

特集2 廃棄ガラス繊維強化プラスチックを 再利用した環境調和型セラミックスの開発

工学部 機械設計システム工学科 木之下 ひろゆき 准教授

廃棄ガラス繊維強化プラスチックや廃シリカゲルなどの産業廃棄物のリサイクルを研究されている木之下先生にお聞きしました。

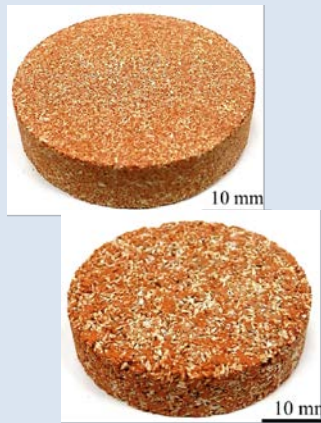
特
集



▲GFRP に含まれているガラス繊維



▲原材料、(左) 宮崎県産の粘土、
(右) 粉砕した GFRP
↓ 900℃～1200℃



▲ガラス繊維強化多孔質セラミックス

※1 多孔質

多数の細かい穴（孔）を持つ性質。

※2 気化熱

液体の物質が気体になるときに周囲から吸収する熱のこと。液体が蒸発するためには熱が必要になります。その熱は液体が接しているものからうばって蒸発します。

※3 ヒートアイランド現象

郊外に比べ、都市部ほど気温が高くなる現象。

■研究のきっかけ ～GFRP を再利用したい

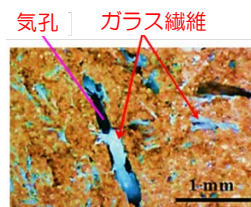
ガラス繊維強化プラスチック（GFRP）は、プラスチックの中にガラス繊維が入った強化プラスチックです。船舶、自動車の内装、航空機などに利用されています。ガラス繊維の分離が難しくリサイクルができないので、廃棄物は埋め立て処分されています。企業に何とかできないかと相談されたのが研究のきっかけです。

■セラミックスの製造方法

廃棄 GFRP を粉砕し、粘土と混合して固めて、900℃～1200℃で焼きます。プラスチックは 700℃、ガラス繊維は 1200℃ほどで溶けるので、900℃～1200℃で焼くとガラス繊維のみが残り、空洞の中にガラス繊維のたくさん入った、すかさかのレンガができます。廃棄 GFRP の混合率、粉砕の大きさ、焼く温度を変えることで、レンガの強度や気孔率が変わります。

■セラミックスの特徴

このセラミックスは**多孔質**※1 で非常に軽く、比重が 1 を下回るものも作成できます。ガラス繊維で強化しないと、ここまで気孔率が高いものを作ることはできません。気孔率が高いことから、吸水性や透水性が高いという特性があります。これらの特性を生かし、以下の利用を研究しています。



▲セラミックスの表面組織

■利用① ヒートアイランド現象対策としての保水性舗装ブロック

吸水性が高いという特性を生かし、保水性舗装ブロックへの利用を研究しています。保水性ブロックは、保水された水分が蒸発する際の**気化熱**※2 により、周囲の温度が下がるので、**ヒートアイランド現象**※3 を軽減することができます。ガラス繊維で強化させることで、高い気孔率を持ちながら、足で踏んでも割れない強度のブロックを作ることができます。

■利用② ゲリラ豪雨対策としての透水性舗装ブロック

透水性が高いという特性を生かし、透水性舗装ブロックへの利用を研究しています。突然の豪雨に対して、水を通すようなブロックで舗装することで、水溜りや洪水の発生を少しでも軽減できないかと考えています。

■利用③ 水質浄化用セラミックス

透水性が高いという特性を生かし、水質ろ過材としての利用を研究しています。気孔の大きさを変えることで、様々な大きさの懸濁物を除去することができます。さらに、**光触媒**※4 材料である**酸化チタン**※5 でコーティングし、紫外線を当てることで、有機物を除去することを考えています。



宮崎大学工学部 機械設計システム工学科 木之下 広幸
<http://www.cc.miyazaki-u.ac.jp/kinoshita/index.html>

また、これをプールのタイルとして使い、紫外線が当たることで、いつもきれいな水を維持できるのではないかと考えています。

■利用④ 大気浄化用セラミックス

気孔率が高いという特性を生かし、炭化物の微粒子や自動車排出ガス等のろ過材としての利用を研究しています。 NO_x ^{※6}、特に NO_2 の吸着性が高いので、光触媒材料である酸化チタンを蒸着し、紫外線光触媒の作用を利用すれば、 NO_2 を効果的に吸着除去できるのではないかと期待しています。また、 $\text{PM}_{2.5}$ ^{※7} の除去についても実験を進めています。

■廃シリカゲルを再利用した緑化基盤材の開発

粘土と廃シリカゲルを混合して焼くと、シリカゲルが収縮し、レンガの中に気孔ができます。多孔質で吸水性が高いので、緑化基盤材として屋上緑化に利用する研究を進めています。

■金属加工から廃棄物リサイクルへ

私の元々の専門は金属の塑性加工ですが、より社会の役に立つ研究をしたいと考え、環境、エネルギー及び自然災害のいずれかの研究に携わりたいと思いました。そこで、まずはリサイクルの研究からはじめることにしました。

廃棄物のリサイクルは、新しい原料から作るよりも、収集、粉砕、洗浄などのコストがかかり、品質も悪くなってしまう。これを克服するためには、どうしても使わなくてはならない、これがないとやっていけないというような利点が必要です。廃棄物処理は喫緊の課題です。コストが多少高くても、環境にやさしいという付加価値があれば、実用化できる可能性はあると考えています。

■大学での研究、研究を通じた教育

大学では、自分の考えのもとで研究ができるという1つの幸せがあります。私はずっと研究を通してやってきました。成果を1つずつ学術誌や学会で発表して、正しいかどうかを確かめながらやっています。宮崎大学は大きな大学ほどの設備はないので、自分で作り上げていく必要がありますが、それは自分の好きなように研究できるというメリットでもあります。

大学は研究を通じた教育機関でもあります。1つの研究をやりとげるという経験をもとに、様々な新しい課題に対処できるような学生を輩出していきたいと思っています。

※4 光触媒

光を照射することにより触媒作用を示す物質の総称。天然の光触媒反応としては光合成が挙げられます。代表的な光触媒として酸化チタン (TiO_2) が知られています。

※5 酸化チタン (TiO_2)

通常は白い粉で白色塗料、白いプラスチック、白い紙の材料として多く使われています。

酸化チタンが紫外線を吸収したときに生じる酸化作用により、様々な有機物を分解することができます。

※6 窒素酸化物 (NO_x)

物が高い温度で燃えたときに、空気中の窒素 (N) と酸素 (O_2) が結びついて発生する、一酸化窒素 (NO) と二酸化窒素 (NO_2) などのこと。特に二酸化窒素 (NO_2) は、高濃度で人の呼吸器に悪い影響を与えます。また、光化学スモッグや酸性雨の原因となります。

※7 $\text{PM}_{2.5}$

大気中に浮遊する $2.5\mu\text{m}$ 以下の小さな粒子のこと。非常に小さいため、肺の奥深くまで入りやすく、呼吸系への影響に加え、循環器系への影響が心配されています。



▲木之下研究室メンバー

学生さんにも聞いてみました！ ～工学部機械設計システム工学科4年生 田中 紬子さん～

この研究室を希望した一番の理由は、先生の研究の目的がとても分かりやすかったからです。廃棄物から新しい素材を作り、その利用を考え、実用性を検証する。自分にとって分かりやすいのであれば、他の人にも分かりやすく説明できると思いました。もちろん、環境にやさしいというのも興味がありました。就職も考えていたのですが、研究が思いのほか楽しかったので、大学院に進学することにしました。

泥くさい作業も多いのですが、研究は楽しいです。木之下研究室は、みんなのテーマをみんなでやるということが多いので、幅広く勉強できるところが魅力だと思います。私は緑化ブロックの研究を担当していますが、水質浄化ブロックの実験もやっていて、そこから自分の研究に応用できることを学べたらいいなと思っています。