

ダイオキシン類の食品経路総摂取量調査分担研究報告書（平成11年度）

主任研究者 豊田正武 国立医薬品食品衛生研究所 食品部長

その2：野菜、魚介等個別食品中ダイオキシン濃度等に関する調査研究

分担研究者 飯田隆雄 福岡県保健環境研究所

研究班構成

分担研究者： 飯田隆雄 福岡県保健環境研究所

協力研究者： 内部博泰、柳俊彦、中村宗知、河野洋一 （財）日本食品分析センター

中川礼子、堀就英、飛石和大 福岡県保健環境研究所

堤智昭 国立医薬品食品衛生研究所

A. 研究目的

ダイオキシンは発癌性、催奇形性、内分泌かく乱作用等をもつことが報告されていることから、我が国でもそのTDI（耐容1日摂取量）を当面の間4 pgTEQ/kg bw/dayとしているが、より厳密な安全性評価が必要な状況となっている。ダイオキシンによる人への主な暴露源は食品であることがこれまでの本事業の成果から明らかとなっている。そこで昨年引き続き魚介類を主体に、食肉、乳・乳製品、卵・卵製品、野菜、果実等について Co-PCBs を含むダイオキシンの汚染レベルを調査した。

B. 研究方法

1. 試料

個別食品試料は、魚介類として30種類、アジ、イワシ、カジキ、カツオ、カマス、キス、キンキ、ギンダラ、キンメダイ、サケ、サンマ、タイ、タラ、ニシン、ハモ、ヒラメ、フグ、ブリ、マグロ、マサバ、マス、ムロアジ、メカジキ、ホッケ、イカ、イカ内臓、エビ、カニ、タコ及びホタテ貝、加工魚介類として22種類、アジ干物、イカ塩辛、カマス干物、塩サケ、塩サバ、塩サンマ、シシャモ、シラス干し、スジコ、タラコ、ちりめんじゃこ、煮干し、あみ佃煮、イワシ蒲焼缶詰、蒲鉾、魚肉ソーセージ、小女子佃煮、さつま揚げ、サンマ蒲焼缶詰、ちくわ、はんぺん及びマグロ缶詰、肉類として7種類、牛肉、牛レバー、豚肉、豚レバー、鶏肉、鶏レバー及び羊肉、食肉加工品として5種、羊肉（缶詰）、鯨肉（缶詰）、ロースハム、ソーセージ及びベー

コン、乳類として3種類、牛乳、バター及びチーズ、鶏卵及び卵加工製品として4種類、鶏卵、ウズラ卵、乾燥黄卵及び卵白粉、野菜類として16種類、いんげん、キャベツ、ごぼう、春菊、大根、たまねぎ、ちんげんさい、トマト、にら、にんじん、ピーマン、ブロッコリー、ほうれん草、みつば、もやし及びれんこん、果実類として5種類、ブドウ、梨、グレープフルーツ、パパイヤ及びマンダリンオレンジ、海藻類としてヒジキ（乾燥及び生）、茸類として椎茸を購入し試料とした。

2. 分析方法

(1) 試験方法

昨年度の試験方法と同様な方法で行った。

(2) 対象項目

個別食品については PCDDs 7 種、PCDFs10 種並びに Co-PCBs12 種とした。

(3) 定量

定量用標準混合溶液 1 μ l を、ガスクロマトグラフ・高分解能質量分析計(GC-HRMS)に注入し、各塩素数に応じた設定質量数毎にマスフラグメントグラフィーを行った。得られたマスフラグメントグラムから各塩素数の内標準物質に対する各物質のピーク面積比を求めた。同様に、検体試料溶液についてもピーク面積比を求め定量値を算出した。定量値はいずれもWHO（1997年）のTEFを用い、2,3,7,8-テトラクロロジベンゾ-p-ジオキシン（2,3,7,8-TCDD）当量に換算して示した。また定量値は各 congener 毎に定量下限値未満（ND）の場合にゼロを用いた数値（ND=0）で示した。

(4) 検出限界

牛乳以外の個別食品の定量下限値は、TetraCDD と TetraCDF、PentaCDD と PentaCDF が 0.01pg/g（畜産物）または 0.02pg/g（野菜等）、HexaCDD と HexaCDF、HeptaCDD と HeptaCDF が 0.02pg/g、OctaCDD と OctaCDF が 0.05pg/g、non-ortho Co-PCBs が 0.1pg/g（畜産物）または 0.01pg/g（野菜等）、mono-ortho Co-PCBs が 1pg/g であった。牛乳は TetraCDD と TetraCDF、PentaCDD と PentaCDF が 0.005pg/g、HexaCDD と HexaCDF、HeptaCDD と HeptaCDF が 0.01pg/g、OctaCDD と OctaCDF が 0.02pg/g、ノンオルト（non-ortho）Co-PCBs が 0.05pg/g、モノオルト（mono-ortho）Co-PCBs が 0.5pg/g であった。

C. 研究結果及び考察

1. 個別食品中濃度

1) 魚介類中濃度

表1に本年度調査した27種魚介類について湿重量当たりのダイオキシンの2,3,7,8-TCDD当量濃度(pgTEQ/g)を不検出をゼロとした場合の数値でまとめて示した。いずれの試料からもダイオキシン類(PCDDs+PCDFs)とCo-PCBs(ホタテガイの1試料を除く)を検出した。

魚介類におけるダイオキシン濃度については、10pgTEQ/gを超える試料はマグロの1試料(23.09pgTEQ/g)のみである。次いでメカジキの4.271pgTEQ/g、ブリの3.413pgTEQ/g、イカ内臓の2.745pgTEQ/g、マサバの2.713pgTEQ/g、アジの2.703pgTEQ/g、マスの2.545pgTEQ/g、キスの2.341pgTEQ/g、イワシの2.002pgTEQ/gである。平均値が1~2 pgTEQ/gの魚介類はキンメダイ1.944pgTEQ/g、ギンダラ、1.960pgTEQ/g、ニシン1.121pgTEQ/g、カツオ1.241pgTEQ/g、カマス1.673pgTEQ/g、ヒラメ1.079pgTEQ/g、カジキ1.491pgTEQ/gであり、平均値が1 pgTEQ/g未満の魚介類はキンキ0.320pgTEQ/g、サケ0.948pgTEQ/g、サンマ0.282pgTEQ/g、タイ0.668pgTEQ/g、タラ0.067pgTEQ/g、ハモ0.594pgTEQ/g、フグ0.048pgTEQ/g、ムロアジ0.607pgTEQ/g、ホッケ0.716pgTEQ/g、イカ0.012pgTEQ/g、タコ0.155pgTEQ/g、カニ0.451pgTEQ/g、エビ0.086pgTEQ/g、ホタテ貝0.072pgTEQ/gである。

本研究における魚介類中のダイオキシン濃度は、これまでの2年間の調査結果と類似し^{2, 3)}、また調査対象が必ずしも食用の魚種に限らないが環境庁が発表した平成11年度環境中の水生生物中濃度の検出範囲0.23(フナ)~25pgTEQ/g(ウナギ)の範囲内にある⁴⁾。水産庁の報告した平成11年度の魚介類中濃度と比較した場合は、魚類99試料の平均濃度が1.018pgTEQ/gであるのに対し、本報告の70試料の平均値は1.756pgTEQ/gと幾分高めになっている。一方甲殻類13試料では平均0.752pgTEQ/gであるのに対し、本報告の7試料では平均0.295pgTEQ/gと低くなっている。

また表2に本年度初めて広範囲に調査した加工食品22種のダイオキシン濃度を示した。1pgTEQ/gを超える加工食品は、アジ干物が平均値1.111pgTEQ/g、煮干しが1.140pgTEQ/g、イワシ蒲焼缶詰が1.349pgTEQ/gである。その他のカマス干物、塩サンマ、シシャモ、塩シャケ、塩サバ、イカ塩辛、シラス干し、ちりめんじゃこ、スジコ、タラコ等は1 pgTEQ/g未満の濃度である。蒲鉾、はんぺん、ちくわ、さつま揚げ、魚肉ソーセージ等の加工調理品では佃煮類が0.259~0.482pgTEQ/gである以外、ダイオキシン濃度は0.1pgTEQ/g以下である。

2) 肉類及び加工肉中の濃度

表3に国産及び輸入食肉中のダイオキシン濃度を示した。

国産牛肉 9 試料のダイオキシン濃度は平均 0.496pgTEQ/g、範囲 0.090 ~ 1.235pgTEQ/g、輸入牛肉 6 試料のダイオキシン濃度は平均 0.095pgTEQ/g、範囲 0.001 ~ 0.187pgTEQ/g であり、平成 9 及び 10 年度と同様に輸入牛肉で国産牛肉より低くなっている。この傾向は農林水産省が発表した結果の国産牛肉で平均 0.618pgTEQ/g、輸入牛肉で平均 0.196pgTEQ/g と良く一致している。牛肉全 15 試料のダイオキシン濃度は平均 0.330pgTEQ/g、範囲 0.001 ~ 1.235pgTEQ/g である。

国産豚肉 9 試料のダイオキシン濃度は平均 0.165pgTEQ/g、範囲 0.001 ~ 1.434pgTEQ/g、輸入豚肉 9 試料のダイオキシン濃度は平均 0.021pgTEQ/g、範囲 0.001 ~ 0.077pgTEQ/g であり、国産豚肉と輸入豚肉のダイオキシン濃度レベルは年度により相違している。しかし、本年度の国産豚肉で輸入豚肉より濃度が高い傾向は、農林水産省の調査結果の国産 0.024pgTEQ/g、輸入 0.006pgTEQ/g と良く一致している。豚肉全 18 試料のダイオキシン濃度は平均 0.111pgTEQ/g、範囲 0.001 ~ 1.434pgTEQ/g である。

国産鶏肉 6 試料のダイオキシン濃度は平均 0.123pgTEQ/g、範囲 0.021 ~ 0.294pgTEQ/g、輸入鶏肉 5 試料のダイオキシン濃度は平均 0.043pgTEQ/g、範囲 0.002 ~ 0.129pgTEQ/g であり、平成 9 及び 10 年度と同様に輸入鶏肉より国産鶏肉で高い。この傾向は、農林水産省の調査結果の国産 0.083pgTEQ/g、輸入 0.032pgTEQ/g と良く一致している。鶏肉全 11 試料のダイオキシン濃度は平均 0.093pgTEQ/g、範囲 0.002 ~ 0.294pgTEQ/g である。

レバーについては、国産牛レバー 3 試料のダイオキシン濃度が平均 0.348pgTEQ/g、国産豚レバー 3 試料のダイオキシン濃度が平均 0.380pgTEQ/g、国産鶏レバー 4 試料のダイオキシン濃度が平均 0.187pgTEQ/g である。

羊肉については、輸入羊肉 3 試料のダイオキシン濃度が平均 0.092pgTEQ/g である。

3) 畜産加工食品等のダイオキシン濃度

表 4 に卵を含む畜産加工食品中のダイオキシン濃度を示した。羊肉缶詰、鯨肉缶詰、ロースハム、ソーセージ、ベーコンではダイオキシン濃度は 0.001 ~ 0.030pgTEQ/g の範囲にある。

牛乳 9 試料中のダイオキシン濃度は平均 0.037pgTEQ/g、範囲 0.014 ~ 0.050pgTEQ/g であり、昨年度の 12 試料の平均値 0.069pgTEQ/g の約半分近くとなっている。農林水産省畜産局の市販牛乳中の調査結果の平均値 0.049pgTEQ/g、範囲 0.006 ~ 0.110pgTEQ/g と比較しほぼ同程度である⁵⁾。また輸入チーズ 3 試料中のダイオキシン濃度は平均 0.532pgTEQ/g であり、平成 9 年度及び 10 年度の輸入チーズ中濃度よりやや多いが、その原因はチーズの種類相異と考えられる。輸入バター 3 試料のダイオキシン濃度は平均 0.510pgTEQ/g である。国産鶏卵 4 試料のダイオキシンの

平均濃度は 0.114pgTEQ/g であり、農林水産省の調査結果の 0.081pgTEQ/g とほぼ同程度である。輸入乾燥卵黄製品 2 試料のダイオキシン濃度は平均 0.306pgTEQ/g であり、農林水産省の調査結果の平均 0.200pgTEQ/g に類似している。輸入卵白粉 2 試料のダイオキシンの平均濃度は 0.017pgTEQ/g であり、農林水産省の調査結果の平均 0.029pgTEQ/g に近い。

また国産ウズラ卵のダイオキシン濃度は 0.046pgTEQ/g であり、鶏卵中濃度より低い。

4) 野菜・果実類等中の濃度

表 5 に国産野菜 12 種及び輸入野菜 4 種、茸類 1 種、海草類 1 種、国産果実 2 種及び輸入果実 3 種についての結果を示した。

野菜のチンゲン菜では 3 試料中 2 試料から検出され、ダイオキシンの平均濃度は 0.010pgTEQ/g である。春菊では 3 試料中 2 試料から検出され、ダイオキシンの平均濃度は 0.130pgTEQ/g である。ミツバでは 3 試料中 2 試料から検出され、ダイオキシンの平均濃度は 0.011pgTEQ/g である。レンコンでは 3 試料いずれからも検出され、ダイオキシンの平均濃度は 0.023pgTEQ/g である。ブロッコリーでは 3 試料中 1 試料から検出されたが、ダイオキシンの平均濃度は 0.001pgTEQ/g 未満である。ニラでは 3 試料中 2 試料から検出され、ダイオキシンの平均濃度は 0.001pgTEQ/g である。キャベツ、モヤシ、タマネギ、大根、椎茸、インゲン、輸入品のトマト、ゴボウ、ピーマン、ニンジンからはいずれも検出されていない。

また従来より野菜中でダイオキシン濃度の高いハウレン草 7 試料では平均 0.073pgTEQ/g、範囲 0.002 ~ 0.182pgTEQ/g であり、昨年度の調査結果(平均 0.213pgTEQ/g) より低くなっている。なお環境庁と農林水産省は、平成 11 年度調査のハウレン草 22 試料中のダイオキシン濃度が、平均 0.15pgTEQ/g であると報告している。

海草類については、乾燥ヒジキ 2 試料では、ダイオキシン濃度は試料による差が大きく平均 0.032pgTEQ/g、範囲 0.001 ~ 0.062pgTEQ/g であり、生試料中のダイオキシン濃度は 0.002pgTEQ/g である。

果実類のブドウでは 3 試料のダイオキシン濃度が平均 0.012pgTEQ/g、範囲 0.001 ~ 0.035pgTEQ/g である。梨では何れからも検出されず、輸入のパパイヤ及びグレープフルーツでも検出されていない。

D. 結論

我が国に於けるダイオキシンの食品を介した人への暴露状況を把握するために、昨年に引き続

き個別食品の汚染状況を調査した。ダイオキシン濃度は 2,3,7,8-TCDD に換算した値として示し、不検出（定量下限値未満の場合：ND）に、ゼロを当てはめた場合の数値で示した。なお不検出の場合に検出下限値の 1/2 で計算した数値を参考として（ ）内に示した。

調査食品では魚介類中濃度が最も高く、総ダイオキシンが平均 1.492pgTEQ/g(1.499pgTEQ/g)、0.003 ~ 23.093pgTEQ/g(0.029 ~ 23.093pgTEQ/g)であり、魚加工品では平均 0.452pgTEQ/g(0.462pgTEQ/g)、〈0.001 ~ 3.469pgTEQ/g(0.027 ~ 3.470pgTEQ/g)である。肉類（牛肉、豚肉、鶏肉、羊肉）の濃度は平均 0.191pgTEQ/g(0.206pgTEQ/g)、〈0.001 ~ 1.434pgTEQ/g(0.027 ~ 1.435pgTEQ/g)、食肉加工食品では平均 0.013pgTEQ/g(0.032pgTEQ/g)、0.001 ~ 0.030pgTEQ/g(0.009 ~ 0.051pgTEQ/g)である。乳・乳製品（牛乳、チーズ、バター）中濃度は平均 0.230pgTEQ/g(0.239pgTEQ/g)、0.014 ~ 0.853pgTEQ/g(0.032 ~ 0.860pgTEQ/g)であり、卵・卵製品中濃度は平均 0.127pgTEQ/g(0.137pgTEQ/g)、0.005 ~ 0.362pgTEQ/g(0.032 ~ 0.363pgTEQ/g)である。野菜類等については、平均 0.024pgTEQ/g(0.052pgTEQ/g)、〈0.001 ~ 0.239pgTEQ/g(0.027 ~ 0.239pgTEQ/g)、茸類では平均 〈0.001pgTEQ/g(0.027pgTEQ/g)、海草類では平均 0.021pgTEQ/g(0.045pgTEQ/g)、0.001 ~ 0.062pgTEQ/g(0.027 ~ 0.080pgTEQ/g)、果実類では平均 0.003pgTEQ/g(0.030pgTEQ/g)、〈0.001 ~ 0.035pgTEQ/g(0.027 ~ 0.053pgTEQ/g)である。

E. 研究発表

1. 論文発表

T.Tsutsumi, T.Iida, T.Hori, T.Yanagi, Y.Kono, H.Uchibe, M.Toyoda, Levels of PCDDs, PCDFs and Co-PCBs in fresh and cooked leafy vegetables in Japan, *Organohalogen Compounds*, 47, 296-299(2000)

謝辞

本研究は、平成 11 年度厚生省厚生科学研究費補助金（生活安全総合研究事業）により行った。なお分析用食品試料の入手に御協力願いました 16 研究機関、2 検疫所等に感謝致します。またデータの整理にご協力頂きました新井康代氏に深謝致します。

参考文献

- 1) 五十嵐敦子、佐々木久美子、豊田正武、齋藤行生：衛誌報告、114、43-47（1996）
- 2) 食品中のダイオキシン類汚染実態調査研究（平成 9 年度）報告書

- 3) 食品中のダイオキシン類汚染実態調査研究（平成 10 年度）報告書
- 4) 環境庁：ダイオキシン類全国一斉調査結果について - 平成 11 年度実施 - （平成 11 年 8 月）
- 5) 農林水産省畜産局：平成 11 年度畜産物及び飼料等のダイオキシン類実態調査結果について（平成 12 年 8 月）
- 6) 環境庁、農林水産省：平成 11 年度農用土壌及び農作物に係わるダイオキシン類実態調査結果について（平成 12 年 9 月）
- 7) 水産庁：平成 11 年度魚介類中のダイオキシン類の実態調査結果について（平成 12 年 10 月）

表1 平成11年度魚介類中のダイオキシンの2,3,7,8-TCDD当量濃度(pgTEQ/g:ppt)

N.D.=0

食品名	2,3,7,8-TCDD当量濃度(pgTEQ/g:ppt)			食品名	2,3,7,8-TCDD当量濃度(pgTEQ/g:ppt)				
	PCDDs+PCDFs	Co-PCBs	合計		PCDDs+PCDFs	Co-PCBs	合計		
アジ	No.1	0.835	1.868	2.703	ハモ	No.1	0.161	0.434	0.594
イワシ	No.1	1.080	1.468	2.548	ヒラメ	No.1	0.046	0.075	0.121
	No.2	0.729	0.747	1.476		No.2	0.400	1.098	1.498
	No.3	1.058	1.392	2.450		No.3	0.135	0.231	0.365
	No.4	1.174	1.579	2.752		No.4	0.894	1.439	2.334
	平均	0.233	0.551	0.784		平均	0.369	0.711	1.079
カジキ	No.1	0.197	1.080	1.277	フグ	No.1	0.024	0.024	0.048
	No.2	0.012	0.161	0.173	ブリ	No.1	0.392	0.755	1.147
	No.3	0.016	0.227	0.243		No.2	1.052	2.319	3.371
	No.4	0.826	3.447	4.273		No.3	1.558	2.635	4.193
	平均	0.263	1.229	1.491		No.4	1.205	2.058	3.264
カツオ	No.1	0.201	1.040	1.241		No.5	1.358	2.533	3.891
	No.2	0.354	1.531	1.885	No.6	1.643	2.968	4.611	
	No.3	0.528	1.209	1.736	平均	1.201	2.211	3.413	
	No.4	0.020	0.081	0.101	マグロ	No.1	3.345	19.748	23.093
	平均	0.276	0.965	1.241	No.2	0.033	0.128	0.160	
カマス	No.1	0.465	0.309	0.773	平均	1.689	9.938	11.627	
	No.2	0.649	1.545	2.193	マサバ	No.1	0.825	1.888	2.713
	No.3	1.037	1.959	2.996	マス(輸入)	No.1	0.916	1.629	2.545
	No.4	0.179	0.551	0.730	ムロアジ	No.1	0.308	0.299	0.607
	平均	0.582	1.091	1.673	メカジキ	No.1	1.363	2.908	4.271
キス	No.1	0.723	1.688	2.411	ホッケ	No.1	0.276	0.337	0.613
	No.2	1.059	1.389	2.448	No.2	0.376	0.442	0.818	
	No.3	0.885	1.280	2.165	平均	0.326	0.390	0.716	
	平均	0.889	1.453	2.341	イカ	No.1	<0.001	0.012	0.012
キンキ(輸入)	No.1	0.074	0.246	0.32	イカ(内臓)	No.1	2.068	2.371	4.439
ギンダラ(輸入)	No.1	0.363	3.453	3.816	No.2	1.745	2.553	4.298	
	(") No.2	0.022	0.149	0.171	No.3	0.549	0.301	0.849	
	(") No.3	0.370	1.522	1.892	No.4	1.227	0.167	1.394	
	平均	0.251	1.708	1.96	平均	1.397	1.348	2.745	
キンメダイ	No.1	1.697	3.518	5.215	エビ(輸入)	No.1	0.027	0.028	0.055
	No.2	0.129	0.267	0.396	(") No.2	0.073	0.070	0.143	
	No.3	0.058	0.163	0.221	(国産) No.3	0.048	0.013	0.061	
	平均	0.628	1.316	1.944	平均	0.049	0.037	0.086	
サケ	No.1	0.695	1.331	2.027	カニ(輸入)	No.1	0.047	0.040	0.086
	No.2	0.262	0.401	0.663	(") No.2	0.007	0.025	0.032	
	No.3	0.045	0.110	0.155	(") No.3	0.043	0.048	0.091	
	平均	0.334	0.614	0.948	(国産) No.4	1.031	0.564	1.595	
サンマ	No.1	0.045	0.138	0.183	平均	0.282	0.169	0.451	
	No.2	0.067	0.204	0.271	タコ	No.1	0.009	0.014	0.023
	No.3	0.063	0.226	0.289	No.2	0.079	0.071	0.150	
	No.4	0.061	0.253	0.314	No.3	0.173	0.183	0.356	
	No.5	0.106	0.249	0.355	No.4	0.114	0.039	0.153	
	平均	0.068	0.214	0.283	No.5	0.002	0.002	0.004	
タイ	No.1	0.151	0.425	0.576	No.6	0.179	0.066	0.245	
	No.2	0.091	0.220	0.311	平均	0.093	0.062	0.155	
	No.3	0.408	0.710	1.118	ホタテ	No.1	0.015	0.012	0.028
	平均	0.217	0.452	0.668	No.2	0.113	0.061	0.174	
タラ	No.1	0.011	0.076	0.086	No.3	0.087	0.048	0.135	
	No.2	0.011	0.035	0.046	No.4	0.003	<0.001	0.003	
	No.3	0.003	0.036	0.038	No.5	0.011	0.011	0.023	
	No.4	0.008	0.089	0.096	平均	0.046	0.027	0.072	
	平均	0.008	0.059	0.067					
ニシン(輸入)	No.1	0.107	0.116	0.223					
	(") No.2	0.068	0.085	0.153					
	(") No.3	0.111	0.115	0.227					
	(") No.4	0.137	0.243	0.380					
	(") No.5	1.224	1.145	2.369					
	(") No.6	1.692	1.680	3.372					
	平均	0.557	0.564	1.121					

表2 平成11年度魚加工品中のダイオキシンの2,3,7,8-TCDD当量濃度 (pgTEQ/g.ppt)

N.D.=0

食品名	2,3,7,8-当量濃度(pgTEQ/g.ppt)			食品名	2,3,7,8-当量濃度(pgTEQ/g.ppt)				
	PCDDs+PCDFs	Co-PCBs	合計		PCDDs+PCDF	Co-PCBs	合計		
アジ干物	No.1	0.087	0.140	0.226	スジコ	No.1	0.038	0.097	0.135
	No.2	0.956	2.513	3.469	No.2	0.258	0.509	0.766	
	No.3	0.660	0.676	1.336	No.3	0.053	0.128	0.180	
	No.4	0.175	0.197	0.372	No.4	0.076	0.164	0.240	
	No.5	0.382	0.342	0.724	平均	0.106	0.224	0.330	
	No.6	0.274	0.265	0.538	タラコ	No.1	0.044	0.192	0.236
	平均	0.422	0.689	1.111	No.2	0.016	0.118	0.134	
イカ塩辛	No.1	0.007	0.512	0.519	No.3	0.020	0.176	0.196	
	No.2	0.290	0.423	0.712	No.4	0.006	0.059	0.064	
	No.3	0.134	0.121	0.255	平均	0.021	0.136	0.157	
	No.4	0.130	0.197	0.327	ちりめんじゃこ	No.1	0.068	0.123	0.191
	平均	0.140	0.313	0.453	煮干し	No.1	0.489	0.651	1.140
カマス干物	No.1	0.402	0.570	0.972	あみ佃煮	No.1	0.173	0.086	0.259
塩サケ	No.1	0.032	0.055	0.087	イワシ蒲焼缶詰	No.1	0.620	0.730	1.349
	No.2	0.064	0.085	0.148	蒲鉾	No.1	0.001	0.012	0.013
	No.3	0.047	0.162	0.209	魚肉ソーセージ	No.1	0.009	0.025	0.034
	No.4	0.017	0.056	0.073	No.2	0.007	0.015	0.022	
	No.5	0.073	0.133	0.206	平均	0.008	0.020	0.028	
	No.6	0.066	0.130	0.196	小女子佃煮	No.1	0.263	0.220	0.482
	平均	0.050	0.104	0.153	さつま揚げ	No.1	<0.001	<0.001	<0.001
塩サバ	No.1	0.206	0.602	0.808	サンマ蒲焼缶詰	No.1	0.041	0.113	0.154
	No.2	0.196	0.446	0.642	ちくわ	No.1	<0.001	0.013	0.013
	平均	0.201	0.524	0.725	No.2	<0.001	0.002	0.002	
塩サンマ	No.1	0.071	0.233	0.305	平均	<0.001	0.007	0.007	
シシャモ(輸入)	No.1	0.304	0.325	0.629	はんぺん	No.1	<0.001	0.017	0.017
	(") No.2	0.337	0.434	0.771	マグロ缶詰	No.1	0.024	0.062	0.086
	(国産) No.3	0.537	0.592	1.129					
	(") No.4	0.484	0.571	1.055					
	平均	0.415	0.481	0.896					
シラス干し	No.1	0.237	0.609	0.846					
	No.2	0.058	0.045	0.103					
	No.3	0.049	0.070	0.118					
	No.4	0.025	0.081	0.106					
	平均	0.092	0.201	0.293					

表3 平成11年度食肉中のダイオキシンの
2,3,7,8-TCDD当量濃度(pgTEQ/g:ppt)

食品名	2,3,7,8-TCDD当量濃度(pgTEQ/g:ppt)			N.D.=0
	PCDDs+PCDFs	Co-PCBs	合計	
牛肉	No.1	0.114	0.035	0.150
	No.2	0.864	0.077	0.941
	No.3	0.141	0.061	0.202
	No.4	0.927	0.308	1.235
	No.5	0.328	0.056	0.384
	No.6	0.063	0.027	0.090
	No.7	0.843	0.214	1.057
	No.8	0.183	0.055	0.238
	No.9	0.113	0.054	0.167
	No.10	0.173	0.014	0.187
	平均	0.3749	0.090	0.465
牛肉(輸入)	No.1	0.102	0.027	0.129
	(") No.2	0.100	0.064	0.164
	(") No.3	0.001	0.001	0.001
	(") No.4	0.042	0.024	0.066
	(") No.5	0.011	0.013	0.024
	平均	0.051	0.026	0.077
豚肉	No.1	<0.001	0.001	0.001
	No.2	0.006	0.003	0.009
	No.3	0.007	0.023	0.030
	No.4	0.216	1.218	1.434
	No.5	0.001	<0.001	0.001
	No.6	0.007	0.001	0.008
	No.7	<0.001	0.001	0.001
	No.8	0.001	0.004	0.005
	No.9	<0.001	<0.001	<0.001
	平均	0.026	0.139	0.165
豚肉(輸入)	No.1	0.001	<0.001	0.001
	(") No.2	<0.001	<0.001	<0.001
	(") No.3	<0.001	<0.001	0.001
	(") No.4	<0.001	<0.001	<0.001
	(") No.5	0.019	0.001	0.020
	(") No.6	0.039	0.008	0.047
	(") No.7	0.001	0.076	0.077
	(") No.8	<0.001	0.003	0.003
	(") No.9	0.005	0.035	0.040
	平均	0.007	0.014	0.021
鶏肉	No.1	0.007	0.026	0.033
	No.2	0.094	0.200	0.294
	No.3	0.051	0.019	0.071
	No.4	0.048	0.089	0.136
	No.5	0.072	0.109	0.180
	No.6	0.006	0.014	0.021
平均	0.046	0.076	0.123	
鶏肉(輸入)	No.1	0.117	0.011	0.129
	(") No.2	0.001	0.001	0.002
	(") No.3	0.002	<0.001	0.002
	(") No.4	0.002	0.001	0.003
	(") No.5	0.030	0.047	0.077
	平均	0.030	0.012	0.043
牛(肝臓)	No.1	0.013	<0.001	0.013
	No.2	0.662	0.064	0.726
	No.3	0.284	0.021	0.304
	平均	0.319	0.028	0.348
豚(肝臓)	No.1	0.022	<0.001	0.022
	No.2	0.075	0.010	0.085
	No.3	0.964	0.069	1.033
	平均	0.353	0.027	0.380
鶏(肝臓)	No.1	0.007	0.001	0.009
	No.2	0.170	0.225	0.395
	No.3	0.137	0.114	0.251
	No.4	0.057	0.038	0.095
平均	0.093	0.095	0.187	
羊肉(輸入)	No.1	<0.001	0.001	0.001
	(") No.2	<0.001	<0.001	0.001
	(") No.3	0.192	0.082	0.274
	平均	0.064	0.028	0.092

表4 平成11年度食肉加工食品、乳・乳製品及び卵・卵製品中の
ダイオキシンの2,3,7,8-TCDD当量濃度(pgTEQ/g:ppt)

食品名	2,3,7,8-TCDD当量濃度(pgTEQ/g:ppt)			N.D.=0
	PCDDs+PCDFs	Co-PCBs	合計	
羊肉(缶詰)	No.1	<0.001	0.010	0.010
	平均	<0.001	0.010	0.010
鯨肉(缶詰)	No.1	<0.001	0.030	0.030
	平均	<0.001	0.030	0.030
ロースハム	No.1	0.001	<0.001	0.001
	平均	0.001	<0.001	0.001
ソーセージ	No.1	0.014	0.003	0.017
	平均	0.014	0.003	0.017
ベーコン	No.1	0.001	0.008	0.009
	平均	0.001	0.008	0.009
牛乳	No.1	0.014	<0.001	0.014
	No.2	0.019	0.010	0.029
	No.3	0.025	0.017	0.042
	No.4	0.036	0.014	0.050
	No.5	0.031	0.010	0.041
	No.6	0.012	0.012	0.024
	No.7	0.034	0.013	0.047
	No.8	0.033	0.009	0.042
	No.9	0.030	0.014	0.044
	平均	0.026	0.011	0.037
チーズ(輸入)	No.1	0.227	0.163	0.390
	(") No.2	0.270	0.249	0.519
	(") No.3	0.325	0.297	0.621
	平均	0.274	0.236	0.510
バター(輸入)	No.1	0.394	0.459	0.853
	(") No.2	0.085	0.005	0.090
	(") No.3	0.356	0.295	0.651
	平均	0.278	0.253	0.532
鶏卵	No.1	0.079	0.036	0.115
	No.2	0.057	0.022	0.079
	No.3	0.063	0.040	0.104
	No.4	0.061	0.097	0.158
	平均	0.065	0.049	0.114
ウズラ卵	No.1	0.020	0.025	0.046
乾燥卵黄(輸入)	No.1	0.172	0.190	0.362
	(") No.2	0.145	0.104	0.249
	平均	0.158	0.147	0.306
卵白粉(輸入)	No.1	0.001	0.027	0.028
	(") No.2	0.001	0.005	0.005
	平均	0.001	0.016	0.017

表5 平成11年度野菜、茸類、海草類及び果実のダイオキシンの2,3,7,8-TCDD当量濃度 (pgTEQ/gppt)

食品名	2,3,7,8-TCDD当量濃度(pgTEQ/gppt)			食品名	2,3,7,8-TCDD当量濃度(pgTEQ/gppt)				
	PCDDs+PCDFs	Co-PCBs	合計		PCDDs+PCDFs	Co-PCBs	合計		
いんげん	No.1	<0.001	<0.001	<0.001	しいたけ(輸入)	No.1	<0.001	<0.001	<0.001
	No.2	<0.001	<0.001	<0.001		No.2	<0.001	<0.001	<0.001
	平均	<0.001	<0.001	<0.001		平均	<0.001	<0.001	<0.001
キャベツ	No.1	<0.001	<0.001	<0.001	ひじき(乾) (乾)	No.1	0.049	0.013	0.062
	No.2	<0.001	<0.001	<0.001		No.2	0.001	<0.001	0.001
	No.3	<0.001	<0.001	<0.001		平均	0.025	0.007	0.032
	平均	<0.001	<0.001	<0.001	No.1	0.001	0.001	0.002	
ごぼう(輸入)	No.1	<0.001	<0.001	<0.001	マンダリンオレンジ(輸入)	No.1	<0.001	<0.001	<0.001
春菊	No.1	0.200	0.039	0.239	グレープフルーツ(輸入) (") (")	No.1	<0.001	<0.001	<0.001
	No.2	0.134	0.019	0.153		No.2	<0.001	<0.001	<0.001
	No.3	<0.001	<0.001	<0.001		No.3	<0.001	<0.001	<0.001
	平均	0.111	0.019	0.130		平均	<0.001	<0.001	<0.001
大根	No.1	<0.001	<0.001	<0.001	なし	No.1	<0.001	<0.001	<0.001
	No.2	<0.001	<0.001	<0.001		No.2	<0.001	<0.001	<0.001
	No.3	<0.001	<0.001	<0.001		No.3	<0.001	<0.001	<0.001
	平均	<0.001	<0.001	<0.001		平均	<0.001	<0.001	<0.001
たまねぎ	No.1	<0.001	<0.001	<0.001	パパイヤ(輸入)	No.1	<0.001	<0.001	<0.001
	No.2	<0.001	<0.001	<0.001	ぶどう	No.1	0.001	<0.001	0.001
	No.3	<0.001	<0.001	<0.001		No.2	0.001	<0.001	0.001
	No.4	<0.001	<0.001	<0.001		No.3	0.014	0.020	0.035
	平均	<0.001	<0.001	<0.001		平均	0.005	0.007	0.012
ちんげんさい	No.1	0.020	<0.001	0.020					
	No.2	0.009	<0.001	0.009					
	No.3	<0.001	<0.001	<0.001					
	平均	0.010	<0.001	0.010					
トマト(輸入)	No.1	<0.001	<0.001	<0.001					
にら	No.1	0.001	<0.001	0.001					
	No.2	0.003	<0.001	0.003					
	No.3	<0.001	<0.001	<0.001					
	平均	0.001	<0.001	0.001					
にんじん(輸入)	No.1	<0.001	<0.001	<0.001					
ピーマン(輸入)	No.1	<0.001	<0.001	<0.001					
ブロッコリー	No.1	<0.001	<0.001	<0.001					
	No.2	<0.001	<0.001	<0.001					
	No.3	0.001	<0.001	0.001					
	平均	<0.001	<0.001	<0.001					
ほうれん草	No.1	0.096	0.015	0.112					
	No.2	0.097	0.018	0.115					
	No.3	0.163	0.019	0.182					
	No.4	0.008	<0.001	0.008					
	No.5	0.002	<0.001	0.002					
	No.6	0.056	<0.001	0.056					
	平均	0.034	0.001	0.036					
みつば	No.1	0.024	<0.001	0.024					
	No.2	<0.001	<0.001	<0.001					
	No.3	0.009	<0.001	0.009					
	平均	0.011	<0.001	0.011					
もやし	No.1	<0.001	<0.001	<0.001					
	No.2	<0.001	<0.001	<0.001					
	No.3	<0.001	<0.001	<0.001					
	平均	<0.001	<0.001	<0.001					
れんこん	No.1	0.001	<0.001	0.001					
	No.2	0.063	<0.001	0.063					
	No.3	0.004	<0.001	0.005					
	平均	0.023	<0.001	0.023					

研究報告書

その3

食品汚染機構の解明と調理影響の解析に関する研究

分担研究者 佐々木久美子

ダイオキシン類の食品経路総摂取量調査分担研究報告書(平成11年度)

主任研究者 豊田正武 国立医薬品食品衛生研究所 食品部長

その3：食品汚染機構の解明と調理影響の解析に関する研究

分担研究者 佐々木久美子 国立医薬品食品衛生研究所

研究班構成

分担研究者 佐々木久美子 国立医薬品食品衛生研究所

協力研究者 飯田隆雄、中川礼子、堀就英、飛石和大 福岡県保健環境研究所

堤 智昭 国立医薬品食品衛生研究所

A. 研究目的

ダイオキシン(PCDD 7種、PCDF10種及びCo-PCB 12種)の食事を介した暴露状況を正確に把握するため、葉菜類におけるダイオキシン汚染機構及び、3種食品の調理加工によるダイオキシン汚染濃度の変化を検討した。

B. 研究方法

1. 試料の調製

1) ホウレン草及び小松菜(露地栽培、各約10kg)は、福岡県内で生産者より直接購入した。ホウレン草はダイオキシン汚染機構の検討に、小松菜は調理加工の影響に使用した。

ホウレン草は水洗いし付着した土壌などを除いた後、無作為に約2.5 kgずつ4群に分けた。各群を、葉、茎、赤茎、根、ひげ根の5つの部位に分離し、部位ごとに集めて均一化した後、各部位の汚染濃度を測定した。

小松菜は付着した土壌等を払い落とした後、根部を除去した可食部を調理した。調理試料は水洗浄した試料(水洗浄試料:流水(水道水)で十分に洗い、水を切ったもの)と、水洗浄後に煮沸処理した試料(煮沸試料:水洗浄後、沸騰した水道水(4L)中で3分間ゆで、軽く水を切ったもの)の2種類を調製した。可食部の試料を無作為に約500gずつ15群に分け、調理前試料(未洗浄試料)、水洗浄試料及び煮沸試料の各5検体を調製した。

2) 魚の調理加工用には、平成12年1月に福岡県内でサバを購入して試料とした(半身の長さ平均20 cm)。全体を包丁で3枚におろし、片側の半身は生のまま均一化し対照試料とした。一方の半身は調理を

施したのち均一化して分析試料とした。

調理方法は、①半身のまま焼く(焦げ目がつくまで8分程度焼く)、②半身のまま煮る(800mlの沸騰水中で10分間煮る)、さらに③つみれ(団子状)に加工したのち煮る(②と同様の条件)の3通りで、それぞれの手法で3回ずつ試行した。調理過程での試料の重量変化を記録した。

ダイオキシン類分析とは別に各均一試料を5gとり脂肪量を求めた。脂肪量の分析法は以下の通りである。

均一試料約5gを50ml共栓ガラス遠沈管にとり、4倍量の無水硫酸ナトリウムを加えた。直ちに攪拌して脱水、粉末状とし、ジエチルエーテル・n-ヘキサン(1:2)混液20mlで3回抽出した。抽出液をヘキサン洗浄水10mlで2回洗浄した。得られた抽出液を無水硫酸ナトリウム上で脱水した後、ロータリーエバポレーターで有機溶媒を濃縮、留去し脂肪を得た。

3) 肉の調理加工用には、平成12年1月に福岡県内で食用牛肉(ヒレ肉ブロック、約1kg×3)を購入して試料とした。

肉ブロックを端から厚さ約2mmにスライスし、スライスした順に4つに取り分けた。取り分けた後の調理操作は、①煮る、②焼く、③ハンバーグの3通りである。

「対照」: スライス片をフードプロセッサーで均一化し分析試料とした。

「煮る」: スライス片をそのまま700mlの沸騰水で5分間煮た後、鍋から取り出し、調理後の重量を記録して均一化した。

「焼く」: スライス片をそのまま焦げ目がつく程度まで鉄板で焼いた後、調理後の重量を記録して均一化した。

「ハンバーグ」: スライス片をフードプロセッサーで均一化し、直ちにハンバーグに成形してフライパンで両面を計10分間焼いた後、調理後の重量を記録して均一化した。残りの2つの肉ブロックを用いて同様の操作を行った(試行数計3)。ダイオキシン類分析とは別に均一試料を5gとり脂肪量を求めた。脂肪量の分析法は上記の方法と同様に行った。

2. 試薬

文献(1)と同様の試薬を用いた。

3. 野菜試料の抽出法

1) ホウレン草(葉、茎、赤茎)及び小松菜

試料50～100gを分液漏斗に量り取り、内部標準物質とアセトン:ヘキサン(1:1)(200ml)を加えた後、振とう機で60分間振り混ぜた。吸引濾過を行い、残さについて上記と同様の抽出操作を行い、抽出液を合わせた。抽出液は、ヘキサン洗浄水(300ml)を加え10分間振とう後、水層と有機層に分けた。再度、水層に、*n*-ヘキサン(50ml)を加え5分間振とう後、有機層を分離し、上記の有機層と合わせた。有機層は2%塩化ナトリウム水溶液(100ml)で2回洗浄した後、減圧濃縮した。なお、Scheme 1に方法の概略を示した。

2) ホウレン草(根、ひげ根)

試料10～50gをビーカーに量り取り、内部標準物質とアセトン:*n*-ヘキサン(1:1)(200ml)を加えた後、高速ホモジナイザーでホモジナイズした。吸引濾過を行い、残さについて上記と同様の抽出操作を行い、抽出液を合わせた。抽出液は、ヘキサン洗浄水(300ml)を加え振とう後、水層と有機層に分けた。再度、水層に、*n*-ヘキサン(200ml)を加え5分間振とう後、有機層を分離し、ヘキサン洗浄水で洗浄後、最初に得た有機層と合わせた。無水硫酸ナトリウムで乾燥後、減圧濃縮した。なお、Scheme 2に方法の概略を示した。

3) 野菜試料の精製法

抽出液は硫酸処理後、硝酸銀シリカゲルカラムに負荷した。*n*-ヘキサン(100ml)で溶出後、減圧濃縮し、さらに活性炭カラムに負荷した。10%ジクロロメタン・*n*-ヘキサン(50ml)でモノオルソCo-PCBsを溶出後(第1画分)、トルエン(150ml)でPCDD/Fs及びノンオルソCo-PCBs(第2画分)を溶出した。第1画分は減圧濃縮後、*n*-ヘキサン飽和アセトニトリル(2ml)で3回抽出後、*n*-ヘキサンに転溶した。減圧濃縮後、シリンジスパイクを加え窒素気流下で濃縮しGC/MS試料とした。第2画分は減圧濃縮後、硫酸処理を行い、シリンジスパイクを加えた後、窒素気流下で濃縮しGC/MS試料とした。なお、Scheme 3に方法の概略を示した。

4. 魚試料の抽出方法

Scheme 4 に示し、精製法はScheme 3と同様とした。

5. 肉試料の抽出方法

抽出方法及び精製法は魚試料と同様とした。

6. 定量

各定量用標準混合溶液をGC/MSに注入し、各塩素化物に応じた設定質量数ごとにSIMモードで測定を行った。得られたピークから、各塩素化物の内標準物質に対するピーク面積比と濃度比の検量線を作成した。同様にして、試料溶液についてもピーク面積比を求め、検量線から定量値を算出した。定量値はいずれも、WHO(1997)の毒性等価係数(2,3,7,8-TCDD Toxic Equivalency Factor; TEF)を用い毒性当量(2,3,7,8-TCDD Toxic Equivalent Quantity; TEQ)へ換算した。

C. 結果及び考察

1. ホウレン草におけるダイオキシン汚染機構の解明

表1にホウレン草の各部位における、ダイオキシンのTEQ濃度を示した。全ての部位において、TEQ濃度における汚染はPCDD/Fs汚染が主で、Co-PCBs汚染はほとんど見られない。また、ホウレン草の可食部(葉及び茎)の汚染濃度は非可食部(赤茎、根、ひげ根)に比べ汚染濃度は著しく低い。最もTEQ濃度の高いひげ根に比べて、それぞれ可食部の葉は21分の1、茎は85分の1に過ぎなかった。また、各部位における総TEQ濃度に占めるPCDD/Fs異性体の割合を調べると、可食部のTEQに占める各異性体の割合と、非可食部に占める各異性体の割合は異なったパターンを示している。即ち可食部においては1, 2,3,7,8-TCDD及び2,3,4,7,8-PeCDFのTEQ濃度が大きい割合を占めている。これらの異性体は、大気中におけるダイオキシン汚染の主要な汚染成分の1つとされていることから(2, 3)、汚染源は大気に由来している可能性が示唆される。今回の研究では、試験に使用したホウレン草が生育した周辺の大気及び土壌のダイオキシン分析を行っておらず、さらに測定対象物質も2,3,7,8位塩素置換体しか対象としていないため、正確な汚染源の推定には至っていない。

2. 3種食品における調理影響の解析

1) 小松菜の調理による影響

表2には、調理前及び調理後における小松菜中のダイオキシンのTEQ濃度を示した。調理により試料の重量変化が見られたため、調理試料のTEQ濃度は調理前重量で換算した。水洗浄及び煮沸処理を行うことにより、ダイオキシンの汚染は減少することが判明した。水洗浄及び煮沸試料で調理前と比較し総TEQ濃度に有意差(t-検定)が認められ、水洗浄により調理前の約47%、さらに煮沸処理により約40%に減少することが判明した。また、この減少率は、既に我々が報告(論文発表、Tsutsumi et.al.)している、ホウレン草における調理加工の汚染濃度の減少率とほぼ同程度の値である。今回は、減少に関するメカニズム的な検討は行っていないのでダイオキシン汚染濃度の減少機構は明らかでないが、おそらくは植物体表面に付着したダイオキシン等が洗い流されるためと考えられる。

2) 魚の調理による影響

まず、ダイオキシン、ジベンゾフラン各異性体の定量にあたり、食品中のダイオキシン類及びコプラナーPCBの測定方法の暫定ガイドラインの標準的検出限界値を用いて数値化したところ、数多くの異性体が検出限界以下となり、調理前後の変化量が明確とならなかった。そこで、GC/MSの検出感度ならびに

操作ブランク値を勘案のうえ、標準的検出限界値の2分の1までを数値化することとした。一方、コプラナーPCBの定量では、調理前後で比較的高い定量値が得られており標準的検出限界をあてはめても調理前後の比較が可能であること、またPCBの操作ブランク値等を考慮し、標準的検出限界をそのまま用いることが適当と判断した。

各試料中のダイオキシン濃度は調理後に減少することが予想されたが、実測濃度の一部には増加傾向がみとめられた。これは、ダイオキシンの減少以上に試料の水分減少(重量減少)の寄与が大きく、見かけ上ダイオキシンが濃縮された結果と考えられる。また、魚の脂肪含量は、「焼く」の3例と「煮る」の2例で増加傾向を示した。これは、調理により脂肪は失われるものの、水分減少の寄与も無視できないことを示唆している。

しかし、表3に示したように総ダイオキシン濃度を調理前重量当りに換算して比較すると、全試行が減少傾向で一致し、「焼く」で平均30.6%(範囲:26.5~38.6%)、「煮る」で平均14.4%(範囲:12.8~15.9%)、「つみれとして煮る」で平均20.9%(範囲:15.4~24.2%)減少している。

以上のように、魚を「焼く」、「煮る」、「つみれとして煮る」の3通りで調理した場合、いずれもダイオキシン濃度(調理前重量当り)は15~40%の減少傾向を示している。

3) 肉の調理による影響

ダイオキシンの定量は、魚の調理による影響で用いた方法に従い同様に行った。各試料中のダイオキシン濃度は調理後に減少することが予想されたが、実測濃度の一部には増加傾向が認められた。これは、ダイオキシンの減少以上に試料の水分減少(重量減少)の寄与が大きく、見かけ上ダイオキシンが濃縮された結果と考えられる。また、肉の脂肪含量は、全ての試行で増加傾向を示していた。これは、調理により脂肪は失われるものの、それ以上に水分の減少の寄与が大きいことを示唆している。

しかし、表4に示したように総ダイオキシン濃度を調理前重量当りに換算して比較すると、全ての試行が減少傾向で一致し、調理前に対して「煮る」で平均39.0%(範囲:31.1~44.4%)、「焼く」で平均35.3%(範囲:28.5~46.5%)、「ハンバーグとして焼く」で平均37.9%(範囲:32.3~42.2%)減少している。

以上のように、肉を「煮る」、「焼く」、「ハンバーグとして焼く」の3通りで調理した場合、いずれもダイオキシン濃度(調理前重量当り)は40%程度減少傾向を示している。

D. 結論

1. ホウレン草における部位別の汚染濃度を測定したところ、可食部は非可食部と比較し汚染濃度は著しく低い。
2. ホウレン草可食部の汚染は大気に由来している可能性が高いことが、異性体別データにより示唆された。
3. 調理加工により小松菜のダイオキシン濃度は約60%減少し、サバでは15~40%減少し、牛肉では約40%減少し、ダイオキシン摂取量を低減できることが明らかになった。

E. 研究発表

1. 論文発表

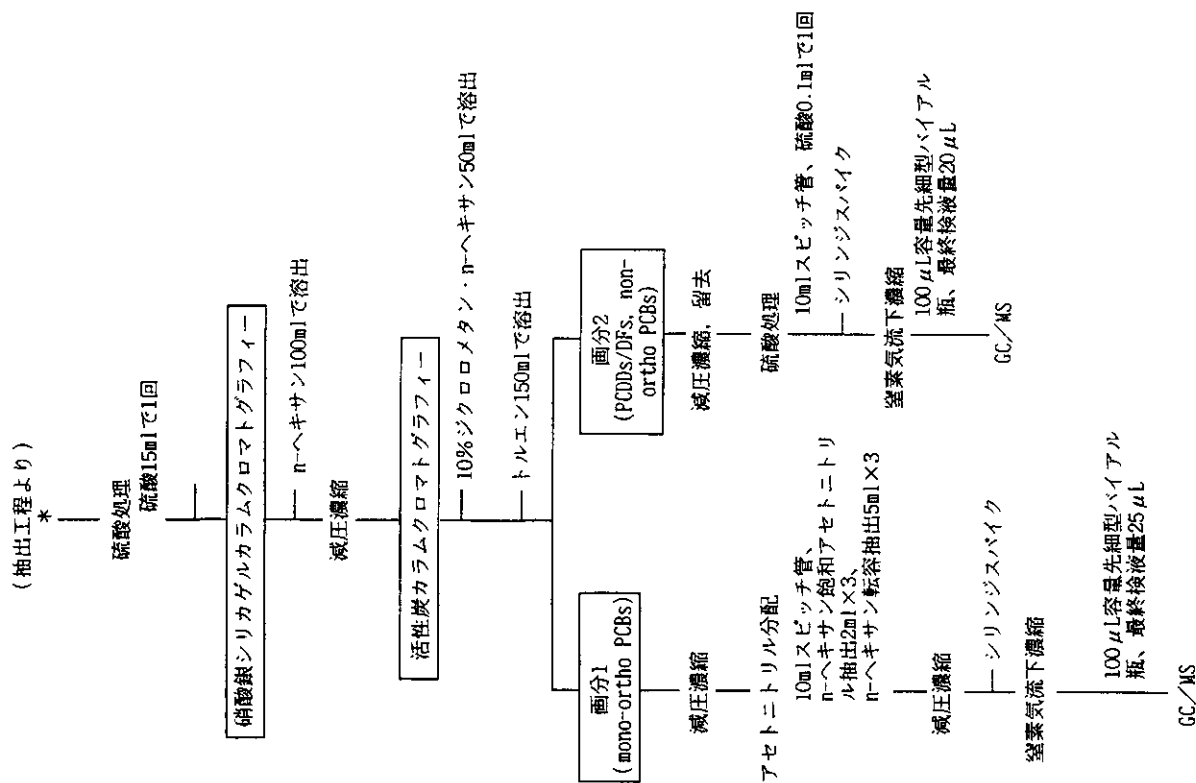
Tsutsumi, T., Iida, T., Hori, T., Yanagi, T., Kono, Y., Uchibe, H., Toyoda, M., 2000. Levels of PCDDs, PCDFs and Co-PCBs in fresh and cooked leafy vegetables in JAPAN. *Organohalogen Compounds* 47, 296-299

謝辞

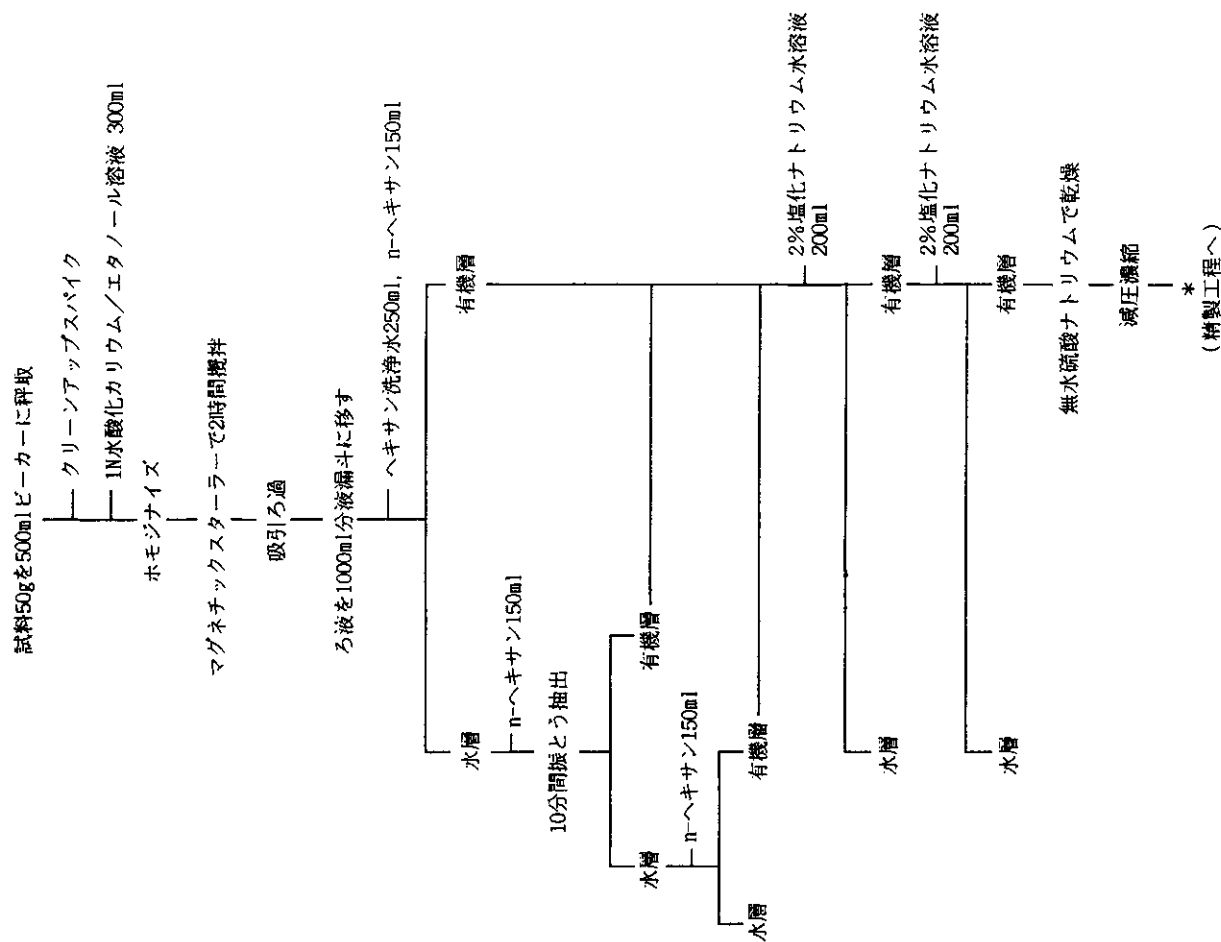
本研究は、平成11年度厚生省厚生科学研究費補助金(生活安全総合研究)により行った。データの整理にご協力頂きました新井康代氏に深謝致します。

参考文献

1. Toyoda, M., Iida, T., Hori, T., Yanagi, T., Kono, Y., Uchibe, H., 1999a. Concentrations of PCDDs, PCDFs and coplanar PCBs in Japanese retail foods. *J. Food Hyg. Soc. Japan* 40, 111-121 (in Japanese).
2. Lohmann, R., Jones, K.C., 1998. Dioxins and furans in air and deposition: a review of levels, behaviour and processes. *Sci. Total. Environ.* 219, 53-81.
2. Shibayama, M., Yasuda, N., Inoue, T., Takasuga, T., 2000. Investigation of target as an indicator for dioxins (PCDDs/PCDFs and co-PCBs). Abstract of 9th Symposium on Environmental Chemistry, 170-171 (in Japanese).



Scheme 3 抽出試料の精製法



Scheme 4 魚及びび肉の抽出法