	0
178	60歳以上	女	1,285	1,242	795	741	0	0
179	40代	女	792	769	672	675	0	0
180	20代	男	1,395	1,342	338	337	0	0
181	60歳以上	女	1,375	1,273	949	952	230	232
185	50代	男	959	927	501	507	137	137
186	60歳以上	男	2,513	2,350	1,862	1,857	1,250	1,248
187	20代	男	1,072	950	1,228	1,187	0	0
188	20代	男	907	897	531	529	0	0
189	60歳以上	女	1,042	1,016	1,118	1,065	0	0
190	60歳以上	女	703	704	505	511	0	0
191	50代	男	1,519	1,527	1,017	1,019	0	0
193	60歳以上	男	1,590	1,527	3,874	3,811	0	0

表 2-5 (前頁に続く) . 協力者の属性と食品摂取量および陰膳回収量

対象者 ID	年齢	性別	固形分		飲料		飲水	
			食品摂取量 (g)	陰膳重量 (g)	食品摂取量 (g)	陰膳重量 (g)	食品摂取量 (g)	陰膳重量 (g)
194	50代	男	1,596	1,596	2,139	2,114	0	0
195	50代	女	1,433	1,436	1,136	1,139	800	800
201	20代	女	618	604	800	728	150	200
202	20代	女	1,034	1,027	700	695	0	0
203	20代	女	823	838	1,180	1,051	0	0
204	40代	女	1,225	1,169	257	191	150	126
205	60歳以上	男	2,600	2,526	958	969	0	0
206	50代	女	946	943	1,623	1,550	400	377
207	50代	女	827	808	2,065	2,065	0	0
208	40代	男	1,036	1,058	598	534	0	0
209	40代	女	1,368	1,274	1,097	983	0	0
210	40代	女	1,803	1,559	1,469	1,458	408	408
211	30代	男	1,565	1,565	250	250	1,000	1,000
212	20代	女	1,859	1,834	665	796	53	53
213	20代	男	1,497	1,471	1,426	1,422	0	0
214	50代	男	1,515	1,485	967	873	0	0
215	50代	女	986	951	698	649	0	0
216	20代	女	684	651	0	0	1,275	1,250
217	40代	男	1,249	1,219	2,342	2,342	235	235
218	60歳以上	女	1,301	1,295	106	106	369	369
219	20代	男	2,020	1,990	1,107	1,107	600	600
220	50代	男	1,365	1,370	980	980	0	0
221	30代	女	1,112	1,100	676	672	500	500
222	60歳以上	男	1,361	1,317	393	383	437	437
223	50代	男	1,222	1,189	1,000	1,000	250	212
224	40代	男	1,612	1,542	585	581	2,500	2,500
225	20代	男	1,491	1,450	496	496	840	840
226	50代	男	1,690	1,647	930	914	1,005	1,008
227	60歳以上	男	1,362	1,338	772	772	502	502
228	60歳以上	男	1,476	1,467	1,561	1,555	0	0
229	40代	男	2,058	2,039	0	0	3,600	3,600
230	40代	男	864	864	2,089	2,089	0	0

ID157 は途中辞退につき資試料はない。

② 食品摂取量

調査対象者の飲水を含めた食品摂取量は平均 2,607 g/day（最小値 785 g/day, 最大値 5,658 g/day）、飲水を除く食品摂取量は平均 2,327g/day（最小値 684ng/day, 最大値 5,464 g/day）であった。各年齢区分の平均食品摂取量は表 2-6 のとおりである。

表2-6. 調査対象者の食品摂取量

年齢区分	食品摂取量 (g/day)					
	女性			男性		
	N	飲み水を含む	飲み水を除く	N	飲み水を含む	飲み水を除く
20-29歳	13	1,671	1,517	11	2,991	2,633
30-39歳	11	2,443	2,166	8	3,250	3,107
40-49歳	21	2,336	2,101	11	3,220	2,539
50-59歳	16	2,496	2,247	8	2,711	2,537
60歳以上	10	2,245	1,965	10	3,419	3,170
全体	71	2,254	2,018	48	3,129	2,786

③ 菓子、コーヒー、茶類の摂取量

陰膳採取日における対象者の菓子類、コーヒー類（ドリップコーヒー、コーヒー飲料、インスタントコーヒー）、麦茶（抽出液）、緑茶（煎茶および玄米茶浸出液）、およびウーロン茶（浸出液）の摂取量を表 2-7 に示す。なお、ここで菓子類とは日本食品成分表の 15 群に該当する食品である。菓子類の摂取者数は 70 名であり、摂取量は平均 53 g/day であった。このうちポテトチップス（成型ポテトチップスを含む）の摂取者は 2 名（対象者 ID : 162、213）であり、摂取量は 18 g/day と 20 g/day であった。対象者 163 および 208 は黒かりんとうを摂取しており、摂取量はそれぞれ 130g/day、4g/day であった。

コーヒー類の摂取者は 59 名、1 人あたりのコーヒー類摂取量の摂取者平均は 332 g/day であった。茶類では、せん茶、ほうじ茶、玄米茶、ウーロン茶、紅茶が主に摂取されていた。緑茶の摂取者は 45 名、1 人あたりの緑茶摂取量の摂取者平均は 447 g/day であった。麦茶の摂取者は 36 名、1 人あたりの麦茶摂取量の摂取者平均は 530 g/day であった。ウーロン茶の摂取者は 20 名、1 人あたりのウーロン茶摂取量の摂取者平均は 312 g/day であった。ほうじ茶は 9 名（対象者 ID:105, 125, 129, 149, 150, 182, 203, 204, 208）が摂取しており、摂取者 1 人あたりの摂取量は平均 407 g/day であった。

表 2-7. 調査対象者の菓子類、コーヒー、および茶類の摂取量

対象者	菓子類	コーヒー	麦茶	緑茶	ウーロン茶
101	3	0	0	0	0
102	79	404	0	0	0
103	0	0	0	200	0
104	0	0	0	2,400	0
105	11	0	0	400	0
106	0	149	0	0	0
107	35	0	0	650	0
108	16	150	300	0	0
109	85	0	200	200	100
110	141	0	1,000	0	0
111	331	0	400	500	0
112	26	358	0	0	200
113	11	498	0	0	0
114	21	0	0	0	200
115	167	0	250	0	0
116	0	0	230	0	0
117	0	0	0	0	350
118	14	0	0	0	0
119	10	0	0	450	0
120	0	0	0	0	183
121	38	0	0	0	0
122	0	412	200	0	0
123	0	150	0	150	0
124	0	373	0	190	0
125	15	170	0	0	0
126	0	0	0	0	0
127	0	0	0	0	0
128	26	163	0	220	0
129	5	293	0	110	82
130	86	0	0	0	0
131	10	0	400	0	0
132	0	0	0	239	0
133	20	496	250	0	0
134	0	0	0	0	0
135	0	0	200	0	0
136	28	392	160	0	0
137	0	148	0	0	0
138	98	409	0	0	0
139	70	0	407	0	0
140	10	0	127	0	0
141	0	451	159	0	0
142	24	0	200	0	0
143	134	464	0	336	0
144	0	367	200	0	0
145	13	0	0	0	0

表 2-7 (前頁に続く) . 調査対象者の菓子類、コーヒー、および茶類の摂取量

対象者	菓子類	コーヒー	麦茶	緑茶	ウーロン茶
146	0	0	0	0	0
147	58	388	0	298	0
148	0	0	220	112	0
149	0	0	0	1,000	0
150	0	0	0	500	200
151	27	0	626	0	0
152	107	268	0	330	0
153	8	453	259	0	0
154	0	0	0	756	0
155	0	1250	0	200	0
156	5	0	0	150	0
158	56	447	0	0	0
159	30	357	0	0	0
160	34	217	0	0	0
161	36	0	0	0	0
162	38	110	451	0	0
163	130	447	190	0	0
164	0	99	150	0	0
165	69	185	200	0	0
166	0	213	200	0	0
167	27	328	500	0	0
168	0	450	0	0	0
169	0	0	0	0	0
170	27	0	400	0	0
171	0	0	0	150	0
172	0	0	0	400	0
173	0	153	0	245	0
174	0	0	0	130	0
175	39	151	0	0	0
176	63	321	0	0	500
177	40	0	0	807	0
178	0	0	116	250	0
179	0	0	156	0	0
180	0	0	0	0	338
181	10	0	0	725	0
182	0	383	250	1,050	0
183	0	390	489	0	0
184	1	0	100	0	0
185	55	283	0	0	0
186	2	0	0	0	0
187	248	361	0	0	0
188	0	325	0	0	0
189	24	254	0	864	0
190	0	323	0	0	0
191	0	0	220	112	0

表 2-7 (前頁に続く) . 調査対象者の菓子類、コーヒー、および茶類の摂取量

対象者	菓子類	コーヒー	麦茶	緑茶	ウーロン茶
193	7	1,260	0	200	0
194	1	0	100	0	0
195	30	357	0	0	0
201	0	0	0	400	200
202	0	0	400	0	0
203	0	0	0	300	0
204	13	107	0	0	0
205	193	254	0	0	0
206	0	388	0	0	0
207	0	184	599	503	0
208	25	149	0	0	0
209	27	356	0	550	0
210	0	270	0	0	0
211	0	250	0	0	0
212	41	0	0	190	160
213	139	252	0	0	240
214	21	547	0	200	0
215	21	398	0	300	0
216	52	0	0	0	0
217	18	0	0	138	0
218	52	0	0	106	0
219	0	0	0	900	0
220	50	0	0	980	0
221	0	0	126	0	0
222	0	0	0	150	0
223	0	0	200	0	0
224	74	233	0	0	0
225	36	185	0	0	0
226	147	476	0	299	0
227	3	441	211	0	0
228	33	249	0	500	0
229	84	0	0	0	0
230	0	894	0	598	0

③ ジャガイモおよび野菜類の摂取者数と加熱調理方法

陰膳収集日におけるジャガイモの摂取者数と加熱条件別の摂取者数を表 2-8 に示す。ジャガイモの摂取者数は調査対象者 119 名のうち 46 名であった。このうち、22 名（対象者 ID：101、112、114、126、127、131、135、144、144、145、146、151、163、164、182、188、189、193、202、218、225、202、213、227）が「揚げ」、「炒め」、「焼き」、「オーブン加熱」のいずれかの加熱（以下、高温加熱）で調理したジャガイモを摂取していた。「茹で」、「煮」、「蒸し」の加熱および「電子レンジ加熱」をしたジャガイモを摂取したのは 27 名であった。ジャガイモの高温加熱方法のなかでは、「炒め」あるいは「炒め」の後に「煮る」または「蒸す」などの湿式加熱を施す例が最も多く、炒めに費やす時間は 3 分から 10 分程度であった（表 2-9）。フライドポテトを摂取した者は 4 名（ID:188、202、213、227）おり、フライドポテトの摂取量は摂取者平均で 62 g/day（最小-最大：31 - 134 g/day）であった。食材重量の記録を依頼した対象者 67 名のうち 9 名が「炒め」、「焼き」、「オーブン加熱」のいずれかの高温加熱を施したジャガイモを摂取しており、これらの摂取者におけるジャガイモの調理前重量は平均 70 g/day であった。

ジャガイモでん粉の摂取者は 6 名（ID：104、133、162、176、177、209）であり、食品の衣の材料として揚げや炒めの加熱を施していた。ジャガイモ以外の芋類については、さつまいもの摂取者が 2 名（ID：178、202）おり、トーストまたはオーブンの加熱調理が行われていた。また、さといもの摂取者が 1 名（ID：119）おり、炒めて煮る調理を行っていた。

日本食品成分表の第 6 群に該当する野菜類摂取者数は、調査対象者 119 のうち 118 名であった。表 2-10 に調査対象者における野菜類の摂取者数と調理法ごとの摂取者数を示す。また、表 2-11 に今回の調査において摂取者数が多かった野菜類および過去の国内のアクリルアミド含有実態調査において調査対象となった野菜類について、高温調理加熱を施した料理の例数と高温加熱時間、および料理名の例を示した。

表 2-8. ジャガイモの総摂取者数と加熱方法別摂取者数（調査対象者総数は 119）

食品名	摂取者数	食品の加熱方法*			
		高温加熱	非高温加熱	電子レンジ	非加熱
ジャガイモ	46	22	26	1	-

*高温加熱は「揚げ」、「炒め」、「焼き」、「オーブン加熱」を、非高温加熱は「茹で」、「煮」を含む。
1 日に異なる加熱方法で調理したジャガイモを摂取した例があるため、「摂取者数」は「食品の加熱方法別摂取者数」の合計と必ずしも一致しない。

表 2-9. ジャガイモの高温加熱方法と例数、高温加熱時間、料理の例

加熱法	例数	高温加熱時間 (分) *	料理名
揚げ	4	3**	フライドポテト
炒め+煮/蒸	13	3-10	カレー、肉じゃが、ちゃんちゃん焼き
茹で+炒め	1	3	じゃがいもとインゲンのソテー
電子レンジ加熱+炒め	1	5	ジャーマンポテト
電子レンジ加熱+炒め+煮	1	5	カレー
茹で+焼き	2	3	サラダ, ホイル焼き
焼く	1	15	ハッシュドポテト
炒め+焼き	1	15	ジャーマンポテト
オーブン加熱	1	15	付け合せ

* 「揚げ」、「炒め」、「焼き」、「オーブン加熱」の合計時間とする。

**3 例は外食または惣菜であったため高温加熱時間は不明。

表 2-10. 野菜類の摂取者数と加熱方法別摂取者数（調査対象者数総数は 119）

食品名	摂取者数	食品の加熱方法*1別摂取者数				高温加熱野菜類の摂取者（対象者 ID）
		高温加熱	非高温加熱	電子レンジ	非加熱	
アスパラガス	4	3	-	1	-	191, 112, 126
かぶ・葉	1	1	-	-	-	191
かぼちゃ	10	2	5	3	-	112, 126
カリフラワー	1	-	-	-	-	142
キャベツ*2	61	16	17	2	35	101,107,111,117,121,128,134,135,141,153,180,181,206,207,208,221
きゅうり*3	48	-	-	-	48	-
ごぼう	8	4	5	-	-	106,119,126,149
こまつな	4	4	-	-	-	124,129,132,145
さやいんげん	12	3	10	-	1	163,164,182
さやえんどう	2	-	2	-	-	-
ししとうがらし	4	4	-	-	-	149,154,173,174
しょうが	30	10	7	-	14	106,133,154,156,162,174,183,203,219
スイートコーン	17	1	7	1	9	163
ズッキーニ	2	2	-	-	-	167
セロリー	2	2	-	-	-	149,167
大根*4	37	2	19	-	21	108,113,119,112
たけのこ	3	3	-	-	-	121,133,209
たまねぎ*5	78	54	25	1	19	101,102,103,104,111,112,113,114,119,125,127,129,131,134,135,144, 145,146,147,149,151,153,156,163,165,166,167,168,170,173,175,177, 178,182,187,189,193,194,195,203,204,207,208,209,210,211,212,218 219,223,224,225,228,229
ちんげんさい	1	-	-	-	-	136

表 2-10 (前頁に続く) . 野菜類の摂取者数と加熱方法別摂取者数 (調査対象者数は 119)

食品名	摂取者数	食品の加熱方法*1 別摂取者数				高温加熱野菜類の摂取者 (対象者 ID)
		高温加熱	非高温加熱	電子レンジ	非加熱	
とうがらし	1	1	-	-	-	225
トマト	61	5	6	-	55	103,113,131,164,225
なす*2	16	11	5	-	-	106,146,151,154,162,164,174,201,223,224,227
にがうり	2	2	-	-	-	152,173
にら	7	3	4	-	-	166,173,212
にんじん	75	35	33	1	24	101,106,107,111,112,114,119,125,126,127,128,131,134, 136,141,143,145,149,162,163,166,167,170,173,178,181,187,189,191 , 193,206,209,212,218,225
にんにく	18	14	4	-	2	106,121,124,151,162,164,168,174,193,194,195,203,203,224,225
根深ねぎ	45	13	22	-	15	101,106,107,112,113,125,128,143,162,181,213,221,223
はくさい	3	3				113,119,143
ピーマン*6	39	25	3	1	13	101,104,113,118,121,133,141,151,164,167,174,175,177,181,185,193 ,194, 204,209,210,212,221,225,227,228
ブロッコリー	23	3	19	1	-	103,136,202
ほうれんそう	18	2	12	3	2	134,136
ようさい	1	1	-	-	-	228
もやし	26	12	15	-	2	116,128,132,141,143,145,165,166,173,180,221,225
レタス	51	-	2	-	49	-
れんこん	11	7	3	-	1	101,106,110,126,133,162,178

*1:高温加熱は「揚げ」、「炒め」、「焼き」、「オーブン加熱」を、非高温加熱は「茹で」、「煮」を含む。1日に異なる加熱方法で調理した食品を摂取した例があるため、「摂取者数」は「食品の加熱方法別摂取者数」の合計と必ずしも一致しない。

*2:レッドキャベツを除く (レッドキャベツの摂取者 [5名] はすべて非加熱にて摂取)。

- *3:漬物類を除く。 *4:切り干し大根を含む。
- *5:赤たまねぎを除く（赤たまねぎ摂取者〔6名〕はすべて非加熱にて摂取）。
- *6:赤、黄、青ピーマンを含む。

表 2-11. 野菜類の高温加熱方法と例数、高温加熱時間、料理の例

食品名	加熱法	例数	高温加熱時間(分)*	料理名の例
アスパラガス	揚げ	1	5	アスパラ揚げ
	炒め	1	-**	きのこ炒め
	茹で+焼き	1	4	アスパラ豚肉巻き
かぼちゃ	電子レンジ+オープン加熱	1	30	かぼちゃのケーキ
	茹で+焼き	1	3	サラダ
キャベツ	炒め	14	1-11	焼きそば、焼きうどん、野菜炒め
	炒め+蒸	2	5	焼きそば、ちゃんちゃん焼き
	焼き	1	8	お好み焼き
	茹で+トースター加熱	1	5	グラタン
ごぼう	炒め	2	5-15	きんぴら
	炒め+煮	3	3-4	きんぴら、みそ汁
しょうが	炒め	4	4-12	野菜炒め、焼肉、麻婆豆腐
	炒め+煮	2	1-2	麻婆豆腐、たらとねぎのしょうが煮
	焼き	4	5-10	しょうが焼き
たまねぎ	揚げ	1	-**	南蛮漬け
	炒め	22	1-10	ハンバーグ、炒飯、パスタ、ジャーマンポテト、野菜炒め、焼きそば
	炒め+煮/蒸	18	1-25	肉じゃが、カレー、ミートソース、コロッケ
	炒め+焼き	2	5-15	
	炒め+煮+焼き	1	17	
	焼き	6	3-10	しょうが焼き、焼きそば、スクランブルエッグ
	焼き+煮	2	4-10	ハンバーグ、ビーマンの肉詰め
	電子レンジ+焼き+煮	1	3	煮込みハンバーグ
	トースター/オープン加熱	2	4-12	ピザ
トマト	炒め	2	1-5	きのこ炒め、冷やしうどん
	炒め+煮	2	3-12	カレー
	焼き	1	1	鮭のムニエル
	オープン加熱	1	12	ピザ
なす	揚げ	1	4	南蛮漬け
	炒め	4	8-15	野菜炒め、麻婆豆腐
	炒め+煮	4	4-15	カレー、炒め煮、麻婆豆腐
	焼く	3	6-22	焼きなす、グラタン

*加熱調理時間のうち、「揚げ」、「炒め」、「焼き」、「トースター加熱」、「オープン加熱」による調理が行われた時間の合計。

**惣菜の摂取あるいは記録忘れにより加熱時間が不明。

表 2-12 (前頁に続く) . 野菜類の高温加熱方法と加熱時間、料理名の例

食品名	加熱法	例数	高温加熱時間(分)*	料理名の例
にら	炒め	3	2-4	レバニラ炒め、スクランゲルエッグ ^g
にんじん	炒め	25	1-15	焼きそば、野菜炒め、炒飯、きんぴら
	炒め+煮/蒸	19	3-10	肉じゃが、カレー、きんぴら、みそ汁
	電子レンジ+炒め+煮	1	5	カレー
	茹で+焼き	1	3	サラダ ^g
にんにく	炒め	6	4-12	野菜炒め、焼きうどん、みそ炒め
	炒め+煮	6	2-23	カレー、ラトウユ、麻婆豆腐
	炒め+煮+焼き	1	17	グラタン
	焼き	2	5-6	豚肉の焼きもの
根深ねぎ	炒め	11	2-15	焼きそば、焼きうどん、麻婆豆腐
	炒め+煮	3	1-2	牛丼、麻婆豆腐、生姜煮
ピーマン	揚げ	1	2	南蛮漬け
	炒め	21	1-12	焼きそば、野菜炒め、パスタ、
	炒め+煮	3	5-10	カレー、炒め煮
	焼き	3	1-9	お好み焼き、お好み焼き、焼き物
	焼き+煮	1	10	ピーマンの肉詰め
	トースト/オーブン加熱	2	4-12	ピザ ^g
ブロッコリー	炒め	1	7	きのこ炒め
	茹で+炒め	1	5	炒め物
	茹で+炒め+オーブン加熱	1	2	付け合せ
ほうれんそう	炒め	1	1	ほうれん草のソテー
	茹で+炒め	1	13	焼きうどん
もやし	炒め	13	2-11	焼きそば、野菜炒め
れんこん	炒め	4	6-15	きんぴら、ひじきの煮物
	炒め+煮	3	3-8	きんぴら、肉じゃが
	焼き	1	14	レンコンとひき肉のはさみ焼き
	茹で+焼き	1	2	キャベツとれんこんのサラダ

*加熱調理時間のうち、「揚げ」、「炒め」、「焼き」、「トースター加熱」、「オーブン加熱」による調理が行われた時間の合計。

3-1-3. 考察

調査対象者の個々の陰膳の回収率は概ね良好であった。本課題で検討した食事記録票と画像記録により、対象者が摂取した食品とその加熱方法、摂取量についての定量的な知見を得た。食品の加熱方法を食材ごとに詳しく調べた例は少ない。野菜類は、炒めた後に蒸すなど複数の加熱方法を組み合わせて調理が行われる場合があり、詳細な加熱情報を得るには対象者からの聞き取りを行い情報を補う必要があった。

食品の加熱方法は「炒め」、「揚げ」、「トースト」、「焼き」「オーブン」、「茹で」、「煮」、「蒸し」、「炊き」、「電子レンジ調理」の区分を用いて大体の食品の加熱方法を分類することができた。ただし、とくに「炒め」と「焼く」の加熱方法の記録については対象者により定義が様々であり、同一の料理名であっても加熱方法の記録が異なる場合があった。したがって本調査では画像をもとに判断する必要があった。今回検討した調査方法を自記式の調査に適用する場合には、加熱方法の区分と定義を整理し記録者に説明することで記録の信頼性を向上させることができると考えられる。

本調査では、野菜類の中ではキャベツ、たまねぎ、トマト、にんじんの摂取が多く報告された。たまねぎやキャベツの摂取者数が比較的多い傾向は、平成 27 年度課題で実施した、国民健康・栄養調査（平成 24 年）の食事しらべデータの解析の結果と同様であった。食事記録情報の解析の結果、じゃがいもおよび野菜類の加熱方法についておおよその傾向がみられた。全体的な傾向として、野菜類の高温加熱方法には「炒め」あるいは「炒め」と「蒸し」や「煮」などの湿式加熱を組み合わせた方法が多く報告された。ただし、高温加熱した野菜を摂取した者の割合は野菜の種類によって異なり、たまねぎ摂取者の 7 割以上が「揚げ」、「炒め」、「焼き」、「オーブン加熱」などの加熱調理を行う一方で、キャベツ、トマト、にんじんでは、「非加熱」または「茹で」、「蒸し」、「煮」などのより低温での加熱を施す例が半数を超えていた。また、なす、にんにく、ピーマン、れんこんでは、高温加熱調理を施す例が多く見られた。もやしについては、高温加熱調理品と、「茹で」、「煮」、「蒸し」の低温加熱調理品の例数はおおよそ半数ずつであった。今回の調査対象者数は限られているため、今後加熱野菜類の摂取者の割合や摂取量についての知見を蓄積する必要がある。

【引用文献】

川端晶子、畑明美 2013 調理学 建帛社 p.160.

医歯薬出版 2016 日本食品成分表 七訂 本表編

長尾慶子 揚げ加熱中の表面近傍の油流の伝熱学的解析—コロッケとドーナツの比較.

文教大学女子短期大学研究紀要 40, 31-36, 1996

3-2) 個別課題名：陰膳試料中のアクリルアミド濃度の測定法の検討（研究担当者名：河原純子、中島大介、柴田康行（所属機関名：国立研究開発法人 国立環境研究所））

3-2-1.アクリルアミドの測定方法

① 試薬及び標準溶液

本研究で用いた試薬は以下のとおりである。

アクリルアミド標準液 (1 mg/mL) 水質分析用 [和光純薬工業株式会社]
アクリルアミド¹³C₃標準品 [シグマアルドリッチ]
メタノール5000 [和光純薬工業株式会社]
メタノール300 [和光純薬工業株式会社]
ギ酸 [和光純薬工業株式会社]
酢酸 [和光純薬工業株式会社]

② 標準溶液の調整

ガラス製メスフラスコにアクリルアミド-¹³C₃標準品5 mgを採取し、水を加えて50 mLに定容した。これを水で希釈し1 µg/mLに調整した。

ガラス製メスフラスコにアクリルアミド標準液 (1 mg/mL) を1 mL入れ、水で50 mLに定容した。これを20、10、5、2、1、0.5、0.2、0.1、および0.05 ng/mLとなるように水で希釈し、標準溶液とした。いずれの標準溶液にもアクリルアミド¹³C₃として10 ng/mLとなるようにアクリルアミド¹³C₃水溶液を加えた。

③ アクリルアミドの測定

標準溶液および試験溶液をLC-MS/MSに導入し、アクリルアミド濃度とアクリルアミド¹³C₃の濃度の検出ピークの面積比により検量線を作成し、試験溶液および陰膳試料中のアクリルアミドの濃度を算出した。アクリルアミドの測定条件は以下のとおりである。

測定機器 : API-2000 [AP SCIEX社製]
分離用カラム : Inert Sustain AQ-C18 HP (GL Science社)
移動相 : 0.01%酢酸、0.5%メタノール水溶液
カラム温度 : 40 °C
試料導入量 : 10 µL
流速 : 0.2 mL/min

3-2-2.陰膳試料からのアクリルアミドの抽出および精製方法

成人の1日分の陰膳を試験試料とし、ホモジナイザーで均質化し、アクリルアミドの抽出および精製方法を検討した。均質化陰膳試料5gに対し、200 ng/mLの内部標準物質溶液0.5 mL、水14.5 mL、ヘキサン10 mLを加え、振とう機で60分間振とうしたのち、遠心分離機を用いて3000 rpmにて20分間遠心分離を行った。分離した試験溶液の上層のヘキサンをアスピレーターにて除去し、新たにヘキサン10 mLを加え、ボルテックスミキサーにて1分間振とうし、再び3000 rpmにて20分間遠心分離を行い、分離したヘキサン層を除去し、さらに高速遠心分離機を用いて20000 rpmにて30分間遠心分離を行い、上澄み液1.5 mLを得た。

粗抽出液1.5 mLを、固相抽出用カートリッジOasis HLB 500 mgおよびMCX 150 mg (いずれもWaters社製) を用いて精製した。Oasis HLBは予めメタノール5mLおよび精製水5 mLを通し平衡化処理を行った。MCXは、抽出液を負荷する前にメタノ

ール2 mLにて平衡化処理を行った。Oasis HLBカートリッジによる生成では、粗抽出液1.5 mLを負荷し、流出液を棄て、水2 mLを用いて充填剤を洗浄したのち、1%ギ酸メタノール溶液2 mLを用いて充填剤に保持されたアクリルアミドを溶出した。次に、HLBからの溶出液約2 mLをMCXに負荷し通過液を回収した。さらにメタノール2 mLをMCXに流し、溶出液を回収し、先の通過液とあわせた。この溶出液約4 mLを遠心エバポレーターにて濃縮し1 mLに定容し、LC-MS/MSによる分析に供した(図2-5)。アクリルアミド濃度と内部標準物質の検出ピークの面積比により検量線を作成し、試験溶液および陰膳試料中のアクリルアミドの濃度を算出した。

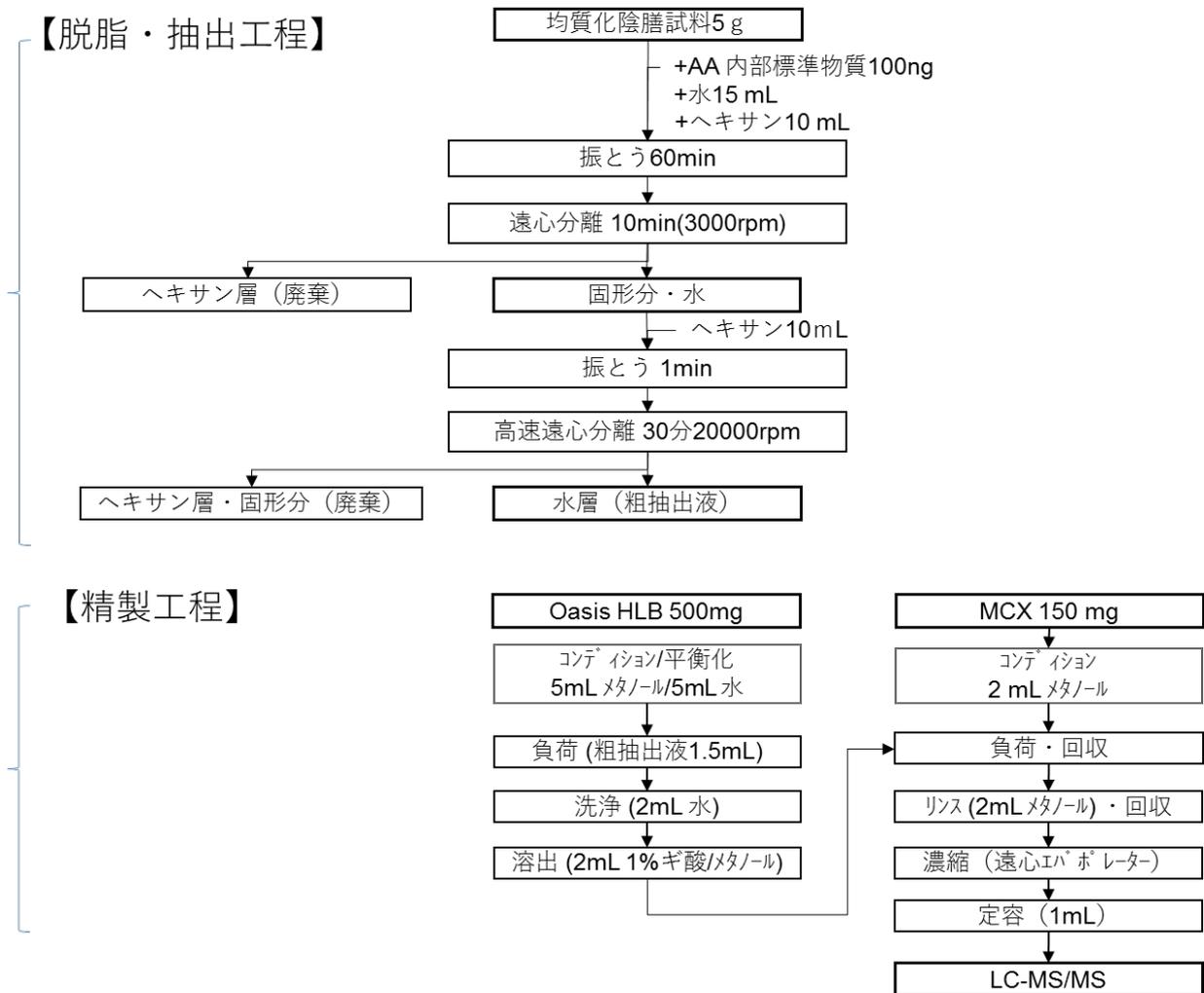


図2-5. 陰膳試料からのアクリルアミドの抽出・精製方法

3-2-3. 分析方法の妥当性の確認

① 装置検出限界、定量限界

標準溶液10 μL をLC-MS/MSに導入し、得られたクロマトグラムをもとに、シグナル対ノイズ比(S/N比)が10程度となる標準溶液を調整し、これを7回繰り返し測定し、得られた分析値標準偏差から装置検出下限値(IDL)および定量下限値(IQL)を算出した。アクリルアミド標準溶液の繰り返し測定結果を表2-13に示す。

表2-13. アクリルアミド標準溶液(0.1 ng/mL)の繰り返し測定結果

測定回	濃度ng/mL
測定1	0.111
測定2	0.114
測定3	0.128
測定4	0.086
測定5	0.096
測定6	0.090
測定7	0.101
測定値の平均値	0.104
標準偏差 σ	0.015
検出下限値 ng/mL, $t(n-1, 0.05) = 1.9432 * \sigma * 2$	0.057
定量下限値 ng/mL, $10 * \sigma$	0.15

② 分析方法の検出下限および定量下限

アクリルアミド標準品を添加していない低濃度の陰膳試料(試料IDを前処理して得た溶液)を7回繰り返し測定した。測定結果の標準偏差の3倍および10倍の値を計算し、それぞれ検出限界および定量限界を算出した。測定結果を表2-14に示す。

表2-14. 陰膳試料(試料ID159)の繰り返し測定結果

測定回	濃度ng/g
測定1	2.47
測定2	2.79
測定3	2.70
測定4	2.27
測定5	2.56
測定6	2.59
測定7	2.55
ブランクの平均値	2.56
標準偏差(s)	0.17
検出下限値 ng/g, $3.3s$	0.55
定量下限値 ng/g, $10s$	1.7

② 検量線の直線性

定量限界濃度を含め異なる濃度のアクリルアミド溶液8点（20、10、5、2、1、0.5、0.2、0.1 ng/mL）について、3回ずつ測定し、検量線を作成した。図2-6に検量線の例を示す。

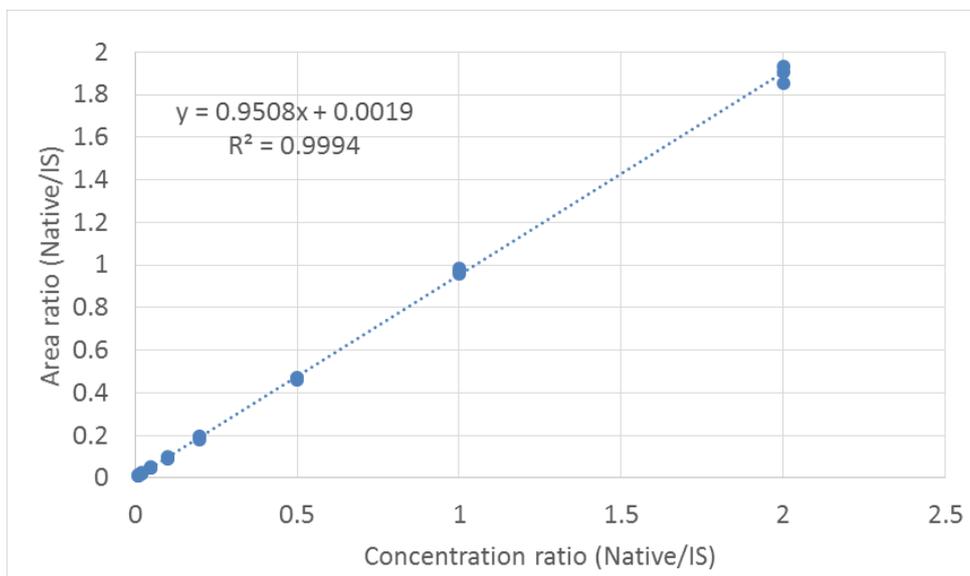


図2-6. アクリルアミドの検量線

③ 標準物質添加回収率

陰膳試料（試料ID159および 165）5 gに、3つの異なる量のアクリルアミドを添加し、②で述べた抽出および精製方法によるアクリルアミドの回収率を算出した（表2-15）。なおこの試験では、1試料から得た水抽出液を1.5 mLずつ6本の試験管に分注し、これらを並行して精製を行い、最終溶液をLC-MS/MSにて2回ずつ測定した。

表2-15. アクリルアミド添加回収率

添加量(陰膳5gあたり)	試料ID	回収率(%)	RSD (%)
5 ng	159	103	4.0
	165	113	6.1
25 ng	159	114	6.6
	165	117	3.1
100 ng	159	115	1.7
	165	117	3.2

④ 単一試験室内精度

陰膳試料（試料ID:158）を試料として、1日2つの測定を6日間繰り返し分析した結果から、併行精度と室内精度を算出した（表2-16）。

表2-16. 陰膳試料中のアクリルアミド測定の室内再現精度

試験日	アクリルアミド濃度 (ng/g)	
	測定1	測定2
day1	4.60	4.45
day2	4.31	4.66
day3	4.82	4.78
day4	4.73	4.77
day5	4.62	4.12
day6	4.71	4.35
併行精度 (RSD)	4.6%	
室内精度 (RSD)	4.6%	

⑤ 認証試験試料中のアクリルアミド含有量の定量法の妥当性の評価

2017年2月から3月にかけて行われた、FAPASのFood Chemistry Proficiency Testに参加し、本研究で検討したアクリルアミド含有量の定量法の妥当性の評価を行った。試験試料はポテトチップス（T3071）である。試験試料は、2017年2月16日にFAPASから発送後、10日目に国立環境研究所にて受け取り開封した。試料1gをはかり取り、内部標準物質200ngを添加後、(1)節で述べた方法にて抽出および精製処理を行い、得られた抽出液中のアクリルアミドをLC-MS/MSにて定量した。なお、本試験ではヘキサンで脱脂処理を行った水抽出液1.5 mLを3回分取し、この3つを並行して精製した。得られた最終溶液をそれぞれ3回ずつ測定し、3つの平均値を測定結果とした（表2-17）。測定の結果、試験試料のアクリルアミド含有量として369 ng/gを得た。FAPASによるassigned valueは346 µg/kg (ng/g)、測定結果の報告数は33、本研究 (laboratory Number : 012) による測定結果のzスコアは0.4であった（別添資料3, FAPAS Food Chemistry Proficiency Test Report 3071）。

表2-17. FAPAS 試料T3071の測定結果

抽出液	アクリルアミド濃度 (ng/g)		回収率(%)
	測定値	RSD	
1	375	2%	80
2	366	1%	84
3	367	1%	81
全体	369	-	82

3-2-4. 試料保存容器からの汚染の確認

陰膳試料の収集・運搬・保管に使用した、900 mLおよび500 mLのポリエチレン (PE) 製 (外蓋のみポリプロピレン [PP] 製) の円筒形ポリ軟こう瓶 (アズワン製) と、490 mL、900 mL、1500 mLのPE製の直方体形容器 (蝶プラ工業株式会社製) (図2-7) について、容器からのアクリルアミドの汚染の有無を調べた。液状試料用の大小の円筒容器にはそれぞれ水を800 mL、400 mL程度入れ、内蓋と外蓋を占めて1時間振とうした後、容器を開封して中の水を採取し、LC-MS/MSを用いて(1)章で述べた条件でアクリルアミドを測定した。固形食品用の直方体形容器には、各容量の半分相当の水を入れて蓋を閉め、1時間静置した後、同様に測定を行った。いずれの試料からもアクリルアミドは検出されなかった(表2-18)。



図2-7. 試料採取に使用した容器(左:円筒容器[画像中央手前の最小容器は使用していない]、右:直方体容器)

表2-18. 試料保存容器中の試料水中のアクリルアミドの測定結果

項目	部品(材質)	試料水中のアクリルアミド濃度 (ng/mL)
円筒容器 900 mL	本体 (PE) , 内蓋 (PE) , 外蓋 (PP)	検出限界未満 (<0.05 ng/mL)
円筒容器 500 mL	本体 (PE) , 内蓋 (PE) , 外蓋 (PP)	検出限界未満 (<0.05 ng/mL)
直方体容器 490 mL	本体、蓋 (ともにPP)	検出限界未満 (<0.05 ng/mL)
直方体容器 900 mL	本体、蓋 (ともにPP)	検出限界未満 (<0.05 ng/mL)
直方体容器 1500 mL	本体、蓋 (ともにPP)	検出限界未満 (<0.05 ng/mL)

3-2-5. アクリルアミドばく露量の推定

① 陰膳試料中のアクリルアミド濃度の定量とアクリルアミドばく露量の推定

課題2-1で協力者から収集した陰膳試料をもとにアクリルアミドばく露量の推定を行った。陰膳試料を料理単位で重量を測定し、食事記録をもとに対象者が摂取した量と等しくなるように調整し、全てをあわせて均質化試料とした。なお、固形分については、食事記録に記載された食品の摂取量と陰膳の量が同じであれば、非可食部および食べ残し分を除いた全量を試料とした。また、提供された陰膳試料が食事記録における摂取量よりも多い場合には、摂取量と等しくなるように一部を取り除いて試料とした。回収した陰膳重量が食事記録における摂取量よりも少ない場合には、陰膳の全量を試料とした。飲料等については、協力者が記録した摂取量と著しく差が見られない限り、提供された試料全量を均質化試料とした。一部の対象者の試料を除き、飲用水は均質化試料に加えず別途分析した。

陰膳試料は、必要に応じて予めハサミやミキサーで細分化し、1Lから3Lのステンレス製ビーカーに入れ、ホモジナイザー（シャフト部：マイクロ・テックニチオン社製 NS-20およびNS-26GX/20P）を用いて均質化した。試料の水分含有量が少ないためビーカー内で流動が起こらず均質化が困難であった場合は、精製水を加えて流動を促し均質化を行った。均質化試料はLC-MS/MSによる分析前処理を行うまでの間、密閉容器に入れて-20℃で冷凍保存した。均質化する際に用いたハサミ、ミキサーの刃部および食品との接触部、攪拌用スプーン、カップ、およびバットはすべてステンレス製のものを用いた。

「3-2-2.」節で述べた方法を用いて均質化した陰膳試料からアクリルアミドを抽出し、試料中のアクリルアミドの含有量を測定した。飲用水は前処理をせずそのままの状態 LC-MS/MSに導入しアクリルアミド含有量を測定した。測定によって得られた陰膳中のアクリルアミドの濃度に陰膳試料の総重量を乗じ、対象者の1日のアクリルアミドばく露量を推定した。陰膳の均質化の際に精製水を加えた試料については、精製水による試料中のアクリルアミド濃度の希釈率を考慮してばく露量を算出した。キログラム体重あたりのばく露量は、対象者の報告した体重にもとづいて計算した。陰膳の均質化試料中のアクリルアミド含有量がLC-MS/MSによる検出限界未満であった場合には検出限界の2分の1の値としてばく露量を計算した。また均質化試料中のアクリルアミド含有量が定量下限未満の場合には定量下限値の2分の1の値としてばく露量を計算した。

3-2-6. アクリルアミドばく露量およびばく露要因の解析結果

調査対象者の陰膳試料中のアクリルアミドの濃度の測定結果および測定値から推定した対象者のアクリルアミドばく露量を表 2-19 に示す。1日ばく露量の度数分布表を表 2-20 および 2-21 に、1日ばく露量のヒストグラムを図 2-8 および 2-9 に示す。調査対象者の食品由来のアクリルアミドばく露量は、8 から 1582 ng/kg-bw/day、中央値は 144 ng/kg-bw/day、平均は 222 ng/kg-bw/day であった（表 2-22）。

表2-19. 陰膳中のアクリルアミド濃度と推定 1 日ばく露量

対象者	陰膳中のアクリルアミド濃度 (ng/g)	1 日ばく露量 (ng/day)	体重あたりの 1 日ばく露量 (ng/kg-bw/day)
101	7.7	13,845	330
102	2	4,202	81
103	8.7	13,547	288
104	0.85	3,238	69
105	2.2	6,560	113
106	1.7	2,975	51
107	2.9	5,223	116
108	0.85	1,882	40
109	3.1	6,609	132
110	13.6	56,930	982
111	3.7	17,597	298
112	2.1	5,410	102
113	4.5	8,582	152
114	6.1	12,481	160
115	0.3	479	10
116	8.4	15,179	195
117	2.9	6,716	91
118	3.4	10,183	226
119	3.4	7,732	149
120	0.85	2,507	39
121	1.7	6,125	106
122	1.7	4,531	119
123	0.85	1,601	30
124	6.8	11,172	243
125	5.4	10,120	215
126	41	91,758	1,582
127	7.1	18,245	307
128	8.2	22,513	425
129	3.6	8,734	146
131	4.8	10,354	182
132	0.85	1,462	31
133	2.3	6,320	93
135	3.5	6,965	174
136	38	67,298	1,224
137	19.7	39,912	928
138	24.7	40,459	963
139	1.9	6,599	80

表 2-19 (前頁に続く) . 陰膳中のアクリルアミド濃度と推定 1 日ばく露量

対象者	陰膳中のアクリルアミド濃度 (ng/g)	1 日ばく露量 (ng/day)	体重あたりの 1 日ばく露量 (ng/kg-bw/day)
140	1.9	2,966	47
141	4.6	12,264	211
142	2.4	6,403	91
143	2.9	6,983	120
144	2.7	5,419	97
145	6.2	12,009	177
146	2	5,010	77
147	15.1	19,177	417
149	1.7	6,452	90
150	0.85	3,330	59
151	7	20,797	293
152	8.5	18,309	352
153	3.6	7,243	151
154	2.4	4,459	80
156	0.85	1,634	44
160	3.7	6,982	111
161	0.85	989	21
162	7	13,125	268
164	3.5	6,787	154
167	5.2	8,731	186
168	3.3	5,376	75
169	0.3	665	8
170	5.5	5,627	102
171	2.4	2,081	41
172	2.9	2,671	53
173	0.85	1,364	35
174	0.85	2,848	36
175	2.9	4,185	100
177	3.1	5,741	128
178	6.1	12,096	228
179	14.6	21,082	405
180	11.4	19,141	277
181	11.4	25,365	474
185	3.2	4,589	61
186	3.7	15,566	311
187	9.1	19,447	367
188	18.6	26,524	421

表 2-19 (前頁に続く) . 陰膳中のアクリルアミド濃度と推定 1 日ばく露量

対象者	陰膳中のアクリルアミド濃度 (ng/g)	1 日ばく露量 (ng/day)	体重あたりの 1 日ばく露量 (ng/kg-bw/day)
189	4	8,324	166
190	0.85	1,033	20
191	0.85	2,164	33
193	3.6	19,217	310
194	5.5	20,405	340
195	13.4	34,505	704
201	2.1	2,797	61
202	14.9	25,658	442
203	2.4	4,534	99
204	3.6	4,896	102
205	0.85	2,971	35
206	8.4	24,108	431
207	3.4	9,768	150
208	12.9	20,537	428
209	7	15,799	307
210	2.6	7,844	143
211	4	7,260	112
212	1.9	4,997	89
213	18.4	53,231	783
214	5.5	12,969	171
215	1.9	3,040	61
216	0.85	1,181	24
217	0.85	3,027	55
218	0.85	1,404	24
219	3.1	9,601	112
220	4.8	11,280	205
221	9.9	22,493	484
222	0.85	1,445	27
223	2.9	6,348	95
224	4.7	9,978	150
225	9.3	18,098	266
226	3.3	11,778	214
227	8.7	22,724	267
228	9.5	28,709	442
229	4.5	12,074	107
230	7	20,671	279

表 2-20. 体重あたりのアクリルアミドへのばく露量 (ng/kg-bw/day) の度数分布

区間 (ng/kg-bw/day)	度数
~50	18
~100	22
~150	17
~200	13
~250	7
~300	8
~350	6
~400	2
~450	8
~500	2
~550	0
~600	0
~650	0
~700	0
~750	1
~800	1
~850	0
~900	0
~950	1
~1,000	2
~1,050	0
~1,100	0
~1,150	0
~1,200	0
~1,250	1
~1,300	0
~1,350	0
~1,400	0
~1,450	0
~1,500	0
~1,550	0
~1,600	1

表 2-21. アクリルアミドへのばく露量 (ng/day) の度数分布

区間 (ng/day)	度数
~5,000	33
~10,000	31
~15,000	15
~20,000	11
~25,000	9
~30,000	4
~35,000	1
~40,000	1
~45,000	1
~50,000	0
~55,000	1
~60,000	1
~65,000	0
~70,000	1
~75,000	0
~80,000	0
~85,000	0
~90,000	0
~95,000	1
~100,000	0
~105,000	0
~110,000	0
~115,000	0
~120,000	0
~125,000	0
~130,000	0
~135,000	0
~140,000	1

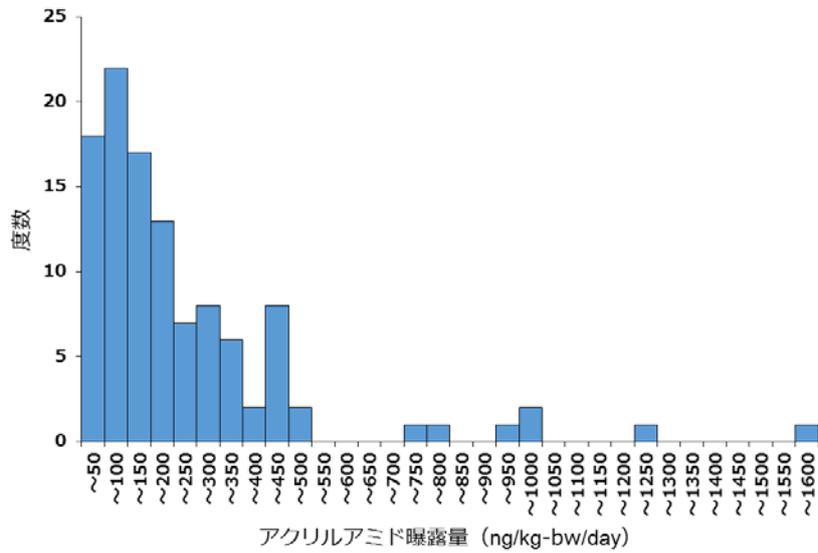


図 2-8. 体重あたりのアクリルアミドへの 1 日ばく露量 (ng/kg/day)

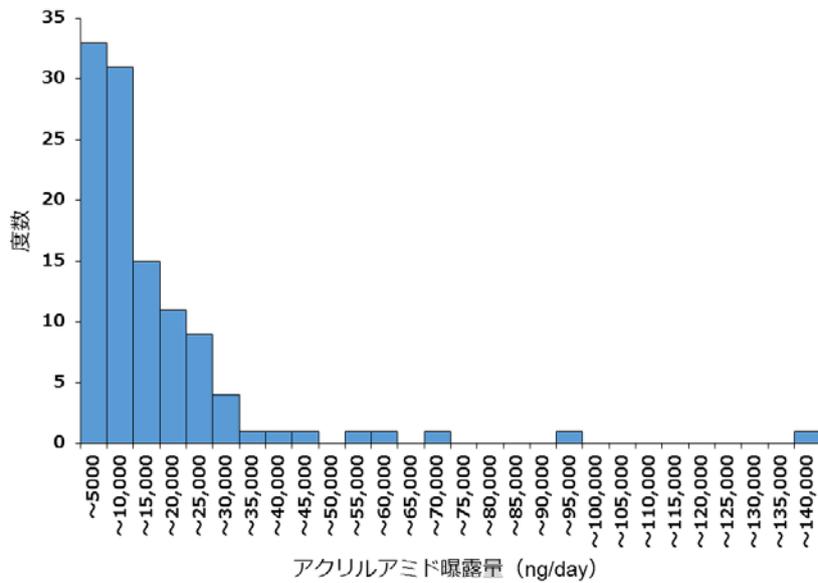


図 2-9. アクリルアミドへの 1 日ばく露量 (ng/day)

表2-22. 調査対象者の推定 1 日ばく露量 (男女別)

	ばく露量 (ng/kg-bw/day)			ばく露量 (ng/day)		
	女性	男性	全体	女性	男性	全体
中央値	143	150	144	6,982	11,280	7,496
平均値	232	204	222	12,003	13,071	12,421

推定ばく露量と摂取食品の食材の重量の記録の両方が得られた 79 名を対象とし、アクリルアミドばく露量 (ng/day) を従属変数、菓子類摂取量、茶類摂取量、コーヒー類摂取量、高温加熱したじゃがいもと野菜類の摂取量(調理前食材重量) (いずれも単位は g/day) を説明変数として重回帰分析を行った。なお、79 名のうち黒糖を含むパン類を摂取した 2 名は分析から除いた。回帰分析ではステップワイズ法を用い、F 値=2 を基準として変数選択を行った。その結果、コーヒー摂取量と高温加熱じゃがいも・野菜類の摂取量が選択された。アクリルアミドばく露量 (Y) を予測する重回帰式は、 $Y = 16.1 \times (\text{コーヒー摂取量}) + 26.9 \times (\text{高温加熱じゃがいも・野菜類の摂取量}) + 7216$ 、有意確率は 0.01 であった。決定係数は 0.344、重相関係数は 0.118、自由度調整済み決定係数は 0.094 であった。コーヒー摂取量の偏回帰係数の t 値は 2.562 ($p=0.012$)、高温加熱じゃがいも・野菜類の摂取量の偏回帰係数の t 値は 1.780 ($p=0.079$) であった。コーヒー摂取量の標準化偏回帰係数は 0.280、高温加熱したじゃがいもと野菜類の摂取量の標準化偏回帰係数は 0.194 であった。標準化偏回帰係数の値から判断すると、4 つの因子の中ではコーヒー摂取量がアクリルアミドばく露量に対して最も影響が大きい因子であると考えられた。

陰膳試料の測定結果からアクリルアミドばく露量を推定した 110 名を対象に、陰膳採取日におけるコーヒーおよび高温加熱野菜の摂取の有無によるアクリルアミドばく露量の差の検定を行った。なお 110 名のうち黒糖を含むパン類または黒蜜を摂取した 5 名については、当該食品からアクリルアミドを多く摂取している可能性があるため分析から除いた。対象者は[第 1 群]コーヒーと高温加熱じゃがいもあるいは野菜を摂取した者 (N=41)、[第 2 群]コーヒーを摂取し高温加熱したじゃがいもおよび野菜を摂取しなかった者 (N=9)、[第 3 群]コーヒーを摂取せず高温加熱したじゃがいもまたは野菜を摂取した者 (N=39)、[第 4 群]コーヒーと高温加熱したじゃがいもおよび野菜を摂取しなかった者 (N=16) の 4 群に分類し、一元配置分散分析 (Kruskal-Wallis 検定) を行った。図 2-10 に各群の対象者の体重あたりのアクリルアミドばく露量のプロット図を、表 2-23 に各群の体重あたりのアクリルアミドばく露量の平均値と標準偏差を示した。Kruskal-Wallis 検定の結果、4 群間における体重あたりのアクリルアミドばく露量の差は有意であった ($p<0.001$)。第 1 群から 4 群の各群におけるアクリルアミドばく露量は正規性が確認できないことから、ノンパラメトリック法に基づく多重比較法として、Steel-Dwass の方法を用いて第 1 群から 4 群までの全ての対、すなわち第 1 群と 2 群 ($H_{(1,2)}$)、第 1 群と 3 群 ($H_{(1,3)}$)、第 1 群と 4 群 ($H_{(1,4)}$)、第 2 群と 3 群 ($H_{(2,3)}$)、第 2 群と 4 群 ($H_{(2,4)}$)、および第 3 群と 4 群 ($H_{(3,4)}$) の分布の位置の差について検定を行った。有意水準 α は 0.05 とした。各対の有意差の検定の結果、第 1 群と第 4 群、および第 3 群と第 4 群間に有意差が確認された (表 2-24)。

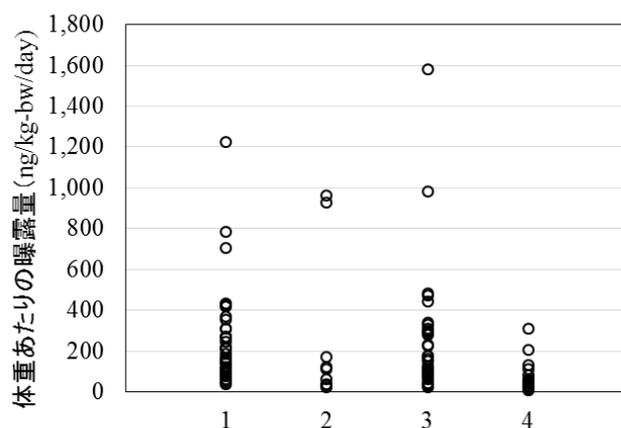


図 2-10. 第 1 群から第 4 群における体重あたりのアクリルアミドばく露量

表 2-23. 各群における体重あたりのアクリルアミドばく露量の平均値と標準偏差
(括弧内は中央値) (ng/kg-bw/day)

		高温加熱したじゃがいも・野菜	
		摂取	非摂取
コーヒー	摂取	252±228 (166)	271±386
	非摂取	228±286 (116)	77±81 (50)

表 2-24. 検定対象群各対の検定統計量

	第 1 群	第 2 群	第 3 群	第 4 群
第 1 群	-	1.452	1.372	4.102*
第 2 群	-		0.832	1.246
第 3 群	-			3.299*

*p<0.05 で有意差が認められる組み合わせ

2-2-7. 考察

先行研究における陰膳法によるアクリルアミドばく露量の推定事例としては、スイスにおける成人 27 名を対象とした 24 時間陰膳による推定と、オランダにおける成人 123 名を対象とした 24 時間陰膳による推定がある。アクリルアミドばく露量の平均値はそれぞれ 227 ng/kg-bw/day、450 ng/kg-bw/day (40 パーセンタイル値 : 220ng/kg-bw/day, 60 パーセンタイル値 : 420 ng/kg-bw/day) と推定されている。ただし、これらはいずれも 2000 年代前半に収集された試料に基づく推定であり、各国で食品中のアクリルアミドの低減努力が行われてきた (European Union 2003) ことを考えると、本研究で得られた推定ばく露量との比較対象とするには限界がある。近年のオランダやポーランド、アメリカ合衆国、および中国における、統計的手法やマーケットバスケット法による成人のアクリルアミドばく露量の推定値 (Claeys et al., 2010; Doerge et al., 2008; Geraets et al., 2014; Mojska et al., Gao et al., 2016) と比較した場合には、本研究の対象集団の推定ばく露量の中央値や平均値は低く、この結果は平成 27 年度における統計的手法によ

る日本人の長期平均のアクリルアミドばく露量の推定結果（国立研究開発法人国立環境研究所 環境リスク研究センター 平成 28 年 1 月）と同様であった。ただし、カナダや香港では、成人のアクリルアミドばく露量の平均として 157 から 288 ng/kg bw/day が報告されており（Health Canada, 2012; Wong et al. 2014）、これらの値は本研究の対象集団における推定ばく露量は同程度である。

平成 27 年度に推定した日本人の長期平均アクリルアミドばく露量の中央値 147 ng/kg-bw/day および 154 ng/kg-bw/day は、本研究の対象集団における推定ばく露量の中央値とおおよそ一致していた。ただし平成 27 年度の推定モデルは乳幼児期から高齢までの長期ばく露を仮定しているため、厳密には成人のばく露量として比較することは適切ではない。乳幼児や青年におけるばく露量は成人に比べて高いことを考慮すると、成人における長期平均ばく露量の中央値は、生涯平均ばく露量の中央値である 147 ng/kg-bw/day および 154 ng/kg-bw/day よりも低くなるものと推定される。したがって、平成 27 年度の推定モデルは陰膳調査の対象集団のばく露量よりも低く見積もる可能性があると考えられる。また、本研究の対象集団のアクリルアミドばく露量の平均値 222 ng/kg-bw/day に対し、平成 27 年度の成人のアクリルアミドの長期平均ばく露量の点推定平均値は 119 から 158 ng/kg-bw/day であり、点推定モデルでは陰膳調査の対象集団の推定結果よりも低く予測している。平成 27 年度のモデルによる点推定平均値が、今回の対象集団のばく露量の平均値よりも低い要因の一つは、当該モデルにおいてばく露源として仮定した食品数が少ないためであると考えられる。国民健康・栄養調査が使用する食品目のうちアクリルアミドを生成する可能性のある植物性食品は 1000 程度あるのに対し、当該モデルでアクリルアミド濃度を仮定した食品目数は 200 程度に過ぎない。つまり、アクリルアミドのばく露源として仮定されていない食品は数多く存在する。モデルに含まれない食品には、摂取割合が低く摂取量も少ないものもあるが、アクリルアミドの含有量が著しく高い場合には、実際のばく露量を過小評価する可能性がある。このことは、平成 28 年 2 月に内閣府食品安全委員会が、れんこんやごぼうなど、本研究班が構築した推定モデルでは考慮しなかった加熱野菜類について、アクリルアミド濃度を追加してばく露量を点推定した結果、ばく露量がより高く予測されたことから明らかである。したがって、平成 27 年度の推定モデルはアクリルアミドばく露量を過小評価する可能性があると考えられる。今後、アクリルアミド含有量と日本人の食品摂取量に鑑み、アクリルアミドばく露量に与える影響が大きい可能性がある食品についてより多くの含有量データを収集し、推定モデルを構築することによって、推定の精度を向上させることが可能であると考えられる。ただし、今回の陰膳調査の対象集団は人数が限られており、そこから推定されたばく露量は日本人のばく露量としての代表性は乏しい。また、調査期間は 1 日であるため長期のばく露量として捉えることは妥当ではない。そのため今後、個人内の長期のばく露量の変動も合わせて知見を得る必要がある。

対象集団のアクリルアミドばく露量に影響する食品についての解析結果は、平成 27 年度に実施したモデル推定におけるコーヒーや高温加熱野菜類からより多くアクリルアミドをばく露するという予測結果と矛盾しなかった。近年の欧米ではフライドポテトやコーヒーの摂取がアクリルアミドばく露に寄与するという推定結果が報告されている（Claeys et.al. 2010, Health Canada 2012）。本研究の対象集団においてもコーヒーの摂取がアクリルアミドばく露に影響していることが示された。一方、フライドポテトのばく露量に対する寄与については対象集団におけるフライドポテトの摂取者数が少なかったため評価することはできなかった。

高温加熱野菜類の摂取がアクリルアミドへのばく露に大きく寄与することが諸外国の集団にも共通するものであるかについては、統計的手法を用いたアクリルアミドばく露量推定の先行研究のほとんどが野菜類からのばく露を仮定していないため明らかではな

い。しかしながら、中国におけるマーケットバスケット法によるばく露評価においては、野菜類の摂取がアクリルアミドへのばく露にある程度寄与しているという推定結果が得られている。香港における成人を対象とした推定では、野菜や野菜の加工品由来のアクリルアミドばく露量は総ばく露量の 52%を占め、また中国 12 地域における推定では野菜類の寄与が 35%を占めると推定されている。さらに、アイルランドにおける評価では野菜由来のアクリルアミドばく露量は総ばく露量の 23%を占めると推定されている (Food Safety Authority of Ireland 2016)。これらのことから、野菜類の摂取がアクリルアミドへのばく露に寄与する可能性は無視できない。本結果はモデルによる推定結果とあわせてリスク管理のための新たな知見として活用されることが期待される。

【引用文献】

国立研究開発法人国立環境研究所環境リスク研究センター 平成 27 年度食品健康影響評価技術研究食品由来のアクリルアミド摂取量の推定に関する研究 中間報告書 平成 28 年 1 月

European Union. 2003. Information on ways to lower the level of acrylamide formed in food, Note of the meeting of Experts on Industrial Contaminants in Food: Acrylamide Workshop 20-21 October. http://europa.eu/food/foodchemicalsafety/contaminants/acryl_guidance.pdf.

食品安全委員会 加熱時に生じるアクリルアミドワーキンググループ 加熱時に生じるアクリルアミド 2016 年 2 月

山澤広之, 小野裕嗣, 竹中真紀子, 吉田充, 堀端 薫, 三好恵子, 漆山哲生, 辻山弥生, 山田友紀子. 給食調理実習献立中のアクリルアミド含有量. 日本食品科学工学会第 54 回大会講演要旨集. 2007. p.156.

Wong WW et al. Dietary exposure of Hong Kong adults to acrylamide: results of the first Hong Kong Total Diet Study. Food Addit Contam Part A Chem Anal Control Expo Risk Assess. 2014;31(5):799-805.

Gao J et al. Dietary exposure of acrylamide from the fifth Chinese Total Diet Study. Food Chem Toxicol. 2016; 87: 97-102.

Food Safety Authority of Ireland. Report on a Total Diet Study carried out by the Food Safety Authority of Ireland in the period 2012-2014, March 2016

Claeys W. et al. Assessment of the acrylamide intake of the Belgian population and the effect of mitigation strategies. Food Addit. Contam. Part A. Chem. Anal. Control Expo. Risk. Assess. 2010; 27, 1199-1207.

Mojska H. et al. Estimation of the dietary acrylamide exposure of the Polish population. Food Chem. Toxicol. 2010; 48, 2090-2096.

Doerge D. R. et al. Using Dietary Exposure and Physiologically Based Pharmacokinetic/Pharmacodynamic Modeling in Human Risk Extrapolations for Acrylamide Toxicity. J. Agric. Food Chem. 2008; 56, 6031-6038.

Health Canada, Bureau of Chemical Safety, Food Directorate Health Products and Food Branch. 2012. Health Canada's revised exposure assessment of acrylamide

de in food. [http://www.hc-sc.gc.ca/fn-an/alt_formats/pdf/securit/chem-chim/food- ali-ment/acrylamide/rev-eval-exposure-exposition-eng.pdf](http://www.hc-sc.gc.ca/fn-an/alt_formats/pdf/securit/chem-chim/food-ali-ment/acrylamide/rev-eval-exposure-exposition-eng.pdf).

(4) 研究全体の成果、考察及び結論

本課題では、国内における食品中アクリルアミド含有量データと国民健康栄養調査情報を用いて日本人のアクリルアミドの長期平均摂取量の分布を推定した。また、食品摂取頻度の分布についてその特徴を解析するとともに、個人の食品摂取頻度のばらつきが、アクリルアミド摂取量の推定結果にどのような影響を与えるかを考察した。コーヒーや緑茶・ウーロン茶のように摂取頻度がある程度高く、また個人間の摂取頻度の違いが大きい食品については、食品摂取頻度の個人差がアクリルアミド摂取量推定影響を及ぼす可能性があることが示唆された。

食材の加熱条件を含めた食事調査の結果、野菜類を高温加熱して摂取する者の割合は野菜の種類によって様々であることが確認され、加熱時に生じるアクリルアミドを対象としたばく露量の推定においては、栄養学上の食品分類のみならず加熱方法を考慮した食品摂取データが必要とされることを強く支持する結果が得られた。ただし、今回得られた結果は1日間の調査で且つ限られた対象者に基づく観察であるため、今後より多くの集団を対象に調査を行い、知見を蓄積する必要がある。

さらに、本研究では、陰膳法を用いて成人のアクリルアミドばく露量の推定を行った。本研究により、統計モデルでは考慮することが困難であった摂取食品の構成や食品加熱の実態を反映したアクリルアミドばく露量の推定値が得られた。陰膳法によるアクリルアミドばく露量の推定結果は、モデルによる長期平均のアクリルアミドばく露量の予測結果とおおよそ一致した。モデルの推定精度をより向上させるためには、より多くの食品からのばく露を仮定する必要があると考えられる。また、陰膳調査と食事調査の結果から、コーヒーや高温調理した芋や野菜類の摂取の有無によってアクリルアミド摂取量が異なることが示され、この結果はモデル推定の結果と矛盾しなかった。本研究で得られた結果は、今後リスク管理の基礎情報として活用されることが期待される。

III 本研究を基に発表した論文等

- 1 本研究を基に発表した論文と掲載された雑誌名のリスト
なし
- 2 本研究を基にした学会発表の実績
2016年度日本リスク研究学会 第29回年次大会（2016年11月口頭発表）
- 3 特許及び特許出願の数と概要
なし
- 4 その他（各種受賞、プレスリリース、開発ソフト・データベースの構築等）
なし

IV 主任研究者による申請時に申告した達成目標及び研究全体の自己評価

1 申請時に申告した達成目標

達成目標	評価結果	自己評価コメント
(1) アクリルアミド摂取量の長期平均摂取量の個人間分布を推定する。	5	アクリルアミドの長期平均摂取量の個人間分布を推定した。食品摂取頻度の分布を考慮したアクリルアミド摂取量の分布推定については、入手した長期食事調査情報に野菜類の加熱情報が無かったため目標を達成できなかったが、4食品群について摂取頻度の個人差がアクリルアミド摂取量に及ぼす影響を試算した。
(2) カレー、シチュー、肉じゃがを調理する際の、じゃがいもと玉ねぎのしたいためによるアクリルアミド生成量を調査する。	5	256人からじゃがいもおよびたまねぎの調理に関するアンケート回答を収集した。88世帯からじゃがいもおよびたまねぎの加熱調理試料を収集し、加熱調理したじゃがいも 53試料、同じくたまねぎ 58試料中のアクリルアミド濃度を測定した。
(3) 陰膳法により食品由来のアクリルアミドの1日摂取量を明らかにする。	5	陰膳の前処理方法およびLC-MS/MSによるアクリルアミドの定量法を検討し、アクリルアミドを効率良く分離し、安定した回収を可能とする前処理および定量法を確立した。成人110名の陰膳中のアクリルアミドの含有量の測定を行い、アクリルアミドばく露量の推定を行った。
(4) アクリルアミドの摂取量に影響を与える食品群とその調理法を明らかにする。	5	加熱法を考慮した食事調査法を検討し、調査に適用した。芋や野菜類について10の加熱方法の分類を設定し、調査対象者の食品摂取イベントおよび食品摂取量を整理した。コーヒーおよび高温加熱調理野菜の摂取がアクリルアミド摂取量に影響する要因である可能性が示唆された。

注) 評価結果欄は「5」を最高点、「1」を最低点として5段階で自己採点すること。

2 研究全体の自己評価

項目	評価結果	自己評価コメント
(1) 研究目標の達成度	5	アクリルアミドの長期平均摂取量の個人間分布を推定することが出来た。食品摂取頻度の個人差がアクリルアミド摂取露量に与える影響を定量的に評価した。加熱情報を含めた食事情報と陰膳試料の収集、アクリルアミドの測定、アクリルアミドばく露量の推定を着実に進め、目標を達成した。
(2) 研究成果の有用性	5	長期平均アクリルアミド摂取量分布を推定値はリスク評価に活用された。またアクリルアミドの統計推定モデルの妥当性を評価

	<p>する知見を得た。わが国における食品由来のアクリルアミドばく露量のリスク評価に資する情報が蓄積された。</p>
<p>総合コメント アクリルアミドの長期平均摂取量の個人間分布を推定した。また、陰膳法による成人のアクリルアミドばく露量の推定、加熱方法を考慮した食事記録の解析とばく露要因の解析を実施し、一定の有用性を持つ結果を提示した</p>	

注) 評価結果欄は、「5」を最高点、「1」を最低点として5段階で記述すること。

<p>この報告書は、食品安全委員会の委託研究事業の成果について取りまとめたものです。本報告書で述べられている見解及び結論は研究者個人のものであり、食品安全委員会としての見解を示すものではありません。全ての権利は、食品安全委員会に帰属します。</p>
--

添付資料 1

各種推定対象食品の摂取量分布推定のための国民健康栄養調査データの集計方法

1. 平成24年国民健康・栄養調査の概要

平成24年国民健康・栄養調査は、全国の世帯および世帯員を対象とし、平成22年国勢調査区のうち、東京都の15地区と1道府県あたり10地区の計475地区の全ての世帯の世帯員で1歳以上の者を調査客体としている。世帯主が外国人である世帯や、3食とも集団的な給食を受けている世帯、住み込みや賄い付きの寮・寄宿舎等に居住する単独世帯は調査対象外としている。調査実施世帯数（栄養摂取状況調査の世帯状況に回答した世帯数）は12,750世帯であり、栄養摂取状況調査の集計客体数は32,228人、身体状況調査の集計客体数は26,208人である。国民健康・栄養調査は、全国規模で行われている食事調査として我が国において唯一のものである。また、平成24年国民健康・栄養調査では日本食品標準成分表2010（文部科学省 2010）における食品分類のうち約1700の分類が用いられている。以上より国民健康・栄養調査データは国民の食品の1日摂取量等の分布を推定するうえで最も有用であると考えられた。平成24年国民健康・栄養調査の身体状況調査および栄養摂取状況調査の集計客体数は表1のとおりである（厚生労働省 平成24年 国民健康・栄養調査報告）。

表1. 平成24年国民健康・栄養調査の年齢階級別集計客体数

年齢	身体状況調査(体重データ)				栄養摂取状況調査			
	男性		女性		男性		女性	
	人数	%	人数	%	人数	%	人数	%
1-6歳	702	6	695	5	846	6	799	5
7-14歳	958	8	996	7	1,271	8	1,285	8
15-19歳	419	4	359	3	702	5	599	4
20-29歳	760	7	819	6	1,078	7	1,177	7
30-39歳	1,328	11	1,573	11	1,715	11	1,935	11
40-49歳	1,399	12	1,738	12	1,835	12	2,113	12
50-59歳	1,431	12	1,935	14	1,859	12	2,251	13
60-69歳	2,268	19	2,775	20	2,763	18	3,088	18
70歳以上	2,512	21	3,252	23	3,015	20	3,897	23
総数	11,777	100	14,142	100	15,084	100	17,144	100

2. 国民健康・栄養調査データの解析方法

本研究は個人ごとの体重あたりアクリルアミド摂取量を推定するために、栄養摂取状況調査における世帯員と身体状況調査における世帯員のIDの対応を調べた。その結果、案分比率の記載のあった対象者数と身体状況調査における世帯員は一致することを確認した。次に、世帯員のIDをもとに食事データと身体状況調査の対象者を照合した結果、栄養摂取状況調査における食品摂取データと身体状況調査における体重データの両方を有する世帯員（対象者）数は約24,000人であった。約24,000人の年齢別の人数と全体に占める割合を表2に示す。約24,000人の年齢構成は、厚生労働省が報告する平成24年国民健康・栄養調査の身体状況調査および栄養摂取状況調査の集計客体の年齢構成とほぼ変わらなかった。またこの集団の年齢構成は、平成24年の我が国の人口の年齢構成と大きく異なることを確認した（表3）。

表2. 食品摂取データと体重データの両方を有する世帯員（調査対象者）の年齢・性別の人数および総数に占める割合

年齢	男性	女性 (うち妊婦)	男女計	総数に占める割合	総務省 人口推計
1-6歳	655	641 (0)	1,296	5%	5%
7-14歳	916	941 (0)	1,857	8%	7%
15-19歳	389	333 (2)	722	3%	5%
20-29歳	676	779 (34)	1,455	6%	10%
30-39歳	1,176	1,496 (50)	2,672	11%	14%
40-49歳	1,265	1,635 (5)	2,900	12%	14%
50-59歳	1,309	1,846 (0)	3,155	13%	12%
60-69歳	2,153	2,649 (0)	4,802	20%	15%
70歳以上	2,362	3,072 (0)	5,434	22%	18%
合計	10,901	13,392 (91)	24,293	100%	100%

表3. 日本人の年齢階級別人口と割合*

年齢階級	人数 (千人)	総数に対する割合
1-6歳	6,304	5.0%
7-14	9,075	7.3%
15-19	5,982	4.8%
20-29	12,927	10.3%
30-39	16,912	13.5%
40-49	17,400	13.9%
50-59	15,469	12.4%
60-69	18,348	14.7%
70歳以上	22,510	18.0%

総務省統計局 人口推計（平成24年10月1日現在）より作成

*0歳を含めた人数は125,959千人、総人口は127,515千人

3. 国民健康・栄養調査における食事記録の概要とデータ解析における課題

国民健康・栄養調査における食事調査では、対象世帯において摂取された料理の具体的な名称とそれを構成する食品名、世帯員（調査対象者の場合）一人一人に対する食品の案分率が記録される。摂取食品は約1700の食品分類のいずれかに分類され、分類ごとに摂取量が記録される。調査対象者が生の食材を調理して摂取した場合には、その料理名と、食材の食品分類、摂取量に加え、どのような調理が行われたかを示す調理コードが付記される。給食、外食、惣菜のコードを用いて料理の種別を識別する場合には調理コードは記録されない。

アクリルアミドの摂取量推定への利用を目的とした国民健康・栄養調査データの解析の過程において、次の課題を得た。

- [1] アクリルアミドの摂取量推定においては、加熱調理を経た食品および加工食品の摂取量が必要となる。しかしながら、栄養摂取状況の把握を目的とした国民健康・栄養調査で使用される食品分類は、国内における含有実態調査結果に基づき推定対象とした食品分類に必ずしも対応しない。例えば、推定対象食品であるフライドポテトや炒めたじゃがいもは、国民健康・栄養調査においては生のじゃがいも等に分類され、他の料理とし

て摂取されたじゃがいも等と区別することが不可能である。よって、国民健康・栄養調査における食品分類のみでは、当該食品がどのような調理を経たものかを判断することは困難である。これに対し、調理コードを調理方法を判断するための情報として利用することを検討したが、調理コードは、アクリルアミドの生成条件と考えられる「揚げ物」や「炒め物」と、「蒸し物」とを区別することができないことから、加熱調理を経た食品の摂取量および摂取率を正確に把握することは困難であると考えられた。調理方法の判断に有効なその他の情報として料理名の利用が考えられた。ただし、料理名は、料理毎に記録されることが望ましいが、その集合単位は対象者によって異なるため（表4、表5）、食品調理方法を判断するための情報として必ずしも有効ではない。

- [2] 米粉や小麦を原料としたパンや菓子類などの一部の推定対象食品には、同一の食品名であっても加工品として摂取量が記録される場合と、食材に分けて摂取量が記録される場合があると考えられる。そのため、加工品の食品コードのみに基づく摂取量推計では、食材から作られた摂取量が見落とされ、その結果摂取量が過小評価される可能性がある。
- [3] 調査対象者が保育所や学校で給食を食べた場合には、調査員がその献立を確認し記録することされており、献立が不明である場合には給食コード（保育所給食(3才未満)、小学校給食1・2年生(主食)、小学校給食1・2年生(おかず)など)のみが記録される。この場合、摂取された食品の詳細は不明となる。

以上の課題を勘案し、本研究では国民健康・栄養調査データにおける食品摂取情報のパターンを表6のように整理し、料理名をもとに推定対象食品の判別を実施した。この方法では、摂取量の推定対象の食品のうち、加工品に含まれる食材や食品名を判別できない食品の摂取情報は計算対象外になってしまうものの、それらの食材の量は少ないため、AA摂取量推定値に及ぼす影響は小さいと判断した。

表4. 料理名を料理単位で記録した例

RYORIMEI	SHOKUHIN	SHOKUHINMEI
めし	1088	めし
糸ひき納豆	4046	糸ひき納豆
糸ひき納豆	17029	ストレートめんつゆ
味噌汁	10281	あさり
味噌汁	17045	淡色辛みそ
鶏手羽中焼き	11218	鶏手羽
鶏手羽中焼き	17012	食塩
鶏手羽中焼き	17063	黒こしょう
野菜炒め	6061	キャベツ
野菜炒め	6153	玉ねぎ
野菜炒め	6289	ブラックマッペもやし
野菜炒め	14002	ごま油
野菜炒め	17007	濃口しょうゆ
野菜炒め	17012	食塩
野菜炒め	17063	黒こしょう
麦茶(浸出液)	16055	麦茶(浸出液)
コーヒー	3005	グラニュー糖
コーヒー	13024	コーヒーホワイトナー・粉末状(植物性脂肪)
コーヒー	16046	インスタントコーヒー(粉末)
コーヒー	90015	水(希釈用:インスタントコーヒー・ココア類)

表5. 一食をまとめて料理名として記録した例

(料理名から食品の調理方法を推定することが困難であるケース)

RYORIMEI	SHOKUHIN	SHOKUHINMEI
和風弁当	1088	めし
和風弁当	3003	上白糖
和風弁当	3003	上白糖
和風弁当	3003	上白糖
和風弁当	4040	油揚げ
和風弁当	6048	西洋かぼちゃ
和風弁当	6061	キャベツ
和風弁当	6084	ごぼう
和風弁当	6183	ミトマ
和風弁当	6214	人参・皮むき
和風弁当	9031	干しひじき
和風弁当	10188	すずき
和風弁当	11221	鶏もも
和風弁当	12018	厚焼きたまご(砂糖入り)
和風弁当	14006	調合油
和風弁当	16025	本みりん
和風弁当	17007	濃口しょうゆ
玄米茶(浸出液)	16041	玄米茶(浸出液)

表6. 国民健康・栄養調査における食品名と料理名の種類、摂取量推定のための取り扱い

食品名	料理名	摂取量推計における取り扱い
食材 (芋、野菜、米、小麦粉類)	料理方法を判別することが可能	推計対象食品に関して、必要に応じて調理方法を分類し摂取量を算出する。
	料理方法を判別することが困難(調理コードが無い、料理名から判別不可能)	推計対象食品に関して、調理方法不明と分類し、仮定に基づいて摂取量を算出する。
加工品(パン、麺、菓子類、茶、飲料、種実類、調味料)	—	推計対象の加工品に関してのみ摂取量を算出する。
食品を判別できない名称(給食コードや空白)	—	計算対象外とする。

4. 調理法別じゃがいもおよび野菜類の摂取量および摂取者割合の推計

4-1. じゃがいもの調理法の判定

素揚げおよび炒め、下炒めされたじゃがいもの摂取量を算出するために、国内におけるじゃがいもの一般的な調理方法として表7に示した6つの分類を設定し、国民健康・栄養調査データにおける個々の食事記録の料理名と食品名の組み合わせをもとに当該食品の調理方法を判定し、摂取量と摂取者割合を推定した。一つの料理名に対して同一の6名で判定を行った。なお、判定対象の料理名は1,548種類であった。

表7. じゃがいも類の調理法の判定方法

分類番号	定義
1	フライドポテト、素揚げしたじゃがいも、商品名または名前から同等のものと考えられるもの。
2	じゃがいもを炒める(ソテーを含む)または焼く(グリル)もの、オープン調理を含む。
3	下処理で炒めて煮るもの。
4	生の状態のものや茹でたものにくもを付けて揚げるもの。コロッケを含む。
5	ゆで、蒸し、ふかし、炊くもの、煮物、じゃがいもを炒めず水で加熱する鍋料理、汁物、スープ等。調理過程に素揚げや炒めを含まないもの。ポテトサラダを含む。(離乳食はこれに含めた)
6	料理名からでは調理法を判断できないもの(聞いたことのない料理名、給食、定食、弁当、付け合わせなど)

4-2. 野菜類の調理法の判定

推定対象の10種の野菜類に対しては、表8に示した6つの調理法分類を設定し、食品名と料理名の組み合わせをもとに調理法の判定を行った。判定対象の料理名と野菜の組み合わせは約11,000であり、各料理名に対して11名の中からランダムに選定した3名で判定を行った。なお、10種の野菜を対象としており、じゃがいもに比べて調理方法がさまざまであるため、判定方法を変更した。判定手順は以下のとおりである。

- ① 料理名におかず様の料理情報が記載されているかを判定し、記載されていない場合は分類6とする。「定食」、「給食」の記載のみなどがこれに該当する。
- ② 料理名と食材の組み合わせから、当該食材の調理方法(分類1-6)を判定する。なお、メインのおかずには含まれないと考えられる場合は、付け合せと想定して調理方法を判定する。判定できない場合は6とする。

表8. 野菜類の調理方法分類一覧

分類番号	定義	具体例
1	素揚げしたもの、商品名や料理名から同等のものと思われるもの、素揚げした後煮るもの。	「なす素揚げ」
2	炒めもの(ソテー、炒め煮を含む)、焼きもの、グリル、オーブン、電子レンジで調理するもの。ホイール焼き・蒸し焼き料理はこれに含まれる。ただし、電子レンジで煮る、蒸す場合は5とする。	チャーハン、グラタン、ハンバーグ、お好み焼き、オムレツ、肉巻き野菜
3	下処理で炒めて煮る場合と炒めずに煮る場合の両方の調理方法が考えられるもの。	カレー、シチュー、肉じゃが。ただし、トッピング等の加熱後(もしくは加熱終盤)に加える野菜(例:肉じゃがのいんげん)は除く。
4	生の状態のものや茹でたものに小麦粉やパン粉、皮等の衣を付けて揚げるもの、焼くもの。	かき揚げ、揚げ/焼きぎょうざ、揚げ/焼きしゅうまい、天ぷら。ただし、下処理において炒める場合などは除く。
5	調理過程に素揚げや炒めを含まないもの。生で食べるもの、ゆで、蒸し、ふかし、炊き、煮物、炒めずに水で加熱する鍋料理等。離乳食はこれに含まれる。	漬け物、ポテトサラダ
6	料理名からでは調理法を判断できないもの。	「〇〇定食」、「給食」

表9. AA摂取量推計における各種調理野菜の取り扱い

分類番号	AA摂取量推定における取り扱い
1	揚げものとして推定対象とする。
2	炒めものとして推定対象とする。
3	炒めものあるいは煮物として50%ずつ配分し、炒めものを推定対象とする。ただし、根拠が得られた食材については、別途配分率を設定する。
4	推定対象外とする。(ただし、衣部分で生成するAAは別途考慮する。)
5	推定対象外とする。
6	揚げもの、炒めもの、下炒めに20%ずつ配分し、それらのみ推定対象とする。

4-3. トースト食パンの判別

食品名「食パン」のレコードに対し、調理コード「R」（「焼き物」に対して付記される）が記録されているものについてトーストされたものと判断した。

5. 小麦粉類から作ったパン、クッキーの判別

料理名と食品名の組み合わせから自家製パンとクッキー類の摂取状況を解析した。解析の結果、自家製のパンやクッキーは僅かであると判断し摂取量推定の対象外とした。

5-1. 食パン、ロールパン、ぶどうパン、コッペパンの判別

- 1) 食品名に（食材に）強力粉、中力粉、薄力粉、全粒粉強力粉、ホットケーキミックス粉、全粒粉ライ麦粉、ライ麦粉、上新粉が記録された（使用された）料理名を抽出。
- 2) 料理名に「パン」、「ベーグル」、「トースト」、「サンドイッチ」、「ハンバーガー」を含むものを抽出する。

- 3) 同一レコード中にフライ調理に使用する素材があり、かつ小麦粉類の摂取量が少ない場合には、その小麦粉類はパンではなくそれ以外の材料に使われたものとする。
- 4) 同一レコード中に、パンの酵母、食塩、上白糖、ショートニング、脱脂粉乳等があり、各材料粉と小麦粉の重量が他の材料よりも大きく、配分が妥当であれば、当該小麦粉はパンの材料として使われたものとする。ただし、カレーパンは推定対象外とする。
- 5) 料理名に「食パン」「トースト」「サンドイッチ」を含むものは食パン、それ以外はロールパン、ぶどうパン、コッペパンの分類のパンとする。

5-2. 蒸しパンの判別

- 1) 食品名（食材）に強力粉、中力粉、薄力粉、全粒粉強力粉、ホットケーキミックス粉、全粒粉ライ麦粉、ライ麦粉が記録された（使用された）料理名を抽出する。
- 2) 料理名に「蒸」と「パン」、「むしばん」を含むものを抽出。抽出された料理名について蒸しパンに該当するか否かを判断した。

5-3. 米粉パンの判別

- 1) 食品名に（食材に）めし類、米類、強力粉、中力粉、薄力粉、全粒粉強力粉、ホットケーキミックス粉、全粒粉ライ麦粉、ライ麦粉、上新粉が記録された（使用された）料理名を抽出。
- 2) 「米」と「パン」、あるいは「ゴパン」を含む料理名を抽出し、抽出された料理名について米粉パンに該当するかを判断した。

5-4. クッキーの判別

- 1) 食品名に（食材に）強力粉、中力粉、薄力粉、全粒粉強力粉、ホットケーキミックス粉、全粒粉ライ麦粉、ライ麦粉、上新粉が記録された（使用された）料理名を抽出。
- 2) 料理名をもとに「クッキー」、「ビスケット」を含む記録を抽出した。

6. 調理による重量変化率の検討

食品中のAA濃度の調査結果に基づいて選定した推定対象食品は国民健康・栄養調査における食品分類と必ずしも対応していないため、必要に応じて日本食品標準成分表2010（文部科学省 2010）や市販品情報等に基づき換算係数を決定し、推定対象食品の重量へと変換した。（表10）。

表10 推定対象食品の重量変化率

食品コード	食品名	推定対象食品グループ名	重量変化率	根拠
1080	玄米	炊飯米	2.1	日本食品標準成分表2010
1081	半つき米	炊飯米	2.1	同上
1082	七分つき米	炊飯米	2.1	同上
1083	精白米	炊飯米	2.1	同上
1084	胚芽精米	炊飯米	2.1	同上
1090	玄米全かゆ	炊飯米	0.4	日本食品標準成分表2010
1092	七分つき米全かゆ	炊飯米	0.4	同上
1093	全かゆ	炊飯米	0.4	同上
1095	半つき米五分かゆ	炊飯米	0.2	同上
1097	精白米五分かゆ	炊飯米	0.2	同上
1102	陸稻玄米	炊飯米	2.1	同上
1105	陸稻精白米	炊飯米	2.1	同上
1110	アルファ化米	炊飯米	1.7	市販品の情報
16033	玉露(茶葉)	緑茶・ウーロン茶(浸出液)	6	日本食品標準成分表2010
16035	抹茶(粉末)	緑茶・ウーロン茶(浸出液)	6	日本食品標準成分表2010
16036	せん茶(茶葉)	緑茶・ウーロン茶(浸出液)	43	日本食品標準成分表2010
19630	ココア飲料	ココア(粉末)	0.056	市販品の情報

【引用文献】

文部科学省科学技術・学術審議会 資源調査分科会 報告（2010）日本食品標準成分表2010

添付資料 2

陰膳調査協力者に対する説明資料

食事調査の流れ

①1日に摂取したものを
すべて記録して下さい
(食事記録例を参照)



記録が漏れやすいもの

- *お茶やコーヒー等の飲みもの
- *薬を飲むときの水・白湯
- *菓子類
- *調味料 など…



②写真を撮る
加熱調理前後の写真を撮る

〈調理器具〉
〈火加減〉
〈調理時間〉
を記録する



調理方法の記入例

- ・揚げ(170°C5分)
- ・揚げ焼き(中火5分) ←多めの油で焼くこと
- ・炒め(フライパン強火8分)
- ・焼き(ガスコンロ 15分)
- ・電子レンジ(800w2分)
- ・ノンオイルフライヤー(10分) など…
- *カレーや肉じゃがなど炒めた後、煮る場合は
両方記入すること(炒め5分後、煮る10分)など
- *外食や惣菜の調理については記入不要

調理後

盛り付けた量
を記録する



食べ物

電子ばかりで重量(g)を量る
*みそ汁やスープ、ヨーグルトなど固形物と
混ぜられているようなものも重量(g)で量る



飲み物

計量カップで容量(mL)を量る
*普段使いのコップは事前に1杯の量を量り
1杯100mL×3杯など記入可能



食べる前

食べる前の状態
を写真に撮る



食べた後

食べた後の状態
を写真に撮る



食べ残しがあれば

食べ残し量
を記録する



③もう一人前をすべて保存

飲食したものを
もう1人前用意し、
保存容器(洗浄済)
に入れる



分別シール貼る

食事を記録する

	料理名	材 料	加熱調理 時間	盛り付けた量 (g/mL)	食べ残し量 (骨や皮を含む)	記入しないで ください
朝食	チーズトースト	食パン	オーブトースター2分	67 g		朝食の写真例 
		マヨネーズ		20 g		
		スライスチーズ		18 g		
	きなこヨーグルト	無糖ヨーグルト		75 g		
		黒砂糖		5 g		
カフェオレ	普通牛乳	電子レンジ600w1分	150mL			
	インスタントコーヒー		2 g			
昼食	あさりとニラ焼きそば	にんじん	炒めIH中火10分	56 g (5個)	殻33 g 残り	
		あさり殻付き				
		もやし				
		中華蒸し麺				
		ニラ				
		塩				
		こしょう				
	オイスターソース					
酢		345 g				
たこ焼き(市販・冷凍)	冷凍たこ焼き	電子レンジ800w4分	240 g (8個)			
夕食	カレーライス	鶏手羽肉	炒めIH中火5分後 圧力鍋加圧10分	94 g (2本)	骨2本34g残り	夕食の写真例 
		しょうが				
		にんにく				
		玉ねぎ				
		にんじん				
		じゃがいも				
		カレールウ				
		水				
		ごはん		175 g		
		付け合せ		ブロッコリー		
	サラダ	レタス		53 g		
		玉ねぎ				
		トマト		34 g		
	卵とホウレン草のスープ	和風ドレッシング		9 g	水分8g残り	
ホウレンソウ		煮るIH中火8分	167 g			
卵						
玉ねぎ						
水						
顆粒コンソメ						
	粉チーズ					
	乾燥パセリ					
ビール			350mL(1本)			
間食	麦茶	麦茶(水出し)		540mL		
	白湯			300mL		
	抹茶入り緑茶			380mL (2/3本)		
	ガム	メーカーや商品名を 記入してください		4粒		
	せんべい		2枚			
	チョコレート		2個			
	ポテトチップス		30 g (1/2袋)			

(協力者ID101から129および201から215の調査時に使用)

食事を記録する									
	料理名	材 料	調理前重量(g)	加熱調理時間	出来上がり総重量(g)	盛り付けた量(g)	食べ残し量(骨や皮を含む)	記入しないでください	
朝食	チーズトースト	食パン	70	オーブントースター2分		105			
		マヨネーズ	20						
		スライスチーズ	20						
	きなこヨーグルト	無糖ヨーグルト	75			75			
		黒砂糖	5						
		きなこ	5						
カフェオレ	普通牛乳	150	電子レンジ600w1分		150				
	インスタントコーヒー	2						2	
昼食	あざりとニラ焼きそば	にんじん(皮なし)	100	炒め皿中火10分		56(5個)	殻33g残り		
		あざり殻付き	150						
	もやし	200							
	中華蒸し麺	450							
	ニラ	70	885						295
	塩								
	こしょう								
	オイスターソース								
	酢								
	たこ焼き(市販・冷凍)	冷凍たこ焼き							電子レンジ800w4分
夕食	カレーライス	鶏手羽肉	320	炒め皿中火5分後 圧力鍋加圧10分	953	245	94(2本)	骨2本34g残り	
		しょうが	15						
		にんにく	15						
		玉ねぎ	150						
		にんじん	180						
		じゃがいも	200						
		カレールウ	70						
		水	600						
		ごはん							175
		付け合せ	ブロッコリー						142
	サラダ	レタス	120		170	53			
		玉ねぎ	55						
		トマト							34
		和風ドレッシング							9
	卵とハウレン草のスープ	ハウレンソウ	70	煮る皿中火8分		167			
		卵	45						
		玉ねぎ	50						
水		350							
顆粒コンソメ		5							
粉チーズ		5							
ビール					350mL(1本)				
間食	麦茶	麦茶(水出し)				540mL			
	白湯					300mL			
	抹茶入り緑茶	メーカーや商品名を記入してください				380mL			
	ガム		4粒						
	せんべい		2枚						
	チョコレート		2個						
	ポテトチップス		30g						



(協力者ID130から195および216から230の調査時に使用)

調理加熱の状態を撮る

調理加熱前



調理加熱後



加熱器具や加熱調理前後の様子がわかるように撮影してください

食事を撮る

食べる前



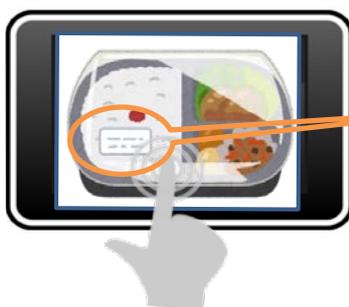
食べた後(食べ残し含む)



飲食した物をすべて食べる前と食べ終わった後に撮影してください

購入した食品を撮る

食べる前のお弁当



お弁当の表示ラベル

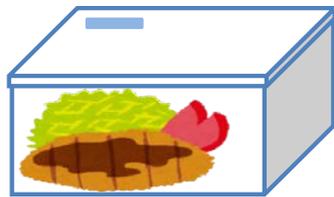


菓子やパン、冷凍食品、お惣菜、お弁当などを購入した時は、商品名やメーカー原材料がわかるように全体と表示ラベルを撮影してください

このデータを他の目的で使用することなく、部外者の目に触れることもありません。

食事を保存する

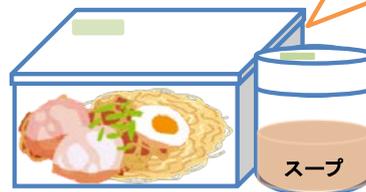
◆液が漏れる心配がないものは四角容器へ



皿に盛った状態で一緒に入れてOK



惣菜など密閉されている食品は開けずにシール付袋へ入れる



麺類は麺具とスープを分ける

インスタント食品
同じように作って
保存容器に入れる

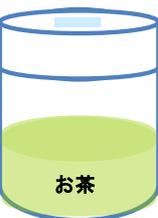
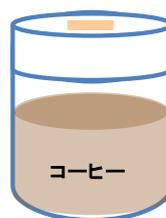
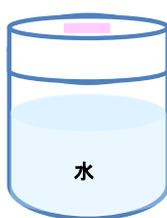


◆液状の食品や液漏れがしそうな場合は筒状容器へ



etc...

◆飲み物は種類ごとに分けて筒状容器へ



購入した物はパッケージのままOK
容器が破れそうな場合はシール付袋へ



水の入った飲み物は、水は入れずに飲み物だけ容器に入れる

筒状容器には内蓋があります。漏れないように忘れずにつけてください。
容器が傾くと漏れてしまうことがありますので、持ち歩くときには十分お気を付けてください。

◆陰膳調査で使用するもの◆

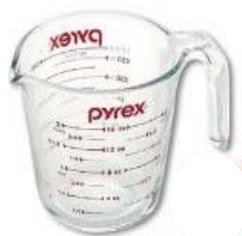


- 外出用クーラーバック(小) 1
- ・写真記録用タブレット 1
- ・キッチンスケール 1
- ・計量カップ(500mL) 1



陰膳試料用容器

- ・四角(大) 3
- ・四角(中) 3
- ・四角(小) 3
- ・丸型(液体用) 10



- 記録用クリップボード 1
- ・返却用ファイル 1
- ・調査の流れ(両面) 1
- ・記入例(両面) 1
- ・食事記録用紙(4枚) 2