



# 世界初の技術で フロン破壊に貢献する石灰メーカー ～不断の挑戦で石灰の未来を切り開く～

## 上田石灰製造株式会社

### はじめに

近年、気候変動や格差拡大といった地球規模の問題に対する危機感から、持続可能(サステナブル)な社会の形成を模索する動きが世界全体で広がっている。

こうした動きに対し、より多くの企業がこれからの一歩を考え踏み出すために、本シリーズでは本業を通じてサステナブルな社会の実現に向け挑戦する先行企業を取り上げる。

第14回は、岐阜県大垣市赤坂町に本社を置く上田石灰製造株式会社(以下、上田石灰製造)を紹介する。同社は石灰メーカーとして唯一、石灰焼成炉を活用したフロン破壊を行っている。20年以上続くフロン破壊事業の根源には、老舗企業による弛まぬ挑戦の歴史があった。

### フロン破壊を行う 唯一の石灰メーカー

化学的に安定しており扱いやすく、かつ人体に無害なことから、エアコンや冷蔵庫の冷媒など様々な用途で使われてきたフロン。しかし、一部のフロンは大気中に放出されるとオゾン層を破壊する。また、フロンには、二酸化炭素の数百倍から一百万倍以上といわれる、強力な温室効果がある。

フロンが大気中に放出されないようにするには、製品の廃棄時にフロンを適切に回収し、破壊処理を施す必要がある。

フロンの破壊処理を事業として20年以上続けてきた企業が、大垣市赤坂町にある上田石灰製造だ。

創業133年の老舗で石灰製品の製造販売業を本業とし、金生山から採掘した石灰石を、生石灰<sup>(注1)</sup>や消石灰<sup>(注2)</sup>などに加工している。同社の石灰製品は、鉄鋼、化学工業、建設、土木、農業、環境保全など、幅広い分野で使われている。

そんな同社のもう一つの顔がフロン

破壊業者だ。生石灰を作るための石灰焼成炉を活用してフロンの破壊処理を行う、世界で唯一の企業でもある。

### 挑戦しなければ未来はない ～フロン破壊システムの開発

石灰メーカーである同社がなぜ、フロン破壊事業を行うに至ったのか。

はじめは30年ほど前。バブル経済が終焉し、取引先の工場閉鎖や事業縮小などにより、苦境に追い込まれていた同社は、現状打開のため、石灰活用のあらゆる可能性を探っていた。「とにかくいろいろなものに挑戦しなければ、わが社に未来はないという危機感を持っていました」と上田和男社長は当時を振り返る。

そんな折、岐阜県からフロン破壊に石灰焼成炉を利用できないかという提案を受ける。当時、国内ではフロンの回収・破壊体制の整備が急がれており、各自治体はフロン破壊に取り組める企業を探していた。

1996年、同社と岐阜県による、石灰焼成炉を使ったフロン破壊の研究が始まった。

### 石灰焼成炉による フロンの熱分解

ここで、フロンの破壊処理になぜ石灰焼成炉が有効なのか説明しておこう。

フロンは熱を加えることで分解することができるが、それなりの高温が必要なほか、フッ化水素や塩化水素といった有毒な酸性ガスが発生するため、アルカリ剤等を使った排ガス処理(中和)が不可欠となる。

図表 主なフロン破壊方法(例)

廃棄物混焼法	ロータリーキルン
	都市ごみ直接熔融炉
	固定床二段階燃焼炉
	流動床式製鉄ダスト焙焼炉
	都市ごみストーカー炉
セメント・石灰焼成炉混入法	セメントキルン
	石灰焼成炉
液中燃焼法	炉内分解型液中燃焼法
	バーナー部分分解型液中燃焼法
プラズマ法	高周波プラズマ法
	マイクロ波プラズマ法
	アークプラズマ法
触媒法	TiO <sub>2</sub> 系触媒法
過熱蒸気反応法	過熱蒸気反応法

出所：経済産業省製造産業局化学物質管理課オゾン層保護等推進室、環境省地球環境局地球温暖化対策課フロン対策室(2021年)「フロン類の使用の合理化及び管理の適正化に関する法律(フロン排出抑制法)フロン類の破壊に関する運用の手引き(第8版)」よりOKB総研にて作成



上田石灰製造株式会社  
代表取締役社長 上田 和男 氏

しかし、石灰焼成炉であれば、生石灰の製造(焼成)に使用する熱源をそのまま利用することができる。また、炉内の石灰はアルカリ性で、酸性ガスの中和ができるため、新たにアルカリ剤を用意する必要はない。さらに、フロンを調整すれば酸性ガス中和後の石灰も全て製品として出荷できるため、廃棄物等が一切生じない。

このように、石灰焼成炉を活用したフロンの熱分解は、非常に効率的かつ環境負荷も低い破壊方法といえる。

### 前例なく手探りで進んだ 研究開発

しかし、実際に石灰焼成炉でフロン破壊を行っている企業はなく、「実績やデータがなかったため、手探りで進めるしかありませんでした」と当時研究に携わった社員の苦悩をフロン再生室の橋本幸治室長は振り返る。

特に懸念されたのは炉の内側に敷き詰められている耐熱レンガへの影響だ。フロン破壊の過程で発生する酸性ガスがレンガを傷めてしまうのではないかと心配された。レンガの

交換には極めて大きな費用がかかるほか、最低でも数カ月の期間を要する。これまでも炉の修繕は定期的に行ってきたが、もしフロン破壊でレンガの寿命が短くなれば、交換周期が短くなり、その分コストが増すことになる。

レンガへの影響は試してみなければ分からない。だが、影響があった場合の会社へのダメージは計り知れない。それでも同社は、「やりかかったことは達成するまでやり抜く」と、研究開発を進める決断を下す。

結果として、内部のレンガに大きな影響は出なかった。「レンガがすごく劣化していたらどうしようと、皆ひやひやしていたのですが、実際に炉を開けて見たらレンガは通常時の経年劣化程度で、胸をなでおろしました」と橋本室長。炉内は石灰石がほぼ隙間なく充填されているため、レンガに当たる前に石灰が酸性ガスを吸収できていた。また、一部の溶けた石灰がレンガの表面をコーティングするような形になり、結果として酸性ガスからレンガを守ることに繋がった。

もう一つ課題となったのは、焼成される石灰の品質管理だ。

前述のとおりフロン破壊の過程で生じた酸性ガスは石灰に吸収されてごく微量の「含有物」となる。同一炉内で反応させた石灰でも、その含有量にムラができたり、一部の石灰は含有量が基準を超えて、規格外になってしまうことがあった。

そこで同社は、フロンの量や注入のタイミングなどの条件を変えながら、含有量の変化を計測。5年以上の年月をかけてデータを蓄積し、含有量

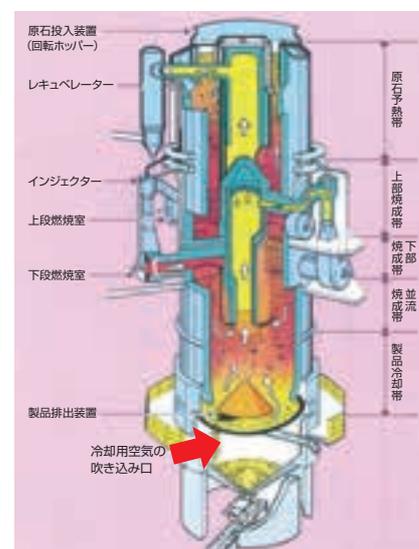
を規格内に抑えつつムラなく均等にする技術とノウハウを身に着けた。

こうして同社は、石灰製造プロセスを活用したフロン破壊処理技術「石灰焼成炉混入法」を、世界で初めて実用化することに成功。2002年にはフロン類破壊業者許可を国から取得し、いよいよフロン破壊事業へと本格的に乗り出した。

### フロン破壊を事業化 ～市場開拓と意識改革

ところが、破壊するフロンは一体どこから集めるのかという、根本的な問題が立ちふさがる。「我々のコアは石灰業ですので、フロンに関わるような、例えばガスや家電などの知識はほとんどありませんでした。どこに営業すればいいか非常に悩みまして、当初はほとんどフロンが集まりませんでした」と橋本室長は振り返る。

そこで同社は、フロン破壊を行っている事業者のもとへ足を運び、教えを乞うた。「本来ならば競争相手



上田石灰製造の石灰焼成炉(宇部ベッケンパハ式)。上から石灰石を投入し、石灰石が降下していく過程で熱を加えて生石灰に変化させ、炉下部から排出する。フロンは吹き込み口から冷却用空気と一緒に注入する。

ですし、本当に厚かましい話なのですが、とにかく情報を得ようと必死でした」と橋本室長は苦笑する。

フロン破壊事業者からヒントを得ることができた同社は、取引先開拓に向け営業活動を展開。同社がもつ破壊システムの強みも評価され、取引先は日本全国各地に広がると同時に、フロンボンベの集荷及び返却にも苦慮したが、濃飛倉庫運輸株式会社の協力を得て物流管理のシステムも構築することができ、フロン破壊量は着実に増えていった。また、フロン破壊業を営む事業者同士でもつながりができ、時に協力しながらフロン破壊を行う体制も作られた。

同社がもう1つ抱えていた問題が、現場社員の意識だ。

フロンの漏えいを防ぐため、フロンの管理方法は法律等で厳しく規定されており、小さなボンベ1本にも置き場所や転倒防止策など極めて細かい事項が要求される。この繊細さに、現場がなかなか慣れなかった。

「フロンを扱う社員は、同じ石灰工場の中にながらも他の社員とは全く異質の形で動くことになるので、特別な意識づけをする必要がありました」と上田社長。

そこで同社が講じた策が、フロン

を扱う社員の装いを一新することだった。ヘルメットと作業服を従来のベージュから、環境を連想させるブルーに変更。同時に上田社長は現場社員たちに毎日のように声を掛け、鼓舞激励した。

「効果は絶大でした」と語る上田社長。「強い責任意識が芽生えたようで、フロンの扱いにこれまで以上に慎重になりました」と話す。

2002年に国から許可を得てフロン破壊を始めてから、今年で21年目を迎える。スタート時は年間数百キログラムから1トン程度だったフロン破壊量は、現在は年間で約50万トンのCO<sub>2</sub>相当量にあたる温室効果ガスの排出抑制ができるほどになった。この量は、東京ドーム205杯分に相当し、13万5千世帯が1年間に使用する電力を石炭火力で発電した際に排出されるCO<sub>2</sub>の量にあたる。

こうした実績が評価され、2022年には日刊工業新聞社の「第25回オゾン層保護・地球温暖化防止大賞 審査委員会特別賞」を受賞した。上田社長は「長年フロン破壊事業を続けてきて、それを評価していただいたことは大変名誉なことですし、社員の皆も本当によく頑張ってくれたと思います」と顔をほころばせる。

## 時代のニーズに答え、フロン再生事業を開始

同社のフロン破壊事業は、新たな局面を迎えている。

フロンは種類によって既に生産禁止となっていたり、生産量が段階的に制限されたりしているが、現在使用中の製品に使われているものも多い。それら製品の修理補充用として、製品廃棄時に発生するフロンを回収しリサイクルした「再生フロン」の需要が高まっている。

こうした再生フロンのニーズの高まりやお客様からの要望を受け、同社は2020年、フロン再生事業に参入した。株式会社日立ハイテクネクサスと協業し、家電リサイクルプラント等に集められた家電から回収されたフロンを、専用装置を用いて再生処理を施したのち、再生フロンとしてお客様に提供している。

上田社長は「フロンを巡る動きは日々変化しています。こうした変化に対応しながら、これからもフロン破壊と再生を進めていきます」と話す。

## 133年続くチャレンジ精神 ～社は「熱心」を胸に

同社は1890年に創業。当初は赤坂



家電リサイクル工場等で抜き取られたフロンがボンベで集められ、上田石灰製造・昼飯工場に持ち込まれる。



フロンは専用の容器に移し替えられ、石灰焼成炉に送り込まれる。



第25回オゾン層保護・地球温暖化防止大賞贈賞式。(右が上田社長)

で買い付けた石灰を売る商社で、創業者夫婦は杭瀬川から船をこぎ、桑名方面へ石灰を運んでいた。その後一念発起し、赤坂で石灰メーカーに転身。石灰炉を借り、見よう見まねで石灰の焼成を始めた。「素人ですからなかなかうまくいかず、失敗の連続だったそうです。それでもあきらめずに挑戦し続けた結果、今日の上田石灰製造があります」と上田社長は話す。

旺盛なチャレンジ精神を社風とし、同社はこれまで様々な事業に挑戦してきた。例えば、石灰と水が反応して生じる熱で燗酒を作る加温容器は、当時大きな話題を呼び、その技術は様々な分野に応用されている。

「この133年間、いろいろなチャレンジをしてきました。もちろん失敗もありますが、それでも挑戦しない限り、時代に求められる新しいものは生まれません。小さくてもオンリーワンを目指す。そんな気概で取り組んでいます」。

そう話されながら上田社長は、会議室の壁に飾られた1枚の書を指し示された。大きく力強い筆致で書かれた「熱心」の二文字。「創業者の妻である上田やす氏が書いたもので、わが社の社是にしています。「やりかかったことはすべて、達成するまで熱心であれ」という、そんな彼女の信条が、わが社のチャレンジ精神を支え続けています」。

## 価値ある企業であり続けるために ～環境事業の強化へ

同社は今後、経産省から選定された地域未来牽引企業として、コアの石灰業に加え、環境関連事業を強化していく方針だ。「今の時代のキーワード

はサステナビリティやSDGs。これに適合できない企業は生き残れない」と断言する上田社長。フロン破壊と再生に加え、CO<sub>2</sub>排出抑制や、石灰を使ったエコマテリアル商品の開発、産業廃棄物の中間処理などに力を入れていく。また、環境省が策定した日本独自の環境マネジメントシステム「エコアクション21」の認証取得にも取り組んでいる。

環境関連事業のアイデアは社内で広く募っており、「社員たちには環境対応やサステナビリティの大切さについて事あるごとに話していて、新しい提案があればどんどん持ってきてもらっています。これまでのチャレンジの経験を踏まえ、採算を考慮しつつ期間を定めて、計画的に進めています」と上田社長は話す。「大垣地区は日本のど真ん中、素晴らしいモノ作りの企業がいっぱいです。若い方が地元を向けて頂けるような元気で夢のある会社・地域でありたい」とも上田社長は話す。

石灰業界全体においても、環境対応は重要な課題の1つだ。特に求められているのが脱炭素で、上田石灰製造を含む各石灰メーカーは、燃料の転換や電力の効率化、排熱利用などといった取り組みを進めている。

上田社長は「現在は燃料由来のCO<sub>2</sub>排出抑制が中心ですが、いずれは生産プロセスを含めたトータルなCO<sub>2</sub>排出ゼロが求められるようになるでしょう」と指摘する。

「そう簡単な話ではありませんし、まさに限界の挑戦になるでしょう。だからこそ石灰業界が一丸となって、焼成炉メーカーなどとも連携しながら、挑戦していければと考えています」。

上田社長は日本石灰協会の会長として、石灰業界全体の課題に対してもチャレンジ精神をみなぎらせる。

## おわりに

石灰メーカーとして確固たる地位と実績を有する上田石灰製造は、バブル崩壊後の荒波のなか、石灰の新たな可能性を探るべくフロン破壊という新たな領域に挑んだ。石灰焼成炉を使ったフロン破壊という前人未踏の試み。手探りながらも数々の困難に立ち向かい、世界で初めて石灰製造プロセスによるフロン破壊処理技術を確立した。そして、異業種の壁を乗り越えて取引先を開拓し、現場の意識改革を成し遂げ、20年以上にわたりフロンの破壊に貢献している。

そんな同社の取り組みの根底には、創業から脈々と受け継がれ、133年の歴史を形作ってきたチャレンジ精神というDNAがある。

サステナビリティが声高に叫ばれる中、石灰業界を取り巻く環境も目まぐるしく変化している。それでも時代に求められる存在であるために、上田石灰製造はチャレンジ精神を原動力に、石灰の持つ無限の可能性を模索し続ける。

不断の挑戦の先にこそ、サステナブルな未来が待っている。

(注1) 石灰石を高温で焼くことで生成される白色の塊状または粉状の物質。主成分は酸化カルシウム。

(注2) 生石灰に水を反応させてできる白色の粉末状の物質。主成分は水酸化カルシウム。

(2023.8.14)

OKB総研 調査部 梅木 風香