

厚生労働科学研究費補助金
食品の安全確保推進研究事業

加工食品の輸出拡大に向けた
規格基準設定手法の確立のための研究

令和3年度 総括・分担研究報告書
(20KA1009)

研究代表者 中村 公亮

令和4年(2022)年 5月

目 次

I. 総括研究報告

加工食品の輸出拡大に向けた規格基準設定手法の確立のための研究・・・・・・・・・・ 1

中村 公亮

II. 分担研究報告

1. 加工食品の摂取状況を把握するための全国食事調査のデータ解析・・・・・・・・・・ 9

佐々木 敏

2. 加工食品を製造するための原材料的食品の重量の推測方法の検討・・・・・・・・・・ 36

吉池 信男

3. 残留農薬等のばく露量推定手法の開発・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 41

中村 公亮

III. 研究成果の刊行に関する一覧表・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 66

IV. 研究成果の刊行物・別刷・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 67～

厚生労働科学研究費補助金（食品の安全確保推進研究事業）
統括研究報告書（令和3年度）

加工食品の輸出拡大に向けた規格基準設定手法の確立のための研究

研究代表者 中村 公亮 国立医薬品食品衛生研究所 食品部第五室長

研究要旨

本研究では、最新の全国食事調査データを用いて加工食品からの有害な化学物質の摂取量（特に残留農薬の摂取量）を精密に推定できる新たな手法の開発を目的とする。食品中の残留農薬は、科学的根拠と国際整合性を踏まえ、リスク分析がなされ、残留基準が設けられ厳しく規制されている。そのような中で、ヒトが日々の食事から残留農薬の摂取量を精密に推計し、ヒトへのリスク分析に生かすことは健康を護るための安全な食品を確保する上で極めて重要である。食は時代によって常に変化しているため、我が国の喫食の実態に合わせて最新の情報を取り入れ推計することが求められる。食の安全に対する関心は国内のみならず、海外でも高い。したがって、我が国の最新の食事調査データを用いて、残留農薬の摂取量の推定を行い、科学的エビデンスに基づいた精密なばく露評価を行うことは、安心安全な日本産食品の輸出拡大にもつながる。本研究では、①わが国の食品の摂取量、②調理加工係数、③国際機関で残留農薬の評価に用いられる加工係数を調査し、それらのデータを統合することで、わが国の実態に合致した食事を通じた残留農薬の摂取量を精密に推計する手法を開発した。本研究の成果は、新たな残留農薬の評価、新規の加工食品からの残留農薬の摂取量の解析の加速化、輸入食品に対応した基準値設定の依頼（インポートトランス申請）等の参考資料として活用され、さらには2011年に発生した福島第一原子力発電所の事故で放出された放射性物質の食品からの摂取量推定の際にも有用になる情報の提供が期待される。

研究分担者

吉池 信男 青森県立保健大学大学院教授
佐々木敏 東京大学大学院教授

残留農薬、動物用医薬品、放射性物質等の有害な化学物質の摂取量を精密に推計し、ヒトへのリスク分析に生かし、食の安全性を確保することが求められる。現在、加工食品からの化学物質の摂取量を推計する際には、平成17～19年度に行われた食品摂取頻度・摂取量調査データを基に平成22年度に集計されたデータが考慮された手法が用いられている。しかしながら、食は時代によって変化するため、我が国

A. 研究目的

本研究では、近年行われた全国食事調査データを活用し、加工食品からの化学物質の摂取量を精密に推定できる新たな手法の開発を目的とする。食の安全を確保していく上では、日々の食事を通じて、

の加工食品の喫食の実態に合わせて推計する必要がある。食の安全に対する関心は国内のみならず海外でも高い。有害な化学物質の摂取量を推定し安全性を確認することは、日本の食の安全性に関する輸出先国の評価、ひいては輸出拡大につながることを期待される。本研究では、わが国の輸出重点品目とされる作物と加工食品に対して、輸出先国の残留農薬の規格基準の設定に関する調査、ならびに、これまでに未対応であった①わが国の最新の食品の摂取量、②調理加工係数、③加工係数に関する調査を実施し得られたデータを取り纏めデータベース化し、さらにはこれまでに作物に検出された残留農薬を例に取り上げ、残留農薬の摂取量を精密に算出して、食事による短期ならびに長期ばく露量を推計するツールを開発する。令和2年度は、①～③の設定に必要な情報の調査、データの収集、整理ならびに解析を行った。令和3年度は、以下の研究を行った。①令和2年度厚生労働省委託事業「食品摂取頻度・摂取量調査」において取り纏められた食事調査データから、食事記録をもとに食品を加工レベルに応じて分類するシステムを構築し、日本人における加工食品の摂取状況を調査した。また、国内外の食事調査法の相違点を調査した。②日本食品標準成分表2015年版(七訂)に掲載されている加工食品について、原材料的食品の配合割合を推測する方法について整理した。③輸出拡大が期待されている日本産農作物のうち、りんご、ぶどう及びトマトに着目し、これらの加工食品における加工係数の予測法の検討を行った。また、残留農薬等の長期ならびに短期ばく

露量を推計可能なツールを開発し、本研究で収集した①～③の情報をもとに算出されたばく露量と国内外の基準値と比較して考察したので報告する。

B. 研究方法

①加工食品の摂取状況を把握するための全国食事調査のデータ解析(佐々木分担報告)

(研究1) 日本人の食事記録に基づく加工食品の摂取状況の把握

収集した食事データから、サプリメントを除く延べ25,989個の料理を、食品の工業的加工のレベルに応じて分類した。参加者一人一人の食品摂取量を4日間の平均として算出し、参加者の特性ごとに、UNC分類に従って、(1)未加工/最小限の加工、(2)基本的な加工、(3)中程度の加工、(4)高度に加工された食品、の4つの加工レベルごとに摂取量を示した。摂取量は、食品の総摂取重量(g/日)と総エネルギー摂取量(kcal/日)に加え、総摂取重量に対する各カテゴリーの食品の重量寄与率(%)、総エネルギー摂取量に対する各カテゴリーの食品のエネルギー寄与率(%)として示した。参加者特性のカテゴリーによって「高度な加工」に分類される食品の重量寄与率とエネルギー寄与率が異なるかどうかを検討するため、対応のないt検定または一元配置分散分析を行った。カテゴリー間に有意差がみられた場合にはTukeyの多重比較検定を行った。P<0.05の場合に有意差ありとした。統計解析にはSAS 9.4を用いた。

(研究2) 各国の食事調査法のレビュー
各国の食事調査法の違いを明らかにす

るため、2018～2019年に発表された、世界各国の国を代表する規模の食事調査に関する2つのレビュー論文から、41か国における食事調査法について国名、調査名、調査年、対象者数、調査参加者の年齢層、食事調査法に関する情報を抽出した。

②調理加工係数の問題点の把握（吉池分担報告）

調理加工係数は、原則として日本食品標準成分表 2015 年版(七訂)に記載されている食品の成分値と、標準的な原材料配合割合に基づいて算出された値とした。原材料配合割合が掲載されていない食品の原材料は、食品群別留意点及び関連書籍から特定した。原材料配合割合の推測は、①乾燥品、②塩蔵品、③アルコール発酵、酢酸発酵によって製造する食品、④その他の加工食品に分け、検討した。

乾燥食品は、原材料的食品を乾燥させただけの加工食品である。そこで、原材料的食品の水分量と加工食品の水分量から、加工食品を製造するために必要な原材料的食品の重量を算出した。

塩蔵食品は、主な原材料的食品 1 つと食塩から製造される食品とした。食塩には水分がないことから、原材料的食品の水分量と加工食品の水分量から、加工食品を得るための原材料的食品の重量を算出した。塩蔵品に含まれる食塩の量から塩蔵品を製造するために必要な食塩の量を求めた。

アルコール発酵、酢酸発酵によって製造する食品は、アルコール発酵、酢酸発酵の化学反応式と量的関係を用いて、加工食品中の利用可能炭水化物、アルコール、酢酸の量から原材料的食品の重量を推測した。

その他の加工食品は、原材料的食品の成分値と加工食品の成分値から(連立)方程式を立て、加工食品を製造するために必要な原材料的食品の重量を算出した。

③海外の残留農薬の規格基準の設定の際に議論されたデータの情報解析と残留農薬の摂取量の推定への応用（中村分担報告）

PFを予測する方法の開発:

FAOのホームページより、1975年から2022年までに公開されたJMPR/JMPSの評価書(Evaluation)及び報告書(Report)1,740点を入手した。入手した評価書及び報告書のうち、りんご、ぶどう及びトマトのジュース、ポマース及び乾燥ポマースの加工係数について報告のある農薬を選択し、各評価書及び報告書よりPFに関するデータを収集した。収集したPFデータのうち、農薬の規制対象に代謝物が含まれる場合には、親化合物のPFのみを解析対象とした。RAC及び加工食品の双方において親化合物の残留が認められず、かつ代謝物の物性値が明らかでない場合、当該農薬は解析対象外とした。また、RAC及び加工食品の双方において親化合物の残留が認められない一方、代謝物が検出され、かつ代謝物の物性値が明らかとなっている場合には、代謝物のPFデータを対象として解析を行った。各農薬等の分子量、蒸気圧、logKow、水への溶解度及び比重は、The Pesticide Manual 18th Edition5及びJMPR/JMPSの評価書及び報告書より収集した。

データ解析は、Rソフトウェア及びJMPソフトウェアを用いて行った。各農薬のPFについて代表値が必要な場合には、複数の加工

試験から得られた PF の中央値を用いた。

各データの正規性は Shapiro-Wilk test により確認した。PF 及び農薬の物性値の関連性は相関分析及び単回帰分析により検討した。相関分析においては Spearman の順位相関係数を算出し、多重比較は false discovery rate (FDR) 法により補正した。また、農薬の物性値を基に PF 予測モデルを確立できるか否かを明らかとするため、PF を目的変数、農薬の物性値を説明変数とした重回帰分析を行った。説明変数の選択は強制投入法及びステップワイズ法(変数増減法)により行い、ステップワイズ法においては、赤池情報量規準(Akaike Information Criterion, AIC)の値が最小となるようにモデル選択を行った。いずれの検定においても、 $p < 0.05$ を有意差ありとした。

残留農薬等の摂取量を推定方法の開発:

残留農薬等のばく露量推計用の計算プログラムには、エクセルの VBA を使った Excel 2019 のマクロを用いた。計算プログラムのインプット情報には、以下の 3 種類のデータを供した。

①食品の摂取量データ

分担研究者佐々木らがまとめた、調査対象を年齢区分(1~6 歳、7~64 歳、65 歳以上、14~50 歳の妊娠可能な女性と参加者全体[1 歳以上])における食品の摂取量データを用いた。

②調理加工係数データ

分担研究者吉池らがまとめた、各食品の原材料までを分解させるために必要な換算係数のデータを用いた。

③農薬等の PF データ

分担研究者中村らがまとめた、海外ならび

に国際機関の報告書ならびに評価書を参考に取り纏めたデータを用いた。

残留農薬のばく露量の推計には、平成 30 年度において“ぶどう”で検出された 54 品目の農薬の最大残留濃度を供した。

C. 研究結果、考察、および結論

①加工食品の摂取状況を把握するための全国食事調査のデータ解析(佐々木分担報告)

(研究 1) 日本人の食事記録に基づく加工食品の摂取状況の把握

日本人の加工食品の摂取状況を明らかにすることを目的として、2013 年に日本人成人男女 392 人から得られた 4 日間の全国食事記録調査のデータに登場するすべての食品と料理を、加工レベルに応じて(1)未加工/最小限の加工、(2)基本的な加工、(3)中程度の加工、(4)高度な加工の 4 段階に分類した。分類にあたっては、商品情報がない既製品の料理(惣菜等)を、食材に分解せず料理ごと各カテゴリーに分類する方法 A と、食材レベルまでに分解したのち食品番号に基づいて分類する方法 B の 2 通りの方法で行った。その結果、加工食品の分類方法による違いをみると「高度な加工」食品のエネルギー寄与率は方法 A で 48%、方法 B で 33%であり、方法 A において高かった。どちらの方法がよいかどうかは現時点では不明だが、方法により「高度な加工」食品の摂取量の見積もりに 15%の差が出る点は、加工食品の摂取量を推定したり、異なる調査間でデータを比較したりする際に考慮する必要があった。本研究と同じ UNC の分類システムを使用した先行研究(2012 年に米国

で行われた世帯を対象とした食品購入状況調査)では、高度な加工食品のエネルギー寄与率は61%であった。よって、方法によらず、日本人における「高度な加工」食品のエネルギー寄与率はかなり米国に比べて低いレベルであることが示唆された。

性別間で比較すると、「高度な加工」食品の重量寄与率は男性のほうが高い一方で、エネルギー寄与率は女性のほうが高かった。これは、女性のほうがエネルギー密度の高い「高度な加工」食品をより多く摂取しているためと考えられる。また、60歳以上の高齢なグループは、より年齢の若いグループと比べて「高度な加工」食品の重量・エネルギー寄与率が低かった。さらに、喫煙歴のないグループは現在喫煙しているグループに比べて「高度な加工」食品の重量・エネルギー寄与率が低かった。

以上の結果から、残留農薬等のばく露(摂取)によって生じる健康被害に対する予防対策を講じるためには、残留農薬等が含まれる食品を原料の一部(または全部)とする加工食品の種類とその加工の程度、そしてその摂取量を明らかにすることが必要であると考えられた。

(研究2) 各国の食事調査法のレビュー

各国の食事調査法のレビューを行った結果、令和2年度厚生労働省委託事業「食品摂取頻度・摂取量調査」の対象者数・調査実施期間は、各国の調査の中でも対象者数と調査日数ともに上位にあった。また、全国から参加者を募っているために代表性が高く、全国の管理栄養士の協力の下、標準的かつ丁寧な手法で食事記録とデータ整理を行ったという方法的利点があった。これら

のことから、食品摂取頻度・摂取量調査から得られたデータは、基礎データとして世界の食事調査に比肩するものであり、食事の化学物質に関する政策決定にとどまらず、様々な目的の健康・栄養行政に広く資するものであることが示唆された。

②調理加工係数の問題点の把握(吉池分担報告)

本研究では、日本食品標準成分表2015年版(八訂)に掲載されている加工食品の原材料的食品の配合割合を推測する方法を整理した。まず、加工食品の原材料的食品の配合割合を推測する方法として、日本食品標準成分表に原材料配合割合が記載されている食品と掲載されていない食品に大きく分けることができた。原材料配合割合が記載されていない食品の原材料配合割合を推測する方法には、原材料と加工食品の水分量に着目する方法(乾燥食品と塩蔵食品)、アルコール発酵、酢酸発酵の反応式に着目する方法、原材料と加工食品の成分値から(連立)方程式を用いる方法に分けることができた。

日本食品標準成分表に原材料配合割合が記載されている食品は168食品であった。乾燥食品に分類される食品は27食品、塩蔵食品に分類される食品は52食品、アルコール発酵、酢酸発酵によって製造する食品に該当する食品は17食品、日本食品標準成分表に掲載されている食品で(連立)方程式を用いて原材料的食品の重量が推測できた食品は415食品であった。

③海外の残留農薬の規格基準の設定の際に議論されたデータの情報解析と残留農薬

の摂取量の推定への応用(中村分担報告)

PF を予測する方法の開発:

JMPR 及び JMPS が公開している PF データの網羅的解析により、りんご及びトマトのジュース、ポマース及び乾燥ポマース、及びぶどうのジュースにおいて、PF と農薬の $\log K_{ow}$ 及び水への溶解性に関連性があることが示唆された。すなわち、農薬の物性値から PF を推定できる可能性が考えられた。一方で、分子量、蒸気圧、 $\log K_{ow}$ 、水への溶解度及び比重から PF を予測する重回帰モデルの説明率は最大でも 31%であったことから、PF をより精確に予測するためには、さらなるデータの精査及びモデルの改良が必要であった。

残留農薬等のばく露量の推定方法の開発:

開発したばく露量計算ツールを用いて、食品の摂取による農薬のばく露量を推計することができた。平成 30 年度のぶどう中の残留農薬等のモニタリング結果によると、海外産と国内産のぶどうの残留農薬の検出された品目と濃度は異なることから、ぶどうの産地によっては、農薬の推定ばく露量のパターンに影響を与えた。例えば、抗カビ剤として使用される pyrimethanil は、海外産ぶどうを摂取した場合の短期ばく露量としては一番多く算出された。一方、国内産ぶどうからは、pyrimethanil は検出されていなかった。本研究では、ぶどうを含むすべての食品から検出された農薬のばく露量を試算し、その推計量と基準値とを比較した結果から、以下の点が示唆された。

1. 年齢区分毎の各農薬のばく露量のパターンは、PF が同じであれば相似となる。本研

究で用いた以下の方程式(1)において説明できる。

ADI との比較の参考となるばく露量の計算:

$$CP_{作物}^{農薬} \times 0.001 \times \sum_{食品} \left\{ PF_{作物}^{食品} \times \prod_{n分解} CF_{n分解}^{食品} \times FC_{平均}^{食品} \div BW_{平均}^{食品} \right\} \dots (1)$$

$CP_{作物}^{農薬}$: 作物から検出した農薬の濃度

(mg/kg)

$PF_{作物}^{食品}$: 作物から食品の農薬加工係数

$CF_{n分解}^{食品}$: 食品を分解し、最終的に作物に

分解される系列のn分解目の調理係数

$FC_{平均}^{食品}$: 食品の平均摂取量 (g/day/person)

$BW_{平均}^{食品}$: 平均体重 (kg bw/person)

したがって、 $PF_{作物}^{食品}$ が同じ (農薬、作物、食品によらず一定の PF) となれば ADI (許容一日摂取量) との比較の参考となる値は

$$CP_{作物}^{農薬} \times 0.001 \times PF \times \sum_{食品} \left\{ \prod_{n分解} CF_{n分解}^{食品} \times FC_{平均}^{食品} \div BW_{平均}^{食品} \right\} = CP_{作物}^{農薬} \times 0.001 \times PF \times FF_{年齢区分}$$

となる。ただし、 $\sum_{食品} \left\{ \prod_{n分解} CF_{n分解}^{食品} \times$

$FC_{平均}^{食品} \div BW_{平均}^{食品}$ を $FF_{年齢区分}$ とした。

したがって、 $FF_{年齢区分}$ を年齢区分の関数と

考えると、 $FF_{年齢区分}$ は ADI(許容一日摂取

量)との比較の参考となる結果の年齢区分

の分布における形状因子、 $CP_{作物}^{農薬} \times$

$0.001 \times PF$ はゲイン項と考えることができる。

すなわち、 PF が農薬によらず一定と仮定す

ると、形状因子は農薬に依存する項目を持たないことになり、形状が一定、ゲイン項に

比例することになり相似形状となる。

2. 各農薬のばく露量は、 PF が大きく影響していることが示唆された。例えば、65 歳以上のグループでは、Pyrimethanil のばく露量は 0.082 mg/kg bw/day であったのに対し、Fenhexamid のばく露量は 0.017 mg/kg bw/day であった。このばく露量の差は、ぶどう酒 白(食品番号 16010)の PF 値(Pyrimethanil=2.9、Fenhexamid=0.9)の差によるものであった(農薬濃度はそれぞれ 1.75 ppm と 1.15 ppm、ぶどう酒 白の摂取量は共に 800 g/人/day)。

3. 算出された各農薬のばく露量(mg/kg bw/day)は、インプット情報として用いた農薬の検出濃度が影響した。方程式(1)を用いた場合、各農薬の検出濃度 CP は、ばく露量のゲイン項であることから、検出濃度に比例することになるからである。

4. 調査対象とした年齢区分によって、食品の喫食に関する嗜好性の違いから、農薬の

ばく露量は異なっていた。ばく露量の形状

因子は、 $FC_{平均}^{食品}$ に依存するからである。(た

だし、ばく露量は、推計に用いる平均体重に反比例する。)

5. 「1～6 歳の小児」における長期ばく露量は、他の年齢区分に比べ圧倒的に多いが、短期ばく露量は、他の年齢区分と同程度であった。これは、食品への嗜好性の影響が反映しているためと思われる。すなわち、食事調査データの重要性を示唆している。

6. ADI は全食品からの影響を合算するが、ARfD は食品の 97.5%タイル摂取量から計算されるばく露量の最大値から推定される(方程式(2))。

ARfD(急性参照用量)との比較の参考となる結果：

$$CP_{作物}^{農薬} \times 0.001 \times \max_{食品} \left\{ PF_{作物}^{食品} \times \prod_{n分解} CF_{n分解}^{食品} \times FC_{97.5\%tile}^{食品} \div BW_{97.5\%tile}^{食品} \right\} \dots (2)$$

$CP_{作物}^{農薬}$: 作物から検出した農薬の濃度 (mg/kg)

$PF_{作物}^{食品}$: 作物から食品の農薬加工係数

$CF_{n分解}^{食品}$: 食品を分解し、最終的に作物に分解される系列の n 分解目の調理係数

$FC_{97.5\%tile}^{食品}$: 食品の 97.5%tile 摂取量

(g/day/person)

$BW_{97.5\%tile}^{食品}$: 97.5%tile 体重

(kg bw/person)

(1)と(2)の両式には、食品の摂取量データが含まれている。したがって、年齢区分毎の食品の摂取量データは、ばく露量に影響した。

7. Fenpropathrin の短期ばく露量推計値と JMPR が設定した ARfD 値との比は 0.344 で、他の農薬等と比較して高く算出された。Fenpropathrin のばく露量は他の農薬に比べ少ないが、本農薬には ARfD 値が低く設定されているためと推測された。

本研究の最終年度(令和 4 年度)では、日本人の加工食品を含む食品の最新の摂取量データを用いて残留農薬等の日本人のばく露量を算出し、国内外の基準値等と比較して考察したい。

D. 健康危険情報

なし

E. 研究発表

各分担研究報告欄に記載した。

F. 知的財産権の出願・登録状況

なし

厚生労働科学研究費補助金（食品の安全確保推進研究事業）
分担報告書（令和3年度）

加工食品の摂取状況を把握するための全国食事調査のデータ解析

研究分担者 佐々木 敏 東京大学大学院医学系研究科社会予防疫学分野 教授

研究要旨

（研究1）日本人の食事記録に基づく加工食品の摂取状況の把握

日本人の加工食品の摂取状況を明らかにすることを目的として、2013年に日本人成人男女392人から得られた4日間の全国食事記録調査のデータに登場するすべての食品と料理を、加工レベルに応じて(1)未加工／最小限の加工、(2)基本的な加工、(3)中程度の加工、(4)高度な加工の4段階に分類した。分類にあたっては、商品情報がない既製品の料理(惣菜等)を、食材に分解せず料理ごと各カテゴリーに分類する方法Aと、食材レベルまでに分解したのち食品番号に基づいて分類する方法Bの2通りの方法で行った。「高度な加工」に分類された食品の重量寄与率は方法Aで32%、方法Bで21%であり、エネルギー寄与率は方法Aで48%、方法Bで33%であった。農薬等曝露(摂取)によって生じる健康被害に対する予防対策を講じるためには、農薬等が含まれる食品を原料の一部(または全部)とする加工食品の種類とその加工の程度、そしてその摂取量を明らかにすることが必要であり、本報告はそのための基礎資料を提出しえたものと考えられる。

（研究2）各国の食事調査法のレビュー

各国の食事調査法の違いを明らかにするために文献レビューを行い、41か国における全国レベルの食事調査法について表にまとめた。その結果、諸外国では個人を対象とする複数日の24時間思い出し法が主流であることが明らかになった。2016～19年度に行われた食品摂取頻度・摂取量調査は調査日数、対象者数、方法のいずれにおいても世界の調査に比肩するものであり、加工食品による化学物質の摂取量推定のみならず、各種栄養・健康行政に広く資すると考えられる。

研究協力者

村上健太郎（東京大学大学院）
篠崎奈々（東京大学大学院）

摂取量を推定する際には、平成22年度に行われた国民健康・栄養調査のデータを考慮した手法が用いられている。しかしながら、食は時代によって複雑に変化するため、我が国の加工食品の喫食に関する実態に基づいて最新の情報を取り入れる必要がある。近年、日本産加工食品の輸出拡大も期待されているところであり、食の安全に対する関心は、国内のみならず海外でも高

A. 研究目的

人が日々の食事から残留農薬等の化学物質をどれくらい摂取するかを把握することは、食の安全を確保していく上で極めて重要である。現在、加工食品から化学物質の

い。そこで、我が国の最新の加工食品の喫食実態に合わせて、化学物質の摂取量の推定を行い、綿密な評価を行うことが国際的にも求められている。

我々は日本人の加工食品の摂取状況を明らかにすることを目的として、2016年から2019年度に全国的な食事記録調査である「食品摂取頻度・摂取量調査」を実施した。本研究班においては昨年度、このデータをもとにして1~79歳の4,692人における食品および食品群の摂取量の分布を明らかにした。次の段階として、この食事データに調理加工係数(平均的な原材料の種類を重量比から細分化するための係数)を組み合わせ、加工食品中の各原材料の含有量を把握する必要がある。しかし、加工食品に含まれる原材料の組成は製品ひとつひとつにおいて異なるはずであり、正確な値を知ることはできない。よって、調査加工係数の設定に関してどの程度の誤差を許容するかという点が実際的な問題となってくる。そこで考慮すべきは「加工食品が食事全体にどの程度寄与しているのか」ということである。食事全体に対する加工食品の寄与が小さければ、調理加工係数の誤差の影響は全体から見ると小さくなるため、ある程度大雑把に調理加工係数を設定しても大きな問題はないといえる。一方で、食事全体に対する加工食品の寄与が大きければ、調理加工係数の設定において誤差が全体に与える影響は大きくなる。しかし、日本では加工食品の摂取状況に関する研究はほとんどなく、加工食品の定義や分類方法が確立されていないために、加工食品の寄与率も十分に明らかになっていない。

そこで本研究の目的は、食事記録データ

をもとに食品を加工レベルに応じて分類するシステムを構築し、日本人における加工食品の摂取状況を記述することとした。また、国民の加工食品の摂取状況は、最終的には国を代表するレベルの大規模な食事調査データに基づいて推定することが望ましいが、食事調査の方法は国によってそれぞれ異なると考えられる。そこで、各国の食事調査法の違いを明らかにするため、文献レビューを行った。

B. 研究方法

(研究1) 日本人の食事記録に基づく加工食品の摂取状況の把握

食事データ

日本人の加工食品の摂取状況を把握するためには、食品を加工レベルに応じて分類するシステムを構築する必要がある。そのため、まずは過去に行われた比較的小規模かつ詳細な食事記録調査のデータを用いて、分類システムの構築を試みることにした。調査の詳細はすでに論文で発表されているため(1,2)、ここでは手短かに説明する。調査は2013年2~3月にかけて23都道府県で実施された。参加者は20~69歳の健康な女性196人と男性196人である。参加者の中に管理栄養士や医療従事者、医師や管理栄養士による食事療法を受けたことがある人、糖尿病による教育入院歴がある人、妊娠中・授乳中の人には含まれなかった。参加者は非連続の4日間(夜勤の日とその前後の日を除く勤務日3日および非勤務日1日)に、摂取したすべての食品と飲料を食事記録用紙に記録した。各地域の調査担当管理栄養士が食事記録のつけ方とデジタルスケール(KD-812WH、タニタ)の使い方を説

明した。食事記録用紙は4つの食事場面(朝食・昼食・夕食・間食)に分かれており、各場面で以下の項目を記録するよう求めた: ①料理名、②食品名(飲み物や料理に含まれる食材を含む)、③料理が手作りか、既製品か、あるいはその他(新鮮な野菜や果物など生の状態で食べる食品)か、④食べた食品のおおよその量または測定重量、⑤食事をとった場所。また、市販の商品については商品名とメーカー名、外食についてはメニュー名と店舗名を記録してもらった。包装食品については、パッケージをとっておくようお願いした。

食事記録用紙とパッケージは、記録後すぐに各施設の調査担当栄養士に提出された。調査担当栄養士はできるだけ早く記録用紙を確認し、必要に応じて参加者に問い合わせを行った。各施設の管理栄養士は、日本食品標準成分表(3)を用いて、統一された手順で各食品に食品番号を付与した。包装食品と惣菜に含まれる食材の摂取重量は、おおよその分量、レストランやメーカーのホームページ、料理本、原材料表示、栄養成分表示などから、できるだけ正確に推定した。

食事記録用紙の食品名の欄に記録されたすべての食品を、調査担当栄養士が以下の3つに分類した。(1)自家製食品:家庭で調理された食品(例:炊いた飯、家庭で焼いたパン)、(2)市販食品:惣菜に含まれる食材や、製造業者によって加工された食品(例:レトルトカレー、加工肉、チョコレート)、(3)その他の食品:家庭で調理する前の未加工の食材(新鮮な野菜、肉、魚、牛乳など)や、家庭での調理時や食卓で加える調味料(サンドイッチを作るときに使うマヨネー

ズなど)。これらの食品分類と食品番号、重量は、研究事務局の2人の管理栄養士が再確認した。

体重(0.1 kg 単位)と身長(0.1 cm 単位)は、軽装かつ裸足の状態で調査担当栄養士または医療従事者が標準的な手順で測定した。BMI (body mass index) は体重(kg) ÷ 身長(m)の二乗として算出した。また、性、年齢、喫煙状況に関する情報を自記式質問票により収集した。

食品の加工レベルによる分類

食事記録用紙の料理名の欄に登場する、サプリメントを除く延べ25,989個の料理を、ノースカロライナ大学チャペルヒル校(UNC)の研究者が開発した分類システム(4)に基づき、食品の工業的加工のレベルに応じて分類した。UNCの分類カテゴリーは、加工食品の分類に最も広く用いられているNOVA分類(5)の分類カテゴリーと一致しているものの、全粒粉と精製穀物の分類はNOVA分類よりも詳しく、各食品分類の定義も一層充実している(4,6)。UNCの分類システムにおいては、食品は以下の4段階の加工レベルに分けられる:(1)未加工/最小限の加工、(2)基本的な加工、(3)中程度の加工、(4)高度な加工。各分類カテゴリーの定義と含まれる食品の例を表1に示す。

UNCの分類システムは米国のスーパーマーケットで販売されているバーコードが付与されている包装食品を分類するために開発されたが、生の人参などの生鮮野菜からコールスローなどの野菜を使った冷蔵調理済みミックス料理まで、食品カテゴリーごとに幅広くかつ詳細な食品例を示しているため、非包装食品の分類にも有用と考えられる。

以前の研究では、このシステムを用いて米国で一般的に消費されている食品を未包装品も含めて分類したところ、UNC システムは NOVA システムよりも高い評価者間信頼性を持つことが示された(6)。

国際連合食糧農業機関では、食品を加工レベルに応じて分類する際に、レシピを可能な限り食材に分解することを推奨している(7)。これまでの研究では、家庭で作られた、あるいは職人が手作りした食品や料理については、一つ一つの食材まで分解したうえで各食材を分類し、工業的に製造された包装食品については食材まで分解しないケースが多い(8-13)。一方、惣菜やレストラン料理をどのように扱うか、すなわち、そのまま単一品目として分類すべきか、食材まで分解した上で分類すべきか、ということは、これまでに十分に記述されていない(14)。また、職人が作った食品と工業製品の区別も曖昧である(15)。そこで、惣菜などの既製の料理を異なる方法で分類したときに、結果がどの程度異なるかを調べることにした。このための分類の手順を以下に、フローチャートを図 1 に示す。

ステップ 1:加工されていない食品や自家製の作られた料理は、各食材に対して分類を行う(例:家庭で作る味噌汁の味噌、水、ほうれん草、卵など)。

ステップ 2:単一の食材から構成される既製の料理(例:インスタントラーメン)については、食材に対して分類を行う。

ステップ 3:複数の食材を使用し、パッケージ食品の商品名、ブランド名、メーカー名、ファーストフード店のチェーン名などがある既成の料理は、料理に対して分類を行う。(マクドナルドで買ったハンバー

ガーは、その食品成分に分解せず、1つの商品として分類する)

ステップ 4:その他、ブランドやメーカーを特定する情報がない既製の料理(例:ブランド名のわからない調理済みのハンバーガー)については、以下の2つの方法で分類する。[方法 A] 全品目を工業的に製造された食品とみなす(すなわち、料理を食材に分解せず、料理ごと分類する)、または [方法 B] 全品目を職人によって手作りされた食品とみなす(よって、料理を食材まで分解し、食材ごとに分類を適用する)。

ステップ 1と2、およびステップ 4の方法 Bでは、日本食品標準成分表(3)の食品番号をもとに、各食品が市販食品か否かを考慮して分類を行った。例えば、食品コード 16042「ウーロン茶/浸出液」の場合、自家製の食品は「未加工、最小限の加工」のカテゴリーに、市販の食品は「基本的な加工」のカテゴリーに分類した。既製品に「自家製」または「その他」の食品が含まれている場合(例:市販の中華餃子に家庭で調味料を加えて食べた場合)、「自家製」または「その他」の食品を市販品から分離し、食品番号に基づいて個別に分類した。ステップ 4の方法 Aでは、すべての料理が、UNCの分類体系において、冷凍食品や保存食品ではなく、調理済み食品や加熱食品であると仮定して分類した。

食品の加工レベルによる分類

参加者の特性を、性、10歳ごとの年齢カテゴリー(20~29、30~39、40~49、50~59、60歳以上)、WHOによるBMIカテゴリー(18.5未満、18.5以上25未満、25以上

(16)、喫煙歴(喫煙歴なし、過去に喫煙していた、現在喫煙している)で分けて、各カテゴリーの人数と割合を表に示した。参加者一人一人の食品摂取量を4日間の平均として算出し、参加者の特性ごとに、UNC分類に従って、(1)未加工/最小限の加工、(2)基本的な加工、(3)中程度の加工、(4)高度に加工された食品、の4つの加工レベルごとに摂取量を示した。摂取量は、食品の総摂取重量(g/日)と総エネルギー摂取量(kcal/日)に加え、総摂取重量に対する各カテゴリーの食品の重量寄与率(%), 総エネルギー摂取量に対する各カテゴリーの食品のエネルギー寄与率(%)として示した。参加者特性のカテゴリーによって「高度な加工」に分類される食品の重量寄与率とエネルギー寄与率が異なるかどうかを検討するため、対応のないt検定または一元配置分散分析を行った。カテゴリー間に有意差がみられた場合にはTukeyの多重比較検定を行った。P<0.05の場合に有意差ありとした。統計解析にはSAS 9.4を用いた。

(研究2) 各国の食事調査法のレビュー

各国の食事調査法の違いを明らかにするため、2018年(17)と2019年(18)に発表された、世界各国の国を代表する規模の食事調査に関する2つのレビュー論文から、各調査に関する情報を抽出した。各レビュー論文における食事調査の抽出方法は表8の通りである。文献17にはWHOヨーロッパ地域事務局に属する34カ国の食事調査法のデータが記述されており、文献18には国を代表する規模の食事調査が行われ、かつ情報が英語で公開されている11か国の情報が記述されていた。この二つの文献から、

重複を除いた41か国における食事調査法について情報を抽出し、表にまとめた。抽出した情報は、文献17と18の両方に重複する調査項目、すなわち国名、調査名、調査年、対象者数、調査参加者の年齢層、食事調査法とした。一つの国に対して複数の調査(異なる年に行われた同一の調査など)の情報がある場合、調査年が最新の情報のみを抽出した。ただし、異なる調査で調査参加者の年齢が全く異なる場合には、それぞれの調査を分けて表にまとめた。必要な情報に応じて食事調査に関する文献19~21を参照し、情報を補足した。

C. 研究結果

(研究1) 日本人の食事記録に基づく加工食品の摂取状況の把握

参加者の特性を表2に示す。参加者の平均年齢は44.5(標準偏差13.4)歳、平均BMIは23.3(標準偏差3.6)kg/m²であった。

参加者全体の加工レベル別の食品摂取量を表3に示す。「高度な加工」に分類された食品の重量寄与率は、方法Aでは32%、方法Bでは21%であり、方法Aのほうが高かった。同様に、エネルギー寄与率も方法A(48%)のほうが方法B(33%)よりも高かった。この傾向は、表4~7に示す参加者特性別の解析でも一貫してみられた。参加者特性のカテゴリー別の傾向は方法AとBで一貫していたため、以下からは方法Aの結果について述べる。

男女別の加工レベル別の食品摂取量を表4に示す。「高度な加工」食品の重量寄与率は男性で36%、女性で27%であり、男性のほうが有意に高かった。一方、エネルギー寄

与率は男性で 49%、女性で 47%であり、男女で有意差がみられなかった。

年齢カテゴリー別の加工レベル別の食品摂取量を表 5 に示す。「高度な加工」食品の重量寄与率は 60 歳未満の各年齢カテゴリーの平均値が 31~37%であったのに対し、60 歳以上では 24%であり、他のどの年齢層と比べても有意に低かった。同様にエネルギー寄与率も 60 歳未満の各年齢カテゴリーの平均値が 47~56%であったのに対し、60 歳以上では 40%であり、他の年齢層と比べて有意に低かった。

BMI カテゴリー別の加工レベル別の食品摂取量を表 6 に示す。「高度な加工」食品の重量寄与率とエネルギー寄与率には、BMI カテゴリーによる有意差はみられなかった。

喫煙歴別の加工レベル別の食品摂取量を表 7 に示す。「高度な加工」食品の重量寄与率は、喫煙歴のないグループで 28%、現在喫煙しているグループで 38%であり、喫煙歴のないグループのほうが有意に低かった。同様に、「高度な加工」食品のエネルギー寄与率は喫煙歴のないグループで 46%、現在喫煙しているグループで 52%であり、喫煙歴のないグループのほうが有意に低かった。

(研究 2) 各国の食事調査法のレビュー

日本を含む 41 か国における 56 件の全国レベルの食事調査の方法を表 9 に示す。世帯を対象とした調査が行われているのは日本・中国・オーストラリア・ブラジル・ロシアの 5 か国のみであり、他の多くの国では個人を対象とした食事調査が行われていた。調査参加者の年齢層は幅広く、日本の国民健康・栄養調査を含む 44 件の調査が 1 歳

以上を調査対象とする一方で、11 件の調査では 0 歳児も調査対象に含めていた。

食事調査法に関しては、24 時間思い出し法を用いた調査が 33 件と最も多く、それに続いて食事記録法が 25 件、食物摂取頻度調査法が 20 件の調査で用いられ、このほかに食事歴法や食物摂取傾向調査票も少数ながら使用されていた。各調査法の合計が全調査数の 56 を上回る理由は、複数の食事調査法を併用している調査が 21 件存在するためである。このうち 14 件は 2 つの方法を併用しており、7 件は 3 つの方法を使用していた。併用されることが最も多い組み合わせは、24 時間思い出し法と食物摂取頻度調査法であった。日本では食事記録法のみを用いていた。

24 時間思い出し法と食事記録法の調査日数は最短で 1 日であった。1 日のみの調査を行っていたのはロシア、韓国(いずれも 24 時間思い出し法)に加え、日本、イスラエル、オーストリア(いずれも食事記録法)の 5 か国のみであった。最長の調査日数は 24 時間思い出し法では 3 日間(中国・フランス)、食事記録法では 8 日間(ドイツ、ただし一部の調査参加者のみ)であった。24 時間思い出し法の 79%、食事記録では全調査の 76%で複数日にわたる調査を実施していた。

D. 考察

(研究 1) 日本人の食事記録に基づく加工食品の摂取状況の把握

本研究では食品を加工レベルに応じて分類するためのシステムを構築し、その方法について記述するとともに、日本人集団における加工食品の重量・エネルギー寄与率を調

べた。

加工食品の分類方法による違いをみると「高度な加工」食品のエネルギー寄与率は方法 A で 48%、方法 B で 33%であり、方法 A において高かった。方法 A では商品情報がない既製の料理を分解せずそのまま「高度な加工」に分類する一方、方法 B では食品レベルまで分解して分類するため、この結果は当然といえる。どちらの方法がよいかどうかは現時点では不明だが、方法により「高度な加工」食品の摂取量の見積りに 15%の差が出る点は、加工食品の摂取量を推定したり、異なる調査間でデータを比較したりする際に考慮する必要がある。

本研究と同じ UNC の分類システムを使用した先行研究(2012年に米国で行われた世帯を対象とした食品購入状況調査(4))では、高度な加工食品のエネルギー寄与率は 61%であった。よって、方法によらず、日本人における「高度な加工」食品のエネルギー寄与率はかなり米国に比べて低いレベルであることが明らかになった。

性別間で比較すると、「高度な加工」食品の重量寄与率は男性のほうが高い一方で、エネルギー寄与率は女性のほうが高かった。これは、女性のほうがエネルギー密度の高い「高度な加工」食品をより多く摂取しているためと考えられる。

また、60歳以上の高齢なグループは、より年齢の若いグループと比べて「高度な加工」食品の重量・エネルギー寄与率が低かった。さらに、喫煙歴のないグループは現在喫煙しているグループに比べて「高度な加工」食品の重量・エネルギー寄与率が低かった。我々の知る限り、日本人集団において、こうした参加者の特性による加工食品の摂

取量の違いはこれまで報告されていない。

加工食品による健康影響や、添加物や農薬の摂取量は属性によって異なると考えられるため、今後検討が必要である。

農薬等曝露(摂取)によって生じる健康被害に対する予防対策を講じるためには、農薬等が含まれる食品を原料の一部(または全部)とする加工食品の種類とその加工の程度、そしてその摂取量を明らかにすることが必要であり、本報告はそのための基礎資料を提出しえたものと考えられる。

(研究 2) 各国の食事調査法のレビュー

文献 17 は世帯を対象とした調査を除外していることもあるが、欧米のほとんどの国では個人を対象とする調査を行っていた。食事調査法については詳細な食事データを得られる方法である 24 時間思い出し法と食事記録法が広く用いられていた。

複数の食事調査法を組み合わせで使用している調査が全体の 4 割程度存在した。これらの調査ではそれぞれの調査法からの推定摂取量を比較することで、精度向上につなげていた(文献 18)。先行研究(文献 18)でも指摘されているように、日本では食事記録法のみを使用し、一日のみの調査のため、食事の日間変動や調査方法による推定摂取量の差異が考慮されていない。日本の国民健康・栄養調査が世帯対象で 1 日のみの調査であることは、データを各国の食事調査との直接的な比較を困難にするだけでなく、科学的に不十分とみなされ国際学術誌に論文を掲載するにあたってのハードルになる可能性があり、今後の検討課題であると考えられる。

ところで、本研究で 2016 年から 2019 年

にかけて実施した食品摂取頻度・摂取量調査は、詳細な食事記録調査を4,692人に対して各季節2日間、合計8日間行った大規模な全国食事調査である。この食品摂取頻度・摂取量調査と、今回レビューに含めた食事調査のなかで24時間思い出し法と食事記録法を行っていた47の調査(国民健康・栄養調査を含む)について、対象者数と調査日数をプロットしたものが図2である。食品摂取頻度・摂取量調査の対象者数・調査実施期間は、各国の調査の中でも対象者数と調査日数ともに上位にある。また、全国から参加者を募っているために代表性が高く、全国の管理栄養士の協力の下、標準的かつ丁寧な手法で食事記録とデータ整理を行ったという方法的利点がある。これらのことから、食品摂取頻度・摂取量調査から得られたデータは、基礎データとして世界の食事調査に比肩するものであり、食事中の化学物質に関する政策決定にとどまらず、様々な目的の健康・栄養行政に広く資するものであると考えられる。

E. 結論

本研究では全国食事記録調査のデータを用いて、食品を加工レベルに応じて分類するシステムを構築し、加工食品の摂取量を記述にした。本研究で対象とした日本人集団における高度な加工食品の摂取寄与率は米国に比べて少ないことが明らかになった。また、高度な加工食品の摂取量は性、年齢、喫煙歴によって差がみられることが明らかになった。また、各国の食事調査法の違いを明らかにするため、文献レビューを行った結果、個人に対する複数日の食事調査が広く行われていることが明らかになった。本

課題で使用されている2016年から2019年にかけて実施した食品摂取頻度・摂取量調査は、世界各国の食事調査に比肩する価値を有するものであり、化学物質の推定のみならず各種栄養・行政に大きく貢献しうると考えられる。

参考文献

1. Asakura K, Uechi K, Sasaki Y, et al. (2014) Estimation of sodium and potassium intakes assessed by two 24 h urine collections in healthy Japanese adults: a nationwide study. *Br. J. Nutr.* **112**, 1195–1205.
2. Asakura K, Uechi K, Masayasu S, et al. (2016) Sodium sources in the Japanese diet: difference between generations and sexes. *Public Health Nutr.* **19**, 2011–2023.
3. Science and Technology Agency (2010) Standard Tables of Food Composition in Japan, 2010. Tokyo: Official Gazette Co-operation of Japan (in Japanese).
4. Poti JM, Mendez MA, Ng SW, et al. (2015) Is the degree of food processing and convenience linked with the nutritional quality of foods purchased by US households? *Am. J. Clin. Nutr.* **101**, 1251–1262.
5. Monteiro CA, Cannon G, Levy RB, et al. (2019) Ultra-processed foods: what they are and how to identify them. *Public Health Nutr.* **22**, 936–941.
6. Bleiweiss-Sande R, Chui K, Evans EW, et al. (2019) Robustness of food processing classification systems.

- Nutrients* **11**, 1344.
7. Food and Agriculture Organization of the United Nations (2015) *Guidelines on the collection of information on food processing through food consumption surveys*. Food Agric. Organ. United Nations Rome.
 8. Steele EM, Baraldi LG, Da Costa Louzada ML, et al. (2016) Ultra-processed foods and added sugars in the US diet: Evidence from a nationally representative cross-sectional study. *BMJ Open* **6**, e009892.
 9. Monteiro CA, Levy RB, Claro RM, et al. (2010) A new classification of foods based on the extent and purpose of their processing. *Cad. Saude Publica* **26**, 2039–2049.
 10. Julia C, Martinez L, Allès B, et al. (2018) Contribution of ultra-processed foods in the diet of adults from the French NutriNet-Santé study. *Public Health Nutr.* **21**, 27–37.
 11. Fiolet T, Srour B, Sellem L, et al. (2018) Consumption of ultra-processed foods and cancer risk: Results from NutriNet-Santé prospective cohort. *BMJ* **360**, k322.
 12. Juul F, Martinez-Steele E, Parekh N, et al. (2018) Ultra-processed food consumption and excess weight among US adults. *Br. J. Nutr.* **120**, 90–100.
 13. Moubarac J-C, Batal M, Louzada ML, et al. (2017) Consumption of ultra-processed foods predicts diet quality in Canada. *Appetite* **108**, 512–520.
 14. Monteiro CA, Levy RB, Claro RM, et al. (2011) Increasing consumption of ultra-processed foods and likely impact on human health: Evidence from Brazil. *Public Health Nutr.* **14**, 5–13.
 15. Gibney MJ (2019) Ultra-processed foods: Definitions and policy issues. *Curr. Dev. Nutr.* **3**, nzy077.
 16. World Health Organization/Europe. Body mass index - BMI. <https://www.euro.who.int/en/health-topics/disease-prevention/nutrition/a-healthy-lifestyle/body-mass-index-bmi>. (accessed 8 th April 2022)
 17. Rippin HL, Hutchinson J, Evans CEL, Jewell J, Breda JJ, Cade JE. National nutrition surveys in Europe: a review on the current status in the 53 countries of the WHO European region. *Food Nutr Res.* 2018 Apr 16;62.
 18. 越田 詠美子, 岡田 知佳, 岡田 恵美子, 松本 麻衣, 村井 詩子, 瀧本 秀美, 日本と諸外国における国を代表する栄養調査の比較, 栄養学雑誌, 2019, 77 巻, 6 号, p. 183-192
 19. 国立健康・栄養研究所. 栄養調査. <https://www.nibiohn.go.jp/eiken/kenko/unippon21/foreign/eiyouchousa.html> (2022 年 4 月 8 日アクセス)
 20. Swiss Federal Food Safety and Veterinary Office (FSVO). National Nutrition Survey menuCH 2014-2015. https://menuch.unisante.ch/index.php/catalog/4#metadata-data_collection (accessed 8 th April 2022)
 21. 厚生労働省. 平成 29 年 国民健康・

栄養調査結果の概要.

<https://www.mhlw.go.jp/content/10904750/000351576.pdf>(2022年4月8日アクセス)

G. 研究発表

1. 論文発表
なし

2. 学会発表
なし

H. 知的財産権の出願・登録状況

なし

表 1. ノースカロライナ大学チャペルヒル校(UNC)の研究者が開発した分類システム

カテゴリー	サブカテゴリー	定義	食品の例
未加工／最小限の加工	なし	自然界に存在する食品固有の特性を変化させない、全くまたは極めて僅かな加工を加えた単一の材料からなる食品	牛乳、コーヒー豆、果物、野菜、卵、玄米、生クリーム、はちみつ、ハーブ、スパイス、こしょう
基本的な加工	加工された基本食材	物理的または化学的プロセスを用いて抽出または精製され、食品固有の特性を変化させることによって得られた単一の分離された食品成分	甘味料を加えていない、濃縮還元ではない果物ジュース、卵の白身、全粒粉、全粒粉パスタ、油、無塩バター、佐藤、メープルシロップ、塩
	基本的な保存または予備調理をするための加工	保存または予備調理を目的として物理的または化学的処理により加工されてはいるものの、単一の食品として存続する最小限に加工された食品	甘味料を加えていない、濃縮還元の果物ジュース、粉ミルク、インスタントコーヒー、甘味料が加えられていない缶詰めの果物や野菜や豆、味付けされていない缶詰の肉、精製小麦粉からできたパスタ、精製小麦粉、白米、サワークリーム、プレーンヨーグルト
中程度の加工	風味づけのための中程度の加工	風味を向上させる目的で風味添加物を添加した最小または中程度の加工を施した単一食品で、元の植物・動物素材と直接認識することができるもの	甘味料が加えられた／風味付けされた果物や野菜のジュース・お茶・豆乳・缶詰の果物、ジャム、ポテトチップス、ベーコン、ハム、甘いコーンフレーク、チーズ、甘いヨーグルト、有塩バター
	中程度に加工された穀物製品	全粒粉に水、塩、イーストを加えて作られた穀物製品	全粒粉のパンやトルティーヤ、クラッカー
高度な加工	高度に加工された食材	工業的に製造された複数の食材の混合物で、元の植物・動物素材が分からなくなる程度まで加工し、添加物として消費されるもの(調味料、ディップ、ソース、トッピング、または混合料理の具材)	トマトソース、サルサ、パン粉、マーガリン、ショートニング、ホットケーキシロップ、人工甘味料、ケチャップ、ソース
	高度に加工された独立アイテム	工業的に製造された複数の食材の混合物で、もはや元の植物・動物源として認識できない程度に加工され、通常、添加物として消費されないもの	炭酸飲料、酒、スポーツドリンク、エナジードリンク、調味済みのポテトサラダ、ソーセージ、ホットドッグ、スパム、精製小麦粉で作られたパンやトルティーヤ、アイスクリーム、飴、チョコレート

参考文献 4 の表 1 から作成。

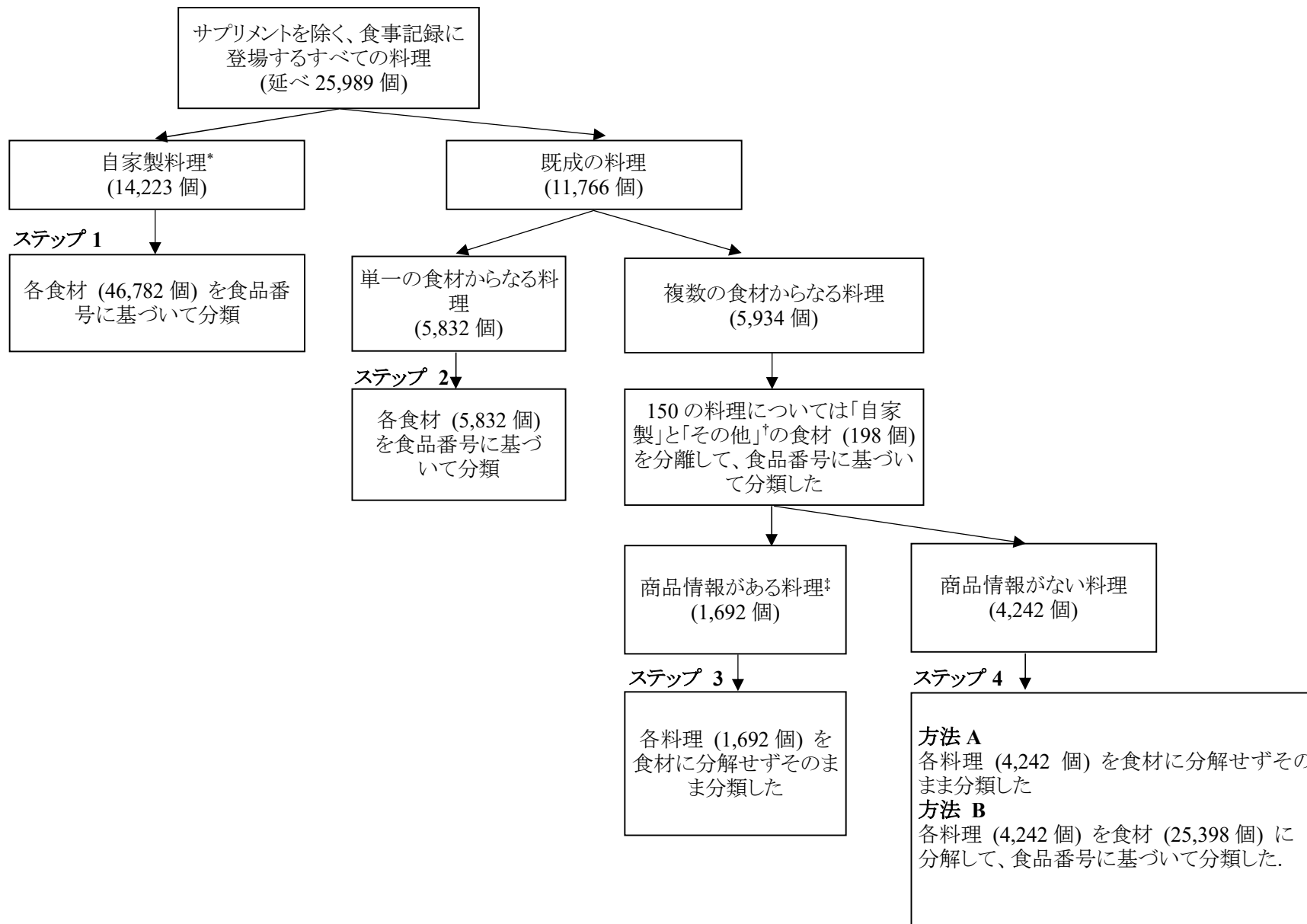


図 1. 食品と料理の分類のフローチャート

*新鮮な果物や野菜など、生の状態で食べる食品を含む。

†「その他」の食品には、家庭で調理する前の未加工の食材(新鮮な野菜、肉、魚、牛乳など。但し水は除く)と、家庭で調理する際や家庭の食卓で使う調味料(サンドイッチを作る際に使うマヨネーズなど)を含む。

‡包装食品の商品名、ブランド名、製造会社名、ファーストフード店のチェーン名などが記載された調理済み料理。

表 2.4 日間の食事記録調査の参加者の特性

特性	人数	%
性別		
男性	196	50.0
女性	196	50.0
年齢(歳)		
20-29	75	19.1
30-39	81	20.7
40-49	79	20.2
50-59	77	19.6
60 以上	80	20.4
BMI (kg/m ²)		
18.5 未満	23	5.9
18.5 以上 25 未満	272	69.4
25 以上	97	24.7
喫煙歴 (%)		
喫煙歴なし	220	56.1
過去に喫煙していた	71	18.1
現在喫煙している	101	25.8

表 3. 日本人成人 392 人の 4 日間食事記録における加工レベル別の食品の摂取量と摂取割合

変数	重量 (g/日)				重量寄与率 (% grams)				エネルギー (kcal/日)				エネルギー寄与率 (% energy)			
	方法 A*		方法 B†		方法 A*		方法 B†		方法 A*		方法 B†		方法 A*		方法 B†	
	平均	SD	平均	SD	平均	SD	平均	SD	平均	SD	平均	SD	平均	SD	平均	SD
未加工／最小限の加工	1202	574	1377	560	44	16	51	14	352	192	483	186	17	8	23	7
基本的な加工	550	268	622	280	21	9	24	10	628	281	772	281	30	11	37	10
中程度の加工	83	66	108	74	3	3	4	3	105	80	145	93	5	4	7	4
高度な加工	833	448	561	365	32	15	21	12	1007	417	692	302	48	16	33	12

SD, 標準偏差

*既成品かつ商品情報がない料理を、食材に分解せず料理ごと各カテゴリーに分類した。

†既成品かつ商品情報がない料理を、食材レベルまでに分解して食品番号に基づいて各カテゴリーに分類した。

表 4. 日本人成人 392 人の 4 日間食事記録における加工レベル別の食品の摂取量と摂取割合【男女別】

性	人数	変数	重量 (g/日)				重量寄与率 (% grams)				エネルギー (kcal/日)				エネルギー寄与率 (% energy)			
			方法 A*		方法 B†		方法 A*		方法 B†		方法 A*		方法 B†		方法 A*		方法 B†	
			平均	SD	平均	SD	平均	SD	平均	SD	平均	SD	平均	SD	平均	SD	平均	SD
男性	192	未加工／最小限の加工	1149	603	1346	588	39	16	46	14	369	219	518	206	16	8	22	8
		基本的な加工	622	297	707	308	22	10	25	10	713	319	884	303	31	12	38	11
		中程度の加工	80	69	111	78	3	2	4	3	108	87	155	99	5	3	7	4
		高度な加工	1002	499	689	427	36	16	24	13	1141	447	773	338	49	17	33	12
女性	192	未加工／最小限の加工	1254	539	1408	531	49	14	56	12	335	160	447	156	18	8	24	7
		基本的な加工	477	211	537	219	20	8	22	8	543	206	660	203	29	10	36	9
		中程度の加工	87	64	104	69	4	3	4	3	103	73	135	86	6	4	7	4
		高度な加工	665	310	434	228	27	12	18	9	872	335	611	235	47	14	33	11

SD, 標準偏差

*既成品かつ商品情報がない料理を、食材に分解せず料理ごと各カテゴリーに分類した。

†既成品かつ商品情報がない料理を、食材レベルまでに分解して食品番号に基づいて各カテゴリーに分類した。

表 5. 日本人成人 392 人の 4 日間食事記録における加工レベル別の食品の摂取量と摂取割合【年齢カテゴリー別】

年齢(歳)	人数	変数	重量 (g/日)				重量寄与率 (% grams)				エネルギー (kcal/日)				エネルギー寄与率 (% energy)			
			方法 A*		方法 B†		方法 A*		方法 B†		方法 A*		方法 B†		方法 A*		方法 B†	
			平均	SD	平均	SD	平均	SD	平均	SD	平均	SD	平均	SD	平均	SD	平均	SD
20-29	75	未加工/最小限の加工	901	461	1083	451	38	17	45	15	277	191	432	183	14	9	22	8
		基本的な加工	510	233	603	262	22	9	26	11	517	326	702	338	26	13	35	11
		中程度の加工	69	67	104	79	3	3	4	3	78	73	132	101	4	4	7	5
		高度な加工	877	462	567	357	37	17	24	13	1106	512	712	335	56	19	36	14
30-39	81	未加工/最小限の加工	1076	561	1265	542	42	15	49	12	328	166	467	180	16	6	22	6
		基本的な加工	558	262	632	278	22	9	25	9	640	262	789	280	31	10	38	10
		中程度の加工	75	58	98	64	3	2	4	3	94	71	130	80	5	3	6	4
		高度な加工	828	416	541	321	33	14	22	10	1025	401	701	266	49	14	34	11
40-49	79	未加工/最小限の加工	1176	526	1339	531	42	16	49	15	313	148	440	148	15	7	21	7
		基本的な加工	595	319	655	322	22	10	24	10	657	250	777	242	31	10	37	9
		中程度の加工	76	68	101	75	3	3	4	3	102	82	141	92	5	4	7	4
		高度な加工	913	487	664	456	33	15	23	13	1024	378	737	321	48	14	35	11
50-59	77	未加工/最小限の加工	1314	560	1503	530	46	15	53	12	392	211	522	208	18	8	24	7
		基本的な加工	543	227	616	245	19	8	22	8	627	248	764	235	29	10	35	8
		中程度の加工	98	60	125	72	4	2	4	3	132	83	175	100	6	3	8	4
		高度な加工	898	496	609	379	31	14	21	10	1051	431	741	308	47	15	33	10
60 以上	80	未加工/最小限の加工	1529	559	1683	557	54	14	59	12	445	195	551	183	22	9	27	8
		基本的な加工	541	283	602	291	19	8	21	9	690	293	822	294	33	11	39	10
		中程度の加工	98	74	110	76	3	3	4	3	121	83	147	86	6	4	7	4
		高度な加工	658	322	429	247	24	12	16	9	837	301	573	249	40	12	27	10

SD, 標準偏差

*既成品かつ商品情報がない料理を、食材に分解せず料理ごと各カテゴリーに分類した。

†既成品かつ商品情報がない料理を、食材レベルまでに分解して食品番号に基づいて各カテゴリーに分類した。

表 6. 日本人成人 392 人の 4 日間食事記録における加工レベル別の食品の摂取量と摂取割合【BMI カテゴリー別】

BMI (kg/m ²)	人数	変数	重量 (g/日)				重量寄与率 (% grams)				エネルギー (kcal/日)				エネルギー寄与率 (% energy)			
			方法 A*		方法 B†		方法 A*		方法 B†		方法 A*		方法 B†		方法 A*		方法 B†	
			平均	SD	平均	SD	平均	SD	平均	SD	平均	SD	平均	SD	平均	SD	平均	SD
18.5 未満	23	未加工／最小限の加工	1275	521	1433	521	48	13	55	10	322	131	464	161	16	6	23	6
		基本的な加工	514	248	575	244	20	7	22	7	600	214	718	193	30	10	36	9
		中程度の加工	91	71	110	70	4	3	4	3	95	65	129	72	5	4	7	4
		高度な加工	731	371	494	338	28	11	18	9	1009	477	715	363	49	14	34	11
18.5 以上 25 未満	272	未加工／最小限の加工	1214	571	1388	558	45	16	52	14	350	184	478	177	17	8	23	7
		基本的な加工	539	265	609	274	20	9	23	9	628	293	772	294	30	11	37	10
		中程度の加工	80	59	105	67	3	2	4	3	101	75	142	89	5	3	7	4
		高度な加工	826	446	557	361	31	16	21	12	995	407	682	285	48	16	33	12
25 以上	97	未加工／最小限の加工	1149	594	1334	579	42	17	49	15	364	224	501	214	17	9	23	8
		基本的な加工	588	278	669	304	22	10	26	11	634	262	784	263	30	10	37	9
		中程度の加工	91	83	115	90	3	3	4	3	120	96	157	107	5	4	7	5
		高度な加工	878	469	590	383	33	14	22	11	1041	431	716	332	48	15	33	11

SD, 標準偏差

*既成品かつ商品情報がない料理を、食材に分解せず料理ごと各カテゴリーに分類した。

†既成品かつ商品情報がない料理を、食材レベルまでに分解して食品番号に基づいて各カテゴリーに分類した。

表 7. 日本人成人 392 人の 4 日間食事記録における加工レベル別の食品の摂取量と摂取割合【喫煙カテゴリー別】

喫煙歴	人数	変数	重量 (g/日)				重量寄与率 (% grams)				エネルギー (kcal/日)				エネルギー寄与率 (% energy)			
			方法 A*		方法 B†		方法 A*		方法 B†		方法 A*		方法 B†		方法 A*		方法 B†	
			平均	SD	平均	SD	平均	SD	平均	SD	平均	SD	平均	SD	平均	SD	平均	SD
喫煙歴なし	220	未加工／最小限の加工	1290	584	1449	575	49	15	55	13	366	192	484	186	19	9	25	8
		基本的な加工	512	235	579	244	20	8	23	8	601	271	733	277	30	11	37	9
		中程度の加工	91	68	110	73	4	3	4	3	107	79	142	89	5	4	7	4
		高度な加工	696	357	451	272	28	13	18	10	899	349	615	249	46	15	31	11
過去に喫煙 していた	71	未加工／最小限の加工	1211	570	1433	534	41	15	49	12	364	194	534	178	16	7	23	7
		基本的な加工	619	256	697	278	22	9	25	10	704	301	865	284	30	11	38	10
		中程度の加工	87	72	119	80	3	2	4	2	117	83	166	96	5	3	7	4
		高度な加工	998	471	666	369	34	14	23	11	1130	421	750	311	49	15	32	10
現在喫煙 している	101	未加工／最小限の加工	1002	504	1181	501	37	16	44	14	311	186	445	186	14	7	20	7
		基本的な加工	584	323	663	336	22	10	25	11	632	282	790	274	29	12	36	10
		中程度の加工	65	55	94	69	3	3	4	3	93	80	137	98	4	4	6	4
		高度な加工	1016	505	729	448	38	16	27	14	1156	478	820	346	52	16	37	12

SD, 標準偏差

*既成品かつ商品情報がない料理を、食材に分解せず料理ごと各カテゴリーに分類した。

†既成品かつ商品情報がない料理を、食材レベルまでに分解して食品番号に基づいて各カテゴリーに分類した。

表 8. 文献 17 と 18 における食事調査の抽出方法

参考文献	17	18
調査方法	<ul style="list-style-type: none"> ・調査著者や関係者へのメールの問い合わせ ・文献データベース (Web of Science、Medline、Google Scholar、Scopus) のシステマティックレビュー 検索式: (survey* OR research* [TS]) AND (nutrition* OR diet* OR food* [TS]) AND (list of countries) ・ウェブ検索 	各国の調査実施期間のウェブページ・調査結果報告書・論文などのウェブ検索
調査対象期間	1990～2016	～2019
対象国	WHO ヨーロッパ地域事務局の 53 カ国のうち、34 か国における 109 の調査	11 か国
参加者	子供および大人	子供および大人
調査の組み入れ基準	<ul style="list-style-type: none"> ・個人レベルで実施される調査集団 ・国を代表する規模の調査 ・公表済みおよび未公表の報告書、学術雑誌、ウェブサイトから報告された調査結果 ・2 歳以上の個人を含む調査 ・特定の食品群ではなく食事全体を対象とした調査 (言語の縛りなし) 	<ul style="list-style-type: none"> ・国を代表する規模の調査 ・英語で書かれた資料・文献
調査の除外基準	<ul style="list-style-type: none"> ・集団 (世帯) レベルで収集される調査 ・調査全国規模ではない、地域限定の調査 ・1990 年以前にデータを収集した調査 ・2 歳未満のみをサンプルとする調査 ・食品群の網羅性が不完全な調査 ・対象者数が少ない (200 人未満の) 調査 	なし

表9 文献1と2における食事調査の抽出方法

地域	国	調査名	調査年	参加者		食事調査法					参考文献	
				対象者数	年齢層	24時間思い出 し法	食事記録法	食物摂取頻度 調査法	食事歴法	その他		
アジア	日本	国民健康・栄養調査	2017	3,076 世帯 (6,962 人)	1 歳以上	-	○(1 日)	-	-	-	-	18,21
	韓国	Korea National Health and Nutrition Examination Survey	2016-18	約 1 万人	1 歳以 上	○(1 日)	-	○	-	-	-	18
	中国	China Health and Nutrition Survey	2015	7,319 世帯 20,914 人	0 歳以 上	○(連続 3 日 間)	-	○	-	-	○(世帯食品消 費量調査、連 続 3 日間)	18
オセア ニア	オーストラ リア	Australian Health Survey	2011-13	9,500 世帯 12,000 人	2 歳以 上	○(非連続 2 日 間)	-	-	-	-	-	18
北米	アメリカ合衆 国	National Health and Nutrition Examination Survey	2015-16	約 5,000 人/年	0 歳以 上	○(非連続 2 日 間)	-	○	-	-	-	18
	カナダ	Canadian Community Health Survey - Nutrition	2015	約 24,000 人	1 歳以 上	○(1 日または 非連続の 2 日 間)	-	-	-	-	-	18
中南米	ブラジル	Pesquisa Nacional de Saúde	2013	62,986 世 帯	18 歳以 上	-	-	○	-	-	-	18
中東	イスラエル	Mabat national health and nutrition survey of the Elderly (Zahav)	2005-06	1,782 人	65~100 歳	-	○(1 日)	-	-	-	-	17
		Mabat first Israeli national health and nutrition survey	1999- 2001	3,240 人	25~64 歳	-	○(1 日)	-	-	-	-	17

地域	国	調査名	調査年	参加者		食事調査法					参考文献
				対象者数	年齢層	24時間思い出 し法	食事記録法	食物摂取頻度 調査法	食事歴法	その他	
ヨーロッパ	フィンランド	FinDiet	2017	3,090 人	18～74 歳	○(非連続2日 間)	-	○	-	-	18
	ドイツ	Nationale Verzehrsstudie II	2005-07	19,329 人	14～80 歳	○(非連続2日 間)	○(連続4日間 ×2回。一部参 加者のみ)	-	○	-	17,18
		Der Kinder- und Jugendgesundheitssurvey (KiGGS)	2003-06	17,641 人	0～17 歳	-	-	-	-	○(質問票、詳 細不明)	17
	ロシア	Russia Longitudinal Monitoring Survey (RLMS)	2011-12	4,000 世帯	不明	○(1日)	-	-	-	-	18
	イギリス	National Diet and Nutrition Survey Rolling Programme	2018-19	約1,000 人/年	生後18 ヶ月以上	-	○(連続4日 間)	-	-	-	18
	アンドラ	Evaluation of the nutritional status of the Andorran population	2004-05	900 人	12～75 歳	○(1日。うち 35%のみ2日 間*)	-	○	-	-	17
	オーストリア	Austrian nutrition report	2010-12	1,002 人	7～14 歳, 18～ 80 歳	○(2日間*。成 人対象)	○(連続3日 間。小児対象)	-	-	-	17
		Austrian study on nutritionalstatus (ASNS)	2007	2,472 人	7～100 歳	-	○(1日)	-	-	-	17
	ベルギー	Belgium national food consumption survey (BNFCS)	2014-15	3,146 人	3～64 歳	○(2日間*)	-	-	-	-	17

地域	国	調査名	調査年	参加者		食事調査法					参考文献
				対象者数	年齢層	24時間思い出 し法	食事記録法	食物摂取頻度 調査法	食事歴法	その他	
ヨーロッパ	ブルガリア	National survey on nutrition of infants and children under 5 and family child rearing	2007	1,723 人	0～5 歳	○(非連続 2 日間)	-	-	-	-	17
	キプロス	A study of the dietary intake of Cypriot children and adolescents aged 6–18 years	2009–10	1,414 人	6～18 歳	-	○(連続 3 日間)	-	-	-	17
	チェコ共和国	Individual food consumption study (SISP04)	2003–04	2,590 人	4～90 歳	○(2 日間*)	-	-	-	-	17
ヨーロッパ	デンマーク	Danish national survey of diet and physical activity (DANSDA)	2011–13	3,946 人	4～75 歳	-	○(連続 7 日間)	-	-	-	17
	エストニア	National dietary survey	2014–15	4,906 人	4 ヶ月～74 歳	○(2 日間*。10 歳以上対象)	○(2 日間*。10 歳未満対象)	○(2 歳以上対象)	-	-	17
	フランス	ESTEBAN	2015–16	3,617 人	6～74 歳	○(3 日間*)	-	-	-	-	17
		Enquête Nutri-Bébé	2013	1,184 人	15 日～35 ヶ月	-	○(非連続 3 日間)	-	-	-	17
	ギリシャ	HYDRIA – Greek national diet and health survey	2013–14	4,011 人	18 歳以上	○(2 日間*)	-	-	-	○(食品傾向質問票)	17

地域	国	調査名	調査年	参加者		食事調査法					参考文献
				対象者数	年齢層	24時間思い出 し法	食事記録法	食物摂取頻度 調査法	食事歴法	その他	
ヨーロッパ		Nutrient intakes of toddlers and pre-schoolers in Greece: The GENESIS study	2003-04	2,374 人	1~5 歳	-	○(3日間*)	-	-	-	17
	ハンガリー	Hungarian diet and nutritional status survey	2014	857 人	18 歳以上	-	○(非連続 3 日間)	-	-	-	17
	アイスランド	The diet of Icelanders – a national dietary survey	2010-11	1,312 人	18~80 歳	○(2日間*)	-	○	-	-	17
	アイルランド	National pre-school nutrition survey	2010-11	500 人	1~4 歳	-	○(連続 4 日間)	-	-	-	17
		National children's food survey	2003-04	594 人	5~12 歳	-	○(連続 7 日間)	-	-	-	17
		National teens' food survey	2005-06	441 人	13~17 歳	-	○(連続 7 日間)	-	-	-	17
		National adult nutrition survey (NANS)	2008-10	1,500 人	18~90 歳	-	○(連続 4 日間)	-	-	-	17
	イタリア	Italian national food consumption survey INRAN-SCAI	2005-06	3,323 人	0~98 歳	-	○(連続 3 日間)	-	-	-	17
	カザフスタン	Nutritional and health status survey of the population in Kazakhstan	2008	3,526 人	15~59 歳	○(2日間*)	-	-	-	-	17
	ラトビア	National diet survey	2012-14	3,418 人	0~74 歳	○(非連続 2 日間)	○†	○	-	-	17

地域	国	調査名	調査年	参加者		食事調査法					参考文献
				対象者数	年齢層	24時間思い出 し法	食事記録法	食物摂取頻度 調査法	食事歴法	その他	
ヨーロッパ	リトアニア	Study of actual nutrition and nutrition habits of Lithuanian adult population	2013-14	2,513 人	19~75 歳	○†	-	-	-	○(質問票、詳細不明)	17
	オランダ	Dutch national food consumption survey	2012-16	4,340 人	1~79 歳	○(2日間*)	○(1日)	○	-	-	17
	ノルウェー	UNGKOST 3	2010-11	1,787 人	18~70 歳	○(2日間*)	-	○	-	-	17
		Norwegian national diet survey NORKOST3	2002	2,000 人	46~75 歳	-	-	○	-	-	17
		UNGKOST-2000	2000	2,218 人	1 歳, 9 歳, 13 歳	-	○(4日間*)	-	-	-	17
	ポーランド	WOBASZ II study	2013-14	6,174 人	20 歳以上	○†	-	○	-	-	17
	ポルトガル	National food and physical activity survey (IAN-AF)	2015-16	4,221 人	3ヶ月~84 歳	○(非連続2日間)	○(2日間*。10歳未満対象)	-	-	○(食物摂取傾向調査票)	17
	ルーマニア	National synthesis	2006	1,036 人	19~100 歳	-	-	○	-	-	17
	スロバキア	Nutrient intake in children and adolescents in Slovakia	1991-99	7,893 人	11~18 歳	○†	-	○	-	-	17
Nutrient intake in the adult population of the Slovak Republic		1991-94, 1995-99	4,018 人	19~80 歳	○†	-	-	-	-	17	

地域	国	調査名	調査年	参加者		食事調査法					参考文献
				対象者数	年齢層	24時間思い出 し法	食事記録法	食物摂取頻度 調査法	食事歴法	その他	
ヨーロッパ	スロベニア	Dietary intake of macro – and micronutrients in Slovenian adolescents	2012	2,224 人	15～16 歳	-	-	○	-	-	17
		Dietary habits of the adult population Slovenia in health protection	2007-08	1,193 人	18～65 歳	○(非連続2日 間)	-	○	-	-	17
	スペイン	ENALIA study	2012-14	1,780 人	6ヶ月～ 17歳	○(2日間*。11 歳以上)	○(2日間*。11 歳未満)	○	-	-	17
		ENALIA 2 study	2014-15	1,090 人	18～74 歳	○(2日間*)	-	○	-	-	17
	スウェーデン	Riksmaten adolescents	2016-17	3,099 人	11～12 歳, 14 ～15歳, 17～19 歳	○(2日間*)	-	-	-	-	17,19
		Riksmaten adults	2010-11	1,797 人	18～80 歳	-	○(連続4日 間)	-	-	-	17
		Riksmaten children	2003	2,495 人	4歳, 8～ 9歳, 11 ～12歳	-	○(連続4日 間)	-	-	-	17
	スイス	MENU-CH	2014-15	2,086 人	18～75 歳	○(非連続2日 間)	-	-	-	-	17,20
	北マケドニア	First Macedonian food consumption survey	2015	504 人	16歳以 上	○(2日間*)	-	-	-	-	17

地域	国	調査名	調査年	参加者		食事調査法					参考文献
				対象者数	年齢層	24時間思い出 し法	食事記録法	食物摂取頻度 調査法	食事歴法	その他	
ヨーロッパ	トルコ	Turkey nutrition and health survey (TNHS)	2010	14,248 人	0～100 歳	○†	-	○	-	-	17

一つの国に対して複数の調査の情報がある場合、基本的に調査年が最新の情報のみを抽出した。ただし、異なる調査で参加者の年齢が全く異なる場合には、それぞれ分けて表にまとめた。

*連続かどうかの情報なし

†調査日数不明

厚生労働科学研究費補助金（食品の安全確保推進研究事業）
分担報告書（令和3年度）

加工食品を製造するための原材料的食品の重量の推測方法の検討

研究分担者 吉池 信男 青森県立保健大学大学院健康科学研究科 教授

研究要旨

本研究では日本食品標準成分表 2015 年版(七訂)に掲載されている加工食品について、原材料的食品の配合割合を推測する方法について整理した。日本食品標準成分表に掲載されている食品の成分値の決定根拠の一つである計算値は、日本食品標準成分表に記載されている食品の成分値と、標準的な原材料配合割合に基づいて、計算によって求めた値であり、食品群別留意点または備考欄に原材料配合割合が記載されている。原材料配合割合が掲載されていない食品の原材料は、食品群別留意点及び関連書籍から特定した。

原材料配合割合の推測方法は、①乾燥品、②塩蔵品、③アルコール発酵、酢酸発酵によって製造する食品、④その他の加工食品に分けられた。日本食品標準成分表に原材料配合割合が記載されている食品は 168 食品であった。乾燥食品に分類される食品は 27 食品、塩蔵食品に分類される食品は 52 食品、アルコール発酵、酢酸発酵によって製造する食品に該当する食品は 17 食品、日本食品標準成分表に掲載されている食品で(連立)方程式を用いて原材料的食品の重量が推測できた食品は 415 食品であった。

研究協力者
小山達也（青森県立保健大学）

の加工食品の残留農薬などの有害物質の量を分析することは不可能に近い。しかし、加工食品を製造するための原材料的食品の量がわかれば、加工食品中に含まれる残留農薬などの有害物質の量も推測できる。加工食品の製造法の資料は多いが、原材料的食品の原材料的食品の配合割合について記載された資料は限られ、その原材料的食品の配合割合を推測する方法についての報告もあまりなされていない。

A. 研究目的

食品には残留農薬などの有害物質が含まれ、それらの食事からのばく露量を正確に推測することは、食の安全を確保していくうえで重要である。原材料的食品からの残留農薬のばく露量の推測は報告されている。近年、加工食品は多様化し、その利用も増加している。そのため、原材料的食品だけでなく加工食品から、残留農薬などの有害物質や食品添加物をばく露されているかを推測することが、日本人の残留農薬などの有害物質のばく露量を考える上で必要である。しかし、加工食品の種類が多さから、すべて

そこで、本研究では日本食品標準成分表 2015 年版(七訂)に掲載されている加工食品について、原材料的食品の配合割合を推測する方法について整理した。

B. 研究方法

本研究の対象とする食品は、日本食品標準成分表 2015 年版(七訂)¹⁾に掲載されている食品とした。また、日本食品標準成分表 2015 年版(七訂)に調理による重量変化率が掲載されている食品を調理後の食品、それ以外の方法(物理的、化学的、生物学的な方法)で加工された食品を加工食品とし、調理後の食品、加工食品いずれでもない食品を原材料的食品(食材)とした。

日本食品標準成分表に掲載されている食品の成分値の決定根拠は、「分析値」、「文献値」、「計算値」、「類推値」、「借用値」、「推定値」のいずれかである。そのうち、計算値は日本食品標準成分表に掲載されている食品の成分値と、標準的な原材料配合割合に基づいて、計算によって求めた値であり、食品群別留意点または備考欄に原材料配合割合が記載されている。

原材料配合割合が掲載されていない食品の原材料は、食品群別留意点及び関連書籍から特定した。原材料配合割合の推測は、①乾燥品、②塩蔵品、③アルコール発酵、酢酸発酵によって製造する食品、④その他の加工食品に分け、検討した。

乾燥食品は、原材料的食品を乾燥させただけの加工食品である。そこで、原材料的食品の水分量と加工食品の水分量から、加工食品を製造するために必要な原材料的食品の重量を算出した。

塩蔵食品は、主な原材料的食品 1 つと食塩から製造される食品とした。塩蔵の過程で水分とともに多くの成分が流出したり、発酵により化学変化が起こる。そこで食塩には水分がないことから、原材料的食品の水分量と加工食品の水分量から、加工食品を得るための原材料的食品の重量を算出した。塩蔵

品に含まれる食塩の量から塩蔵品を製造するために必要な食塩の量を求めた。塩蔵品の推測法を応用できる加工食品としては、ぬかみそ漬、酢漬、粕漬、こうじ漬、甘酢漬、しょうゆ漬、みそ漬があった。

アルコール発酵、酢酸発酵によって製造する食品は、アルコール発酵、酢酸発酵の化学反応式と量的関係を用いて、加工食品中の利用可能炭水化物、アルコール、酢酸の量から原材料的食品の重量を推測した。

料理の栄養計算は一般に次のように計算される。まず、口に入る全ての食品の重量を確認する。次に、食品ごとに、重量当たりの栄養量を計算する。そして、成分ごとに栄養量を合算する²⁾。その他の加工食品は一般に行われる栄養計算の方法を応用して、原材料的食品の成分値と加工食品の成分値から(連立)方程式を立て、加工食品を製造するために必要な原材料的食品の重量を算出した。

C. 研究結果及び考察

1. 日本食品標準成分表に原材料配合割合が記載されている食品

日本食品標準成分表に原材料配合割合が記載されている食品は、穀類で 18 食品、卵類で 3 食品、菓子類で 114 食品、調味料及び香辛料類で 33 食品であった。

2. 乾燥食品

日本食品標準成分表に、乾燥させる前の食品、すなわち生の食品と乾燥させた後の食品の両方が掲載されている食品は、いも類で 1 食品、野菜類で 5 食品、果実類で 5 食品、きのこ類で 2 食品、藻類で 1 食品、魚介類で 13 食品であった。

干物では、製造過程でたんぱく質や脂質が

変化することが知られている³⁾。そこで、乾燥食品と原材料的食品の水分に着目して、乾燥食品を製造するのに必要な原材料的食品の重量を推測した。水分 $a(\%)$ の原材料的食品が $w(\text{g})$ 脱水し、水分 $b(\%)$ の乾燥食品 100 g になったとすると

$$\frac{a}{100} = \frac{b + w}{100 + w}$$

から

$$w = \frac{100(a - b)}{100 - a}$$

となり、乾燥食品 100 g を製造するのに必要な原材料的食品は

$$100 + w = \frac{100(100 - b)}{100 - a} (\text{g})$$

と求まる。

3. 塩蔵食品

塩蔵食品の計算手順は以下のようになる。水分 $a(\%)$ の原材料的食品が、 $w(\text{g})$ 脱水し、食塩 $s(\text{g})$ 移行し、水分 $b(\%)$ の塩蔵食品 100 g になったとすると

$$\frac{a}{100} = \frac{b + w}{100 + w - s}$$

から

$$w = \frac{100(a - b) - as}{100 - a}$$

となり、塩蔵食品 100 g を製造するのに必要な原材料的食品は

$$100 + w - s = \frac{100(100 - s - b)}{100 - a} (\text{g})$$

と求まる。

日本食品標準成分表に掲載されている食品で、塩蔵食品に該当する食品は、野菜類で 16 食品、果実類で 3 食品、魚介類で 29 食品、肉類で 4 食品であった。

塩蔵食品の推測法を応用できる、ぬかみ

そ漬は 7 食品、酢漬は 1 食品、粕漬は 2 食品、こうじ漬は 2 食品、甘酢漬は 4 食品、しょうゆ漬は 1 食品、みそ漬は 1 食品があり、いずれも野菜類であった。

ぬかみそ漬の主な原材料は野菜、食塩、米ぬかであり、酢漬は主な原材料は野菜、食塩、酢であり、粕漬の主な原材料は野菜、食塩、酒かすであり、こうじ漬は主な原材料は野菜、食塩、米こうじである。ぬかみそ漬の野菜と食塩の重量は塩蔵食品と同様に計算し、米ぬかの重量は増加したビタミン B_1 の量、酢漬、粕漬、こうじ漬の野菜と食塩量は塩蔵食品と同様に計算し、酢、酒かす、米こうじの重量は増加した炭水化物の量から推測した。

甘酢漬の主な原材料は野菜、食塩、食酢、砂糖である。甘酢漬の野菜と食塩量は塩蔵食品と同様に計算し、砂糖の重量は増加したしよ糖の量⁴⁾から推測し、食酢の重量は増加した炭水化物が食酢と砂糖に由来すると仮定の下、推測した。

しょうゆ漬の主な原材料は野菜、食塩、しょうゆ、砂糖であり、みそ漬の主な原材料は野菜、食塩、みそ、砂糖である。しょうゆ漬、みそ漬の野菜の重量は塩蔵食品と同様に計算し、しょうゆ、みその重量は増加したたんぱく質の量から推測し、食塩の重量は増加した食塩相当量がしょうゆまたはみそと食塩に由来するとして推測し、砂糖の重量は増加した炭水化物がしょうゆまたはみそと砂糖に由来するとして推測した。

4. アルコール発酵、酢酸発酵によって製造する食品

日本食品標準成分表に掲載されている食品で、アルコール発酵、酢酸発酵によって製造する食品に該当する食品は、し好飲料

類で 11 食品、調味料及び香辛料類で 6 食品であった。

アルコール発酵の主反応は $C_6H_{12}O_6 \rightarrow 2C_2H_5OH + 2CO_2$ 、酢酸発酵の主反応は $C_2H_5OH + O_2 \rightarrow CH_3COOH + H_2O$ であり、ブドウ糖、エタノール、酢酸の分子量はそれぞれ 180、46、60 であるので、加工食品 100g に含まれるエタノールが $a(g)$ のとき、原材料的食品に由来するブドウ糖は $a/46 \times 1/2 \times 180 = 45/23 a(g)$ となる。また、加工食品 100 g に含まれる酢酸が $b(g)$ のとき、原材料的食品に由来するブドウ糖は $b/60 \times 1/2 \times 180 = 3/2 b(g)$ となる。その後の計算は、5. その他の加工食品と同様である。

しかし実際には、アルコール発酵中に酵母菌が増殖するためにブドウ糖が約 20%消費され、ブドウ糖 1 kg から得られるエタノールは約 0.42 kg であるとされる⁵⁾。また、酢酸発酵でも、発酵中に酢酸菌が消費する他エタノールとして残存する分もあり、1 kg のエタノールから約 1 kg の酢酸が生成されるとされる⁵⁾(食物と健康の科学シリーズ 酢の機能と科学 p93-94)。加工食品 100 g に含まれるエタノールが $a(g)$ のとき、原材料的食品に含まれるブドウ糖は $2.38a(g)$ となる。また、加工食品 100 g に含まれる酢酸が $b(g)$ のとき、原材料的食品に含まれるブドウ糖は $2.38b(g)$ となる。

5. その他の加工食品

その他の加工食品の計算手順の例は以下のようなになる。たとえば、うどんの原材料は、中力粉と食塩である。うどん 100 g の中力粉、食塩の重量をそれぞれ $x(g)$ 、 $y(g)$ とすると、うどん 100 g の炭水化物は 56.8 g、食塩相当量 2.5 g であり、中力粉 100 g の炭水化物 75.1g、食塩相当量 0.0g であり、食塩 100 g

の炭水化物は 0.0 g、食塩相当量 99.5 g であるから、連立方程式として

$$\frac{1}{100} \begin{bmatrix} 75.1 & 0.0 \\ 0.0 & 99.5 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 56.8 \\ 2.5 \end{bmatrix}$$

が成り立つ。これを解くと $x=75.6 g$ 、 $y=2.5 g$ と求まる。この方法では、原材料の数と同じ数だけ栄養素等の成分値が必要となる。

日本食品標準成分表に掲載されている食品で、(連立)方程式を用いて原材料的食品の重量が推測できた食品は、穀類で 47 食品、いも及びでん粉類 18 食品、豆類で 46 食品、種実類で 5 食品、野菜類で 9 食品、果実類で 54 食品、きのこ類で 3 食品、藻類で 12 食品、魚介類で 81 食品、肉類で 26 食品、乳類で 47 食品、油脂類で 6 食品、菓子類で 17 食品、嗜好飲料類で 6 食品、調味料及び香辛料類で 38 食品であった。ただし、推測の方法の都合上、原材料的食品も日本食品標準成分表に掲載されている食品に限られた。そのため、砂糖及び甘味料類の全食品、油脂類の多くの食品は、原材料的食品の重量が推測できなかった。

この方法では、加工に伴う栄養成分の変化がないと仮定している。実際には、加工に伴い栄養成分の損失があるため、この方法で推測した重量は、実際の現在の重量より小さいと考えられる。しかし、加工に伴う栄養成分の変化についての資料は限られている。

加工食品の原材料の推測が困難な食品としては、原材料が日本食品標準成分表に掲載されている食品以外に、複雑な発酵を伴う食品、日本食品標準成分表に掲載されている原材料的食品の数が多く、連立方程式を用いても求めることが困難な食品に分けることができた。

D. 結論

本研究では、日本食品標準成分表 2015 年版(八訂)に掲載されている加工食品の原材料的食品の配合割合を推測する方法を整理した。まず、加工食品の原材料的食品の配合割合を推測する方法として、日本食品標準成分表に原材料配合割合が記載されている食品と掲載されていない食品に大きく分けることができる。原材料配合割合が記載されていない食品の原材料配合割合を推測する方法には、原材料と加工食品の水分量に着目する方法(乾燥食品と塩蔵食品)、アルコール発酵、酢酸発酵の反応式に着目する方法、原材料と加工食品の成分値から(連立)方程式を用いる方法に分けることができた。

日本食品標準成分表に原材料配合割合が記載されている食品は 168 食品であった。乾燥食品に分類される食品は 27 食品、塩蔵食品に分類される食品は 52 食品、アルコール発酵、酢酸発酵によって製造する食品に該当する食品は 17 食品、日本食品標準成分表に掲載されている食品で(連立)方程式を用いて原材料的食品の重量が推測できた食品は 415 食品であった。

参考文献

- 1) 文部科学省. 日本食品標準成分表 2015 年版(七訂). 東京:全国官報販売協同組合:2015
- 2) 坂本裕子. バランスのよい献立を作るために食品を知ろう. 坂本裕子、森美奈子編. 栄養士・管理栄養士をめざす人の調理・献立の基礎. 京都:化学同人: 2019. p43-44.
- 3) 大泉徹、滝口明秀、大迫一史. 干物の

科学. 滝口明秀、川崎賢一編. 干物の機能と科学. 東京:朝倉書店:2014. p40-73.

- 4) 高田祐里、小林実夏. 日本人の糖質摂取量評価方法の開発. 人間生活文化研究. 2013;23:47-76.
- 5) 外内尚人. 酢製造の一般技術. 酢酸菌研究会編. 酢の機能と科学. 東京:朝倉書店:2012:92-96.

E. 研究発表

1. 論文発表

なし

2. 学会発表

なし

F. 知的所有権の出願・登録状況

なし

残留農薬等のばく露量推定手法の開発

研究分担者 中村公亮 国立医薬品食品衛生研究所 食品部第五室長

研究要旨

本研究は、加工食品を含む食品からの残留農薬等の化学物質のばく露量を推定する方法の開発を目的とする。具体的には、①加工食品における農薬等の残留濃度の変化率（加工係数、Processing factor [PF]）を予測する方法の開発と、②最新の全国食事調査データを用いて、加工食品を含む食品からの残留農薬のばく露量の推定方法の精緻化を目指す。①PFを予測する方法の開発：本研究課題では、輸出拡大が期待されている日本産農作物のうち、りんご、ぶどう及びトマトに着目し、これらの加工食品であるジュース、ポマース及び乾燥ポマースを対象として、PFと農薬等の物理化学的性質との関連性を解析した。残留農薬等に関する基準策定に関わるリスク評価機関〔(FAO/WHO 合同残留農薬専門家会議（Joint FAO/WHO Meeting on Pesticide Specifications, JMPR）及びFAO/WHO 合同農薬規格専門家会合（Joint FAO/WHO Meeting on Pesticide Specifications, JMPS）〕が公開しているPFに関するデータを収集し、農薬等の各種物性との関連性を解析した。その結果、りんご、ぶどう及びトマトのジュース、ポマース及び乾燥ポマースにおけるPFは、農薬の水-オクタノール分配係数及び水への溶解度と関連性が示唆された。②残留農薬のばく露量の推定方法の開発：本研究課題では、開発したばく露量推定ツールを用いて、生鮮ぶどうまたはぶどうを原材料にした食品に、食品中の残留農薬等検査結果の最大残留濃度の農薬が含有したと仮定して、そのばく露量を算出し、算出された値とJMPRが設定している残留基準値と比較した。その結果、ぶどうからの残留農薬のばく露量については、年齢区分における食品への嗜好性が大きく影響することが示唆された。

協力研究者：

山崎由貴（国立医薬品食品衛生研究所）
千葉慎司（国立医薬品食品衛生研究所）
木内隆（国立医薬品食品衛生研究所）
柏原奈央（国立医薬品食品衛生研究所）

等のばく露量の精緻化にあたっては、生鮮農産物（raw agricultural commodity, RAC）からの農薬の摂取量に加え、加工食品由来の摂取量を考慮する必要がある。その際に重要となるのが、加工過程における農薬の減衰または濃縮による残留濃度の変化率、すなわちPFである（式1）。国際的な残留農薬のリスク評価においては、例えば、RACにおける作物残留試験の残

A. 研究目的

①加工係数（processing factor, PF）を予測する方法の開発：食品からの残留農薬

留濃度中央値 (supervised trials median residue, STMR) に PF を乗じ、加工食品における残留濃度中央値 (STMR-processing, STMR-P) を推定することにより、より精密な暴露評価を行うことが求められている。

$$PF = \frac{\text{加工食品における残留濃度}}{\text{RAC における残留濃度}}$$

…式 1

PF を実験的に求めるためには、圃場での作物の栽培、農薬散布、収穫を経て、収穫した作物の加工試験を行う必要があることから、多大な時間及び費用を要することから、多岐にわたる手法で PF を予測することができれば、農薬摂取量の精緻化の一助となると考えられる。

加工食品としては、ジュース、ジャム、ピューレ、ペースト、ポマース、油等の様々な形態が挙げられるが、加工過程で農薬が減衰するものと濃縮されるものに大分される。例えばジュースにおいては、一般的にその加工過程で農薬が減衰することが知られている。一方、油においては、その加工過程で農薬が濃縮され、PF が 300 以上を示す可能性がある¹とされている。また、加工食品の形態に加えて、PF は農薬の水への溶解度、水-オクタノール分配係数 (logKow)、揮発性、加水分解性、熱分解性等の農薬の物理化学的性質に依存する可能性が示されているが²⁴、その詳細は十分に明らかとなっていない。

そこで本研究では、残留農薬に関する基準策定に関わるリスク評価機関 [国際

連合食糧農業機関 (FAO) /世界保健機構 (WHO) 合同残留農薬専門家会議 (Joint FAO/WHO Meeting on Pesticide Residues, JMPR) 及び FAO/WHO 合同農薬規格専門家会合 (Joint FAO/WHO Meeting on Pesticide Specifications, JMPS)] が公開している農薬の PF に関するデータを網羅的に収集し、PF 及び農薬の物理化学的性質の関連性を明らかにすることを目的とした。今年度は、輸出拡大が期待されている日本産農作物のうち、りんご、ぶどう及びトマトに着目し、これらの加工食品であるジュース (Juice)、ポマース (Wet pomace) 及び乾燥ポマース (Dry pomace) を対象に解析を行った。

②残留農薬等のばく露量の推定方法の開発：我が国では、2020年4月1日付で「農林水産物及び食品の輸出の促進に関する法律」が施行し、日本からの輸出拡大が期待されているところである。しかしながら、輸出先国からは、最新の食品の喫食実態に合わせて、残留農薬等の摂取量の精密な推計と評価を行うことが強く求められている。そこで我々は、全国食事調査データより得られた最新の情報を精査し、食品からの残留農薬等の摂取量を精密に推定する手法を開発した。令和3年度は、開発した手法を用いて、生鮮ぶどうと、ぶどうを原材料にしたすべての加工食品に、これまで検出された最高濃度の残留農薬が含有した場合の摂取量を推定した。摂取量は、長期ならびに短期ばく露量として試算し、JMPR等が設定した基準値と比較した。

B. 研究方法

①PFを予測する方法の開発：

PFデータの収集

FAOのホームページ（[https://www.fao.org/pest-and-pesticide-management/guidelines-standards/faowho-joint-meeting-on-pesticide-residues-jmpr/pesticides-evaluated-by-jmpr-jmps/en/](https://www.fao.org/pest-and-pesticide-management/guidelines-standards/faowho-joint-meeting-on-pesticide-residues-jmpr/jmpr-pesticides-evaluated-by-jmpr-jmps/en/)）より、1975年から2022年までに公開されたJMPR/JMPSの評価書(Evaluation)及び報告書(Report) 1,740点を入手した(最終確認日：2022年1月18日)。

入手した評価書及び報告書のうち、りんご、ぶどう及びトマトのジュース、ポマース及び乾燥ポマースの加工係数について報告のある農薬を選択し、各評価書及び報告書よりPFに関するデータを収集した。データの収集は、各加工食品の表記ゆれを考慮した上で行い、ジュースにおいては「Juice」に加えて「Apple juice」、「Grape Juice」、「Tomato juice」、「Pasteurized juice」、「Raw juice」等のデータを、ポマースにおいては「Wet pomace」に加えて「Strain rest」、「Pomace, wet」等のデータを、乾燥ポマースにおいては「Dry pomace」に加えて「Dried pomace」、「Pomace, dry」等のデータをあわせて収集した。

また、本研究では、圃場試験1回につき1つのPFに関するデータを収集した。すなわち、同条件で栽培した農産物について複数回の加工試験が行われている場合には、各加工試験のPFの平均値をデータとして収集した。なお、同一圃場内で収穫前日数が異なるPFが複数示されている場合には、別データとして取り扱うこ

ととした。

PFデータの整理

収集したPFデータのうち、農薬の規制対象に代謝物が含まれる場合には、親化合物のPFのみを解析対象とした。RAC及び加工食品の双方において親化合物の残留が認められず、かつ代謝物の物性値が明らかでない場合、当該農薬は解析対象外とした(例えば、殺菌剤Thiram)。また、RAC及び加工食品の双方において親化合物の残留が認められない一方、代謝物が検出され、かつ代謝物の物性値が明らかとなっている場合には、代謝物のPFデータを対象として解析を行った(例えば、殺菌剤Benomyl及び除草剤Dichlobenil)。

ぶどうについては、ジュース及びワインの間で製法及び得られる加工食品の組成が大きく異なることから、「Juice production」と「Wine production」が明確に区別して記載されている場合、「Wine production」由来のジュース及びポマースのデータは解析対象外とした。

また、RACにおける残留濃度が定量限界未満のデータ、RACにおける残留濃度が示されておらずPF計算時の分母が「Washed fruits」のデータ、りんごにおいて果皮除去後にジュースを調製しているデータについても解析対象外とした。

農薬等の物性値の収集

各農薬等の分子量、蒸気圧、logKow、水への溶解度及び比重は、The Pesticide Manual 18th Edition⁵及びJMPR/JMPSの評価書及び報告書より収集した。

データ解析及び統計解析

データ解析は、R ソフトウェア及び JMP ソフトウェアを用いて行った。各農薬の PF について代表値が必要な場合には、複数の加工試験から得られた PF の中央値を用いた。

各データの正規性は Shapiro-Wilk test により確認した。PF 及び農薬の物性値の関連性は相関分析及び単回帰分析により検討した。相関分析においては Spearman の順位相関係数を算出し、多重比較は false discovery rate (FDR) 法により補正した。また、農薬の物性値を基に PF 予測モデルを確立できるか否かを明らかとするため、PF を目的変数、農薬の物性値を説明変数とした重回帰分析を行った。説明変数の選択は強制投入法及びステップワイズ法（変数増減法）により行い、ステップワイズ法においては、赤池情報量規準 (Akaike Information Criterion, AIC) の値が最小となるようにモデル選択を行った。いずれの検定においても、 $p < 0.05$ を有意差ありとした。

各解析及び作図においては、R ソフトウェアの追加パッケージ「psych」、「tidyr」、「ggplot2」、「ggpubr」、「ggparallel」及び「tidyverse」を使用した。

② 残留農薬等の摂取量を推定方法の開發：

1. 食品中の残留農薬等の摂取量推計に用いたデータ

本研究班で収集した、以下の 3 種類のデータを食品中の残留農薬等の摂取量推計に供した。

① 食品の摂取量データ

分担研究者佐々木らがまとめた、調査対象を年齢区分 (1~6 歳、7~64 歳、65 歳以上、14~50 歳の妊娠可能な女性と参加者全体[1 歳以上]) における食品の摂取量

② 調理加工係数データ

分担研究者吉池らがまとめた、各食品を原材料まで分解させる換算係数

③ 農薬等の PF データ

分担研究者中村らがまとめた、海外ならびに国際機関の報告書ならびに評価書を参考に取り纏めた PF 値

残留農薬の摂取量推計には、厚生労働省ホームページで公開されている“食品中の残留農薬等検査結果について”の情報を参照した。平成 30 年度において“ぶどう”で検出された 54 品目の農薬の最大残留濃度を推計に供した。

2. ばく露量計算ツール

残留農薬等のばく露量の計算プログラムには、エクセルの VBA を使った Excel 2019 のマクロを用い、以下の機能を付与した。

① 入力データとして用いる「農薬品目名」、「作物名」、「作物中の農薬濃度」を選択できるグラフィカルユーザーインターフェース

② 加工食品の原材料を同定するため、日本食品標準成分表の中で食品番号が付与されている「作物」までを自動分解

③ 食品番号をキーとして PF データから計算に用いる PF 値を指定

(同一作物の同一食品に複数の PF 値が存在した場合は、最大の PF 値を選択、または、対応する PF 値が無い食品には PF

値を“1.0”とした。)

④ばく露量の計算に用いた、各年齢区分別の食品の摂取量、農薬等の検出濃度、PF値、調理加工係数、ならびに、ばく露量計算結果のデータ出力

本研究で開発した計算プログラムを用いて、生鮮ぶどうまたはぶどうを原材料にしたすべての食品に、食品中の残留農薬等検査の結果から最大残留濃度の農薬等が含有したと仮定して、ばく露量を推計した。下記の方程式に従って算出される長期ならびに短期ばく露量と、残留農薬の国際規格基準値 CXL、国内外で設定されている最大残留基準値 MRL、各農薬の許容一日摂取量 ADI または急性参照用量 ARfD と比較し、考察した。

1日当たりの平均的な農薬等の摂取量(長期ばく露量)の推計:

$$CP_{\text{農薬}}^{\text{作物}} \times 0.001 \times \sum_{\text{食品}} \left\{ PF_{\text{作物}}^{\text{食品}} \right. \\ \times \prod_{n \text{ 分解}} CF_{n \text{ 分解}}^{\text{食品}} \\ \left. \times FC_{\text{平均}}^{\text{食品}} \div BW_{\text{平均}}^{\text{食品}} \right\}$$

CP: 作物から検出された農薬等の最高濃度 (mg/kg)

平成30年度食品中の残留農薬等検査結果(厚労省ホームページ)を参照

PF: 加工の過程における残留量の変化率

CF: 食品を原材料の作物に分解される系列 n 分解目の調理加工係数

FC: 年齢区分別の食品の平均摂取量 (g/day/person)

BW: 平均体重 (kg bw/person)

個別の食品の摂取量の 97.5 パーセントイル値に、作物残留試験成績における最大の残留濃度を乗じた摂取量(短期ばく露量)の推計:

$$CP_{\text{農薬}}^{\text{作物}} \times 0.001 \times \max_{\text{食品}} \left\{ PF_{\text{作物}}^{\text{食品}} \right. \\ \times \prod_{n \text{ 分解}} CF_{n \text{ 分解}}^{\text{食品}} \\ \left. \times FC_{97.5\% \text{tile}}^{\text{食品}} \div BW_{97.5\% \text{tile}}^{\text{食品}} \right\}$$

CP: 作物から検出された農薬等の最高濃度 (mg/kg)

平成30年度食品中の残留農薬等検査結果(厚労省ホームページ)を参照

PF: 加工の過程における残留量の変化率

CF: 食品を原材料の作物に分解される系列 n 分解目の調理加工係数

FC: 年齢区分別の食品の摂取量 97.5 パーセントイル (g/day/person)

BW: 97.5%tile 体重 (kg bw/person)

なお、開発したツールのデータの前処理には、大容量のデータから推計計算に必要な処理時間を短縮するため、食品を分解し得られる作物毎の調理加工係数データと、農薬等の PF 値を農薬毎に分解して、特定の作物を介して摂取される推計量計算時のデータアクセス範囲を限定した。調理加工係数に関するデータは、食品毎に“食品群の要素単位までの完全分解”とした。残留農薬の PF は、農薬別にエクセル・シート化し、調理加工係数データと関連づけるためのキーとして、日本食品標準成分表 2020 年版(八訂)の食品番号

を用いた。

C. 研究結果

①PFを予測する方法の開発：

1. PFのデータ整理

B.1 及び B.2 に示したデータ整理後の PF のデータの数は、**Table 1** に示した。りんごのジュースにおいては 330 件 (83 農薬)、ポマースにおいては 238 件 (73 農薬)、乾燥ポマースにおいては 147 件 (57 農薬)、ぶどうのジュースにおいては 456 件 (89 農薬)、ポマースにおいては 205 件 (59 農薬)、乾燥ポマースにおいては 123 件 (38 農薬)、トマトのジュースにおいては 309 件 (81 農薬)、ポマースにおいては 145 件 (62 農薬)、乾燥ポマースにおいては 69 件 (40 農薬) の PF を解析対象とした。

2. PF 及び農薬物性値の関連性：相関分析

りんご、ぶどう及びトマトのジュース、ポマース及び乾燥ポマースにおける PF と農薬の物性値との関連性を明らかにするため、Spearman の順位相関係数を求めることにより相関分析を行った (**Table 2**)。

りんごのジュースにおいては、PF と分子量及び $\log K_{ow}$ の間に負の相関性が、PF と水への溶解度の間に正の相関性が認められた。りんごのポマース及び乾燥ポマースにおいては、PF と分子量及び $\log K_{ow}$ の間に正の相関性が、PF と水への溶解度の間に負の相関性が認められた。

ぶどうのジュースにおいては、PF と分子量及び $\log K_{ow}$ の間に負の相関性が、PF と水への溶解度の間に正の相関性が認め

られた。ぶどうのポマース及び乾燥ポマースにおいては、PF と農薬の物性値の間に有意な相関性は認められなかった。

トマトのジュースにおいては、PF と $\log K_{ow}$ の間に負の相関性が、PF と水への溶解度の間に正の相関性が認められた。

トマトのポマース及び乾燥ポマースにおいては、PF と分子量及び $\log K_{ow}$ の間に正の相関性が、PF と水への溶解度の間に負の相関性が認められた。

3. PF 及び農薬の $\log K_{ow}$ の関連性：単回帰分析

りんご及びトマトのジュース、ポマース及び乾燥ポマース、ぶどうのジュースにおいて、PF と $\log K_{ow}$ には、正又は負の関連性が認められた (**Table 2**)。そこで、縦軸を PF、横軸を $\log K_{ow}$ とした散布図を作成し、各加工形態について単回帰分析を行った。その結果、りんご、ぶどう及びトマトのいずれにおいても、ジュースでは負の傾きを持つ回帰直線が、ポマース及び乾燥ポマースでは正の傾きを持つ回帰直線が得られた (**Figure 1**)。農薬によっては、加工試験間で PF がばらつく傾向があるものの、ジュースにおける PF は農薬の $\log K_{ow}$ によらず概ね 1 以下、ポマース及び乾燥ポマースにおける PF は $\log K_{ow}$ が 3 以上の農薬で概ね 1 より大きい値を示した。

4. PF 及び農薬の水への溶解度の関連性：単回帰分析

りんご及びトマトのジュース、ポマース及び乾燥ポマース、ぶどうのジュースには、PF と水への溶解度に正又は負の関

連性が認められた (Table 2)。そこで、縦軸を PF、横軸を水への溶解度とした散布図を作成し、各加工形態について単回帰分析を行った。その結果、りんご及びトマトにおいては、ジュースでは正の傾きを持つ回帰直線が、ポマース及び乾燥ポマースでは負の傾きを持つ回帰直線が得られた (Figure 2)。ぶどうにおいては、ジュースでは正の傾きを持つ回帰直線が、ポマースでは負の傾きを持つ回帰直線が得られた。一方、乾燥ポマースでは、回帰直線の傾きは確認できなかった。

農薬によっては、加工試験間で PF がばらつく傾向があるものの、ジュースにおける PF は農薬の水への溶解度によらず概ね 1 以下、ポマース及び乾燥ポマースにおける PF は水への溶解度が 1 mg/L 以上の農薬で概ね 1 より大きい値を示した。

5. PF 予測モデルの確立：重回帰分析

農薬の物性値を基に PF 予測モデルを確立できるか否かを明らかとするため、PF を目的変数、農薬の物性値を説明変数とした重回帰分析を行った。

各食品及び加工形態の重回帰分析において、決定係数 (R^2) が最も高値を示した回帰式の一覧を Table 3 に示した。ぶどうのポマース及び乾燥ポマースについては、強制投入法及びステップワイズ法ともに、有意な回帰式が得られなかった (data not shown)。また、強制投入法及びステップワイズ法により求めた各回帰式のうち、自由度調整済み決定係数 (adjusted R^2) が最も高値を示したのは、いずれもステップワイズ法により求めた回帰式であった (data not shown)。

ステップワイズ法で求めたりんごの乾燥ポマースの回帰式において、蒸気圧は有意な説明変数ではないものの、 $\log K_{ow}$ 及び蒸気圧を説明変数としたモデルが最も低い AIC を示した (data not shown)。また、ステップワイズ法で求めたトマトのジュースの回帰式において、水への溶解度は有意な説明変数ではないものの、 $\log K_{ow}$ 及び水への溶解度を説明変数としたモデルが最も低い AIC を示した (data not shown)。 $\log K_{ow}$ 及び水への溶解度の間には負の相関性が認められることから (Table 2)、 $\log K_{ow}$ 及び水への溶解度間の多重共線性を確認するため、両変数間の variance inflation factor (VIF) を算出した。その結果、VIF は 1.38 を示したことから、 $\log K_{ow}$ 及び水への溶解度間に多重共線性は認められないと判断された。

②残留農薬等のばく露量の推定方法の開発：

1. 残留農薬等の摂取量推計ツールの開発

本研究で開発した残留農薬等の摂取量推計ツールの計算フローのスキームを Figure 3 に示す。計算に用いた食品の摂取量は年齢区分毎の情報、調理加工係数は最終分解された食品毎の情報、PF は JMPR で評価された農薬毎の情報を自動で抽出できるようプログラムを構築した。すべてのデータは、日本食品標準成分表の食品番号に対応させた。長期ならびに短期ばく露量は、本プログラムに農薬等名ならびに農薬等の残留量を入力して、自動計算が可能なエクセルのマクロ機能を用いたツールを開発した (Figure 4)。

2. 推計プログラムのツールとしての動作チェック

開発したばく露量推計ツールの動作チェックを行うため、“ぶどう”の摂取を例に取り上げた。生鮮ぶどうならびにぶどうを原材料とした食品を摂取した場合を想定し、検出された農薬等のばく露量を算出した。**Figure 5**は、ツールに実装させたデータベースの中から、年齢区分別のぶどうの摂取量ならびにぶどうを含有する各加工食品の原材料までを分解した調理加工係数に関する情報を集約した結果を示す。集約したデータは、ばく露量の計算式に供し、短期ばく露量と長期ばく露量の推計を行った。本研究班で収集した日本人の年齢区分別毎の食品の平均摂取量ならびに97.5パーセントタイル値、加工食品のPF値を用いて、残留農薬等のばく露量の自動計算は可能であることが示唆された (**Figure 6**)。

3. 推計されたばく露量と基準値との比較

開発したツールを用いて、各年齢層別の残留農薬等の短期と長期ばく露量を試算した。厚生労働省ホームページ「平成30年度食品中の残留農薬等検査結果」で公開されている、ぶどうに検出された各農薬の最大の残留量が食品に含有したと仮定し、1～6歳、7～64歳、65歳以上、1歳以上の各年齢層別の男女、ならびに、14～50歳の女性のばく露量を推計した (**Figure 7**)。長期ばく露量は、各食品の平均摂取量から求められる農薬等の摂取量の合算値から推定した。平成30年度の残

留農薬モニタリング検査では、日本産ぶどうから検出された農薬等は40品目、海外産ぶどうから検出された農薬等は32品目であった。各農薬のばく露量の推定値を算出し、JMPRのADIとの比率(対ADI比)を算出した (**図 5A** [国内産ぶどうの場合]、**Figure 7B** [海外産ぶどうの場合])。その結果、1～6歳の小児の長期ばく露量は他の年齢区分と比較して突出して高いことが示唆された。推計された長期ばく露量と各農薬等のJMPRの基準値ADIを比較した結果、対ADI比では、国内産では殺菌剤Famoxadoneで0.045、海外産では殺菌剤Cyprodinilで0.043であった。

短期ばく露量 (**Figure 7C** [国内産ぶどう]、**Figure 7D** [海外産ぶどう]) は、各食品の摂取量97.5%タイル値から求められる。ばく露量の計算に供した摂取量97.5%タイル値の食品は、以下の通り年齢層で異なっていた。

1～6歳の小児で最大の97.5%タイル値であった食品

ぶどう 果実飲料 ストレートジュース
(食品番号 07118)

7～64歳の一般の人で最大の97.5%タイル値であった食品

ぶどう 果実飲料 ストレートジュース
(食品番号 07118)

14～50歳の妊娠可能な女性で最大の97.5%タイル値であった食品

<アルコール飲料類> (醸造酒類) ぶどう酒 白 (食品番号 16010)

65歳以上で最大の97.5%タイル値であった食品

<アルコール飲料類> (醸造酒類) ぶどう酒 白 (食品番号 16010)

1 歳以上で最大の 97.5%タイル値であった食品

<アルコール飲料類> (混成酒類) スイートワイン (食品番号 16029)

本研究で算出された短期ばく露量と、各農薬等の JMPR の ARfD と比較を行った結果、対 ARfD 比では、年齢区分別の明確な偏りはないものの、小児 (1~6 歳) と 65 歳以上の高齢者に高い傾向にあった。対 ARfD 比の最高値は、国内産では殺虫剤 Bifenthrin で 0.064、海外産では殺虫剤 Fenpropathrin で 0.344 であった。長期と短期ばく露量のパターンは、年齢区分別で異なっていた。これは、年齢区分によって特定の食品への嗜好性が異なるためと考えられた。

D. 考察

①PF を予測する方法の開発 :

本研究では、JMPR 及び JMPS の評価書及び報告書より PF データを網羅的に解析し、PF 及び農薬の物性値物理化学的性質の関連性を明らかにすることを目的とした。今年度は、輸出拡大が期待されている日本産農作物のうち、りんご、ぶどう及びトマトに注目し、これらの加工食品であるジュース、ポマース及び乾燥ポマースを対象として解析を行った。

PF と分子量、蒸気圧、 $\log K_{ow}$ 、水への溶解度及び比重等の農薬の物性値の関連性を検討した結果、りんご及びトマトのジュース、ポマース及び乾燥ポマース、及びぶどうのジュースには、PF と農薬の $\log K_{ow}$ 及び水への溶解性に関連性があることが示された (Table 2)。また、ジュー

スにおける PF は農薬の $\log K_{ow}$ 及び水への溶解度によらず概ね 1 以下、ポマース及び乾燥ポマースにおける PF は $\log K_{ow}$ が 3 以上又は水への溶解度が 1 mg/L 以上の農薬で概ね 1 より大きい値を示し (Figure 1 及び 2)、農薬の物性値から PF を推定できる可能性が示された。

重回帰分析による PF 予測モデルの構築を試みた結果、りんご及びトマトのジュース、ポマース及び乾燥ポマース、及びぶどうのジュースにおいて、有意な回帰式が得られた (Table 3)。従って、 $\log K_{ow}$ 、蒸気圧、水への溶解度、比重等の農薬の物性値を説明変数として、PF 予測モデルを構築できることが示唆された。しかしながら、ぶどうのポマース及び乾燥ポマースにおいては、有意な回帰式を得られなかった。本研究では、JMPR 及び JMPS の評価書及び報告書において「Juice production」と「Wine production」が明確に区別して記載されている場合、「Wine production」由来のジュース及びポマースのデータは解析対象外とした。一方で、「Juice production」由来の PF 値が「Wine production」由来か判断できないデータについては解析対象としていることから、データセットの一部に「Wine production」由来のデータが含まれていることが予想される。ワインの加工においては、農薬残留量の多い果梗を除去せずに搾汁を行う場合がある、発酵後に搾汁を行う場合がある等、ジュースの加工と異なる点が数多く挙げられることから、「Juice production」由来のポマースと「Wine production」由来のポマースの PF は異なる値を示すと考えられる。実際に、JMPR

及び JMPS の複数の評価書において、「Juice production」由来のポマースの PF と「Wine production」由来のポマースの PF には差異が認められることが示されている^{6,9}。以上のことより、ぶどうのポマース及び乾燥ポマースにおいて有意な回帰式を得られなかった理由として、データセットの一部に「Wine production」由来のデータが含まれていることが一因である可能性が考えられた。

りんご及びトマトのジュース、ポマース及び乾燥ポマース、及びぶどうのジュースにおいて、農薬の物性値を説明変数として有意な回帰式が得られた一方で、回帰式の説明率を表す adjusted R² は最大でも 0.314 であった (Table 3)。すなわち、本研究で求めた PF 予測モデルでは、データセットに含まれる PF データのうち 68% 以上の情報を欠失することが示された。この原因として、①解析に投入した農薬物性値の不足、②加工方法が統一されていない等の要因が考えられる。特に②について、加工試験における食品の加工方法は「commercial practice」を模倣することとされているが¹、その詳細は定められておらず、加工試験ごとに異なる方法及び機器を用いて RAC の加工を行っている。実際の PF データにおいても、同一の農薬及び加工形態内で PF 値に大きなばらつきが認められる場合があるが (Figure 1 及び 2)、この一因として、加工方法が統一されていないことが挙げられる。過去の報告において、りんごに複数の農薬を散布し、ジュースにおける各農薬の PF を同一加工条件下で算出した結果、pK_{ow} 及び土壌吸着係数 (pK_{oc}) を説明変数とした R² =

0.702 の重回帰モデルが得られることが示されている¹⁰。また、収穫後のぶどうに複数の農薬を添加し、ワインにおける各農薬の PF を同一加工条件下で算出した結果、pK_{ow} を説明変数とした R² = 0.8522 の単回帰モデルが得られることも示されている¹¹。これらのことから、本研究で用いた JMPS 及び JMPS のデータを基により精度の高い PF 予測モデルを確立するためには、各加工試験における加工条件及び加工食品の収量等を精査し、それらを PF に反映させた上で解析を行う必要があると考えられる。また、今回解析に含めなかった農薬の物性値を説明変数として投入する、各農薬の PF を同一加工条件下で算出したデータセットを解析する等の手法も有効かもしれない。

我が国において広く用いられている農薬の中にも、JMPS 及び JMPS の評価書及び報告書において PF が報告されていない農薬が数多く存在する。これらの農薬の PF を明らかにすることは、日本産農産物を用いて製造された加工食品の輸出拡大を図るにあたって、非常に重要であると考えられる。今後はより精確な PF 予測モデルの確立を目指すとともに、確立した PF 予測モデルの妥当性を実験的に評価し、加工食品の輸出拡大に貢献するデータを拠出していきたい。

②残留農薬等のばく露量の推定方法の開発：残留農薬等のばく露量の推計値には、摂取する食品の種類や量、調理・加工における原材料中の農薬等の残留量が影響する。本研究の結果より、調査対象とした年齢区分によって、食品の喫食に關す

る嗜好性の違いから、推計された農薬等のばく露量は異なっていた。平成30年度のぶどう中の残留農薬等のモニタリング結果より報告された海外産と国内産のぶどうに検出された残留農薬の品目と濃度は異なる。例えば、抗カビ剤として使用される pyrimethanil は、国内産ぶどうからは、pyrimethanil は検出されていない。また、海外産ぶどうを摂取した場合の短期ばく露量は、国内産ぶどうを摂取した場合に比べ多くの農薬において高く算出された。したがって、ばく露量の推計に供するモニタリングデータの影響は大きいことが示唆された。

ぶどうを含むすべての食品から検出された農薬のばく露量の推計値と基準値と比較した結果 (Figure 7)、以下の点が示唆された。

1. 年齢区分毎の各農薬のばく露量のパターンは、PF が同じであれば相似となる。本研究で用いた以下の方程式 (1) において説明できる。ADI との比較の参考となるばく露量の計算：

$$CP_{\text{農薬}}^{\text{作物}} \times 0.001 \times \sum_{\text{食品}} \left\{ PF_{\text{作物}}^{\text{食品}} \times \prod_{n \text{ 分解}} CF_{n \text{ 分解}}^{\text{食品}} \times FC_{\text{平均}}^{\text{食品}} \div BW_{\text{平均}}^{\text{食品}} \right\} \dots (1)$$

$CP_{\text{農薬}}^{\text{作物}}$: 作物から検出した農薬の濃度 (mg/kg)

$PF_{\text{作物}}^{\text{食品}}$: 作物から食品の農薬加工係数

$CF_{n \text{ 分解}}^{\text{食品}}$: 食品を分解し、最終的に作物に分解される系列の n 分解目の調理係数

$FC_{\text{平均}}^{\text{食品}}$: 食品の平均摂取量 (g/day/person)

$BW_{\text{平均}}^{\text{食品}}$: 平均体重 (kg bw/person)

したがって、 $PF_{\text{作物}}^{\text{食品}}$ が同じ (農薬、作物、

食品によらず一定の PF) となれば ADI (許容一日摂取量) との比較の参考となる値は

$$CP_{\text{農薬}}^{\text{作物}} \times 0.001 \times PF \times \sum_{\text{食品}} \left\{ \prod_{n \text{ 分解}} CF_{n \text{ 分解}}^{\text{食品}} \times FC_{\text{平均}}^{\text{食品}} \div BW_{\text{平均}}^{\text{食品}} \right\} = CP_{\text{農薬}}^{\text{作物}} \times 0.001 \times PF \times FF_{\text{年齢区分}}$$

となる。ただし、 $\sum_{\text{食品}} \left\{ \prod_{n \text{ 分解}} CF_{n \text{ 分解}}^{\text{食品}} \times FC_{\text{平均}}^{\text{食品}} \div BW_{\text{平均}}^{\text{食品}} \right\}$ を $FF_{\text{年齢区分}}$ とした。したがって、 $FF_{\text{年齢区分}}$ を年齢区分の関数と考えると、 $FF_{\text{年齢区分}}$ は ADI (許容一日摂取量) との比較の参考となる結果の年齢区分の分布における形状因子、 $CP_{\text{農薬}}^{\text{作物}} \times 0.001 \times PF$ はゲイン項と考えることができる。すなわち、PF が農薬によらず一定と仮定すると、形状因子は農薬に依存する項目を持たないことになり、形状が一定、ゲイン項に比例することになり相似形状となる。

2. 各農薬のばく露量は、PF が大きく影響していることが示唆された。例えば、65 歳以上のグループでは、Pyrimethanil のばく露量は 0.082 mg/kg bw/day であったのに対し、Fenhexamid のばく露量は 0.017 mg/kg bw/day であった。このばく露量の差は、ぶどう酒 白 (食品番号 16010) の PF 値 (Pyrimethanil=2.9, Fenhexamid=0.9) の差によるものであった (農薬濃度はそれぞれ 1.75 ppm と 1.15 ppm、ぶどう酒 白の摂取量は共に 800 g/人/day)。

3. 算出された各農薬のばく露量 (mg/kg bw/day) は、インプット情報として用いた農薬の検出濃度が影響した。方程式 (1) を用いた場合、各農薬の検出濃度 CP は、ばく露量のゲイン項であることから、検出濃度に比例することになるからである。

4. 調査対象とした年齢区分によって、食品の喫食に関する嗜好性の違いから、農

薬のばく露量は異なっていた。ばく露量の形状因子は、 $FC_{平均}^{食品}$ に依存するからである。(ただし、ばく露量は、推計に用いる平均体重に反比例する。)

5. 「1～6歳の小児」における長期ばく露量は、他の年齢区分に比べ圧倒的に多いが、短期ばく露量は、他の年齢区分と同程度であった。これは、食品への嗜好性の影響が反映しているためと思われる。すなわち、食事調査データの重要性を示唆している。

6. ADIは全食品からの影響を合算するが、ARfDは食品の97.5%タイル摂取量から計算されるばく露量の最大値から推定される(方程式(2))。

ARfD(急性参照用量)との比較の参考となる結果:

$$CP_{作物}^{農薬} \times 0.001 \times \max_{食品} \left\{ PF_{作物}^{食品} \times \prod_{n分解} CF_{n分解}^{食品} \times FC_{97.5\%tile}^{食品} \div BW_{97.5\%tile}^{食品} \right\} \dots (2)$$

$CP_{作物}^{農薬}$: 作物から検出した農薬の濃度 (mg/kg)

$PF_{作物}^{食品}$: 作物から食品の農薬加工係数

$CF_{n分解}^{食品}$: 食品を分解し、最終的に作物に

分解される系列のn分解目の調理係数

$FC_{97.5\%tile}^{食品}$: 食品の97.5%tile摂取量 (g/day/person)

$BW_{97.5\%tile}^{食品}$: 97.5%tile体重 (kg bw/person)

(1)と(2)の両式には、食品の摂取量データが含まれている。したがって、年齢区分毎の食品の摂取量データは、ばく露量に影響した。

7. Fenpropathrinの短期ばく露量推計値とJMPRが設定したARfD値との比は0.344

で、他の農薬等と比較して高く算出された。Fenpropathrinのばく露量は他の農薬に比べ少ないが、本農薬にはARfD値が低く設定されているためと推測された。

E. 結論

①PFを予測する方法の開発:

JMPR及びJMPSが公開しているPFデータの網羅的解析により、りんご及びトマトのジュース、ポマース及び乾燥ポマース、及びぶどうのジュースにおいて、PFと農薬の $\log K_{ow}$ 及び水への溶解性に関連性があることが示された。すなわち、農薬の物性値からPFを推定できる可能性が示された。一方で、分子量、蒸気圧、 $\log K_{ow}$ 、水への溶解度及び比重からPFを予測する重回帰モデルの説明率は最大でも31%であったことから、PFをより精確に予測するためには、さらなるデータの精査及びモデルの改良が必要であると考えられた。

②残留農薬等のばく露量の推定方法の開発: 開発したばく露量計算ツールを用いて、食品の摂取による農薬等の短期ならびに長期ばく露量を推計することができた。本研究の最終年度(令和4年度)では、特に胎児期におけるばく露による神経行動学的異常が報告されているChlorpyrifosや、市販の国内産や海外産のぶどうのモニタリング試験より検出された農薬等(Kresoxim-methyl、Famoxadone、Mandipropamid)の日本人のばく露量を算出し、国内外の基準値等と比較して考察したい。

参考文献

1. OECD, Test Guideline No. 508: Magnitude of the Pesticide Residues in Processed Commodities, OECD Guidelines for the Testing of Chemicals, Section 5, OECD Publishing, 2008. doi:10.1787/9789264067622-en.
2. Abou-Arab, A., Behavior of pesticides in tomatoes during commercial and home preparation. *Food Chemistry*, 65, 509-514, 1999.
3. Chavarri, M. J.; Herrera, A.; Ariño, A., The decrease in pesticides in fruit and vegetables during commercial processing. *International journal of food science & technology*, 40, 205-211, 2005.
4. Sharma, J.; Satya, S.; Kumar, V.; Tewary, D. K., Dissipation of pesticides during bread-making. *Chemical Health & Safety*, 12, 17-22, 2005.
5. British Crop Production Council (BCPC), Pesticide Manual 18th Edition 2018.
6. JMPR Evaluation, Dithianon 2013, Available online: https://www.fao.org/fileadmin/user_upload/IPM_Pesticide/JMPR/Evaluations/2013/Dithianon.pdf (accessed on 24 March 2022).
7. JMPR Evaluation, Benzovindiflupyr 2016, Available online: https://www.fao.org/fileadmin/user_upload/IPM_Pesticide/JMPR/Evaluations/2016/BENZOVINDIFLUPYR.pdf (accessed on 24 March 2022).
8. JMPR Evaluation, Oxathiapiprolin 2016, Available online: https://www.fao.org/fileadmin/user_upload/IPM_Pesticide/JMPR/Evaluations/2016/OXATHIPIPROLIN.pdf (accessed on 24 March 2022).
9. JMPR Evaluation, Pydiflumetofen 2018, https://www.fao.org/fileadmin/user_upload/IPM_Pesticide/JMPR/Evaluations/2018/Pydiflumetofen_309_.pdf (accessed on 24 March 2022).
10. Martin, L.; Mezcuca, M.; Ferrer, C.; Gil Garcia, M.; Malato, O.; Fernandez-Alba, A., Prediction of the processing factor for pesticides in apple juice by principal component analysis and multiple linear regression. *Food Additives & Contaminants: Part A*, 30, 466-476, 2013.
11. Pazzirota, T.; Martin, L.; Mezcuca, M.; Ferrer, C.; Fernandez-Alba, A., Processing factor for a selected group of pesticides in a wine-making process: distribution of pesticides during grape processing. *Food Additives & Contaminants: Part A*, 30, 1752-1760, 2013.

F. 研究発表

1. 論文等発表

1. 中村公亮、穂山浩、食品中の残留農薬等の基準に係わる情報の包括的データベースの構築、*食品衛生研究*, 72, 1, 17-23, 2022
2. 阿波圭介、福澤学、渡邊敬浩、中村公亮、FAO/WHO 合同食品規格計画第 52 回残留農薬部会 (CCPR) 報告、*食品衛生研究*, 72, 3, 27-36, 2022

2. 学会発表

1. 中村公亮、千葉慎司、木内隆、吉池信男、小川久美子、堤智昭、穠山浩：一日最大喫食量データを用いた動物用医薬品等の短期摂取量推計の精緻化、日本薬学会第 142 年会、2022 年 3 月 25 日（金）～28 日（月）、名古屋
2. 山崎由貴、中村公亮、千葉慎司、柏原奈央、穠山浩、堤智昭：国際機関の公開評価データを用いた食品の加工係数の網羅的解析、日本薬学会第 142 年会、2022 年 3 月 25 日（金）～28 日（月）、名古屋
3. 中村公亮、千葉慎司、鶴身和彦、加藤公子、堤智昭、穠山浩：日本の食品中農薬残留基準に関わる情報を統合させたデータベースのツール開発（第一報）、第 55 回全国衛生化学技術協議会年会、令和 3 年 11 月 15 日（月）～26 日（金）
4. Nakamura, K., Chiba, S., Kashiwabara, N., Sasaki, S., Yoshiike, N., Tsutsumi, T., Akiyama, H. Estimation of a pesticide residue concentration in processed food using a processing factor, The 2021 AOAC Annual Meeting & Exposition at Boston, Massachusetts, USA (In-person and Virtual) Aug. 27-Sep. 2, 2021
5. 千葉慎司、中村公亮、鍋師裕美、堤智昭、蜂須賀暁子、穠山浩：食品中の放射性セシウムに関する公開検査データに基づく日本産水産物の現状について、日本食品化学学会 第 27 回総会・学術大会、川崎市、2021 年 6 月 10 日（木）～6 月 11 日（金）
6. 中村公亮、千葉慎司、佐々木敏、吉池信男、穠山浩：国際機関の公開評価データと農薬の物性値から予測される加工食品中の残留農薬量の変化、日本食品化学学会 第 27 回 総会・学術大会、川崎市、2021 年 6 月 10 日（木）～6 月 11 日（金）

G. 知的所有権の出願・登録状況

なし

Table 1. Number of pesticides and their PF values examined in this study.

Processed commodities	Apple		Grape		Tomato	
	Pesticides	PF	Pesticides	PF	Pesticides	PF
Juice	83	330	89	456	81	309
Wet pomace	73	238	59	205	62	145
Dry pomace	57	147	38	123	40	69

Table 2. Spearman's rank correlation matrix between PF and physicochemical properties of pesticides in the juice, wet pomace, and dry pomace that were processed from apple, grape, and tomato.

Apple, Juice							Grape, Juice							Tomato, Juice							
	PF	Molecular weight	Vapor pressure (mPa)	logK _{ow}	Solubility in water (mg/L)	Specific gravity		PF	Molecular weight	Vapor pressure (mPa)	logK _{ow}	Solubility in water (mg/L)	Specific gravity		PF	Molecular weight	Vapor pressure (mPa)	logK _{ow}	Solubility in water (mg/L)	Specific gravity	
Molecular weight	1.00						Molecular weight	1.00						Molecular weight	1.00						
Vapor pressure (mPa)	-0.41***	1.00					Vapor pressure (mPa)	-0.29*	1.00					Vapor pressure (mPa)	-0.19	1.00					
logK _{ow}	0.08	-0.34***	1.00				logK _{ow}	-0.05	-0.37**	1.00				logK _{ow}	-0.05	-0.34***	1.00				
Solubility in water (mg/L)	-0.51***	0.59***	-0.02	1.00			Solubility in water (mg/L)	-0.40***	0.46***	-0.01	1.00			Solubility in water (mg/L)	-0.33**	0.52***	-0.06	1.00			
Specific gravity	0.57***	-0.88***	0.28*	-0.82***	1.00		Specific gravity	0.41***	-0.58***	0.23*	-0.73***	1.00		Specific gravity	0.35**	-0.86***	0.25	-0.81***	1.00		
	-0.11	0.04	-0.21	-0.15	-0.09	1.00			-0.05	0.05	-0.26*	-0.23*	-0.10		-0.03	0.24	-0.17	-0.07	-0.20	1.00	
Apple, Wet pomace							Grape, Wet pomace							Tomato, Wet pomace							
	PF	Molecular weight	Vapor pressure (mPa)	logK _{ow}	Solubility in water (mg/L)	Specific gravity		PF	Molecular weight	Vapor pressure (mPa)	logK _{ow}	Solubility in water (mg/L)	Specific gravity		PF	Molecular weight	Vapor pressure (mPa)	logK _{ow}	Solubility in water (mg/L)	Specific gravity	
Molecular weight	1.00						Molecular weight	1.00						Molecular weight	1.00						
Vapor pressure (mPa)	0.44***	1.00					Vapor pressure (mPa)	0.29	1.00					Vapor pressure (mPa)	0.48**	1.00					
logK _{ow}	-0.14	-0.38**	1.00				logK _{ow}	-0.13	-0.32*	1.00				logK _{ow}	-0.28	-0.40**	1.00				
Solubility in water (mg/L)	0.57***	0.57***	-0.06	1.00			Solubility in water (mg/L)	0.28	0.52***	0.01	1.00			Solubility in water (mg/L)	0.76***	0.51**	-0.14	1.00			
Specific gravity	-0.54***	-0.89***	0.30*	-0.82**	1.00		Specific gravity	-0.23	-0.66***	0.30	-0.69***	1.00		Specific gravity	-0.56***	-0.61***	0.30*	-0.82**	1.00		
	-0.10	0.04	-0.24	-0.20	-0.09	1.00			-0.21	0.11	-0.39**	-0.19	-0.11		-0.02	0.34*	-0.20	-0.08	-0.19	1.00	
Apple, Dry pomace							Grape, Dry pomace							Tomato, Dry pomace							
	PF	Molecular weight	Vapor pressure (mPa)	logK _{ow}	Solubility in water (mg/L)	Specific gravity		PF	Molecular weight	Vapor pressure (mPa)	logK _{ow}	Solubility in water (mg/L)	Specific gravity		PF	Molecular weight	Vapor pressure (mPa)	logK _{ow}	Solubility in water (mg/L)	Specific gravity	
Molecular weight	1.00						Molecular weight	1.00						Molecular weight	1.00						
Vapor pressure (mPa)	0.52***	1.00					Vapor pressure (mPa)	0.23	1.00					Vapor pressure (mPa)	0.48**	1.00					
logK _{ow}	-0.27	-0.39**	1.00				logK _{ow}	0.01	-0.53**	1.00				logK _{ow}	-0.28	-0.40**	1.00				
Solubility in water (mg/L)	0.49***	0.57***	0.00	1.00			Solubility in water (mg/L)	0.19	0.36	0.01	1.00			Solubility in water (mg/L)	0.76***	0.51**	-0.14	1.00			
Specific gravity	-0.49***	-0.89***	0.25	-0.82**	1.00		Specific gravity	0.09	-0.56**	0.38	-0.58**	1.00		Specific gravity	-0.63***	-0.57***	0.26	-0.78***	1.00		
	-0.04	0.02	-0.30*	-0.10	-0.16	1.00			-0.34	0.20	-0.45*	-0.20	-0.29		-0.08	0.17	-0.15	-0.28	-0.07	1.00	

Spearman's rank correlation analysis was performed between median values of PF and physicochemical properties for each pesticide.

Correction for multiple comparisons was carried out using the FDR. * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$

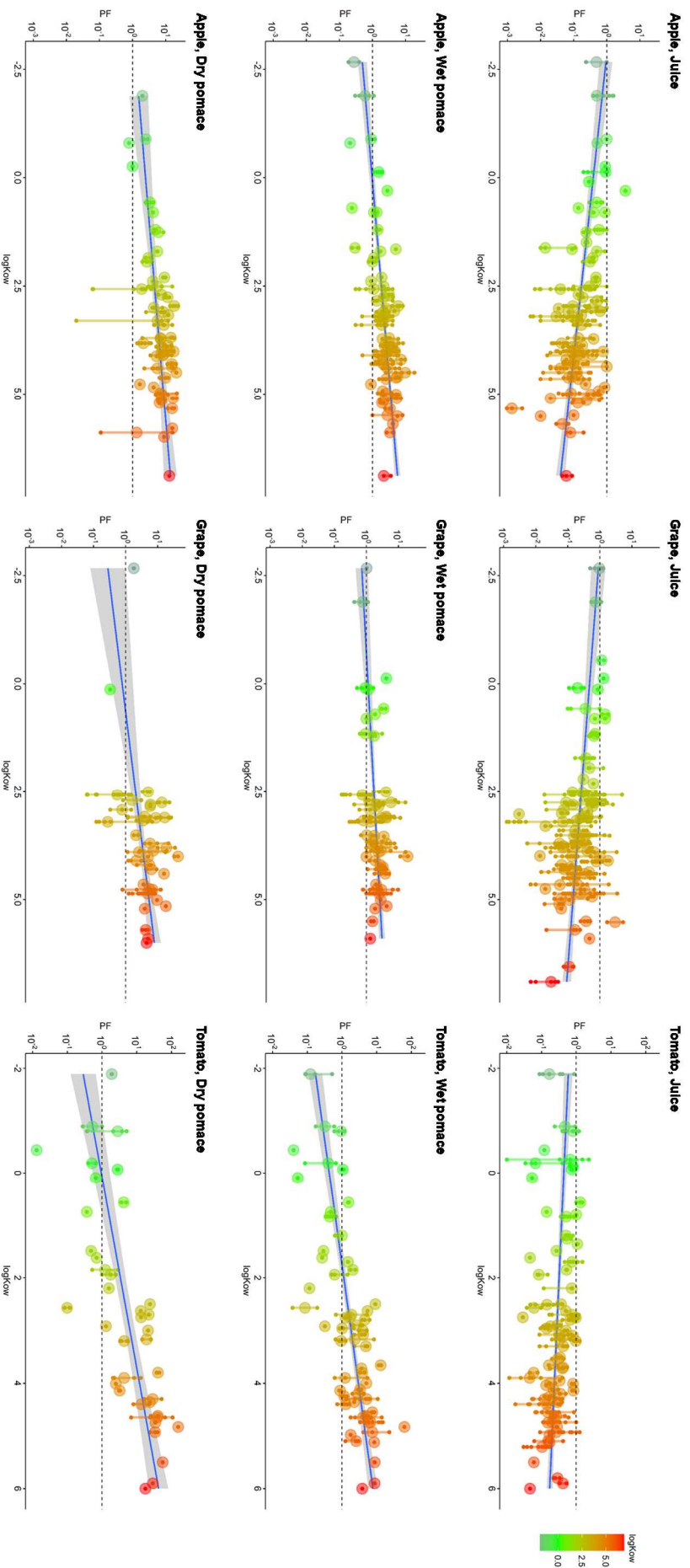


Figure 1. Scatter plot showing the relationships between PF values and logK_{ow} for pesticides in the juice, wet pomace, and dry pomace that were processed from apple, grape, and tomato.

Large filled circles represent median values of PF for each pesticide. Small closed circles represent maximum and minimum values of PF for each pesticide. The regression lines (blue) are shown along with 95% confidence interval (filled gray).

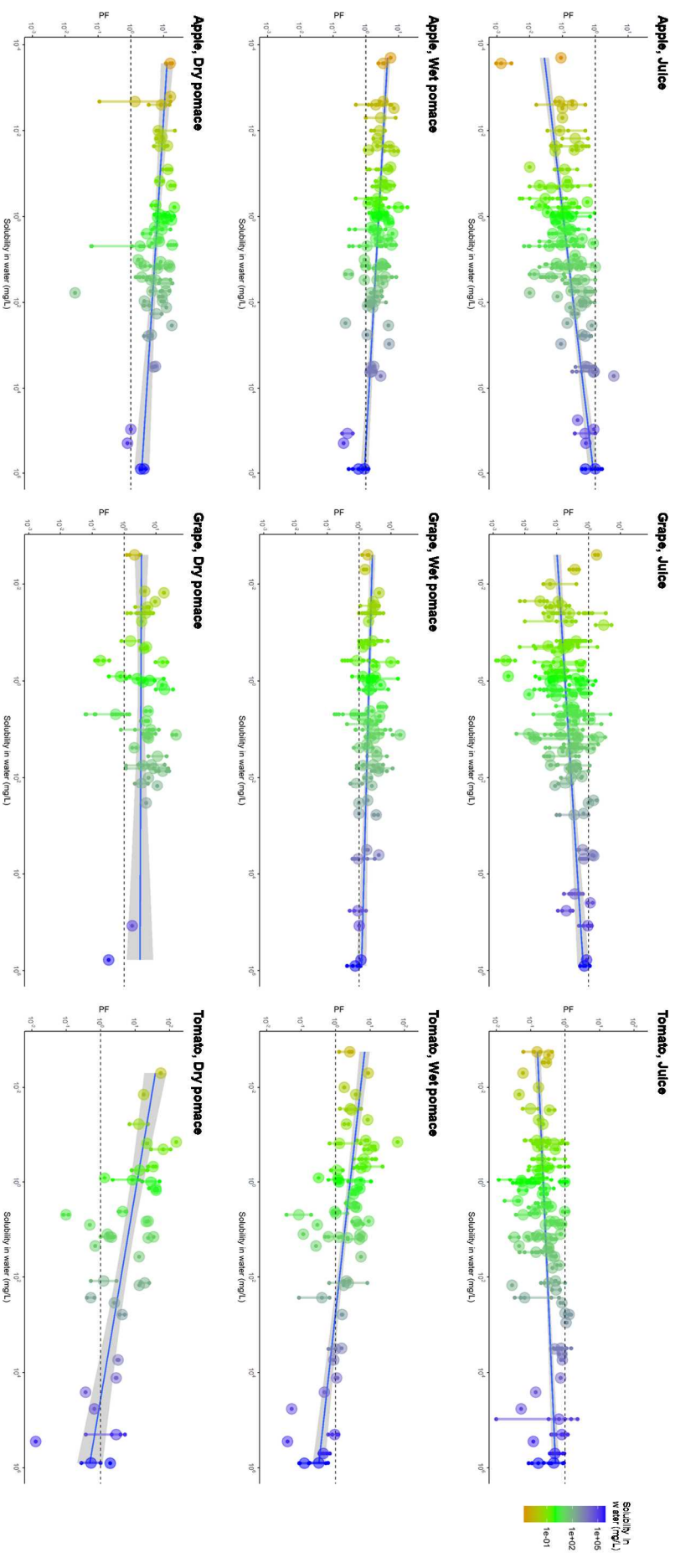


Figure 2. Scatter plot showing the relationships between PF values and solubility in water for pesticides in the juice, wet pomace, and dry pomace produced from apple, grape, and tomato.

Large filled circles represent median values of PF for each pesticide. Small closed circles represent maximum and minimum values of PF for each pesticide. The regression lines (blue) are shown along with 95% confidence interval (filled gray).

Table 3. The best equation obtained from stepwise multiple regression analysis

Processed food	Regression equation	Adjusted R²
Apple, Juice	$PF = 0.61194 - 0.10074 \log K_{ow}$	0.164
Apple, Wet pomace	$PF = 1.0920 + 0.54838 \log K_{ow}$	0.238
Apple, Dry pomace	$PF = 3.2805 + 1.4745 \log K_{ow} - 0.098661$ vapor pressure	0.265
Grape, Juice	$PF = 0.71185 - 0.079369 \log K_{ow}$	0.0472
Tomato, Juice	$PF = 6.1005e-01 - 7.4613e-02 \log K_{ow} - 4.0514e-07$ solubility in water	0.136
Tomato, Wet pomace	$PF = 14.526 + 1.4241 \log K_{ow} - 11.166$ specific gravity	0.227
Tomato, Dry pomace	$PF = 39.488 + 6.6330 \log K_{ow} - 30.552$ specific gravity	0.314

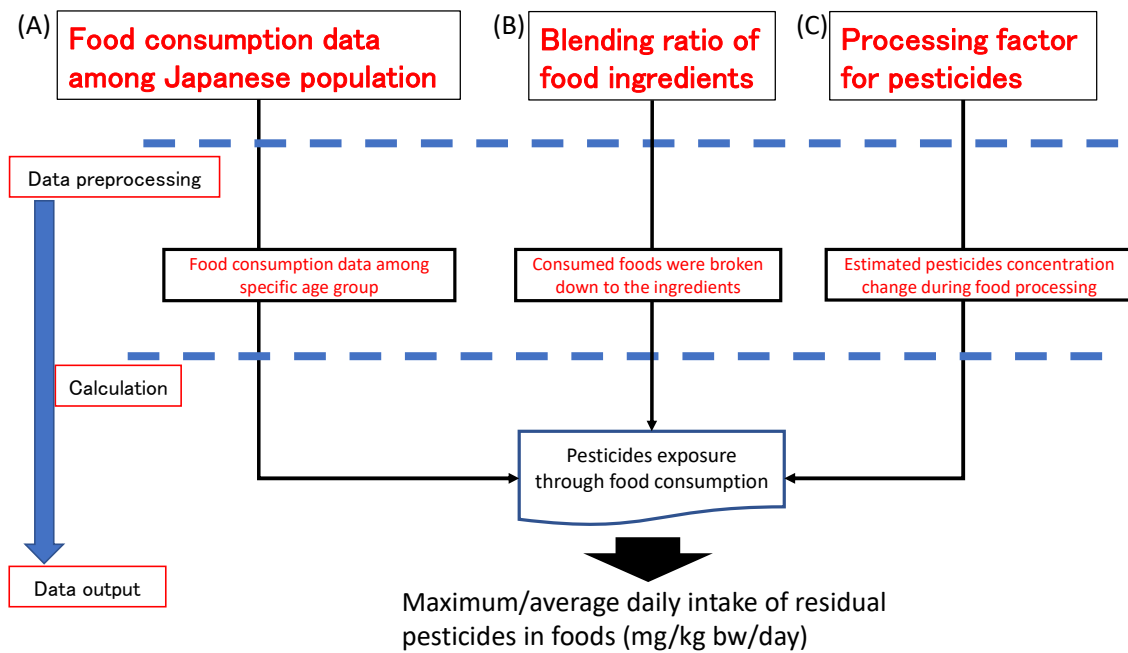


Figure 3. Scheme showing the calculation step for pesticides exposure estimate.

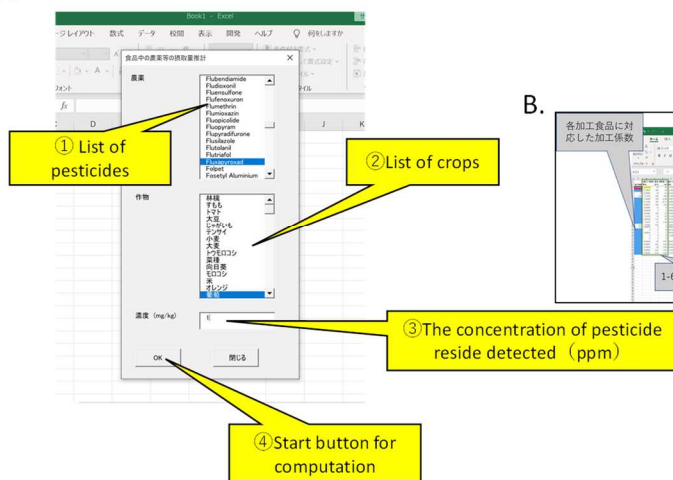
Data processing:

(A) Food consumption data from an age-group of interest among Japanese population were extracted. (B) The types and the amount of consumed foods at ingredient level were identified. The ingredients used were estimated using the blending ratio of food ingredients for each food consumed. (C) The amount of pesticides residues in foods after cooking and processing was estimated using a processing factor.

Data output:

Maximum/average daily intake of pesticide residues in foods (mg/kg bw/day) were calculated using the three database (A-C).

A.



B.

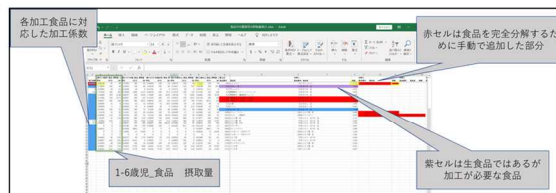


Figure 4. Input data for the pesticide consumption estimate using the developed program.

(A) The name of a pesticide of interest, the crop name from which the residual pesticide was detected and the detected pesticide's concentration were specified. Press OK button to start calculating the amount of the estimated pesticide's exposure. (B) A example showing the summary of data used to calculate the pesticide residue consumption estimate. Food consumption data among Japanese population of specific age group, blending ratio of food ingredients for foods, and processing factor for a specific pesticide used were summarized.

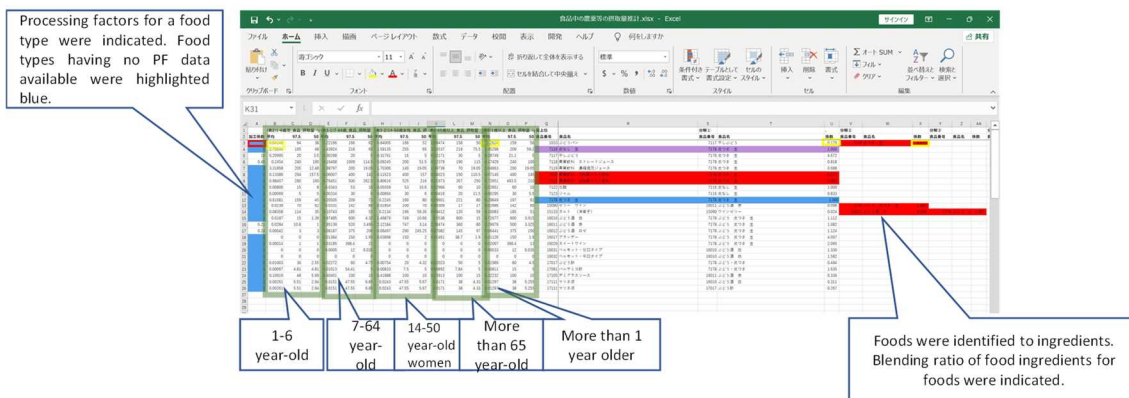


Figure 5. A summary of data used to calculate the pesticide consumption estimate when all foods containing grapes were consumed.

An example of the summary of data used to calculate the estimate. Food consumption data among Japanese population of specific age groups (1-6 years old children, 7-64 years old of general age group, 14-50 years old women who were in childbearing age, seniors at 65 years old or older, 1 year-old or older), blending ratio of food ingredients for foods, and processing factor for specific pesticides were summarized in a table. Processing factor was set “1” when no data were available from JMPR.

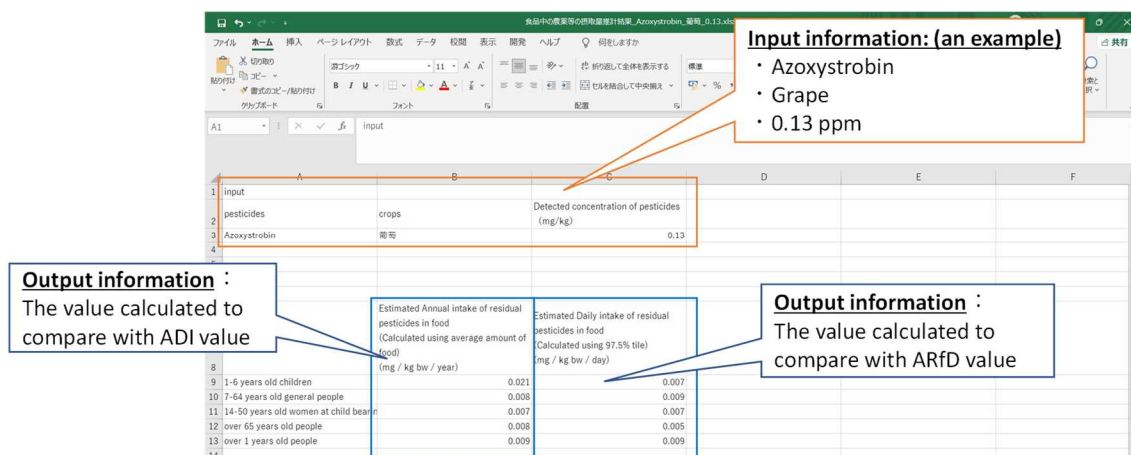
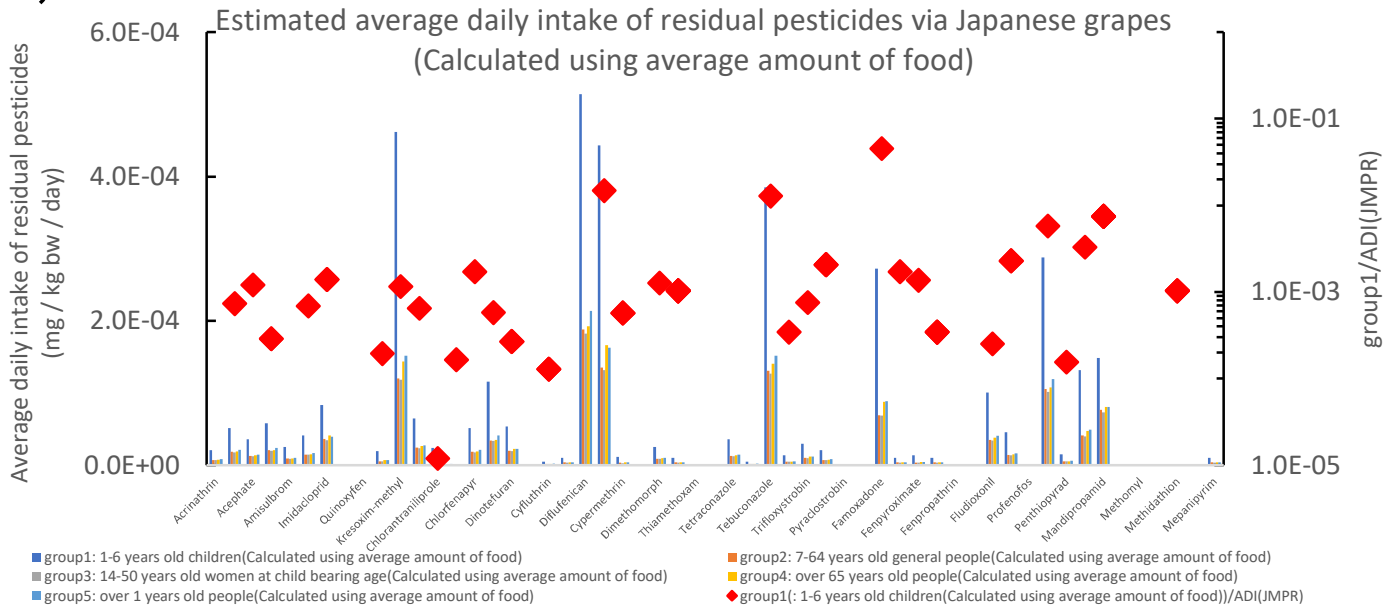


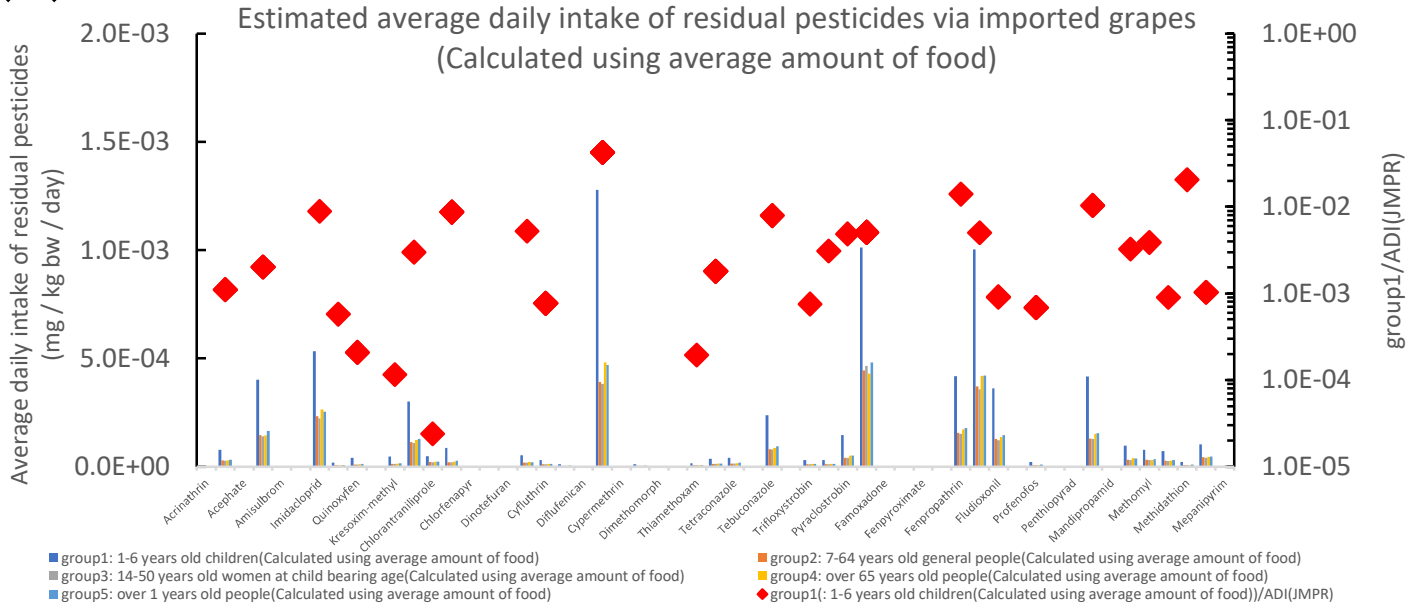
Figure 6. An example of a summary table for the output data from the developed program.

Input and output data for pesticide consumption estimate were summarized. The output values were compared with ADI and ARfD values set by JMPR.

(A)



(B)



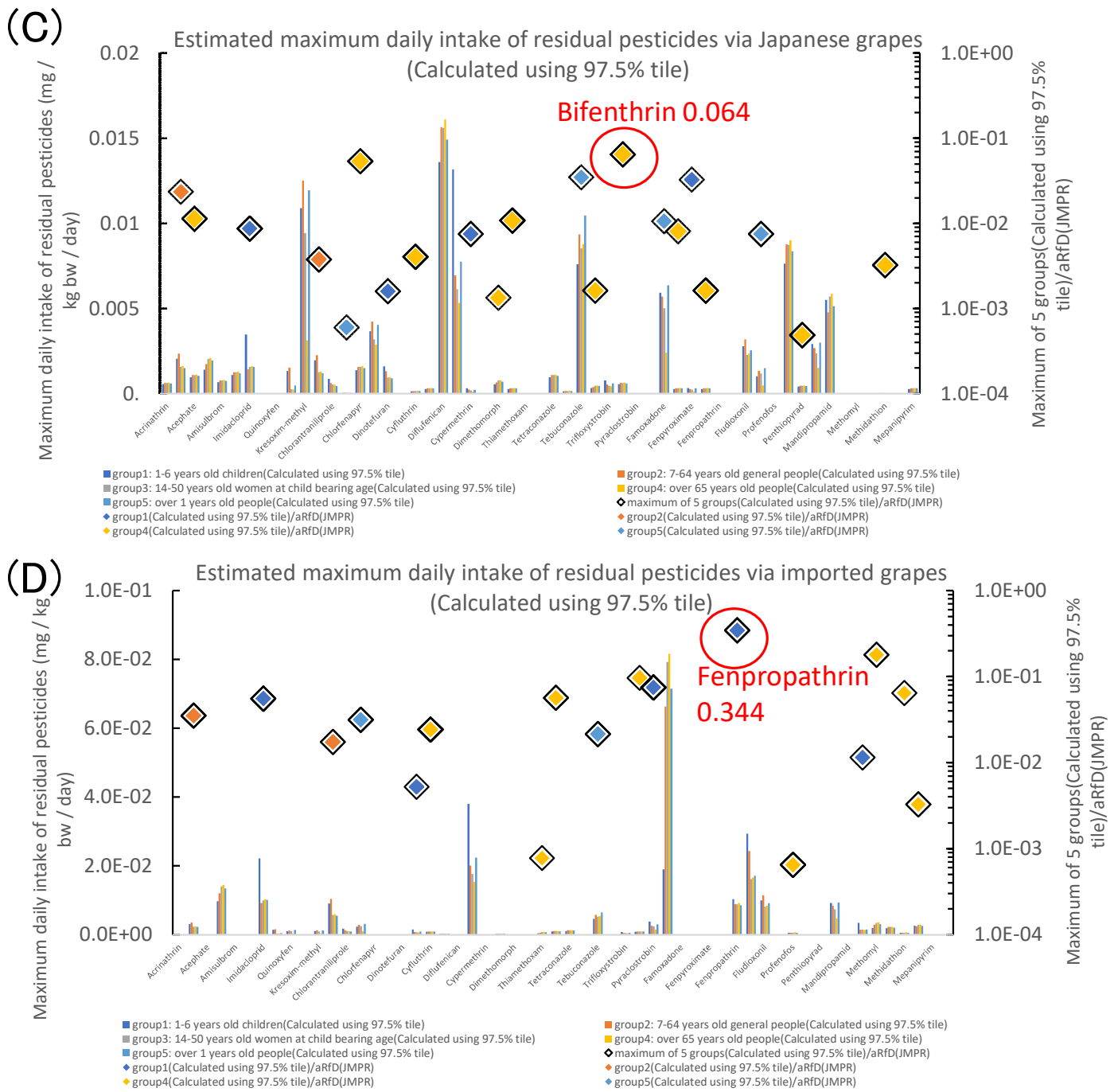


Figure 7. Comparison of pesticide’s consumption estimate with the regulation values.

Pesticides detected in grapes from either of Japan-grown or outside of Japan were compared by age groups among Japanese population. Each pesticides residue consumption estimate calculated for two cases when domestic grapes (A, C) and imported grapes (B, D) were consumed were compared with the ADI (A,B) and ARfD values (C,D) set by JMPPR.

令和3年度 研究成果の刊行に関する一覧表

書籍

著者氏名	書籍タイトル名	書籍全体の編集者名	書籍名	出版社名	出版地	出版年	ページ
なし							

雑誌

発表者氏名	論文タイトル名	発表誌名	巻名	ページ	出版年
中村公亮、穂山浩	食品中の残留農薬等の基準に係わる情報の包括的データベースの構築	食品衛生研究	72	17-23	2022
阿波圭介、福澤学、渡邊敬浩、中村公亮	FAO/WHO合同食品規格計画第52回残留農薬部会（CCPR）報告	食品衛生研究	72	27-36	2022

厚生労働大臣 殿

機関名 国立大学法人東京大学

所属研究機関長 職名 学長

氏名 藤井 輝夫

次の職員の令和3年度厚生労働科学研究費の調査研究における、倫理審査状況及び利益相反等の管理については以下のとおりです。

1. 研究事業名 食品の安全確保推進研究事業

2. 研究課題名 加工食品の輸出拡大に向けた規格基準設定手法の確立のための研究

3. 研究者名 (所属部署・職名) 大学院医学系研究科・教授

(氏名・フリガナ) 佐々木 敏・ササキ サトシ

4. 倫理審査の状況

	該当性の有無		左記で該当がある場合のみ記入 (※1)		
	有	無	審査済み	審査した機関	未審査 (※2)
人を対象とする生命科学・医学系研究に関する倫理指針 (※3)	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
遺伝子治療等臨床研究に関する指針	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
厚生労働省の所管する実施機関における動物実験等の実施に関する基本指針	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
その他、該当する倫理指針があれば記入すること (指針の名称:)	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>

(※1) 当該研究者が当該研究を実施するに当たり遵守すべき倫理指針に関する倫理委員会の審査が済んでいる場合は、「審査済み」にチェックし一部若しくは全部の審査が完了していない場合は、「未審査」にチェックすること。

その他 (特記事項)

(※2) 未審査に場合は、その理由を記載すること。

(※3) 廃止前の「疫学研究に関する倫理指針」、「臨床研究に関する倫理指針」、「ヒトゲノム・遺伝子解析研究に関する倫理指針」、「人を対象とする医学系研究に関する倫理指針」に準拠する場合は、当該項目に記入すること。

5. 厚生労働分野の研究活動における不正行為への対応について

研究倫理教育の受講状況	受講 <input checked="" type="checkbox"/> 未受講 <input type="checkbox"/>
-------------	---

6. 利益相反の管理

当研究機関におけるCOIの管理に関する規定の策定	有 <input checked="" type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> (無の場合はその理由:)
当研究機関におけるCOI委員会設置の有無	有 <input checked="" type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> (無の場合は委託先機関:)
当研究に係るCOIについての報告・審査の有無	有 <input checked="" type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> (無の場合はその理由:)
当研究に係るCOIについての指導・管理の有無	有 <input type="checkbox"/> 無 <input checked="" type="checkbox"/> (有の場合はその内容:)

(留意事項) ・該当する□にチェックを入れること。
・分担研究者の所属する機関の長も作成すること。

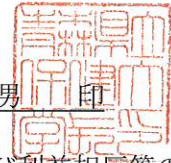
令和4年5月17日

厚生労働大臣
—(国立医薬品食品衛生研究所長)— 殿
—(国立保健医療科学院長)—

機関名 青森県立保健大学

所属研究機関長 職名 学長

氏名 吉池 信男



次の職員の令和3年度厚生労働科学研究費の調査研究における、倫理審査状況及び利益相反等の管理については以下のとおりです。

1. 研究事業名 令和3年度厚生労働科学研究費補助金 食品の安全確保推進研究事業

2. 研究課題名 加工食品の輸出拡大に向けた規格基準設定手法の確立のための研究

3. 研究者名 (所属部局・職名) 健康科学部栄養学科・教授

(氏名・フリガナ) 吉池信男・ヨシイケノブオ

4. 倫理審査の状況

	該当性の有無		左記で該当がある場合のみ記入(※1)		
	有	無	審査済み	審査した機関	未審査(※2)
ヒトゲノム・遺伝子解析研究に関する倫理指針	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
遺伝子治療等臨床研究に関する指針	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
人を対象とする医学系研究に関する倫理指針(※3)	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
厚生労働省の所管する実施機関における動物実験等の実施に関する基本指針	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
その他、該当する倫理指針があれば記入すること (指針の名称:)	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>

(※1) 当該研究者が当該研究を実施するに当たり遵守すべき倫理指針に関する倫理委員会の審査が済んでいる場合は、「審査済み」にチェックし一部若しくは全部の審査が完了していない場合は、「未審査」にチェックすること。

その他(特記事項)

(※2) 未審査に場合は、その理由を記載すること。

(※3) 廃止前の「疫学研究に関する倫理指針」や「臨床研究に関する倫理指針」に準拠する場合は、当該項目に記入すること。

5. 厚生労働分野の研究活動における不正行為への対応について

研究倫理教育の受講状況	受講 <input checked="" type="checkbox"/> 未受講 <input type="checkbox"/>
-------------	---

6. 利益相反の管理

当研究機関におけるCOIの管理に関する規定の策定	有 <input checked="" type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> (無の場合はその理由:)
当研究機関におけるCOI委員会設置の有無	有 <input checked="" type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> (無の場合は委託先機関:)
当研究に係るCOIについての報告・審査の有無	有 <input checked="" type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> (無の場合はその理由:)
当研究に係るCOIについての指導・管理の有無	有 <input type="checkbox"/> 無 <input checked="" type="checkbox"/> (有の場合はその内容:)

(留意事項) ・該当する□にチェックを入れること。
・分担研究者の所属する機関の長も作成すること。

厚生労働大臣

機関名 国立医薬品食品衛生研究所

所属研究機関長 職 名 所長

氏 名 合田 幸広

次の職員の令和3年度厚生労働科学研究費の調査研究における、倫理審査状況及び利益相反等の管理については以下のとおりです。

1. 研究事業名 厚生労働科学研究費補助金（食品の安全確保推進研究事業）

2. 研究課題名 加工食品の輸出拡大に向けた規格基準設定手法の確立のための研究

3. 研究者名（所属部署・職名） 食品部第五室・室長

（氏名・フリガナ） 中村 公亮・ナカムラ コウスケ

4. 倫理審査の状況

	該当性の有無		左記で該当がある場合のみ記入（※1）		
	有	無	審査済み	審査した機関	未審査（※2）
人を対象とする生命科学・医学系研究に関する倫理指針（※3）	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	東京大学	<input type="checkbox"/>
遺伝子治療等臨床研究に関する指針	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
厚生労働省の所管する実施機関における動物実験等の実施に関する基本指針	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
その他、該当する倫理指針があれば記入すること （指針の名称：）	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>

（※1）当該研究者が当該研究を実施するに当たり遵守すべき倫理指針に関する倫理委員会の審査が済んでいる場合は、「審査済み」にチェックし一部若しくは全部の審査が完了していない場合は、「未審査」にチェックすること。

その他（特記事項）

（※2）未審査に場合は、その理由を記載すること。

（※3）廃止前の「疫学研究に関する倫理指針」、「臨床研究に関する倫理指針」、「ヒトゲノム・遺伝子解析研究に関する倫理指針」、「人を対象とする医学系研究に関する倫理指針」に準拠する場合は、当該項目に記入すること。

5. 厚生労働分野の研究活動における不正行為への対応について

研究倫理教育の受講状況	受講 <input checked="" type="checkbox"/> 未受講 <input type="checkbox"/>
-------------	---

6. 利益相反の管理

当研究機関におけるCOIの管理に関する規定の策定	有 <input checked="" type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> （無の場合はその理由：）
当研究機関におけるCOI委員会設置の有無	有 <input checked="" type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> （無の場合は委託先機関：）
当研究に係るCOIについての報告・審査の有無	有 <input checked="" type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> （無の場合はその理由：）
当研究に係るCOIについての指導・管理の有無	有 <input type="checkbox"/> 無 <input checked="" type="checkbox"/> （有の場合はその内容：）

（留意事項） ・該当する□にチェックを入れること。
・分担研究者の所属する機関の長も作成すること。