

ナチュラルアナログによる環境影響及び安全管理の研究-モデル地域での土壌 CO₂ 濃度・フラックス測定と同位体比測定-

Risk assessment and safety control in CCS by a natural analogue study-CO₂ flux and concentration with isotope measurements-

當舎 利行 [1]; 高橋 浩 [2]; 半田 宙子 [3]; 戸高 法文 [4]; 牧野 禎紀 [4]; 岩崎 収 [5]

Toshiyuki Tosha[1]; Hiroshi Takahashi[2]; Hiroko Handa[3]; Norifumi Todaka[4]; Yoshinori Makino[4]; Osamu Iwasaki[5]

[1] 産総研; [2] 産総研・地調; [3] 産総研・深部地質; [4] 電源開発; [5] J P ハイテック

[1] AIST; [2] Geological survey of Japan, AIST; [3] Res. Center for Deep Geol. Environ., GSJ, AIST; [4] J-POWER; [5] JPHytec

CO₂ 地中貯留における環境影響評価や安全管理技術は、地中貯留事業を実施する上で必要不可欠であるが、長い年月の影響や安全性の評価をしなければならない。この問題に関して、現在の CO₂ 地中貯留における環境変化を過去の地質現象にその類似性を求めて研究を行うナチュラルアナログ研究によるアプローチがある。長野県長野市松代地域では、1965 年 8 月から皆神山を中心に松代群発地震が発生し、地震に伴って生じた地割れや地滑りには CO₂ ガスを伴う大量の湧水が付随したとされている。本研究では、この長野県長野市松代地域にて、環境影響評価や安全管理に用いる概念モデルを形成することを目的とし、過去の地質・地化学データの収集と共に現在の松代地域での CO₂ 土壌ガスやフラックス計測および炭素同位体比の測定を行った。また、ボーリング調査として過去の湧出地点付近で、表層地下水より下位の地質状況および地下水性状の現況を把握するための調査を実施した(牧野ほか,2007)。

松代地域では群発地震発生時には、深部から大量の地震を引き起こす深層水が地表に湧出したが、この深層水は現在でも湧出しているのであれば、その深層水から遊離した CO₂ が地表に噴出している可能性もある。このため、直接的な観測方法として CO₂ フラックスを測定することを計画した。しかし、微生物の活動によっても CO₂ が生産されていることから、炭素の同位体比を測定して生物起源の CO₂ と深層地下水からの CO₂ とを区別をすることとした。

CO₂ フラックスの測定に先立って土壌ガス調査により現在の土壌 CO₂ ガスの広がりを調査し、土壌ガス濃度の高い地域を中心に、CO₂ フラックスを測定することを計画した。主な土壌ガス調査の測定点は群発地震に伴って生じた地割れや地滑り地域およびその周辺地域である。フラックスの測定には、イタリア・ウェスト社製のフラックス測定器を使用した。この測定器は、Accumulate Chamber と呼ばれる集積器を地表に設置することにより、土壌から上昇する気体を集積器内に導く。この集積器に集められた気体は検知器に導かれて濃度の分析が行われる。この CO₂ ガス濃度の時間変化を測定することによりフラックスが測定できるので、濃度の時間変化が一定となる場所を選定して、その地点のガス・フラックスとした。同位体測定では、あらかじめ真空に引いておいたバイアル瓶に気体を注入する方法で試料を採取し、連続フロー型炭素同位体比測定装置にて ¹³C 測定を行った。また、比較検討のため温泉ガスと水田に水泡として噴出しているガスも試料として採取して同位体比測定を実施した。

ある地点では、フラックスが最高の値(2.03ppm/sec)を示し、土壌 CO₂ ガス濃度も 5.2%と最高値を示した。このため、この周辺ではより細かなメッシュにて測定を行った。しかし、細かなメッシュでも測定値にばらつきがあり、非常に限られた区画内のみが高フラックス値を示している。この区域は農地として耕作しても作物が育たない土地とされているようであることから、ある程度の CO₂ ガスの噴出が今も続いているものと考えられたが、フラックスの測定では、測定値は場所によりばらつきが大きく、明らかな CO₂ の深層地層からの噴出は確認できなかった。

CO₂ ガスの炭素同位体組成の比較では、比較のために採取した温泉ガスの炭素同位体は、海成石灰岩や火山ガスの炭素同位体比ときわめて近く、土壌 CO₂ や堆積性有機物、陸生植物の値とは明らかに異なっている。したがって、これらの温泉ガスには深部地層水の影響が残っていると考えられる。しかしフラックスを測定した地域の土壌ガスからは、ある程度高フラックスが観測された地域からも植物起源と考えられる炭素同位体比が得られ、深部地層からの影響が見られなかった。

今回の測定では、土壌ガス濃度やフラックス測定では、植物の生育に適さないなどの状況証拠から深部地層水に含まれる CO₂ ガスの上昇と考えられる測定結果もあったが、¹³C 同位体比測定からはそのいずれもが、植物起源と考えられる結果となった。フラックス調査でもばらつきが大きいと、深部地層水からの遊離した CO₂ がまだ地上に噴出しているとしても、非常に細かいフラクチャーなどを通じて地表に噴出しており、地表での直接的な測定では、測定が不可能であると考えられる。

本研究は、経済産業省の地球環境国際研究推進事業「ナチュラル・アナログによる二酸化炭素地中隔離の環境影響および安全管理に関する研究」(みずほ情報総研、電源開発、産総研、早稲田大学、ローレンスバークレー国立研究所の共同受託)の一環として実施したものである。