

論文審査の結果の要旨

氏名 加野 友紀

本論文は4章からなり、第1章は緒論で、地球温暖化対策技術として重要視される CCS に関し、我が国で主要な選択肢となる海底下貯留における CO₂ 漏出を想定して、その影響評価に係る気泡形成挙動の重要性に着目し、未固結海底堆積物中の砂礫粒子 - 水 - ガスの固気液三相流動の再現とガスみち・気泡形成に与える影響の解明に資するため、三次元固気液三相流動シミュレータを開発することを目的とすることが述べられている。

第2章の「LBM-DEM 連成による固気液三相流動シミュレータの開発」では、気液二相流系 LBM と固体相互作用を解析する DEM を連成し、本研究の目的である固気液三相流動を解析する三次元シミュレータについて、シミュレータ要件として砂礫粒子と低粘性の二相流体を解析可能とし、将来の並列化を視野に入れたアルゴリズム構築を行い、また、開発したシミュレータを用いて基礎的な物理現象の再現により検証を行ったことが述べられている。

第3章の「未固結層における気泡形成シミュレーション」では、開発したシミュレータを用いて、海底堆積層表層のガス溜まり上に薄い砂礫層が乗っているというケースを想定した、未固結層を通じたガスみち・気泡形成シミュレーションのケーススタディを実施し、固気液三相流動の与える影響を調べたことが述べられている。始めに、固結層と未固結層におけるシミュレーション結果を比較し、気泡形成挙動の差異を示し、シミュレーションの結果、同じ粒径・間隙率を有する層でも固結層では間隙スロートにおける毛管圧によってガスの進入が抑制され、スレッシュホールド圧を超えた場合は間隙孔から小さめのばらつきが少ない気泡を形成したこと、本研究で設定した未固結層ではスレッシュホールド圧より低い圧力で粒子の再配置が起こり、時には粒径よりも大きなガスみちを形成してガスの進入が進み、形成される気泡も大きくなる傾向にあること、その結果、想定したケースは必ずしも一般的な場合とは言えないものの、海底下 CO₂ 貯留の漏出においても、未固結の海底堆積物を通じて漏出する気泡形成挙動は、ガスみちの形成により固結した多孔質媒体を通じたものとは大きく異なる可能性があることが述べられて要る。続いて未固結層における流量、間隙率、粒径の各パラメタについてパラメタスタディを行い、それぞれのパラメタが与える影響を調べ、本研究で想定した条件下での未固結層の気泡形成メカニズムが考察されている。具体的には、形成されるガスみちの大きさは単位面積あたり流量の大きさによらず、間隙率や粒径の影響が大きいこと、ガスみちが形成された際の気泡形成挙動は、円筒ノズルからの気泡形成挙動に類似することが述べられている。

第4章は結論で、上記のような考察は、あくまで本研究で想定した条件下における考察であるものの、海底下貯留 CO₂ の漏出において、未固結海底堆積物層中で円筒ノズル状の

ガスみちが形成されるような場合も、形成される気泡径が流量ではなく、ノズル径に依存する準定常状態のレジーム下にある可能性が高く、間隙率や粒径による形成されるガスみちのサイズの差異が、放出される気泡サイズにも影響を及ぼすことが推測されることが述べられている。

なお、本論文第2章と第3章は、佐藤徹との共同研究であるが、論文提出者が主体となって分析及び検証を行ったもので、論文提出者の寄与が十分であると判断する。

したがって、博士（環境学）の学位を授与できると認める。

以上1422字