

(指標)

μ-FIAの実用化へ向けて

山梨大学工学部 木羽 信敏

フローインジェクション(FI)法は、多数の試料中の単一成分を迅速で精度良く定量できる分析法として公定法に採用されるまでに発展してきた。最近の研究では、複数成分の同時定量とさらなる迅速化に関するものが多い。

迅速化をシステムの小型化により達成しようとする試み(μ-FIA)が多数発表されている。小型化することで、反応時間の短縮、試薬・試料量・廃液量の低減と携帯が可能となり、FIシステムの応用範囲をさらに広げることができる。小型化による迅速化の理論的根拠は、かき混ぜられない反応系では、反応速度は拡散律速であり、拡散は反応器(管)の断面積に比例するので、反応器(管)の体積を1/100にすれば、必要な反応時間は約1/20で済むことにある。これは生物の世界では当たり前のことである。体重50kgのヒトが1個の細胞でできている。その体積を50Lとする。これを直径0.1cmの細胞(500nL)に細分化すれば、反応は約20万倍速く進む。反応システムの小型化はバイオミメティクス(生物模倣学)と見なすことができる。

小型化は、ガラスやシリコンを材料とし、それらの基板上に微小なチャンネルを構成して、そのチャンネル内で反応を行う方法が主である。この方法は、フューズドシリカキャピラリーを用いる方法に比べて、

・溶液の全体の流れを観察できる

・多点での検出ができる

・多流路化による反応の集積化が可能である

・並列化が容易である

などの利点がある。最近では、ポリマーを材料に、シリコン鋳型からモールドイングによりチャンネルを作成し、アクリル板で密閉したチップを安価に作れるようになった。μ-FIA研究のさらなる進展のためには、安価な各種流路を持ったポリマーチップが、現行のFIAで使われているテフロン管のように、市販されることが必須である。

我々は、シリコンチップ上に、幅150 μm、深さ20 μmの流路を構成し、ルミノール化学発光検出法により、1流路系で、10nM過酸化水素200nLを相対標準偏差5%(n=15)、分析速度310/hで定量できた。では、このμ-FIAの実用の可能性はあるのだろうか。たとえば、現時点での生理活性物質のハイスループトスクリーニング(高速大量スクリーニング, HTS)での高速・大量とは2ヶ月間に6万検体のスクリーニング(分析速度は約40/h)を行うに過ぎない。しかし、活性化化合物にヒットする確率は2万分の1以下なので、現在の精度レベルでは見逃す危険性が大きく、HTSには適用できない。すべての分析法が実用現場で求められる条件は高い精度である。現行のFIAと遜色のない精度レベルを保証できるμ-FIAの開発が実用化のキーポイントである。