

深海からの重油/ガス流出挙動に及ぼす周囲環境流体の影響

(阪大院基工)○(正)高木洋平*、(正)伴貴彦、(正)岡野泰則、(阪大院工)河原翔、(阪大院工)國包悟、

(阪大院工)加藤直三、(阪大院基工)(正)大垣一成

1. 緒言

近年、重油や天然ガスの採掘現場において流出事故が頻発している。深海から流出した重油/ガスは浮力によって上昇するが、潮流などがその流出挙動に影響を及ぼすため深海中での汚染領域の正確な特定には、環境流体による対流・拡散効果を考慮した数値予測の確立が求められている。本研究では既報の深海からのメタンガス追跡数値モデル¹⁾及び油滴追跡モデルに環境流体の時間的変動を考慮し、流出挙動に及ぼす周囲環境流体の影響について調査を行った。

2. 数値モデル

メタンガス追跡モデルは既報のラグランジアンコントロールボリューム法¹⁾と同一である。噴出したガスが形成するジェット/プルームを中心軸に沿って円盤状のコントロールボリューム(CV)に分割し、運動量・物質・熱量の保存を考慮しながらCV内粒子数・相状態・濃度等をラグランジュ的に追跡する。海水とプルーム内の密度が釣り合う中立浮遊層に達した後は個々の気泡粒子の併合・分裂と周囲流体との対流・拡散効果を考慮しながら追跡を行う。一方の油滴追跡モデルは、現状では相互干渉をしない油滴群を追跡する簡易モデルであり、粒径に応じた油滴形状と運動量の保存を考慮してラグランジュ的に追跡を行う。

計算にはノルウェー沖水深-844 mからの噴出現場実験²⁾のうち、ガス噴出(実験A)と重油噴出(実験B)の条件を用いた。噴出時間は実験Aでは2時間、実験Bでは1時間とし、時間変化する環境流体速度を与えた。

3. 結果と考察

Figure 1(a)にメタンガス噴出条件(実験 A)で実測定された環境流体速度分布、Fig. 1(b)に鉛直断面内メタン成分分布を示す。Fig. 1(b)の計算結果は噴出2時間後のガス存在域の輪郭を表しており、実験結果はサウンドエコーデータによってメタンガスの体積率が多い領域を可視化している。水深-700~-844 mにおいて計算では水平方向分布が小さいプルームを形成しているが、実験では水平方向に幅広くガスの存在が見られる。しかしながら、計算結果はメタンガスが多く存在している領域や中心から蛇行する様子をよく再現しており、実験精度や周囲環境条件のランダム性を考慮すると、本研究の数値モデルは実用上妥当であるといえる。

次に、重油噴出条件(実験 B)の環境流体速度を用いてメタンガス及び重油の追跡をそれぞれ行ったが、成分の違いによる流出範囲の違いは見られなかった。そこで、Fig. 2(a)に示すような南方向の強い定常一様流を用いて各成分の追跡を行った。Fig. 2(b)は噴出1時間後の結果を示している。メタンガスのみを考慮した場合にはプルーム形状を維持しながら潮流の方向に移流していることがわかる。一方、重油成分のみを考慮した場合には粒径によって上昇軌跡が異なるため、プ

ーム形状ではなく分岐した分布となった。このことより、強い潮流が存在する条件では、噴出成分の粒径分布を考慮した数値モデルの使用が重要であるといえる。

4. 結言

深海からの重油/ガス流出挙動を予測するために、メタンガス及び油滴の追跡モデルにおける周囲環境流体の影響を調べた。本研究で用いた数値モデルは実用上十分な精度を有していることが確かめられた。また、周囲環境流体の速度が大きい場合、噴出成分の粒径分布を考慮した数値モデルの使用が重要であることがわかった。

謝辞

本研究は科学研究費補助金・基盤研究(S)(課題番号23226017)の一部として行われた。ここに記して謝意を表す。

参考文献

- 1) 高木ら, 化学工学会第77年会, N309 (2012).
- 2) O. Johansen et al., SINTEF Technical report (2000).

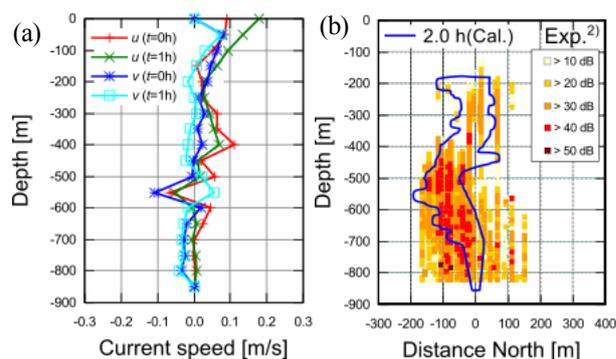


Fig. 1 Methane gas experiment and simulation results: (a) environment flow velocity²⁾, (b) gas spilled region in a vertical cross section (South-North).

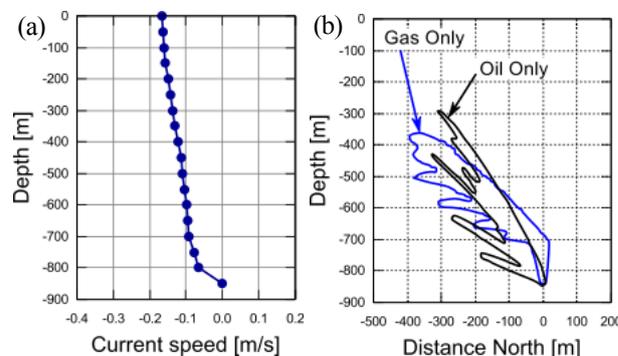


Fig. 2 Effect of component on spilled behavior with environment flow: (a) uniform flow velocity, (b) spilled region in a vertical cross section (South-North).