

論文名 ホンダワラ科海藻のキャノピー構造と海水流動の相互作用に  
関する生理学的研究

研究科名 長崎大学大学院水産・環境科学総合研究科

氏名 井上 幸男

海産大型藻類は、沿岸域の主要な一次生産者である。沿岸域では、海水流動は時空間的に激しく変動しており、大型藻類の生態は海水流動と密接に関係している。大型藻類は、光合成、呼吸、生長に必要な物質を藻体表面から吸収しており、これら生理機能を維持するためには、藻体表面に物質が輸送される必要がある。そのため、主流の流速の増加は、藻体表面への物質輸送を促進し、藻体の生理的応答速度（光合成速度、呼吸速度、栄養塩吸収速度）を増加させることが知られてる。一方で、藻体表面への物質輸送は、大型藻類の持つ多様な形態や密生することで形成される藻場（キャノピー）の構造によって影響を受ける。特に高流速下において、藻体は水流に圧迫され、圧縮されるように形状が変化し、藻体への物質輸送が抑制される可能性がある。したがって、実海域に生育する大型藻類の生理的応答速度の関係を明らかにするためには、藻体の形状やキャノピーの構造を保持した状態で、水流の影響を調べる必要がある。そこで、本研究では、ホンダワラ科海藻を用いて、個体とキャノピースケールで、水流と生理的応答の関係を調べた。

個体スケールの実験には、ホンダワラ科トゲモク *Sargassum micracanthum* を使用した。藻体の形状変化が生理的応答へ及ぼす影響を検証するため、紐で藻体全体を巻くことで形状を固定した藻体と、固定していない藻体の流速（2 — 38 cm s<sup>-1</sup>）に対する応答を比較した。総光合成速度、暗呼吸速度、硝酸吸収速度は、形状を固定した藻体では流速と共に増加し、形状を固定していない藻体では流速の増加と共に減少した。形状が固定された藻体では、流速に関わらず藻体が圧縮されているため、圧縮された藻体の外側を水流が流れた。そのため、流速の増加と共に、藻体外側において物質輸送が促進され、生理的応答速度が増加したと考えられた。一方、形状が固定されていない藻体では、流速の増加と共に、藻体が圧縮される様子が観察された。よって、水流は、低流速では藻体の隙間を通過していたが、高流速では藻体が圧縮することで藻体の外側を流れていたと考えられる。そのため、流速の増加と共に藻体全体への物質輸送が抑制され、生理的応答速度が減少したと考えられた。したがって、個体スケールにおいて、流速の増加によって発生する藻体の形状変化は、生理的応答を抑制する要因となることが示唆された。

キャノピースケールの実験では、ホンダワラ科ヨレモク *Sargassum siliquastrum* で構成されたキャノピーを使用した。キャノピー（長さ: 55 — 57 cm, 幅: 24 cm, 高さ: 13 cm）は小型回流水槽内に設置され、キャノピー密度を 3 条件、主流流速を 8 条件（0.6 — 40 cm s<sup>-1</sup>）設定した。キャノピーの流体力学的特性を把握することで、流速に対する総光合成

速度、暗呼吸速度の変動を説明することを試みた。生理的応答速度は、全密度条件で違いはみられず、主流流速の増加と共に増加し、最大値に達した後、減少した。キャノピー内の平均流速と乱流は、主流流速が  $10 \text{ cm s}^{-1}$  以下のとき全密度条件で違いはなかったが、 $10 \text{ cm s}^{-1}$  以上のとき、低密度条件で中高密度条件よりも高い傾向を示した。そのため、流動の実測値では、生理的応答速度の変動を明瞭に説明できなかった。しかし、既存研究の知見を用いて推定されたキャノピーの流動特性を示す指標によると、キャノピーの形状変化に伴って、キャノピー内の海水交換が抑制される可能性が示唆された。この流動の実測値と推定された流体力学的指標の矛盾は、ヨレモクによって構成されたキャノピーの物理的な構造が不均一であることに起因していた可能性がある。本研究では、キャノピーの形状変化に伴い、キャノピー構造が不均一であるため、局所的に海水が滞留し、生理的応答を抑制していたと推察した。

形状変化による生理的応答の抑制に関するこれまでの報告は、個体スケールで数例存在するが、いずれも形状変化の影響を明確に証明したものではなかった。本研究は、高流速下において個体・キャノピースケールで形状変化が生理的応答を抑制することを、初めて実験的に明らかにした。この知見は、大型藻類の生態と水流の関係を理解する上で重要であると考えられる。