

同居家族条件によって認定された油症患者の血液中 ダイオキシン類濃度と傾向

堀, 就英
福岡県保健環境研究所

飛石, 和大
福岡県保健環境研究所

安武, 大輔
福岡県保健環境研究所

新谷, 依子
福岡県保健環境研究所

他

<https://doi.org/10.15017/6790822>

出版情報：福岡醫學雑誌. 114 (1), pp.10-16, 2023-03-25. 福岡医学会
バージョン：
権利関係：



原 著

同居家族条件によって認定された油症患者の 血液中ダイオキシン類濃度と傾向

¹⁾福岡県保健環境研究所

²⁾公益財団法人北九州生活科学センター

³⁾九州大学大学院医学研究院 皮膚科学分野

⁴⁾九州大学病院 油症ダイオキシン研究診療センター

堀 就英¹⁾, 飛石 和大¹⁾, 安武 大輔¹⁾, 新谷 依子¹⁾, 古谷 貴志¹⁾, 高尾 佳子¹⁾,
戸高 尊²⁾, 広瀬 勇気²⁾, 香月 進¹⁾, 辻 学³⁾⁴⁾

Blood Dioxin Concentrations and their Tendencies Examined in Family Members Living with Certificated Yusho Patients and Considered as Yusho Patients

Tsuguhide HORI¹⁾, Kazuhiro TOBISHI¹⁾, Daisuke YASUTAKE¹⁾, Yoriko SHINTANI¹⁾,
Takashi FURUTANI¹⁾, Yoshiko TAKAO¹⁾, Takashi TODAKA²⁾, Yuki HIROSE²⁾,
Susumu KATSUKI¹⁾ and Gaku TSUJI³⁾⁴⁾

¹⁾*Fukuoka Institute of Health and Environmental Sciences, Fukuoka, Japan*

²⁾*Kitakyushu Life Science Center, Kitakyushu, Japan*

³⁾*Department of Dermatology, Graduate School of Medical Sciences,
Kyushu University, Fukuoka, Japan*

⁴⁾*Research and Clinical Center for Yusho and Dioxin, Kyushu University Hospital,
Fukuoka, Japan*

Abstract

We performed congener specific analysis of dioxins using HRGC/HRMS and determined their lipid based concentrations in blood samples collected from 175 family members living with certificated Yusho patients and considered as Yusho patients (Family members living with Yusho patients) during annual Yusho examinations between 2013 and 2021. When concentration of 2,3,4,7,8-pentachlorodibenzofuran (PeCDF) was compared in eleven Family members living with Yusho patients, undergoing examinations among the nine years, the longitudinal concentrations in the respective individuals hardly changed over these years. Mean concentration of 2,3,4,7,8-PeCDF in blood from 175 Family members living with Yusho patients was calculated as 25 pg/g-fat, which was higher than the mean value of 12 pg/g-fat in blood from 409 Yusho-suspected (non-registered) persons. The rates of persons with blood 2,3,4,7,8-PeCDF concentrations below 50 pg/g-fat in the entire Family members living with Yusho patients occupied approx. 90 %, on the other hand, concentrations above 50 pg/g-fat, defined as high concentration in Yusho criteria, were also found in fourteen Family members living with Yusho patients.

Key words : Yusho, Dioxin, PCB, Blood

はじめに

1968年に発生した油症の原因物質はPCBとダイオキシン類であることが明らかにされている。これらの物質は脂溶性が高く体外への排泄が困難であるため、当初の予想を超えて体内に長期残留する傾向が認められている¹⁾²⁾。油症患者の血液中ダイオキシン類を定量する実用的方法は2000年頃に確立された。これは大量試料注入技術を組み合わせた二重収束型高分解能ガスクロマトグラフ質量分析計(HRGC/HRMS)を用い、少量(約5グラム)の血液を用いて短期間で高感度にダイオキシン類を検出、定量できる方法である³⁾⁴⁾。本方法によって2001年度に福岡県の油症検診受診者を対象にパイロット的な測定が行われ、2002年度以降は全国の検診受診者を対象にダイオキシン類測定を開始するに至った。2004年には油症診断基準に血液中2,3,4,7,8-pentachlorodibenzofuran (PeCDF) 値が追補として加えられた。この追補では、血液中の2,3,4,7,8-PeCDF濃度(脂肪重量当たり)30 pg/g未満は通常、50 pg/g以上は高い濃度と区分された。油症診断基準の追補・改定は1981年以来23年ぶりのことで、油症診断で大きな転機となる出来事であった。その後、研究班は未認定者を含む油症検診受診者の血液中ダイオキシン類測定を継続して実施し、2022年度までにダイオキシン類を測定した血液試料数は6,000件に上っている。一方、油症認定制度においては2012年12月に同居家族条件による認定制度が設立された⁵⁾。同居家族認定制度が開始されて以降、同制度で認定された患者は2021年6月時点で308名となっている。油症検診で同居家族認定者は従来の油症診断基準で認定を受けた患者と同様の取扱いとなり、血液中PCB濃度と血液中2,3,4,7,8-PeCDFを含むダイオキシン類濃度の測定対象となっている。本報告では同居家族認定制度が始まって以降の2013~2021年度の油症検診を受診した同居家族認定者175名を含む1,224名の血液中ダイオキシン類の分析結果をもとに、従来の油症診断基準で認定を受けた患者(検診認定者)及び未認定者と血液中濃度を比較し、その傾向を調べた。

実験方法

1. 試料

2013年度から2021年度までの9年間に、全国油症一斉検診において採取した血液試料を対象にダイオキシン類の定量分析を行った。血液はヘパリン入り真空採血管に採血され、冷蔵状態で試験室に搬入後、直ちに10mL容量のガラス製ねじ口瓶に移し、分析まで4℃以下で冷蔵保存した。測定の内部精度管理のため、コントロール試料として日水製薬製の精度管理用凍結プール血清「L-コンセーラⅡ」を使用した。

2. 分析方法

既報³⁾⁴⁾に記載された方法に従い分析を行った。血液約5gを秤量した後、凍結乾燥処理を行い、クリーンアップスパイクを添加した。高速溶媒抽出装置ASE-200又は350型(Thermo社製)により脂肪抽出を行い、ロータリーエバポレーターで有機溶媒を完全に留去して脂肪重量を求めた。脂肪の全量をヘキサンで溶解し、硫酸処理を行った後、硝酸銀シリカゲルカラム及び活性炭カラム等で精製した。

測定装置条件の詳細は既報⁶⁾⁷⁾に記載されている。測定にはすべてHRGC/HRMS(Agilent 6890/Waters Autospec Premier等)を使用した。厚生労働省が定めた血液中ダイオキシン類の分析マニュアルには、1回の分析に使用する標準的な血液量は約50gとされている⁸⁾。被験者にとって採血の負担が少ない血液量(5g)から2,3,4,7,8-PeCDF等のダイオキシン類を安定的に検出・定量するために、SCLV(SGE社製)、LVI(アイスティサイエンス社製)等の大量注入技術を順次導入し、高感度測定を継続して行った。

ダイオキシン類(21種化合物)の定量値はすべて脂肪重量当たり濃度(pg/g-fat)で表記した。これは油症診断基準で用いられる濃度表記(pg/g-lipid)と同義である。2,3,7,8-TeCDD毒性等量(TEQ)の算出にはWHOによる毒性等価係数(WHO-2005)を用い⁹⁾、定量下限値未満となった化合物の濃度は定量下限値の1/2値として取り扱い、TEQを算出した。ダイオキシン類濃度の集計では、9年間に1度しか測定していない場合はその濃度を、複数回測定している場合は最後に測

定した濃度（最新の濃度）を当該受診者の血液中濃度とした。患者の年齢は採血時の年齢を用いた。

3. 統計処理

血液中ダイオキシン類濃度の群間比較にはt検定を行い、解析にはIBM SPSS Statistics（Ver. 25）を用いた。

結果及び考察

1. 同居家族認定者の血液中ダイオキシン類濃度の推移

2013年から2021年の9年間でダイオキシン類濃度測定を行った同居家族認定者の血液試料数は264例であったが、複数回受診した認定者が存在するため、実数は175名であった。これは2020年6月末現在の同居家族認定者数308名の57%に相当する人数であった。175名の内訳は男性が72名、女性103名であり、受診時の最高年齢は男性で93歳、女性で92歳、最低年齢は男性で46歳、女性で45歳であった。受診回数が3回以上の同居家族認定者11名（患者A～K）について血液中2,3,4,7,8-PeCDF濃度及びTEQ濃度の合計値（Total TEQ）の年次推移を表1に示した。9年間の受診回数で最多は患者I（出生1949年、女性）の6回であった。油症認定患者の血液中ダイオキシン類濃度測定は原則として4年に1回の頻度で行われているため測定間隔があるが、油症診断基準の指標のひとつである血液中2,3,4,7,8-PeCDF濃度に顕著な変化は認められず、Total TEQ濃度も同様であった。この傾向は2001年から2017年までの検診認定者における傾向とも一致していた¹⁰⁾。

2. 同居家族認定者と各受診者区分の血液中ダイオキシン類濃度の比較

表2に2013年から2021年度の9年間で実施した血液中ダイオキシン類調査結果をまとめた。表2（A）は同居家族認定者175名、（B）に検診認定者640名、（C）に未認定者409名についてダイオキシン類各異性体の実測濃度とTEQ濃度を示した。さらに2004年度に福岡県内の一般住民（60歳以上の127名）を対象に実施した調査結果¹¹⁾を示した。

2013～2021年度に血液中ダイオキシン類を測

定した未認定者409名の内訳は男性が165名、女性244名であり、受診時の年齢は男性が16～93歳、女性が8～45歳であった。血液中のダイオキシン類の各異性体濃度を対照群の一般住民と比較すると同等か低くなる傾向が認められ、油症診断基準の指標である2,3,4,7,8-PeCDF濃度は未認定者で平均12 pg/g-fatであったのに対し、一般住民で平均17 pg/g-fatであった。これは未認定者の集団に若年者が多く含まれることが要因として考えられた。未認定者の約半数（238名）は9年間で1回のみの受診であったが、9名は9回の検診をすべて受診していた。複数回受診した未認定者の血液中2,3,4,7,8-PeCDF濃度の変動は概して少なく、濃度変化は殆ど認められなかった。

一方、検診認定者（640名）の血液中2,3,4,7,8-PeCDF濃度は平均25 pg/g-fatとなり、対照群の一般住民に対して約4.8倍高い値であった。検診認定者の血液中濃度が一般住民と比べて2倍以上高かった化合物は2,3,4,7,8-PeCDFの他に1,2,3,4,7,8-HxCDF（3.5倍）、2,3,7,8-TeCDF（2.7倍）及び3,3',4,4',5,5'-HxCB（2.4倍）の4化合物であった。検診認定者の血液中2,3,4,7,8-PeCDFの濃度分布は2.8～1,300 pg/g-fatと広い範囲に及び、17名が500 pg/g-fatを超える高濃度であったが、検診認定者数全体の約60%は50 pg/g-fat未満の濃度であった（表3）。

表2（A）に同居認定者（175名）の血液中ダイオキシン類濃度を示した。同居認定者の血液中2,3,4,7,8-PeCDF濃度の平均値は25 pg/g-fatで認定者の84 pg/g-fatより低く、一般住民の17 pg/g-fatや未認定者の12 pg/g-fatよりも高い値を示した。Total TEQ濃度においても同居認定者の平均31 pg-TEQ/g-fatに対して認定者の55 pg-TEQ/g-fatより低く、未認定者の22 pg-TEQ/g-fatよりも高い値となった。血液中2,3,4,7,8-PeCDF濃度とTotal TEQ濃度について同居認定者—検診認定者間及び同居認定者—未認定者間でt検定を行った結果、それぞれ有意差が認められた（ $p < 0.01$ ）。

同居認定者の血液中2,3,4,7,8-PeCDF濃度の分布は2.8～440 pg/g-fatと広範囲に及び、未認定者における濃度分布と異なっていた（表3）。同居認定者全体の約90%に相当する161名は50 pg/g-fat未満であったが、油症診断基準で「高い

表 1 同居家族認定者 11 名の血液中 2,3,4,7,8-PeCDF 濃度 (pg/g-fat) と Total TEQ 濃度 (pg-TEQ/g-fat) の推移

患 者 (生年, 性別)		検 診 年 度								
		2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
A (1946, 女)	PeCDF	20	19	16	-	-	-	21	-	-
	TEQ	42	35	37	-	-	-	33	-	-
B (1952, 女)	PeCDF	-	54	-	-	-	39	-	31	-
	TEQ	-	48	-	-	-	37	-	32	-
C (1955, 女)	PeCDF	85	84	-	-	-	62	-	-	-
	TEQ	110	117	-	-	-	91	-	-	-
D (1963, 女)	PeCDF	53	48	-	-	-	-	45	-	-
	TEQ	26	23	-	-	-	-	21	-	-
E (1957, 男)	PeCDF	22	22	-	-	-	15	-	-	-
	TEQ	44	40	-	-	-	39	-	-	-
F (1951, 男)	PeCDF	-	20	-	-	-	14	14	11	-
	TEQ	-	27	-	-	-	16	17	15	-
G (1953, 男)	PeCDF	98	-	-	-	90	-	-	-	66
	TEQ	79	-	-	-	71	-	-	-	57
H (1954, 男)	PeCDF	13	12	-	-	-	-	8.2	-	-
	TEQ	22	18	-	-	-	-	16	-	-
I (1949, 女)	PeCDF	15	15	13	-	12	12	-	12	-
	TEQ	38	34	32	-	27	27	-	30	-
J (1950, 女)	PeCDF	13	13	13	13	12	-	-	-	-
	TEQ	24	26	26	25	23	-	-	-	-
K (1935, 男)	PeCDF	-	-	-	25	25	32	33	-	-
	TEQ	-	-	-	33	35	45	43	-	-

PeCDF : 2,3,4,7,8-pentaCDF

TEQ : Total TEQ

- : 未受診のためデータなし

濃度」に区分される 50 pg/g-fat を超える患者が 14 名認められた。これらの認定者は同居家族条件による認定制度をきっかけに初めて油症検診を受診し、高濃度の曝露が明るみになった事例である。油症では事件発生から 40 年後の 2007 年時点での詳細な死因調査により、男性において全がん、肺がん等の死亡率が一般人よりも高いことが示されており¹²⁾、健康状態の継続的な観察が必要である。

油症患者の血液中 2,3,4,7,8-PeCDF 濃度を男女間で比較すると、年齢層を問わず女性が高くなる傾向が認められている¹³⁾。同居認定者 175 名

のうち男性 72 名と女性 103 名の 2,3,4,7,8-PeCDF 濃度を比較すると、男性は平均 16 pg/g-fat (範囲 : 3.4~66 pg/g-fat) 及び女性は平均 30 pg/g-fat (範囲 : 2.8~440 pg/g-fat) となり、女性で高くなっていた。これは女性の同居認定者に含まれる高濃度の患者が平均値を押し上げたものと考えられ、中央値を比較すると男性 14 pg/g-fat、女性は 15 pg/g-fat となり、ほぼ同等となっていた。

総 括

少量 (約 5 グラム) の血液から 2,3,4,7,8-

表2 油症検診受診者 (2013 - 2021 年度) の血液中ダイオキシン類濃度 (pg/g-fat)

同 族 体 名	(A)				(B)				(C)				(D)			
	平均	最小	最大	中央値	平均	最小	最大	中央値	平均	最小	最大	中央値	平均	最小	最大	中央値
2,3,7,8-TeCDD	1.4	ND	7.7	1.3	1.4	ND	7.0	1.3	1.1	ND	6.3	0.5	1.9	ND	4.3	ND
1,2,3,7,8-PeCDD	6.5	ND	28	6.0	7.9	ND	41	6.9	5.0	ND	23	4.0	9.0	3.2	20	ND
1,2,3,4,7,8-HxCDD	2.2	ND	11	1.0	2.9	ND	480	2.1	2.0	ND	22	1.0	3.6	ND	13	ND
1,2,3,6,7,8-HxCDD	20	2.4	91	16	32	ND	320	23	15	ND	96	12	28	7.3	70	ND
1,2,3,7,8,9-HxCDD	3.5	ND	17	2.7	3.5	ND	26	2.9	2.9	ND	36	2.2	4.5	ND	16	ND
1,2,3,4,6,7,8-HpCDD	37	5.5	170	31	40	2.8	1,200	32	34	ND	640	25	78	18	470	ND
OCDD	480	77	2,900	390	490	56	7,900	390	450	31	7,600	310	1,200	180	7,600	ND
2,3,7,8-TeCDF	1.6	ND	9.3	1.1	2.6	ND	83	1.6	1.7	ND	78	0.5	1.0	ND	4.5	ND
1,2,3,7,8-PeCDF	1.1	ND	8.3	0.5	1.3	ND	13	0.5	0.94	ND	8.7	0.5	0.67	ND	4.6	ND
2,3,4,7,8-PeCDF	25	2.8	440	15	84	2.3	1300	33	12	1.1	54	8.9	17	6.0	63	ND
1,2,3,4,7,8-HxCDF	5.2	ND	89	3.2	17	ND	530	5.6	2.9	ND	28	2.5	5.0	ND	20	ND
1,2,3,6,7,8-HxCDF	4.5	ND	37	3.4	8.9	ND	170	5.0	3.2	ND	28	2.7	5.7	ND	16	ND
2,3,4,6,7,8-HxCDF	1.2	ND	6.6	1.0	1.2	ND	7.0	1.0	1.1	ND	5.7	1.0	1.2	ND	5.2	ND
1,2,3,7,8,9-HxCDF	1.0	ND	13	1.0	1.0	ND	3.0	1.0	ND	-	-	1.0	ND	-	-	ND
1,2,3,4,6,7,8-HpCDF	1.8	ND	12	1.0	2.1	ND	74	1.0	1.6	ND	53	1.0	2.2	ND	14	ND
1,2,3,4,7,8,9-HpCDF	1.1	ND	24	1.0	ND	-	-	-	1.0	ND	3.0	1.0	ND	-	-	ND
OCDF	2.1	ND	38	2.0	2.0	ND	13	2.0	ND	-	-	2.0	2.1	ND	18	ND
3,4,4',5'-TeCB (PCB81)	5.3	ND	18	5.0	5.5	ND	49	5.0	5.2	ND	28	5.0	5.6	ND	24	ND
3,3',4,4'-TeCB (PCB77)	7.3	ND	39	5.0	8.5	ND	130	5.0	7.3	ND	40	5.0	8.4	ND	31	ND
3,3',4,4',5'-PeCB (PCB126)	85	ND	510	66	86	ND	610	65	67	ND	570	37	110	17	520	ND
3,3',4,4',5,5'-HxCB (PCB169)	92	11	390	69	150	10	1,200	120	60	ND	380	41	64	16	190	ND
Total PCDDs	550	100	3,200	460	570	74	9,200	470	510	42	7,900	350	1,300	210	8,200	ND
Total PCDFs	45	12	570	31	120	11	1,900	55	27	10	160	23	37	15	86	ND
Total PCDD/PCDFs	600	120	3,300	490	700	90	9,500	580	530	53	7,900	380	1,300	220	8,300	ND
Total Non-ortho PCBs	190	32	840	160	250	25	1,500	200	140	20	940	94	190	59	740	ND
Total Dioxins	780	180	3,500	670	950	120	9,700	800	670	73	8,200	480	1,500	280	9,000	ND
Total PCDDs-TEQ	11	1.8	48	10	14	1.4	76	12	8.5	1.3	46	6.7	16	5.1	35	ND
Total PCDFs-TEQ	9.0	1.3	140	5.7	28	1.2	440	11	4.6	0.80	19	3.6	6.6	2.3	14	ND
Total PCDDs/PCDFs-TEQ	20	3.6	180	16	42	3.4	510	25	13	2.2	65	10	22	7.4	50	ND
Total Non-ortho PCBs-TEQ	11	0.82	60	9.4	13	0.82	74	11	8.5	0.65	67	4.9	13	2.6	58	ND
Total Dioxins-TEQ	31	5.5	210	26	55	5.2	560	38	22	2.8	120	16	37	12	110	ND

(ND : 定量下限値未満)

表3 血液中2,3,4,7,8-PeCDF濃度(脂肪重量当たり)の度数分布

2,3,4,7,8-PeCDF 濃度範囲 (pg/g)		検診 認定者	同居家族 認定者	未認定者
以上	未満			
1,200	～ 1,300	1	-	-
1,100	～ 1,200	1	-	-
1,000	～ 1,100	-	-	-
900	～ 1,000	-	-	-
800	～ 900	-	-	-
700	～ 800	1	-	-
600	～ 700	2	-	-
500	～ 600	7	-	-
400	～ 500	13	1	-
300	～ 400	28	1	-
200	～ 300	27	-	-
100	～ 200	67	3	-
90	～ 100	11	1	-
80	～ 90	14	-	-
70	～ 80	20	1	-
60	～ 70	24	4	-
50	～ 60	23	3	1
40	～ 50	38	7	6
30	～ 40	63	8	18
20	～ 30	73	27	44
10	～ 20	125	67	122
0	～ 10	102	52	218
人数計		640	175	409

PeCDFを含むダイオキシン類を定量する技術を維持し、継続して測定を行った。同居認定者の血液中ダイオキシン類濃度の経年推移をみたところ、顕著な変化は認められなかった。また血液中ダイオキシン類濃度について同居認定者は検診認定者及び未認定者との間に有意差があったが、濃度に影響する性別や年齢について補正した解析が今後必要と考えられる。同居認定者の血液中ダイオキシン類の濃度分布では、同居認定者の多くは通常の30 pg/g-fat未満の濃度区分に属し、ダイオキシン類による健康リスクは一般人と同等と考えられた。一方、油症診断基準で「高い濃度」に該当する同居認定者が少数認められた。血液中2,3,4,7,8-PeCDF濃度が100 pg/g-fatを超えるなど、典型的な患者と同等の濃度事例が得られたことから、これらの対象者について今後の健康状態を注

意深く観察する対策が求められる。

謝 辞

本研究は厚生労働行政推進調査事業費(食品の安全確保推進研究事業)に負うものである。ここに記して謝意を表します。

参 考 文 献

- 1) 松本伸哉, 赤羽学, 神奈川芳行, 梶原淳睦, 三苦千景, 内博史, 古江増隆, 今村知明: カネミ油症におけるダイオキシン類の排泄速度研究の進展, 福岡医誌. 108: 118-123, 2017.
- 2) 松本伸哉, 赤羽学, 神奈川芳行, 古江増隆, 辻学, 今村知明: 油症患者における体脂肪率推定式の作成と半減期の再検証, 福岡医誌. 112: 110-119, 2021.
- 3) Todaka T, Hirakawa H, Tobiishi K and Iida T: New protocol for dioxin analysis of human blood. Fukuoka Acta Med. 94: 148-157, 2003.
- 4) 戸高尊, 平川博仙, 堀就英, 飛石和太, 飯田隆雄: ヒト血液中ダイオキシン類の抽出・精製法の改良および油症患者血液中ダイオキシン類濃度, 福岡医誌. 96: 185-191, 2005.
- 5) 厚生労働省ホームページ: <https://www.mhlw.go.jp/content/11130500/000924398.pdf>, 2023年3月1日閲覧.
- 6) Todaka T, Uchi H, Hirakawa H, Kajiwaru J and Furue M: Development of a large-volume injection system for dioxin determinations in blood of Yusho patients. Fukuoka Acta Med. 104: 110-117, 2013.
- 7) 安武大輔, 飛石和太, 平川博仙, 新谷依子, 小木曾俊孝, 堀就英, 梶原淳睦, 香月進, 三苦千景, 古江増隆: Deans Switch型SiFlowを用いた血中ダイオキシン類測定におけるソルベントカット大量注入法の開発, 福岡医誌. 108: 102-110, 2017.
- 8) 厚生省: 血液中のダイオキシン類測定暫定マニュアル, 2000.
- 9) Van den Berg M, Birnbaum LS, Denison M, De Vito M, Farland, W, Feeley, M, et al.: The 2005 World Health Organization reevaluation of human and mammalian toxic equivalency factors for dioxins and dioxin-like compounds. Toxicol Sci. 93: 223-241, 2006.
- 10) 堀就英, 安武大輔, 平川博仙, 戸高尊, 広瀬勇気, 新谷依子, 梶原淳睦, 香月進, 三苦千景, 古江増隆: 油症認定患者及び未認定者の血液中ダイオキシン類濃度と傾向(2001～2007年度), 福岡医誌. 110: 61-66, 2019.
- 11) Todaka T, Hirakawa H, Hori T, Tobiishi K, Iida

- T and Furue M : Concentrations of polychlorinated dibenzo-*p*-dioxins, polychlorinated dibenzofurans, and non-*ortho* and mono-*ortho* polychlorinated biphenyls in blood of Yusho patients. Chemosphere. 66 : 1983-1989, 2007.
- 12) Onozuka D, Yoshimura T, Kaneko S and Furue M : Mortality after exposure to polychlorinated biphenyls and polychlorinated dibenzofurans : a 40-year follow-up study of Yusho patients. Am J Epidemiol. 169 : 86-95, 2009.
- 13) 梶原淳睦：油症患者の血液中 PCDF 濃度の測定. 古江増隆, 赤峰昭文, 山田英之, 吉村健清編：油症研究Ⅱ—治療と研究の最前線—。pp. 34-39, 九州大学出版会。2010.
- (Received for publication March 17, 2023)