

中印における化学分析用重水素化合物の使用情報(Digest)

米満 啓

1. はじめに

先日の本欄で、中印における化学分析用重水素化合物の販売情報を紹介しました。それは重水素化合物の標準試料（d 体試料）の少量輸出規制緩和に向けての基礎資料となることを企図しての調査でした。その結果、中国でもインドでも在庫販売が行われていることがわかりました。日本からの輸出を頑張って規制しても、現地で在庫販売を通じて容易に入手できるという事実は、規制の安全保障上の意義に疑いを起こさせるに足るものでした。

では現地でどんな人たちが使っているのかを調べてみようというのが今回の狙いです。

調べていて印象的だったのは、**NMR (Nuclear Magnetic Resonance=核磁気共鳴分析装置) 用溶媒として重水素化合物が使われる事例**がゾロゾロ見つかったことでした。NMR 用溶媒は d 体試料（質量分析で使われる）に比べて、1回の分析における使用量、販売される1パッケージ当たりの分量がともに桁違いに大きいのです。（詳しくは2節参照）

そこで3節では中国の、4節ではインドの使用事例を、NMR に焦点を当てて紹介します。その結果、**両国ともに軍関係組織や外国ユーザーリスト掲載歴ある機関での使用例が多数見**つかりました。

これらを踏まえての考察を5節で述べます。簡単に言うと、安全保障の観点からはNMR 用溶媒こそが要注意であり、d 体試料の比ではない。**NMR 用溶媒が現地でかくも機微な機関で使われている以上、d 体試料について不安をかこつのはピント外れではないか、**というのが私の結論です。

2. d 体試料と NMR 用重水素溶媒

まずは共通点から。どちらも水素を含む化合物で、通常なら軽水素（H）が結合しているところ（たとえば普通の水はH₂O、クロロホルムならCHCl₃）、Hに代えて重水素（D;Deuterium）を結合（たとえば重水はD₂O、重クロロホルムならCDCl₃）させたものです。

つまり物質としては同じ（D₂O や CDCl₃）です。違うのは使い方。下表を御覧ください。

d 体試料	NMR 用溶媒
質量分析装置で（通常はシリンジ注入で）使う	核磁気共鳴分析装置で（バイアルで）使う
重水素添加物質は他の物質で薄めて使う（溶質として）	重水素添加物質はそのまま使う（他の物質を溶かすための溶媒として）
1 測定当たりの使用量は 通常はシリンジでの注入量（溶媒含め）が μlオーダーなので、その中の溶質のそのまた中に含まれる重水素はしばしば 1μg を下回る。 （但し実際には1回の注入量より余分に調製することが多い）	1 測定当たりの使用量は 1 バイアル（溶質含め）約 0.5 mlなので、仮に重クロロホルム（CDCl ₃ ...分子量約 120、比重 1.5）であれば、含まれる重水素量は 12.5mg。 d 体試料の質量分析に比べ 4~5 桁多い。
荷姿；たとえば環境分析用のノニルフェノール-d4（C ₁₅ H ₂₀ D ₄ O 分子量約 224）を和光純薬では、50mg 入り（粉末）で販売。重水素量は約 1.8mg。	荷姿；重クロロホルムは常温では液体。 和光純薬は 100g 入り、メルクは 500 mlで販売。 500 ml瓶で重水素量約 12.5g。

なお「重水そのもの」もNMR用溶媒として売られています。（「重水そのもの」の場合、1回当たり使われる重水素量は、重クロロホルムの8倍の $100\text{mg} = 500\text{mg} \times 4/20$ になります）ケンブリッジは1000g入り、メルクには500 ml入りの商品があります。ケンブリッジの1000g入り（重水素量200g）は中国でも在庫販売されています。（詳しくは[こちら](#)）

ではNMR用重水素溶媒はどの程度使われているのでしょうか？

NMR分析で最もポピュラーなものに「 ^1H -NMR法」があります。重水素溶媒はこの分析手法に不可欠なものです。よって「NMR分析装置あるところに重水素溶媒あり」、「重水素溶媒なくしてNMR分析装置なし」と言ってもまったく過言ではありません。

3. 中国でのNMR用重溶媒使用情報

前節で述べたように「NMR分析装置あるところに重水素溶媒あり」ですから、まず押さえておきたいのはNMR分析装置の普及状況です。

実はNMR分析装置は、今や有名な大学・研究機関ならほとんどが装備しています。軍や国防関連の組織にも普及しています。いくつか例を紹介します。

西北工業大学 (外国ユーザーリスト及び 米国 Entity List 掲載中)	・ Bruker AV300 型を利用した研究論文あり。 张银玲,黄英,吴海伟,吴燕飞,牛磊「聚邻乙氧基苯胺的化学氧化法合成及表征」(2011) ・ Bruker DMX-50 型を利用した研究論文の中に ^1H -NMR 法の記述（「 ^1H -NMR(CDCl_3 , δ)」）あり 王欣「超支化聚硅氧基硅烷的合成及其紫外光固化动力学研究」(2007)
北京航空航天大学 (外国ユーザーリスト及び 米国 Entity List 掲載中)	・ Bruker AV400 型を利用した研究論文あり。 「 CDCl_3 为溶剂 TMS 为内标」と記載。 许晨, 黄鹏程「一种新型不对称芳炔半环化合物的合成」(2013)

「つづき」をご覧になりたい方はお手数ですがメールにてご照会下さい。

[照会する](#)