

# 連続流れ分析システム

西村 崇

ビーエルテック(株) 技術部

## 1. はじめに

流れ分析法「フローインジェクション分析 (FIA: flow Injection Analysis) および連続流れ分析 (CFA: continuous flow analysis)」は、ISO 規格の水質試験法および Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (米国) で、シアン、窒素など多くの項目が規格化されている。

我が国では、流れ分析法に関して1989年に JIS K 0126 (フローインジェクション分析方法通則) が制定され、2009年に CFA 法を含めた JIS K 0126 (流れ分析通則) へと改正された。2011年3月22日には、JIS K0170 (流れ分析法による水質試験方法) が制定され、アンモニア態窒素、亜硝酸態窒素、硝酸態窒素、全窒素、りん酸態りん、全りん、フェノール類、ふっ素化合物、クロム (VI)、陰イオン界面活性剤、シアン化合物の11項目で規格化されている。この規格は、項目にもよるが ISO で規定されている内容に、実用的に使用している方法を付加し、JIS K 0101 (工業用水試験方法) および JIS K 0102 (工場排水試験方法) とできるだけ整合をもたせるように制定されている。

ここでは、JIS 規格である CFA 法について取り上げる。

## 2. 連続流れ分析法

### 2-1. 原理と装置構成

連続流れ分析法 (CFA) の基本的な原理は、1956年にアメリカの生化学者 L. Skeggs によって考え出されたもので、通常的手法による化学分析において行われる試料採取、ピペット操作、希釈、混合、ろ過、加熱、抽出、透析、蒸留、反応検出といった操作を自動的に行うように組み立てられた装置で、従来から人手によっておこなってきた化学分析を、ほとんどそのまま自動化できるものであった。この方式は、人体に流れる血液の流れから、思いついたとされ、腸に溜まったガスが体外に放出される原理を元に気泡分節による連続流れ分析システムが考え出されたと語り継がれている。1957年に臨床分野における血液中の成分分析装置として Technicon 社より販売された世界最初の湿式自動化学分析装置が“オートアナライザー”である。

この装置は、オートサンプラー、秤量ポンプ、反応マニフォールド、光度計 (検出器)、記録計により構成されている (図1)。秤量ポンプにより管内に一定流量で連続的に試薬、試料を導入し、気泡分節をおこない、混合コイル、加熱槽などを通すことで反応を促

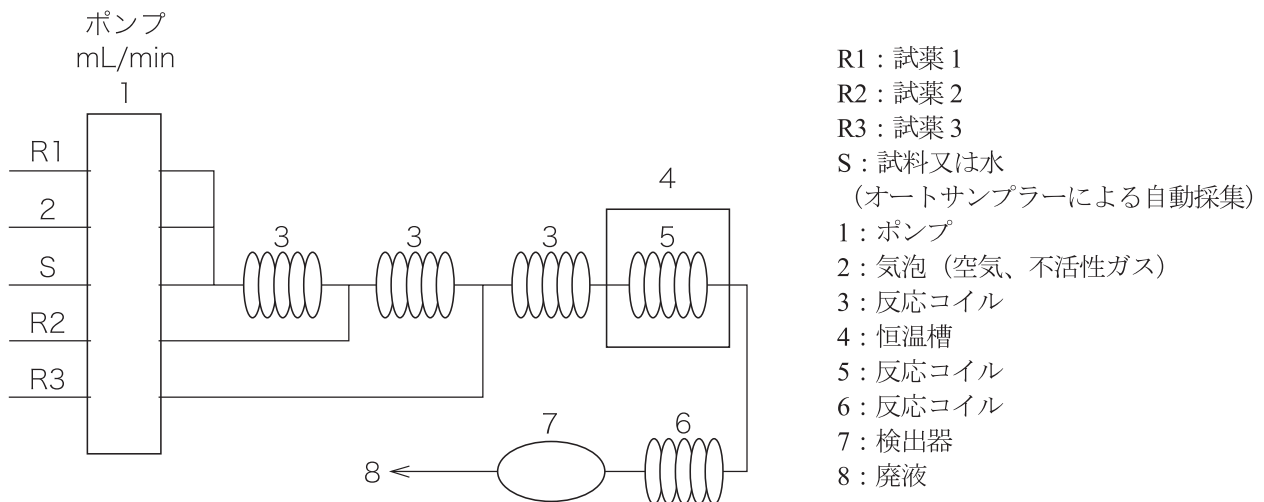


図1 CFA法のシステム例

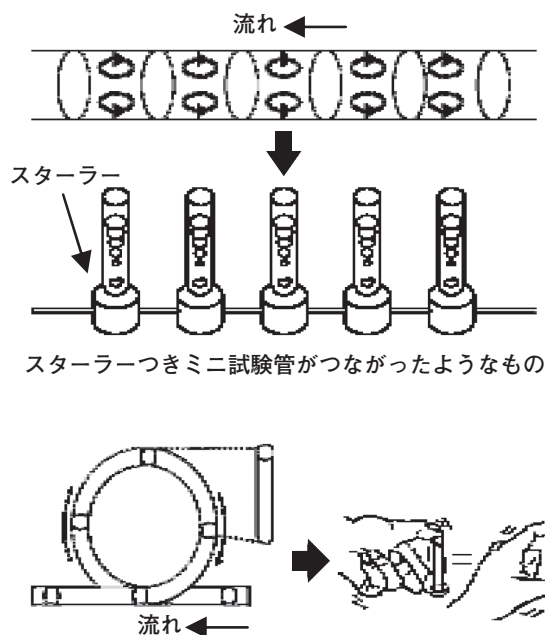


図2 混合のメカニズム

進させ検出器で連続的にデータを計測することで反応工程を逐次モニターすることが特徴である。反応マニフォールドに高温加熱分解槽、蒸留加熱槽なども取り付けることが可能であり、全窒素、全りんやふっ素化合物、シアン化合物、フェノール類の分析に適応されている。検出器には、紫外・可視分光光度計の他に、蛍光光度計、炎光光度計、原子吸光分光光度計、電極などを用いることもでき、手分析により行われてきた様々な化学分析を自動化することが可能である。

## 2-2. 気泡分節による特徴

CFA 法の特徴の一つに気泡分節が挙げられる。管内を流れる液体に対し、定期的に導入された気泡（空気、不活性ガス）は、管内で一定の大きさを保ち、管の内壁を押さえながら流れることで、分節された液体間での混合を防ぎ、試料間の相互汚染（キャリーオーバー）を効率よく抑えることができる。分節されたそれぞれの液体は、個々の分節内に発生する渦流が混合を促進させ、独立した形で化学反応が進む。また、混合コイルなどの使用は、比重差のある試料溶液と試薬溶液とを転倒混和状態にし、渦流との相乗効果により混合を完結させる（図2）。その他、蒸留操作では、

管内で沸石を用いたような環境を作り出し、安定した蒸留状態を形成させる。

## 3. 流れ分析法の実試料分析への適用

流れ分析法による研究報告は、約 8000 件以上におよび従来の手分析法による化学分析は、全て行うことができるかとされている。

化学分析分野における自動分析機器として利用され、近年では、環境、農業、食品、医薬品、海洋分析など広範な分野で適用されている。

## 4. おわりに

CFA 法は、手分析で行っていた試料の分注、試薬の混合、攪拌、反応待機時間、機器による測定、記録等の人為的手間が短縮できる。また分析過程での人為的誤差を極小化できることから、精度の高い分析結果を得ることができ、分析者の作業負担も軽減できる。技術の進歩により感度、精度、迅速性、簡便性なども向上し、分析の正確度、信頼度も高まっている。使用する試薬量や試料量が少量であり、分析による廃液量が少ないことから環境負荷が軽減される。今後、様々な分野での発展と普及が期待される。