

主要パラメータの文献値（調査中）

1. 土壌の直接摂取量

(1) 報告値

子供（金属トレーサー研究）

土壌摂取量, mg/day : []内は範囲				備 考	出 典
Al	Si	Ti	他		
181 [25-1324]	184 [31-799]	1834 [4-17076]	- -	米国, 1~3歳, n=59, 短期実験 食物・薬経由補正なし	Binder ら (1986)
230 [23-979]	- -	1430 [64-11620]	129 ^a [48-362] ^a	オランダ, 2~4歳, n=18, 保育所 食物・薬経由補正なし LTM ^b : 平均 105 mg/day [23-362]	Clausing ら (1987)
56 [26-94]	- -	2293 [28-6570]	- -	オランダ, n=6, 入院中, 食物・薬経由補正なし LTM ^b : 平均 49 mg/day [28-84], バックグラウンド	
154 ± 629	438 ± 3105	170 ± 691	65 ± 717 Yttrium	米国, 1~4歳, n=64 (Y: n=62) 食物 / 薬経由補正, 土壌 + 塵	Calabrese ら (1989)
153 ± 852	154 ± 693	218 ± 1150	85 ± 890 Yttrium	米国, 1~4歳, n=64 (Y: n=62) 食物 / 薬経由補正, 土壌	
64.5	160	268.4	- -	米国, 2~7歳, n=104, 食物 / 薬経由補正, 尿口ス補正 土壌 + 塵	Davis ら (1990)
38.9 [SE ^c :14.4]	82.4 [SE ^c :12.2]	245.5 [SE ^c :120]	- -	米国, 2~7歳, n=104, 食物 / 薬経由補正, 尿口ス補正 土壌	
	- -		AIR ^a	オランダ, 1~5歳, n=162, Daycare Center 食物・薬経由補正なし, LTM ^b : gm=111, gsd=1.6	Van Wijnen ら (1990)
	- -		AIR ^a	オランダ, 1~5歳, n=78, キャンプ地 食物・薬経由補正なし, LTM ^b : gm=174, gsd=1.73	
122	139	271	165 Yttrium	Calabrese ら (1989) の再解析, 土壌, Ba, Mn, V, Zr も解析 日平均 S.I.=75 mg/day [1-2268], lognormal Dist.	Calabrese と Stanek (1995a)
				Calabrese ら (1989) と Davis ら (1990) の再解析 BTM ^d : 132(C), 69(D), 113(C&D)	Calabrese と Stanek (1995b)

a)AIR: Acid Insoluble Residue, b)LTM: Limiting Tracer Method, c)SE: 標準誤差, d)BTM: Best Tracer Method

大人（金属トレーサー研究他）

土壌摂取量, mg/day	備 考	出 典
年平均値 : 60.5	報告値をもとに活動パターンから推定	Hawley (1985)
110(Al), 30(Si), 71(Ti), 63(Y) etc.	健康な成人 (ボランティア), 25-41 歳, n=6 殺菌土壌入カプセル投与併用	Calabrese ら (1990)

子供（異食症）（金属トレーサー研究）

土壌摂取量, mg/day				備 考	出 典
Al	Si	Ti	他		
74/13600	142/10955	1543/11870	147/13325 Yttrium 1269/10071 Vanadium 86/1695 Zr	米国, 3.5 歳, n=1 U.S.EPA (1984) : TCDD 暴露=5g/day (PICA 子供) CDC (Center for Disease Control) : TCDD 暴露=10g/day (PICA 子供) これらの値は Calabrese らの結果と一致している	Calabrese ら (1990)

(2) シュミレーションに用いられた土壌摂取量

土壌摂取量, mg/day		備 考	出 典
大人	子供		
50	150	オランダの CSOIL モデル	Van den Berg ら (1994)
100	200	ASTDR	De Rosa ら (1997)
50	100	U.S.EPA の Exposure Factors Handbook	U.S.EPA (1997)
100	200	U.S.EPA の Superfund 法サイトでの暫定修復目標作成の際に, リスク評価者や修復計画管理者が参考とするモデル	U.S.EPA (1991)
100	200	U.S.EPA の Superfund 法の NPL サイトでの詳細調査の要否を判断する際に, 土壌中濃度を決定するモデル	U.S.EPA (1996)
- -	200(800)	U.S.EPA のダイオキシン排出源に由来する影響増分を算出するモデル	U.S.EPA (1994)
50	150	スウェーデンの土壌中濃度に関する国家基準の設定を目的としたモデル	SEPA (1996)
- -	500	ドイツの土壌保護法における "screening level" 設定に用いられるモデル	BMU
150	800	日本 (ダイオキシンリスク評価検討会)	ダイオキシンリスク評価検討会 (1997)

(3) 摂取経路(経口, 吸入)と土壌巻き上げ, 粒子サイズとの関係
 風による土壌の飛散

	備 考	出 典
$C(Z) = 4.2 \times (U^* - 21)^3 \cdot (Z/20)^{-r} \times 10^{-4} / U^*$ C(Z) : 高度 Z cm での飛散土壌濃度 (mg/m ³) U* : 摩擦速度 (cm/sec) (高度 10 m での風速が U cm/sec の場合, $U^* = 0.040 \times U$) r : 定数 (実験室的には 0.6 ~ 1.8)	市街地土壌汚染問題検討会, 裸地で含水率が少なく土壌が飛散し易い土地を想定	環境庁(1986)
$Ee = 0.036 \times (1-V) \cdot (U_m/U_t)^3 \cdot F(x)$ Ee : 風蝕による 10 μm 未満粒子のフラックス (g/m ² /hr) V : 植生被覆率 U _m : 年平均風速 (m/s) U _t : 限界速度 (m/s) (U _t は限界摩擦速度 (土壌粒子の粒径分布の関数), 地面粗度により影響される) F(x) : モデルに固有な関数。	上記の式は平均粒径 1.5 mm 以下の土壌粒子に適用される。	U.S. EPA(1985)

2. 土壌中のダイオキシン類の生物学的利用率

(1) 人間・動物実験結果

経口

利用率 (%)	備 考	出 典
43(補正)	土壌, ラット, 胃管投与濃度=3.2-1450ng/kg, 1 日間曝露で肝臓中濃度を測定	Shu ら (1988)

経口 (生物学的利用率の, 土壌経由とコーン油経由の比)

比 (-)	備 考	出 典
	汚染土壌 (0.015 ~ 5 μ g _{2,3,7,8-TCDD} /kg 土壌) 間の 8 通りの投与濃度, 汚染コーン油 (0.015 ~ 5.5 μ g _{2,3,7,8-TCDD} /kg コーン油) 間の 8 通りの投与濃度, 非汚染土壌 (TCDD 濃度が検出限界未満の土壌) をラットに胃管投与で 6 日曝露で肝臓中濃度測定 値は, 「土壌経由の肝臓中濃度/コーン油経由の肝臓中濃度」	Luceier ら (1986)
0.25	胃管投与濃度=1 μ g _{2,3,7,8-TCDD} /kg 土壌 or コーン油 の場合	
0.50	胃管投与濃度=5 μ g _{2,3,7,8-TCDD} /kg 土壌 or コーン油 の場合	

(参考) コーン油等によるダイオキシン類の生物学的利用率

経口

利用率 (%)	備 考	出 典
87	コーン油, ヒト (絶食), 経口投与濃度=1.14ng/kg を一回投与, 7 日間曝露で排出物中濃度測定	Poiger ら (1986)
70	アセトン-コーン油, ラット, 胃管投与濃度=50 μ g/kg を一回投与, 2 日間曝露で糞中濃度測定	Piper ら (1973)
50-60	飼料, ラット, 胃管投与濃度=0.5 μ g/kg と 15 μ g/kg を 42 日投与, 42 日間曝露で人体組織濃度を測定	Fries ら (1975)
84	アセトン-コーン油, ラット, 胃管投与濃度=1 μ g/kg を一回投与, 22 日間曝露で尿中濃度を測定	Rose ら (1976)
86	アセトン-コーン油, ラット, 胃管投与濃度=0.1-1 μ g/kg を 5 日/週で 7 週間投与, 7 週間曝露で尿中濃度を測定	
74	オリーブ油, ハムスター, 経口投与濃度=650 μ g/kg を一回投与, 1 日間曝露で尿中濃度を測定	Olson ら (1980)
50	オリーブ油, ギニアピッグ (モルモット), 胃管投与濃度=3.2-1450ng/kg, 22 日間曝露でマスバランスを測定	Nolan ら (1979)

吸入

利用率 (%)	備考	出典
100	TCDD エアロゾル, ラット, 投与濃度=77.4ppm(10mgsoil:10μm), 28 日間曝露で肝臓中濃度測定	Nessel ら(1992)

経皮

利用率 (%)	備考	出典
40	アセトン, ヒト, 背中と腿 (3.8cm ²), 曝露濃度=6.5ng/cm ² , in vitro で 16 時間曝露	Weber ら(1991)
14	ミネラル油, ヒト, 背中と腿 (3.8cm ²), 曝露濃度=6.5ng/cm ² , in vitro で 16 時間曝露	
56	アセトン, ヒト, 背中と腿 (3.8cm ²), 曝露濃度=65ng/cm ² , in vitro で 16 時間曝露	
10	ミネラル油, ヒト, 背中と腿 (3.8cm ²), 曝露濃度=65ng/cm ² , in vitro で 16 時間曝露	
20	アセトン, ラット, 背中, 曝露濃度=0.32μg/kg, 3 日間曝露	Brewster ら(1989)
27	アセトン, ラット, 背中, 曝露濃度=3.2μg/kg, 3 日間曝露	
17	アセトン, ラット, 背中, 曝露濃度=32-320μg/kg, 3 日間曝露	
41	アセトン, ラット, 背中 (1.8cm ²), 曝露濃度=0.32μg/kg, 5 日間曝露	Banks ら(1991)
1.3	アセトン, ラット, 背中, 曝露濃度=12.5-125ng/kg, 1 日間曝露で肝臓中濃度を測定	Shu ら(1988)

(2) シュミレーションに用いられた推定値

経口

推定値 (%)	備考	出典
30	ドイツ環境庁が子供の遊び場に関する基準の再検討で, PCDD/Fs の消化器での吸収率を 30% (安全側) を用いた	Schulz(1992)

経皮

推定値 (%)	備考	出典
3	日本 (ダイオキシンリスク評価検討会)	ダイオキシンリスク評価検討会(1997)

塵吸入

推定値 (%)	備考	出典
75	スウェーデンの土壤中濃度に関する国家基準の設定を目的としたモデル	SEPA(1996)

3. 土壌中のダイオキシン類の半減期

(1) 自然条件での測定事例

半減期	備考	出典
1～3年		Kearney ら(1972)
190日以上	フロリダ	Young ら(1976)
330日以上	ユタ	
0.5年以下	ミズーリ州ペロナ	IARC(1977)
5ヶ月 (放出直後) 1年 (放出後1ヶ月) 10年以上(放出後17ヶ月)	セベソ	Di Domenico ら (1980)
約10年 ($k=8.0 \times 10^{-6}(1/h)$)		Mackay ら(1985)
約7年 ($k=1.1 \times 10^{-5}(1/h)$)		Paterson ら(1990)
10年(表層) 100年(深層)		Nauman & Schaum(1987)
10年		Edu l jee(1987)
10年以上		Boddington ら(1990)

(2) 実験室レベルでの測定事例

半減期	備考	出典
418～590日	2種の土壌に対する dieaway test	Kearney ら(1971)

(3) 光による分解

半減期	備考	出典
10分	土壌表層	Facchetti ら(1986)
14日	蒸留水中	Crosby ら(1971)

(4) 微生物による分解

半減期	備考	出典
418日	好気性	Kearney ら(1971)
590日	好気性, 湖の水と底質の dieaway test	Ward & Matsumura(1978)
1年以上		Callahan ら(1979)
1672-2360日(約5～6年)	嫌気性	Howard ら(1991)

4. 土壤中のダイオキシン類の水平 鉛直移動

(1) 自然条件での測定事例

鉛直

	備 考	出 典
8cm 以深の濃度は 8cm 以浅の濃度の 1/10	セベソ, 表層 30cm の T ₄ CDD 濃度の調査	Di Domenico ら(1980)
ほとんどが表層 15cm にあった	タイムズ・ビーチ, 1970 年初期に T ₄ CDD を含む油が散布され, 1985 年に調査	Freeman ら(1986)
4 年間で移動はほとんどない	タイムズビーチ, 1984, 1988 年に採取した土壌カラム(0-125mm)の TCDD プロファイルを測定	
PCDD/F 負荷量の 80%はコアの上部 15cm に含まれていた	ミシガンとグアム, 土壌中の PCDD/F を調査し, その大気沈降の捕集マトリックスとしての土壌の可用性について検討	Brzuzy ら(1995)

水平

	備 考	出 典
約 10cm	エルゲン米空軍基地, 2,3,7,8-TCDD の約 10 年間(1972-1984)の調査	Di DOMENICO(1978)

(2) 実験室レベルでの測定事例

鉛直

	備 考	出 典
12 年間で約 10cm	40ppb の TCDD を含むオレンジ剤を土中に埋め, 12 年後に土壌中の TCDD 分布を測定	Freeman(1985)

(3) 土壌の種類による差

	備 考	出 典
15 ヶ月間で全く変化なし	砂質ローム土壌, 100%の 1,2,3,7,8-PCDD と 08CDD を添加	Orazio ら(1992)
有機炭素と相関あり	ミシガンとグアム, 土壌中の PCDD/F を調査し, その大気沈降の捕集マトリックスとしての土壌の可用性について検討	Brzuzy ら(1995)

(4) 他の物質の影響

	備 考	出 典
土壌中では他汚染物質の共存が TCDD の移動に影響	1) 土壌-クワンケ-材廃油間での 2,3,7,8-TCDD の分配 2) 廃油の土壌-水相間での分配 3) 土壌-水, 土壌-水・メノール混合物間での TCDD の分配に対する有機物の影響 4) TCDD の分配に対する界面活性剤の影響などを調査	Puri ら(1989)

出典

- Banks, Y. B., and Birnbaum, L.S. (1991), Absorption of 2,3,7,8-tetrachlorodibenzo-p-dioxin (TCDD) after low dose dermal exposure, *Toxicol. Appl. Pharmacol.*, 107, 302.
- Binder, S., Sokal, D., Maughan, D. (1986); Estimating soil ingestion: the use of tracer elements in estimating the amount of soil ingested by young children. *Archives of Environmental Health*, 41, 6, pp341-345
- Boddington, M.J., Gliman, A.P., Newhook, R.C., Braune, B.M., Hay, D.J., Shantova, V. (1990) Polychlorinated Dioxins and Polychlorinated Dibenzofurans. Priority Substances List Assessment Report no. 1, Canadian Environmental Protection Act, Environmental Canada, Ottawa.
- Brewster (1989)
- Brzuzy, L. P., Hites, R. A. (1995); Estimating the Atmospheric Deposition of Polychlorinated Dibenzo-p-dioxins and Dibenzofurans from Soils. *Environ. Sci. Technol.*, 29, 8, pp2090-2098.
- BUM() Current Aspects to Face the Issue of Contaminated Land and Groundwater in Germany.
- Calabrese, E. J., Barnes, R., Stanek III, E. J., Pastides, H., Gilbert, C. E., Veneman, P., Wang, X., Lasztity, A., Kostecki, P. T. (1989); How much soil do young children ingest: an epidemiologic study. *Regulatory Toxicology and Pharmacology*, 10, 2, pp123-137.
- Calabrese, E.J.; Stanek, E.J.; Gilbert, C.E.; Barnes, R.M. (1990) Preliminary adult soil ingestion estimates; results of a pilot study. *Regul. Toxicol. Pharmacol.* 12:88-95.
- Calabrese, E. J., Stanek, E. J. (1995a) Daily estimates of soil ingestion in children. *Environ. Health Perspect.* 103, 3, pp276-285.
- Calabrese, E. J., Stanek, E. J. (1995b) Soil ingestion estimates for use in site evaluations based on the best tracer method. *Human and Ecological Risk Assessment*. 1:133-156.
- Callahan, M.A., W., Gabel, N.W., May, I.P., Fowler, C.F., Freed, J.R., Jennings, P., Durfee, R.L., Whitmore, F.C., Maestri, B., Mabey, W.R., Holt, B.R., Gould, C. (1979). Water-Related Environmental Fate of 129 Priority Pollutants. Vol. , EPA Report No. 440/4-79-029a.
- Clausing, P., Brunekreef, B., van Wijnen, J. H. (1987); A method for estimating soil ingestion by children. *Int Arch Occup Environ Health*, 59, 1, pp73-82.
- Crosby, D.G., Wong, A.S., Plimmer, J.R. Woolson, E.A. (1971) Photodecomposition of chlorinated dibenzo-p-dioxins. *Science*, 173, 748.
- ダイオキシンリスク評価検討会 (1997) ダイオキシンリスク評価検討会報告書
- Davis, S., Waller, P., Buschbom, R., Ballou, J., White, P. (1990); Quantitative estimates of soil ingestion in normal children between the ages of and years: population-based estimates using aluminum, silicon, and titanium as soil tracer elements. *Archives of Environmental Health*, 45, 2, pp112-122.
- De Rosa, C. T., Brown, D., Dhara, R., Garrett, W., Hansen, H., Holler, J., Jones, D., Jordan-Izaguirre, D., O'Connor, R., Pohl, H., Xintaras, C. (1997); Dioxin and Dioxin-like compounds in soil, Part II: technical support document for ATSDR interim policy guideline. *Toxicology and Industrial Health*, 13, 6, pp769-804.

- Di Domenico, A., Pocchiari, F., Silano, V., Zapponi, G.(1978); Accidental release of 2,3,7,8-tetrachlorodibenzo-p-dioxin (TCDD) at Seveso assessment of environmental contamination and of effectiveness of decontamination treatments. CODATA Bull. 29, pp53-59.
- Di Domenico, A., Silano, V., Viviano, G., Zapponi, G.(1980); Accidental release of 2,3,7,8-tetrachlorodibenzo-p-dioxin(TCDD) at Seveso ,Italy, (IV. TCDD levels in atmospheric particles.). Ecotoxicol. Environ. Saf.,4, 3,pp346-356.
- Eduljee,G.(1987)Volatility and TCDD and PCB from soil. *Chemosphere*,16,4,pp907-920.
- Facchetti, S., Balasso, A., Fichtner, C., Frare, G., Leoni, A., Mauri, C., Vasconi, M.(1986); Studies on the absorption of TCDD by some plants species.3-4-2 *Chemosphere*,15, 9/12,pp1387-1388.
- Freeman, R. A., Schroy, J. M.(1985);Environmental mobility of dioxins.3-7-8 ASTM spec. Tech. Publ.,891,pp422-439.
- Freeman, R. A., Schroy, J. M.(1986);Modeling the transport of 2,3,7,8-TCDD and other low volatility chemicals in soils. Environ. Prog.,5, 1, pp28-33.
- Fries, G.F.and Marrow, G.S. (1975) Retention and excretion of 2,3,7,8-tetrachlorodibenzo-p-dioxin by rats,Food Chem.,23,265.
- Hawley, J.K. (1985) Assessment of health risk from exposure to contaminated soil. Risk Anal. 5:289-302.
- Howard,P.H.,Boethling,R.S.,Jarvis,W.F.,Meylan,W.M.,Michalenko,E.M.(1991)Handbook of Environmental Degradation Rates.
- IARC(1977)
- Kearney, P.C., Isensee, A.R., Helling, C.S., Woolson, E.A., Plimmer, J.R.(1971)Environmental significance of chlorodioxins.In: Chlorodioxins-Origin and Fate.Adv.Chem.Ser.120,105-111.
- Kearney, P.C., Woolson, E.A., Ellington, C.P.(1972) Persistence and Metabolism of Chlorodioxins in Soils. *Environ. Sci. Technol.* 6, pp1017-1019.
- Lucier, G. W., Rumbaugh, R. C., McCoy, Z., Hass, R., Harvan, D., Albro, P.(1986); Ingestion of soil contaminated with 2,3,7,8-tetrachlorodibenzo-p-dioxin(TCDD) alters hepatic enzyme activities in rats. Fundamental and Applied Toxicology,6,pp364-371.
- Mackay,D., Paterson,S., Cheung,B.(1985)Evaluation the ebvironmetal fate of chemicals.The fugacity-level approach as applied to 2,3,7,8-TCDD.*Chemosphere*,15,1397-1400.
- Nauman C. H., Schaum J. L. (1987) ; Human exposure estimation for 2,3,7,8-TCDD. *Chemosphere*,16, 8/9, pp1851-1856.
- Nessel(1992)
- Nolan, R. J.,Smith, F.A.,and Hefter, J. G. (1979), Elimination and tissue distribution of 2,3,7,8-tetrachlorodibenzo-p-dioxin(TCDD) in female guinea pigs following a single oral dose, Toxicol. Appl. Phamacol.,48,A162.
- Olson, J. R., Gaseiwicz, T. A., Neal, R. A.(1980); Tissue distribution, excretion, and metabolism of 2,3,7,8-tetrachlorodibenzo-p-dioxin(TCDD) in the golden Syrian hamster. Toxicology and applied pharmacology ,56, 1, pp78-85.
- Orazio, C. E., Kapila, S., Puri, R. K., Yanders, A. F.(1992);Persistence of chlorinated dioxins and furans in the soil environment. *Chemosphere*,25, 7/10, pp1469-1474.

- Paterson, S., Shiu, W.Y., Mackay, D., Phyper, J. D.(1990)Dioxins from combustion processes : environmental fate exposure. In: Emissions from Combustion Processes : Origin, Measurement, Control.Clement,R.,Kagel,R.Eds.,pp.405-423.
- Piper,W. N., Rose, J. Q., and Gehring, P.J.(1973), Excretion and tissue distribution of 2,3,7,8-tetrachlorodibenzo-p-dioxin in rat, Environ. Health Persp.,5 , 241.
- Poiger, H., Schlatter, C.(1986) Parmacokinetics of 2,3,7,8-TCDD in man, Chemosphere, 15, 1489.
- Puri, R. K., Clevenger, T. E., Kapila, S., Yanders, A. F., Malhotra, R. K.(1989); Studies of parameters affecting translocation of tetrachlorodibenzo-p-dioxin in soil.Chemosphere,18, 1/6, pp1291-1296.
- Rose, J.Q.,Ramsey, J. C., Wentzler, T. H., Hummel, R.A., and Gehring, P.J.(1976)The fate of 2,3,7,8-tetrachlorodibenzo-p-dioxin following single and repeated oral doses to rats,Toxicol.Appl.Pharmacol.,36,209.
- SEPA(Swedish Environmental Protection Agency)(1997)Development of Generic Guideline Values, Model and data used for generic guideline values for contaminated soils in Sweden, report 4639, December 1996.
- 環境庁水質保全局(1986)市街地土壤汚染問題検討会報告書.
- Shu, H., Teitelbaum, P., Webb, A. S., Marple, L., Brunck, B., Dei Rossi, D., Murray, F. J., Paustenbach, D.(1988); Bioavailability of soil-bound TCDD: dermal bioavailability in the rat. Fundamental and Applied Toxicology,10,pp335-343.
- Schulz, D.(1992)Dioxin im Boden.
- U.S. EPA.(1985)Rapid Assessment of Exposure to Particulate Emissions from Surface Contamination Sites(EPA/600/8-85/002).
- U.S. EPA.(1991)Risk Assessment Guidance for Superfund, Volume 1:Human Health Evaluation Manual, Part B, Development of Risk-Based Preliminary Remediation Goals.
- U.S. EPA.(1994)Estimating exposure Dioxin-Like Compounds Volume :Site-Specific Assessment Procedures(EPA/600/6-88/005Cc).
- U.S. EPA.(1996)Soil Screening Guidance:User's Guide(EPA/540/R-96/018)
- U.S. EPA.(1997); Exposure factors handbook volume1, general factors.
- Van Wijnen, J. H., Clausing, P., Brunekreef, B.(1990);Estimated Soil Ingestion by Children. Enviromental Reserch,51, 2,pp147-162.
- Van den Berg,R.(1994)Human expusure to soil contamination:a qualitative and quantitative analysis towards proposals for human toxicological C-standard values (partly Revised edition).RIVM(Natinal Institute of Public Health and Environmental Protection)Report No.725201006,January 1994.
- Young(1976)
- Ward,C.T.,Matsumura,F.(1978)Fate of 2,3,7,8-tetrachlorodibenzo-p-dioxin(TCDD) in a model aquatic environment. *Arch. Environ. Contam. Toxicol.* 7,349-357.
- Weber,L. W. D.,Zesch, A., and Rozman,K.(1991)Penetration, distribution and kinetics of 2,3,7,8-tetrachlorodibenzo-p-dioxin in human skin *in vitro*, *Arch Toxicol.*,65,421.