

原子吸光法によるアルミニウムの測定

Al analysis by Atomic Absorption

はじめに

Introduction

Alは地殻中にO, Siに次いで金属元素として最も多く存在し、長石や水晶石、雲母等の鉱石に含まれます。工業的には溶融した水晶石(Na_3AlF_6)中でボーキサイト(Al_2O_3 や $\text{Al}(\text{OH})_3$ と不純物を含む鉱石)から抽出したアルミナ(Al_2O_3)を炭素電極で分解した際に陰極に析出します。Alは銀白色の軽金属で柔らかく、加工が容易なため様々な分野に用いられます。酸化被膜付アルミニウムは耐腐食性、絶縁性に優れ、コンデンサに使用されます。酸化被膜には染色が可能のため装飾や建築などにも利用されています。ジュラルミン(Cu4%, Mg0.5%, Mn0.5%)などアルミ合金は軽量で強度があることから、建築、車両、航空機、機械部品等に用いられます。Zn同様、Alは両性金属であり、酸との反応では AlCl_3 , $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$ などの三価の塩が形成され、塩基との反応ではアルミン酸塩(AlO_2^- を持つ化合物)を形成します。両性酸化物の Al_2O_3 や両性水酸化物の $\text{Al}(\text{OH})_3$ は水に不溶ですが、塩酸や水酸化ナトリウム溶液には可溶です。 $\text{Al}(\text{OH})_3$ は中性付近でコロイドとなり表面にイオンや汚れの成分を吸着して沈殿する性質があるため水の清澄剤に用いられています。また、胃酸を中和する制酸剤などの医薬品にも使用されます。胃潰瘍の治療薬であるスクラルファート(Alとショ糖の

錯体)は胃や腸の粘膜の蛋白質と結合して患部を覆い保護するだけでなく、ペプシンなどと結合して、その作用を抑制する働きがあります。アルミナの天然結晶であるコランダムは、その硬さから金属やガラスなどの研磨剤として用いられます。また、宝石として青色コランダム(FeやTiの酸化物を含む)はサファイアに、赤色コランダム(Crの酸化物を含む)はルビーに加工されます。Alの塩類では化学肥料や染色等に使用される明礬(ミョウバン)があります。明礬は硫酸アルミニウムとアンモニウムやアルカリ金属の硫酸塩を混ぜて得られる $\text{MAI}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ 型の複塩で、通常、明礬といえばMのところKが占めるカリウムアルミニウム明礬を指します。

アルミニウムイオンは三価の鉄イオンと似た性質を持つため、鉄輸送蛋白質であるトランスフェリンと結合し易いことから体内にアルミニウムが過剰に入ると骨や筋肉に取り込まれ、沈着して骨の脆弱化や筋肉の萎縮硬化を、また、脳に蓄積し萎縮させアルツハイマー症を引き起こすと考えられています。

今回はAlのファーンズ測定を例に、チューブの種類と干渉抑制剤の添加による感度向上の関係、チューブの選択についてご紹介します。

M.Takasaka

アルミニウムの基礎データ

Basic data of Al

原子量	26.982
融点	660.37
沸点	2467
酸化数	+1 気相の AlCl +3 Al_2O_3 , $\text{Al}(\text{OH})_3$, AlCl_3
溶解度	$\text{AlCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 41.1 g/100 g水 (15) $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ 36.2 g/100 g水 (20)
参考	元素111の新知識, 理化学辞典等

アルミニウムの測定波長

Wavelength of Al

	感度比
309.3	1.0
396.2	0.86
237.2	0.2

ファーンズ測定例

Furnace analysis of Al

高沸点のカーバイド(炭化物)を生成し易いAlやCa, Si等のファーンズ測定では、一般的に、高密度チューブよりもカーバイドが生成し難いパイロ化チューブを使用の方が高感度の分析を実現できます。ただ、チューブの種類により干渉の受け易さが異なるため、サンプルの組成や濃度によっては高密度チューブが適する場合もあり、測定に先がけてチューブ選択の検討が必要になります。通常、まず添加回収試験を行い、その回収率から最適なチューブを選びます。干渉抑制剤を使用する際にもチューブの種類によって感度向上や干渉抑制の効果が異なってくるため回収率と併せて確認が必要です。ここでは高密度チューブとパイロ化チューブについて、干渉抑制剤として硝酸マグネシウム200 ppmを10 μL 添加した場合と無添加の場合の検量線をFig.1~4に示します。いずれも20 ppb Alの注入量を最大10 μL としてTable 1の加熱条件で測定しました。干渉抑制剤を添加した場合の増感率は、高

密度チューブよりもパイロ化チューブの方が大きく、感度の点では総じてパイロ化チューブの使用が望ましいことが分かります。ただ、硝酸マグネシウムによる増感効果も干渉の一つと見ることができ、その点からはパイロ化チューブの方が干渉の影響をより受け易い側面があるとも言えます。

Table 1 加熱条件
Heat Condition

温度 ()	時間 (秒)	加熱モード	ガス流量 (L/min)
150	20	RAMP	0.1
250	10	RAMP	0.1
800	10	RAMP	1.0
800	10	STEP	1.0
2500	3	STEP	0.0
2600	2	STEP	1.0

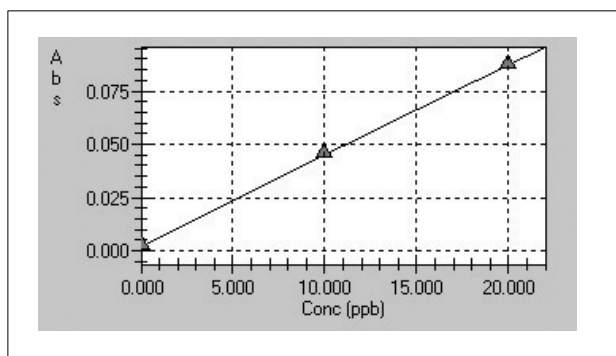


Fig.1 検量線(高密度 添加剤無し)
Calibration Curve (High density, No addition)

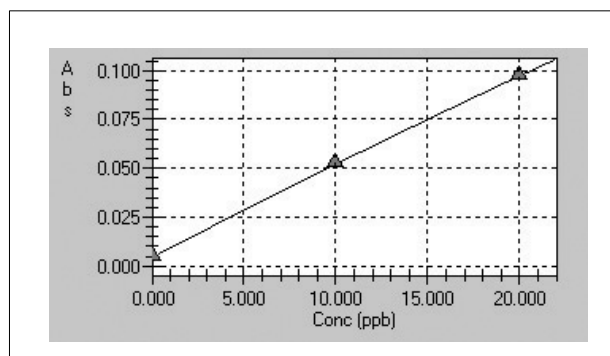


Fig.2 検量線(高密度 添加剤あり)
Calibration Curve (High density, Addition)

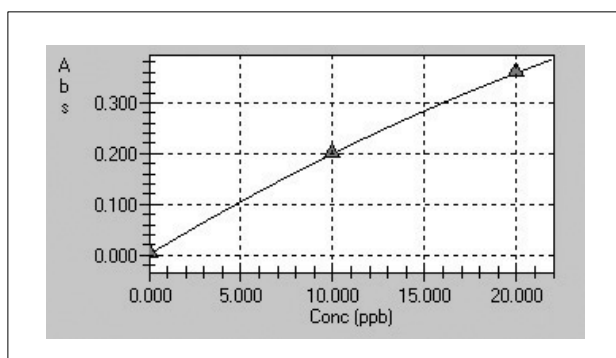


Fig.3 検量線(パイロ 添加剤無し)
Calibration Curve (Pyro, No addition)

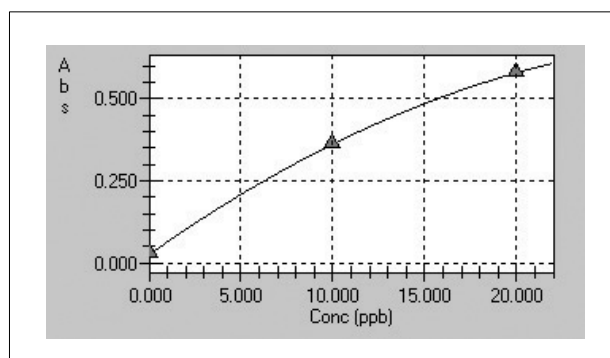


Fig.4 検量線(パイロ 添加剤あり)
Calibration Curve (Pyro, Addition)

まとめ

Conclusion

Alは地殻中に多く含まれるため、測定に際して環境からの汚染を受け易い元素です。また、Alはガラス成分の一つであるため、Alの微量測定ではガラス製器具の使用をできるだけ避ける必要があります。共存物としてAlを含んだ試料のファーンレス測定においてAl由来のバックグ

ラウンドが問題となる場合、チューブの違いによるAlの感度差から高密度チューブを用いる方がパイロ化チューブを用いるよりAlのバックグラウンドの低減に効果的な場合があります。