

令和5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）

加工食品中の残留農薬等による暴露量を評価するための研究 分担研究報告書

残留農薬の暴露量推定およびリスク評価に関する研究

研究分担者 鈴木美成 国立医薬品食品衛生研究所食品部

研究要旨

食品摂取頻度・摂取量調査の結果から、農薬の MRL 設定時に行われる暴露量推定に使用可能な生鮮農産品 (RAC) 消費量を算出する方法として、現行の暴露評価書の情報を基に、優先的に消費量を算出する RAC を選択するトップダウン型のアプローチについて検討した。その結果、幼児において対 ADI 比が 70%以上の農薬に限っても、長期暴露量推定の対象となっている食品数は 195 であり、これは現行の暴露量推定の対象となっている全 219 食品の 89%に相当した。したがって、分担課題「生鮮農産品消費量の算出に関する研究」および「加工食品に係る残留農薬規制と暴露評価の国際標準に関する研究」で検討しているように、RAC 消費量を算出するには、全ての食事記録調査の対象食品から RAC 消費量を算出するボトムアップ型のアプローチを採用することが望ましいと考えられた。

また、厚生労働省が行った「食品中の残留農薬等検査結果」の公表データを解析した結果、2013～2018 年の食品中の残留農薬等検査において検出率と国産と海外産の違いはほとんど関連していないと結論できた。したがって、暴露量推定において国産と海外産を区別して推定を行う必要性は低いと結論できた。

研究協力者

国立医薬品食品衛生研究所食品部

高橋未来

A. 研究目的

厚生労働省では、設定した農薬等の最大残留基準値 (MRL) が健康被害を及ぼさないことを確認するために、残留農薬の暴露評価 (以降、初期暴露評価) を行っている。ここでの暴露評価には、長期

と短期の暴露評価がある。長期暴露評価では、濃度に MRL を用いた理論最大一日摂取量 (TMDI) 試算、あるいは作物残留試験の中央値 (STMR) 等を用いた推定一日摂取量 (EDI) 試算の結果が報告されている。一方で、短期暴露評価は、

急性参照用量 (ARfD) が設定されている農薬等に関して行う必要があり、濃度に MRL あるいは最高残留濃度 (HR) を用いた短期推定摂取量 (ESTI) の推定結果が報告されている。

現在行われている残留農薬の初期暴露評価における問題として、生鮮農産品 (RAC) 消費量の値が現在の食習慣を反映していない点が挙げられる。各食品の平均摂取量は、平成 17 年～19 年度食品摂取頻度・摂取量調査の特別集計業務報告書の結果を使用しているが、これらは 16 年以上昔の結果を使用している。そのため、食品消費量のデータを更新する必要性が高まっている。しかしながら、特別集計業務報告書には食事記録データから RAC 消費量を算出する方法について、基本的な考え方は記載されているものの、具体的なパラメーターは一部についてのみしか記載されていない。こういった背景から、報告書の内容だけでは第三者が再現することは困難であり、最新の食事記録データには適用できない状況である。さらに、残留農薬規制の国際整合を進めることが求められており、Codex 委員会が定める食品分類および分析部位等との一致についても考慮する必要がある。しかしながら、特別集計業務報告書内ではそのような観点で RAC (特別集計業務報告書内では”最終食品”と記載) の分類を行ったとの記載は無い。そのため、仮に算出に必要な全ての情報が公開されたとしても、Codex の食品分類

等と整合していない RAC 消費量を算出することしか出来ない。

このような背景を受け、本研究班では、2016 年～2020 年に佐々木等によって実施された食品摂取頻度・摂取量調査の結果から、農薬の MRL 設定時に行われる暴露量推定に使用可能な RAC 消費量を算出することを最大の目的として、そのための方法を「生鮮農産品消費量の算出に関する研究」及び「加工食品に係る残留農薬規制と暴露評価の国際標準に関する研究」で検討している。本分担課題では、暴露量推定の側面から、優先的に消費量を算出すべき RAC 抽出することで効率的に行うことが可能であるか検討した。

もう一つの検討事項として、暴露量推定における食品の産地 (より具体的には国産と海外産の差異) の重要性について考察した。食品安全委員会が 2015 年に実施したインターネット調査で、回答者は健康上の懸念が大きい順に 19 品目を 10 位までランク付けを行ったところ、食品安全の専門家と比較して一般消費者は残留農薬への懸念を持つ回答が多かった。この調査結果は、一般消費者と食品安全の専門家との間の大きな知識のギャップを浮き彫りにするだけでなく、一般消費者が依然として残留農薬に対して懸念を抱いていることを示唆している。このギャップを埋めるためにいくつかの努力がなされてきたが、残留農薬への暴露は依然として一般消費者の間

で広く懸念されている。例えば、日本協同組合連携機構が 2020 年に行った「農畜産物等の消費行動に関する調査結果」では、野菜購入時の国産・外国産の選択状況は、『主に国産を買う』が 81.3%であるのに対して、『主に外国産を買う』は 1.6%となっている。同様に、果物購入時の国産・外国産の選択状況は、『主に国産を買う』は 70.2%、『主に外国産を買う』は 5.1%となっている。このような農産物の購買における国産志向について、「輸入食品の安全性に消費者が不安を抱いているから」との主張がされてきた(川口, DOI: 10.57538/consumercoopstudies.521.0_32)。一方で、日本の農薬使用量が世界的には上位にあることをことさらに強調し不安を煽るような言説も散見されており、このような言説の中には情報が不正確であることが指摘されているものもある。FAO が公開している農薬使用量に関する統計資料(<https://www.fao.org/faostat/en/#data/RP>)では、2021 年における日本の農地面積当たりの農薬使用量は、11.24 kg/ha (推定値) であり、185 カ国・地域中で 14 位の使用量と推定されている。こういった背景から、残留農薬の暴露量推定において、国産と海外産を区別して推定を行う必要性について検討した。

B. 研究方法

暴露評価に用いる残留農薬濃度の情報整

理と RAC 消費量算出の優先順位に関する検討

暴露量推定に用いる濃度のデータベースには、厚生労働省が薬事・食品衛生審議会食品衛生分科会農薬・動物用医薬品部会報告で公開している報告書の内(https://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/bunya/kenkou_iryuu/shokuhin/zanryu/bukaihoukoku.html)、最新の報告書内の推定摂取量の表を引用し整理した。今年度は農薬について情報を整理した。

国産と海外産 RAC における残留農薬濃度に関する解析

国産と海外産の残留農薬濃度に関する解析には、厚生労働省が行った「食品中の残留農薬等検査結果」の公表データ(https://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/bunya/kenkou_iryuu/shokuhin/zanryu/index.html) の内、直近 10 年に相当する 2013～2018 年のデータを解析に用いた。なお、2013 及び 2014 年は同一の報告書として公開されており、調査年の区別はされていなかった。また、2019 年以降のデータは公表されていなかった。

RAC-農薬の組合せにおいて、日本産と海外産で農薬の検出率および基準値超過率に違いがあるかどうか検討を行った。その際には、全ての調査年のデータを統合した。検査数、基準値超過数、検出率、基準値超過率間の相関は Spearman の順位相関検定を用いた。クロス集計表に 5 以下の数値があった場合は Fisher の正確確

率検定を行い、それ以外の場合はカイ二乗検定を行った。統計解析には R (ver. 4.1.0) を用い、有意水準は 0.05 とした。

C.D. 結果及び考察

暴露評価に用いる残留農薬濃度の情報整理と RAC 消費量算出の優先順位に関する検討

公開されている 514 農薬について、暴露評価に使用されている濃度等を整理した。この情報を基に、優先的に消費量を算出する RAC を選択するトップダウン型のアプローチについて検討した。

薬事・食品衛生審議会食品衛生分科会農薬・動物用医薬品部会報告では、4 つの集団 [国民全体 (1 歳以上)、幼児 (1-6 歳)、高齢者 (65 歳以上)、妊婦] を対象として暴露評価を行っている。一般的に、体重当たりの食品消費量は幼児の方が大きいため、対 ADI 比も幼児で高く推定される。そこで、幼児において対 ADI 比が 70% 以上の農薬 (21 農薬) を抽出し、暴露評価対象となっている RAC をリストアップした (Fig. 1)。ここで抽出された農薬に限っても、暴露量推定の対象となっている食品数は 195 であった。これは現行の暴露量推定の対象食品のうち加工食品 61 品目を除いた 219 食品の 89% に相当した。また、「魚介類」や「その他の～」などグループとして消費量を算出しているものも多かった。

以上の結果から、分担課題「生鮮農産品消費量の算出に関する研究」および「加工食品に係る残留農薬規制と暴露評価の国

際標準に関する研究」で検討しているように、RAC 消費量を算出するには、全ての食事記録調査の対象食品から RAC 消費量を算出するボトムアップ型のアプローチを採用することが望ましいと考えられた。

国産と海外産 RAC における残留農薬濃度に関する解析

公開されている報告書の概要では、食品-農薬の組合せを考慮せずに、国産と海外産での基準値超過率や検出率の値を示しており、例えば「平成 30 年度食品中の残留農薬等検査結果」では、国産の農産物では基準値を超過した割合は 0.002% であり、海外産の農産物では基準値を超過した割合は 0.014% であったと報告している。RAC によって農薬の使用が認められているかどうかは異なるうえに、その使用量には様々な要素が影響している。例えば、比較的病虫害や雑草による被害の程度が小さい大豆・トウモロコシ・麦などでは使用量は少なく、反対に果樹類は被害が大きくなるため必要な農薬の量が増えることになる。

以上の点から、基準値超過率や検出率について、食品-農薬の組合せを考慮せずに国産と海外産を比較するのは適切でない。そこで、食品-農薬の組合せを考慮して詳細な解析を行った。

基準値超過数が検査方針や検査結果に、影響を与えているかどうかをまずは検討した。Fig. 2 に、基準値超過が確認された

食品-農薬の組合せを抽出し、基準値超過数、検査数、検出率、基準値超過率の関係を示す。基準値超過数が多い食品-農薬の組合せほど、検査数が有意に多くなる傾向が認められた。とくに、国産+海外産 (Fig. 2C) よりも、国産 (Fig. 2A) および海外産 (Fig. 2B) の方が有意水準が低かったことから、基準値超過が認められた産地の食品の検査数を多くするよう検査が実施されていると考えられた。つまり、検査結果が適切に検査方針に反映しているものと考えられた。

一方で、検査数が多い農薬-農薬の組合せほど、検出率及び基準値超過率は有意に増加する傾向が国産 (Fig. 2A) および海外産 (Fig. 2B) で認められた。しかしながら、国産あるいは海外産では検出率/基準値超過率が 0 となる食品-農薬の組合せがあるため、検定結果敵に $p < 0.05$ となったと考えられた。検出率あるいは基準値超過率が 0 となった組合せを除外すると、検査数が多い食品-農薬の組合せほど、検出率及び基準値超過率ともに有意に減少した (いずれの組合せでも $p < 0.001$ であった)。この結果は、国産+海外産において、検査数が多い食品-農薬の組合せほど検出率及び基準値超過率は有意に減少した結果と一致している (Fig. 2C)。それでは、検査数が多い食品-農薬の組合せほど、検出率及び基準値超過率が減少する原因は何であろうか。その原因としては、データの特性が関係していると考えられた。ここでは、基準値超過が認められた食品-農薬の組合

せのみを抽出したデータを解析している。そのため、検出数及び基準値超過数は 1 以上となり、0 を除いて左下三角の領域には点が存在しない。このようなデータであることを考慮すると、検出率および基準値超過率を意図的に下げるような意図をもって検査数を増加しているわけではないと考えられた。詳細については、時系列解析を行う必要があるが、適切に検査が行われていると判断できた。

ついで、国産と海外産で検出率に関連があるかどうかを解析した。解析の一例として、おうとう-ボスカリドの組合せの解析例について Table 1 に示す。カイ二乗検定の結果、おうとう-ボスカリドの検出率は国産と海外産で独立ではないと判断された ($p = 0.035$)。同様の解析を全ての食品-農薬について基準値超過率と検出率について実施した。

基準値超過率が国産/海外産で独立でなかったのは、さといも類-クロルピリホスとその他の加工食品-チアベンダゾールのみであり、前者では海外産で後者では国産で基準値超過率が高かった。この結果は、基準値超過率に関しては、国産と海外産で大きな違いは無かったと結論できた。

国産において検出率が有意に高くなった農薬が 5%を超えた農産品は、おうとうと茶であった。海外産においては、検出率が有意に高くなった農薬の割合が最大であった農産品はいちごであり、その割合は 3.6%であった。一方で、有意な差があった農作物を農薬ごとにまとめたところ、国産

において検出率が有意に多い農産物が10%を超える農薬は、ジノテフラン、クレソキシムメチル、トルフェンピラドであり、海外産において検出率が有意に多い農産物が10%を超える農薬は、エトキシキン、シアン化合物、アミトラズ、イミダクロプリド、クロルピリホスであった。ただし、検査を行った食品が少ないもの（エトキシキン: 2 食品、シアン化合物: 2 食品、アミトラズ: 4 食品）もあった点には注意が必要であろう。

以上の結果より、検出率に国産と海外産で違いが認められた RAC-農薬の組合せは全組合せの 1.1% (506/43,913) であった。また、検出率に国産と海外産で違いが認められた農薬が 5%を超えたのは食品の 2.1% (3/145) であった。一方で、検出率に国産と海外産で違いが認められた食品が 10%を超えたのは農薬の 0.9% (8/895) であった。以上の結果から、2013～2018 年の食品中の残留農薬等検査において国産と海外産の違いは検出率とはほとんど関連していないと結論できた。ただし、使用した検査結果には報告限界値に関する情報が記載されていない点には留意する必要がある。

以上の解析結果より、残留農薬の暴露量推定において、国産と海外産を分けて評価する優先度は低いと考えられた。

E. 結論

食品摂取頻度・摂取量調査の結果から、農薬の MRL 設定時に行われる暴露量推定に使用可能な RAC 消費量を算出する方法としては、分担課題「生鮮農産品消費量の算出に関する研究」および「加工食品に係る残留農薬規制と暴露評価の国際標準に関する研究」で検討しているように、RAC 消費量を算出するには、全ての食事記録調査の対象食品から RAC 消費量を算出するボトムアップ型のアプローチを採用することが望ましいと考えられた。

また、厚生労働省が行った「食品中の残留農薬等検査結果」の公表データを解析した結果、2013～2018 年の食品中の残留農薬等検査において国産と海外産の違いは検出率とはほとんど関連していないと結論できた。したがって、暴露量推定において国産と海外産を区別して推定を行う必要性は低いと結論できた。

F. 研究発表

1. 論文発表

なし

2. 学会発表

なし

G. 参考文献

なし

表 1 2013～2018 年の食品中の残留農薬等検査によるおうとう（チェリーを含む）に残留したボスカリドの検査結果

産地	年	検出数	不検出数
国産	2013-2014	2	1
国産	2015	2	0
国産	2016	7	4
国産	2017	7	2
国産	2018	8	3
海外産	2013-2014	5	7
海外産	2015	1	8
海外産	2016	80	71
海外産	2017	8	4
海外産	2018	54	69

	検出数	不検出数
国産	26	10
海外産	148	159

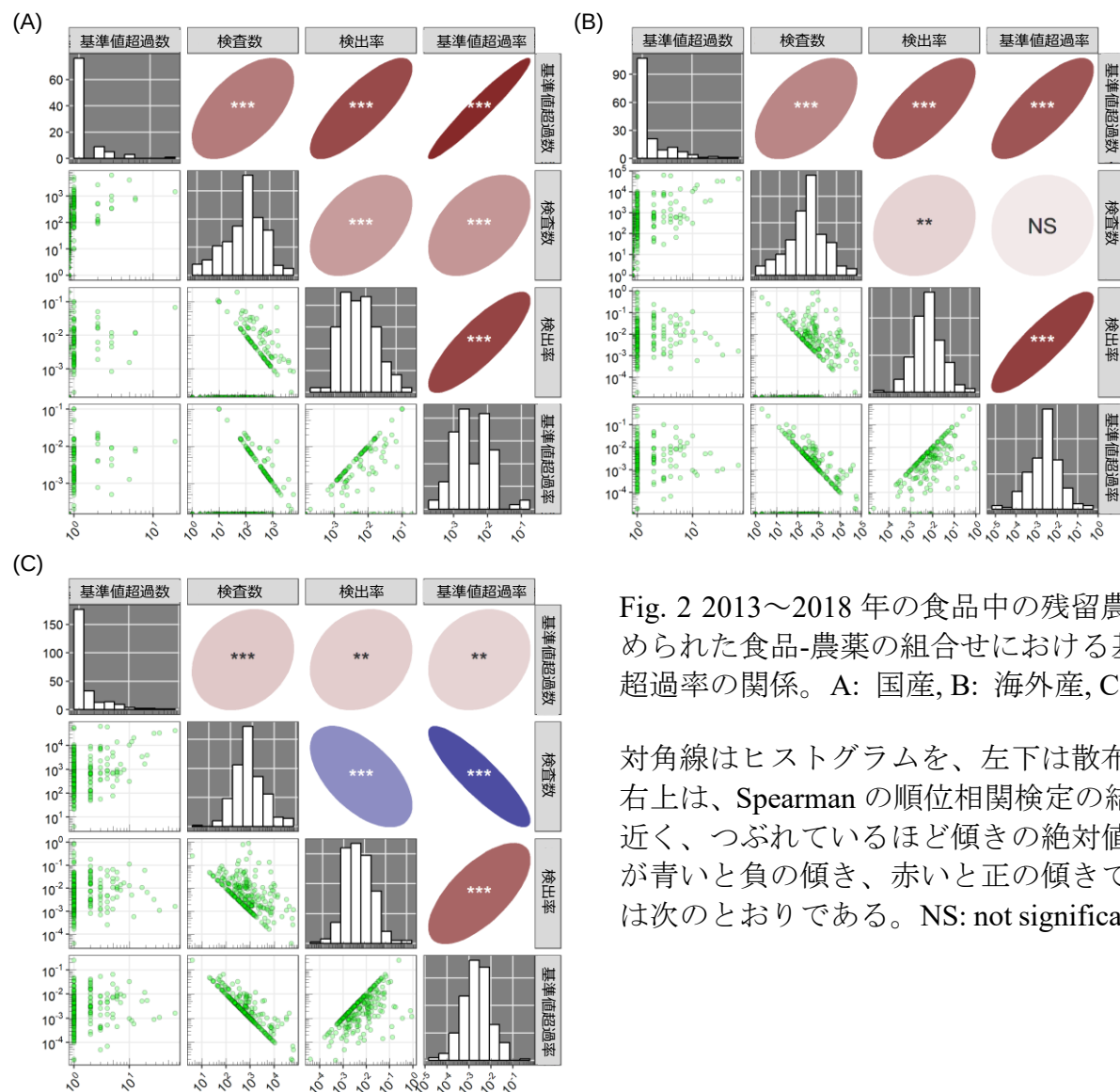


Fig. 2 2013～2018 年の食品中の残留農薬等検査結果において基準値超過が認められた食品-農薬の組合せにおける基準値超過数、検査数、検出率、基準値超過率の関係。A: 国産, B: 海外産, C: 国産+海外産

対角線はヒストグラムを、左下は散布図を示す。
 右上は、Spearman の順位相関検定の結果を示し、楕円が丸いほど傾きが 0 に近く、つぶれているほど傾きの絶対値が大きいことを示す。また、楕円の色が青いと負の傾き、赤いと正の傾きであることを示す。楕円内の文字の意味は次のとおりである。NS: not significant, *: $p < 0.05$, **: $p < 0.01$, ***: $p < 0.001$ 。

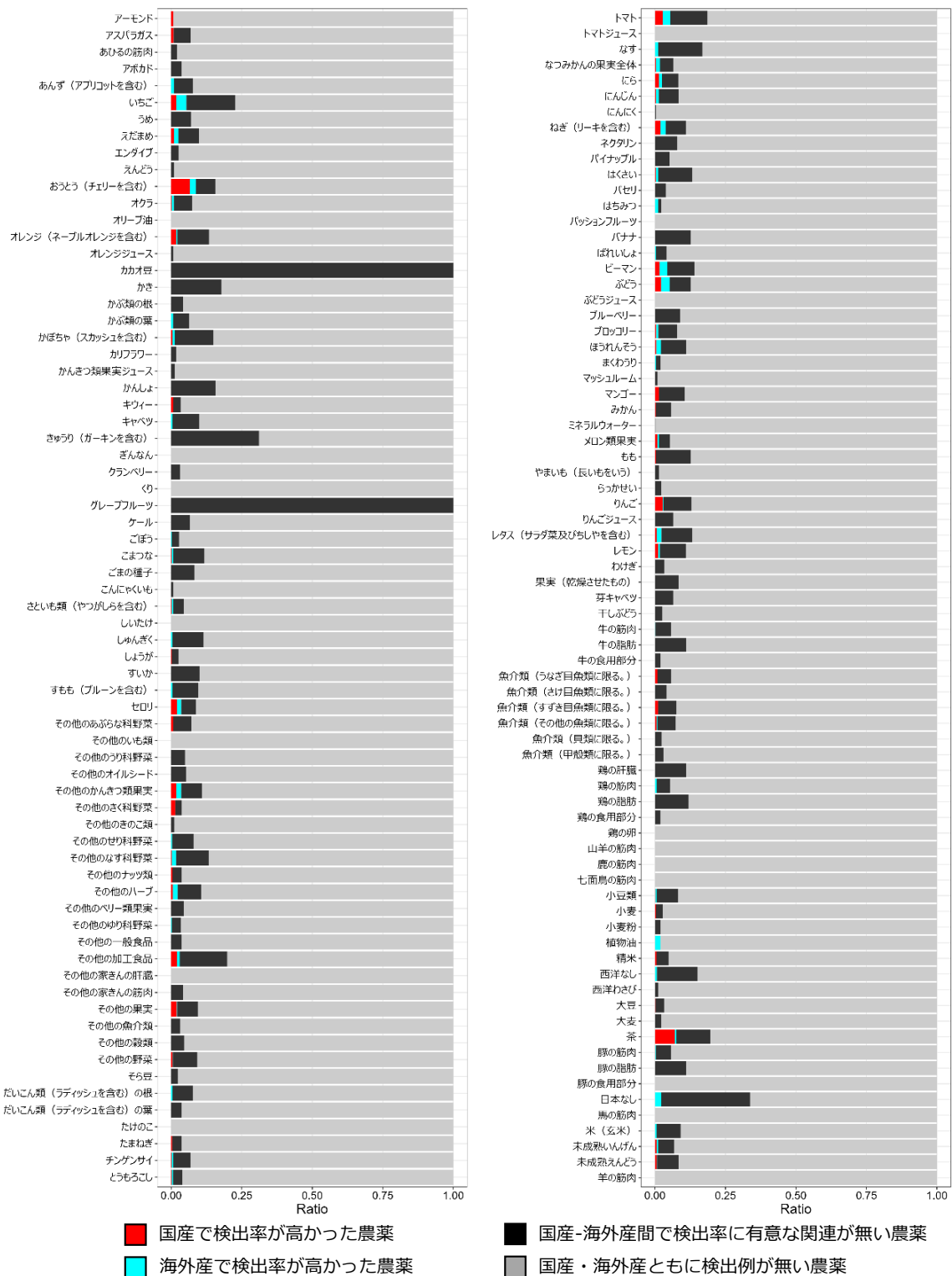
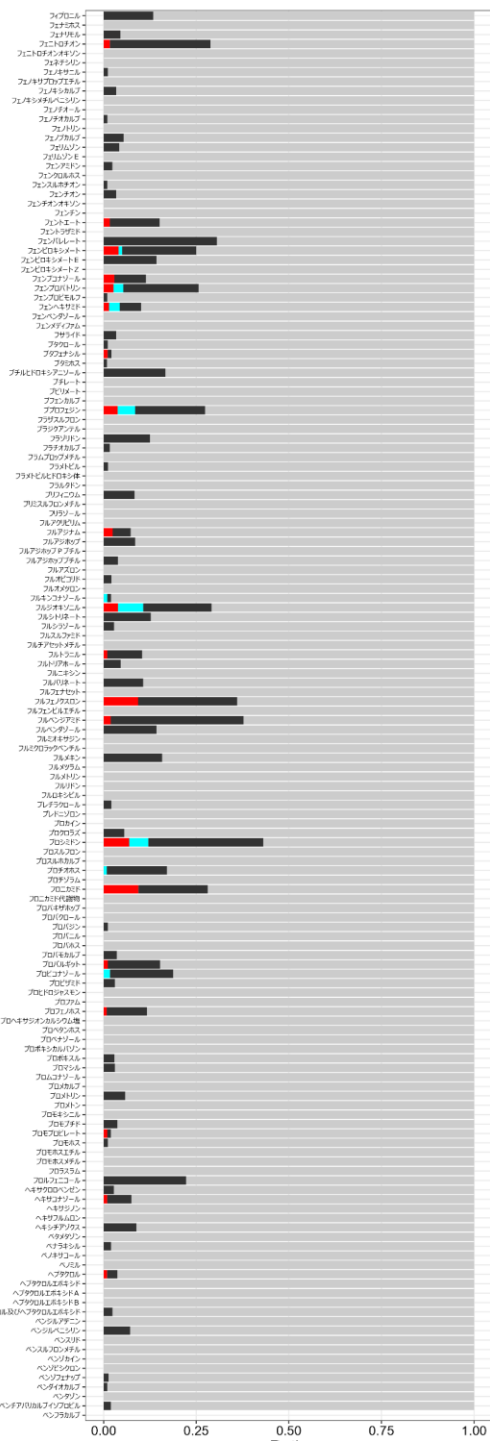
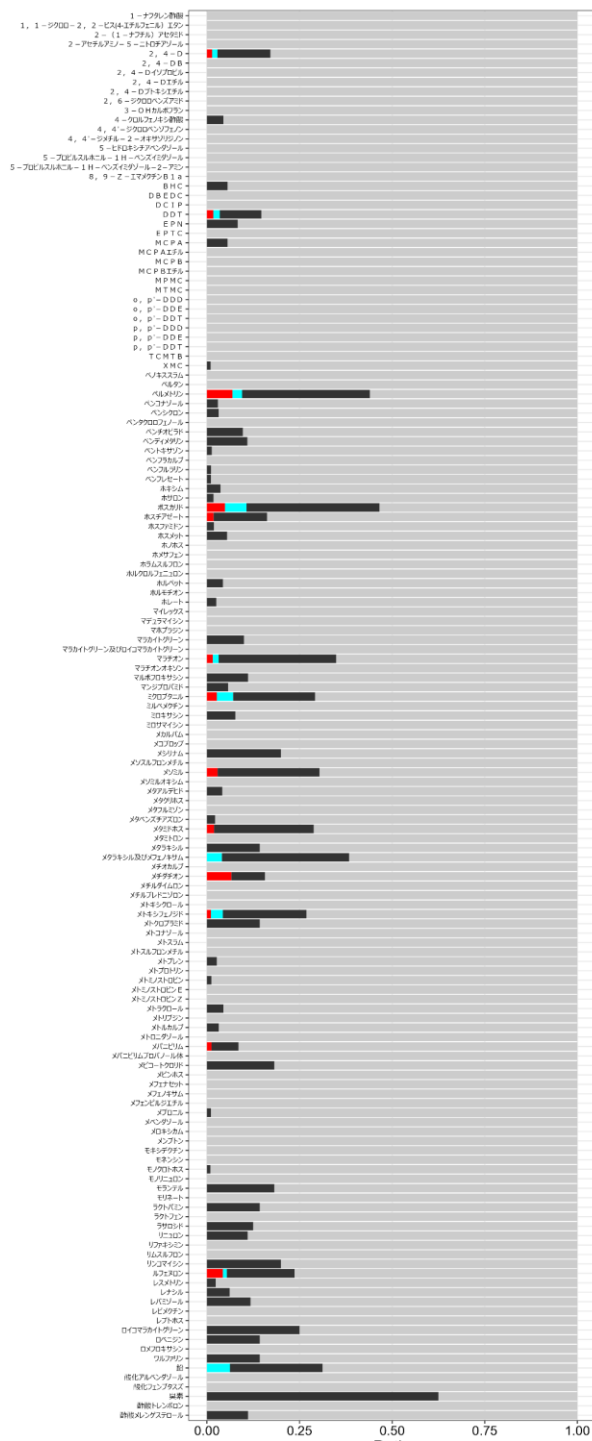


Fig. 3 2013～2018 年の食品中の残留農薬等検査結果における国産と海外産農産物に残留した農薬の検出率の比較 (食品別)





■ 国産で検出率が高かった農薬
■ 海外産で検出率が高かった農薬



■ 国産・海外産間で検出率に有意な関連が無い農薬
■ 国産・海外産ともに検出例が無い農薬

Fig. 4 つづき