

# 生ごみリサイクル基礎講座 vol.44

## 松葉のダイオキシン調査からみえる諸課題 その2 —市民調査を支える科学的裏付け—



株式会社環境総合研究所  
顧問  
**池田こみち**  
Ikeda Komichi

先月号では、1999年に開始された市民参加による松葉ダイオキシン類調査がいまもなお継続されている背景について概説した。本号では、市民による環境監視活動を支援する専門家の立場からその科学的裏付けと特徴について述べておくこととする。

が目的ではなく、それをもって環境汚染の現状を改善し、過度な焼却依存となつている廃棄物政策の見直しを目指す市民による政策提言を視野に入れた活動でなければならぬ。生ごみの堆肥化(有機物の資源化)もその1つである。環境総合研究所(ERI)が第三者的な専門家として関与することからも、調査の信頼性は不可欠であり、この点は特に重

要な意味を持っていた。

**何を測定するか**  
1999年春に市民参加によるダイオキシン測定の可能性について、生活クラブ生協連合会事務局からERIに相談が持ちかけられた。さっそく内部で測定のための試料を何にするかなど、検討を始めたところ、すでに1995年頃から摂南大学薬学部食品衛生学教室の宮田秀明教授の研究室では、クロマツを試料としたダイオキシン類測定の研究が行われているとの情報を得た。

また、1997年度には、宮田教授の指導を受け、旧環境庁がクロマツを用いて国内各地の調査を行っていたこともあり、マツの針葉を用いたダイオキシン類の測定活動の可能性が一気に高まった(図1参照)。

**何を測定するか、すなわち試料の選定は極めて重要となる。**安価で入手可能なこと、わかりやすいこと、全国での比較が可能なこと、など市民による調査としては欠かせない要件があったからだ。そこで、宮田研究室と連絡をとり、分析方法などについての情報提供をはじめとする

図1 環境庁によるクロマツ調査結果(1997年度)

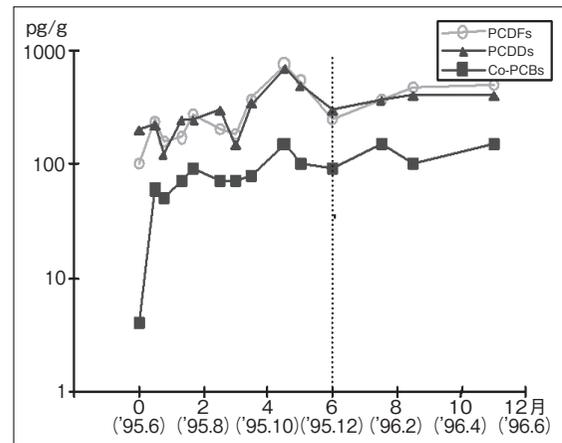
対象地域	松葉中のダイオキシン類濃度
川口・草加	18pg-TEQ/g・Wet
戸田	15pg-TEQ/g・Wet
川越・所沢・狭山	24pg-TEQ/g・Wet
熊谷	8.7pg-TEQ/g・Wet
秩父	2.3pg-TEQ/g・Wet

出所：環境庁「平成9年度のダイオキシン類の総合パイロット調査結果」

まざまな協力を得ながら、準備を進めることになった。マツの針葉が大気中のダイオキシン類濃度を把握するための生物指標として適している理由は以下の様に整理できる。

- ①クロマツは針葉樹であり、日本全国、北は北海道札幌市等道央地域から南は鹿児島まで各地に生育しており、地域間の比較が行いやすいこと。また、見分けが付きやすいこと。
- ②クロマツは常緑樹であり、平均2年程度で針葉が入れ替わり、1年を通じた長期平均濃度を把握する上で適していること。
- ③クロマツの針葉には脂肪組織があり、炭酸同化作用のため気孔から外気を取り込み、ダイオキシン類

図2 クロマツの針葉へのダイオキシン類の蓄積過程



出所：黒松針葉を指標試料としたダイオキシン類の大気汚染評価法構築のための基礎研究(池田勝、摂南大学)

をはじめとする有害化学物質を脂肪組織に蓄積・放出すること。

④摂南大学宮田研究室において、新芽から2週間ごとにダイオキシン類蓄積過程を調査した結果、ほぼ半年後には針葉中の濃度が安定化し地域の大气中の濃度に近づいてゆるやかに変化することが明らかになったこと(図2参照)。

⑤地域(行政区など)に点在する多くの地点から松葉を集めることによって、地域平均の濃度が得られること(単独の松の木から針葉を採取するのではなく、特定地域

内の多くの地点から集めた針葉をブレンドして試料とする方法を採用)。

⑥行政区境を超えた広域的な汚染の広がりをコンピュータ解析(スプレッドシート)によって濃度マップとして示すことができること(前号で紹介した朝日新聞科学欄掲載の図もその例)。

⑦すでに宮田研究室や旧環境庁による1997年度の全国一斉調査によって、多くのクロマツのデータが蓄積されており、それらとの比較が可能であること。

**どうして測定するか**  
—分析機関の選定—

次に重要なことは、全国から集められたクロマツの分析をどこで行うかである。1990年代末、すでに国内にはダイオキシン類を分析できる分析機関(ラボ)が複数存在していたが、国が指定した分析機関による寡占状態にあり、高額な分析費が常態化していた。

**分析方法の信頼性をどう確保するか**

クロマツのダイオキシン類分析の方法・手順(プロトコル)をどうするか、が次の課題だった。それについては、これまで国内で測定されてきたクロマツのデータとの比較を重視し、摂南大学宮田研究室の分析方法を踏襲することとした。

同研究室の協力を得て、手順を英文化してカナダのラボに送り、一定期間の準備を行い、受け入れ体制を

そこで、ERIでは独自にクロマツのダイオキシン類分析について実際の調査を行い、実績、コスト、受け入れ体制などについて評価を行い、最終的にカナダの民間分析機関(Maxxam社)に依頼することとした。国内ラボと比較して、分析費は1/3以下、国際標準を取得する技術レベルをもち、カナダや米国の連邦政府・州政府からの受注実績も有りとその信頼性についても確認することができたからだ。何より、国内ラボとは異なり、行政との距離があること、ラボとして第三者性が確保されていることを重視した。

**研究機関(ERI)による基礎的研究**

◆松葉と大気中のダイオキシン濃度の相関関係の解明◆

カナダの分析機関との協議を進める一方で、市民参加による監視活動として実施するためには、結果の評価について検討を重ねていく必要があった。

松葉ダイオキシン調査の目的は、大気中のダイオキシン濃度を知ることにある。そのため、まずは松葉中ダイオキシン濃度と大気中ダイオキシン濃度の相関関係について明らかにする必要がある。日本では、松葉を飲食に供する習慣はないため、マツの針葉が呼吸(炭酸同化作用)する空気と同じ空気をその地域に生

活するヒトが呼吸することで、体内に摂取することによるリスクを評価することが重要だからである。

同じ頃、神奈川県厚木米海軍基地に隣接する産業廃棄物焼却施設の排ガスが米軍基地内の住宅に大きな影響を及ぼしていることが問題となっており、相次ぐ米国側からの要請を受けて、国(旧環境庁)は同産廃焼却施設周辺数カ所において国内初となる連続的な大気のモニタリング調査を実施していた(図3参照)。

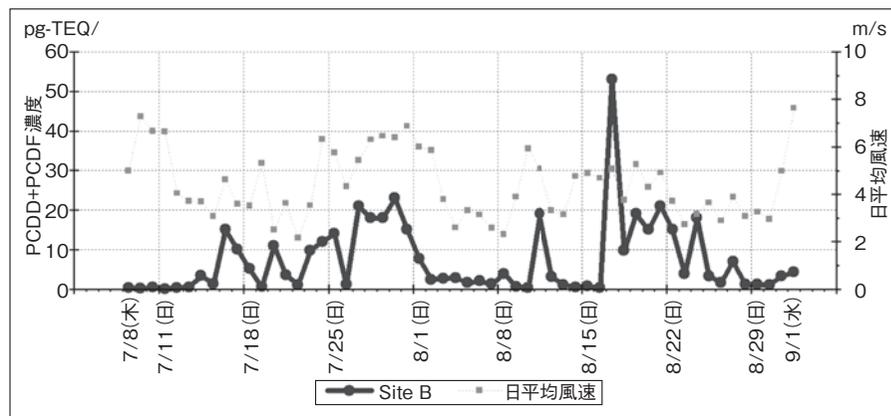
そこで、ERIでは、日米両国の関係機関の了解を得て、連続的な大気サンプリング地点の近傍に生えているクロマツから松葉を採取し、大気と松葉のダイオキシン濃度の相関関係について調査研究を行うこととした。ちょうど同じ時期、ERIが米国司法省から同産廃施設周辺のダイオキシン汚染についてのシミュレーション調査を依頼されたこともあり、シミュレーション手法を用いて面的に大気中のダイオキシン濃度の分布を把握し(図4参照)、実際に測定分析を行った基地内及び基地周辺のクロマツのダイオキシン濃度との関係を解析した結果、クロマツ対大気のダイオキシン濃度はおよそ10・1であることがわかってきた(4)

(図5参照)。

ただし、クロマツ中のダイオキシン類はpg-TEQ/g(松葉1g中のダイオキシン類濃度)、大気中のダイオキシン類はpg-TEQ/m<sup>3</sup>(大気1m<sup>3</sup>のダイオキシン類濃度)とした場合の比率であることに留意する必要がある。

このことは、特定の調査対象地域の複数地点からクロマツの針葉を採取して地域平均のクロマツのダイオキシン濃度がわかれば、その地域の大気中の長期平均濃度がわかる、ということを意味しており、定められた大気環境基準との適合性を評価する上で非常に有効であることを意味していた。

図3 国による大気中ダイオキシン類の連続測定結果



出所：厚木基地日米共同モニタリング調査よりERI作成

図4 神奈川県厚木米軍基地隣接産業廃棄物焼却炉からのダイオキシン類排ガスの拡散シミュレーション(3次元流体モデル：年平均濃度予測結果の例)

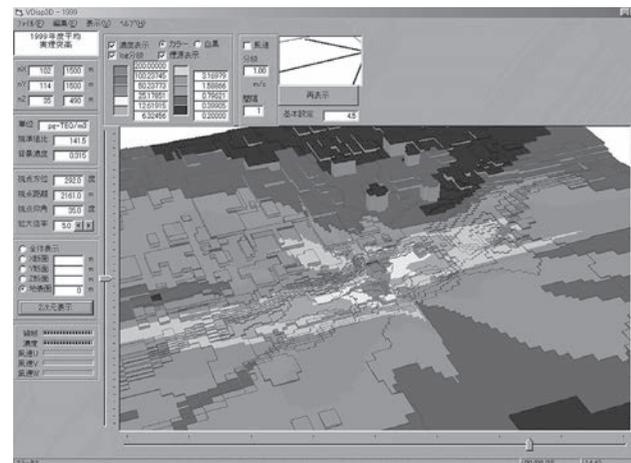
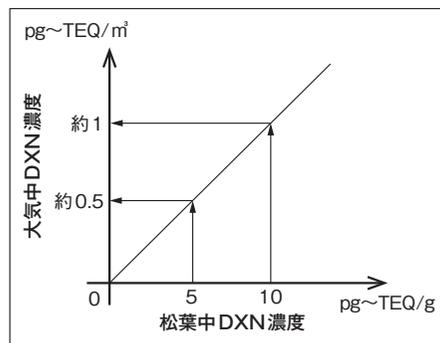


図5 松葉中ダイオキシン類濃度と大気中DXN濃度の関係



出所：ERI作成、1999年度市民参加の松葉ダイオキシン調査

◆行政による測定データなど公的情報の活用◆

調査が開始された1999年度から2000年度当時は、ダイオキシン類対策特別措置法に基づく公的なダイオキシン類のモニタリングデータも十分に揃っていない時期であった。しかし、松葉と大気のダイオキシン類濃度の相関関係を把握するた

めには、その時点で公表されていた旧環境庁や各自治体が測定した大気中ダイオキシン類濃度のデータを収集し統計解析を行って、実測値による解析を補完することが重要と判断した。

ただし、大気中のダイオキシン類環境基準値が「年平均値で0・6pg-TEQ/m<sup>3</sup>以下であること」と定められたにも拘わらず、モニタリングコストや自治体の事務処理体制や技術面の課題もあり、従来から測定されてきた一般的な大気汚染物質(窒素酸化物や硫酸化物など)のように、連続モニタリングは行われず、年2回ないし年4回の測定結果のみであり、相関関係を分析する上

でのネックとなったことは否めない。何よりも連続モニタリングには膨大なコストがかかることから、非現実的と考えられていた。国内のダイオキシン類測定データの解析とともに、諸外国で既に行われていた針葉樹の葉を生物指標としたダイオキシン類の測定に係わる制度や測定結果なども参考として活用した。特にEUで複数の国が針葉樹のダイオキシン類測定を行っており、その実測値は非常に参考になった。

学術的な成果

一方、膨大なオリジナルデータの蓄積は、学術分野でも大きな成果をもたらした。2001年度の国際ダイオキシン会議(於・韓国慶州)には大気と松葉のダイオキシン類濃度の相関をはじめ4本の論文を発表し、世界各国の研究者と議論し、高い評価を得ることができた。中でもダイオキシン類(PCDDとPCDF)の同族体パターンの統計分析により、地域のダイオキシン類の由来やその特性が松葉調査から推定可能となったことは大きな成果だった(図6参照)。

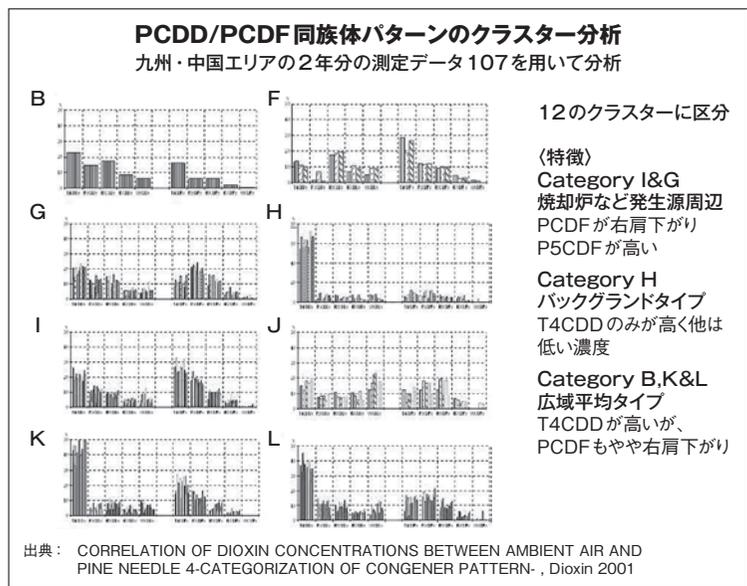
市民による調査が研究者の手によってまとめられ、国際学会で発表

以上、市民参加による松葉ダイオキシン調査を有効なものとするための専門研究機関の支援と学術研究活動についてごく一部を紹介した。今回は、これまでの各地での調査の成果を紹介したい。W

【文献資料】

- 1) 宮田秀明「ダイオキシン」、岩波新書605、(1993年3月)
2) 環境庁「ダイオキシン類の総合パイロット調査結果(1997年度)」
3) 池田勝「黒松針葉を指標試料としたダイオキシン類の大気汚染評価法構築のための基礎研究」摂南大学(1997年)
4) 池田こみち他「環境大気とマツの針葉中のダイオキシン類の相関関係について」ダイオキシン2001 慶州韓国
5) 環境庁「厚木基地日米合同モニタリング調査(大気、土壌)結果」(1999年10月)
6) 株式会社総合研究所「エンバイロテック社焼却炉排ガス中ダイオキシン類濃度の推計及び周辺環境への影響調査報告書」(2000年9月)
7) Compilation of EU Dioxin Exposure and Health Data Task1-Member State Legislation and Programmes Report produced for European Commission DG Environment UK Department of the Environment, Transport and the Regions (DETR) October 1999

図6 PCDD/PCDF同族体パターンの統計分析



出典：CORRELATION OF DIOXIN CONCENTRATIONS BETWEEN AMBIENT AIR AND PINE NEEDLE 4-CATEGORIZATION OF CONGENER PATTERN-, Dioxin 2001

出所：池田こみち他、国際ダイオキシン会議2001発表論文