

地球温暖化防止のための CO2 固定と地殻カーボンサイクル管理の可能性

Carbon sequestration and control of carbon cycle in geosphere

小出 仁[1]

Hitoshi Koide[1]

[1] RITE

[1] RITE

<http://www.rite.or.jp>

温室効果ガスの排出削減は、エネルギー問題と直結しているだけに、きわめて困難な課題である。従来から推進されてきた省エネルギーや低炭素や無炭素のエネルギーの利用の上に、積極的に温室効果ガスを減らす炭素固定 (carbon sequestration) 技術が検討されるようになってきている。既に 1996 年から Norway の国営石油会社 Statoil 社は、北海の Sleipner ガス田で海底下 800m の砂質帯水層に年間 100 万 ton 規模で二酸化炭素地層処分を実施している。日本でも二酸化炭素地層処分に関する研究は 1989 年頃から行われているが、2000 年度から国家計画として二酸化炭素地中貯留技術研究開発が開始されている。

米国における pilot test の成功を受けて、二酸化炭素炭層固定とそれを利用した炭層ガス回収に関する技術開発が盛んになっている。日本でも、JCOAL を中心として 20 の企業と機関が参加した研究会が 2001 年 5 月から発足している。また国内の旧炭鉱を利用した二酸化炭素炭層固定の技術開発も開始されている。商業的に採掘できない深部等の炭層も利用すれば、100 億 ton 以上の二酸化炭素を固定でき、2.5 兆立方 metre の methane を回収できる (山口, 山崎, 1999)。

小出 (1989) は二酸化炭素を化石水を含む帯水層に圧入して溶解させ、水溶性天然ガスを回収する技術を提案し、また methane hydrate 層やその下の free ガス層に二酸化炭素を圧入してガスを採取する技術も提案した。日本周辺の海底 methane hydrate 層は 6 兆立方 metre の methane を含み、少なくとも 120 億 ton の二酸化炭素を封入できる。日本の水溶性天然ガス層には 260 億 ton の二酸化炭素を溶解し、6 兆立方 metre の methane を生産できる。二酸化炭素 EGR (ガス増進回収) 全体では少なくとも 480 億 ton の二酸化炭素を固定し、10 兆立方 metre の methane を産出できる。methane は、従来考えられていた以上に広範に地殻中に含有されていることが判ってきている。しかし、多くの methane は地下水などに希薄に含まれていて、経済的に採取することが困難である。methane は二酸化炭素のおおよそ 20 倍も温室効果が高いので、地下浅所の methane は温暖化の隠れた驚異である。二酸化炭素固定と天然ガス採取を組み合わせた二酸化炭素 EGR は、地球温暖化防止とエネルギー資源獲得が同時に実現する一石二鳥の技術として期待が高まっている。嫌気性化学合成独立栄養微生物は、光エネルギーに頼らずに地下深部で二酸化炭素を有機物に固定できる。遊離酸素が空気中に豊富に存在する酸化環境にある地表では、二酸化炭素が炭素化合物の最終的な形態であり、methane を酸化して二酸化炭素に変換する事によりエネルギーが得られる。しかし、無酸素の還元環境にある地下深部では、二酸化炭素を methane に変換することによりエネルギーが得られる。このため地下深部の還元環境を上手に使うことにより、ガス recycle が実現する可能性がある。

水溶性天然ガス、炭層ガス、methane hydrate 等の比較的浅所に存在する methane を主成分とする天然ガスの多くが、methane 生成菌によって生成されたことが、炭素同位体比の研究などから明らかにされている。炭層付近に豊富に見いだされる methane も methane 生成菌によるものであろう。二酸化炭素 ECBM により、methane を置換して炭層中に吸着された二酸化炭素が、methane 生成菌によって methane に再び変換されれば、地殻ガス recycle が実現する。

比較的浅い地圏の carbon cycle では、有機物が埋没し、その多くは熱や微生物の作用によりガス化され、大気圏に放出されるが、一部は炭質物や油質物として地下に留まり、そのごく一部が化石燃料資源として人間に利用される。炭酸塩の沈殿や岩石の風化も地圏の carbon cycle の重要な要素であるし、magma や熱水と共に地下深部から上昇してくる深部ガスの寄与もあるであろう。

化石燃料資源を地下から大量に採取して利用すると、自然の carbon cycle の一部だけを人為的に加速していることになり、均衡の崩れが地球温暖化を招いている。Carbon sequestration は、地圏に戻る carbon の流れを人為的に作る事により均衡を取り戻そうとする方法と言える。そうすると地圏の内部の carbon cycle や地圏と大気圏の間の carbon の動きを知る必要がある。また、地圏の carbon cycle を理解できれば、生命創成期の原始環境に近い地中環境を利用して、二酸化炭素固定と共に太陽とは別の膨大なエネルギー源を獲得できる可能性もある。地圏の carbon cycle は、大気圏や海洋に比べて、研究がはるかに遅れているが、地球環境問題とエネルギー問題の解決のため大規模な研究の開始が望まれる。