

図 食事経由の推計曝露量と自家栽培食品の摂取量との関係

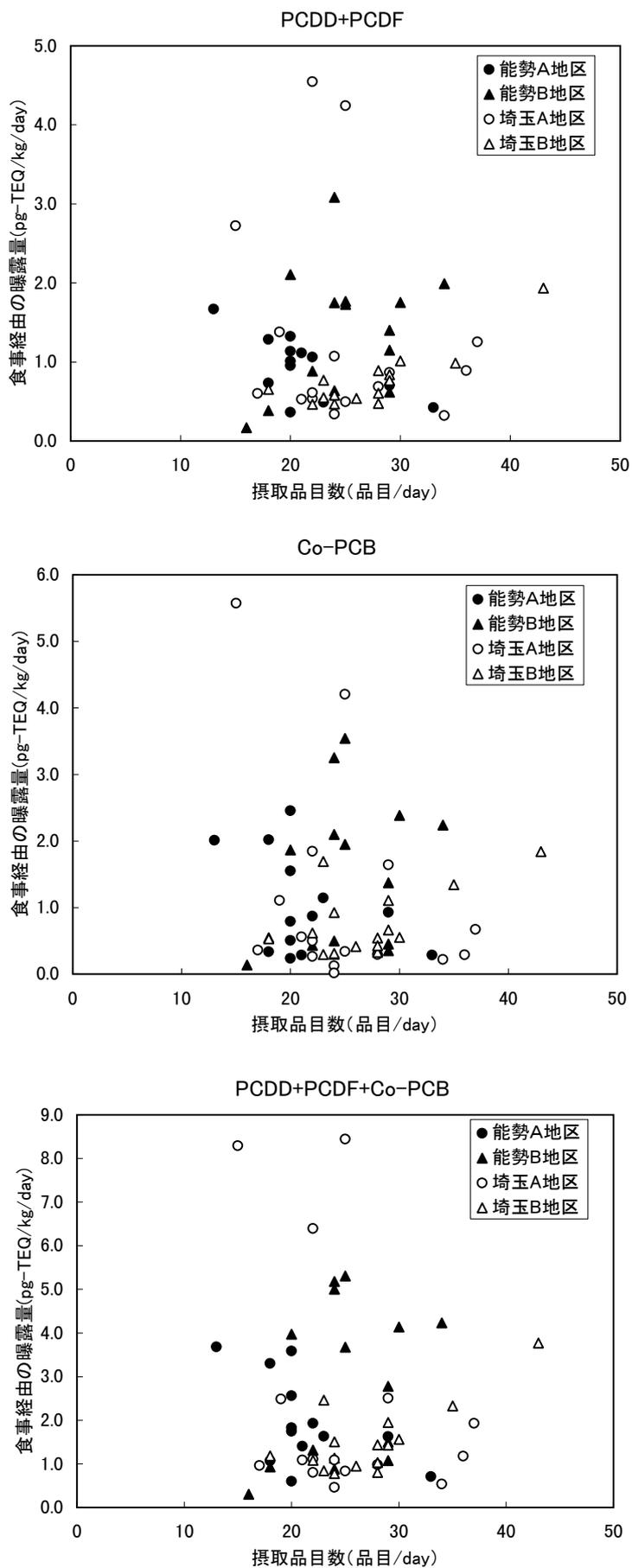


図 食事経由の推計曝露量と摂取品目数との関係

## 5. ダイオキシン類の曝露評価について

### (1) 個人曝露量の推計について

各媒体ごとのPCDD+PCDF+Co-PCB濃度をもとに、経気道の曝露量、土壌経由の曝露量、及び食事経由の曝露量の推計結果を以下に示す（参考：資料9-1）。

#### 経気道の推計曝露量

経気道の推計曝露量は、各対象者の居宅の最寄りの調査地点における大気中PCDD+PCDF+Co-PCB濃度、及び各対象者の居宅における室内空气中PCDD+PCDF+Co-PCB濃度をもとに、体重50キログラム、1日呼吸量15m<sup>3</sup>を用いて行った。室内及び室外の滞在時間については、想定1では、対象者に記載を依頼した「生活行動記録表」の結果をもとに対象者ごとに設定し、想定2では、対象者一律に室内滞在時間20時間、室外滞在時間4時間とし、想定3では、対象者一律に24時間室外に滞在するものとして推計した。経気道の推計曝露量を表9-1、表9-2及び表9-3に示す。

表9-1 経気道の推計曝露量（想定1）について （単位：pg-TEQ/kg/日）

	大阪府能勢町地域		埼玉県地域	
	A地区(n=15)	B地区(n=17)	A地区(n=16)	B地区(n=15)
PCDD+PCDF				
平均値	0.025	0.014	0.094	0.090
標準偏差	0.014	0.0064	0.038	0.017
中央値	0.023	0.0012	0.089	0.090
範囲	0.0073 ～0.045	0.0064 ～0.038	0.050 ～0.19	0.054 ～0.12
Co-PCB				
平均値	0.0015	0.00097	0.0032	0.0023
標準偏差	0.00080	0.00051	0.0011	0.00065
中央値	0.0018	0.00092	0.0029	0.0022
範囲	0.00047 ～0.0025	0.00021 ～0.0021	0.0019 ～0.0062	0.0014 ～0.0043
PCDD+PCDF +Co-PCB				
平均値	0.027	0.015	0.098	0.092
標準偏差	0.014	0.0071	0.038	0.017
中央値	0.025	0.014	0.092	0.091
範囲	0.0077 ～0.047	0.0082 ～0.039	0.053 ～0.20	0.056 ～0.12

表9-2 経気道の推計曝露量（想定2）について （単位：pg-TEQ/kg/日）

	大阪府能勢町地域		埼玉県地域	
	A地区(n=15)	B地区(n=17)	A地区(n=16)	B地区(n=15)
PCDD+PCDF				
平均值	0.026	0.014	0.097	0.096
標準偏差	0.012	0.0069	0.021	0.016
中央値	0.023	0.012	0.094	0.097
範囲	0.0086 ~0.041	0.0061 ~0.035	0.061~0.14	0.069~0.13
Co-PCB				
平均值	0.0015	0.00093	0.0032	0.0026
標準偏差	0.00074	0.00053	0.00085	0.00055
中央値	0.0018	0.00086	0.0031	0.0024
範囲	0.00052 ~0.0025	0.00025 ~0.002	0.0022 ~0.0052	0.0019 ~0.0043
PCDD+PCDF +Co-PCB				
平均值	0.027	0.015	0.10	0.099
標準偏差	0.013	0.0068	0.021	0.017
中央値	0.025	0.013	0.096	0.10
範囲	0.0093 ~0.043	0.0079 ~0.035	0.064 ~0.14	0.071~0.13

表9-3 経気道の推計曝露量（想定3）について （単位：pg-TEQ/kg/日）

	大阪府能勢町地域		埼玉県地域	
	A地区(n=5)	B地区(n=7)	A地区(n=7)	B地区(n=4)
PCDD+PCDF				
平均值	0.029	0.016	0.19	0.18
標準偏差	0.017	0.0035	0.036	0.037
中央値	0.022	0.017	0.17	0.19
範囲	0.00062 ~0.062	0.0098 ~0.020	0.15~0.28	0.13~0.26
Co-PCB				
平均值	0.0017	0.00096	0.0055	0.0056
標準偏差	0.00090	0.00031	0.0017	0.0012
中央値	0.0013	0.00094	0.0048	0.0057
範囲	0.00042 ~0.0032	0.00064 ~0.0016	0.0030 ~0.0090	0.0045 ~0.0075
PCDD+PCDF +Co-PCB				
平均值	0.031	0.017	0.19	0.19
標準偏差	0.018	0.0036	0.037	0.038
中央値	0.023	0.018	0.18	0.20
範囲	0.0066 ~0.064	0.010~0.021	0.16~0.29	0.13~0.27

土壤経由の推計曝露量

土壤経由の推計曝露量については、各対象者の居宅の最寄りの調査地点における土壤中ダイオキシン濃度を用いて、体重を50キログラムと設定し、1日あたりの土壤の摂取量を、想定1では100mg、想定2では50mgとして行った。土壤経由の推計曝露量を表9-4及び表9-5に示す。

表9-4 土壤経由の推計曝露量（想定1）について（単位：pg-TEQ/kg/日）

	大阪府能勢町地域		埼玉県地域	
	A地区(n=15)	B地区(n=17)	A地区(n=16)	B地区(n=15)
PCDD+PCDF				
平均值	0.059	0.022	0.054	0.013
標準偏差	0.17	0.035	0.034	0.0056
中央値	0.0031	0.0027	0.048	0.013
範囲	0.0019～0.68	$2.4 \times 10^{-6}$ ～0.094	0.017～0.11	0.0059 ～0.019
Co-PCB				
平均值	0.00084	0.00047	0.0056	0.0011
標準偏差	0.0012	0.00070	0.0039	0.00053
中央値	0.000025	0.000048	0.0038	0.0010
範囲	$8.0 \times 10^{-7}$ ～0.0041	$8.0 \times 10^{-7}$ ～0.0018	0.0015 ～0.011	0.00043 ～0.0017
PCDD+PCDF +Co-PCB				
平均值	0.060	0.022	0.060	0.014
標準偏差	0.17	0.036	0.037	0.0061
中央値	0.0031	0.0027	0.054	0.014
範囲	0.0019～0.69	$3.2 \times 10^{-6}$ ～0.096	0.018～0.12	0.0063 ～0.021

表9-5 土壤経由の推計曝露量（想定2）について（単位：pg-TEQ/kg/日）

	大阪府能勢町地域		埼玉県地域	
	A地区(n=15)	B地区(n=17)	A地区(n=16)	B地区(n=15)
PCDD+PCDF				
平均值	0.029	0.011	0.027	0.0066
標準偏差	0.087	0.018	0.017	0.0028
中央値	0.0015	0.0013	0.024	0.0067
範囲	0.00096 ～0.34	$1.2 \times 10^{-6}$ ～0.047	0.0084 ～0.055	0.0029 ～0.0097
Co-PCB				
平均值	0.00042	0.00023	0.0028	0.00054
標準偏差	0.00062	0.00035	0.0019	0.00027
中央値	0.000013	0.000024	0.0019	0.00052
範囲	$4.0 \times 10^{-7}$ ～0.0021	$4.0 \times 10^{-7}$ ～0.00091	0.00074 ～0.0057	0.00021 ～0.00086
PCDD+PCDF +Co-PCB				
平均值	0.030	0.011	0.030	0.0071
標準偏差	0.087	0.018	0.019	0.0030
中央値	0.0015	0.0014	0.027	0.0072
範囲	0.00097 ～0.34	$1.6 \times 10^{-6}$ ～0.048	0.0092 ～0.060	0.0032 ～0.011

食事経由の推計曝露量

表8-6及び表8-8を参照。

推計総曝露量

上記の ~ に示す3つの経路からの推計曝露量のうち、食事からの推計曝露量については補正1を用いて、経気道及び土壌経由の推計曝露量は想定1を用いて、PCDD+PCDF+Co-PCBの総曝露量を推計した結果を表9-6及び表9-7に示す。

表9-6 推計総曝露量について (単位: pg-TEQ/kg/日)

	大阪府能勢町地域		埼玉県地域	
	A地区(n=13)	B地区(n=15)	A地区(n=16)	B地区(n=15)
PCDD+PCDF				
平均値	1.0	1.4	1.5	0.93
標準偏差	0.45	0.80	1.3	0.36
中央値	1.1	1.4	0.99	0.81
範囲	0.45~1.8	0.25~3.1	0.41~4.7	0.58~2.0
Co-PCB				
平均値	1.1	1.4	1.2	0.83
標準偏差	0.78	1.1	1.6	0.51
中央値	0.87	1.4	0.53	0.56
範囲	0.24~2.5	0.19~3.5	0.023~5.6	0.33~1.8
PCDD+PCDF +Co-PCB				
平均値	2.1	2.8	2.7	1.8
標準偏差	1.1	1.8	2.7	0.80
中央値	1.8	2.8	1.5	1.5
範囲	0.70~4.3	0.45~5.3	0.53~8.6	0.91~3.9

注) 食事経由の推計曝露量については、mono-ortho-PCBを含まない。

(参考値)

表9-7 推計総曝露量について (単位: pg-TEQ/kg/日)

	大阪府能勢町地域		埼玉県地域	
	A地区(n=13)	B地区(n=15)	A地区(n=16)	B地区(n=15)
PCDD+PCDF				
平均値	1.0	1.4	1.5	0.93
標準偏差	0.45	0.80	1.3	0.36
中央値	1.1	1.4	0.99	0.81
範囲	0.45~1.8	0.25~3.1	0.41~4.7	0.58~2.0
Co-PCB				
平均値	1.2	1.7	1.4	0.99
標準偏差	0.91	1.3	2.0	0.61
中央値	1	1.6	0.63	0.67
範囲	0.28~2.9	0.28~4.2	0.093~7.2	0.39~2.2
PCDD+PCDF +Co-PCB				
平均値	2.3	3.1	2.9	1.9
標準偏差	1.3	2.0	3.0	0.89
中央値	2.0	3.0	1.5	1.6
範囲	0.75~4.8	0.53~5.9	0.57~10	0.97~4.2

注) 食事経由の推計曝露量についてもmono-ortho-PCBを含む。

## 【解析・評価】

ダイオキシン類推計総曝露量の地区間の比較について（参考：資料9-1）

PCDD+PCDF+Co-PCBの推計総曝露量については、表9-6に示すとおり、

- ・大阪府能勢町地域においては、平均値及び中央値ともにA地区の方がB地区よりも低く、
- ・埼玉県地域においては、平均値はA地区の方がB地区よりも高く、中央値はA地区とB地区で、ほぼ同様の値を示したが、
- ・両地域とも、地区間で明確な差をみいだせなかった。

### 経路別の比較について

調査期間中におけるPCDD+PCDF及びCo-PCBの曝露経路は、各地区とも、食事経由が約9割以上を占め、経気道及び土壌の寄与割合は小さかった（参考：資料9-2）。

しかし、表9-8～表9-10に示すとおり、経路別の寄与割合の範囲には幅があった。

表9-8. 経路別の寄与割合（PCDD+PCDF）

	平均	範囲
経気道の推計曝露量	6.37%	0.40～24.15%
土壌経由の推計曝露量	3.52%	0.00017～37.23%
食事経由の推計曝露量	90.11%	56.70～99.48%

表9-9. 経路別の寄与割合（Co-PCB）

	平均	範囲
経気道の推計曝露量	0.53%	0.0060～9.66%
土壌経由の推計曝露量	0.56%	0.000040～9.16%
食事経由の推計曝露量	98.92%	81.18～99.99%

表9-10. 経路別の寄与割合（PCDD+PCDF+Co-PCB）

	平均	範囲
経気道の推計曝露量	3.96%	0.23～17.50%
土壌経由の推計曝露量	2.12%	0.00012～15.99%
食事経由の推計曝露量	93.92%	67.60～99.72%

### 耐容一日摂取量（TDI）値 4 pg-TEQ/kg/日との比較について

各地区とも、PCDD+PCDF+Co-PCBの総曝露量の平均値及び中央値は4 pg-TEQ/kg/日以下であった。また、調査期間中におけるPCDD+PCDF+Co-PCBの総曝露量を推計した全59例のうち、10例については、推計総曝露量は4 pg-TEQ/kg/日を上回っていた。

ただし、耐容一日摂取量（TDI）は、生涯にわたって連日摂取し続けた場合の健康に対する影響を指標として算出された値であり、一方、本調査におけるPCDD+PCDF+Co-PCBの推計総曝露量は調査期間中における断面調査による推計であることから、ここで推計した曝露量が各対象者の長期的な曝露量を示したものではないため、両者を単純に比較することはできない。

### 注）推計総曝露量の範囲について

本調査結果における推計総曝露量の範囲は広がったが、これはあくまでも断面調査の結果による推計であり、対象者ごとの長期的な曝露量の範囲を反映するものではないことに注意を要する。

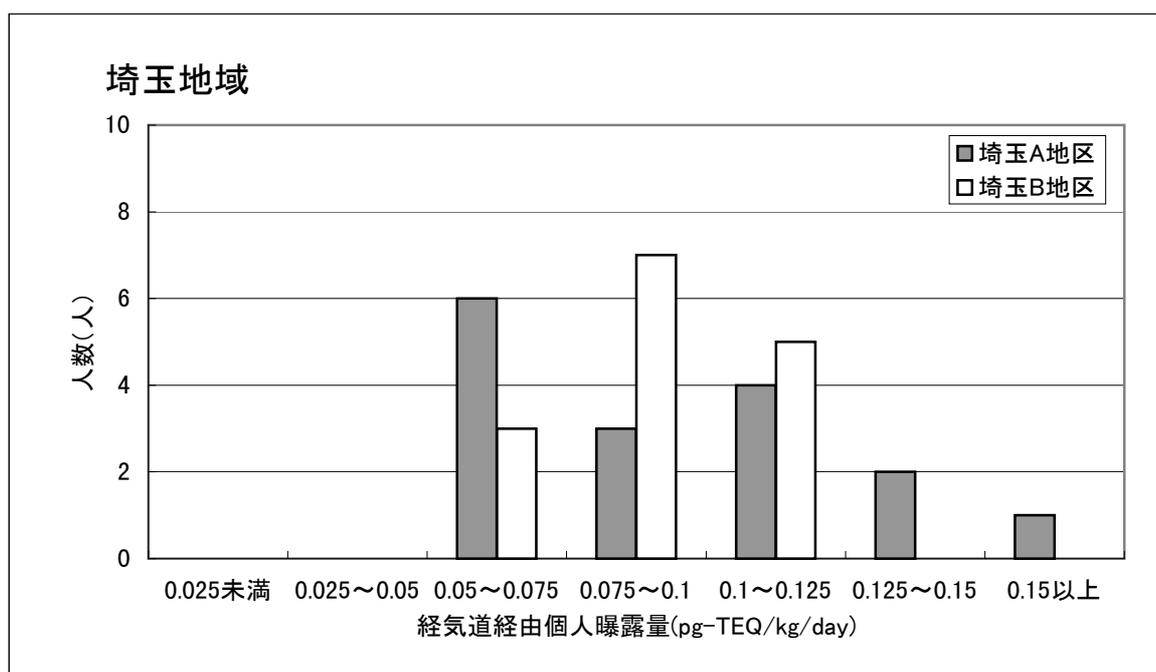
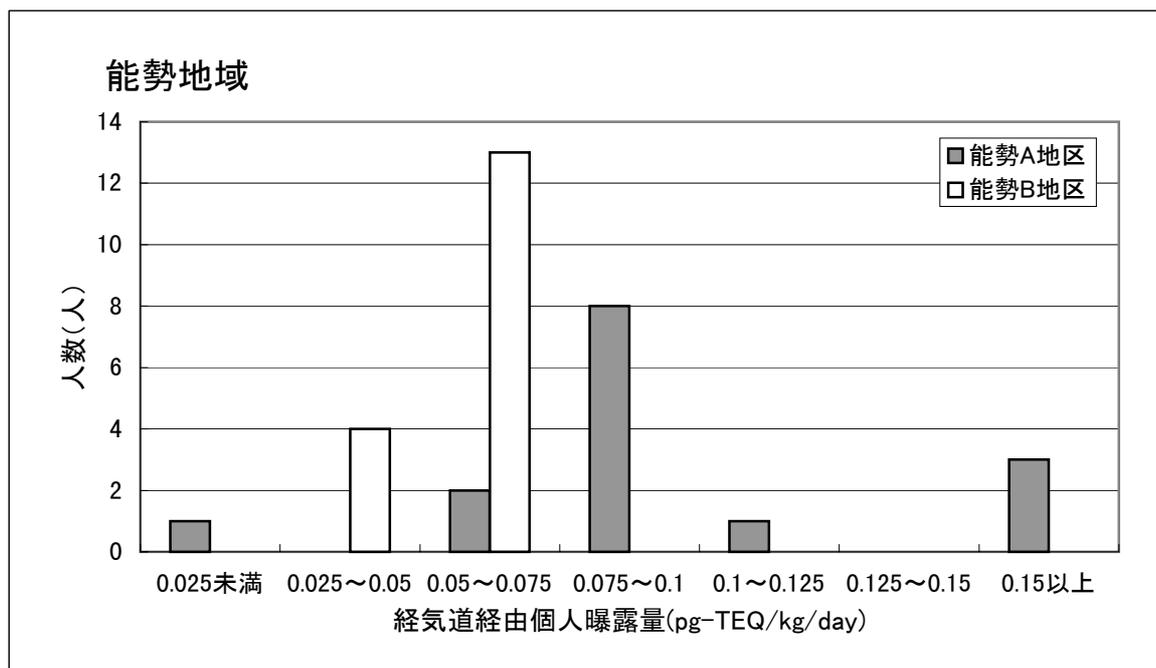


図 　　ダイオキシンの個人曝露量のヒストグラム(経気道経由:ケース1)

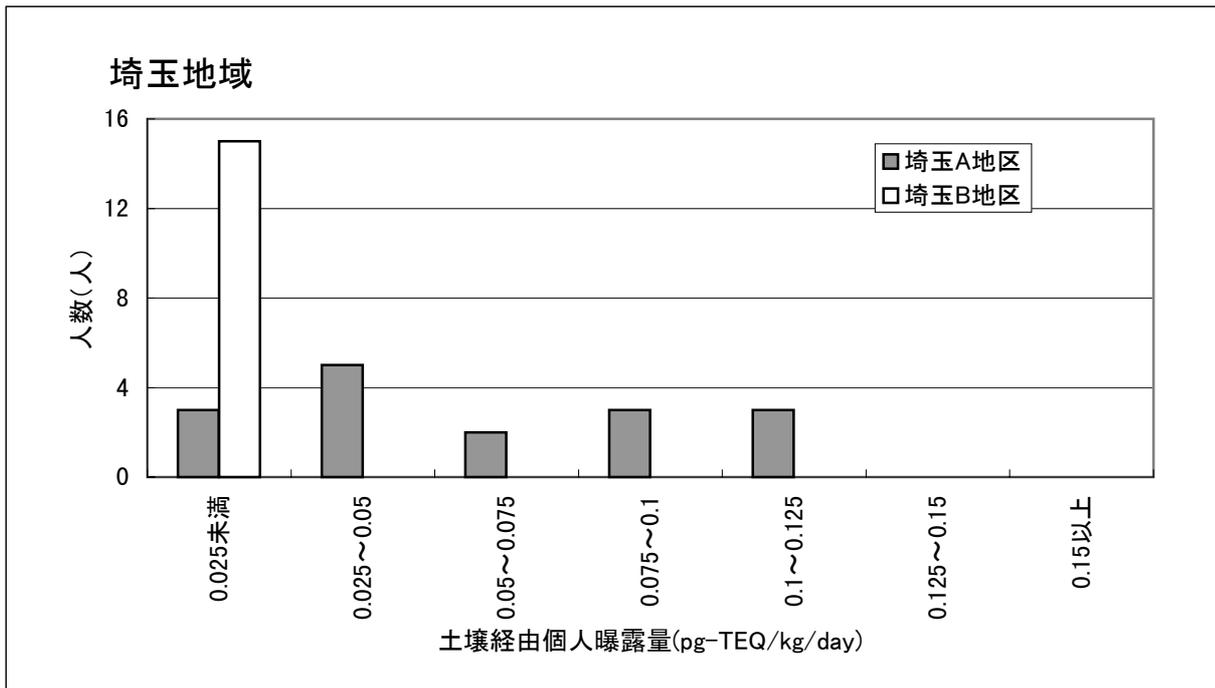
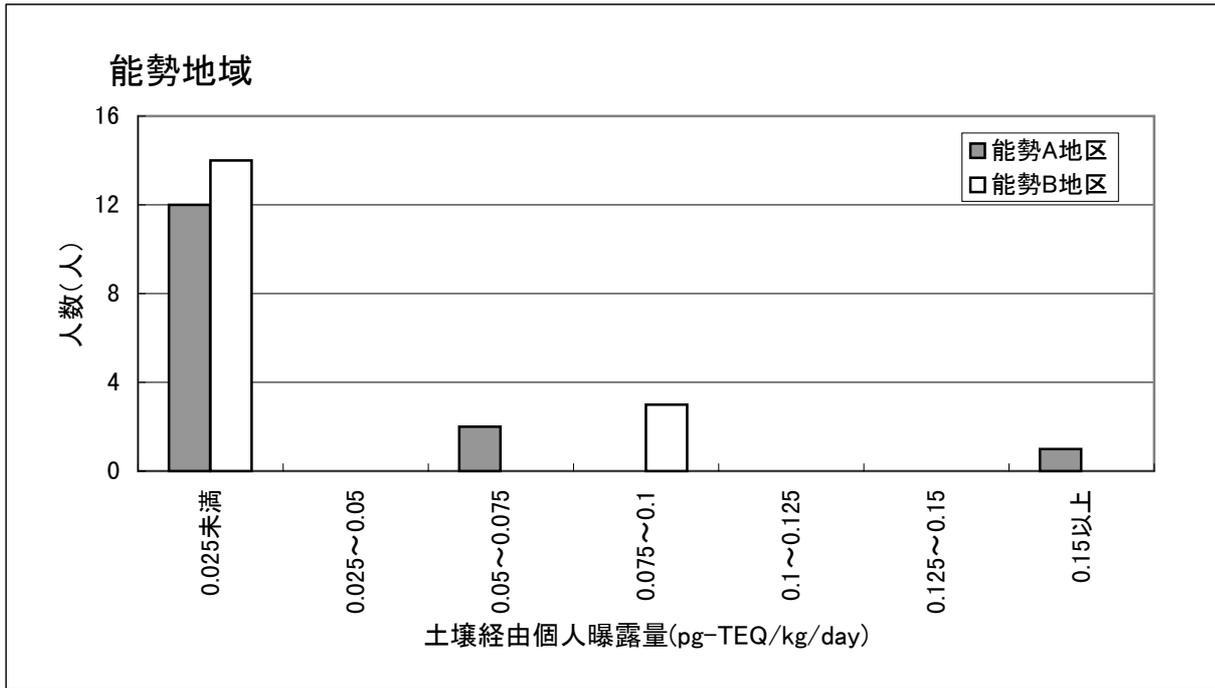


図 ダイオキシンの個人曝露量のヒストグラム(土壌経由:ケース1)

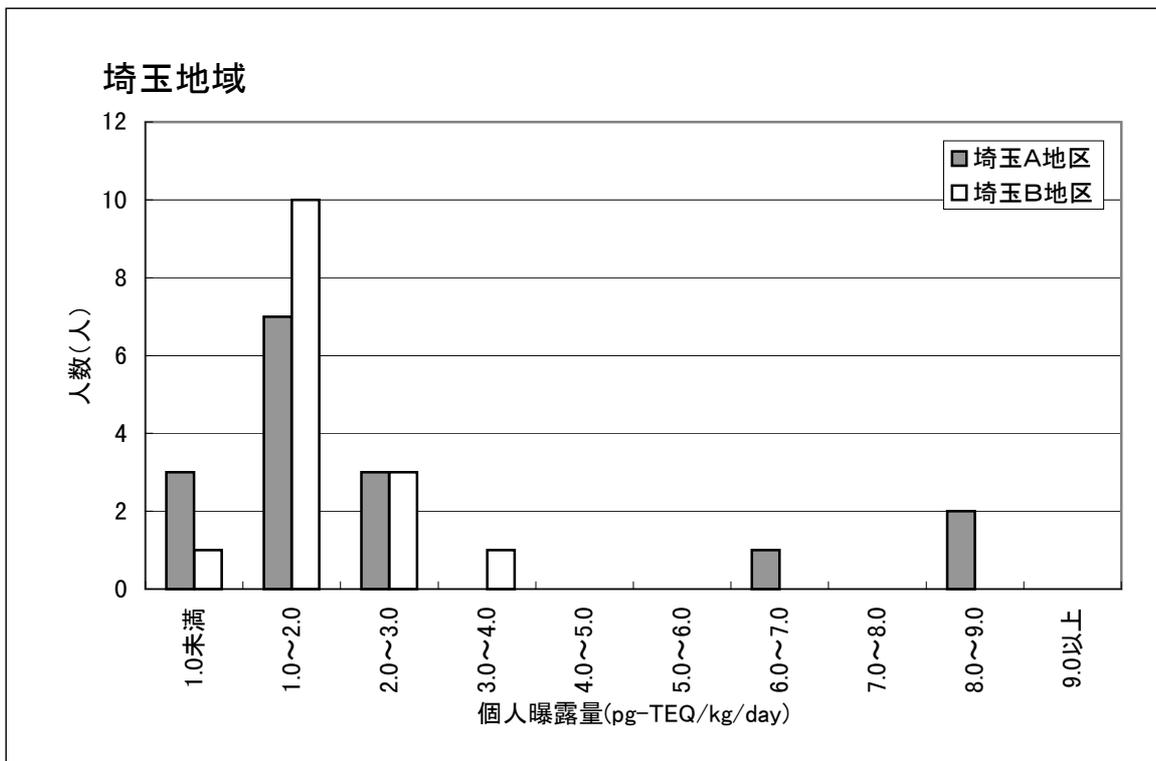
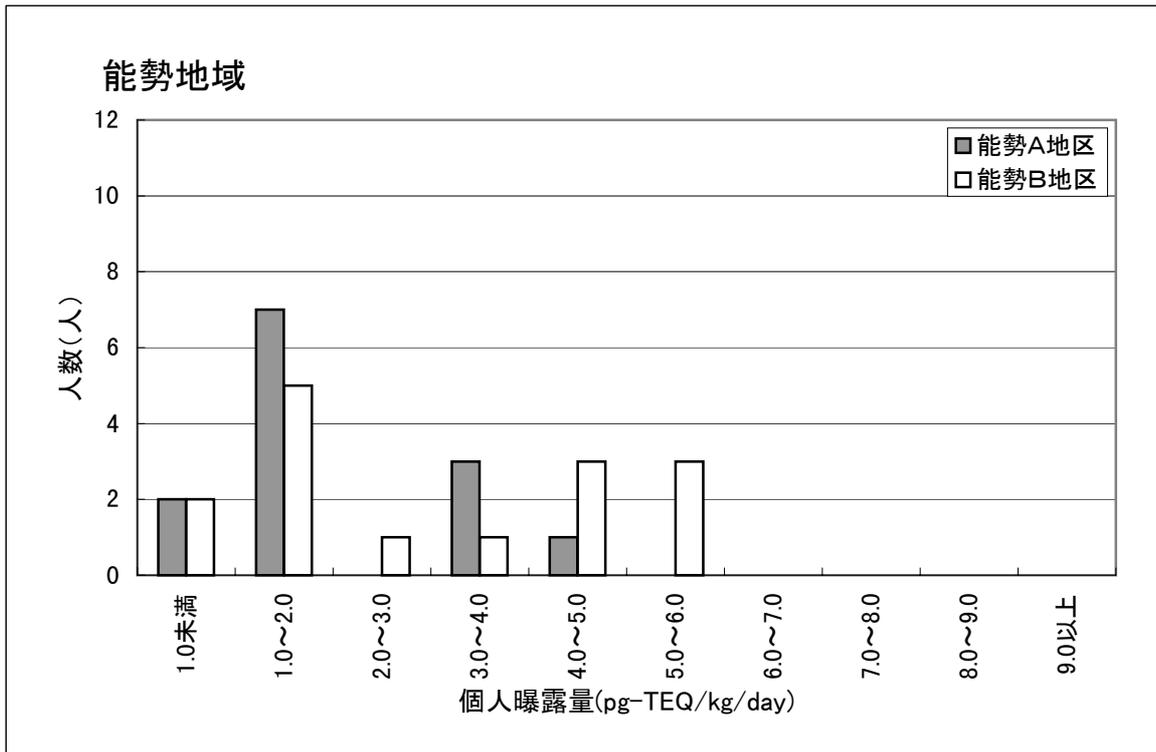
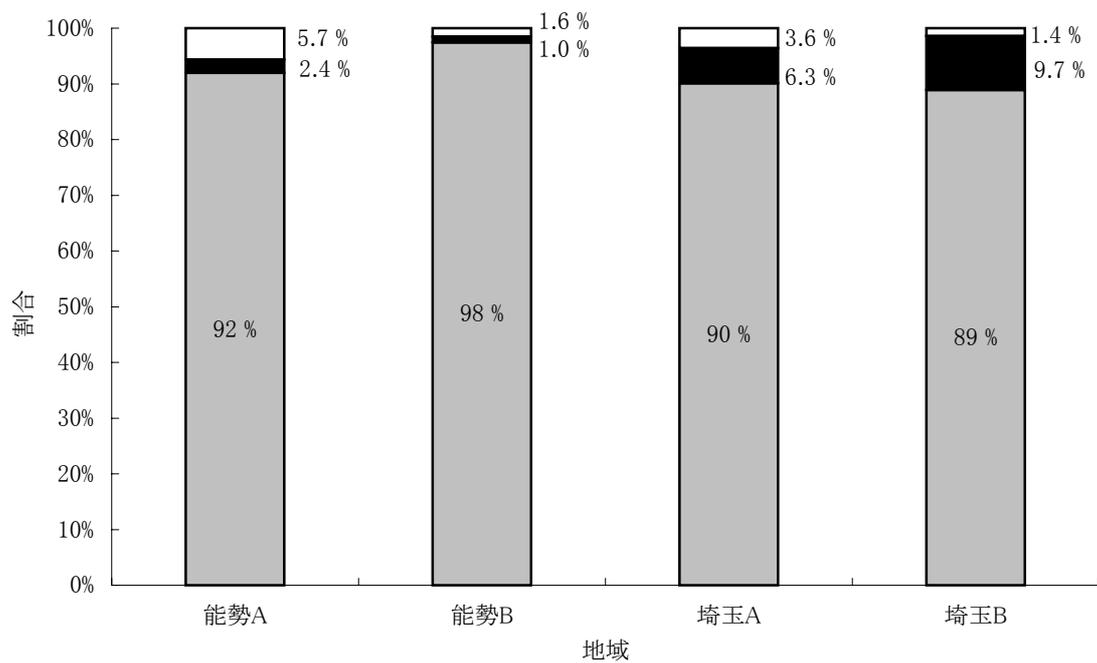
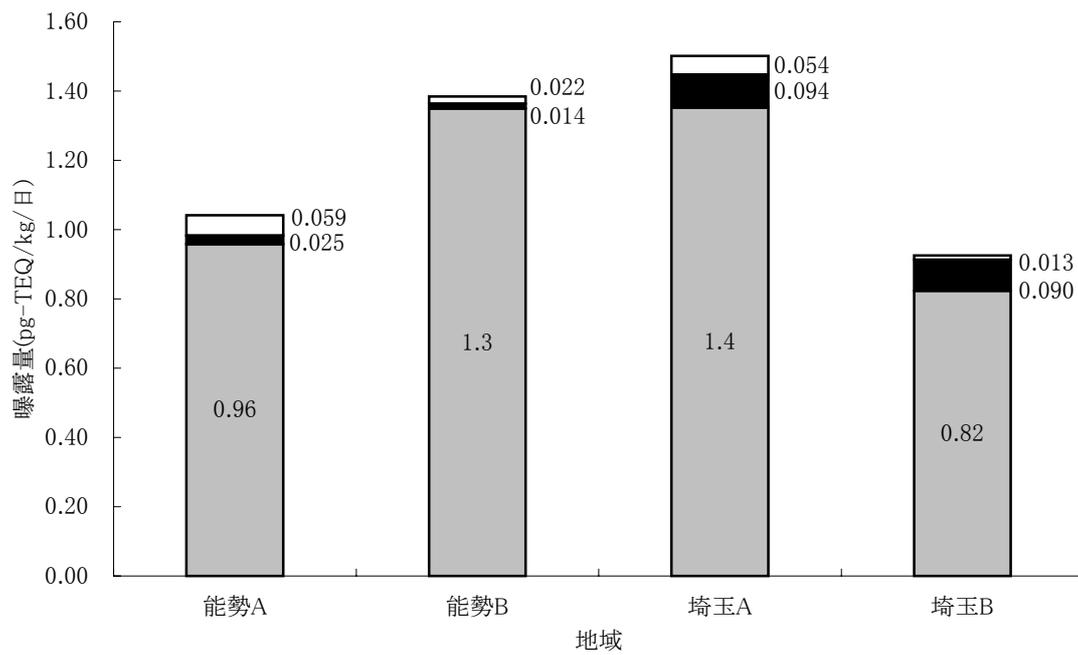
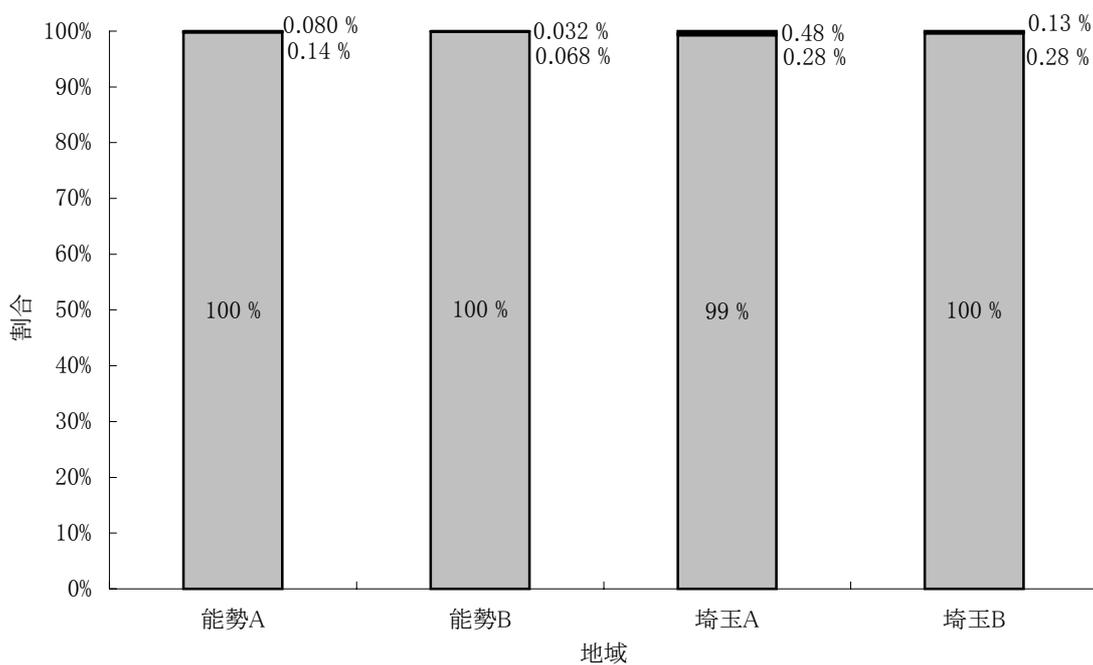
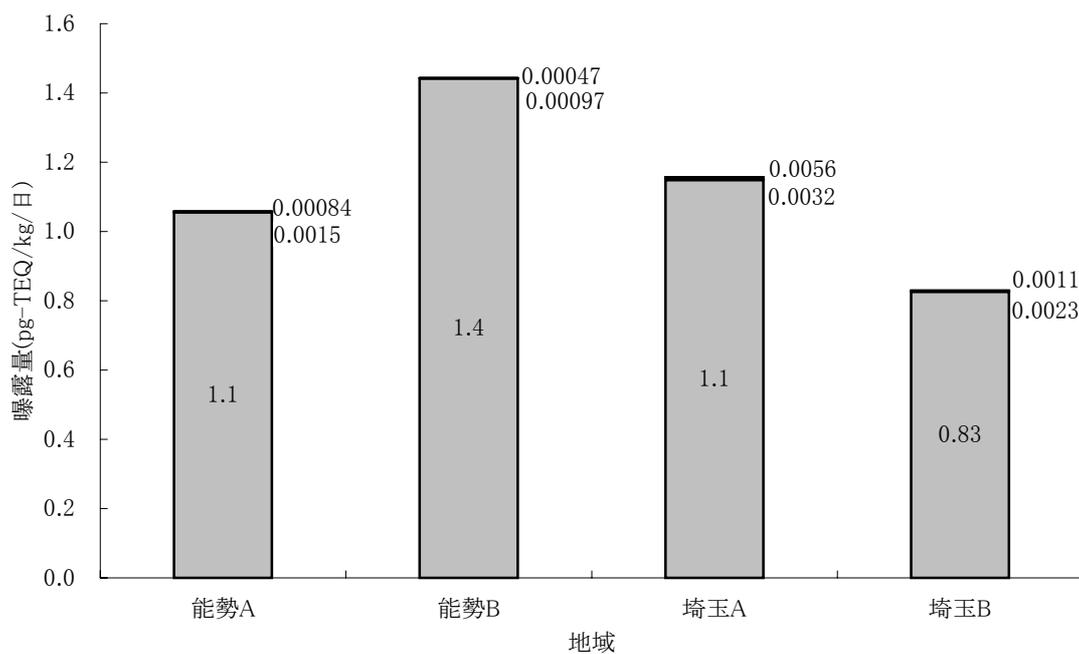


図 ダイオキシンの個人曝露量のヒストグラム(経気道+食事+土壌)



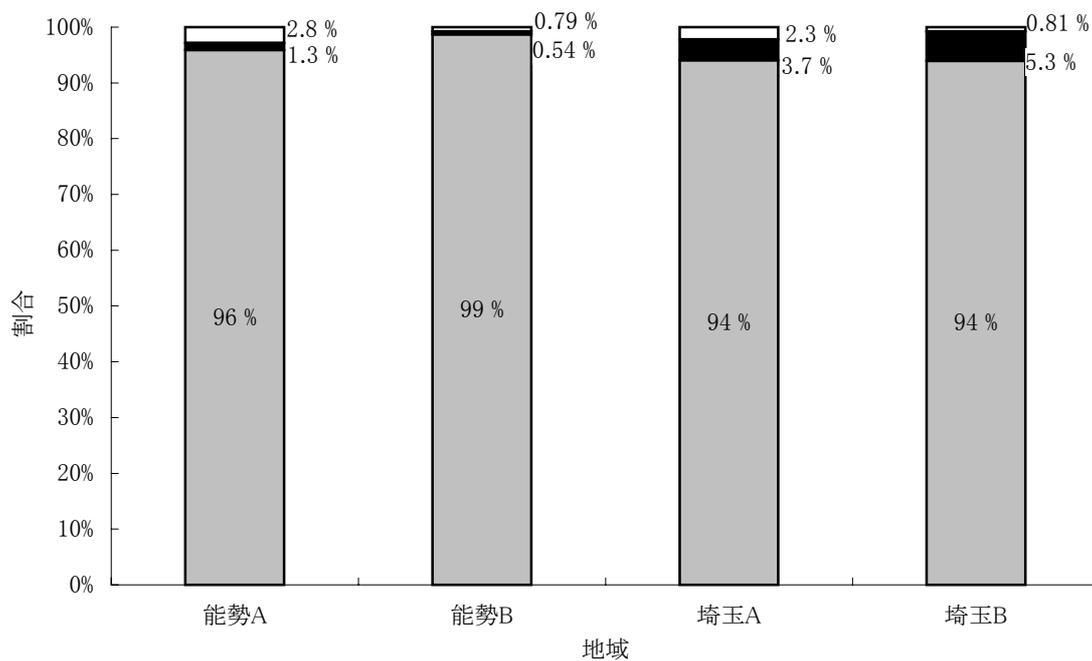
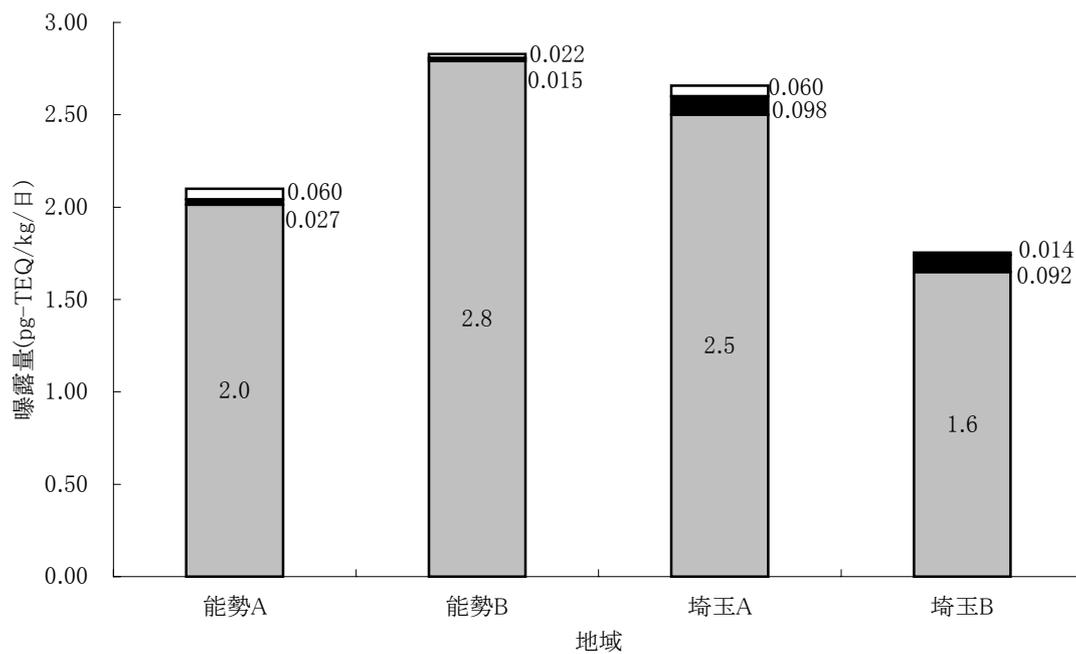
■ 食事経由の曝露量 ■ 経気道からの曝露量 □ 土壌経由の曝露量

図 経路別の推計曝露量(PCDD+PCDF)



■ 食事経由の曝露量 ■ 経気道からの曝露量 □ 土壌経由の曝露量

図 経路別の推計曝露量 (Co-PCB)



■ 食事経由の曝露量 ■ 経気道からの曝露量 □ 土壌経由の曝露量

図 経路別の推計曝露量(PCDD+PCDF+Co-PCB)

## (2)ダイオキシン類曝露と血中ダイオキシン類濃度との関連について

本調査では、長期間にわたるダイオキシンへの曝露の指標とされる血中PCDD+PCDF+Co-PCB濃度を測定するとともに、調査期間中における断面的なPCDD+PCDF+Co-PCB曝露量を経路別に推計した。

過去の環境要因によるダイオキシン類曝露及び血中ダイオキシン類濃度について現時点において、過去のPCDD+PCDF及びCo-PCB曝露量を経時的に把握することは困難であるが、環境調査の結果からは、

- ・大阪府能勢町地域においては、土壤中PCDD+PCDF濃度は、A地区の測定結果がB地区の測定結果よりも高い傾向にあり、
- ・埼玉県地域においては、土壤中PCDD+PCDF濃度は、A地区の測定結果がB地区の測定結果よりも高く、大気中PCDD+PCDF+Co-PCB濃度は、平成8年及び平成9年度に実施された既存の調査事例を集計した結果、A地区の測定結果は、A地区を除く埼玉県全域の測定結果に比べ高い傾向にあった。

しかし、長期間にわたるPCDD+PCDFへの曝露の指標とされる血中PCDD+PCDF濃度は、両地域とも、地区間で、平均値及び中央値ともほぼ同様の値を示し、年齢調整後も、ほぼ同様の傾向を示した。

調査期間中におけるダイオキシン類曝露と血中ダイオキシン類濃度について

調査期間中における断面的なPCDD+PCDF+Co-PCB推計総曝露量と、長期的なPCDD+PCDF+Co-PCB曝露の指標である血中PCDD+PCDF+Co-PCB濃度との間には、明確な関連はみられなかった（参考：資料10-1）。また、年齢調整後も、同様であった。これは、本調査により断面的にとらえたPCDD+PCDF+Co-PCB曝露量が、過去の長期的なPCDD+PCDF+Co-PCB曝露量を必ずしも代表しているものではないことが主な要因の1つと考えられる。

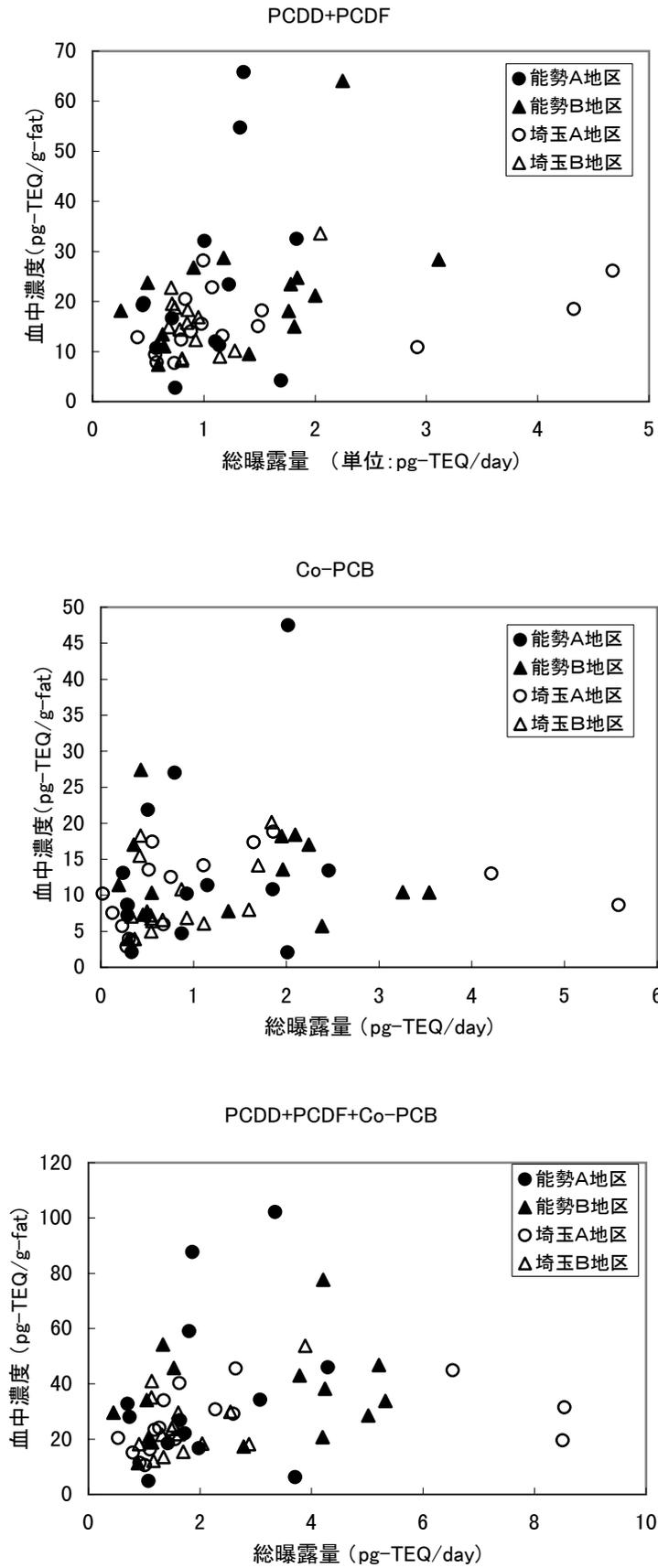
経路別のダイオキシン類推計曝露量及び血中ダイオキシン類濃度におけるPCDD、PCDF、non-orthoPCB及びmono-orthoPCBの割合について

各地区ごとに、経路別のダイオキシン類推計曝露量及び血中ダイオキシン類濃度のPCDD、PCDF、non-orthoPCB及びmono-orthoPCBの割合を集計した（参考：資料10-2）。なお、食事経由のダイオキシン類曝露量は、他の経路からの推計曝露量及び血中ダイオキシン類濃度との比較を行うため、mono-orthoPCBを含む測定値（参考値）を用いて解析を行った。

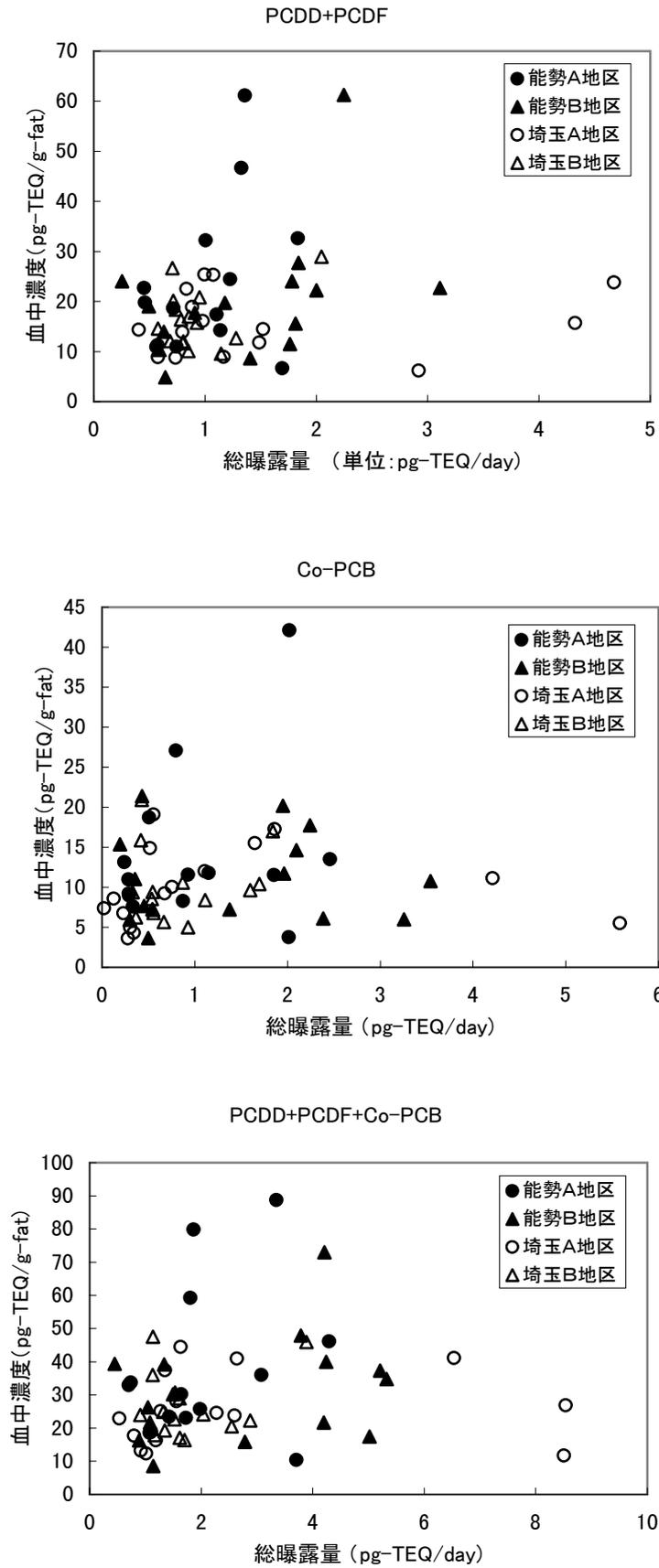
経気道のPCDD+PCDF+Co-PCB推計曝露量は、各地区ともに、PCDD+PCDFが90%以上を占め（PCDD約27～29%、PCDF約66～70%）、Co-PCBの占める割合は小さく、土壌経由の曝露量についても、大半をPCDD+PCDFが占めていた（PCDD約22～40%、PCDF約55～76%）のに対して、食事からのPCDD+PCDF+Co-PCB曝露量は、各地区とも、PCDD+PCDFが約45～49%（PCDD約20～25%、PCDF約20～25%）であり、Co-PCBの占める割合が51～56%であった。

これらの経路ごとのPCDD+PCDF+Co-PCB総曝露量は、PCDD+PCDFが約44～51%を占めており（PCDD約21～25%、PCDF約22～27%）、Co-PCBが約49～56%を占めていたが、血中PCDD+PCDF+Co-PCB濃度は、約60～64%をPCDD+PCDFが（PCDD35～38%弱、PCDF約26%）、Co-PCBが約36～40%を占めていた。また、曝露量の推計が断面的なものであること、生体側に

おける代謝、排泄などの要因も影響すると思われることから、単純に比較できないが、両者の間の同族体パターンは異なっているように思われた。



図一 総曝露量と血中濃度の相関



図一 総曝露量と血中濃度の相関(年齢補正あり)

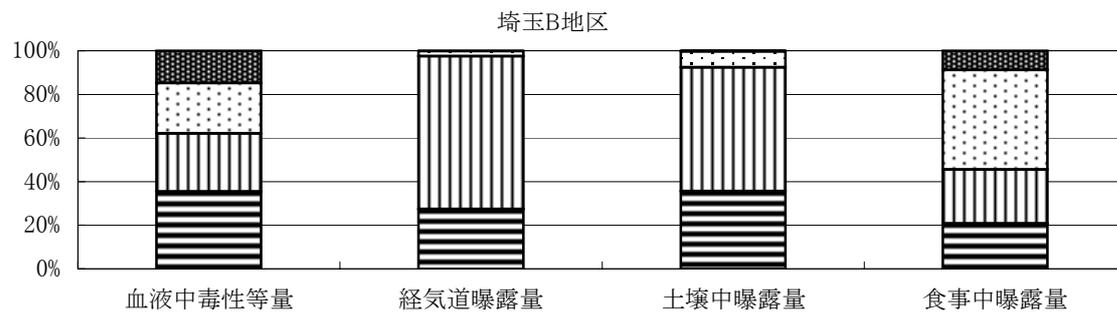
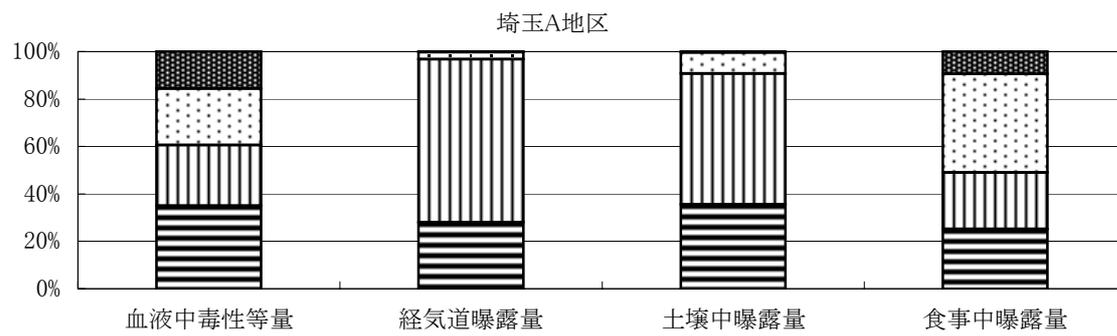
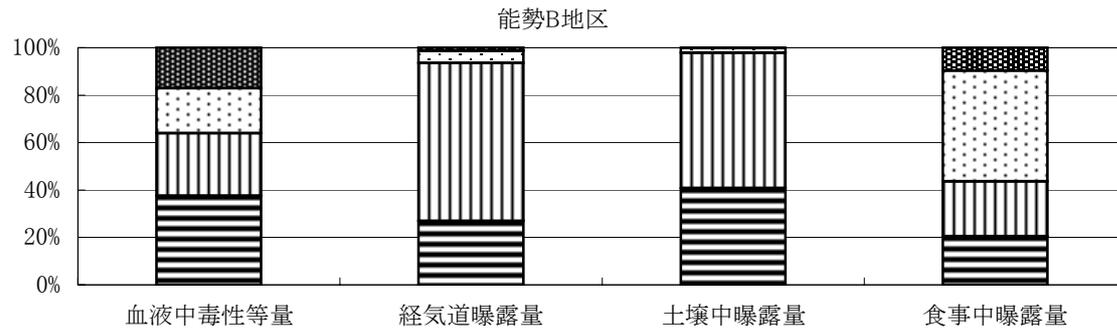
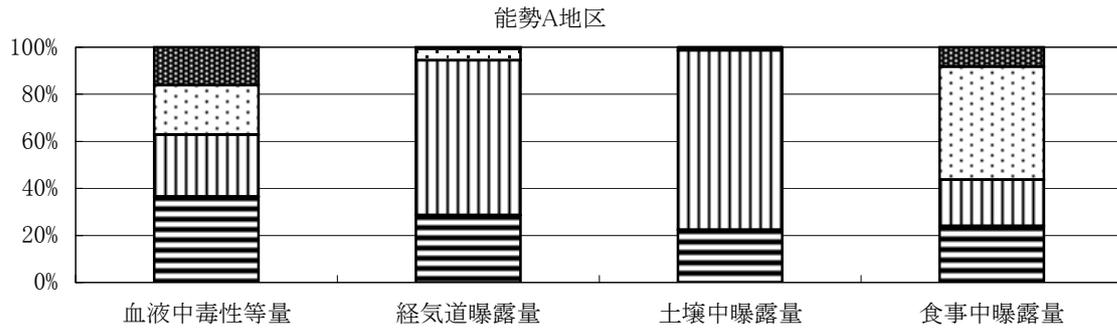


図 血液中毒性等量と各由来の曝露量の比較

## **8. 精度管理について**

PCDD+PCDF及びCo-PCBの測定は高度の技術を要するものであり、データの精度を管理することが非常に重要である。本調査では、平成9年度ダイオキシン類総合パイロット調査における精度管理を参考に、精度管理を実施した。具体的には、内部精度管理として、調査実施機関において、試料採取、前処理、分析の各段階においてデータの精度管理を行うための計画書を作成し、それに基づく測定を実施した。更に、外部精度管理として、専門家らによる調査実施機関の視察を実施するとともに、専門家による測定結果の精査を実施した。

また、血液の測定手法については、事前に、ブランクテスト、前処理手法、測定手法等について検討を行った。また、調査実施機関自身が血液試料を用いてダイオキシン類の測定を繰り返し実施し、再現性の確認を行うとともに、国立環境研究所の標準試料を測定し、正確に測定できることを確認した上、今回の対象者の血液測定を行った。さらに、一部の試料については、測定を二重に行った結果、再現性は良好であった。

## **9. その他**

測定技術・手法に係る評価をより客観的に行う趣旨から、血液試料については、63検体中6検体について、国立環境研究所研究者を介して外国のダイオキシン化学分析専門家に相談した上、本調査請負会社からドイツに所在する信頼できる測定機関に測定を依頼し、現在、分析が行われているところである。

## **10. まとめ**

平成10年度ダイオキシン類長期大気曝露影響調査では、血液、大気、土壌、食事等に含まれているダイオキシン類及びCo-PCB濃度を一体的に測定することとしているが、主要なデータのほぼ全てについての調査結果をまとめた。

本調査では、血液調査を行い、人への蓄積量を把握するとともに、環境調査及び食事調査を行い、断面的な経路別の曝露量を推計した。その結果、人への蓄積量及び経路別の推計総曝露量には、両地域とも、地区間で明確な差をみいだせず、また、推計総曝露量と人への蓄積量との間には明確な関連がみられなかった。

今後、環境要因等によるPCDD+PCDF+Co-PCBの推計総曝露量を縦断的に追跡（Time-Series）調査すると共に、人への蓄積量を調査することにより、曝露評価をより精密に行い、曝露の推移を継続的に把握していくことが望まれる。また、平成10年度ダイオキシン類長期大気曝露影響調査については、今後、必要に応じて詳細な解析を行うことが望まれる。

## ダイオキシン類長期大気曝露影響調査検討会委員名簿

内山 巖雄	国立公衆衛生院労働衛生部長
香山 不二雄	自治医科大学衛生学教室教授
後藤 純雄	国立公衆衛生院地域環境衛生学部環境健康影響室長
佐藤 洋	東北大学医学部衛生学教室教授
鈴木 隆一郎	大阪府立成人病センター研究所第10部長
鈴木 継美	元国立環境研究所長(座長)
鈴木 規之	金沢工業大学環境・土木・建築系助教授
住吉 好雄	横浜市愛児センター所長
祖父江 友孝	国立がんセンター研究所がん情報研究部がん発生情報研究室長
田辺 潔	国立環境研究所地域環境研究グループ 交通公害防止研究チーム総合研究官
遠山 千春	国立環境研究所環境健康部長
富永 祐民	愛知県がんセンター研究所長
永井 正規	埼玉医科大学公衆衛生学教授
宮田 秀明	摂南大学薬学部教授
森田 昌敏	国立環境研究所地域環境研究グループ統括研究官
森永 謙二	大阪府立成人病センター調査部 参事
渡邊 昌	東京農業大学教授