

海底地形の役割に着目した海洋循環のエネルギー論

Energetics of ocean circulation with particular emphasis on the role of bottom relief

梅津 功[1]; 阪本 敏浩[2]

Isao Umetsu[1]; Toshihiro Sakamoto[2]

[1] 東大院・理・地球惑星; [2] 東大・理・地球惑星

[1] Earth and Planetary Sci., Univ. Tokyo; [2] Earth and Planetary Sci., Tokyo Univ.

日本周辺を含む亜熱帯海洋循環が、風応力のみによって駆動されているとすると、黒潮流量の季節変動幅の理論値は観測値よりずっと大きい。流量の季節変動振幅の抑制は、大陸斜面や海嶺といった海底地形を設けることによって初めて説明されることがわかっている。この例が示すように、現実的な海洋循環の振る舞いを再現するためには、大気だけでなく、固体地球からの働きかけも考慮しなければならないことが多い。固体地球が成層海洋に及ぼす効果を海洋内部の過程として表現したものが JEBAR (joint effect of baroclinicity and bottom relief) である。もともと JEBAR は渦度方程式において固体地球からトルクを引き出して海洋の順圧運動と傾圧運動の相互変換を促す項として表現されていた。本研究では、大気及び固体地球からの働きかけが「仕事」として明確に理解できるよう、エネルギー論の立場から JEBAR を定式化し、これまでの海洋循環に関する研究結果を再考するとともに、新しい定式化の利点を示した。

本研究では、簡単な 2 層海洋モデルを用いた数値実験を行い、西岸境界流量の季節変動に JEBAR のエネルギー論を適用した。エネルギー収支解析の結果、ポテンシャルエネルギーから順圧運動エネルギーへのエネルギー変換率が海底地形上で大きくなることと、その符号が冬と夏で反転することがわかった。冬に強い風によって生じた順圧運動エネルギーはポテンシャルエネルギーに変換されて蓄積されるので、冬の流量が抑制される。この蓄積されたポテンシャルエネルギーは夏に順圧運動エネルギーとして解放されるために、風が弱いにもかかわらず夏の流量が維持される。この結果、流量変動幅は小さくなる。海底地形として海嶺、海溝、大陸斜面のどれを用いてもその効果は概ね同様であった。

以上から、渦度方程式で展開された JEBAR が、エネルギー論では海底斜面上でのポテンシャルエネルギーから順圧運動エネルギーへのエネルギー変換率に対応していることがわかった。しかも、このエネルギー変換率の季節反転は、海底における圧力勾配力が海洋になす仕事の反転に対応づけることができる。JEBAR をエネルギー論で定式化したことで、例えば海底地震のエネルギーや地熱の効果を海洋循環のエネルギー収支に取り入れることもできるよう。そうなれば、さらなる海洋現象の解明につながると期待される。逆に JEBAR のエネルギー論が、大規模な海洋現象が固体地球に与える影響を議論する一助になり得ると考える。本講演では、関連する境界研究分野との協働の可能性にも触れたい。