

グリーン購入大賞優秀賞
リサイクル陶製食器

「Re - 高強度磁器食器OGISO」物語 

経済産業省平成19年度新連携補助事業

株式会社おぎそ

岐阜県土岐市駄知町1468番地

TEL 0572-59-8639

FAX 0572-59-4546

<http://www.k-ogiso.co.jp>

staff@k-ogiso.co.jp



平成20年2月



内閣府の食育推進HP URL:<http://www8.cao.go.jp/syokuiku/index.html>



最優先されるべきは

“給食を食する子どもたち”なのです。

第1章 器のはなし

1、食育について

文部科学省は2007年、小中学校で実施されている「給食」の主要目的を、従来の“栄養改善”から食の大切さや文化、栄養のバランスなどを学ぶ“食育”にと転換する方針を固め、目的の転換やこれに沿った栄養教員の役割などを盛り込んだ学校給食法の改正案を、早ければ08年の通常国会に提出するとしています。

学校給食法の大幅な改正は1954年の施行以来初めてです。当初は戦後の食糧難を背景に、不足しがちな栄養を給食で補うことが目的とされましたが、食糧事情は改善され、また一方で、子どもの食生活の乱れが指摘されることとなって05年には「食育基本法」も成立。学校給食法も実態に合わせる必要があると判断されたのです。

改正では、給食（教科外の特別活動とされている）の位置付けを、子どもの栄養補給の場とするだけでなく、食材の生産者や生産過程、流通や食文化などを学ぶ場とし、06年12月に成立した「改正教育基本法」に盛り込まれた伝統文化を学ぶ観点も重視。地元で昔から使われる食材を給食に活用し、生産者との交流や生産現場での体験を通じて、感謝の念や郷土への愛着を育てることも明記することになります。

食育推進の中心として05年度に導入されたものの、その職務内容は法律で定められていなかった栄養教員の役割も① 栄養管理 ② 食育に関する学校全体の計画作り ③ 一般教員への指導 ④ 地域や家庭などとの連携—などを担うと規定、条文として明記します。

「給食」の目的が、“我が国の明日を担う子どもたちの健全な育成にある”ことを、何人も否定しないでしょう。社会的環境により、望まれる項目の優先順位は変化します。柔軟な対応が求められるのは勿論ですが、本来は目的に対する手段であるはずの“給食を提供するための作業”が優先され、“子どもたちの育成”が従にされるようなことはあってはならないことです。

給食を提供することに関わる人々のことに配慮が必要なのはもちろんです。コストも大切な要素です。これらを理解してなお、最優先されるべきは“給食を食する子どもたち”なのです。

合理的、効率的に必要なカロリーを与える、というハード面からだけ給食を捉えるのではなく、給食というシーンを通して日本人の民族としての歴史、文化、伝統、そして何より日本人の心や細やかな感性といったものを育む機会とすることこそ、求められている教育なのではないでしょうか。

食事の内容ばかりでなく、食事の仕方や、箸や器といったものの成り立ちを学ぶことこそ、日本人の文化、伝統を識る上で忘れてはならないものでしょう。



2、 “箸と器” の日本の文化

日本の器は、手に持つ器であって、これは外国ではないことです。ディナーセットのなかで手に持つものといえばコップ以外にはありません。あとはテーブルに置きっぱなしで、ナイフで切り、フォークで突き刺して口に運びます。スープはスプーンを使います。この道具類は、まさしく手の代用品です。日本の食器だけが、テーブルから手に移して手から口に運ぶ、特殊な使われ方をします。

金属製品や、高台がついていないものでは、熱いおつゆを入れたらとても持てる食器じゃないし、口に直に持っていったら口唇をやけどするくらい熱い。

韓国も中国も、食器を手で持つことは稀だし、持ったお椀は逆にお代わりの時ぐらいしか手から離れることがない。また、箸よりスプーン系が多く使われます。

日本の場合は、伝統的にスプーン系を使いません。

いろんな器を、交互に手で持って食事をするという歴史から、器と手の関係は実にうまく出来ています。重量は日本人好みの120gが中心。焼き物でも漆物でも、大きい物でも小さい物でも、重量とバランス、径、大きさ、高さ、高台の大きさ、こういったものが日本人の好みに合わせ、手との関係で完全といえるまでに完成されてきています。

日本の食器には、グリップが付いていません。つける必要がないほどに良くできています。何より器の持ち方です。これは外国では絶対にしません。外国人にはできない持ち方です。フチに親指をかけて他の指を椀の底部にもって支える。こうすると大概の熱い器も熱くなく持てます。こういう持ち方をするし、これができるから日本の食器にはグリップが必要ないのです。

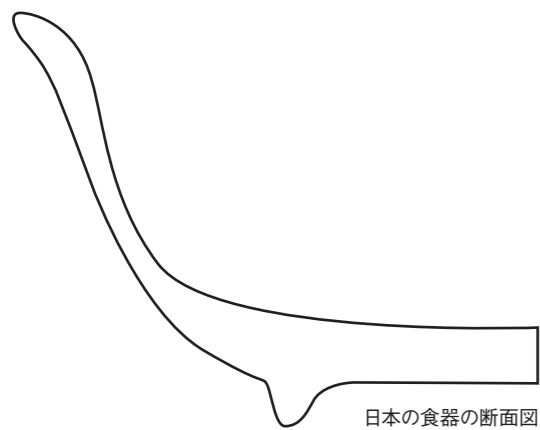
グリップがあると、重ねることや入れるという日本の伝統的な収納がきかなくなる。グリップがあると収納が悪い。あるいはまた取っ手があると片づけるときに重ねがきかないし、大小が入れ子にならない。つまり、お膳に乗せて運んだり、片づけることへの配慮もされているのです。そして、日本の食器は取っ手がなくても持ちやすいような寸法になっています。

手ごろの目方（ウエイトゾーン）というものがモノにはあります。

日本人は、何でもモノを見ると手に取って見たがります。モノを買うときにも、必ず「手で見立てて買う」という習慣があり、カタログ販売が普及してはきましたが、見るだけではなかなか買わないというのが日本人の買い物の特色で、なかなか欧米の普及率には並びません。



給食食器いろいろ



日本の食器の断面図

我々は器を見るとき、その器の重さを無意識のうちに感じとっています。そして、実際に持ったとき、見て感じた重さよりやや軽い感じを与えるものがよい器とされています。目方が快、不快を左右する要素にもなり得ます。だから、目方は“使いやすい器”の1つの物指しと考えられます。

日本人は、箸の食事を1000年以上も続けてきました。汁碗とかご飯茶碗とか、あるいは向付とか小皿とか、いろいろな器を左手に持って箸を使って食べる、という長い伝統があります。結果、手の感覚が育ち、目で見ただけでなく、実際に持つことで、器の良さ、使いやすさなどの判断を的確にするという習慣と皮膚感覚ができ上がったと思われます。手ごろでないもの、何となく持ってみたら重過ぎる、あるいは、軽すぎて頼りない、と嫌がることになります。

日本人が片手で持つ器に求める重量は、大体120gが中心になっています。北欧のカップなど重いものは200～300gほどもありますし、日本の塗の本漆器などは150g以上です。

ちなみに、現在給食に使用されている食器の重量は、直径128mm、高さ54mmの飯茶碗を素材別に測ってみると、強化磁器が150g、メラミン75g、ステンレス70g、アルマイトや耐熱ABS樹脂55g、ポリプロ45gとなっています。

陶磁器製のお碗は2つの曲線からできています。

中側の形、これは食べるための形です。お碗を余り傾けなくても中のものが口の中に入りやすいカーブになっているのです。底がやや高くなって、中のものが斜め上の方から見て底の方まで器の中がよく見えるということ、そして、それだから食べ易いし、おつゆなども飲み易い。そのために上げ底にしてあるのです。同時にカーブが緩やかです。

外側の形、これは完全に手に合わせた形で、手に持ちやすい形になっています。

持つ形と食べる形とが内と外側から合わさって1つになっている。相似形じゃないんです。内と外とは全然違う形をしている、というのがお碗の魅力なんです。そのために持ちやすく食べやすいのです。

底の厚みは重心を低く保つためでもあります。これがあるので、普通のお碗ですと45度傾けてぱっと手を離すともとに戻る。つまり、陶磁器製品にはひっくり返るくらいに持っていても復元力があるのです。ちょうど起上がり小法師のように重心が下げているのです。断熱のために底のところに肉をつけるという説もあります。

日本人は繊細な神経を持っており、口あたり、手もちなどの感覚を重要視しますから、視覚的な面だけでなく、触覚的にも考慮しなければならない、ということです。

口あたりとは、フロイドの深層心理学によれば、“接吻感覚である”とされています。器に口をつけることは意識下でのキス体験、となります。陶磁器素材の器は、この無意識の感覚を満たすような口あたりである、と言えましょう。

同様に、手ざわりの究極が肌の美、肌ざわりである、ということ。そして、日本人がそうした陶磁器の食器を好んできた、ということも考え併せていただきたいものです。

海外で日本食が注目されるのは、カロリーや味の点だけでなく、食事という時間的空間、シーンの大切さ、その優雅さ、気品といったものが尊ばれるからでありましょう。箸や和食器、食事のマナー、これらは日本の文化を支える大切なものなのです。

外見上は陶磁器と区別のつけ難い食器が多数市場に出廻っています。そして食物を盛るという機能を求めるだけであるのなら、軽くて労働条件にも適合するのですから機能する面は多いでしょう。

しかし、成長を終えた大人たちが機能だけを求める器と、食事を通して様々な日本の伝統や文化、民族性を理解して欲しい子どもたちの食事に、この種のモノを使用するというのはいかがなものでしょうか。

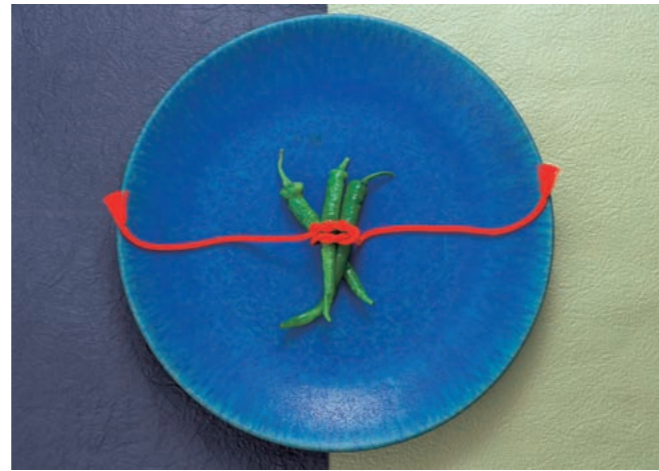
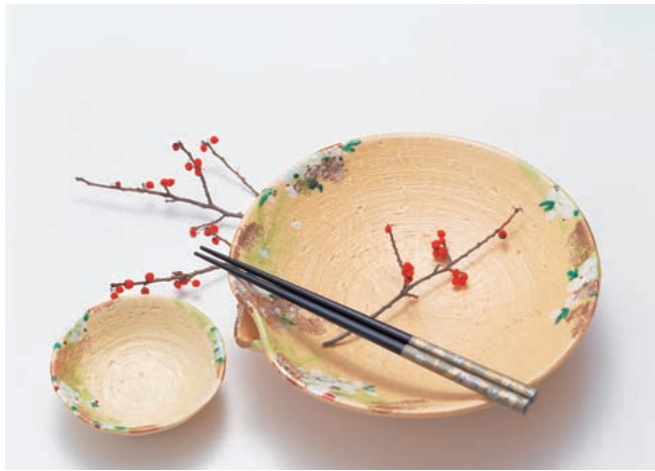
日本人が培ってきた、文化や伝統を否定することになっています。

“食育”から捉えるか、効率性から捉えるか。戦後、ともすれば日本人の民族的習慣までも否定し、合理主義、効率主義に走る事が多々有りました。そしてなにより、時間とコストを惜しむ事なく、手作りでなければならない教育の場面にまで、この合理主義、効率主義がはびこってしまいました。この弊害を説く人は多いのですが、いざ「何とかしなければ」という段になると、「仕方ない」と「先送り」ばかりです。

材質美は本質美です。陶磁器のもつ温かみや、清潔感、自然感、明るさ。本物と親しむ心、感覚的な美味しさ、徳育。そこには、モノを大切に作る心、思いやる心を育む要素が満載されています。

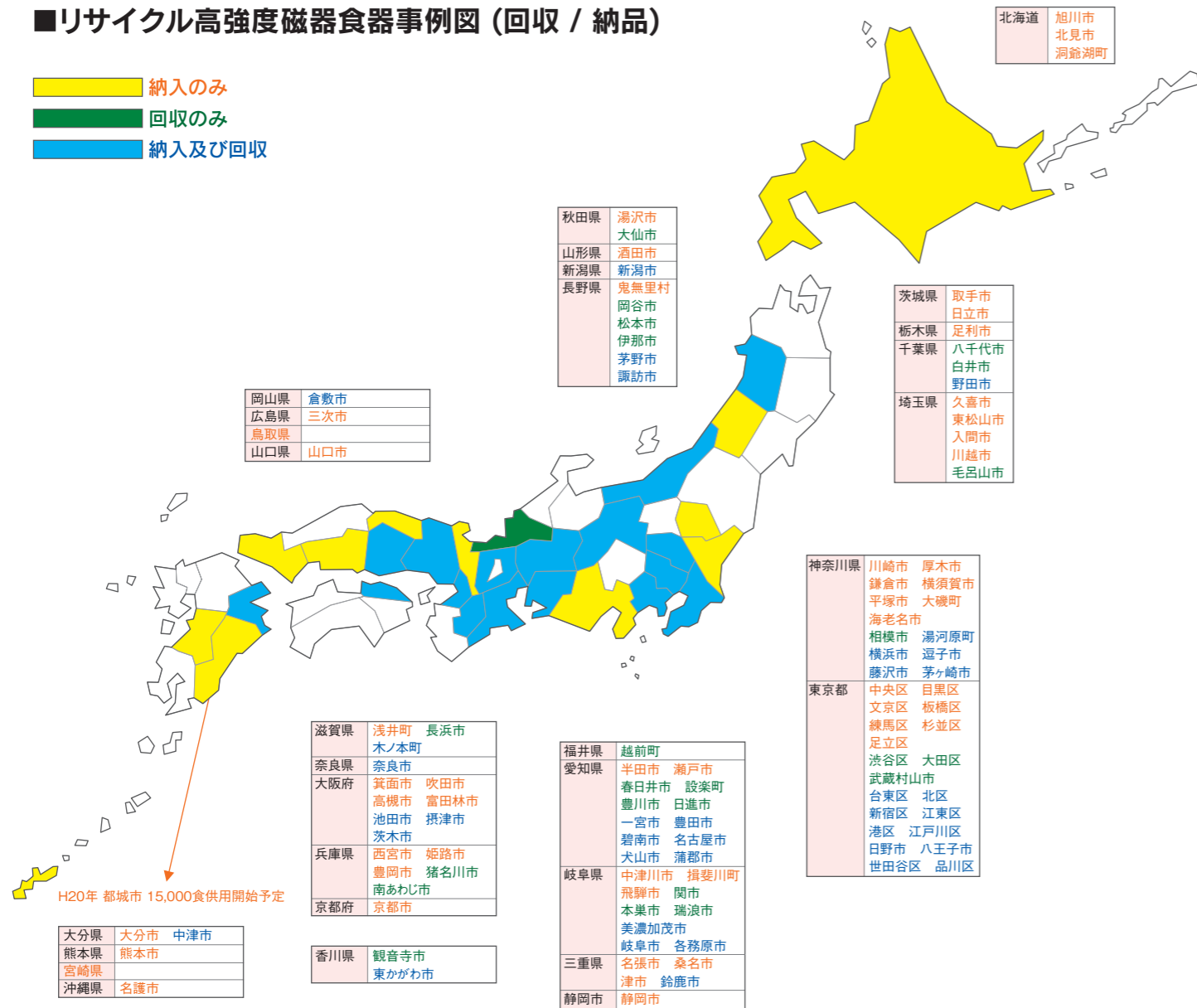
文部科学省が「食育」指導の強化を謳うのも、家庭で、地域でできていたことが、今はできなくなり、学校にその役割を依存する現実があるからなのでしょう。給食食器の選定にあたって、割れない、軽い、扱い易い、といった条件を優先させるのは、子どもたちに視点を置いたものなのではなく、給食を提供する側の作業の効率性に視点を置いたものなのではないでしょうか。

子どもたちの食の環境が、大人たちの都合によって壊されることのないよう、戒めたいものです。



■リサイクル高強度磁器食器事例図 (回収 / 納品)

- 納入のみ
- 回収のみ
- 納入及び回収



第2章 子どもたちにこそ本物を

1、強化磁器の誕生

1987年、岐阜県土岐市に本社を置く輸出陶磁器のトップメーカー・山津製陶(株)が、220MPa(単位=メガパスカル、日本セラミックス協会規格:JCRS-203-1996、食器用強化磁器の曲げ強さ試験方法による曲げ強度が220MPa以上)の強度を持つ強化磁器食器を発表しました。学校の給食用食器といえば、アルマイトやメラミン樹脂、プラスチック素材がほとんどという時代に、「本物を使って欲しい」と開発に取り組んだのです。

新聞報道などにより注目され、「給食食器にこそ陶磁器を使いたい」とする自治体から問い合わせが入るようになり、88年、ブランド名「ダイアセラム」として商品化するとともに(株)おぎそが産地卸商社として販売を担当。特に保育園向けに、千葉県八千代市などで取り上げられ、初年度売上で1000万円を達成しました。

89年には幼稚園・保育園向け教材卸商社の世界文化社、チャイルド社などが取り扱いを開始。また、岐阜県の高山市学校給食センターや糸貫町(現・本巣市)給食センターに採用されるなど、学校給食用にも販路を拡大して、給食食器はこのまま磁器製品に切り替わっていくか、と思われました。

ところが、90年代に入ると幼稚園・保育園市場は継続して普及率を伸ばしたのに対して、単位数量が大きく、作業面で嫌われたのか、学校向けの普及が停滞するようになります。

そして、90年代後半になると、「樹脂食器から溶出する環境ホルモンが生態系に影響を及ぼすのではないか」といったことが社会的な問題となったり、一方、食育の観点からも陶磁器製食器が見直されるようになり、再び全国に向けての積極的な販売活動が展開できるようになりました。

■山津製陶の製造工程



成形外観



素焼き



当初のダイアセラム



最初のころの保育食器



破損食器の溜まった最終不燃ゴミ処理場

2、割れます

陶磁器製食器の欠点は、当たり前のことですが、“乱暴に扱えば割れる”ということです。割れた食器は廃棄処分となり、最終処分場に捨てられます。

最終処分場の確保と、ゴミの減量は、どの自治体にとっても大きな課題です。そして、破損による不燃ゴミの処理問題は、給食食器として陶磁器製の食器を採用する自治体に共通する悩みです。

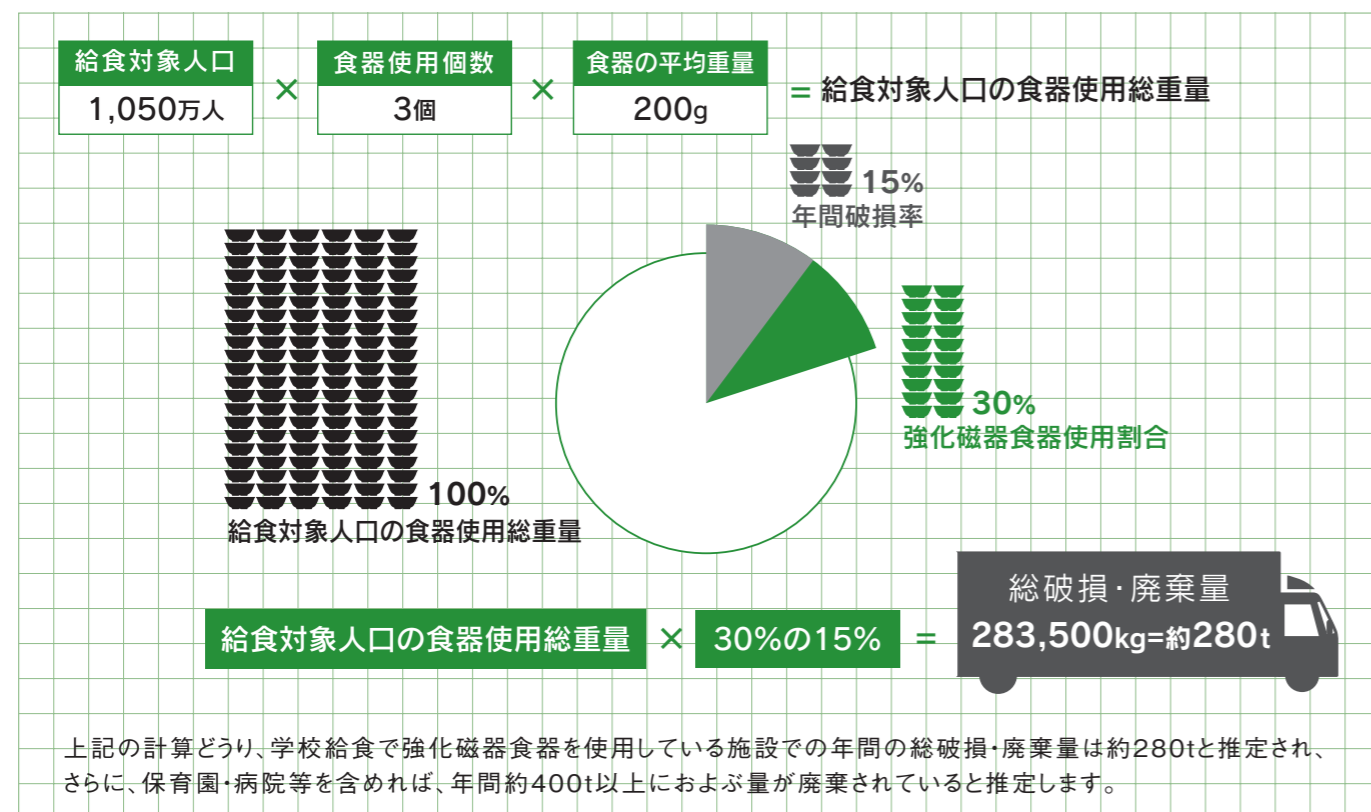
陶磁器製の食器は、全国的に普及が進み、平成15年度には約30%の公立小中学校で使用されるようになりました。平成17年度、東京都の70%の公立小中学校で陶製の強化磁器や高強度磁器が使用されている、と報告されています。神奈川、愛知、大阪では40%超に達しています。

その一方で、公立小中学校の強化磁器製食器年間破損量は約280t（平成15年度文部科学省の統計調査より推計）と推計されます。保育園、病院等を含めれば、年間に約400t以上の強化磁器製食器が廃棄されていることになりましょう。

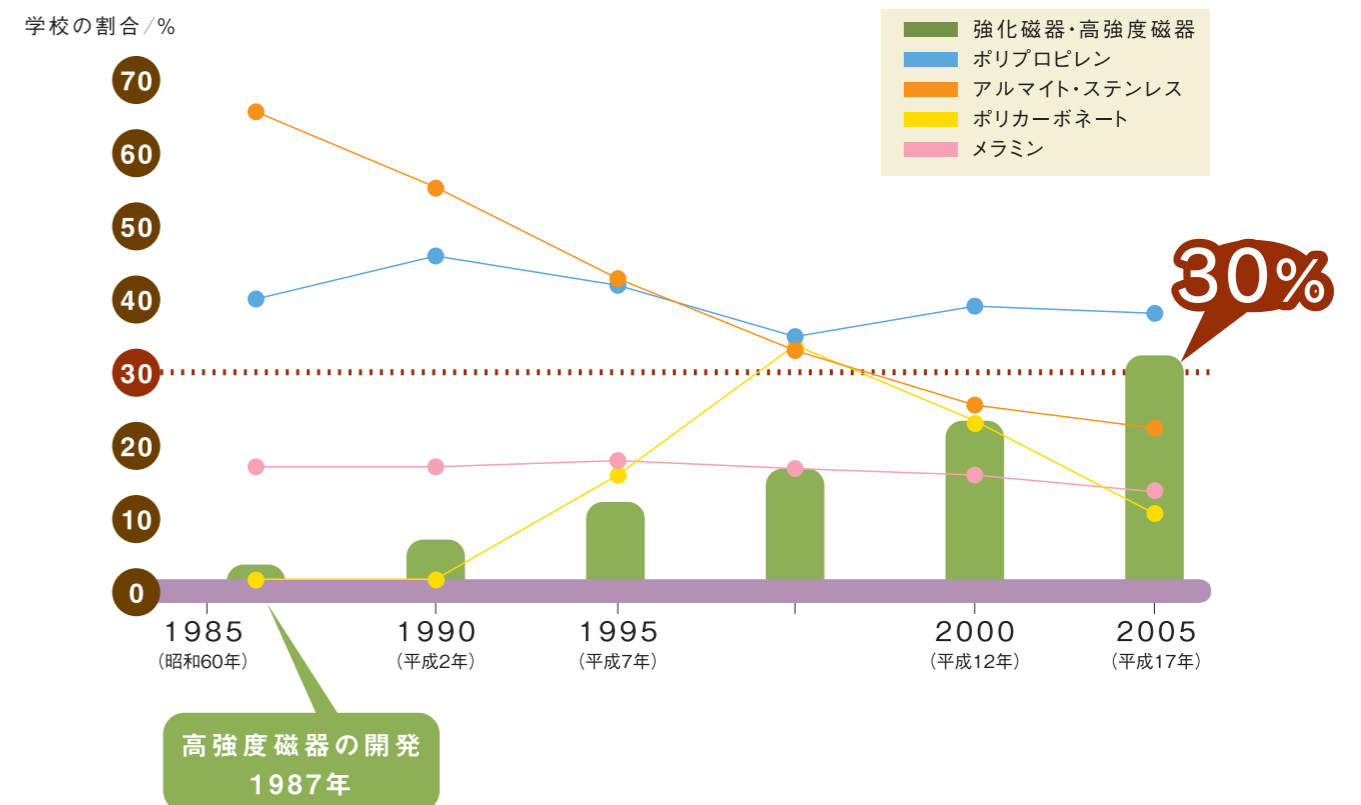
「陶磁器はよく割れるから、給食には不向きな食器」と、横浜市、堺市などでは樹脂製食器への「逆戻り現象」すら起きています。

■文部科学省の統計調査(食器採用調査)

学校給食で強化磁器製食器を使用している施設での年間の破損量計算式



■公立小中学校食器材質推移



■ 衝撃実験



山津製陶の高強度磁器用坯土開発(H15年9月23日 朝日新聞第2岐阜版)

3、 世界一の強度

この、「磁器食器は割れる」という点を克服し、ゴミの減量化を図るため、山津製陶(株)は、愛知工業大学応用化学科・小林雄一教授の助言を得て、原料の陶土、長石、アルミナなどの調合割合や粒子の大きさを変える工夫を重ね、ついに2002年、ダイアセラムより素材強度が20%強い、強度300MPaという強度世界一の食器を開発したのです。

強度300MPaの磁器食器「高強度300」(商品名)は破損率約7%という驚異的な数値を記録し、ダイアセラムの破損率約12%を大幅に改善。三重県鈴鹿市や東京都港区の一部の小学校が試験採用に踏み切るようになります。ただ、世界一の強度を安定的に維持するには製造コスト面で2割ほど高価となるため、この技術管理力を活かし、220MPaの「ダイアセラム」でも破損率を10%前後にまで低減することに成功。改良した220MPa強化磁器食器を主力商品として販売することになります。

また、色釉を使うと顔料に含まれる金属の融点の関係で素地より強度が落ちるため、強化磁器では透明釉による白色、もしくはこれに上絵付けした製品しか製造出来ないとされたが、03年に、(株)おぎそが岐阜県プロダクトデザイン育成支援事業の補助を得てこの課題に挑戦。強度220MPaを維持したパステルカラーの強化磁器食器の製造法を開発し、病院や介護施設、レストラン向けなどへと、強化磁器の可能性を拡大しました。

04年には、さらにこれを進めるべく、同じく岐阜県の補助により、強化磁器素地に使用出来る「伝統的な和食器釉薬の開発」に挑戦して成功。病院や介護施設、レストラン市場への戦略商品の幅を広げていきました。



一般の家庭で使用する陶磁器は高さ20cmから落とすと割れる。



高強度300は、高さ100cmまで耐える。ちなみに、強度230の「Re-高強度磁器食器OGISO」は高さ80cmまで耐える。(試験体は、直径150mm、高さ46mmの深皿)



左写真:商品名「ノア」 03岐阜県プロダクトデザイン育成支援事業で開発



右写真:商品名「いろなごみ」 04岐阜県プロダクトデザイン育成支援事業で開発

第3章 地球にやさしく

1、 私たちのできること



アルミナとは…

アルミナは、ボーキサイトをカセイソーダ溶液で加熱溶解してアルミン酸ナトリウムとし、濾過後放置して得られる水酸化アルミニウムの沈殿を水洗後1200度以上で焼成して製造(バイヤー法)します。アルミナは、陶磁器の強度を格段に高めるために不可欠な原料。家庭で使う一般の食器には含まれていない。貴重な鉱物資源。1250度で焼成してもその鉱物組成、性質が変わらず、再利用が可能。

アルミナ磁器は、堅く丈夫で耐熱性、透光性、耐食性、高周波絶縁性に優れ、熱電対保護管や高周波絶縁材料、集積回路基板、高輝度照明ランプ、人工歯根、人工関節などに使用される。

2007年2月、国連傘下の組織IPCC（気候変動に関する政府間パネル）は、地球の温暖化現象を公式に認め、しかもそれが人類によって引き起こされたものにほぼ間違いはないという結論を下しました。これにより温暖化は人為的な原因によるものなのか、自然変動によるものなのか、という論争に科学的な終止符が打たれることとなりました。

IPCCによれば、自然界のCO₂（二酸化炭素）の吸収量は年間31億炭素トンであります。一方、人類が化石燃料を燃やすことで排出するCO₂の量は、2000年代に入り72億炭素トンに達しています。自然界の吸収量の2倍以上という大量のCO₂が放出され、自然界に吸収されなかった温室効果ガスが大気に溜まり続けているのです。

京都議定書により、我が国は2008年から12年までの5年間に、1億7400万炭素トンもの大量のCO₂削減が義務づけられています。そしてこれは自助努力だけでは不可能であり、国民の血税でもって、他国の排出権を購入して贖わねばならないのが実情です。

地球環境の保全は、人類の生存という大きな観点からも、また、対外的なコスト面からも待った無しなのです。

環境に配慮した製品を積極的に購入したり、環境に優しい製品に対価を払ったりすることが当然と受け止められるような社会になりました。社会情勢の変化に伴って、従来はコストがかかるために再資源化は不可能であるとして廃棄されてきたものが、リサイクル化される例が増えてきました。

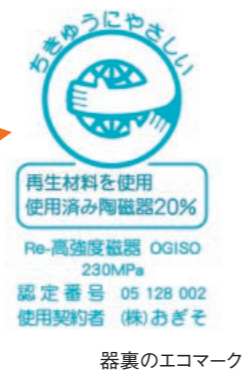
プラスチックや金属とは異なり、リサイクルが最も困難なものとされてきた陶磁器も、使わなくなったり、破損したものを不燃物処理するのではなく、再資源化する道を探る動きが出てきています。そして、今日ようやく、一般陶磁器食器のリサイクル化が始まっていますが、まだまだ試験的な域を出るものではなく、ましてや、学校給食として使用され、破損した磁器食器のリサイクルに取り組んだ例はありませんでした。

どのメーカーの強化磁器も、アルミナを30%前後含有しています。アルミナの購入価格はトン10万円以上と高価で、全国で年間に400t以上の強化磁器食器が廃棄されているとすると、年間に120t、金額にして1200万円もの貴重な資源を不燃物処分場に放置していることとなります。もちろん、陶土（粘土）も大切に有限な天然資源です。

小中学校で積極的に環境教育が行われる中、給食用磁器食器においてもリサイクルは「取り扱い業者としての使命」と考える(株)おぎそは04年、メーカーである山津製陶(株)とともに、高強度磁器食器のリサイクル化への研究に着手しました。



開発できたリサイクル食器です



破損品の受け入れ



一次粉砕(粉砕器へかけるためここで一時粉砕)

高強度磁器食器の破損食器のリサイクルは、原料の配合が解っており、しかも品質が安定しているだけに組成調整は比較的容易でした。

高強度磁器にはアルミナが30%配合されており、日本環境協会がエコマーク認定の基準としている「使用済み陶磁器の基準配合率15質量%」（「エコマーク商品類型No.128日用品・焼物」）を対象に、秤量誤差や変動を加味して破損食器の微粉末の配合率を16%とし、バージン原料としてのアルミナを25%配合することで、同様の強度を有するリサイクル食器を製造することに成功。「Re-高強度磁器OGISO」の商品名で05年4月に、(財)日本環境協会よりエコマークの認定を受け、エコマークの使用を認可されました。

とは言え、工業生産に入るには、自社の扱う高強度磁器食器の破損品だけでは絶対量が足りません。また、リサイクルに自社製品も他社製品もありません。「高強度磁器食器のみならず、他社製強化磁器食器をも含め破損食器を回収、再資源化する」ことに意義があります。

しかし、メーカーごとにアルミナの含有量も違えば、成分組成も異なります。破損食器は、粉砕して原料に配合することで再資源化されるのですが、安定して強度を維持したリサイクル強化磁器食器を製造するためには、質の安定した坏土が必要であり、破損食器をやみくもに一括処理することはできません。全国の学校で使用中に破損した様々な強化磁器食器を回収してその素材の特性を調査し、回収した強化磁器食器毎に調合比率（混合率）を調整し、なお、従前より一段高い230MPa以上の曲げ強度を備えたりサイクル高強度磁器食器の開発・商品化研究が1つ。

また、他社製品をも含む破損強化磁器の回収が出来なければ始まりません。回収から粉砕、杯土化、そして製造、販売までの、自治体・学校-メーカーを含めたりサイクルシステムの構築が必要です。

この2つの大きな壁がたちはだかっているのです。05年、(株)おぎそは、岐阜県の補助を得て、山津製陶(株)とともにこの業界初とも言える大きな壁に挑戦することにしました。

研究は、学校で使用中に破損した高強度磁器食器の一部を試験的に回収して粉砕するところからスタートです。

2、 リサイクル陶磁器「Re-高強度磁器食器OGISO」の開発

他社製の強化磁器食器をも含め回収し、リサイクルするとなると、それら製品の特性把握が必要となります。

このため、破損した5種類の強化磁器食器を入手し、それぞれの化学組成や成分組成を分析するところからスタート。予想通り、5種類の強化磁器食器は、組成、素地特性ともに一定ではなく、構成する結晶相も大きく異なっていました。

現在、国内で生産されている強化磁器のほとんどはアルミナ強化磁器に分類されます。素地中に微粒子コランダム（一般には α -アルミナといい、化学成分は Al_2O_3 ：以後単にアルミナとし、化学組成のアルミナを指す場合は Al_2O_3 と記す）を分散させて弾性率を高くし、素地をきめ細かくすることによって高強度を達成するものです。市販される強化磁器の素材としての曲げ強度は製品毎に異なり、150～300MPaの範囲にあります。従って、回収される強化磁器によっては強度を低下させる可能性もでてきます。

それぞれの特徴は、

- A 約1250～1280度の範囲で酸化焼成された強化磁器。アルミナ配合率は約7%と推定され、強度はそれほど高くないと推察されます。化学成分中にCaOや P_2O_5 を含むのが特徴で、大量に配合する場合には注意を要します。
- B 約1280度で酸化焼成された強化磁器。アルミナは約20%配合され素地中にクリストバライトを析出させるのが特徴。このため、素地組成が他の強化磁器とは大きく異なり、複数の回収された強化磁器を再生原料として使用する場合には、化学組成の変化に注意が必要となります。
- C アルミナを30%ほど配合し、1300度以上の高温で還元焼成した強化磁器で、標準的な強化磁器の化学組成を有します。
- D (株)おぎその扱う製品。アルミナを30%ほど配合し、1300度以上の高温で還元焼成した強化磁器。施釉曲げ強度が230MPaと、国内で流通する強化磁器の中では最も高い強度を有します。
- E 市販の学校給食用食器では最もアルミナ配合率が高い（推定38%）高強度磁器です。

このようにメーカー毎に異なる化学・鉱物組成を有する強化磁器を回収・再資源化して安定した強化磁器を生産するには、配合した再資源化原料（質量として16%配合）が強度に及ぼす影響について素材毎に把握し、回収される強化磁器に合わせた配合適正化技術を確立することが重要です。

■回収資源化に向けた実態調査とその結果表



	成分	回収された強化磁器の化学組成と特徴				
		A	B	C	D	E
回収された強化磁器の組成と性質	定量分析結果%					
	シリカ：SiO ₂	65.37	58.81	45.31	43.40	40.67
	アルミナ：Al ₂ O ₃	27.63	37.45	49.50	51.25	53.80
	酸化鉄：Fe ₂ O ₃	0.23	0.15	0.26	0.37	0.30
	酸化チタン：TiO ₂	0.09	0.07	0.13	0.11	0.18
	カルシウム：CaO	0.88	0.40	0.32	0.37	0.23
	マグネシウム：MgO	0.10	0.13	0.31	0.19	0.36
	酸化カリウム：K ₂ O	3.21	2.10	2.78	3.07	2.92
	酸化ナトリウム：Na ₂ O	0.89	0.51	1.01	0.83	0.97
	五酸化リン：P ₂ O ₅	0.6	—	—	—	—
	酸化バリウム：BaO	0.5	—	—	—	—
	灼熱減量：lg. loss	0.03	0.02	0.02	<0.01	0.02
	合計：Total	99.53	99.64	99.64	99.59	99.45
鉱物組成						
石英：%	31.4	30.1	12.2	9.0	12.1	
長石：%	21.8	18.6	22.8	21.3	22.5	
粘土：%	33.0	30.6	33.7	38.9	24.5	
推定アルミナ量：%	7	20	30	30	38	
高密度(釉付)g/cm ³	2.49	2.62	2.69	2.71	2.76	

回収された強化磁器の化学組成と特徴

■粉砕工場にて資源化される破損食器と保管状況



二次粉砕(破損食器を粉砕器にかける)



粉砕器にかけ、ふるいにかけて3mmアンダーまで粉砕する



変化する化学・鉱物組成を有する再資源化原料を組み込むことが可能な最適配合組成を以下のように決めました。

普通アルミナ	25%
長石	17%
カオリン	17%
粘土	13%
セリサイト	4%
陶石(-0.5mm)	8%
回収・再資源化原料	16%

ここでも日本環境協会がエコマーク認定の基準としている「使用済み陶磁器の基準配合率15質量%」を基準に、使用済み回収・再資源化原料の配合率は16%としました。他社の強化磁器を回収・再資源化した原料中に含まれるアルミナは7~38%とバラツキがありますが、バージン原料としてのアルミナ配合率は25%として試験研究を始めました。

回収された破損強化磁器食器を予め0.5mm以下に粗粉砕した後、他の原料とともに磁器製ポットミルにて22時間湿式粉砕を行い、粉砕泥漿を350メッシュの篩(ふるい)に通し、フィルタープレスにて脱水して坏土を作製しました。日本セラミックス協会規格「JCRS-203-1996:食器用強化磁器の曲げ強さ試験方法」に従い、鑄込み成形によって曲げ強さ測定用の角柱状試験片を作製。なお、成型時、素焼き後、焼成後の試験片寸法を測定し、乾燥・焼成収縮率を求めました。曲げ強度測定毎の試料数は20本とし、その算術平均値、バラツキの指針であるワイブル係数を求めました。

学校給食では多数の食器を積み重ねて洗浄・運搬・保管するために食器の形や寸法が高度に制御されていることが重要です。これらの精度は直接的に破損率に影響します。この点から、従来の強化磁器食器とリサイクル高強度磁器食器が混在しても、形や寸法が変化しないことは極めて重要な要素です。焼成後の形状・寸法に最も影響を及ぼすのが坏土特性や成形特性です。

再生原料を使用していない従来の高強度磁器の特性と比較すると、粉砕調製した坏土の平均粒子径は3.0~3.1 μ mの範囲にあり、調製条件が同じであれば、得られる粒度分布はほとんど同じでした。従来の高強度磁器と比較してわずかに大きな平均粒子径ですが、最大粒子径は高強度磁器のそれと比較して小さいため、強度を低下させることは無いと推察されます。どの試料でも、再生原料無添加の場合と同様の含水量で鑄込み成形用泥漿を調製することができ、鑄込み成形に問題は発生しませんでした。

素焼き収縮率はどの組成の試料でもほとんど同じ値 0.03 ~ 0.05 %であったが、高強度磁器と比較して幾分小さな値でした。直径200mmの皿で考えると、0.1%の差は0.2mmの差に相当し、無視して差し支えない誤差でした。

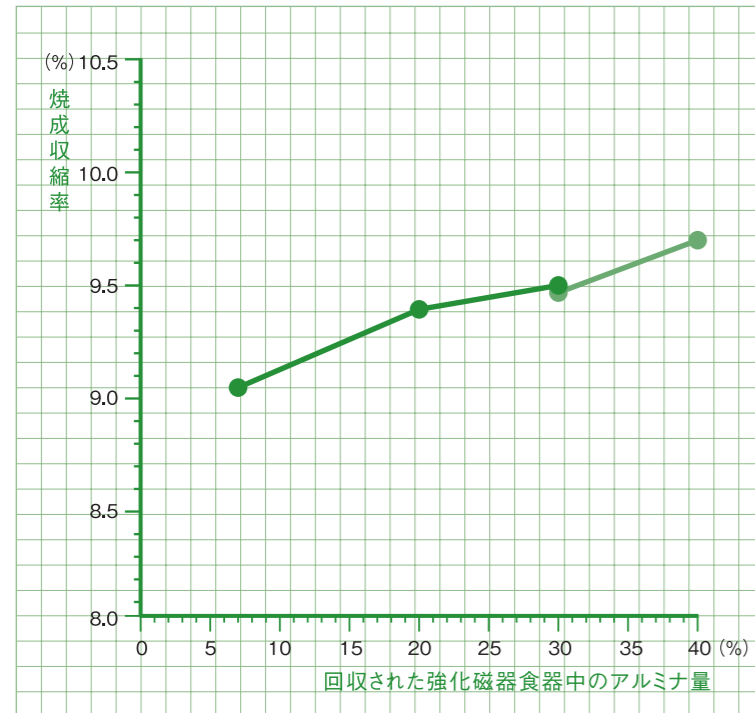
焼成収縮率は、再生原料を使用した場合は8.6 ~ 9.2%で、その最大差は0.6%です。直径200mmの皿では、その差は1.2mmとなり、無視できない誤差となります。原因は定かではないが、回収された食器に含まれるアルミナ量が多いほど焼成収縮率は大きくなる傾向にあり、再生原料を使用しない高強度磁器の場合は10%であることと比較すると、幾分小さな値を示し、従来の金型を使用して食器を生産する場合にはサイズが大きくなる可能性があります。

従って、初期配合原料中のカオリン+粘土：長石+陶石の調整により収縮率を微調整する必要があります。

回収した強化磁器を16%配合したリサイクル強化磁器の無軸曲げ強度は、221 ~ 238MPaであり、高強度磁器の曲げ強度221MPa以上の値を得ることができました。さらに、食器の破損率と直接関連する重要な指標である施釉曲げ強度は242 ~ 268MPaの範囲にありました。

「同様な形状であれば、曲げ強度が230MPaを超える食器（皿の場合）では、年間破損率が10%以下になる」とする報告もあります。A~Eの破損食器を使用して製造したリサイクル強化磁器は、曲げ強度がいずれも230MPaを超え、従来の高強度磁器の低い破損率と比較しても遜色無いと推察されます。

■焼成後の形状・寸形に懸念を及ぼすために調査した素焼き収縮特性



特性	単位	A	B	C	D	E	高強度磁器
アルミナ量	mass%	26.1	28.2	29.8	29.8	31.1	30.3
坏土平均粒径	μm	3.08	2.98	3.07	3.14	3.08	2.60
最大粒径	μm	16.8	16.8	19.1	19.1	16.8	19.1
鑄込み水分	mass%	28.1	27.3	27.1	27.2	27.6	27.5
素焼き収縮	%	0.04	0.05	0.05	0.04	0.03	0.15
焼成収縮(生→焼)	%	9.16	9.43	9.54	9.51	9.62	10.1
高温熱変形	mm	12	10	8	9	10	10
無釉平均曲げ強度	MPa	221	233	237	228	238	221
施釉平均曲げ強度	MPa	242	243	268	265	261	253
施釉による強度増加	MPa	21	10	32	37	24	32
施釉ワイド係数		11.3	16.3	15.7	15.4	14.6	18.3
嵩比重(無釉)	g/cm ³	2.71	2.74	2.76	2.77	2.77	2.79
熱膨張係数:RT-800°C	/°C	5.47	5.52	5.77	5.71	5.76	-

回収した破損強化磁器食器A~Eをそれぞれ16mass%配合して調製したリサイクル強化磁器の諸特性と、高強度磁器との比較表

Re-高強度磁器リサイクルシステムとは、これまで廃棄処分されていた破損食器を、適切な手順で処理することによって、Re-食器として生まれ変わります。回収された食器はまず粉碎処理され、16%を陶土に配合します。リサイクル陶土を使用して製造されるのが「Re-高強度磁器」です。 ※現在の配合率は20%です。



おぎそが提案する リサイクル強化磁器の特徴

- 環境省が推奨する「3R+」に貢献して循環型社会に対応しています。
- 従来より高い強度値「230MPa」の食器です。
- 定価は従来品と変わりません。
- 食育・環境教育に適しています。
- 資源枯渇・処分場延命に寄与しています。
- 他社の破損食器も回収しています。

※一般家庭用破損食器はグリーンライフ21 (<http://www.g121.org>) で回収しています。

3、リサイクル・システム「オーシステム (O-system)」の構築

「破損した強化磁器を排出した施設」→「回収担当企業」→「陶土メーカー」→「製陶メーカー」→「販売会社」を組み込んだ新しいネットワークによる高強度磁器食器の循環再生システム。

破損食器を廃棄物として回収するには法的規制があるため、「役割を終えて破損した強化磁器食器を、安価な有価再資源化原料として回収」することにしました。

(株) おぎそと、回収を希望する自治体とが、回収協定書を締結する。

(株) おぎそは、破損した食器をリサイクルするための資源として3円/kgで自治体から買い取る。(株) おぎそは、回収のための運送費も負担する。

自治体は、学校や給食センターなど対象施設に対して、破損食器の保管を指示。

回収は3カ月程度の期間において学期末単位になります。このため、破損した食器は、付着した食物滓などの腐敗防止といった衛生面を考慮し、ザルなどに入れてこれを水で洗い流した後、回収用ボックスに収納保管して下さい。

異物の混入はリサイクルを妨げます。同ボックスへのガラス類、ポリ容器等の混入がないよう留意して下さい。

回収用ボックスは、プラスチック素材など繰返しての使用が可能な、収容量15kg程度のものを、ご用意下さい。危険防止のため、回収用ボックスのまま回収しますので、学校なら2個程度、給食センターなら5個程度ご用意下されれば、交互に使用出来ます。なお、回収用ボックス(折畳み式)は、(株) おぎそでも取扱っています。

回収にあたっては、施設名、回収希望日及び時間、回収ボックス数などを明記した回収依頼書にて、(株) おぎそ宛にFAXでご指示下さい。連絡を受け次第、回収、運搬を代行する運送会社(株) 西濃運輸に指示し、希望日の回収を行います。ほとんどの場合、ご指定の希望日の回収は可能なのですが、万が一、希望日や希望時間に対応出来ない場合は直接電話で、施設担当者にその旨ご連絡をし、希望日の近日での回収日を調整させていただきます。

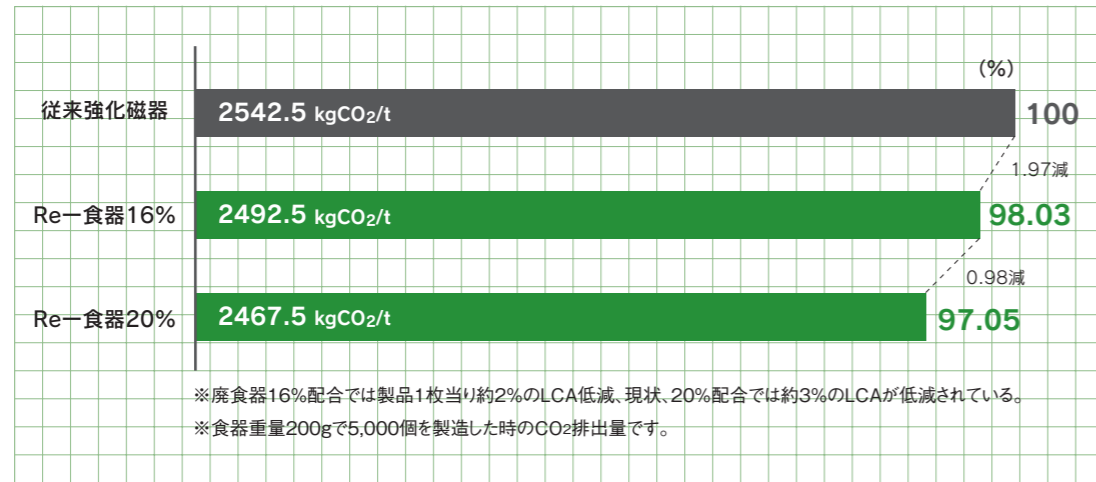
なお、地域によっては、(株) おぎその「Re-高強度磁器食器」を納入した地元業者が、回収を代行するケースがあります。この場合も、(株) おぎそ宛回収指示書をFAXしていただくスタイルは同じです。

回収代行者が回収に向った際には、回収依頼書をお示し下さい。

回収代行者は、回収ボックスを粉碎工場まで搬送します。

粉碎工場にて回収ボックスを受け取った(株) おぎそは、破損強化磁器の重量を計量して回収報告書を作成し、依頼先施設担当者にFAXで連絡して互いに回収重量を確認。

■従来のバージン原料による製造過程と再資源化原料を使用した
リサイクル高強度磁器製造過程のCO2削減効果比較表



排出ガス(CO2)削減の表

単位 kgCO2/t

	従来強化	%	Re-食器16%	Re-食器20%
原料	343	13.5	293	268
製土	53.9	2.1	53.9	53.9
土錬成形ライン	147.9	5.8	147.9	147.9
素焼き	276.5	10.9	276.5	276.5
施釉ライン	2.4	0	2.4	2.4
本窯焼成	1718.5	67.6	1718.5	1718.5
選別ライン	0.3	0	0.3	0.3
その他	0	0	0	0
合計	2542.5	99.9	2492.5	2467.5

食器製造ラインの表

回収ボックスは(株)おぎそが責任をもって保管し、基本的には1週間以内に返還します。
粉碎工場は、破損した強化磁器食器を粗粒子に粉碎し、粘土工場は、これを配合、微粉砕してRe-陶土を製造します。

06年春、破損強化磁器食器を原料として16%配合したエコマーク認定の「Re-高強度磁器食器OGISO」は完成。引き続き(株)おぎそと山津製陶(株)はエコマーク基準より一段高い、岐阜県の「廃棄物リサイクル認定製品」基準(使用済み食器を原料として20%以上配合)をクリアし、同年10月31日付で認定されました。

アルミナの使用量は4.8%以上削減できますし、従来の強化磁器陶土と比較して約20%のCO2削減ができます。

また、名城大学^{いちだて}伊達稔教授のグループによる検証で、CO2排出量の製品比較では、16%配合した場合、従来の強化磁器廃食器に比べて約2%、20%配合した場合は約3%の削減となっていることも判明。現在、「Re-高強度磁器食器OGISO」は全て、破損強化磁器食器を20%配合した“より地球にやさしい”食器となっています。

未来をつかめ
第5回多治見「き」業展 出展企業

回収・再生のシステム確立
陶磁器リサイクル おぎそ

学校給食 向け採用 高強度食器で展開

同社の高強度磁器食器。破損後は再資源化して再び製品に

ガバカスルを再現し、新たな二〇〇五年度産品として、子供たちへ提供できると、おぎそは、これまでと変わらぬ姿勢で、この取り組みを推進している。

「Re-高強度磁器食器OGISO」は、従来の強化磁器食器を原料として、20%以上配合した食器です。アルミナの使用量は4.8%以上削減でき、CO2排出量は約20%削減されています。

OGISOのシステムでは、回収した食器を、山津製陶(株)で再資源化し、おぎそで再び製品にしています。

おぎそは、この取り組みを通じて、環境にやさしい食器の提供と、廃棄物の削減を同時に実現しています。

おぎそ 岐阜県多治見市山津町1-1-1
TEL: 057-468-0533
FAX: 057-468-0534
E-MAIL: ogiso@ogiso.co.jp
http://www.k-ogiso.co.jp

回収・再生のシステム確立(H19年12月3日 中部経済新聞)



「グリーン購入大賞優秀賞」授賞式(H19年10月12日仙台市)

4、 グリーン大賞の受賞

こうして精製したRe-陶土を使用し、強度300MPaという世界一の強度の磁器を製造する高い技術管理能力を有する山津製陶(株)が、破損率の低い230MPaのRe-高強度磁器食器を製造し、破損食器が甦ることになります。

絵付けに採用するイングレイズ技法も、色絵の具をガラス質の釉(うわぐすり)の中に閉じ込める技術で、これにより絵柄が消えてしまうこともなく、また、鉛溶出を完全にシャットアウトするものです。上絵付けとは異なり、食器の絵柄が摩耗によって消えてしまうことはありません。

また、(株)おぎそでは、長期間使用した食器にみられる表面の傷や汚れも、このイングレイズ用の窯で再焼成して、ガラス質の釉(うわぐすり)を一度溶かすことで、新品同様に生まれ変わらせます(リユース)。

強化磁器と言えども、形あるものは破損する。破損した磁器食器をリサイクルすることは勿論ですが、より破損しにくい食器造りへの努力は、ゴミを減らす原点です。300の技術管理能力をもって230を製造する山津と、220が一杯の技術力で220を謳う他メーカーとの品質の安定度には歴然の差が生まれます。

(株)おぎそは06年、リサイクル高強度磁器・商品名「Re-高強度磁器OGISO」の開発とともに「3R」を完成、このための基本となる「オーシステム」も構築したことで、他社との完全な差別化も成り、地球にやさしく、食育に適した、伝統的な日本の器として全国展開に入っています。

さらに07年10月、強化磁器食器のリサイクルシステム「オーシステム」の確立と、これによる「Re-高強度磁器食器」の商品化が評価され、我が国における環境対策、リサイクルの推進母体であるグリーン購入ネットワーク組織より、「グリーン購入大賞優秀賞」を受賞しました。

■(株)おぎその3R 循環型社会づくりに貢献する3Rを実現





展示会でのアテンド風景



台東区リサイクルネットワークが配布した
環境ふえあのチラシ(H17年12月)

5、 信頼にこたえるために

台東区教育委員会は05年9月、Re-高強度磁器食器をブランド指定し、採用すると同時に、環境課リサイクル推進係はRe-強度磁器食器を広報に掲載して区民に環境への意識を啓蒙しています。また、同区は、採用したRe-強度磁器食器の破損率を調査、「破損率7%台を維持」しているとの報告を受けています。

例えば、6年前から陶製食器の採用に踏み切った岡山県倉敷市は、毎年、年間に約8t以上もの破損食器を廃棄しています。豊田市も、年間に約6t以上もの破損食器を廃棄してきました。両市とも、このままでは数年後に不燃物処分場が満杯になると、06年からRe-高強度磁器の試験採用を始めています。

このほか、新宿区、港区、北区、江戸川区、世田谷区、碧南市、摂津市、大分県中津市などなど、次々とRe-高強度磁器への切替えが始まっています。

08年1月現在、リサイクル高強度磁器食器の納品実績は、全国84自治体にすぎません。私どもの努力不足のため、他社メーカーの強化磁器食器との違いをより良く理解していただかず、給食食器選定時には同様な強化磁器食器として扱われることが多々あります。そして、価格を最優先とする競争入札により、他社メーカーの品を採用されるケースも少なくありません。磁器素材の食器の普及という点からは嬉しいことですが、結果、30%近い破損率を「こんなものなんだ」と見過ごされていくとしたら、そしてそれが、「磁器は給食食器には不向き」という間違っただ認識へと逆行することになることを恐れます。

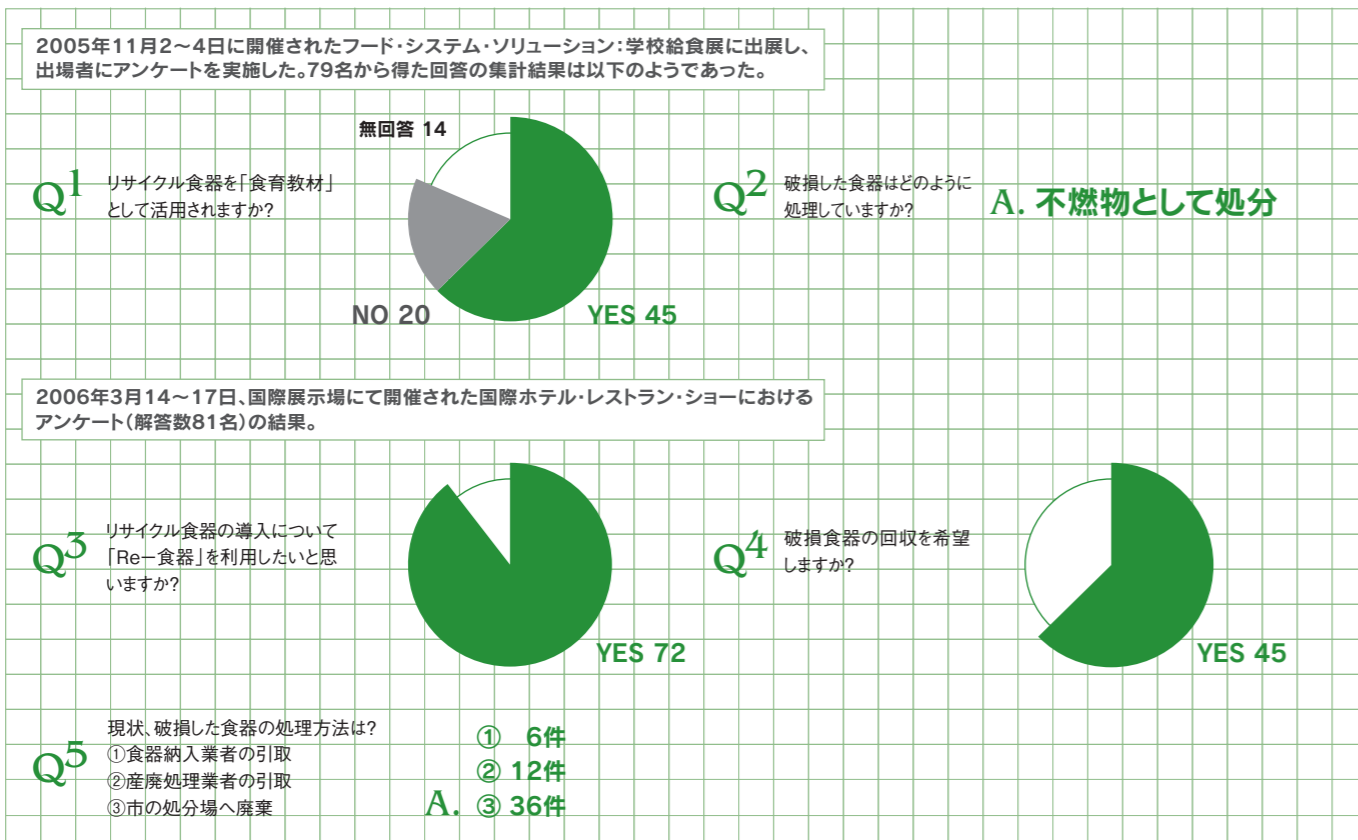
「Re-高強度磁器食器」の破損率は10%であり、リサイクルできる地球にやさしい磁器食器です。

各種展示会などに出品し、この理想の給食食器を識っていただくごとに、「これを採用したい」という声が大きくなっています。潜在需要は大きいものがある、そして、学校給食に携わる全ての人々から、必ずやご支持頂ける日がくると信じて頑張っています。

エコマーク制度は法令に基づかない自主的なラベル制度です。一度エコマークを認定されれば、それを維持管理していることを保証する義務はありません。現状のエコマーク制度では資源ゴミ回収の検証義務もありません。

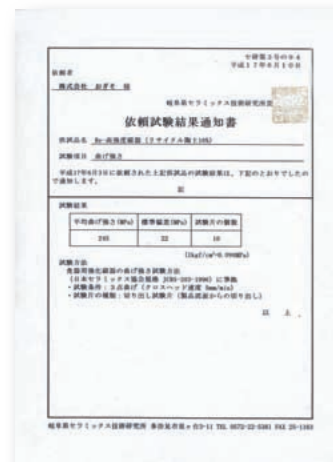
破損した強化磁器食器を20t回収してはじめて、リサイクル食器100tの製造が可能で、本来、破損食器の回収なくしてリサイクル食器の製造はありえないのです。しかし、強化磁器の生産者が、使用済みの廃食器を回収することなく、一般の強化磁器をリサイクル強化磁器と称して生産、販売する場合も危惧されます。

■学校給食展におけるアンケート集計結果



上記の結果です。あなたも循環型社会に参加しませんか?

(株) おぎそは、「Re-高強度磁器」の品質への信頼を高めるため、販売に際して次の①～⑥の成績書や証明書を添付する、マニフェスト制を実践しています。



①「公的試験機関の曲げ強度成績書」
曲げ強度230MPa以上の強度を保証する



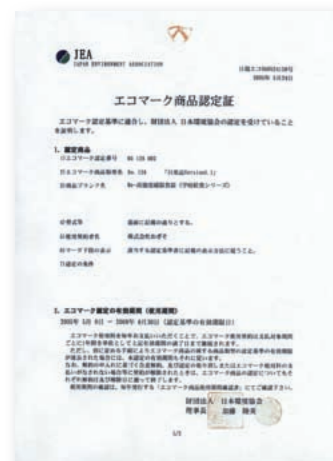
②「Re-陶土配合証明書」
陶土会社が回収した破損強化磁器食器の配合比率を証明する



③「回収報告書」
破損した強化磁器食器を回収したことの報告書



④「回収した廃食器の粉砕処理依頼書」
陶土製造会社が回収した廃食器を粉砕処理している証明



⑤「エコマーク商品認定証」



⑥「Re-高強度磁器食器生産証明書」
製造メーカーの生産証明書

「Re-高強度磁器」の裏底面には、「エコマーク」と共に、製品の強度値である「230MPa」を焼き付けています。これも、(株) おぎその品質への自信と責任を表わしたものです。

ひたむきな伝導者たる

(株) おぎそ 代表取締役社長 小木曾順務

20年前、学校給食向けの強化磁器食器と出会えたことを心から感謝しています。子どもたちの“食育”のお手伝いをさせていただく仕事に従事している、と仕事に誇りが持てます。そしてそれはそのまま、自分の人生が意義あるものである、と信じることが出来るからです。

企業活動を通じて自分たちの夢や思いを実現する。また、良きものやサービスを創造し、世のためにつくす—これが(株) おぎその企業理念です。

今よりもっといいものを提供したい、という強い思いがあります。この思いのある限り、(株) おぎそは前進出来ます。

どの分野のものづくりでも、1人で出来ることなどありません。Re-高強度磁器食器も、自治体や学校関係者、粉碎工場、製土業者、そしてメーカーである山津製陶(株) 技術陣等など、多くの意志ある人たちが妥協することなく挑戦し続けることで、“本物”が生まれるのです。そしてこれこそが日本のものづくりの心と信じます。

仲間とともに仕事ができる喜び、1人では出来ない仕事を皆で完成させていく喜び、喜んで使ってくれる子どもたちがそれにより成長していってくれることを願う喜び。

いつまでも、より良いものを追求する「求道者」としての誇りと尊厳をかけ、夢を抱き、実現するためにひたむきに歩いていきます。

この作品は、経済産業省新連携認定事業
平成19年度新連携対策補助金補助事業
「事業化・市場化支援事業」で制作したものです。



DVD「捨てちゃダメ～リサイクル高強度磁器～」

リサイクル食器の事を分かり易く説明したDVDビデオを制作いたしました。リサイクル食器に関する学校教材として啓蒙の一環としてご活用いただけます。DVDビデオをご希望の方は下記までお問い合わせください。

〈問い合わせ先〉
株式会社おぎそ
Tel. 0572-59-8639 Fax. 0572-59-4546

連携事業所
(株) おぎそ (コア企業)
馬駮鉦業 (株)
愛知工業大学

監修 加納経済研究所
加納志貴