

阿寒湖のマリモの形成要因に関する検討

Investigation of formation of Marimo in Lake Akan

北見工業大学
北見工業大学
釧路市教育委員会
釧路市教育委員会
(株)豊水設計
北見工業大学

○学生員	伊藤権吾	(Kengo Ito)
正会員	中山恵介	(Keisuke Nakayama)
非会員	若菜 勇	(Isamu Wakana)
非会員	北村武文	(Takefumi Kitamura)
正会員	佐藤之信	(Yukinobu Sato)
正会員	駒井克昭	(Katsuaki Komai)

1. はじめに

阿寒湖のマリモは国の特別天然記念物に指定されており重要な観光資源となっている(図-1)。しかし、1900年代の前半から近年までにかけて、森林開発や電源開発、阿寒湖周辺の観光地化、水位や水質の変化などのさまざまな環境変化から、マリモの群生地、個体数ともに減少傾向にあり、かつて4箇所あった群生地は現在2箇所となってしまうている。

阿寒湖に生息するマリモは、3~4cmの糸状の細い藻が無数に集まり1つの球体となることにより形成される。その球状マリモは、湖底で群生することが分かっている。直径は30cmを超えるものもあり、世界でも阿寒湖でしか見ることができない。しかし、球体化のメカニズムに関しては、風波によるのではないかという説が存在するが、具体的なメカニズムに関しては未解明である。

過去の研究において、6年から9年の頻度で強風によりマリモが湖岸に打ち上げられることが知られており、その打ち上げがマリモの個体群更新を促しているのではないかと考えられている^{1), 2)}。それらの研究において、特に大きなサイズのマリモが存在しているチュウルイ湾では南風が卓越しており、卓越した波向の波浪が与えられている可能性が示されている²⁾。しかし、波浪とマリモ球体化の関係は明確にされていない。

近年のマリモの群生地および個体数の減少を食い止める維持していくためには、どのようにしてマリモが形成されるかを解明する必要がある³⁾。そこで本研究では、マリモを撮影したビデオ画像を利用し、マリモが波浪場においてどのように挙動するかを理解することを目的とする。

2. 観測手法

阿寒湖のマリモは、球体化の結果、最大で直径30cmを超えるまでに成長することが知られている。その球体化が物理的な作用により形成されているとすると、河川水の流入等による一様流の効果、および風波等による振動流の効果の2種類が大きな要因であると考えられる。阿寒湖に注ぎ込む河川の流量は、直上流に存在するパンケトー湖により常にある一定量の流量が与えられる状態となっており、河川出水がマリモの球体化を促進しているとは考えにくい。そのため、最も有力な外力は風波で



図-1 阿寒湖のマリモ (2002年10月撮影)



図-2 阿寒湖と観測地点



図-3 観測に使用した風速計



図-4 St. 2 で湖上に設置した気象計

(a)2014 年 7 月 8 日における個体番号



(b)2014 年 7 月 9 日における個体番号

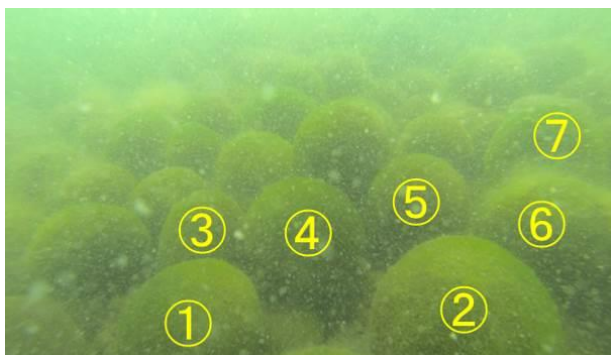


図-6 (a) 2014 年 7 月 8 日と(b) 7 月 9 日におけるマリモの個体番号.

あると考えられる．そこで本研究では，風波の影響を考慮するために St. 2 の水面上 2 m の高さに風速計を設置した（図-2，図-3，図-4）．アメダスデータとチュウルイ湾上での風のデータは大きく異なることが報告されていることから，比較のため St. 3 におけるアメダスデータも使用した．

マリモの球体化に関しては，波浪場においてどのような挙動を行っているかを調査するために，St. 1 にビデオカメラを設置し計測を行った．ビデオカメラ（HERO3，GoPro 社製）による観測は，波浪の影響を抽出するために，簡易風速計を利用し，風速がある程度以上となった際に撮影を実施するという手法により実施

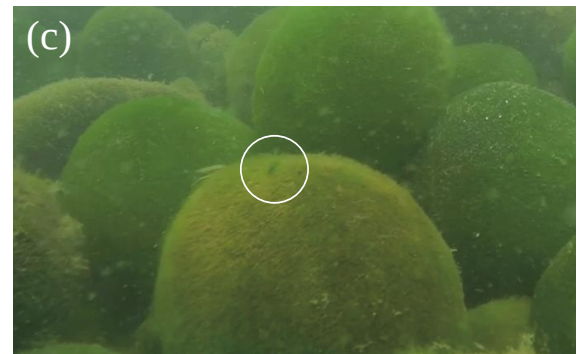


図-5 ビデオカメラによるマリモ回転の様子．○が回転していることが分かる．2014 年 6 月 11 日撮影．

表-1 2014年7月8日 平均風速とマリモ球体の回転角（マリモの直径は5 cm 毎に分類した）

時間	アメダス 平均風速	気象計 平均風速	①	②	③	④	⑤	回転角平均 /5m in
			25cm	20cm	20cm	15cm	20cm	
16:40	2.5	6.063	60	30	10	10	5	23
16:50	2.3	5.521	20	10	0	0	0	6
17:00	2	5.63	5	30	5	5	0	9
17:10	1.9	4.496	15	0	0	0	5	4

表-2 2014年7月9日 平均風速とマリモ球体の回転角（マリモの直径は5 cm 毎に分類した）

時間	アメダス平均	気象計平均	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	回転角平均 /5m in
			20cm	25cm	15cm	20cm	15cm	25cm	25cm	
8:30	2.5	5.142	20	35	15	20	35	15	15	22.14286
8:40	2.6	5.845	30	25	35	15	70	25	25	32.14286
8:50	2.8	6.568	15	60	60	5	30	15	10	27.85714
9:00	3.1	6.7	25	50	50	10	130	35	15	45
9:10	2.2	6.715	20	90	35	15	305	70	20	79.28571
9:20	2	7.123	25	60	20	20	150	25	10	44.28571
9:30	2.1	7.672	25	140	45	15	235	50	5	73.57143

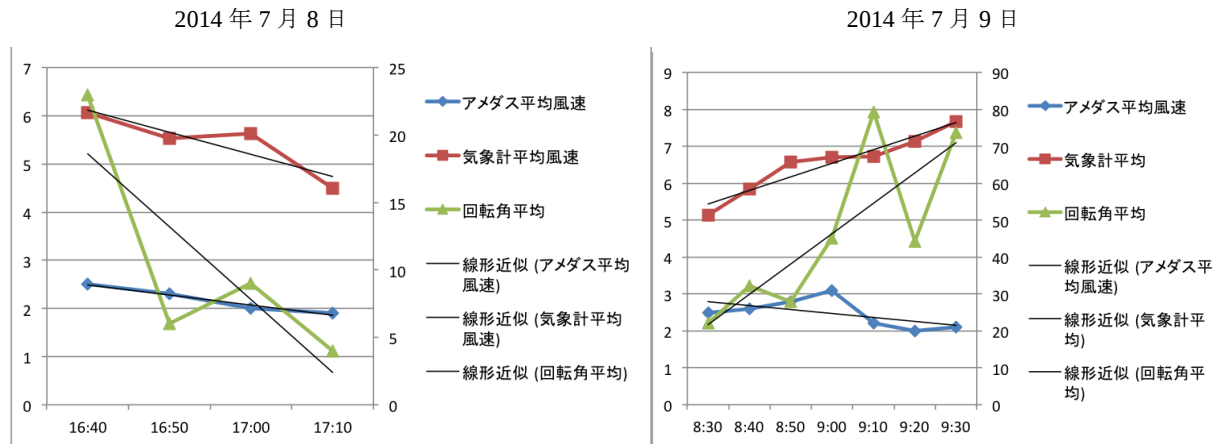


図-7 2014年7月8日と9日の平均風速と回転角グラフ

された。なお、ビデオカメラによる撮影は、NHK 釧路放送局により実施された。ビデオカメラの画像から、マリモが波浪場において回転することが分かった（図-5）。

3. 水中におけるマリモの回転

本研究では St. 1 に設置したビデオカメラ映像を用いて、マリモの回転が確認可能な表面にキズ等の特徴を持つ画像を抽出した。その結果、2014年7月8日の映像において16時40分から17時10分の30分間、2014年7月9日において8時30分から9時30分の60分間で明確な回転を特定出来た。観測可能なマリモに個体番号つけた（図-6）。目視出来る最大回転角度180度が最小5分間で発生していたことから、マリモの回転角速度の単位は（degree/5 min）とした。

例として、2014年6月11日に撮影された画像を示す（図-5）。図-5(a)では特徴的な模様を見つけることができていないが、図-5(b)から図-5(e)において特徴的な模様が回転している様子が分かる。実際の映像では、波浪により振動しながら、マリモの上面が波の進行方向と

は逆向きに回転していることが確認された。

4. 風速とマリモ球体回転との関係性

予想されたとおり、チュウレイ湾上での風はアメダス観測結果との相関は低いことが確認された（表-1、表-2、図-7）²⁾。なお、チュウレイ湾上の風速計は、解析期間中において卓越した南風を示していた。マリモのサイズを考慮せず、同じ風速が与えられた場合のマリモの回転角速度を平均し、風速との時間変化をプロットした結果、風速が大きいほど回転角速度が大きくなる傾向が示された（図-7）。

マリモの直径が回転角速度に与える影響を検討するために、マリモの直径15 cm、20 cm、25 cmにおける回転角速度とチュウレイ湾における風速の関係を検討した（図-8）。その結果、直径20 cmのマリモの回転角速度があまり大きくない点に関して理由は不明であるが、直径の違いによる回転角速度の違いは明確に存在しないことが示された。

そこで、マリモの直径を考慮せず、全ての回転角速度

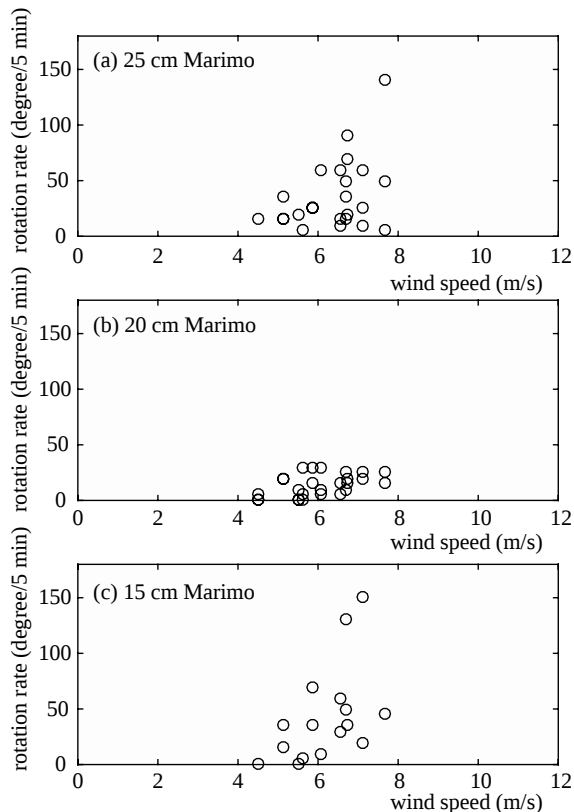


図-8 風速と回転角速度. (a) 直径 25 cm のマリモ. (b) 直径 20 cm のマリモ. (c) 直径 15 cm のマリモ.

をチュウレイ湾上の風速に対してプロットした(図-9). 閾値が存在し, 風速約 4 m/s 以上でマリモが回転し始めることが分かった. なお, 風速 4 m/s 以下において回転角速度のデータが存在しないのは, マリモが回転していない場合にはデータとしてプロットされていないためである. 偏差 28 degree/5 min の誤差を持ちながら, チュウレイ湾上の風速を利用し, マリモの回転角速度を推定することが可能となった(図-9 の実線). この近似推定直線からも, マリモの回転を開始する風速は 4.2 m/s が得られており, 観測結果の図から推定される約 4 m/s と一致していた.

5. 結論

チュウレイ湾上において風速・風向を計測し, マリモの回転の様子をビデオ撮影することにより, 以下の結果

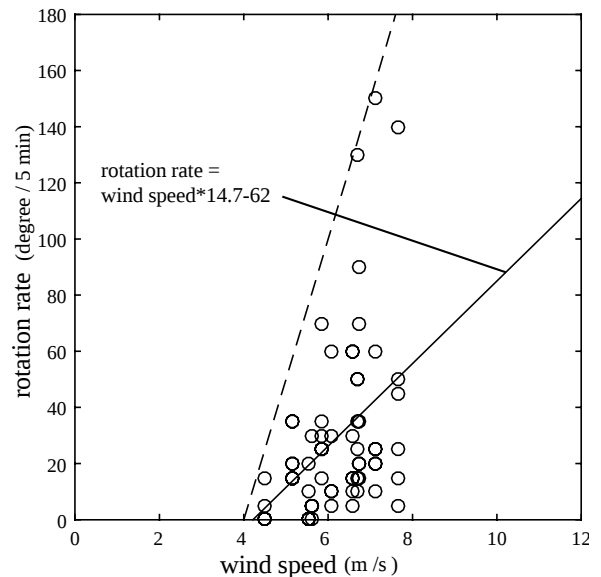


図-9 チュウレイ湾上の風速と回転角速度. 破線: 最大回転角速度の包括線. 実線: 最小二乗法による近似直線.

を得ることが出来た.

- ・ マリモが波浪場において回転することが確認された.
- ・ チュウレイ湾上では南風が卓越していることが確認された.
- ・ マリモの回転角速度にはあまり個体差が無く, 風速の関数として示されることが分かった.
- ・ マリモの回転は, チュウレイ湾上の風速が約 4 m/s 以上で発生することが分かった.
- ・ チュウレイ湾上の風速を利用することで, マリモの回転角速度推定式を提案することが出来た.

参考文献

- 1) 阿寒町教育委員会編, 特別天然記念物「阿寒湖のマリモ」第3次統合調査—報告書概要版—, マリモ研究特別号, 46p., 1998.
- 2) 山本省吾, 若菜勇, 中瀬浩太, 島谷学, 阿寒湖チュウレイ湾におけるマリモの湖岸打ち寄せ・打ち上げ機構に関する考察, 海岸工学論文集, 第50巻, pp.611-615, 2003.
- 3) 阿寒湖のマリモ保全対策協議会, マリモ保護管理計画, 120p., 2012.