

資料

ダイオキシン類環境調査 -土壌-

松枝隆彦, 安武大輔, 飛石和夫, 大野健治, 桜木建治, 北直子, 岩本眞二

平成12年度～16年度にダイオキシン類対策特別措置法に基づいて実施された福岡県における土壌環境のダイオキシン類調査結果をまとめた。対象試料の総数は218件であった。平均濃度は1.9pg-TEQ/g, 濃度範囲は0.26 - 45pg-TEQ/g であった。一般環境と発生源周辺の間には濃度差は認められなかった。CMB 法により発生源の影響を評価した結果, 農薬(PCP)の寄与が大きかった。

〔キーワード: ダイオキシン類, 土壌, 汚染レベル〕

1 はじめに

平成12年1月に施行された「ダイオキシン類対策特別措置法」に基づいてダイオキシン類の汚染の状況を常時監視するため全国的な調査が実施されている¹⁾。本県においても大気, 水質, 底質, 土壌など様々な媒体について調査が継続されている²⁾。それらの調査の過程で環境基準値を超過し, 法律に基づいて対策を必要とする高濃度汚染事例が幾つか報告されている³⁾。ダイオキシン類対策を進める上で, 汚染源の特定と汚染範囲を確定することは対策の基本となる。そのためには, 発生源のダイオキシン類組成及び一般環境のダイオキシン類の汚染状況を正確に把握, 整理しておくことが重要である。著者らは, ダイオキシン類の詳細異性体の測定値を含むデータベースを構築し, 大気発生源寄与率の評価を始め, ダイオキシン類の環境動態を明らかにするため, 種々の解析に応用してきた⁴⁾。本稿では, 平成12年度～16年度に調査した福岡県内の土壌のダイオキシン類濃度分布の概要を報告する。

2 調査方法

2・1 対象試料

平成12年度から16年度に, 福岡県内77市町村の218ヶ所において採取した土壌合計218件のデータを解析の対象とした。各年度における採取試料の数と分類は表1に示すとおりである。試料採取地点の位置は図1に示す。

2・2 分析方法

土壌試料の分析は「ダイオキシン類に係る土壌調査定マニュアル 環境庁(当時)平成12年1月」に準じて行った。

表1 試料採取状況

| 年度 | 一般環境 | 発生源周辺 |
|-------|------|-------|
| 平成12年 | 27 | 26 |
| 平成13年 | 45 | 34 |
| 平成14年 | - | 32 |
| 平成15年 | - | 22 |
| 平成16年 | 20 | 12 |
| 計 | 92 | 126 |

土壌は十分乾燥した後, 2mm のふるいを通したものを試料とした。50g 前後の試料を精秤し, ソックスレー抽出器を使用してトルエンで抽出し, 濃縮後, ヘキサン転溶し, 粗抽出液を得た。以下, 内標準を添加し, 硫酸処理, 硝酸銀-シリカゲルクロマトグラフィー及び活性炭クロマトグラフィーで精製し, 高分解能 GC/MS により定量した。測定成分は, 4-8塩素のダイオキシン/ジベンゾフラン(PCDDs/PCDFs)と12種のコプラナ PCB (Co-PCB), 併せて116種のダイオキシン類を分析した。

2・3 データベース登録

土壌中ダイオキシン類の測定データは岩本ら⁴⁾が構築したダイオキシン類データベースに登録した。項目としては試料の基本情報の他に地理情報, 全116成分及びその集計値等全190項目を登録した。このデータベースより土壌試料のデータを抽出し, 解析した。

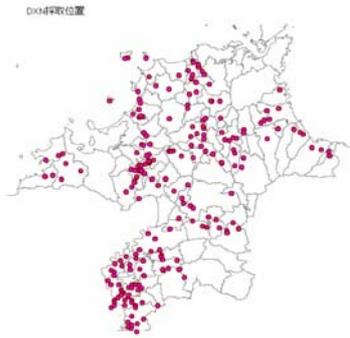


図1 試料採取地点

3 結果及び考察

3・1 土壤中ダイオキシン類濃度

平成12年度から16年度の調査結果を要約したものを表2に示す。一般環境における TEQ 濃度の平均値、中央値、最小及び最大値は、それぞれ 1.6, 0.53, 0.26 及び45pg-TEQ/g であった。一方、発生源周辺におけるそれらの値は2.2, 0.91, 0.26 及び33pg-TEQ/g であった。いずれも平均値は土壤の環境基準値(1000 pg-TEQ/g)の1/500以下であった。また、最高値は一般環境における45 pg-TEQ/g で要監視基準値(250 pg-TEQ/g)を超える試料も認められなかった。これらの結果は平成11年度環境省の全国調査の結果と比較して大差なかった。図2に県内の土壤の TEQ 分布を示す。

政令指定都市を除く県内を調査したが、濃度の地域差は見られるが、最高でも45pg-TEQ/g であり、対策を必要とするような高濃度の汚染地域は見られなかった。

3・2 同族体・異性体組成の特徴

図3に土壤中の平均的なダイオキシン類同族体パターンを示す。OCDD 濃度が顕著に高く農薬 PCP の影響を強く受けていることが示唆された。土壤の同族体パターンは底質、水質と類似しているが⁵⁾、大気及び他の発生源のパターンとはかなり異なっている。

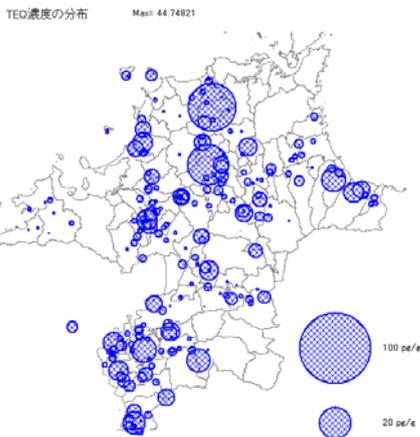


図2 県内土壤中のダイオキシン類濃度

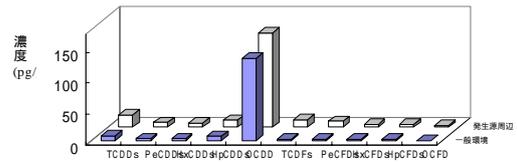


図3 土壤中ダイオキシン類の同族体パターン

3・3 発生源の評価

土壤中のダイオキシン類濃度と組成は発生源の影響を受ける。発生源としては、燃焼、農薬の不純物、PCB、化学製品等が挙げられる。発生源の寄与率評価法として幾つかの方法が提案されている。ここでは EPA が公開している CMB-8 を適用して評価を試みた。その結果、計算結果の評価パラメーターが良好であった11例を図4に示す。

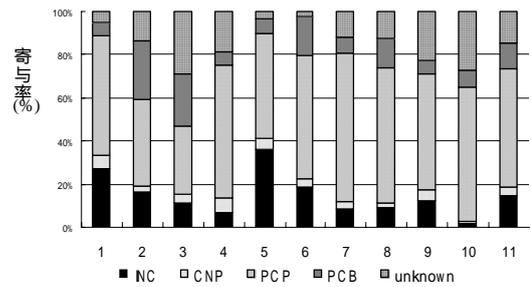


図4 土壤中のダイオキシン類の発生源寄与率

各発生源の寄与率は、農薬 CNP 4.3% (1.3 - 7.1%), 農薬 PCP が56.5 (32 - 90%), 燃焼15.1% (1.8 - 36%) 及び PCB13% (5.9 - 27%) であった。農村地帯の土壤で農薬 PCP の寄与率が高い傾向を示した。

4 まとめ

平成12年度から16年度に福岡県の土壤中のダイオキシン類の分析結果を解析した。一般環境、発生源周辺ともに環境基準値を超える試料は認められなかった。CMB 法による発生源評価を行ったところ、農薬(PCP)の影響が大きいと推定された。

文献

- 1) 環境省：平成16年度ダイオキシン類調査結果
- 2) 福岡県：平成16年度環境白書
- 3) 福岡県：平成17年度環境白書
- 4) 岩本他：環境化学, 14, 805, 2004.
- 5) 松枝他：環境ホルモン学会第8回研究発表会, 275, 2005.

表2 土壤中ダイオキシン類濃度

| 同族体 | 検出下限 値 (pg/g dry) | 一般環境 (N=92) pg/g dry | | | | 発生源周辺 (N=126) pg/g dry | | | |
|------------------------------|-------------------------|----------------------|-------|-------|-------|------------------------|-------|-------|-------|
| | | 平均値 | 最小値 | 最大値 | 中央値 | 平均値 | 最小値 | 最大値 | 中央値 |
| 1,3,6,8-TCDD | 0.1 | 479 | 0.050 | 42046 | 4.7 | 115 | 0.15 | 7547 | 12 |
| 2,3,7,8-TCDD | 0.1 | 0.077 | 0.050 | 1.5 | 0.050 | 0.10 | 0.050 | 1.3 | 0.050 |
| Total TCDDs | - | 660 | 0.75 | 57849 | 7.7 | 162 | 0.85 | 10475 | 20 |
| 1,2,3,7,8-PeCDD | 0.1 | 0.54 | 0.050 | 31 | 0.12 | 0.60 | 0.050 | 12 | 0.19 |
| Total PeCDDs | - | 103 | 0.55 | 8800 | 3.1 | 29 | 0.55 | 1216 | 7.5 |
| 1,2,3,4,7,8-HxCDD | 0.2 | 0.31 | 0.10 | 3.8 | 0.10 | 0.61 | 0.10 | 13 | 0.23 |
| 1,2,3,6,7,8-HxCDD | 0.2 | 0.86 | 0.10 | 35 | 0.15 | 1.1 | 0.10 | 19 | 0.41 |
| 1,2,3,7,8,9-HxCDD | 0.2 | 0.62 | 0.10 | 15 | 0.15 | 1.2 | 0.10 | 35 | 0.41 |
| Total HxCDDs | - | 12 | 0.70 | 466 | 3.2 | 16 | 0.70 | 277 | 6.8 |
| 1,2,3,4,6,7,8-HpCDD | 0.2 | 10 | 0.10 | 147 | 3.0 | 13 | 0.10 | 113 | 5.3 |
| Total HpCDDs | - | 23 | 0.20 | 389 | 7.2 | 29 | 0.20 | 309 | 11 |
| 1,2,3,4,6,7,8,9-OCDD | 0.5 | 826 | 2.9 | 20014 | 134 | 413 | 2.2 | 5813 | 153 |
| 2,3,7,8-TCDF | 0.1 | 0.28 | 0.050 | 3.9 | 0.050 | 0.47 | 0.050 | 4.8 | 0.18 |
| Total TCDFs | - | 40 | 1.4 | 3050 | 2.8 | 24 | 1.4 | 381 | 12 |
| 1,2,3,78-PeCDF | 0.1 | 0.40 | 0.050 | 4.8 | 0.16 | 0.82 | 0.050 | 11 | 0.27 |
| 2,3,4,7,8-PeCDF | 0.1 | 0.36 | 0.050 | 4.5 | 0.13 | 0.75 | 0.050 | 13 | 0.25 |
| Total PeCDFs | - | 13 | 1.2 | 680 | 2.7 | 18 | 1.2 | 197 | 9.1 |
| 1,2,3,4,7,8-HxCDF | 0.2 | 1.2 | 0.10 | 20 | 0.29 | 1.5 | 0.10 | 28 | 0.50 |
| 1,2,3,6,7,8-HxCDF | 0.2 | 0.51 | 0.10 | 5.4 | 0.10 | 0.94 | 0.10 | 16 | 0.36 |
| 1,2,3,7,8,9-HxCDF | 0.2 | 0.11 | 0.10 | 0.58 | 0.10 | 0.12 | 0.10 | 1.0 | 0.10 |
| 2,3,4,6,7,8-HxCDF | 0.2 | 0.19 | 0.10 | 3.1 | 0.10 | 1.5 | 0.10 | 134 | 0.10 |
| Total HxCDFs | - | 10 | 0.40 | 232 | 2.0 | 12 | 0.40 | 322 | 4.5 |
| 1,2,3,4,6,7,8-HpCDF | 0.2 | 4.5 | 0.10 | 83 | 1.1 | 5.7 | 0.10 | 87 | 2.4 |
| 1,2,3,4,7,8,9-HpCDF | 0.2 | 0.65 | 0.10 | 13 | 0.10 | 0.82 | 0.10 | 23 | 0.32 |
| Total HpCDFs | - | 10 | 0.40 | 232 | 2.0 | 12 | 0.40 | 322 | 4.5 |
| 1,2,3,4,6,7,8,9-OCDF | 0.5 | 8.3 | 0.25 | 201 | 0.9 | 8.4 | 0.25 | 257 | 2.9 |
| 3,4,4',5-TeCB (#81) | 1 | 0.57 | 0.50 | 2.9 | 0.50 | 0.68 | 0.50 | 6.7 | 0.50 |
| 3,3',4,4'-TeCB (#77) | 1 | 2.9 | 0.50 | 28 | 0.50 | 4.5 | 0.50 | 104 | 1.4 |
| 3,3',4,4',5-PeCB (#126) | 1 | 0.92 | 0.50 | 7.3 | 0.50 | 1.3 | 0.50 | 20 | 0.50 |
| 3,3',4,4',5,5'-HxCB (#169) | 1 | 0.52 | 0.50 | 1.5 | 0.50 | 0.54 | 0.50 | 2.4 | 0.50 |
| 2',3,4,4',5-PeCB (#123) | 1 | 0.76 | 0.50 | 5.5 | 0.50 | 1.3 | 0.50 | 27 | 0.50 |
| 2,3',4,4',5-PeCB (#118) | 1 | 18 | 0.50 | 273 | 3.1 | 30 | 0.50 | 962 | 4.3 |
| 2,3,4,4',5-PeCB (#114) | 1 | 1.1 | 0.50 | 9.2 | 0.50 | 2.2 | 0.50 | 127 | 0.50 |
| 2,3,3',4,4'-PeCB (#105) | 1 | 9.1 | 0.50 | 126 | 1.6 | 18 | 0.50 | 513 | 2.4 |
| 2,3',4,4',5,5'-HxCB (#167) | 1 | 4.1 | 0.50 | 117 | 0.50 | 12 | 0.50 | 444 | 0.50 |
| 2,3,3',4,4',5-HxCB (#156) | 1 | 3.7 | 0.50 | 58 | 0.50 | 6.9 | 0.50 | 325 | 0.77 |
| 2,3,3',4,4',5'-HxCB (#157) | 1 | 1.2 | 0.50 | 10 | 0.50 | 2.0 | 0.50 | 77 | 0.50 |
| 2,3,3',4,4',5,5'-HpCB (#189) | 1 | 0.72 | 0.50 | 7.2 | 0.50 | 1.1 | 0.50 | 23 | 0.50 |
| Total Non ortho-Co-PCBs | - | 4.9 | 2.0 | 35 | 2.0 | 7.0 | 2.0 | 120 | 2.9 |
| Total Mono-ortho Co-PCBs | - | 56 | 5.0 | 1555 | 10 | 81 | 5.0 | 2069 | 12.5 |
| Total TEQ | - | 1.6 | 0.26 | 45 | 0.53 | 2.2 | 0.26 | 33 | 0.91 |

検出下限値以下の濃度は検出下限値の1/2とした。