

# 改正水道水水質基準

五十嵐 克巳（取締役開発部長）

## 1. はじめに

水道法に基づく水質基準は、昭和33年に制定後、昭和35年、同41年、同53年及び平成4年に改正されてきた。特に、平成4年の改正では、基準項目が26項目から46項目と拡大し、水道水質管理の強化が図られた。

その後、10年余が経過し、新たな消毒副生物（臭素酸、ハロゲン化酢酸等）、環境ホルモン、DXNsによる問題等が提起される状況になってきた。一方、WHO（世界保健機関）においても、飲料水水質検討がすすめられている状況である。

これらを背景として、今般水質基準が改正された（平15.5.30 厚生労働省令第101号／平16.4.1施行）。

## 2. 改正水質基準の特徴

### (1) 基準項目を46項目から50項目とした

#### ① 追加された主な項目

かび臭物質（ジオスミン、2-メチルイソボルネオール）、1,4-ジオキサソ、消毒副生物（クロロ酢酸、ジクロロ酢酸、トリクロロ酢酸、臭素酸）、ホルムアルデヒド、非イオン界面活性剤、ほう素、アルミニウム

#### ② 削除された主な項目（基準項目から管理目標設定項目に変更）

農薬（チウラム、シマジン、チオベンカルブ、1,3-ジクロロプロペン）、VOC（1,2ジクロロエタン、1,1,1-トリクロロエタン、1,1,2-トリクロロエタン）

### (2) 機器分析法と一斉分析法の採用がすすめられた（次表）

| 項目              | 改正内容   |
|-----------------|--|
| 金属類             | 金属類 多くの項目にICP・MS法が採用され、一斉分析が可能となった（フーラム原子吸光光度法も採用された）  |
| シアン化物イオン及び塩化シアン | 削除：吸光光度法<br>採用：ポストカラム・イオンクロマトグラフ法  |
| 硝酸態窒素及び亜硝酸態窒素   | 削除：吸光光度法<br>採用：イオンクロマトグラフ法   |
| フッ素及びその化合物      |  |
| 揮発性有機化合物        | 削除：ヘッドトラップ-GC法<br>採用：四塩化炭素にもヘッドスペース-GC・MS法が採用され、VOC全項目をヘッドトラップ又はヘッドスペース-GC・MS法で一斉分析できるようになった |
| 陰イオン界面活性剤       | 削除：吸光光度法<br>採用：固相抽出-HPLC法  |
| フェノール類          | 削除：吸光光度法<br>採用：固相抽出-誘導体化-GC・MS法  |

### (3) 内容を変更した

平成17.3.31まで 有機物(KMnO<sub>4</sub>消費量)

平成17.4.1から 有機物(TOC)

### (4) 呼称を変更した

① 殆どの無機項目について、「カドミウム」を「カドミウム及びその化合物」というように「……及びその化合物」と呼称を変更した。

② 「大腸菌群」を「大腸菌」とし、検査方法は「特定酵素基質培地法」だけとした。

## 3. 水質基準

水質基準と検査方法を次表に示す。（なお、現在の項目で改定水質基準に採用されるものの基準値に変更はない）

|  |  |  |
|--|--|--|
|  |  |  |
|--|--|--|

| 項目 | 水質基準                                   |                | 検査方法                    |  |
|----|--|----------------|-------------------------|--|
|    | (厚生労働省令第101号)                          |                | (厚生労働省告示第261号)          |  |
| 1  | 一般細菌                                   | 100/ml 以下      | 標準寒天培地法                 |  |
| 2  | 大腸菌                                    | 検出されないこと       | 特定酵素基質培地法               |  |
| 3  | Cd及びその化合物                              | 0.01mg/L 以下    | FAAS、AAS、ICP、ICP-MS     |  |
| 4  | Hg及びその化合物                              | 0.0005mg/L 以下  | 還元気化原子吸光光度法             |  |
| 5  | Se及びその化合物                              | 0.01mg/L 以下    | FAAS、ICP-MS、H-AAS、H-ICP |  |
| 6  | Pb及びその化合物                              | 0.01mg/L 以下    | FAAS、ICP、ICP-MS         |  |
| 7  | As及びその化合物                              | 0.01mg/L 以下    | FAAS、ICP-MS、H-AAS、H-ICP |  |
| 8  | Cr(VI)                                 | 0.05mg/L 以下    | FAAS、AAS、ICP、ICP-MS     |  |
| 9  | CN及びCNCI                               | 0.01mg/L 以下    | IC-PC                   |  |
| 10 | NO <sub>3</sub> -N及びNO <sub>2</sub> -N | 10mg/L 以下      | IC                      |  |
| 11 | F及びその化合物                               | 0.8mg/L 以下     | IC                      |  |
| 12 | B及びその化合物                               | 1mg/L 以下       | ICP、ICP-MS              |  |
| 13 | 四塩化炭素                                  | 0.002mg/L 以下   | PT-GC・MS、HS-GC・MS       |  |
| 14 | 1,4-ジオキサン                              | 0.05mg/L 以下    | 固相抽出-GC・MS              |  |
| 15 | 1,1-ジクロロエチレン                           | 0.02mg/L 以下    | PT-GC・MS、HS-GC・MS       |  |
| 16 | シス-1,2-ジクロロエチレン                        | 0.04mg/L 以下    | PT-GC・MS、HS-GC・MS       |  |
| 17 | ジクロロメタン                                | 0.02mg/L 以下    | PT-GC・MS、HS-GC・MS       |  |
| 18 | テトラクロロエチレン                             | 0.01mg/L 以下    | PT-GC・MS、HS-GC・MS       |  |
| 19 | トリクロロエチレン                              | 0.03mg/L 以下    | PT-GC・MS、HS-GC・MS       |  |
| 20 | ベンゼン                                   | 0.01mg/L 以下    | PT-GC・MS、HS-GC・MS       |  |
| 21 | クロロ酢酸                                  | 0.02mg/L 以下    | 溶媒抽出-GC・MS              |  |
| 22 | クロホルム                                  | 0.06mg/L 以下    | PT-GC・MS、HS-GC・MS       |  |
| 23 | ジクロロ酢酸                                 | 0.04mg/L 以下    | 溶媒抽出-GC・MS              |  |
| 24 | ジブromクロロメタン                            | 0.1mg/L 以下     | PT-GC・MS、HS-GC・MS       |  |
| 25 | 臭素酸                                    | 0.01mg/L 以下    | IC-PC                   |  |
| 26 | 総THM                                   | 0.1mg/L 以下     | PT-GC・MS、HS-GC・MS       |  |
| 27 | トリクロロ酢酸                                | 0.2mg/L 以下     | 溶媒抽出-GC・MS              |  |
| 28 | ブromジクロロメタン                            | 0.03mg/L 以下    | PT-GC・MS、HS-GC・MS       |  |
| 29 | ブromホルム                                | 0.09mg/L 以下    | PT-GC・MS、HS-GC・MS       |  |
| 30 | ホルムアルデヒド                               | 0.08mg/L 以下    | 溶媒抽出-誘導体化-GC・MS         |  |
| 31 | Zn及びその化合物                              | 1mg/L 以下       | FAAS、AAS、ICP、ICP-MS     |  |
| 32 | Al及びその化合物                              | 0.2mg/L 以下     | FAAS、ICP、ICP-MS         |  |
| 33 | Fe及びその化合物                              | 0.3mg/L 以下     | FAAS、AAS、ICP            |  |
| 34 | Cu及びその化合物                              | 1mg/L 以下       | FAAS、AAS、ICP、ICP-MS     |  |
| 35 | Na及びその化合物                              | 200mg/L 以下     | FAAS、AAS、ICP、IC         |  |
| 36 | Mn及びその化合物                              | 0.05mg/L 以下    | FAAS、AAS、ICP、ICP-MS     |  |
| 37 | Cl                                     | 200mg/L 以下     | 滴定法、IC                  |  |
| 38 | Ca・Mg等(硬度)                             | 300mg/L 以下     | 滴定法、AAS、ICP、IC          |  |
| 39 | 蒸発残留物                                  | 500mg/L 以下     | 重量法                     |  |
| 40 | 陰イオン界面活性剤                              | 0.2mg/L 以下     | 固相抽出-HPLC               |  |
| 41 | ジオスミン                                  | 0.00001mg/L 以下 | PT、HS、固相抽出-GC・MS        |  |
| 42 | 2-メチルイソホルネオール                          | 0.00001mg/L 以下 | PT、HS、固相抽出-GC・MS        |  |
| 43 | 非イオン界面活性剤                              | 0.02mg/L 以下    | 固相抽出-吸光光度法              |  |

|    |               |              |                 |
|----|---------------|--------------|-----------------|
| 44 | フェノール類        | 0.005mg/L 以下 | 固相抽出－誘導体化－GC・MS |
| 45 | 有機物(TOC)      | 5mg/L 以下     | TOC計法           |
| 46 | pH値           | 5.8以上8.6 以下  | ガラス電極法          |
| 47 | 味             | 異常でないこと      | 官能法             |
| 48 | 臭気            | 異常でないこと      | 官能法             |
| 49 | 色度            | 5度 以下        | 比色法、透過光測定法      |
| 50 | 濁度            | 2度 以下        | 比濁法、透過光測定法等     |
| 51 | 有機物(KMnO4消費量) | 10mg/L 以下    | 滴定法             |

注) 1:薄青 背景行は、新規追加項目

2: <45 有機物(TOC)>は平17.4.1 より適用

<51 有機物(KMnO4消費量)>は平17.3.31まで適用

3: 平16.4.1 に布設されている水道により供給される水については、<41ジエオスミン>、<42 2-メチルイソボルネオール>の基準値は、平19.3.31 まではいずれも、「0.00002 mg / L」

4: 検査方法略号

|          |                       |
|----------|-----------------------|
| FAAS     | フレイムレス原子吸光光度法         |
| AAS      | フレイム原子吸光光度法           |
| ICP      | 誘導結合プラズマ発光分光分析法       |
| ICP-MS   | 誘導結合プラズマ質量分析法         |
| H-AAS    | 水素化物発生原子吸光光度法         |
| H-ICP    | 水素化物発生誘導結合プラズマ発光分光分析法 |
| IC-PC    | イオンクロマトグラフ・ポストカラム法    |
| GC・MS    | ガスクロマトグラフ質量分析法        |
| PT-GC・MS | パーティトラップーGC・MS法       |
| HS-GC・MS | ヘッドスペースーGC・MS法        |
| IC       | イオンクロマトグラフ法           |

#### 4. おわりに

今回の水質基準改正関連では、検査機関の制度改正も図られ、水道法第20 条第3項指定機関、第34条の2第2項指定機関がいずれも、登録検査機関へと改正された。当社は現在、水道法第20 条の指定機関であり、新制度の登録検査機関としての申請を行うこととしている。

# 化学分析評価の役割

柳澤 雅明 (技術部 調査役 (工学博士))

## 1. はじめに

セラミックスに限らず、各種材料組成評価は先端産業分野での基盤技術の柱であり、化学分析評価の役割は重要である。

元素組成に関して

「何が、どこに、どれだけ、どういう状態で」存在するか

という情報が求められる。

## 2. 湿式分析と機器分析

湿式分析は、定量の段階に水溶液における化学反応を利用する分析であり、

・**重量法** 測定する量は、試料の質量及び目的成分(元素・化合物)の質量であり、化学量論によって算出  
又は  
・**滴定法** 当量点までに要した標準液の体積から化学量論によって算出

を用いる点で古典的な方法と呼ばれるが、絶対法 (absolute method) として重要である。

物理的校正を行うのみでよいので計量学的水準が高い。

湿式分析では、セラミックスのような固体試料を水溶液にするため、通常、

分解、分離、定量

の3段階が実施される。

セラミックスは水溶性でないので、溶液化するための処理が分解段階であり、酸分解法やアルカリ融解法が用いられる。目的成分に定量の段階で妨害する成分が混在するときには分離・除去する必要がある。

分解・分離操作は水溶液を用いる機器分析法では、「前処理」と呼ばれ、その良否が結果を左右する重要な要素になる。

高度機器に期待されている方向は、迅速かつ正確な分析の要求であり、以下の観点が求められる。

- ① 元素分析及び状態分析の重視
- ② 微小領域化(点、線、面、深さ方向)
- ③ 高感度化(ppm、ppb、ppt)
- ④ 高信頼化(多元素同時定量、システム化)
- ⑤ 軽・薄・短・小型化(どこでも持ち運べる)
- ⑥ 非破壊化(測定対象をそのままの状態)
- ⑦ データの総合化

セラミックス原料粉体及び耐火物材料の定量分析を例として考えてみると、分析方法の迅速化・高感度化・多元素同時分析化が求められる。

溶液化して定量するのが一般的であるが、セラミックス・耐火物は、硬く、耐薬品性、耐熱性に

特徴を有するため、溶液化が困難な場合が多い。

従って、固体直接分析法も指向され、以下の手法が広く適用されている。

- ① ICP-AES(高周波誘導結合プラズマ発光分光分析法:高感度多元素同時分析/ ppb)
- ② ICP-MS(高周波誘導結合プラズマ質量分析法:高感度多元素同時分析/ ppt)
- ③ GFAAS(グラファイト炉原子吸光分析法:高感度元素分析/ ppt)
- ④ C、C/N/O(炭素分析装置、炭素/窒素/酸素分析装置:微粉体直接/主成分、微量成分 ppm ~%)
- ⑤ XRF(蛍光X線分析装置:固体直接迅速主成分分析/ 0.01%~)
- ⑥ LA-ICP-MS(レーザー溶発誘導結合プラズマ質量分析法:固体直接/点、線、面、深さ ppm)

機器分析法は相対比較分析法であるので、測定量は、目的成分の濃度とは直接関係ない信号の強度である。溶液化すれば、濃度既知の標準液を用いて信号強度と成分濃度を関係づけることが可能であるので、検量線(溶液)を作成して装置の校正(化学的校正)がなされる。共存成分が影響する場合には、検量線用標準溶液にマトリックス成分を同じように加える必要がある。

固体直接分析では、装置校正用の標準物質(Reference Material)の作製が大きな問題である。標準物質の値付けには、純粹に分析技術面からみて、より正確な定量に繋げることの出来る新しい分析技術、絶対値として正確な値が求められ原料の溶液化技術が必要である。

固体標準物質系列が利用できれば、分析処理速度及び試料処理能率が向上し、迅速性が求められる日常管理分析に利用できる。

### 3. 窯業原料

窯業原料に関する日本工業規格(JIS)を眺めてみると、代表的な規格JIS M 8852:1972、M 8853:1973(1976 改正)、M 8854:1974、M 8855:1977(1991 改正)シリーズでは、法定鉱物(鉱業法)の名称を冠した分析方法の集成であった。

これらの規格は鉱物種に適した分析方法を具体的に利用できる利点がある反面、共通的な操作の記述が重複し、規格数が多くなる難点もあった。1998年の改正で、JIS M 88xxシリーズは、以下のように鉱物名を組成名で体系化して規格が整理統合された。

共通する操作の重複した記述が避けられ、規格数も少なくなるとともに、機器分析法であるICP-AES が新たに採用された。

- ① JIS M 8852(けい石分析方法)
    - JIS M 8852:1998(セラミックス用高シリカ質原料の化学分析方法)
  - ② JIS M 8853(長石分析方法)、JIS M 8854(耐火粘土分析方法)、及JIS M 8855(ろう石分析方法)
    - JIS M 8853:1998(セラミックス用アルミノけい酸塩質原料の化学分析方法)
  - ③ JIS M 8533 でカバーできない部分、即ち、アルミナ分が50 mass%以上含む高アルミナライト等)
    - JIS M 8856:1998(セラミックス用高アルミナ質原料の化学分析方法)
- JIS M 8853:1998による定量法のフローを図1、図2に示す。

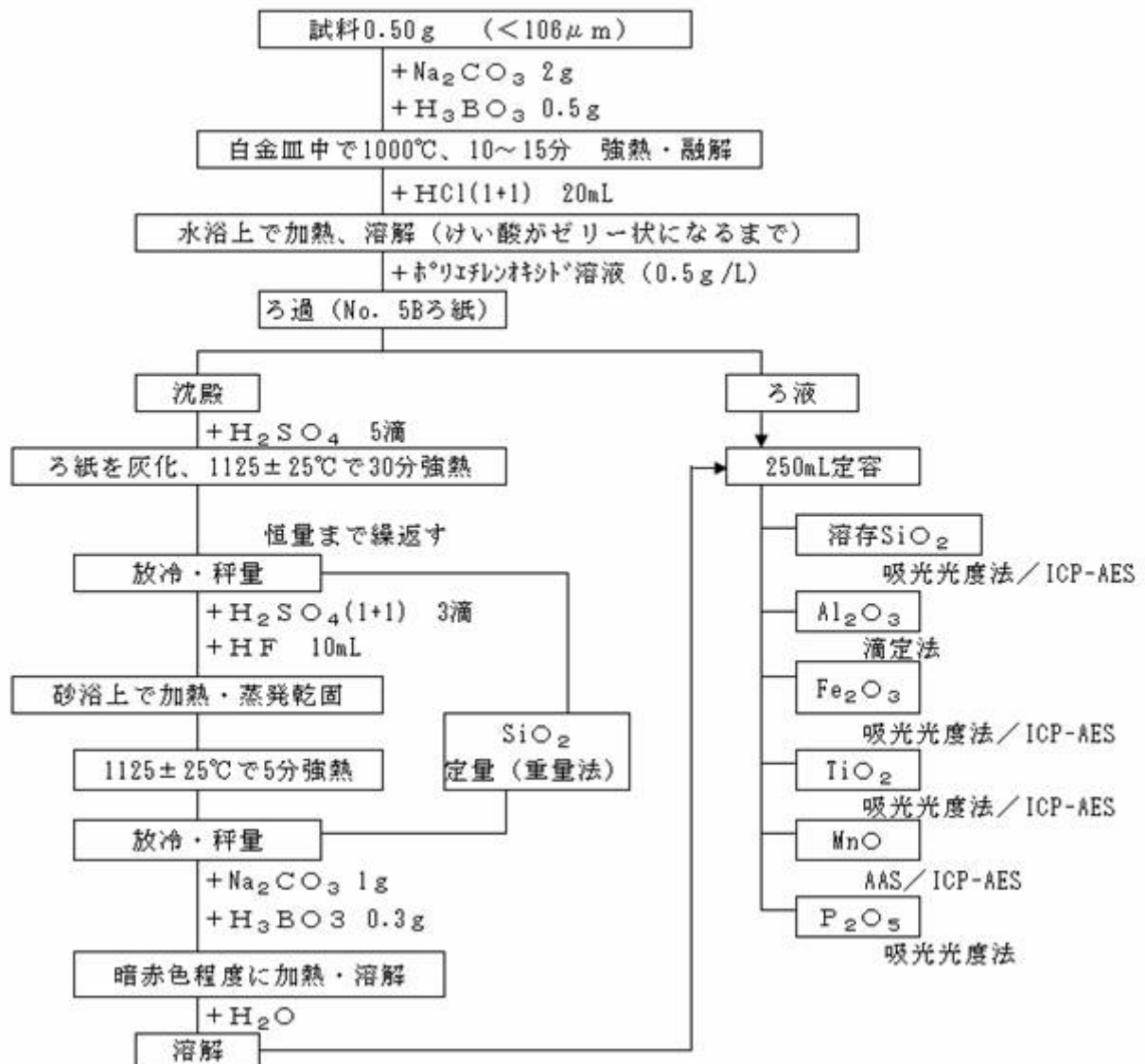


図1 アルミノけい酸塩中 $\text{SiO}_2$ 、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Fe}_2\text{O}_3$ 、 $\text{TiO}_2$ 、 $\text{MnO}$ 、 $\text{P}_2\text{O}_5$ 定量法

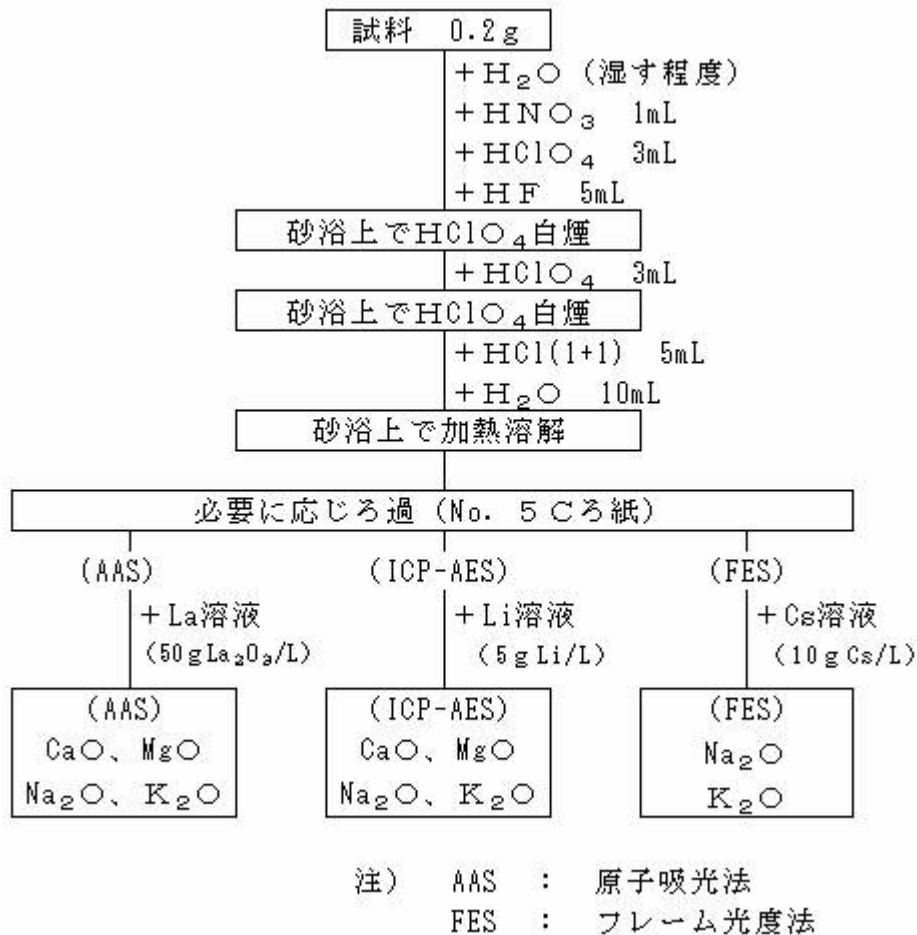


図2 アルミノけい酸塩中のCaO、MgO、Na<sub>2</sub>O、K<sub>2</sub>O定量法

分析用試料は、JIS Z 801 に規定する網ふるい106 μmを全量通過するまで粉碎し、その約5gをJIS R 3503 に規定する平型はかり瓶(60 × 30mmに薄く広げ、110±5°Cで2時間乾燥後、乾燥用過塩素酸マグネシウムデシケーター中で保存し、化学はかりを用いて、規定量を0.1mgの桁まではかりとって用いる。

#### 4. 耐火物

JIS R 2212:1998に耐火れんが及び耐火モルタルの化学分析方法、同R 2216:1995に耐火れんが及び耐火モルタルの蛍光X線方法が規定されている。

適用範囲は次の5材質である。

- ① 粘土質耐火れんが及び粘土質耐火モルタル
- ② けい石れんが及びけい石質耐火モルタル
- ③ 高アルミナ質耐火れんが及び高アルミナ質耐火モルタル
- ④ マグネシアれんが及びマグネシア質耐火モルタル
- ⑤ クロム・マグネシア質れんが及びクロム・マグネシア質耐火モルタル(クロムれんが及びクロム質耐火モルタルを含む)

JIS R 2122 には次の14 の分析項目が規定されている。

|      |                  |                                |                                |
|------|------------------|--------------------------------|--------------------------------|
| 強熱減量 | SiO <sub>2</sub> | Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> |
|------|------------------|--------------------------------|--------------------------------|

|                               |                               |                                |                  |
|-------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|------------------|
| TiO <sub>2</sub>              | MnO                           | CaO                            | MgO              |
| Na <sub>2</sub> O             | K <sub>2</sub> O              | Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | ZrO <sub>2</sub> |
| P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | B <sub>2</sub> O <sub>3</sub> |                                |                  |

JIS R 2212:1952 は、全手法が沈殿重量法といえるほど重量法を多用しており、技術的に難度が高い上、微量成分の分析精度の確保に不安があった。

分析試料あたりの分析所要時間が著しく長くなり、迅速でしかも処理能力の高い分析方法の確立が急務となっていた。

1998年の改正に際し、類似材料を分析するために極力同一分析手法を用いるとの考えから、JIS R 2212と同R 2503の統合が図られ、同時に、化学分析法の欠点ともいえる「分析処理速度」、「分析処理能率」の悪さを解消し、迅速性が求められる日常管理分析に機器分析法を用いる「相互に役割を分担し、補完しあえる分析体系の確立」が推進された。

JIS R 2216:1995は同R 2212の対象材料に、相対比較分析法である蛍光X線分析法を適用し、同等の分析精度の得られる分析方法として標準化された規格である。当然、蛍光X線分析装置の校正のための標準物質が必然であった。

5材質すべての耐火物標準物質系列が整備され、分析精度を確保する上で重要な共存成分の影響補正が規格に記述された。5系列は次のものである。

- ① 粘土質標準物質系列(JRRM 101～110:1986)
- ② けい石標準物質系列(JRRM 201～210:1987)
- ③ 高アルミナ質標準物質系列(JRRM 301～310:1988)
- ④ マグネシア質標準物質系列(JRRM 401～410:1990)
- ⑤ クロム・マグネシア質標準物質系列(JRRM 501～510:1990)

JIS R 2216 の分析項目は次の11 である。

|                   |                  |                                |                                |
|-------------------|------------------|--------------------------------|--------------------------------|
| 強熱減量              | SiO <sub>2</sub> | Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> |
| TiO <sub>2</sub>  | MnO              | CaO                            | MgO                            |
| Na <sub>2</sub> O | K <sub>2</sub> O | Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> |                                |

この規格には以下の附属書が含まれている。

- 附属書1 耐火物標準物質系列の満たすべき条件  
 附属書2～6 標準物質系列標準値

- 附属書2 粘土質(110±5°C、2時間乾燥後の試料における含有値)  
 附属書3 けい石質(同上)  
 附属書4 高アルミナ質(同上)  
 附属書5 マグネシア質(同上)  
 附属書6 クロム・マグネシア質(同上)

## 5. おわりに

日常の分析実務にとってJIS規格は欠かせない。

基本的には、5年を目途に内容が見直され、改正もされている。本稿では、国際標準化が叫ばれ、ISO 規格がそのまま直訳されてJIS 規格にされる中で湿式分析と機器分析の観点から一部のJISを眺めてみた。

JIS R 2212 と同2216 の例のように、相互に役割を分担し補完しあえる分析体系が確立され、R 2212では迅速性にとらわれなくて、より正確な定量に繋げることができ、標準物質の運用方法、試料の調製方法、蛍光X線分析測定条件などを規定し、迅速にJIS R 2212 と同等の分析精度を得る分析方法が確立された。



陽イオン交換分離法など地球環境保全面の観点からも分析技術面から、より良いと考えられる分析技術を採用して改正されている。この分野のISO 規格が極めて少ないなかで役割が大きい。

R 2212 は全112 頁という「使いやすい規格」の観点からは、改善を要する課題がなお残されている。R 2216は、粉末試料とガラスビード化した試料形態の役割の明確化(検量用、校正用、検定用)、供給量の維持、他の耐火物への適用など今後の課題がある。

#### 参考文献

- 1) 上菘義則 「セラミックス試料の前処理法・化学分析法」 分析信頼性実務者レベル講習会テキスト“セラミックス・鉬石・セメント類分析技術セミナー” (社)日本分析化学会(2002)
- 2) JIS M 8852、M 8853、M 8856、R 2212、R 2216
- 3) 平成10年度ものづくり人材支援基盤整備事業－技術・技能の客観化、マニュアル化－「ファインセラミックス製造過程における化学分析前処理技術のマニュアル化について」に係る事業報告書 中小企業総合事業団(1999)