

人工珊瑚によるCO₂削減技術

将来のCO₂削減技術の確立をめざして

CO₂ Emission Reduction Technology Using Artificial Corals

Aiming to establish future CO₂ emission reduction technology

(電力技術研究所 CO₂削減技術プロジェクト)

CO₂削減に向けた取り組みが求められる中、海水中で炭酸カルシウム(CaCO₃)の結晶(人工珊瑚)を成長させることは、将来のCO₂削減技術として活用できる可能性がある。海水には、多量の炭酸イオンとカルシウムイオンが含まれているため、条件を調整することによって結晶成長させることが可能であるが、このような取り組みは過去に例がなく、ましてや長期的な結晶成長技術等についての知見はない。そこで、炭酸カルシウムの結晶構造に着目した結晶成長条件の検討を行ったので、その結果を報告する。

(CO₂ Reduction Technology Project, Electric Power Research & Development Center)

As steps toward reducing CO₂ emissions are necessary, the development of calcium carbonate (CaCO₃) crystals in seawater can be utilized as a future CO₂ emission reduction technology. Since seawater contains large amounts of carbonate ions and calcium ions, it is possible to develop crystals by adjusting conditions. However, such a step has never been taken before, and there is no knowledge regarding long-term crystal development technology. Therefore, Chubu Electric Power has conducted a study on the conditions for crystal development with a focus on the crystal structure of calcium carbonate, and the results of the study will be reported in the following.

1 研究の背景と目的

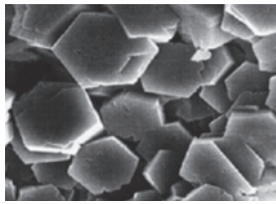
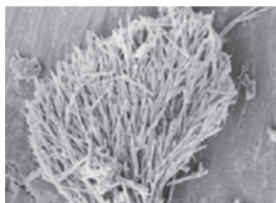
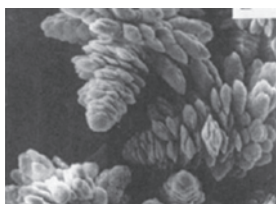
電気事業者としてCO₂排出量の削減が求められる中、様々な分野でCO₂削減に向けた取組みを進める必要がある。その中でも、海水に含まれるCO₂を炭酸カルシウム(CaCO₃)結晶(人工珊瑚)として成長させることは、将来のCO₂削減技術として活用できる可能性がある。海水には、多くの炭酸イオンとカルシウムイオンが含まれ、炭酸カルシウム結晶成長からみると過飽和状態(結晶が析出する以上の濃度)にある。そのため、条件を調整することにより海水中で炭酸カルシウムを結晶成長させることが、原理的には可能である。しかし、このような研究は過去に例がないため、長期的な結晶成長技術や周辺環境への影響等についての知見もなく、現段階でCO₂削減技術としての可能性について、十分な評価を行うことができない。

そこで、平成23年より炭酸カルシウムの結晶構造の違いに着目した結晶成長条件の検討を行うことで、人工珊瑚によるCO₂削減技術の可能性を明らかにする研究を実施している。

2 本研究のねらい

炭酸カルシウムは第1図に示すカルサイト、アラゴナイト、バテライトの3種類の結晶形態をとるが、その結晶形態により、結晶成長の速度や持続性が異なる。

本研究では、炭酸カルシウムの持続的な結晶成長を維持するためには、板(平面)状ではなく、針状のアラゴナイトの結晶形態が有利であると考え、その検証を行いながら研究を進めることとした。

鉱物名	結晶構造	粒子形態
カルサイト	三方晶系 (板状)	
アラゴナイト	斜方晶系 (針状)	
バテライト	六方晶系 (板状)	

第1図 炭酸カルシウム(CaCO₃)の結晶形態

3 これまでの研究内容

(1) 結晶成長用粒子の試作(原理検証)

炭酸カルシウムの結晶を成長させるためには、成長の起点が必要である。また、アラゴナイト形態の結晶成長には、マグネシウムが影響していることが知られている。そこで、ナトリウム(Na)-マグネシウム(Mg)-二酸化ケイ素(SiO₂)を含むセラミック粒子(MS粒子)を試作し、低濃度の炭酸カルシウム水溶液による検証で、結晶成長の起点として機能することを確認した。

(2) 模擬海水による試験

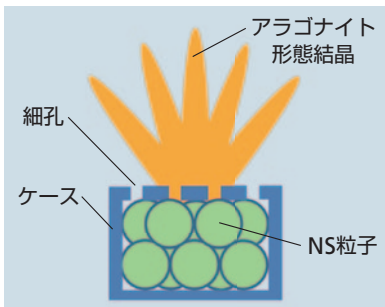
ア 結晶成長用粒子の評価試験

次に、実際の海水と同じ濃度の各種イオン(Na^+ 、 Cl^- 、 Mg^{2+} など)を含むように調整した模擬海水を用いて、炭酸カルシウム結晶の成長試験を実施した。なお、模擬海水中には高濃度のMgが含まれており、粒子中のMgの効果は(1)の試験と異なる可能性がある。そこで、本試験では、粒子中のMgの影響を調べるために、前述のMS粒子とMS粒子からMgを除いたNS粒子とを比較評価した。

その結果、MS粒子とNS粒子のいずれの場合でも模擬海水中で100%アラゴナイト形態の結晶成長がみられた。ただし、結晶成長速度の観点からは、MS粒子よりもNS粒子が、アラゴナイト形態の結晶成長に適していることが確認された。

イ 基盤化試験

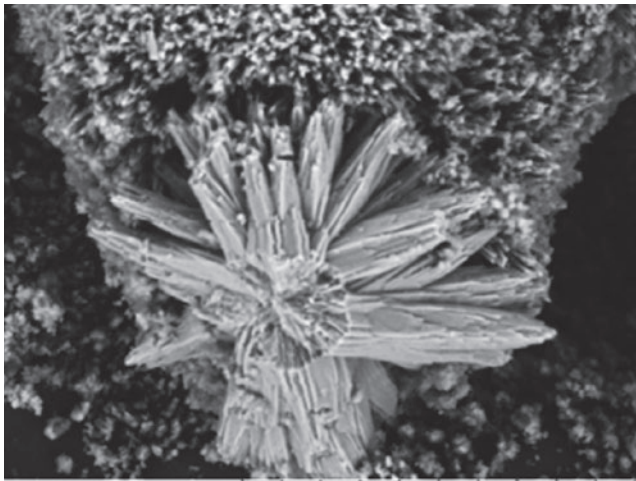
本研究で用いたセラミックス粒子は粉末状である。そこで、NS粒子を $0.1\mu\text{m}$ の細孔をもつ長さ5cm、直径6mmの筒状ケース(アルミナ製)に充填した基盤を作製した(第2図)。これを、室温で模擬海水中に浸透した結果、針状のアラゴナイト形態の結晶が継続的に成長し、基盤表面に析出することが確認できた(第3図、第4図)。



第2図 基盤化試験のイメージ



第3図 本研究で成長を確認した人工珊瑚結晶(長さ5cmのアルミナケースからはみ出ている白い部分が人工珊瑚結晶)



第4図 本研究で成長を確認したアラゴナイト形態結晶の電子顕微鏡写真

4 これまでの成果

模擬海水を用いた試験で人工珊瑚の成長を確認することで、海洋における CO_2 削減技術としての可能性を見出した。ただし、粒子の違いにより、結晶成長速度の違いが生じることから、適切な粒子や基盤を用いることによって、効率的かつ持続的に結晶成長できる条件を確立することが課題となることがわかった。

5 今後の展開

引き続き、模擬海水を用いて効率的な結晶成長条件の検討や結晶形態別の成長速度や持続性を評価することで、基礎的な知見を蓄積していく。

また、実海水中には様々なイオンに加えて、有機物等が含まれるが、それらが炭酸カルシウム結晶成長に影響を与える可能性が考えられるため、早期に実海水による検証を行いたい。

6 成果の活用

人工珊瑚を効率的かつ持続的に結晶成長させるという課題を克服することにより、将来的には海洋における CO_2 削減技術として活用することを目指している。

人工珊瑚は天然の珊瑚礁(第5図)のように海の生き物を育む魚礁としての効果が期待でき、 CO_2 削減のみならず、海洋の生物多様性保全への貢献が期待できるため、その点についても検討を行っていく。



第5図 珊瑚礁周辺の海域環境



執筆／服部雅俊



現所属：エネルギー応用研究所
計画G 計画T
執筆／田村英生