

氏名	稗田 直人
学位の種類	博士 (環境学)
学位記番号	博 甲 第 9 5 0 4 号
学位授与年月日	令和2年3月25日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当
審査研究科	生命環境科学研究科

学位論文題目

Improvement in the Dietary Environment by Optimizing Official Methods for Trace Elements Present in Infant Formula

(育児用調製乳中の微量元素を対象とした国際標準試験法の最適化による食環境改善)

主査	筑波大学教授	博士 (農学)	礒田 博子
副査	筑波大学教授	博士 (農学)	山路 恵子
副査	筑波大学准教授	博士 (農学)	宮前 友策
副査	筑波大学准教授	博士 (農学)	Myra O. Villareal

論 文 の 要 旨

安全で健康的な食生活には、健全な食をめぐる環境の確保が欠かせない。その環境を整える上で食品を対象とした国際貿易が重要となる。食品の国際貿易において、安全か否か、求められる成分が含まれているか否かを判定するために Codex 委員会が定めた Codex 規格と Codex 試験法が用いられている。近年、同一の試験項目に複数の Codex 試験法が登録されており、このことが円滑な国際貿易の妨げとなることが懸念された。そこで、米国の標準試験法策定機関である AOAC International は、他の標準試験法策定機関や欧米諸国の食品、原材料、および装置メーカーと協力して、育児用調製乳、および成人用栄養剤を対象とした Codex 試験法を統一化するプロジェクト (SPIFAN: Stakeholder Panel on Infant Formula and Adult Nutritionals) を立ち上げている。SPIFAN の活動は順調に推移し、一般食品を対象としたプロジェクト

(SPSFAM: Stakeholder Panel on Strategic Food Analytical Methods) など、対象範囲を広げながら Codex 試験法の統一化は今後も進んでゆくものと考えられる。しかし、当該プロジェクトは前述の欧米諸国のメーカーの影響が強く、当該プロジェクトに深く関与しなかった国や組織の実状が十分に反映されていない。このことから、一部の採択された Codex 試験法は導入が難しく、かつ特別な仕様の製品が精度よく測定できないため、試験法由来の規格値逸脱が発生し、不必要な食品の破棄が発生するなど、かえって円滑な国際貿易を妨げる恐れがある。

審査対象論文は、SPIFAN において策定される試験法の内、策定の進捗が早く、他の試験項目よりも早く国際貿易の場で用いられると考えられる育児用調製乳中の微量元素を対象とした Codex 試験法の中で、前述の課題が認められた試験法の最適化と、それらの成果を基とした国際貿易における安定的な食料供給を

可能にするべく各種検討を実施したものである。

はじめに著者は、SPIFAN の場で策定されたセレンを対象とした Codex 試験法の最適化を検討している。当該セレン試験法は国産の育児用調製乳の測定時の結果に大きなばらつきが認められた。その原因として、国産の育児用調製乳中のセレンの含有量は他国に比べ少なく、Codex 規格の下限値付近にあり、SPIFAN が想定するセレン含有量の範囲外であったためである。これは、日本ではセレン添加物が、現実的に使用できないことに由来する。そのため、国産の育児用調製乳を対象に当該セレン試験法にて測定を行うと、試験法由来の規格逸脱による不必要な廃棄の危険性が高くなる可能性を考察した。また当該セレン試験法は、測定に用いる誘導結合プラズマ質量分析装置（ICP-MS）にて、測定値のばらつきを抑える働きのあるセルガスとして、装置メーカー2 社しか採用することのできない水素を用いているため、機種選択性が高いが感度が水素に比べ劣るヘリウムガスにセルガスを変更した。併せて、セルガスの変更による感度不足を補うために試料採取量、および最終検液量を最適化することにより、ヘリウムガスを採用した場合でも、精度良くセレン添加物不使用の育児用調製乳を測定することが可能となった。

次に著者は、SPIFAN の場で Codex 試験法として策定されたヨウ素の試験法の信頼性向上について検討している。当該ヨウ素試験法にて各国の育児用調製乳を測定したところ、増感作用（測定値が真値よりも高く出てしまう現象）の影響を強く受ける事が判明し、その原因は前処理を実施した最終検液中に残存する試料由来の炭素によるものと推察し、測定時に用いるブランクや標準溶液、および最終検液中に最適な濃度の炭素源を添加することで上記課題を解決できるものと考え、改善検討を実施した。炭素源として身近に存在するメタノールを採用し、その最適濃度（5%）を設定したうえで測定を実施したところ、増感作用を抑制することができ、当該ヨウ素試験法の信頼性の向上に成功している。これらの検討結果より、SPIFAN の場で策定された育児用調製乳中の微量元素を対象とした Codex 試験法の内、課題の認められた試験法の課題を解決し、最適化に成功している。

さらに著者は、追加検討として前述の SPSFAM にて Codex 試験法としての登録に向けて協議中のヒ素試験法について、セレン試験法と同様に機種選択性に課題が認められたことから、当該ヒ素試験法の最適化を実施している。ICP-MS のセルガスについて装置メーカー1 社しか用いることのできない酸素が用いられていたことから、汎用性の高いヘリウムに変更し、併せて前処理方法を導入が容易で、かつ一度に多くの試料を処理できる乾式灰化法に変更し、改良したヒ素試験法で問題なく測定が可能であることを示している。これにより当該ヒ素試験法の機種選択性の向上に成功している。

審 査 の 要 旨

本研究によって、著者は、SPIFAN にて対象となっているほぼ全ての微量元素の Codex 試験法の最適化に成功し、さらに追加検討として、先駆けて SPSFAM にて課題の認められたヒ素試験法の課題点を解決している。

本研究の成果を基に、SPIFAN 並びに SPSFAM が抱える課題を関係する組織に共有化することで、将来的に、発展途上国を中心とした全ての国や組織の検査機関がより容易に Codex 試験法を導入することができ、さらに国産の育児用調製乳をはじめとした食品について、国際貿易を通じて安定的に供給できる環境を整えるきっかけになることが期待される。

令和2年1月14日、学位論文審査委員会において、審査委員全員出席のもとに論文の審査及び最終試験を行い、本論文について著者に説明を求め、関連事項について質疑応答を行った。その結果、審査委員全員によって合格と判定された。

よって、著者は博士（環境学）の学位を受けるのに十分な資格を有するものとして認める。