

< 研究発表 >

琵琶湖流域を対象とした土壤中ダイオキシン類の調査と蓄積量の推定

Quantification of the Dioxins accumulated in the Forest/Paddy soils in the Lake Biwa basin

○佐藤圭輔^{*1}, 清水芳久^{*1}, 朴白洙^{*1}, 兼松正和^{*1}, 斎野玲子^{*1}, 服部一美^{*1}, 中村昌文^{*2}

*1: 京都大学 流域圏総合環境質研究センター, *2: 株式会社 日吉

○Keisuke Sato^{*1}, Y. Shimizu^{*1}, B. Park^{*1}, M. Kanematsu^{*1}, R. Saino^{*1}, K. Hattori^{*1} and M. Nakamura^{*2}

*1: Research Center for Environmental Quality Management, Kyoto University

*2: Hiyoshi Ecological Services Company

Key Words: Dioxins, CALUX bioassay, Lake Biwa Basin, Atmospheric Dispersion Model, Geographic Information System, Forest/Paddy Soils

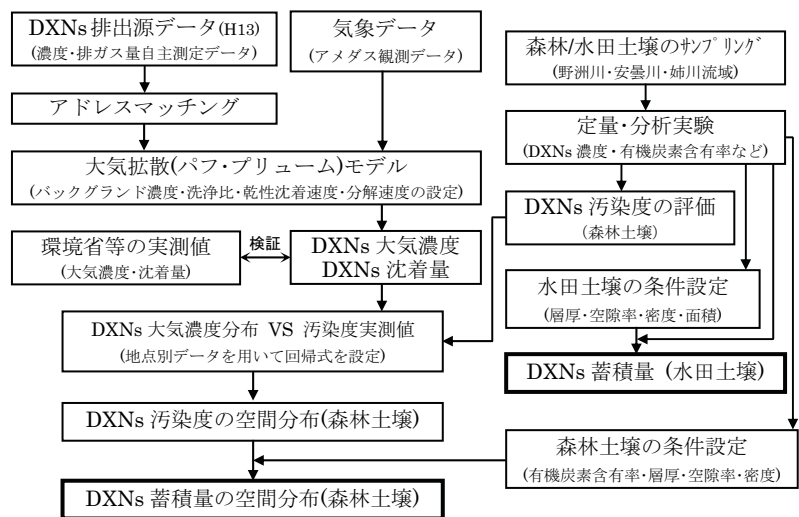
1. 背景と目的

ダイオキシン類 (以降、DXNs) は、難分解性物質であるため汚染・蓄積は長期に渡り、汚染サイトの規模によっては対策が困難であることも少なくない。さらに、その汚染は降雨流出に伴って拡散 (DXNs は疎水性が強いいため主に土壌とともに流出) し、下流域の水系 (環境水や底質、水生生物など) へ影響を与えるが、これも対策することは容易ではない。そのため、①各地における DXNs 汚染状況の現状を詳細な調査に基づいて推定、②流域環境中 (すなわち大気圏、土壌圏、水圏および底質圏) における DXNs の動態解析と影響予測、③実行可能な対策法の開発、④DXNs および類似物質の毒性機構の解明などの研究が必要になってきている。

筆者らの研究グループでは、これまで琵琶湖流域を対象にして森林土壌、水田土壌、河川底質、湖底質および河川水などの各媒体に含有する DXNs-TEQ 濃度と試料特性 (主に粒径や有機炭素含有率) の分析を行ってきた。広域 (琵琶湖流域約 3,700km²) をフィールドとして調査を行っていることから、DXNs の定量にあたっては簡易分析法である CALUX[®] Bioassay 法を利用してきた。本報告では、前述の調査・分析の成果の中から特に森林と水田土壌を対象として、ダイオキシン類汚染・蓄積状況の空間分布の推定を試みた。

2. 研究の内容と手順

本研究の内容は、実測調査 (H14-H17) に基づく定量分析 (Fig.1 右側) と、モデルによる大気濃度、沈着量分布の推定 (Fig.1 左側) とに大別される。調査概要および分析方法の詳細は、参考文献¹⁾を参照されたい。また、大気拡散モデルを用いた DXNs の大気挙動の計算については、既に去年の EICA で発表²⁾したが、本報告では地点別の大気濃度と森林土壌中 DXNs 汚染度の実測値とを比較検討した。この回帰式を用いて DXNs 汚染度の空間分布を推定し、実測調査の結果をもとにした森林土壌の条件設定 (設定内容は Fig.1 参照) を行うことによって DXNs 蓄積量を計算した。一方、水田土壌中 DXNs 蓄積量は、実測調査の結果をもとにして推定した。



* DXNs 汚染度は、有機炭素当たりの DXNs 濃度 (gTEQ/g Organic Carbon) を示す

Fig.1 研究のフロー

3. 結果と考察

森林土壌と水田土壌における DXNs 濃度と有機炭素含有率の関係を Fig. 2 に示した。この図から、森林土壌については両者に比例関係が見られるのに対し、水田土壌では有機炭素含有率に関係なく高い DXNs 濃度となった。また、森林土壌の回帰直線は流域ごとに傾き(すなわち DXNs 汚染度)が異なっており、これは汚染源影響の大きさを反映しているものと推測された。

森林土壌の汚染源としては大気中の DXNs が考えられることから、大気拡散モデルによる計算値(年間平均値、結果の分布は参考文献²⁾参照)を流域ごとに平均して実測汚染度と比較した。その結果、DXNs 大気濃度は野洲川、安曇川、姉川流域でそれぞれ 0.064、0.054、0.052 pgTEQ/m³ となり、森林土壌における DXNs 汚染度の違いを裏付ける結果となった。さらに、森林土壌を採取した地点ごとの DXNs 汚染度と大気濃度の計算値との関係を分析したところ、両者の間に正の相関が確認された(Fig. 3)。この結果は、地点ごとの DXNs 汚染度もモデル計算によって推定することが可能であることを意味している。そこで、この回帰式をもとにして、DXNs 汚染度の分布を琵琶湖流域全域に拡張した(図は省略するが、Fig. 4 のイメージの通りである)。

森林および水田土壌中の DXNs 蓄積量分布を Fig. 4 に図示した。図中で分布がタイル状(5km メッシュ)になっているのは、大気拡散の計算区画によるものである。下流域ほど高い結果(約 10gTEQ/km²)となっているが、上流森林域の蓄積量も無視できない値(約 2~5gTEQ/km²)であることが分かった。これは、森林土壌の高い収着効果によるものである。琵琶湖南東部の下流域では、発生源である焼却場が高密度に存在しているため、特に高い値で分布していることが分かる。一方、水田土壌については高い蓄積量(約 38gTEQ/km²)となっているが、森林土壌との差はそれほど大きくなかった。蓄積量を琵琶湖流域で合計すると、森林土壌で約 14.9kgTEQ、水田土壌で約 26.5kgTEQ となり琵琶湖底質への総蓄積量³⁾約 3.4kgTEQ に比べてやや高い値になっていることが分かった。

水・物質循環に係わる森林機能としては、水資源だけでなく DXNs に代表される微量有機汚染物質に対しても大きく影響を及ぼしていることが本研究の結果からも明らかとなった。安易な森林開発は、結果として汚染物質の流出にも寄与し、さらには下流の水環境へ影響を与えることが懸念される。非常にゆっくりではあるが、流出を制御している森林域の自浄・分解機能に期待を寄せつつ、根本的な発生源対策が今後長期間に渡る汚染制御の唯一の対策法であると言えよう。

参考文献

- 1) 清水芳久ら, "流域圏を対象としたダイオキシン類の総合的調査手法の構築とその挙動モデルの開発", 環境省-環境研究総合推進事業報告書, p. 130.
- 2) 佐藤圭輔ら, 環境システム計測制御学会誌, 第9巻[第2号]pp. 273-276(2004).
- 3) 佐藤圭輔ら, 環境衛生工学研究論文集, 第19巻[第3号], pp. 39-42(2005).

*本研究は、環境省-環境研究総合推進費の補助を受けて遂行されました。

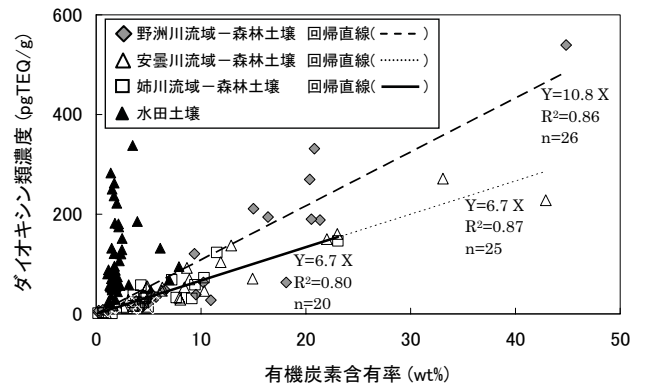


Fig.2 ダイオキシン類濃度と有機炭素含有率の関係

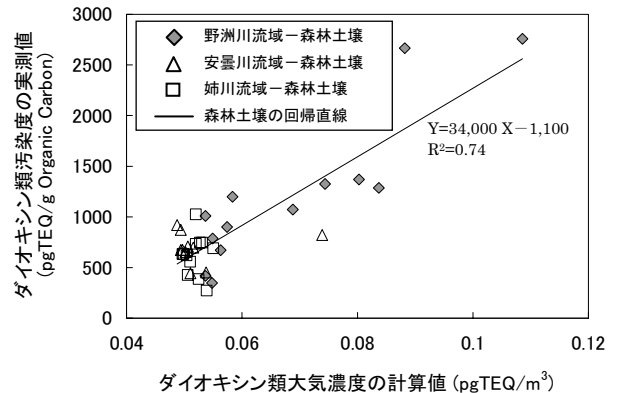


Fig.3 ダイオキシン類汚染度と大気濃度(計算値)の関係

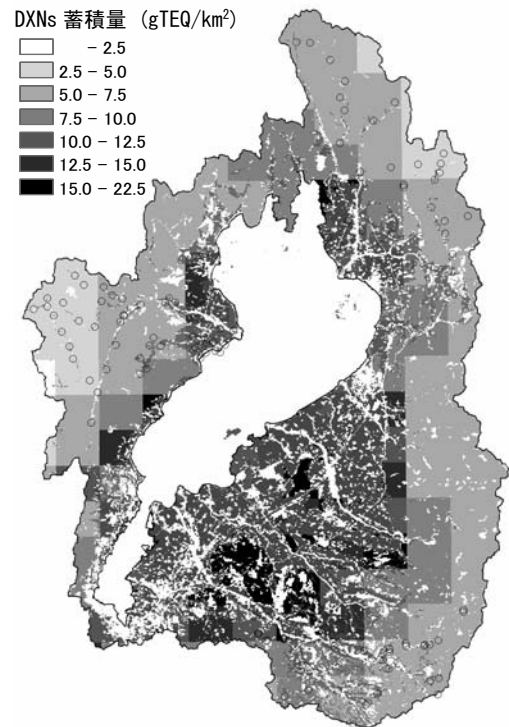


Fig.4 森林および水田土壌におけるダイオキシン類蓄積量の空間分布