

1. 大容量造影剤製剤の活用 ——海外の状況

東 美菜子 宮崎大学医学部病態解析医学講座放射線医学分野

放射線診療が環境に及ぼす影響は、電力を中心としたエネルギー消費、廃棄物発生など多岐にわたる。近年、環境負荷を低減して持続可能な放射線診療を実現するための取り組みである「Green Radiology」の概念が広まりつつあり、放射線診療のあらゆる側面から環境への配慮が検討・実践されている。

画像診断において不可欠な造影剤においても、限りある資源の使用、プラスチック容器の廃棄物発生、体外排泄された造影剤による水質汚染など、諸問題を抱えており、これに対する対策が求められている。本稿では、Green Radiologyにまつわる造影剤の問題点と、造影剤の有効な利用方法として海外で利用されている大容量造影剤について概説する。

造影剤の問題点

1. 限られた資源

ヨード造影剤の主成分であるヨウ素は、生産量・埋蔵量ともにチリと日本で90%を占める。産業別利用率で見ると、50%が医療用途（うち26%が造影剤用途）で、今後ますます需要が高まると推定されている^{1), 2)}。MRI造影剤に用いられるガドリニウムは、スカンジウム、イットリウムなど17種類の元素の総称であるレアアースの一つで、70%の生産量と50%の埋蔵量を中国が保有している。12%がMRI造影剤に使用され、このほかにも、原子力産業における多様な用途や磁石、光学レンズなど、さまざまな用途で用いられる³⁾。ヨード造影剤、ガドリニウム造影剤ともに原料は限りあるもので、有効利用は必須であり、また、供給が一部の限られた国からであるため、安定供給を維持するための方策が求められる。

2. 環境汚染

患者の尿を通じて排出されたヨード造影剤は、浄水の過程で十分に除去されず、さらに、消毒の過程で細胞毒性、遺伝毒性が高い副産物（Iodinated disinfection byproducts：IDBP）を産生する^{4)~6)}。病院の排水や下水処理施設からヨード造影剤が検出され、ライン川へのヨード造影剤流入量は平均194kg/日、年間70t超と報告されている⁶⁾。ガドリ

ニウム造影剤に関しても同様で、利根川の15地点における調査では、2020年のガドリニウム濃度は1996年と比較し約7.7倍に上昇していると報告されている⁷⁾。また、東京都の下水処理施設における調査では、処理区内の病院のMRI装置数と排出されるガドリニウム濃度に正の相関が報告され、造影剤の使用量と河川への排出量が密接に関連していることが示唆される⁸⁾。使用されずに廃棄される造影剤も含め、造影剤による環境への影響を最小限にする工夫が必要である。

3. プレフィルドシリンジ使用に伴う問題

本邦では、一般的にプレフィルドシリンジタイプの造影剤が広く使用されている。あらかじめ造影剤が充填されたプレフィルドシリンジを使用することで、調剤作業の簡略化、薬剤汚染防止、誤投薬防止につながるほか、1シリンジずつ包装されているため、衛生的で携帯性にも優れる。一方、検査目的や患者の体重に応じて投与される造影剤の量が決められるため、シリンジ内に不使用の造影剤が残ることをよく経験する。余剰造影剤は廃棄するほかないが、複数の患者で同様の状況が発生しうるので、廃棄造影剤量は少なくない。この問題に関しては、多様なサイズのシリンジ（50mL、75mL、100mL）を使い分けることで、単一サイズ（100mL）のシリンジのみを使用する場合よりもヨード造影剤の廃棄量を大きく削減できるという報告があ