キシレノールオレンジおよびメチルチモブルー によるトリウムの吸光光度定量法*

小 友 允**

キシレノールオレンジ(XO)およびメチルチモブルー(MTB)を発色剤とする微量のトリウム(IV)の吸光光度定量法を確立し、あわせて、生成する錯体の組成および生成定数を求めた。これらの錯体の吸収曲線、吸光度とpHとの関係、試薬添加量の影響および呈色の安定性などの基礎的な条件を検討して最適定量条件を定めた。この結果、1:2(トリウム:試薬)錯体の生成を利用すれば、XOおよびMTBによってそれぞれ0.2~2.8 ppm(pH 4.1)および0.4~4.0 ppm(pH 4.3)の範囲でベールの法則に従う検量線が得られることがわかった。検量線から求めたモル吸光係数はそれぞれ、77,000(568 m μ)および39,400(568 m μ)であり、また感度はそれぞれ0.003および0.006 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ であって、これらの試薬はトリウムに対してきわめて感度の高い発色剤である。

次に、連続変化法によって、生成する錯体の組成を求めた結果、溶液の酸性度によって、トリウムはこれらの試薬と1:1および1:2(トリウム:試薬)の2種の錯体を生成することがわかった。さらに上の結果から1:2錯体の生成定数を計算した。

1 緒 言

キシレノールオレンジおよびメチルチモブルーは多くの多価金属イオンと反応して着色錯体を生成するが、それらの反応がきわめて鋭敏であるので、キレート滴定における金属指示薬のみならず、光度定量法における発色剤としても広く使用されている。著者は、これらの反応のなかで、トリウム(IV)との反応が最も鋭敏であって、生成する錯体のモル吸光係数がきわめて大きいことを認めたので、これらの反応を微量のトリウムの吸光光度定量法に応用する目的で、その基礎的な条件について検討した。キシレノールオレンジによるトリウムの光度定量法については、すでにLi¹⁾およびBuděšínský²⁾によって報告され、また、Rezác³⁾およびPalatry⁴⁾はそれぞれトリウム-キシレノールオレンジ錯体の退色を利用するフッ素イオンおよび硫酸イオンの間接定量法について報告しているが、著者は定量条件においても、また生成する錯体の組成についても、これらの報告と異なる結果を得たのでここに報告する。

2 試薬および装置

2.1 試 薬

トリウム標準液: メルク社製硝酸トリウム(IV)の硝

* この研究は弘前大学文理学部化学教室において行なわれたものである。

** 八戸工業高等専門学校: 八戸市田面木

酸酸性溶液に過酸化水素を加えて過酸化物を沈殿させ、乾燥、強熱して酸化トリウムとしたものを濃硝酸に溶かし、水でうすめて約0.01Mトリウム溶液とした。この溶液は約0.2M硝酸酸性である。これをキシレノールオレンジを指示薬とするキレート滴定法⁵⁾によって標定した。必要に応じてこの溶液を水でうすめて使用した。

キシレノールオレンジおよびメチルチモブルー(以下XOおよびMTBと略記)溶液: ドータイトXOおよびドータイトMTB試薬(いずれも2ナトリウム塩、分子量はXOがC₃₁H₃₀O₁₃N₂S·Na₂として716.7, MTBはC₃₇H₄₂O₁₃N₂S·Na₂として800.9)を80°Cで乾燥し、そのまま精ひょうして水に溶かした。

酢酸塩緩衝液: 0.25Mの酢酸および0.25Mの酢酸ナトリウム溶液を用いて所定のpH値に調節し、その10mlずつを使用した。

2.2 装 置

吸光度の測定: 日立EPV-2型分光光度計, 1cmセルを使用した。

pHの測定: 日立EHP-1型ガラス電極pHメーターを使用した。

3 実験および結果とその考察

3.1 吸収曲線

3.1.1 トリウム-XO錯体 44 μg のトリウムを含む溶液に $1.0 \times 10^{-3}M$ XO溶液2.4mlを加え、これに種々のpH値の緩衝液を添加し、全容を25mlとしたのち、試薬ブランク溶液を対照として吸光度を測定した。結果をFig. 1に示す。これらの吸収曲線はpHの変化

によって著しく形状を異にすることがわかる。これは、pH 5 以下では、XO の吸収曲線は 450~600 m μ の間ではほとんど変わらないことからみれば、トリウムとXOとの間には pH によって組成の異なる錯体が生成することを示している*。pH 4 付近で生成する錯体は吸光度が最も高く、また、吸収曲線の形状にもほとんど変化がみられないので、トリウムの定量にはこの pH 領域で生成する錯体を利用することにした。この場合、着色溶液は 568 m μ に吸収の極大をもつ吸収曲線を与える。

Fig. 1 Absorption curves of XO and its thorium complex at various pH values

I: $9.6 \times 10^{-5} M$ XO; Reference, water; pH 2.0~4.5
II~VI: Th, 44 μg ; XO, $9.6 \times 10^{-5} M$; Reference, reagent blank; II, pH 1.1; III, pH 2.0; IV, pH 3.0; V, pH 4.0; VI, pH 5.0

3.1.2 トリウム-MTB 錯体 85.6 μg のトリウムおよび $1.0 \times 10^{-3} M$ MTB 溶液 2.6 ml を含む溶液の pH を種々の値に保ち、全容を 25 ml として試薬ブランク溶液を対照にして吸光度を測定して Fig. 2 に示したような吸収曲線を得た。この場合にも、pH の変化によって吸収極大波長が移動するのがみられ、pH 3 以下では 595~600 m μ 付近に、pH 3.5~5 では 585 m μ 付近に吸収の極大がみられるが、pH 6 以上では対照液の吸収変化のためにさらに短波長側に移動することがわかる。Fig. 3 からわかるように、トリウム-MTB 錯体の場合には、一定 pH 値において試薬添加量を変化させたときにも吸収極大波長の移動がみられる。Fig. 3 は、トリウム 85.6 μg を用いたときの結果であるが、吸収極大波長は MTB 溶液の添加量によって、585 m μ から 580 m μ 付近まで、吸光度の減少を伴いながら徐々に短波長側に移動することがわかる。また、568 m μ には明

りょうな等吸収点が認められる。したがって、吸光度の測定は主として 568 m μ において行なった。

Fig. 2 Absorption curves of thorium-MTB complex at various pH values

Th: 85.6 μg ; MTB: $1.05 \times 10^{-4} M$;
Reference: reagent blank;
pH—I: 2.0, II: 3.1, III: 3.5, IV: 3.8~4.8
V: 5.5, VI: 7.0

Fig. 3 Absorption curves of mixtures of thorium and MTB at pH 4.3

MTB concn.—I: $1.05 \times 10^{-4} M$, II: $0.53 \times 10^{-4} M$,
III: $0.74 \times 10^{-4} M$, IV: $1.05 \times 10^{-4} M$, V: $1.58 \times 10^{-4} M$,
VI: $2.63 \times 10^{-4} M$; Th: 85.6 μg , Reference: water

3.2 pH の影響

トリウム-XO およびトリウム-MTB 錯体を含む溶液の吸光度 (試薬ブランク対照) と pH との関係を調べ、Fig. 4 および 5 に示したような結果を得た。これらの結果から、トリウム-XO 錯体の場合には pH 3.9~4.3 の範囲で**、また、トリウム-MTB 錯体の場合には pH 4.0~4.5 の範囲で、それぞれ最高の吸光度が得られることがわかる。

** トリウム-XO 錯体は、Buděšínský によれば pH 2.7~3.3 の範囲で、また、Li によれば pH 2.5~3.5 の範囲で最高の吸光度を与えると報告されているが、大西²⁾は pH 4 付近で最高の吸光度を与えることを認めている。

* Li²⁾ および Buděšínský²⁾ は、このような pH による吸収曲線の形状の変化については触れていない。

Fig. 4 Effect of pH on absorbance of thorium-XO complex

Th: 42.5 μ g, XO: $8.0 \times 10^{-5} M$,
Reference: reagent blank, Wavelength: 568 $m\mu$

Fig. 5 Effect of pH on absorbance of thorium-MTB complex

Th—I, II: 41.3 μ g, III, IV: 82.6 μ g;
MTB: $1.05 \times 10^{-4} M$; Reference: reagent blank;
Wavelength—I, III: 568 $m\mu$, II, IV: 585 $m\mu$

Fig. 6 Effect of amount of XO on absorbance of thorium-XO complex

Th: 46.4 μ g, pH: 4.1,
Reference: reagent blank, Wavelength: 568 $m\mu$

3.3 試薬添加量の影響

3.3.1 トリウム-XO 錯体 Fig. 6 に示したように、トリウム 46.4 μ g に対しては $2.0 \times 10^{-4} M$ XO 溶液 3~6 ml を加えれば、最高かつほぼ一定の吸光度が得られる。しかし、XO 溶液 6 ml 以上では、添加量の増加に従ってしだいに吸光度が減少する傾向がみられる。また、Fig. 6 から、トリウムと XO との間には 1:2 (トリウム:試薬) 錯体が生成することが推定できる。

3.3.2 トリウム-MTB 錯体 トリウム 85.6 μ g を含む溶液について、568 および 585 $m\mu$ において吸光度を測定した。Fig. 7 から、585 $m\mu$ における吸光度は MTB 溶液の添加量とともにしだいに減少するが、568 $m\mu$ におけるそれは $1.0 \times 10^{-3} M$ MTB 溶液 1.3~5 ml の間ではほぼ一定であることがわかる。

Fig. 7 Effect of amount of MTB on absorbance of thorium-MTB complex

Th: 85.6 μ g, pH: 4.3, Reference: water
Wavelength—I: 568 $m\mu$, II: 585 $m\mu$

3.4 呈色の安定性

トリウム-XO 錯体はきわめて安定であり、溶液調製後少なくとも 48 時間は吸光度に全く変化がみられなかった。トリウム-MTB 錯体は溶液調製後 60 分までは放置時間とともに吸光度が徐々に増加するが、それ以後は長時間にわたって一定の吸光度が得られる。したがって、MTB を用いるトリウムの定量においては、溶液調製後約 60 分間放置してから吸光度を測定することにした。

3.5 検量線

3.1~3.4 の結果を総合し、最適発色条件において検量線を作成した。これらの結果を Fig. 8 に示した。XO および MTB を発色試薬とすると、検量線はそれぞれ、トリウム 5~70 μ g (0.2~2.8 ppm) および 10~

100 μg (0.4~4.0 ppm) の範囲でベールの法則に従うことがわかる。検量線から求めたモル吸光係数は、568 $\text{m}\mu$ においてそれぞれ 77,000 および 39,400 であり、また、吸光度 0.001 に相当する感度はそれぞれ 0.003 および 0.006 μg トリウム/ cm^2 である。これらの結果から、XO および MTB はこれらと反応する金属イオンのなかで、トリウムイオンに対して最も鋭敏に作用することがわかる。

Fig. 8 Calibration curves for the determination of thorium with XO and MTB

I : Determination with XO; XO $3.6 \times 10^{-5} M$, pH 4.0, Wavelength 568 $\text{m}\mu$
 II : Determination with MTB; MTB $1.05 \times 10^{-4} M$, pH 4.3, Wavelength 568 $\text{m}\mu$

次に、トリウムのおもな発色試薬について、錯体のモル吸光係数または感度を比較すると、Table I のようになり、大西⁷⁾によって報告された Arsenazo III 法には及ばないが、XO および MTB はともにトリウムの発色試薬としてきわめて高い感度をもっていることがわかる。

Table I Comparison with other reagents

Reagent	Molar extinction coefficient	Sensitivity ($\mu\text{g}/\text{cm}^2$)
Xylenol Orange	77,000 (568 $\text{m}\mu$)	0.003
Methylthymol Blue	39,400 (568 $\text{m}\mu$)	0.006
Thorin ⁸⁾		0.03 (545 $\text{m}\mu$)
Neo-thorin ⁸⁾		0.02 (600 $\text{m}\mu$)
Quinarizarin ⁹⁾		0.02 (590 $\text{m}\mu$)
Naphthazarin ¹⁰⁾	22,400 (620 $\text{m}\mu$)	0.01
Quercetin ¹¹⁾	33,000 (422 $\text{m}\mu$)	0.007
Eriochrome Black T ¹²⁾	35,000 (700 $\text{m}\mu$)	0.004
Solochrome Fast Red ¹³⁾	13,900 (490 $\text{m}\mu$)	0.017
Arsenazo III ⁷⁾	130,000 (665 $\text{m}\mu$)	

3.6 共存イオンの影響

3.6.1 陰イオンの影響 XO および MTB のいずれを発色試薬として用いたときにも、塩化物、硝酸塩、硫酸塩などはモル比でトリウムの 1000~2000 倍程度過剰に存在しても全く影響がみられなかった。しかし、フッ化物、シュウ酸塩、リン酸塩、酒石酸塩などはそれぞれ 0.4, 0.4, 0.1, 0.6 μmol 以上存在すれば、トリウム 35 μg に対して 3% 以上の負誤差を与え、NTA や EDTA などのキレート試薬は微量存在しても著しい負誤差を与えることがわかった。Palatry⁴⁾ は pH 1.4 付近で生成するトリウム-XO 錯体の退色を利用した硫酸イオンの間接光度定量法を報告しているが、pH 4 付近で生成するトリウム-XO 錯体はきわめて安定であって、硫酸塩が 500 μmol 程度存在しても全く退色が認められなかった。

3.6.2 陽イオンの影響 多くの 2 価金属イオンおよび希土類元素はトリウム 30~70 μg に対して少なくとも数倍程度まではほとんど影響を与えないが、アルミニウム、ビスマス、鉄、ガリウム、タリウムなどの 3 価金属イオンや、ウラン、ジルコニウムなどの 4 価金属イオンが共存すれば著しい正誤差を与える。Cheng¹⁴⁾ は XO および MTB によるジルコニウムとハフニウムの定量法について報告している。したがって、これらの妨害イオンはあらかじめ適当な方法によって分離する必要がある。他元素からのトリウムの分離法については検討を試みなかった。

3.6.3 トリウムの発色剤としての XO と MTB との比較 XO および MTB はトリウムに対してきわめて感度の高い試薬であるが、前者は後者に比べて約 2 倍の感度をもつことはすでに 3.5 において述べた。測定波長 568 $\text{m}\mu$ における XO および MTB のモル吸光係数はそれぞれ 25 (pH 4.1) および 20 (pH 4.3) であって無視できるほどに小さく、またこれらの試薬を用いて錯体の吸光度を測定したときの再現性は Table II に示したとおりであって、再現性においてもほとんど差が認められなかった。さらに上に述べたように、定量条件の酸性度

Table II Reproducibility of two methods

No.	Th-XO at 568 $\text{m}\mu$ †	Th-MTB at 568 $\text{m}\mu$ ††
1	0.489	0.475
2	0.502	0.481
3	0.492	0.475
4	0.488	0.461
5	0.494	0.468
6	0.492	0.468
Average	0.492 (± 0.009)	0.471 (± 0.010)

† Th taken, 35.5 μg

†† Th taken, 69.5 μg

においては多くの 3, 4 価金属イオンがこれらの試薬と着色錯体を生成し、また NTA や EDTA などのキレート試薬はトリウム錯体の発色を妨げ、トリウムの定量に妨害を与える。これらの妨害の程度は XO, MTB のいずれを用いたときもほぼ同じであって、選択性に関しても優劣の差がみられなかった。以上のことから、トリウムに対する発色試薬としては感度の点においてだけ XO が MTB にまさっているといえることができる。

4 錯体の組成

3.1 で述べたように、トリウム-XO およびトリウム-MTB 錯体の吸収曲線は、いずれも pH の変化によって吸収の極大波長が移動するのがみられる。これらは pH 値によって組成の異なる錯体が生成することを示すものであり、よって、連続変化法を適用して pH 値によるこれらの錯体の組成の変化を調べた。

Fig. 9 Method of continuous variations applied at pH 2.0

$[\text{Th}] + [\text{XO}] = 4.0 \times 10^{-5} M$
Wavelength—I: 590m μ , II: 580m μ ,
III: 540m μ , IV: 570m μ , V: 560m μ

Fig. 10 Method of continuous variations applied at pH 3.0

$[\text{Th}] + [\text{XO}] = 4.0 \times 10^{-5} M$
Wavelength—I: 590m μ , II: 540m μ ,
III: 550m μ , IV: 580m μ , V: 570m μ

4.1 トリウム-XO 錯体の組成

(トリウム+XO) の濃度を $2.0 \times 10^{-5} M$ または $4.0 \times 10^{-5} M$ に保ち、pH を種々変えて連続変化法を適用した。pH を 2~5 に調節したときに得られる結果を Fig. 9~12 に示した。pH 2.0 (Fig. 9) においては、モル比 0.5 の位置で最高の吸光度が得られるので、トリウムと XO との間には主として 1:1 の錯体が存在するが*、pH 3.0 (Fig. 10) においてはモル比 0.4 付近で最高の吸光度が得られるので、この場合には 1:1 と 1:2 錯体の混合物が生成することを示している。さらに、pH 4.0 (Fig. 11) および pH 5.0 (Fig. 12) においては、

Fig. 11 Method of continuous variations applied at pH 4.0

$[\text{Th}] + [\text{XO}] = 2.0 \times 10^{-5} M$
Wavelength—I: 600m μ , II: 540m μ , III: 580m μ ,
IV: 570m μ

Fig. 12 Method of continuous variations applied at pH 5.0

$[\text{Th}] + [\text{XO}] = 2.0 \times 10^{-5} M$
Wavelength—I: 600m μ , II: 540m μ , III: 550m μ ,
IV: 580m μ , V: 570m μ

* トリウム-XO 錯体(トリウム-MTB 錯体)の場合には長波長側(短波長側)で吸光度を測定すると、最高の吸光度が得られるモル比が 0.5 よりも若干低モル比側に移動する。

いずれもモル比 0.33 付近で最高の吸光度が得られ、1:2 錯体が生成していることがわかる。これらのことから、トリウムは XO と反応して 1:1 および 1:2 の 2 種の錯体を生成し、前者は pH 2 以下で、また、後者は主として pH 4 以上で存在するということができる。なお、pH 4.0 で生成する錯体については、さらにモル比法および傾斜比法を適用したが、いずれも明らかに 1:2 錯体が生成することを示した。

金属イオンと XO との間には、pH によって 1:1 および 1:2 錯体が生成しうことはすでに Babko ら¹⁵⁾、石渡ら¹⁶⁾ および著者¹⁷⁾ によって報告され、また、ウラン (IV) についても 1:1 錯体²⁾ のほかに 1:2 錯体¹⁸⁾ が存在することが報告されているが、ウラン (IV) とトリウム (IV) との化学的性質の類似点からみて、トリウムと XO との間にも 1:2 錯体が生成しうものと考えられる。

4.2 トリウム-MTB 錯体の組成

(トリウム+MTB) の濃度を $4.0 \times 10^{-5} M$ に保ち、pH 2~5.5 において連続変化法を適用し、Fig. 13~16

Fig. 13 Method of continuous variations applied at pH 2.0

$$[\text{Th}] + [\text{MTB}] = 4.0 \times 10^{-5} M$$

Wavelength—I: 560m μ , II: 580m μ , III: 600m μ

Fig. 14 Method of continuous variations applied at pH 3.0

$$[\text{Th}] + [\text{MTB}] = 4.0 \times 10^{-5} M$$

Wavelength—I: 560m μ , II: 580m μ , III: 600m μ

に示したような結果を得た。すなわち、pH 2.0 (Fig. 13) においては主として 1:1 錯体が生成し、pH 3.0 (Fig. 14) においては 1:1 および 1:2 錯体の混合物を、pH 4.3 (Fig. 15) においては主として 1:2 錯体を、さらに、pH 5.5 (Fig. 16) においては 1:2 錯体を生成することがわかる。

Fig. 15 Method of continuous variations applied at pH 4.3

$$[\text{Th}] + [\text{MTB}] = 4.0 \times 10^{-5} M$$

Wavelength—I: 550m μ , II: 570m μ , III: 590m μ

Fig. 16 Method of continuous variations applied at pH 5.5

$$[\text{Th}] + [\text{MTB}] = 4.0 \times 10^{-5} M$$

Wavelength—I: 570m μ , II: 590m μ

4.3 1:2 錯体の生成定数

4.1 および 4.2 の結果だけからは 1:1 錯体の生成定数を求めることができないので、1:2 錯体の生成定数のみを求めた。すなわち、Fig. 11 および Fig. 16 を用い、Harvey および Manning¹⁹⁾ の方法に従ってそれぞれの錯体のみかけの生成定数を求め、さらに、トリウム-XO 錯体については Buděšínský ら²⁰⁾ の方法に従って真の生成定数 (安定度定数) を計算した。これらの結果をまとめて Table III に示した。

Table III Formation constants of 1 to 2 complexes at 25°C

	Th-XO complex	Th-MTB complex
Apparent formation constant†	3.6×10^{11} (pH 4.0)	3.7×10^{15} (pH 5.5)
True formation constant† (Stability constant)	3.0×10^{16}	

† An ionic strength was about 0.1.

終わりに、本研究にあたって終始ご指導を賜った弘前大学外崎巧一教授、ならびに研究成果について私信を寄せられた日本原子力研究所大西 寛博士に深謝する。

(昭和 36 年 10 月, 昭和 37 年 10 月, 日本化学会東北支部地方大会において講演)

文 献

- 1) L.-H. Li : *K'o Hsueh T'ung Pao*, **1961**, 43 ; *Chem. Abstr.*, **58**, 13131 (1963).
- 2) B. Buděšínský : *Collection Czech. Chem. Commun.*, **27**, 226 (1962).
- 3) Z. Rezac, J. Ditz : *Z. Anal. Chem.*, **186**, 424 (1962).
- 4) V. Palatry : *Talanta*, **10**, 307 (1963).
- 5) 上野景平: “キレート滴定法”, p. 313 (1960), (南江堂).
- 6) 大西 寛: 私信 (1961).
- 7) 大西 寛: 本誌, **12**, 1153 (1963).
- 8) 日本化学会: “化学便覧”, p. 1090 (1958), (丸善).
- 9) P. Purushottam : *Z. Anal. Chem.*, **145**, 245 (1955).
- 10) T. Moeller, M. Tecotzky : *Anal. Chem.*, **27**, 1056 (1955).
- 11) O. Menis, D. L. Manning, G. Goldstein : *ibid.*, **29**, 1426 (1957).
- 12) P. F. Lott, K. L. Cheng, B. C. H. Kwan : *ibid.*, **32**, 1702 (1960).
- 13) J. Korkisch, G. E. Janauer : *ibid.*, **33**, 1930 (1961).
- 14) K. L. Cheng : *Anal. Chim. Acta*, **28**, 41 (1963).
- 15) A. K. Babko, M. I. Shtokalo : *Ukr. Khim. Zh.*, **27**, 396 (1961) ; *Chem. Abstr.*, **56**, 8286 (1962).
- 16) 石渡名澄, 永井 斉, 樋田行雄: 本誌, **12**, 603 (1963).
- 17) M. Otomo : *Bull. Chem. Soc. Japan*, **36**, 809 (1963) ; **38**, No. 4, No. 5 (1965).
- 18) M. Otomo : *ibid.*, **36**, 140 (1963).
- 19) A. F. Harvey, Jr., D. L. Manning : *J. Am. Chem. Soc.*, **72**, 4488 (1950).
- 20) J. Körbl, R. Pribil : *Chem. Listy*, **52**, 601 (1958).

☆

Spectrophotometric determination of thorium (IV) with Xylenol Orange and Methylthymol Blue. Makoto OTOMO (Hachinohe Technical College, Hachinohe, Aomori)

Sensitive reactions of thorium(IV) with Xylenol Orange(XO) and Methylthymol Blue(MTB) were applied to the spectrophotometric determination of thorium. The effects of pH, the amount of reagent, and the standing time on the color development were investigated, and the optimum conditions for the determination were established. When 1 to 2 complexes between thorium and the reagents are used, 0.2 to 2.8 ppm and 0.4 to 4 ppm of thorium can be determined with XO and with MTB, respectively.

It was found by applying the method of continuous variations that thorium(IV) reacted with XO and MTB to form two complexes, 1 to 1 and 1 to 2 (metal to reagent), depending on the pH of the solution. The apparent and the true formation constants of 1 to 2 complexes were calculated.

(Received Oct. 17, 1964)

アリザリンコンプレクソンによる海水中のフッ素の定量

村上 敏治, 上杉 勝弥*

アリザリンコンプレクソンによるフッ素の吸光光度定量について検討し、海水中のフッ素の定量に適用する条件について検討した。pH 4.7 でアリザリンコンプレクソンおよびランタンの $2 \times 10^{-3} M$ 溶液を同量用いて 10 倍に希釈し、610 mμ における吸収を測定して 0.1~1 ppm のフッ素を定量できる。塩化ナトリウム、硫酸ナトリウム、塩化カルシウム、塩化マグネシウムなど多くの物質が妨害するが、アセトン 20% 添加すればこれらの妨害はほとんど除かれ、かつ、感度が約 45% よくなる (分子吸光係数: 12,800)。

海水およびかん水中のフッ素を定量し、海水には 1.1~1.2 mg/l (chlorinity 17~18‰), かん水には 7°Bé で 2.3 mg/l, 13°~15°Bé のかん水で 5.1~5.9 mg/l の値を得た。

* 姫路工業大学化学教室: 姫路市伊伝居