

〈解説〉

## 環境に優しいロックウール

技術本部 環境管理室 室長 戸塚 優子

### 1. はじめに

ロックウールは、高炉スラグや天然の鉱石を原料とし、高温で熔融し、遠心力で繊維化した耐熱性に優れた人造の鉱物繊維です。

ハワイ島マウナロア火山の斜面で発見されたウール状の繊維をヒントに開発されたともいわれ、欧米では1880年代から、日本でも1938年に工業化され、産業用途から住宅用まで幅広い分野で使用されています。

ロックウールは、優れた断熱効果を有し、省エネルギーや、CO<sub>2</sub>削減による地球温暖化防止に貢献します。

また、鉄や鋼を製造する工程で排出される副産物の高炉スラグを主原料としていること、さらにロックウール自体もリサイクルが可能な製品であるため、循環型社会にも貢献する製品です。

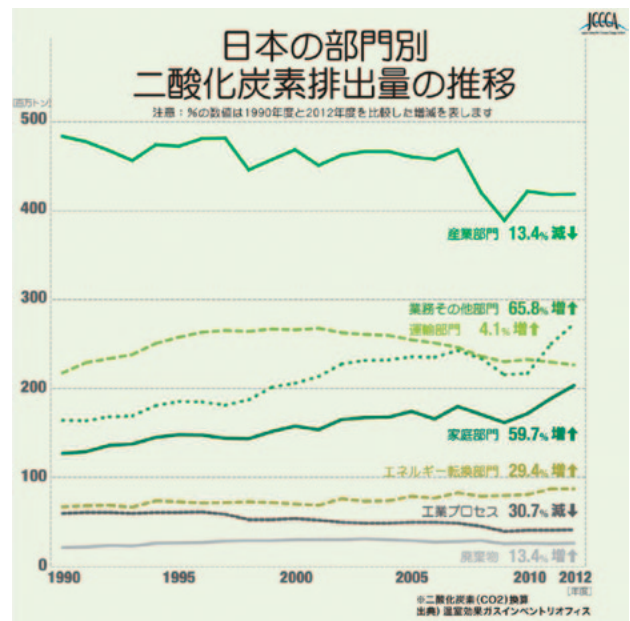
### 2. 地球温暖化防止に貢献するロックウール

#### 2.1 地球温暖化の現状

2013年、気候変動に関する政府間パネル(IPCC)は、将来の地球温暖化の進行などを分析した報告書<sup>1)</sup>を公表しました。本報告書には、過去4回の報告書には記載の無かった「気候システムの温暖化については疑う余地がない」という強い記述が登場し、温暖化の進行が深刻であることが示されました。

地球温暖化の主要原因であるCO<sub>2</sub>の起源について、図1に示します。

産業部門では省エネルギー化が進み、CO<sub>2</sub>が



出典) 温室効果ガスインベントリオフィス  
全国地球温暖化防止活動推進センターウェブサイト (<http://www.jccca.org/>) より

図1 日本の部門別二酸化炭素排出量の推移

削減されている一方、業務部門や家庭部門では、1990年度に比べて約50%以上CO<sub>2</sub>排出量が增大しています。

私たちの家庭では、以前と比べてエアコン・テレビなどの家電製品の保有台数が増え、自家用車の利用も増えています。さらに、ここ数年の猛暑でエアコンの稼働時間も長くなっており、エネルギー消費は増加の一方です。家電製品や自動車は便利で快適な生活を提供してくれる反面、エネルギーの大量消費で地球温暖化などの原因となっているため、家庭部門の省エネ対策が急務とされています。

## 2.2 住まいに優しいロックウール断熱材

家庭の省エネとして、『節電』『新型の省エネタイプの家電製品の購入』を思い浮かべる人が多いでしょう。最近では、建物の『断熱』も省エネ効果が高いということを理解している方も多いと思います。この住宅用断熱材にロックウールが使用されています。

住宅用ロックウール断熱材の効果については、2010年にロックウール工業会で確認しています<sup>2)</sup>。実施したシミュレーション結果を表1に示します。

表1 断熱材の有無による年間冷暖房エネルギーの違い

	札幌地区の家	
	断熱材がない家	等級4の家
消費電力	7,356kWh	2,230kWh
冷暖房電力費	16万2千円	4万9千円
排出CO <sub>2</sub> 量	4.3t	1.3t

※等級4とは平成11年省エネルギー基準の家を建てた場合の結果  
 ※CO<sub>2</sub>排出係数は北海道電力の2008年度のデータを使用  
 ※電力単価 22円/kWhで計算

この結果により、省エネ住宅（次世代省エネ基準相当）を建てると、冷暖房にかかるエネルギーが約70%も削減できることになり、冷暖房費も70%削減できます。シミュレーションした住宅の場合、年間で約11万3千円の節約となります。また、電力使用によるCO<sub>2</sub>排出量も約3t削減することができます。これは杉216本が年間で吸収するCO<sub>2</sub>量に匹敵します。省エネ住宅を4棟建てると、東京ドーム1個分の杉林を植林するのと同じ効果となり、地球温暖化防止に大きく貢献することになります。

住宅用ロックウール断熱材の施工などによる住宅の断熱性能の向上は、冷暖房費の削減効果だけでなく、居住者の健康にも影響を与えている話があります。英国保険省では、低い室温が健康障害を起こすとして、表2に示す室内の推奨温度の指針<sup>3)</sup>を出しています。

表2 健康に対する室内温度の影響

室内温度	影響
21℃	推奨温度
18℃	許容温度
16℃未満	呼吸器系疾患に影響有
9~12℃	血圧上昇, 心臓血管疾患のリスク
5℃	低体温症を起こすリスク

また、断熱性能の低い家から高い家に転居するとアレルギー性鼻炎、気管支喘息、高血圧性疾患などの有病率が改善したというデータも報告されています<sup>4)</sup>。

これらのデータにより、断熱性能の向上が居住者の健康性向上にもつながるということで、政府は省エネ効果とあわせて、断熱住宅に注視しています。

## 2.3 わが国における省エネ政策と住宅用断熱材

断熱材の重要性が浸透しつつある状況で、国土交通省は2012年7月に2020年までに住宅やビルなどすべての新築の建物を、次世代の省エネ基準に適合するよう義務付ける方針を定め、建築物の高断熱化を促進しています。

また、経済産業省は「エネルギーの使用の合理化等に関する法律（通称：省エネ法）」を2013年に改正し、トップランナー制度に「建築物の外壁、窓等を通しての熱の損失の防止に供される建築材料」として住宅用断熱材を追加しました。トップランナー制度とは、自動車や家電製品などエネルギー消費をする機器に、省エネ性能の向上に関する目標値を設定する制度です。各製造メーカーがこの目標を達成するため、例えば自動車ではエネルギー消費効率を約50%も改善するなど、大きな実績をあげています。従来、トップランナー制度はエネルギー消費機器を対象にしていました。本改正で、「エネルギー消費を抑制する製品」も、今後の地球温暖化防止の一翼を担うということが表明されたということです。住宅用ロックウール断熱材は、2020年度までに、断熱性能（熱伝導率）を0.5%以上向上させることが求められています。

## 3. 循環型社会に貢献するロックウール

### 3.1 リサイクル材料を原料とするロックウール

ロックウールの主原料は、「鉄や鋼を製造する工程で排出される副産物（廃棄物）の高炉スラグ」です。この廃棄物を再生原料として約8割使用しています。

リサイクル材料を使用する製品など、エコ製品の普及促進のため、「国等による環境物品等の調達等に関する法律（通称：グリーン購入法）」

が制定されています。国や地方自治団体は率先して、グリーン購入法で選定されたエコ製品を購入することが義務付けられています。

「住宅用ロックウール断熱材」は、オゾン層破壊物質や代替フロンなどを使用していないこと、またリサイクル材料を用いているものとして、グリーン購入法の調達品目に選定されています。

### 3.2 リサイクル可能なロックウール

過去にはロックウール製品の廃棄物処理は、「処理困難物」として埋立て処分するしか方法がありませんでした。しかし、原料として再利用するための廃材の粉碎設備やブリック化設備を導入することで、ロックウール製品廃棄物のリサイクルが可能になりました。

また、同時期に環境省が「広域認定制度」を開始しました。廃棄物の引き取りのためには、廃棄物処分業者の資格が必要ですが、この資格の取得は高いハードルがあり、なかなか取得できるものではありません。そのため、環境省は廃棄物の減量、その他の適正な処理が確保されることを目的として、処分業者の資格なしに、自社で製造した製品について、回収し再生利用することを認める特例制度をスタートさせました。

広域認定制度開始時から弊社はロックウール製品の廃材に関して認定を取得してきました。現在は、表3に示すニチアスグループのロックウール製造、販売に関わる計5社で認定を取得し、ロックウール製品廃棄物を年間700t程度リサイクルしています。

表3 ニチアスグループの広域認定取得会社

<ul style="list-style-type: none"> <li>・ニチアス株式会社</li> <li>・ニチアスセラテック株式会社</li> <li>・株式会社堺ニチアス</li> <li>・株式会社君津ロックウール</li> <li>・日本ロックウール株式会社</li> </ul>
---

## 4. 環境に優しいロックウール製造方法を目指して

### 4.1 ロックウール製造時の環境影響

前述のとおり、ロックウール製品は住宅や産業分野の省エネに貢献していますが、ロックウール製品を製造するためにはエネルギーを消費し、

環境影響を生じます。

ロックウール製品の製造工程における主な環境影響は、原料溶融時のエネルギー使用によるCO<sub>2</sub>排出、燃料使用による大気汚染物質排出と、さまざまな工程から排出される廃棄物です。ロックウール製造工場では、これら環境影響を削減する取り組みを以下のように実施しています。

### 4.2 ロックウール製品製造時のCO<sub>2</sub>排出量削減

ロックウール製品の製造工程を図2に示します。まず原料を溶融することが必要であり、その方法にはキュボラ炉（図2の溶融炉に相当）方式と電気炉方式の二種類があります。

キュボラ炉の場合、燃料にコークスを大量に使用します。コークスには、硫黄分が含まれるため、悪臭物質である硫化水素や気管支ぜんそくの原因となる硫黄酸化物が排ガス中に生成します。これらの大気汚染物質を排出しないために、高温燃焼の脱臭炉や脱硫装置などの排ガス処理装置を稼働するため、さらにエネルギーが必要になります。

一方、電気炉の場合、使用エネルギーは購入電力だけなので、電力会社でCO<sub>2</sub>は排出しますが、工場では大気汚染物質は排出しないため、排ガス処理装置は必要ありません。

2013年に新設した住宅用ロックウール断熱材製造ラインは製鉄所構内にあるため、溶融状態のスラグを利用することができ、電気炉での溶融エネルギーを格段に減少することができました。

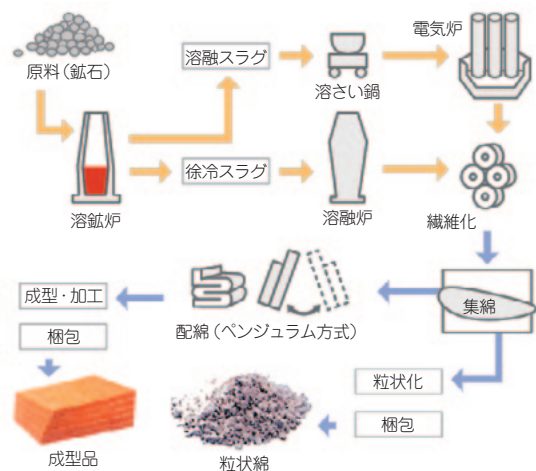


図2 ロックウール製品の製造工程  
(出典 ロックウール工業会)

従来のキュボラ炉を使用した場合と、熔融スラグを原料として電気炉を使用した場合（以下、熔融スラグ法）の住宅用ロックウール断熱材製造時に発生するCO<sub>2</sub>排出量を表4に示します。

熔融スラグ法ではCO<sub>2</sub>排出量が従来のキュボラ炉法の約6割削減となりました。熔融スラグ法は少ないCO<sub>2</sub>排出だけでなく、大気汚染物質の排出も少ないため環境に優しい製法です。

表4 住宅用ロックウール断熱材製造時に発生するCO<sub>2</sub>排出量

熔融方法	キュボラ炉法	熔融スラグ法
CO <sub>2</sub> 排出量 (t)	2.4	1.0

※等級4（平成11年省エネルギー基準）の札幌地区における家1軒施工分の住宅用ロックウール断熱材で算出

### 4.3 ロックウール製品製造時の産業廃棄物削減

ロックウール製品製造工程では、繊維化されなかったショットくず、製品サイズにあわせて切断した耳くずや不良品などさまざまなロックウール製品と同一成分の廃材が発生します。同一成分とはいえ、発生する廃材は、粉末状や繊維状、綿状、塊状とさまざまな形状をもっているため、そのままでは、リサイクルできません。キュボラ炉法の場合、燃料や原料と同じこぶし大の大きさにする必要があります、リサイクルは困難と考えられていました。

このようななかニチアスセラテックにおいて、景観材に使用されるインターロックキングブロックをヒントに、廃材のブリック化設備を導入し、リサイクルを可能にしました。その後、堺ニチアスにおいても同設備が導入され、図3に示すとおり、

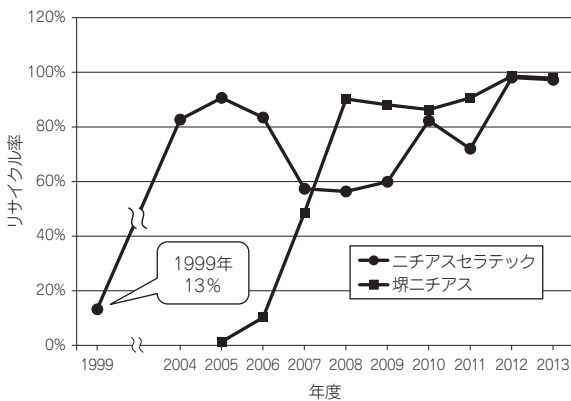


図3 ロックウール廃材の社内リサイクル率の推移

両社ともリサイクル率が増加し、廃棄物排出量が激減しました。

両社においては、ブリック化設備導入以降も、粉碎機や分別装置などを導入し、廃棄物量ゼロを目指して、さらなる廃棄物削減活動を推進しています。

## 5. ロックウール製品のライフサイクルを通じた地球温暖化防止への貢献

住宅用ロックウール断熱材の使用により、住宅の冷暖房エネルギーを大幅に削減できる一方、製造時にはエネルギーを多量に使用することを前述しました。断熱材の本来の目的は、エネルギーコストの削減ではなく、断熱材の原料採取・製造・運送・施工・廃棄のライフサイクルにおけるトータルなCO<sub>2</sub>排出量の削減による地球温暖化防止です。今回は簡易的に製造・使用時のCO<sub>2</sub>排出量を試算しました。その結果を表5に示します。製造時のCO<sub>2</sub>排出量は、熔融スラグ法であればわずか4ヶ月で住宅の冷暖房削減によるCO<sub>2</sub>排出量の削減効果で相殺されます。キュボラ炉法においても1年もたたないうちに相殺される量です。住宅の耐用年数を30年と考えると、トータルで87~89tのCO<sub>2</sub>を削減できることを確認しました。

なお、産業用ロックウール保温断熱材については、CO<sub>2</sub>削減量をシミュレーションしていませんが、住宅より過酷な状況で使用されているため、CO<sub>2</sub>削減量はさらに多いことが予測されます。トータルにみても、ロックウールは地球温暖化防止に貢献しています。

表5 住宅用ロックウール断熱材使用によるCO<sub>2</sub>排出量削減量（試算）

製造方法	断熱材製造時のCO <sub>2</sub> 排出量 (t)	断熱材使用によるCO <sub>2</sub> 排出削減量 (t)	
		年間	30年間
キュボラ炉法	2.4	-3	-90
熔融スラグ法	1.0		

※等級4（平成11年省エネルギー基準）の札幌地区における家1軒施工分の住宅用ロックウール断熱材で算出

## 6. おわりに

ロックウール製品は、地球温暖化防止に貢献する製品として、ここ数年より注目されるようになりました。2020年度までに省エネ法トップランナー基準に合致するよう、断熱性能の向上が弊社に課せられた義務です。一方、ロックウール製造時には、少なからず環境に負荷を与えています。弊社では、その環境負荷を最小限にして、地球環境に貢献するロックウール製品を製造できるよう技術開発を行うとともに、日々の製造管理も行っていく所存です。

## 参考文献

- 1) 気候変動に関する政府間パネル（IPCC）第5次評価報告書（2013）
- 2) ロックウール工業会，2010年版室内温熱解析用ソフトを用いた戸建住宅の省エネ調査（2011）
- 3) U.K. of Department of Health：Annual report of the Chief Medical Officer 2009（2010）
- 4) 伊香賀俊治，江口里佳，村上周三ほか：健康維持がもたらす間接的便益（NEB）を考慮した住宅断熱の投資評価，日本建築学会環境系論文集，Vol.76，N.666（2011）

## 筆者紹介



### 戸塚優子

技術本部 環境管理室 室長

環境対策に従事

博士（工学）

ロックウール工業会 環境委員長