

CO₂ マイクロバブル固定: 温室効果ガスの安定注入技術

Carbon microbubbles sequestration: a novel technology for stable underground emplacement of greenhouse gases

小出 仁 [1]

Hitoshi Koide[1]

[1] 早大理工研

[1] RISE, Waseda U.

<http://homepage3.nifty.com/zeroemission/>

地球温暖化防止の切り札として、CO₂ 回収・地中貯留 (CCS) 技術が期待されている。世界的に CCS 技術の開発競争と国際協力が始まっていて、オーストラリアやヨーロッパで大規模な新国際 CCS 研究所も計画されている。最大の課題は、コスト低減と安全性の検討である。CO₂ は地下浅所までは気体であるが、800m 程度より深い地下では通常超臨界流体状態になるが、ごく低温の地下では液体状になる。さらに、水に溶解し、ハイドレートや炭酸塩を形成して固体状になる場合がある。地下の空隙は、通常地下水で満たされているが、気体状や超臨界流体状の CO₂ は水より軽いので、地表に向かって浮上する性質がある。そのため、CO₂ を気体状や超臨界流体状で大量に地下に注入するためには、ドーム状のキャップロックなどの封じ込めのための特殊な地質構造が必要になる。このような封じ込めのための地質構造があるのは、産油・産ガス地帯など一部の地質地域に限られる。

温室効果ガスは世界中で大量に発生しているため、地球温暖化防止に貢献するためには多様な地質構造地域で利用できる汎用の CO₂ 地中貯留 (CCS) 技術が必要である。径数十ミクロン程度以下のいわゆるマイクロバブルは、合体して大きなバブルを形成するより、むしろ縮小して急速に溶解消滅する傾向がある。マイクロバブルの性質はまだよく解明されていないが、大きな気体または超臨界流体のバブルに比べて、浮力が小さいので、地下に注入しても、地表に浮上する心配が少ない。さらに、地下岩石の微細な空隙中に入り込んで、吸着や界面張力などにより閉じ込められ、残留ガスとして留まりやすい。微細泡 (マイクロバブル) の岩石への浸透性については、注意深い実験を行う必要があるが、岩石の空隙径より微細泡の径が十分に小さければ、マイクロバブル水の浸透性は良いが、空隙径より大きい微細泡が混入すると浸透性が著しく低下すると考えられる。微細泡の径は貯留層になる砂岩等の空隙より小さく、キャップロックとして期待される頁岩層・粘土層等の空隙より大きいことが望ましい。残留ガスとして岩石空隙中に留まっている間に、さらに溶解・イオン化・炭酸塩化、ハイドレート化、微生物による有機物化やメタン化などの固定メカニズムが進行し、長期安定化すると期待される。CO₂ 微細泡 (マイクロバブル) 注入法は、残留ガス化から溶解への固定プロセスを促進し、苦鉄質岩などへの地化学固定や微生物固定などの高度固定法を効率的に実現できる。また、極微細なマイクロバブルの注入により、岩石の微細な空隙の奥に CO₂ 注入が可能であるので、CO₂-EOR(原油増進回収法) としても微細泡 (マイクロバブル) CO₂ 注入法は有望である。特に、原油増進回収が技術的に難しい水押し型の油層に適している。

CO₂ 微細泡 (マイクロバブル) 地中固定技術は安全性が高く、非構造性帯水層や玄武岩や蛇紋岩・カンラン岩や海洋性地殻などへの高度 CO₂ 地中固定化を迅速かつ安全に実行できる CO₂ 地下注入技術として有望である。