

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）  
食品を介したダイオキシン類等有害物質摂取量の評価とその手法開発のための研究  
（19KA2001）

令和2年度研究分担報告書

研究分担課題：リスクを考慮した摂取量推定手法開発

研究分担者 穂山浩 国立医薬品食品衛生研究所 食品部

要旨 ダイオキシン類の摂取量の精密にするために、個人の食事摂取頻度を詳細に調査した食品摂取量のデータと魚介類中のダイオキシン類濃度を用いてベイズ推定を用いてパラメーター自体を分布として推定することで、二次元 MCS (2D-MCS) を行った。小児 (1-6) の摂取量を推定した。小児におけるダイオキシン類推定摂取量の平均値は 1.85 pg TEQ/kg/day であった。両年齢層の摂取量推定の平均値は、TDI を下回っていた。

協力研究者

国立医薬品食品衛生研究所食品部：鈴木美成、  
堤智昭、難波樹音

#### A. 研究目的

現在までに蓄積された魚介類のダイオキシン類濃度データと、食品摂取頻度・摂取量調査の特別集計データを利用して、さらに具体的食品摂取量を用い精密化し媒体中の濃度と媒体摂取量をそれぞれ確率密度分布として扱うことによる確率論的な摂取量評価は、摂取量を分布として評価できるため、不確かさ評価・任意のパーセンタイル値の推定等の利点がある。これは、トータルダイエツトスタディー等の分析値に基づく決定論的な摂取量評価とは異なる利点である。乱数を生成することで数値シミュレーションを行うモンテカルロシミュレーション (MCS) は、確率論的摂取量推定において有用な計算方法である。しかしながら、MCS に用いるパラメーターをどのように設定するかの問題が生じる。標本誤差やパラメーター推定の不確かさも含めて評価するために、ベイズ推定を用いることでパラメーター自体を分布として推定することで、二次元 MCS (2D-MCS) を行った。1-6 歳に対するダイオキシン類摂取量を対象として推定を行った。

#### B. 研究方法

#### 魚介類摂取量の算出

平成 22 年度 受託事業 (厚生労働省医薬食品局食品安全部基準審査課) 食品摂取頻度・摂取量調査の特別集計業務報告書 (平成 23 年 1 月 28 日) の食品摂取量データの個別データを用いた。本データの個別データは小児 (1~6 歳) 227 人、学童 (7~14 歳) 381 人、青年 (15~19 歳) 288 人、成人 (20 歳以上) 3614 人の、最大 12 日 (連続しない 3 日×4 季節) のもので、このうち、体重の記録のなかったデータ (青年 3 件、成人 27 件) を除く、小児 1619 件、学童 3419 件、青年 2539 件、成人 32787 件を使用した。淡水魚、海水魚、缶詰等の魚 278 項目を魚介類 13 区分に分類し、それぞれの摂取量を算出した。1 歳以上の全年齢層の算出に加え (全年齢)、1 歳から 6 歳の小児のみ (小児) の摂取量を算出した。魚介類の 13 区分は、あじ・いわし、さけ・ます、たい・かれい類、まぐろ・かじき類、その他の生魚、貝類、いか・たこ類、えび・かに類、魚介 (塩蔵、生干し、乾物)、魚介 (缶詰)、魚介 (佃煮)、魚介 (練り製品)、魚肉ハム・ソーセージとした。

#### 魚介類中のダイオキシン類濃度

魚介類中のダイオキシン類濃度は、厚生労働省科学研究 (平成 10~25 年度) の調査結果 (鮮魚 424、魚介類 (軟体・甲殻・貝類) 及びそれらの加工品 384 試料) を使用した。TEF は WHO2005 年の

値を用い、測定結果がNDとなった場合に0としたデータを使用した。

#### モンテカルロシミュレーション

ダイオキシン類濃度の確率密度分布の推定には、正の実数をとる対数正規分布、ガンマ分布、ワイブル分布を仮定したモデルを用いた。ダイオキシン類濃度はPCDD、PCDF、DL-PCBとそれらの異性体の総和である。必ずしも全ての測定対象物質が定量できているわけではないため、定量下限値以下のデータがある場合については、下限値-上限値間の累積確率を用いて推定を行った。一方で、喫食量にはすべての小分類において0を含んでいたことから、ゼロ過剰を表現できる確率分布として、ゼロ過剰対数正規分布、ゼロ過剰ガンマ分布、Tweedie分布を仮定したモデルについて検討した。WAICが最も低いモデルを最適なものとして採用した。

#### C. 研究結果

ベイズ推定を行う前に、各小分類の喫食量間および体重-喫食量間に関連があるか解析した。各魚介類小分類の喫食量間には相関は認められなかった。この結果は、各魚介類小分類の摂取量は独立していることを示唆している。さらに、体重と各魚介類小分類の摂取量の間にも相関は認められなかった。この結果は、体重あたりの喫食量を評価する際に、体重と喫食量との関連を考慮する必要は無いことを示唆している。以上の結果より、体重および各魚介類小分類の摂取量の確率分布を個別に推定し、その結果を合計することに不合理は無いと考えられた。

ベイズ推定で得られた事後予測分布の平均値をTable 1に示す。多くの小分類においてダイオキシン類濃度は対数正規分布が、喫食量はゼロ過剰対数分布への適合が最も良いと判断できた。ベイズ推定で得られた事後予測分布から2000個のモンテカルロサンプルを得たのちに、各事後予測分布の組み合わせから50個の乱数を発生させ、

計10万個の乱数を生成した。あじ・いわし類の例をFig. 1に示す。事後予測分布間の相関係数は低く、妥当な推定が行われていると判断できた。ダイオキシン類濃度の確率密度分布は、多くの場合幾何標準偏差が2~4の間にあり、一般的な汚染物質濃度の分布として妥当な数値であると考えられた。しかしながら、練り物については幾何標準偏差が1.68と他と比べて小さかった。練り物は、下限値が0となった試料の割合が7/19と最も高かったことから、推定の誤差による影響が考えられた。もう一つの可能性として、試料自体が均質化されていることから、他の小分類のグループと比較して幾何標準偏差が小さくなった可能性も考えられた。魚介類を介したダイオキシン類摂取量を13の小分類からの総和として算出したところ、ダイオキシン類の摂取量が0 pg TEQ/kg bw/dayとなる割合は25%であった。魚介類の喫食頻度から考えると、妥当なものであると判断できた。2D-MCSによるダイオキシン類摂取量の平均値は1.85 pg TEQ/kg/dayであり、95パーセンタイル値は7.67 pg TEQ/kg bw/dayであった。

#### D. 考察

ダイオキシン類の耐容一日摂取量(4 pg TEQ/kg bw/day)を超過する確率は10.7%であると推定された。また、BE法で推定した各平均値の事後予測分布から算出したダイオキシン類摂取量の平均値の95%CrIは1.35-2.01 pg TEQ/kg/dayであった。小児層の95%タイル値については、TDIである4 pg TEQ/kg/dayを超えることが推定された。脂肪含量が高い魚介類の摂取量や摂取頻度が高いと、TDIを超えてしまうことから、食品の摂取量や摂取頻度のバランスを心掛けることがリスク低減化に重要と考えられた。

#### E. 結論

魚介類を介したダイオキシン類摂取量を13の小分類からの総和として算出したところ、ダイオキシン類の摂取量が0 pg TEQ/kg bw/dayとなる割合は

25%であった。魚介類の喫食頻度から考えると、妥当なものであると判断できた。2D-MCS による小児におけるダイオキシン類摂取量の平均値は1.85 pg TEQ/kg/day であり、95 パーセンタイル値は 7.67 pg TEQ/kg bw/day であった。

F. 研究発表

1. 論文発表

特になし。

2. 学会発表

特になし。

G. 知的財産権の出願，登録状況

特になし。

H. 健康危機情報

特になし。

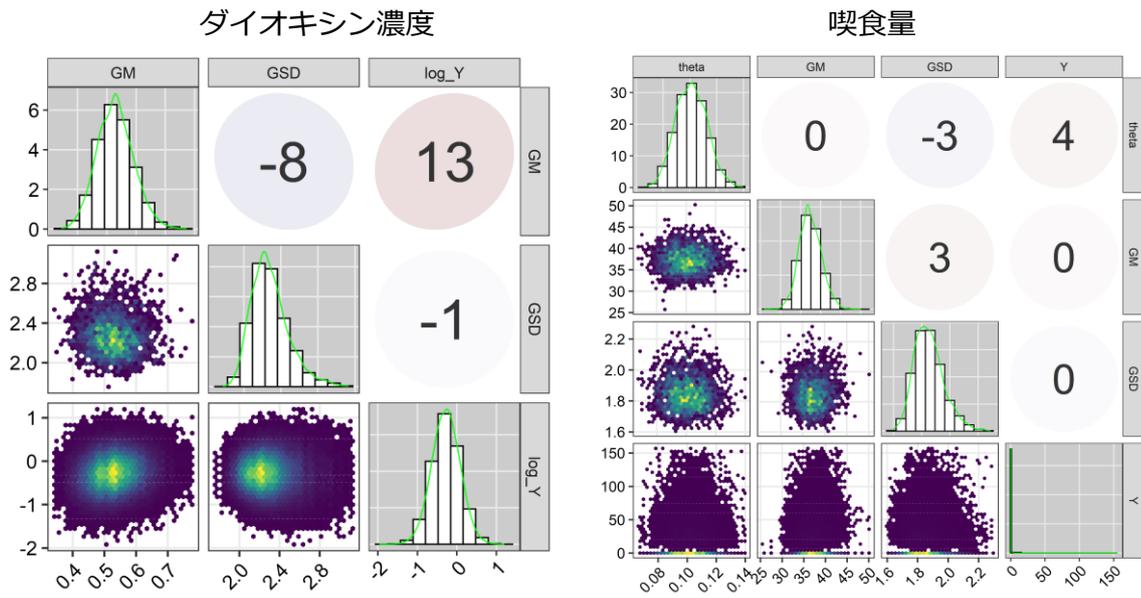


図1 あじ・いわし類の小児のダイオキシン類濃度摂取量評価における推定パラメーターの事後分布および二次元モンテカルロシミュレーション

対角線は変数のヒストグラムを示し横軸は各変数の数値を縦軸は確率密度を示す。上三角部分は相関係数を100倍した値を示している。下三角部分は二次元変数の確率密度を示し、縦軸と横軸は各変数の数値であり、明るいほど確率密度が高い。

Table 1 魚介類の喫食量およびダイオキシン濃度の分布に関するパラメーターの推定値<sup>a, b</sup>

a: 確率分布の略号は以下の通り: ZILN はゼロ過剰対数正規分布; LN は対数正規分布; G はガンマ分布; W はワイブル分布。頻度パラメーター

小分類	確率分布	喫食量			ダイオキシン濃度		
		頻度 パラメーター	尺度 パラメーター	形状 パラメーター	確率分布	尺度 パラメーター	形状 パラメーター
あじ・いわし類	ZILN	0.101	37.4	1.85	LN	0.529	2.28
さけ・ます	ZIG	0.072	18.4	1.97	LN	0.353	3.13
たい・かれい	ZIG	0.075	17.6	2.67	LN	0.403	3.23
まぐろ・かじき	ZILN	0.075	25.8	2.30	LN	0.566	3.84
その他生魚	ZIG	0.108	16.9	2.26	LN	0.903	3.95
貝類	ZILN	0.036	16.4	1.84	G	0.093	1.66
イカ・タコ	ZILN	0.092	16.7	2.19	LN	0.118	3.81
エビ・カニ	ZILN	0.134	12.4	2.07	LN	0.088	3.15
塩漬け・乾物	ZILN	0.261	17.9	2.37	LN	0.318	2.79
缶詰	ZILN	0.092	11.3	1.94	LN	0.283	3.98
練り物	ZILN	0.203	12.8	2.02	LN	0.029	1.68
ハム	ZILN	0.018	21.9	2.43	W	0.050	4.12
佃煮	ZIG	0.007	1.49	6.99	G	0.156	1.99

は対数正規分布に従う確率を示す。尺度パラメーターは、幾何平均値 (LN), scale (G), eta (W) を示し、形状パラメーターは幾何標準偏差 (GSD), shape (G), m (W) を示す。

b: 推定値はベイズ推定で得られた事後予測分布の平均値を記載した。