

# ヨウ素の製造方法とリサイクル

浅倉 聡<sup>1\*</sup>

## 1. 緒言

伊勢化学工業はヨウ素、金属化合物、天然ガスの3つの分野で高品質な製品を提供すべく日々技術力の向上を目標に生産活動をしている。特に中核事業であるヨウ素分野では、現在の主要ヨウ素製造プロセスの一つであるブローイングアウト法や球状ヨウ素 ISEFLO を開発、実用化してきた。また、ヨウ素の主要生産地である千葉県以外に宮崎県やアメリカでも生産を行っており、複数拠点から世界中にヨウ素を供給している。全世界における当社の生産量シェアは約15%、日本においては約40%の実績がある。

本日、ヨウ素の製造方法と環境を考えたリサイクルへの取組みを紹介する。



Fig.1 伊勢化学工業のヨウ素製造プロセス

## 2. ヨウ素製造プロセス

天然ガスかん水を原料としたヨウ素製造は1935年千葉県で始まり、現在の主要なプロセスは「ブローイングアウト法」と「イオン交換樹脂法」である。いずれも1960年代前半に実用化し、50年以上利用されている有用なプロセスである。

国内ヨウ素メーカーのヨウ素原料は地下に眠る天然ガス付随かん水である。かん水が地中に出ると溶解していた天然ガスが気化する。このうち、天然ガスは工場や一般家庭へ、かん水はヨウ素製造工場へ運ばれる。かん水は海水に類似した組成ながら、海水の約2,000倍のヨウ素イオンが溶存している。この多種多様な不純物を含むかん水からヨウ素のみを抽出するプロセスがヨウ素製造プロセスにおけるコアテクノロジーとなっている。

### 2-1. ブローイングアウト法

一つ目の主要プロセスである「ブローイングアウト法」とは、ヨウ素の昇華性を利用してかん水からヨウ素のみを気散分離させる製造法であり、大量のかん水の連続処理に適している。まず、かん水に酸化剤を加えてヨウ素イオンをヨウ素分子として遊離させ、放散塔内で気散させる。ブローにより気散したヨウ素ガスを吸収塔へ送り、還元剤によりヨウ素イオンとして還元吸着し、高濃度ヨウ素イオンを含む吸収液を得ることができる。

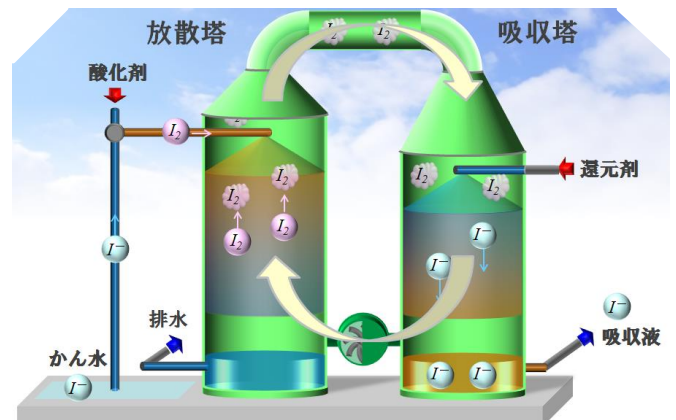
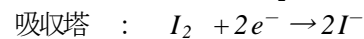
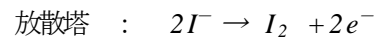


Fig.2 ブローイングアウト塔内部のモデル

### 2-2. イオン交換樹脂法

二つ目の主要プロセス「イオン交換樹脂法」はイオン交換樹脂を用いてヨウ素を選択吸着し、かん水からヨウ素のみ取り出す製造法である。かん水に酸化剤を加えヨウ素イオンを部分的に酸化し、ポリヨウ素イオン ( $\text{I}_3$ 、 $\text{I}_5$ など) とする。そして、イオン交換樹脂に通液させてポリヨウ素イオンを吸着させる。ポリヨウ素イオンが吸着したイオン交換樹脂は脱離工程を経て、高濃度ヨウ素イオン溶液である脱離液として得ることができる。

得られた高濃度ヨウ素イオン溶液（吸収液もしくは脱離液）はさらにヨウ素精製工程で固化、熔融分離、造粒プロセスを経て高純度固体ヨウ素製品として出荷される。いずれもヨウ素の持つ特性を活かしたプロセスとなっている。

### 3. ヨウ素資源循環への取組

天然資源ヨウ素の採取箇所は主に海水、海藻、かん水、鉍物に偏在している。日本では地下500~2000 mにある水溶性天然ガス鉍床から採取したかん水に100 ppm程度のヨウ素イオンが含まれている。日本のヨウ素埋蔵量は500万トンあり、可採年数は600から700年と言われている<sup>1)</sup>。これは他国に比べると圧倒的にヨウ素保有量が多いと言える。

ヨウ素需要は年率3~4%で安定して増加している。資源保有国として需要に応じて増産を行いたいが、地盤沈下に配慮してかん水汲み上げ量を制限している。そこで近年ではヨウ素メーカー各社で積極的にヨウ素リサイクルに取り組んでいる。これまではかん水を地中から採取し、ヨウ素を製造出荷し、ユーザーでの生産工程でヨウ素を利用後に無害処理・廃棄する一方通行だった。しかし、利用後の廃ヨウ素を回収し、それを原料としてヨウ素を製造することで資源の「循環」に取り組んでいる。恒常的かつリサイクル率が高い事例としてはX線造影剤、偏光膜、工業用触媒、医薬品の製造中間工程における回収ヨウ素のリサイクルである<sup>2)</sup>。

ヨウ素リサイクルには技術的課題もある。使用済みのヨウ素は様々な形態で回収される。これを分析し、適切な分離方法でヨウ素のみを回収する必要がある。また、有機ヨウ素化合物として回収される回収ヨウ素は有機物から無機物へ分解する必要がある。当然、リサイクルによるヨウ素はかん水由来のヨウ素と同等の品質が求められる。我々ヨウ素メーカーはリサイクル率向上のためユーザーと連携しながら日々研究開発を行っている。

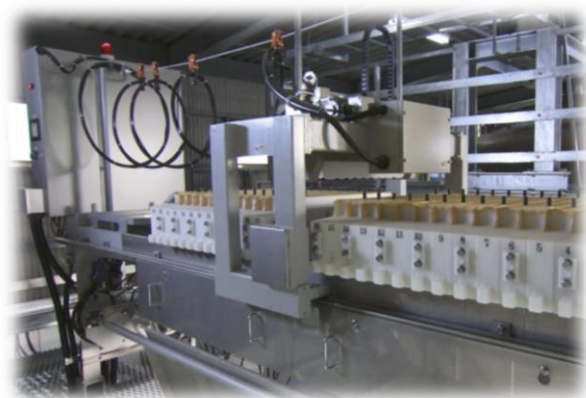


Fig.3 代表的な不純物分離装置

### 4. 次世代へ資源継承

日本は世界に誇るヨウ素供給国であり、ヨウ素安定供給と同時に天然資源を守るという二つの相反する問題を解決していく責務がある。これは地球の恵みを享受しているヨウ素メーカー共通の課題であり、次世代に日本が誇るヨウ素資源を継承するために解決が必要不可欠なテーマと言える。また、日本が有する資源を枯渇させないためにも日本全体で取り組んでいく問題でもある。

CIRICの2大事業の一つに「限られた資源の有効活用」というテーマを掲げている<sup>3)</sup>。同テーマにおける課題は2つ、「かん水からのヨウ素抽出率向上」と「ヨウ素リサイクル率向上」である。これまでヨウ素メーカーは各社で研究開発による改善を続けてきたが、課題解決のための一歩にはこれまでにない技術的イノベーションが求められていた。また、新しいリサイクル可能なヨウ素を見出すためには合理的なリサイクルシステムづくりが必要になる。今回、CIRICではヨウ素メーカーの持つヨウ素知見の「知」、千葉大学の持つ先端技術「智」、千葉県主導で行う資源循環体制整備「地」の三つが集結した。三つの「ち」が融合することでヨウ素産業の中心地として千葉県からヨウ素資源産業の革新的発展を目標にブレークスルーを目指し、日本が誇る資源ヨウ素の次世代への確実な継承を行う。

### 参考文献

- 1) E. K. Schnebele, MINERAL COMMODITY SUMMARIES 2018; U.S. Geological Survey: Reston, Virginia, 2018, pp.80-81.
- 2) 監修 横山正孝 「ヨウ素化合物の機能と応用展開」シーエムシー出版 (2005)
- 3) 国立大学法人千葉大学「千葉ヨウ素資源イノベーションセンター概要説明」千葉大学 Web、2018年 (最終閲覧日: 2019年2月4日)  
<<http://www.chiba-u.ac.jp/general/publicity/press/files/2017/20180209CIRICg.pdf>>

<sup>1</sup> 伊勢化学工業株式会社 (東京都中央区京橋 1-3-1)

\* TEL: 03-3242-0520, FAX: 03-3242-0521, E-mail: asakura@isechem.co.jp