製塩工場を訪ねて

<1>

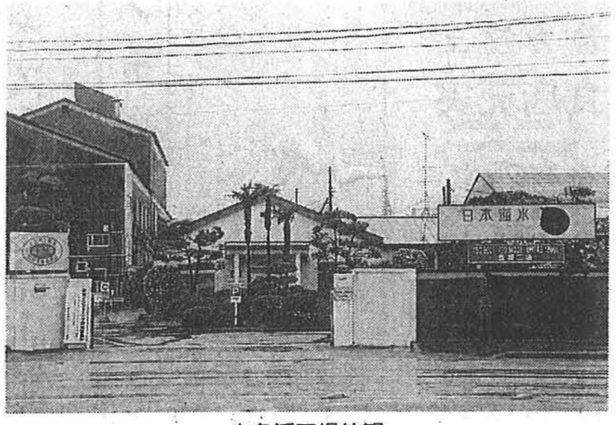
食用塩公正競争規約が今年4月から本施行となった。本規約は市販食用塩の表示ルールを定めたもので、製法によって商品特徴を打ち出すことが骨子となっている。従って、これまでメーカーにより呼称が異なっていた製造方法にも一定の決まりができ、例えばイオン交換膜製法は「イオン膜・立釜」と表現されることになった。これを受け、本紙では日本を代表する国内の大手製塩工場7工場（イオン交換膜製法6工場、溶解再製法1工場）を訪問し、7回にわたって製塩現場の現状と基本となる製塩技術をできるだけ分かりやすく紹介することにした。第1回はまず、世界初のイオン交換膜製塩工場としてスタートした日本海水小名浜工場を取り上げてみた。

日本海水小名浜工場

世界初のイオン交換膜製法を実用化

東日本唯一の立地と量産体制で優位

食塩包装設備に6年間20億円投資



小名浜工場外観

日本海水小名浜工場は、前身である新日本化学工業が現在の福島県いわき市小名浜に1954年（昭和29年）11月、加圧式製塩工場を立ち上げたのが始まり。当時はまだ残っていた塩田製塩からの脱皮を目指す近代製塩の象徴的存在だったといえる。

これが62年（同37年）3月には、世界初のイオン交換膜製塩工場として、もう一段の飛躍を遂げた。その後も84年10月ボイラー燃料を転換、85年10月4重効用化を実施、90年25万t工場へ増強など、時代を経るごとに少しずつ効率的な生産体制を整備しつつ、95年には新日本ソルトに社名変更して塩事業の経営基盤を確立した。04年10月には新日本ソルトと赤穂海水（現日本海水赤穂工場）が合併し日本海水を発足。同年、小名浜工場では電力・蒸気の供給面で不安を抱えていた自社ボイラーを廃止し、住友商事と合弁でサミット小名浜エスパワー（SSP）を設立。07年9月にエア・ウォーター（AW）の傘下に入り現在に至る。

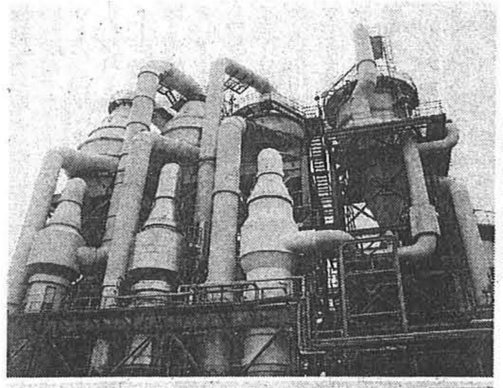
安原工場長

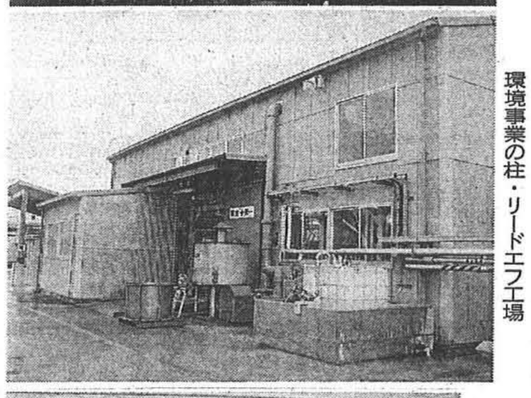
小名浜工場の特徴は、イオン膜製法として東日本に1社しかないという、他社にない立地優位性に恵まれていること。そしてSSP設立により、それまで不安定だった電力供給の安定化に成功したことも大きい。安定的エネルギー確保は、関東近県に存在する大手醤油メーカーなど大量に塩を要求する業務用ユーザーに対し、一段と安定的な供給基盤の構築につながった。

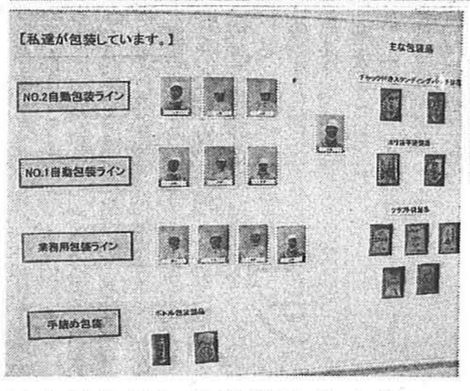
工場設備面では他社工場にないトラックにバラ積みできる貯塩バンカー（550t）を保有し、大量出荷を前提とした工場設計といえよう。貯塩バンカーのメリットは、出荷の効率化だけではなく、品質面でも多段階の包装工程がない分、それだけ異物混入リスクを避けられる利点もあるという。大手食品メーカーの工場が集積する東日本での立地優位性、電力・蒸気供給の安定化、バラ積みに適した出荷体制の3本柱で「最も量産に適した工場である」と自負している」と安原茂樹工場長は話す。

しかしながら、工場発足から半世紀が経過し、設備の老朽化に対応するため、設備の更新を積極的に実施している。今年3月には加熱缶を1つ更新した。AWグループ入りを機に、主に食塩の下工程の改善に関して6年間で更新する計画を立てた。今年は6年計画の2年目に当たり、既に新しい乾燥機の設置を完了し試運転を開始した。今後4年間かけて、現事務所場所を建て替え、乾燥塩の包装工程および事務所、見学スペースを設ける予定。新建屋までの輸送設備などを含め、トータル20億円の投資を行う見込み。安全・安心面についても、「エアシャワーの設置をはじめ衛生的な環境を整備し、一般見学者に来ていただいても安心してもらえるような環境を整えたい」（同）。

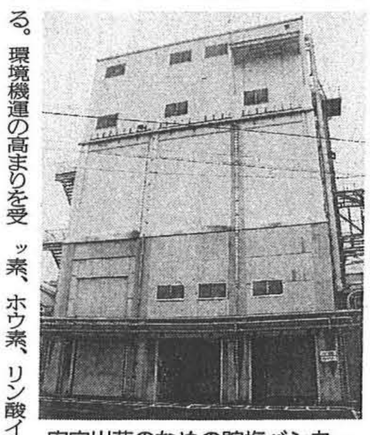
また、塩事業以外に環境事業を柱にしていることも特徴だ。環境事業としては、水酸化マグネシウムやリードエフ事業を展開している。水酸化マグネシウムの供給メーカーは日本国内には3社程度しかなく、東日本では唯一同社のみ。水マグは排煙の脱硫や排水の中和に使用されるため、今後の二酸化炭素削減に効果を発揮すると期待されている。


4重効用缶で効率生産


環境事業の柱・リードエフ工場



"見える化"運動＝従業員顔写真と製品写真を掲示


安定出荷のための貯塩バンカー

リードエフシリーズは、環境基準、水質汚濁防止法で規制されているヒ素、フッ素、ホウ素、リン酸イオンなどの除去を目的に開発された高性能吸着剤。リードエフ工場は09年1月に爆発事故を起こしたが、現在は原因も明確になり、住民説明などもきちんと行い、昨年7月中旬から生産を再開している。「リードエフには根強いお客さまがいるので、どうしても継続してほしいという要望が強かった。さらにリードエフは飲料水に含まれるフッ素、ヒ素、ホウ素を除去できるので、バングラデシュなど発展途上国の飲料水の井戸などでも活躍している」（同）として、日本のみならず世界的に需要が広がる可能性がある。水不足に悩む新興国の飲料水確保につながる技術として将来性のある事業といえよう。新たな需要として、トンネル工事の際に出る大量の土砂の中にヒ素や重金属が含まれている場合があり、その際の土壌改良材としても注目されるようになった。このように、リードエフが活躍の場をまた一段と広げている。

最近は製塩工程から出るにがりの有効活用も課題に上っている。その一環として、昨年からエアウォーターグループが販売する「エアウォーターウォーター」に使用するミネラルの供給技術として将来性のある事業として、新たな需要を開拓している。「せっかく苦汁がたくさん出るので、産学官の研究テーマとして俎上に上っており、新しい需要がないかどうかマーケティングを行っているところ。いわき市も新規に事業性のあるものを積極的に育成する方針があり、バックアップしてくれている。実は地元の豆腐メーカーから小名浜産のにがりを使用した地場素材にこだわった豆腐を作りたいとの要望があり、現在豆腐凝固用のにがりとしてテストを進めている。これもかなりおいしい豆腐ができてきており、今後も積極的に有効活用を検討したい」と安原工場長は話す。

安全・安心に関しては、ISOシリーズや日本塩工業会が定める食用塩衛生ガイドラインを順守している。日本海水は3工場があるメリットを生かし、3工場間で相互査察を行い、品質改善活動に取り組んでいる。ハード面ではベルトコンベアーの密閉化や他製造工程でも、異物が入らないような対策を講じているが、ソフト面でも"見える"化運動を推進し、従業員や製品の写真を掲示するだけではなく、常日ごろから取り組んでいるコストダウンの成果をグラフに示すなど切磋琢磨に励んでいる。これら工場内の透明性を確保する活動により、工場にありがちな閉鎖的な環境を排除し、顧客重視の企業姿勢を印象づけている。

海水総合研究所に聞く 製塩技術 ①

海水前処理工程

砂ろ過で浄水場レベルの清澄度に

処理能力高い高速ろ過装置開発

塩事業センター海水総合研究所・渕脇主任研究員

日本の塩づくりは昔から濃い塩水を炊き上げる製法で行われてきた。現在、国内海水を100%原料に使用する場合、最も効率的と言われるのがイオン交換膜製塩法である。イオン交換膜は電力を利用して海水中に含まれる塩分を濃縮する機能があり、海水をイオン交換膜に通して濃い塩水を作り、それを真空状態にした釜で炊き上げる製法。

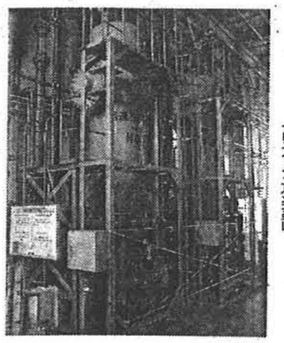
この製塩法が、今年4月の食用塩公正競争規約において「イオン膜・立釜法」と名付けられた。イオン膜・立釜法の場合、膜に負担をかけないように、できるだけ奇麗な海水を得ることが重要な前提条件になる。というのも原料海水は、もともと自然界由来のものであるから砂やプランクトンなど、さまざまな異物を含んでいる。そこで原料海水をそのまま使うのではなく、ろ過工程により異物を取り除いた上で、その後の工程を安定的に生産できる仕組みを整えている。

塩事業センター海水総合研究所・渕脇哲司主任研究員によると、「年産20万tの工場では一時間当たり3千500tもの海水をろ過しています」とのことで、いかに膨大な海水を前処理しているか驚かされる。海水中に含まれる塩分はわずか3%程度に過ぎず、塩の生産量に比例して原料海水の使用量が増えざるを得ない。加えて、「原料海水に含まれる砂やプランクトンなどの量が一定ではなく、地域や年間を通じても数値が大きく変動することが分かっていますし」というから単純にろ過すればよいものでもない。

日本海水小名浜工場ろ過設備外観

製塩工場におけるろ過は、「砂ろ過」と呼ばれる方法で行われている。「砂ろ過」はその名の通り砂をろ材に使用したもので、これを2段階にわたって原料海水を通すことで徹底した異物除去を図っている。砂ろ過を経由した後の原料海水は水道水レベル以上の清澄度がある。しかしこの砂ろ過は、1段と2段を合わせて700㎡程度という広大な設備面積が必要になり、一見して浄水場をイメージさせるほどの圧迫感がある。それだけ重厚な設備であるから、ろ過プロセスにはそれ相応の時間がかかり、除去した異物を排出する逆洗浄という工程も欠かすことができないなど、前処理にかかる負担は無視できないほど大きい。

砂ろ過の方式は大きく次の2つに分けられる。バルブレスフィルター方式」と海水供給ポンプで強制的に圧力をかけてろ過する「圧力式」。それぞれの特徴として、バルブレス方式は構造が簡単な割に管理が難しく、圧力式は自動制御ができて管理がしやすい割に構造が複雑になるなど、それぞれ一長一短がある。そのため国内6工場はそれぞれの事情に見合った方式を、場合によっては両方式を組み合わせるなどして効率性を追求しているのが現状だ。


高速ろ過装置

いずれの方式も、次の工程であるイオン交換膜を利用した濃縮工程において膜に付着する異物（濁質）を極力少なくし、電力使用量を抑える設備機器の構造を可能にするといった利点を生む性能には変わりがない。膜への付着物低減は、イオン交換膜の入った電槽を解体して洗浄する間隔を減らすことにもつながり、そこにかかる労力とコスト削減、安定生産にも貢献するなど、随所でプラス効果を発揮することになる。

このようにろ過工程はイオン膜製法では不可欠な前処理工程であり、ろ過の処理能力をもっと高め、設備面積を縮小する研究が現在進められている。現行の砂ろ過でも5μm以下の異物を9割以上カットする処理能力を備えているが、同研究所が開発した「高速ろ過装置」は、新しいろ過素材を使用することで「従来の砂ろ過に比べると濁度を2分の1～5分の1に低減できる上、処理能力を6～7倍まで高速化することが研究レベルで確かめられています」（同）と高性能はお墨付きだ。そして装置サイズも「2段階のろ過が不要となるため、実用化の場合には単純計算でも現施設の半分以下のスペースで収まると想定されます」（同）と、もう一段のコンパクト化が達成できる。既に2工場で実地検証した結果、目標とする性能を得ており、現在3工場目でテスト中。費用的にもイニシャルコストが現行装置より低く抑えられ、工場全体のトータルメリットを考えると、ランニングコストも問題にならないレベルということで特に問題がない。ただし、前処理工程をすべて入れ替えるとなると相当な投資費用が必要になるため、いくら長期的なコストダウンが可能とはいえ、この時期の新規投資には慎重にならざるを得ない。これらいくつかの課題を抱える高速ろ過装置だが、処理能力とダウンサイジングを考えた時、実稼働する日もそう遠くないように思われる。