

カレットの錬金術

北海道立工業試験場 工業技術指導センター
研究指導第二科

稲野 浩行

Alchemy of Cullet

Hiroyuki Inano

Second research and consultation section,
Industrial technology consulting center, Hokkaido Industrial Research Institute

1. はじめに

各種リサイクル法の施行もあり、近年はガラス業界でも一層リサイクルが求められるようになってきているが、同時に多くの問題点が指摘されている。

本稿では、ガラスリサイクルの問題点と可能性について、「廃棄物からの価値の創造」をテーマに検討し、カレットから生み出される付加価値の高い製品について紹介する。

2. なぜ、リサイクルが必要なのか

そもそも、なぜ資源をリサイクルしなければならないのか？埋め立て地の不足というのがよく理由に挙げられるが、これは一部先進国の問題であり、地球規模で考えた場合天然資源の採掘等による自然破壊や資源の枯渇の方がより深刻な問題である。つまり、何らかの方法で埋め立て量だけを減らしたとしても、バージン原料

を使用した生産を続ける限り問題の根本的な解決にはならない。また、埋め立ての回避のために必要のないものを作ると、資源やエネルギーの無駄になるばかりでなく、もとの量の何倍もの2次廃棄物を発生させる場合もある。であるから、「埋め立てない」だけではなく、限りある資源を有効に活用する知恵が今求められている。

3. ガラスリサイクルの問題点

では、ガラスについて考えてみると、使用済みガラスの扱いの優先順位としては

- ① そのまま再利用する
- ② 溶かして同じガラスに再生する
- ③ 違うガラスの原料として利用する
- ④ 他の用途へ利用する

となるであろう。①は現実的にはリターナブルびん以外は難しい。②、③にしても異物のない単一組成のカレットが必要だが、びんや板ガラスはいいとしても、電化製品に組み込まれたガラスなどは、他の素材や違う組成のガラスとの分離等问题がある。また、細かすぎるカレットを溶融すると泡切れが悪い。④は、一度違うものに利用すると再びガラスに戻すことはできな

〒060-0819 札幌市北区北19条西11丁目
北海道立工業試験場 工業技術指導センター 研究指導第二科
TEL 011-747-2211 (研究団地代表) 内線 339
FAX 011-726-4057
E-mail: inano@hokkaido-iri.go.jp

い。また、粉碎したガラスを骨材などとして何か別なものと混ぜて使う場合、アルカリの溶出、接着性の悪さ、などの問題がでてくる。

このような技術的な問題と同時に、社会的な問題もある。まず、一度市中に出回ったものは、市民の理解と協力がないと回収が難しい。そして、回収、処理、運搬に莫大なコストがかかる。その費用を考えると現代の日本では廃ガラスは割高な原料であり、経済的メリットだけから考えると再生する意義が少ない。

本来は、溶かして再生できるガラスの特性からいって②が理想であり、これに向けて努力すべきであろう。その上で、何らかの理由で再生に使えないものは③、④を検討する。ただし、発生量を全部使うことを前提とすると用途はおのずと建築土木資材に限定されてしまう。近年の研究開発もこの方向であり、カレットを、セメント、アスファルトに混合する、路盤材に使う、煉瓦や軽量骨材の原料に使う、などが試みられている。ただし、量は使えるが、他にも使える原料がある場合には、廃ガラスを使うことによる製品の向上がみられなければ価格競争になってしまう。単に砂の代替品とするなら、砂以上の値段はつかない。

一方、使える量は限られるが、ガラスの、透明性や発色などの素材感、熱による加工性、などの特徴を活かし市場性のあるものを作るという動きもある。これは、製品を製造する立場からの考えである。望ましいのは、「ガラスでないと作れない」、さらに進んで「カレットからでないと作れない」付加価値の高いものを生み出すことである。このためには「廃棄物を処理する」という考えから「魅力ある原料を活用する」方向へ、「大量に使う」から「必要なだけ使う」とパラダイムシフトを行うことである。そして、物性だけではなく、デザインなど違った視点を導入し、多様な見方によりカレットに価値を見出す努力が求められる。それによって「値段が高くても売れるもの」を作ることが必要である。カレットがいいものを作るための

原料となれば、処理に困る「廃棄物」から金を払ってでも欲しい「有価物」になる。

このような動きはもちろんガラスだけのことではない。たとえば、おがくずなどを樹脂で固めて木の様に再生したものがある。この場合、固める段階で自由に成形できるので、最初から曲げ加工した形にできる。これは、再生材ならではの特徴といえる。

廃棄物の価値の高い利用のために、さまざまな素材について世界中で多くの試みがなされている。以下、世界的に起こっている Sustainable design の流れ、日本での廃棄されたガラスを原料にして成功した事例、そして、筆者らのガラスリサイクルの事例を紹介する。

4. Sustainable design とは

近年、資源の有効活用のために、Sustainable design という概念が提唱されている。この場合の design は、「見た目の美しさ」だけではなく、原料の選択、製造法、製品の機能を含んだトータルでの設計という意味を持つため、「Sustainable design」は「持続可能な製品設計」と訳すのがふさわしいだろう。この考え方は、製造するときリサイクル素材や環境負荷をかけずに持続的に収穫できる素材を使ったり、再生可能な製品を作る、といったものである。しかも、見た目にも美しく、適切な価格で販売されることも求められる。

アメリカのシアトル市にある Design resource institute では、Sustainable design をコンセプトとした作品を世界中から集めて The International Design Resource Awards というコンペを行い、その入賞作を Design with memory という展覧会で発表している¹⁾。これは、昨年日本でも、「記憶のデザイン展」として、新潟、東京、北海道、大阪で巡回展示された (Fig. 1)。

この展覧会では、ガラス、金属、木、プラスチックなどの廃材などを再生して作られたさま



Fig. 1 記憶のデザイン展会場風景 (2000年 北海道 江別市)

さまざまな作品が展示される。世界的に有名なデザイナーによる試作品や、実際に量産され販売されているものも数多く出品されている。この中でガラスが使われたものには、ワインびんのリサイクルによる機械成形のテーブルウェア、ワインびんとビールびんの粉末を焼結させて作った皿、砕いたびんガラスをセメントで固めたテラゾ、ウォッカのびんを加工したグラスなどがある。

この展覧会は、ガラス以外の素材での手法も含め、廃棄物を扱うアイデアに溢れており、製品開発の大きなヒントになるだろう。

5. デザインで甦るガラス —日本での事例

日本にも、デザインという視点を取り入れ、ガラスリサイクルで付加価値の高いものを生み出している優れた例がある。

5.1. ファッション空間への使用

ファッションと廃棄物という、まるで正反対のようなイメージがあるが、ファッションブティックにも、廃ガラスを原料とした素材が使われている例がある。

代表的な例として、ISSEY MIYAKEのショップの内装がある²⁾。ここの壁、床、棚にはリサイクルガラスによる薄い青緑色の板が使

われている。これは内装を担当した吉岡徳仁によれば「ガラスの廃材を溶かして焼いた板³⁾」ということである。実物を見たところ、板ガラスを細かく粉碎したものを結晶化ガラスの集積法のように加熱して製作したものと思われた。不透明でざらざらした質感は、溶融によって作られた普通の板ガラスとはまったく違う。カレットを使わなければ実現できないものである。そして、この素材を使い店舗をデザインすることにより、大きな効果をあげている。店内にはエコマークもなければ、「リサイクル品です」とのただし書きもない。リサイクルを意識してはいるがそれが目的ではなく、必要があって使っているのである。リサイクル品は本来このような使い方が望ましいのではないだろうか。

また、このように、高級建材などの分野であれば、経済的にも成り立つし、カレットもある程度の量が使えらるだろう。

5.2. ガラス入りテラゾの新しい展開

砕石粒をセメントで固め研磨したものをテラゾという。デザイナーの倉俣史朗は石の代わりにカラフルな色ガラス片を使ったテラゾを1980年代初頭に発表し、ISSEY MIYAKEのショップの内装や家具等に使用したり。中には砕いたコーラのびんを使用したものもあり、後方から照明を当て光を透過させるというガラスならではの使い方もされている。最近ではガラス入りテラゾは工業製品として各社で作られている。

美術作家である三宅道子は、それをさらに発展させ、びんの断面をデザインに取り入れたテラゾを制作している。三宅は「うまれかわったりさ⁴⁾」という空きびんのリサイクルをテーマにした絵本と出会い、びんのデザインをリサイクルして作品を制作するようになった。飲み物や化粧品の空きびんをカットして、その断面を見せるように着色セメントで固め、研磨し、ペーパーウェイト (Fig. 2)、ドアノブ、タイル、テーブルなどを制作している。これらは、びん断面の形そのままを見せるというデザイン

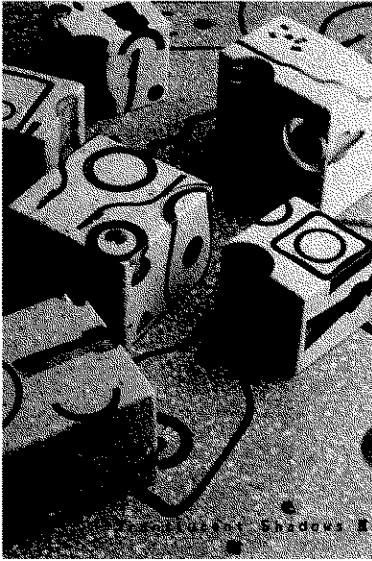


Fig. 2 三宅道子の作品 リサシリーズペーパー
ウェイト 写真 斎城卓

が大きな効果を挙げている。これは、単にガラスであればいいのではなく、びんの形があって初めて成立するデザインである。そして、三宅の作品は、リサイクル品という扱いではなく、まず美術作品として国内外で高く評価されている。

横須賀市リサイクルプラザには、三宅による大規模な作品が採用されている。市民のリサイクルへの理解に役立つであろう。

この2つの事例に共通しているのは、既存の手法を用いながら、必然的に廃ガラスを原料として使い、卓越したデザイン力により、製品の付加価値を高めている点である。

6. 北海道立工業試験場の取り組み

北海道には、びん、板ガラス等の工場がないので、廃ガラスの利用は大きな問題となっている。そのため、北海道立工業試験場ではガラスのリサイクルについての研究開発を行っている。そのひとつに、使用済みの蛍光灯のガ

ラス（以降蛍光灯ガラス）を工芸的手法を用いて装飾品への応用を試みたものがある^{6)~8)}。

国内では年間約6万トンの蛍光灯が生産されている。北海道には国内最大の処理場があり、年間4000トンの蛍光灯ガラスを全国から回収し処理している。そのカレットは、ガラスウールの原料として用いられている。使用済みカレットは、国内では蛍光灯ガラスとしての再生はされていない。

蛍光灯ガラスの組成はソーダ石灰ガラスである。このガラスは照明用のために、着色が少なく非常にクリアなものが使われている。また、40W直管のものに多いラピッド型蛍光灯では、管内側に SnO_2 の透明導電膜が数10~数100nmコーティングされている。業界では、この膜がついているので再生には向かないという見解が出ている⁹⁾。この膜のついたカレットを型に充填し850°Cで焼成すると、一体化したガラスの表面と内部に独特の模様が現れる。これは、加熱された SnO_2 膜によるものである。であるから、コーティングされたガラスからでないこのような模様をもったガラスは作れない。焼成の模式図をFig. 3に示す。また、メーカーが違っても蛍光灯ガラスの熱膨張の差はわずかであり、加熱溶着させても大きな歪みは残らないので、型の中での焼成による成形が可能となる。この成形法は、ガラス工芸でいうところの、「パート・ド・ヴェール」あるいは「コールドキャスト」と呼ばれる手法である。

この性質を利用し、装飾タイルやアクセサリなどを開発した(Fig. 4)。タイルの製造上の不良品および割れたものはアクセサリに加工することができる。カレット→タイル→アクセサリと変化するにつれ、価値は上がっていく。

装飾タイルは、北海道内の企業によって実用化され、小学校やリサイクルプラザなどの壁面の装飾に使われている。

この例を含み、北海道立工業試験場でのガラ

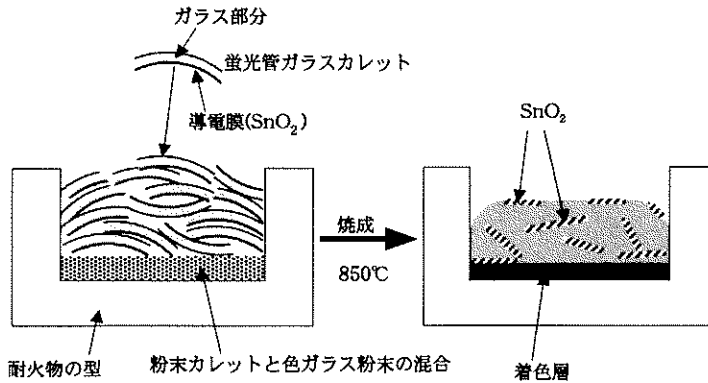


Fig. 3 蛍光管ガラス焼成の模式図 (断面図)

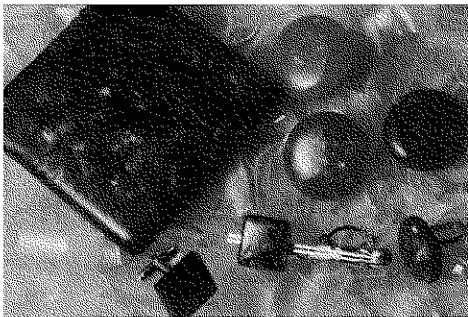


Fig. 4 蛍光管ガラスのリサイクルによる装飾タイダル、アクセサリー

スリサイクルの取り組みは、前記 Design with memory にて 2001 年 6 月より世界各地で紹介されることになっている。

7. 最後 に

ガラスが捨て場にさえ困るような事態になったのは、ここ 20 年位のことでないだろうか。それは、3500 年におよぶガラスの歴史の中で初めてのことである。この状況に対処するために、まず、ガラスを大切にしてきた今までの基本技術を活用すべきであろう。その上で、ガラス工学にとどまらず、デザインや他の素材

での手法も取り入れての新しい開発が必要である。それによって、廃棄物から宝を生み出すことができ経済的にも成り立てば自然に資源が循環するであろう。知恵さえ出せばカレットには大きな可能性が秘められている。ガラスはまだまだ捨てたもんじゃない。

参考文献と注釈

- 1) <http://designresource.org/>
- 2) レディースの店のみ、ただし、この素材が使われていない場合もある。 <http://www.isseymiyake.com/> にショッピングリストがある。
- 3) 吉岡徳仁, AXIS, 57, 64 (1995).
- 4) 倉俣史朗 (展覧会カタログ), 財団法人アルカンシェール美術財団, (1996).
- 5) 谷川俊太郎, 元永定正, ガラスびんリサイクリング推進連合 (現 ガラスびんリサイクル促進協議会) (1993).
- 6) 稲野浩行, 日本セラミックス協会第 9 回秋季シンポジウム講演予稿集, 186 (1996).
- 7) 稲野浩行, 廃棄物学会誌 市民編集, 3, 20-21 (1999).
- 8) 稲野浩行ほか, 第 11 回廃棄物学会研究発表会講演論文集, 492-494 (2000).
- 9) 電気ガラス工業の歩み 五十年史, 電気硝子工業会, 133 (1996).