

第Ⅱ部門

外的要因が球状マリモ形成に与える影響評価のための固液混相流モデルの開発

神戸大学工学部市民工学科	学生員	○林 典子
神戸大学大学院工学研究科	正会員	中山 恵介
釧路市教育委員会マリモ研究室	非会員	尾山 洋一
釧路市教育委員会マリモ研究室	非会員	若菜 勇
株式会社西村組研究開発室	正会員	山田 俊郎
北見工業大学工学部社会環境工学科	正会員	駒井 克昭

1. 研究の目的

マリモ(*Aegagropila Linnaei*)は、淡水湖沼の底で岩などに付着することなく糸状体の集合を形成して生育する藻類である。多くの場合糸状体のまま、もしくは芝生状の形態をとるが、北海道阿寒湖では球形のマリモが見られる。球状マリモは世界でも珍しく、中でも直径が30cmを超えるようなマリモが確認されているのは阿寒湖だけである。その希少価値の高さから、日本の特別天然記念物に指定されている。

マリモの個体数は現在減少傾向にある。マリモの生長には光合成に加えて、阿寒湖特有の風波による回転が必要であることから、この原因は繁茂した水草が日光や風波を妨げたことではないかと考えられており、今後も生長を阻害する恐れがあると懸念されている。しかしながら、その因果関係が明確でないためにマリモ群生地の水草の除伐は行われていない。阿寒湖のある阿寒国立公園は特別保護地区及び特別地域に指定されているため、植物の採取等の行為に対して厳しい制限が設けられており、植物の採取や損傷には許可あるいは届出を要する。マリモ生育域周辺の水草を除伐する許可を得るためには、繁茂した水草がマリモの生長を妨げていることを水理学的に証明する必要がある。したがって本研究では水中におけるマリモの挙動に関して環境流体解析を行い、個別要素法を適用して底面との接触やマリモ同士の衝突、またそれによる反発の様子を可視化することにより、外的要因がマリモの挙動に与える影響検討のためのモデルを開発することを目的とする。

2. マリモモデルの提案

半径 4.21cm と半径 8.33cm の 2 つのマリモを用いた室内実験や過去阿寒湖で行われた 6 個体のマリモに関する水中落下実験の結果から、形状抵抗係数とマリモの密度を推定した。このとき、以下に示す自由落下時の支配方程式を用いた。

$$\rho_m V_m \frac{d^2 \xi}{dt^2} = \rho_m V_m g - \rho_w V_m g - \frac{C_D}{2} \rho_w A_m |w|w \quad (1)$$

しかし、半径の大きいマリモについては落下距離が足りなかったために正確な推定を行うことができなかった。したがって半径の大きいマリモに関しては、過去阿寒湖で行われた水中落下実験の結果から新たに各係数を推定することとした。

続いて室内実験における弾性衝突時の結果から、減衰係数と反発係数を求めた。弾性衝突時の支配方程式を解いて、理論値と実験値を比較することによって減衰係数、反発係数を推定した。弾性衝突時の支配方程式を以下に示す。

$$V \frac{d^2 \xi}{dt^2} + \alpha V \frac{d\xi}{dt} + kV\xi = -\frac{\rho_m - \rho_w}{\rho_m} Vg - \frac{C_D}{2} A_m |w|w \quad (2)$$

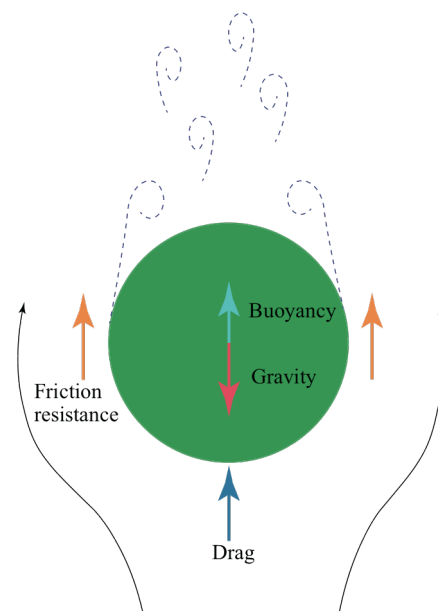


図-1：マリモモデルの概念図

各係数決定後、環境流体モデル Fantom3D を用いてモデルを作成し、モデルの検証を行う。このとき、計算した予測子にDEMの計算結果を加えて修正子計算を行うことによって、マリモと流体との相互作用を考慮した計算を行った。作成したモデルを図-2 に示す。

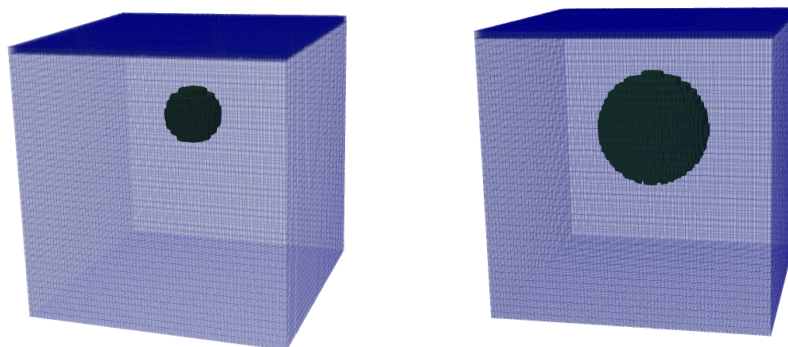


図-2：環境流体モデル Fantom3D を用いた可視化の様子

また、単体のマリモのモデルを応用してマリモ同士の衝突に関するモデル化も試みる。このときマリモと流体との相互作用を無視したモデルも作成し、両者を比較した。このモデルを図-3 に示す。

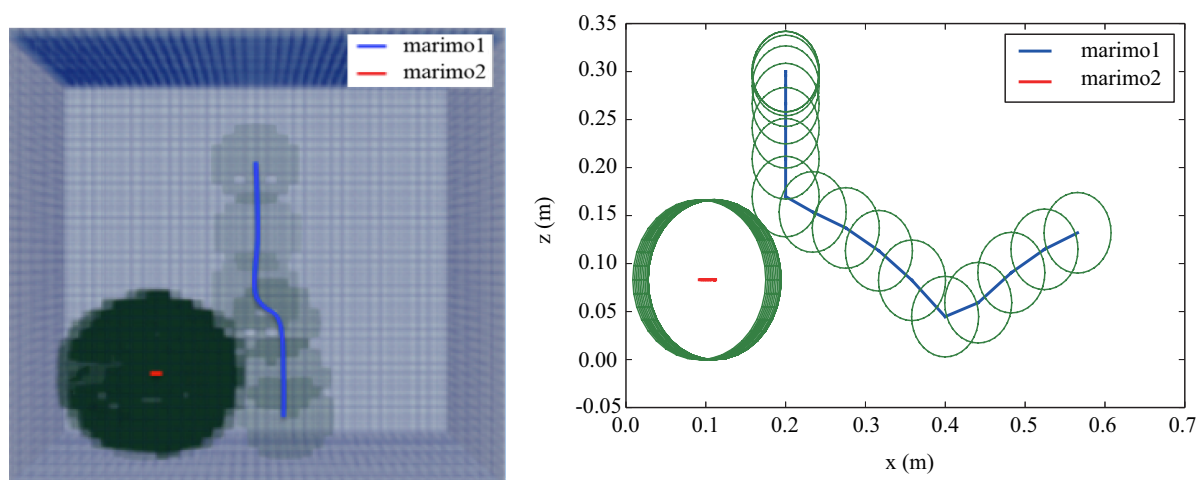


図-3：マリモ同士の衝突に関するモデルの比較

3. 結論

水槽実験と過去に阿寒湖で行われた実験の結果から各係数を推定することにより、環境流体モデル Fantom3D を用いた三次元のモデル化を行った。マリモ単体の落下と底面への衝突については、落下時間について実験値との誤差の小さいモデルを作成することができた。

単体のモデルを応用してマリモ同士の衝突のモデルも作成した。このモデルの再現性は未検証であるものの、流体とマリモとの相互作用を無視したモデル化も行なってこれと比較することによって、環境流体モデル Fantom3D を用いることの有効性を確認した。