

マイクロバブルCO₂地中隔離法の提案

Microbubble carbon sequestration into unconfined aquifers

小出 仁 [1]

Hitoshi Koide[1]

[1] 早大理工研

[1] RISE, Waseda U.

CO₂ 地中貯留は、地下深部の岩石の微細な間隙中に CO₂ を分散貯蔵するので、本来安全な技術である。既に実績もかなり在り、実用的でもある。しかし、地球温暖化防止のためには膨大な量の CO₂ を貯留するため、安全性の高度化と効率化 コスト削減の努力が重要である。

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、縮小する際に内部は高圧になるので、表面積が大きいこともあって、溶解が速くなる。地下ではマイクロバブル内の CO₂ 注入法は超臨界状態になる可能性が高い。マイクロバブルは、大きなバブルに比べて浮力がごく小さいため、水中でほとんど上昇しない。このようなマイクロバブルの特性は、CO₂ の地中隔離に理想的な性質である。

注入井の坑口ないし注入井内部にマイクロバブル発生装置を設置し、水中に CO₂ を噴出して CO₂ マイクロバブル乳状水を作り、貯留層に注入する。水は、帯水層からくみ上げた塩水地下水を用いて、それを地下に再圧入するのが望ましい。塩水地下水に含まれているメタンを回収し、代わりに CO₂ を混入する。マイクロバブルを発生させる深度が効率上重要であるが、今後の主要な研究課題の一つである。

微細泡（マイクロバブル）の岩石への浸透性については、測定データが少なく、結果にも大きな変動がある。微細泡の径の分布と岩石の間隙径の分布の相互関係が複雑なためであろう。注意深い実験を多数行う必要があるが、岩石の間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、間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間隙より小さく、キャップロックとして期待される頁岩層・粘土層等の間隙より大きいことが望ましい。

微細泡（マイクロバブル）CO₂ 注入法をすれば、海洋隔離のようなフリーウォーター中でも安定に CO₂ 隔離ができると考えられるが、多孔質の岩石中では、界面効果などによるマイクロ・トラップ・メカニズムが作用し、「残留ガス」が生じる。残留ガスとして岩石間隙中に留まっている間に、さらに溶解・イオン化・炭酸塩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。微細泡（マイクロバブル）CO₂ 注入法は、残留ガス化から溶解への固定プロセスを促進するほうほうであり、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地下 CO₂ 注入技術である。また、極微細なマイクロバブルの注入により、岩石の微細な間隙の奥に 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。

微細泡（マイクロバブル）CO₂ 地中隔離技術は安全性が高く、高度固定化を促進できる可能性を有している。