

多相・多成分モデルによるメタン輸送数値実験

Numerical Experiment of the Methane Migration Processes by Multiphase/Multicomponent Model

○ 小林健一郎・寶 馨

○ Kenichiro Kobayashi, Kaoru Takara

For the past decades, the mining sector has played a major role in energy production all over the world. The mining sector has, however, been forced to change its role due to the replacement of coal by petroleum as the main energy source. This kind of change has led to the closure of coal mines in industrialized countries. Thus, the methane migration processes in the closed coal mine is numerically investigated by two multiphase models, the basic two-phase (gas, water: hereinafter 2P) model and the two-phase (gas, water)/three-component (air, methane and water: hereinafter 2P/3C) model. This comparative study exhibited an interesting aspect that the 2P model can simulate the basic methane migration processes in the subsurface while the interphase mass transfer model (2P/3C) can simulate, in addition, the methane segregation phenomenon in the subsurface. (134 words)

1. 要旨

過去数十年の間、世界中で石炭産業はエネルギーを供給する大きな役割を果たしてきた。石炭産業が如何に重要であったかは、1952年にヨーロッパ石炭鉄鋼協同組合が設立され、これが後の欧州共同体 (ECSC) の起源のひとつとなったという事実からも伺い知ることができる。

しかしながら、石炭産業は石油が主要なエネルギー源になるに伴い、その役割の変更を迫られている。こうして、多くの先進工業国では炭鉱が閉鎖されているが、炭鉱が閉鎖されて以降も、未採掘の炭層に残留するメタンの脱着は継続して起こっており、何の対処もしなければメタンはいずれは炭鉱内部から地表へ放出される可能性が高い。

メタンの負の側面に注目すると、例えば炭鉱付近の居住区に放出されたメタンが居住区内に滞留し、この量がある限度を超えた場合、居住者の健康に被害をもたらす可能性がある。メタンは発火や爆発因子でもあり、二酸化炭素の数十倍の温暖化効果を持つとされる地球温暖化ガスでもある。炭鉱操業時にはメタンは排気などの手段により注意深く制御されているが、操業停止にともなう排水停止、地下水位の回復、それにともなう排気設備の停止などにより、負のリスクは増加することになる。

一方、炭鉱炭層に存在するコールベッドメタン、あるいは最近脚光を浴びるメタンハイドレードなどはエネルギー源としての役割が期待されている。したがって、炭鉱管理者の最大の関心はメタン流

動を制御し、メタンの存在による利益を最大化し、生じるリスクを最小化するという点にある。

こうした目標を達成するには、地下環境でのメタン流動過程シミュレーションをできるだけ正確に行うことが必要である。本発表はその基礎研究として、閉鎖炭鉱で地下水位が回復した状態を想定した仮想帯水層を設定し、そこでの未採掘炭層からの脱着メタンの上方流動現象をシミュレーションにより考察した例を示す。ここでは、まず2相 (気液) モデルを用いてシミュレーションを行い、その適用範囲も含めた考察を行った。その後、圧力変化に起因する空気・メタン成分の水相への溶解等の相間の質量輸送を考慮できる2相 (気・液)・3成分 (空気・水・メタン) モデルを用いてシミュレーションを行い、相間の質量輸送がシミュレーション結果に及ぼす影響を検討している。考察にあたっては特に地中から地表面に向かうメタンの上方流動と、液相に溶解するメタン、空気成分の量、及びメタンガスの地中隔離可能性という点に注目している。

参考文献

小林健一郎・Hinkelmann R・Helmig R・寶馨・玉井信行 (2007): 2相モデルおよび2相3成分モデルによる地下帯水層メタン輸送数値実験, 土木学会論文集: (J-STAGE) Vol.63, No.2, pp. 120-132.