

## A-1

## 千葉県のかん水とヨウ素を使った実験教材開発

## ヨウ素の溶解性と酸化還元滴定

## The educational material of chemical experiments utilized iodine and natural gas brine from Chiba

## ~ Redox titration and solubility test of iodine ~

○井上みどり

\*Midori Inoue

Abstract: Chiba prefecture produces natural gas brine, ancient sea water which has iodide ion about 2000 more than ordinal sea water. In this study, I developed the educational material of chemical experiments for high school students utilized iodine and the brine by which they can learn the importance of iodine from the aspect of the local industry of Chiba, the issue of iodine deficiency disorders in foreign countries and the usage in medical and industrial section. This material consists of three chemical experiments which are the quantitative analysis of iodide ion in the brine, the redox titration of various iodine solutions with sodium thiosulfate, the oxidization reaction of vitamin C with iodine. I am convinced that high school students clearly understand the brine and redox reaction via this material.

**1. はじめに**

千葉県の九十九里地域に広がる南関東ガス田には、メタンガスを含む水溶性天然ガスが産出する。これは比較的浅い地下にあり、ヨウ素を高濃度に含んだ古代海水でかん水と呼ばれる。日本はかん水からヨウ素を生産し世界各国に輸出し生産量がチリに次ぎ世界2位である。ヨウ素は日本では数少ない輸出資源である。

千葉県の地場産業に高校生が関心を持ち、地域の特性を知り、化学が実生活と密接な関係があることを学び化学への興味関心を高める。高校化学では重要な分野である酸化還元の学習を目的に、かん水とヨウ素を使った高校化学実験を開発した。

**2. 実験器具・試薬**

分液ロート・ビーカー・マイクロピペット・紫外可視分光光度計・振とう機・

かん水（伊勢化学工業一之宮工場提供）・KI・チオ硫酸ナトリウム水溶液・デンプン水溶液・ヘキサン・四塩化炭素・クロロホルム・ジエチルエーテル・ベンゼン・硫酸・過酸化水素水・PVP・イソジン・ヨードチンキ

**3. 実験方法**

実験1 かん水中のヨウ化物イオンの確認

かん水中にヨウ化物イオンが含まれることをヨウ素を抽出した溶媒の色で確認し吸光光度を測定し定量を行う。

10倍に希釈したかん水 10 ml を分液ロートに取り 4.5 mol/L 硫酸 1 ml, 3% 過酸化水素水 1 ml を加えて混合し 5 分間放置する。かん水中のヨウ化物イオンを

ヨウ素に酸化する。次に四塩化炭素、クロロホルム、ヘキサン、ベンゼン、ジエチルエーテルなどの水に不溶性の無極性溶媒 5 ml を入れ、ヨウ素単体を抽出する。無極性溶媒にヨウ素が溶解すると溶媒によって異なる呈色を示す。ヘキサンでは紫色、ジエチルエーテルでは褐色、四塩化炭素・ベンゼンでは赤色を呈色することでヨウ素を確認できる。



① ② ③ ④ ⑤

図1 かん水中の溶媒抽出

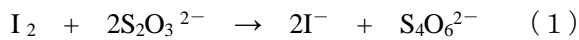
①四塩化炭素②クロロホルム③ヘキサン④ベンゼン⑤ジエチルエーテル

次に三ヨウ化物イオンの吸光度測定を行う。0.05 mol/L 硫酸 5 ml を加えて振り混ぜ 有機層を洗浄する。有機層を別の分液ロートに分液し、0.5 mol/L ヨウ化カリウム水溶液 10 ml を加えて 30 秒間振り混ぜ約 5 分間静置し有機層を捨て水層を波長 350 nm で吸光度を測定する。

実験2 チオ硫酸ナトリウム水溶液による酸化還元滴定

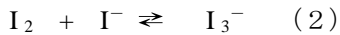
ヨウ化物イオンの還元性を知り、酸化還元滴定を学習するために、ヨウ素ヨウ化カリウム水溶液、ヨウ素エタノール水溶液、ポピドンヨード (PVPI) 水溶液をチオ硫酸ナトリウム水溶液で滴定をする。

約 0.05 mol/L ヨウ素ヨウ化カリウム水溶液 10 ml または 0.02 mol/L ヨウ素エタノール溶液または PVPI 水溶液 10 mL をコニカルビーカーに取る。0.10 mol/L チオ硫酸ナトリウム水溶液をビュレットに入れ、酸化還元滴定を行い、終点近くでヨウ素の茶色が薄くなった時にデンプン水溶液を添加する。ヨウ素デンプン反応の青紫色が消失した点を終点とする。オキシドール中の過酸化水素水の濃度測定を行う実験が一般的であるが、ヨウ素とチオ硫酸ナトリウム水溶液の酸化還元滴定は計算が分かりやすい。



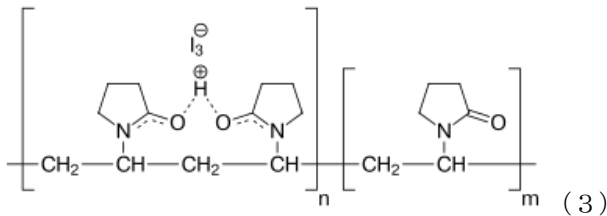
$$I_2 \text{ 物質質量} = Na_2S_2O_3 \text{ 物質質量} \times 0.5$$

ヨウ素分子は水にはほとんど溶解しないがヨウ化カリウム水溶液には反応式 (2) に従い溶解し、エタノール、ポリビニルピロリドン水溶液にも溶解する。



エタノールは親油性の炭化水素基と親水性のヒドロキシ基の両方を持つため無極性分子のヨウ素を溶解する。しかしエタノールを水で希釈し低濃度になるとヨウ素の溶解度が小さくなる。

ポリビニルピロリドンは水溶性の高分子でヨウ素と錯体を形成して溶解しポピドンヨード (3) になる。

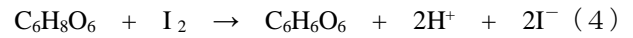


3種類の溶媒はヨウ素の溶解がそれぞれ異なる。

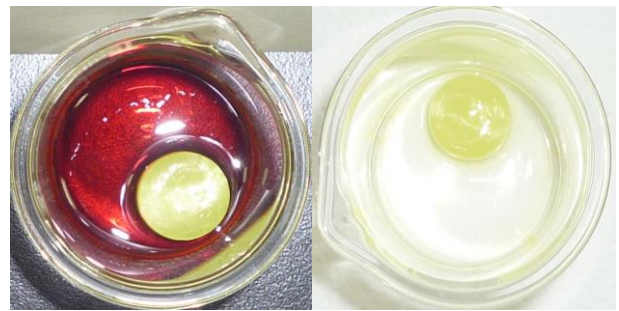
実験3 食品中のビタミンCを見つける実験

うがい薬のイソジンを使って食品中のビタミンCを確認する実験を行う。

ビタミンC (C<sub>6</sub>H<sub>8</sub>O<sub>6</sub>) はヨウ素により酸化され、このとき(4)式に従い、ビタミンCとヨウ素は1:1の物質量の比で反応する。



イソジンをビーカーに取りビタミンCの飴や飲料を加えるとヨウ素が還元されて茶色が消失する。ビタミンCがペット茶などに酸化防止の目的で添加されていることがわかる。また酸化還元反応が酸素のやり取りから電子の授受に高校では発展するが、生徒にとっては理解が難しい。色変化を確認することで実感できる。



(左) 直後 (右) 5分後

図2 イソジンとビタミンC 飴の酸化還元反応

4. まとめ

ヨウ素は日本で世界2位の生産量で、その80%が千葉県で生産されている。ヨウ素が医療や工業材料として重要な原料であること、ヨウ素欠乏症に苦しむ子供達が多くいることを知り化学の学習がより身近で必要不可欠なことを実感させる。酸化還元反応が高校で電子のやり取りで定義され、生徒は理解しにくい。ヨウ素を使った酸化還元実験は色変化が明確でわかりやすい。また、うがい薬や飲料など身近な食品や薬品を実験に用いることで興味関心を高めることができる。

謝辞

かん水の提供や工場見学にご尽力いただいた伊勢化学工業株式会社一宮工場・星合様、小林様に感謝いたします。日頃ご指導いただく理工学部物質用応用化学科准教授・吉川賢治先生に感謝いたします。

本研究は中谷医工計測技術振興財団令和4年度科学教育振興【個別】助成を受けて行いました。支援に深く感謝いたします。

参考文献

- [1]内海 諭, 小高みどり, 磯崎昭徳: 分析化学, 34, 81, (1985).
- [2]竹下敦宣他: 日経サイエンス, 第52巻10号, p.117.