

VII-230 懸濁または堆積カオリン粒子のスサビノリ殻胞子の基質への着生と発芽に及ぼす影響

宮崎大学工学部 正会員 鈴木祥広
 宮崎大学工学部 正会員 丸山俊朗
 青森大学工学部 三浦昭雄
 青森大学工学部 申宗岩

1. はじめに

近年、わが国の藻場は衰退の一途をたどっている。とくに、都市近郊において著しく、その原因として森林伐採、河川の改修、並びに都市化の拡大が考えられる。これらによって降雨時には、高濃度の懸濁粒子を含む排水が短時間に局所集中的に河川から沿岸域に排出される。海藻群落が形成されて維持されるためには、海藻の生殖細胞である胞子または遊走子が基質に確実に着生することが最も基本的な条件である。基質とは海藻が生育する場（基盤）のことである。海藻の胞子または遊走子の基質への着生、および着生に続く初期発生段階における懸濁・堆積粒子の影響に関する研究は国際的にも極めて少なく、数種の褐藻類について、遊走子の基質への着生に及ぼす影響に関する研究が数報あるのみである。

そこで本研究では、生物学的、また特にわが国では社会経済学的に最も重要な紅藻スサビノリ (*Porphyra yezoensis* Ueda) の殻胞子を供試体とし、自然条件下で起こり得る殻胞子と懸濁粒子との典型的な3つの物理的相互関係について、着生殻胞子数ならびに発芽体数から、懸濁粒子の殻胞子の基質への着生および発芽におよぼす影響を明らかにすることを目的とした。

2. 材料と方法

無機懸濁粒子として粘土粒子であるカオリン（はくとう土）を用いた。カオリン懸濁液は1/20PES培地にカオリンを加えて作成し、カオリン濃度が $1 \sim 1000 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$ になるように添加した。着生実験は、培養ウェルプレート底面にカバーガラスを置き、これを基質としてノリ殻胞子（約 1×10^3 個）およびカオリン粒子を自然沈降させた。カオリン懸濁液と殻胞子懸濁液の総容量を10mlとした。

懸濁粒子が殻胞子の着生に影響を及ぼす現象について、自然条件下で起こり得る殻胞子と懸濁粒子の物理的な相互関係を次のように再現した。

ケース1：カバーガラスを底に置いた培養ウェルプレートにカオリン懸濁液と殻胞子液を同時に注入した。

ケース2：カバーガラスを置いた培養ウェルプレートにカオリン懸濁液を注入後24時間放置してカオリン粒子を沈降させ、その上に殻胞子懸濁液を静かに注入した。

ケース3：カバーガラスを置いた培養ウェルプレートに殻胞子懸濁液を注入後24時間放置して殻胞子を沈降・着生させ、その上にカオリン懸濁液を静かに注入した。

対照区として1/20PES培地のみを用いてカバーガラス上に殻胞子を着生させた。培養条件は水温 15°C 、光量子密度 $140 \mu\text{E} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 、明暗期L:D=10h:14hとした。24時間後と5日後における影響試験を行うため、同様の系をそれぞれ2組用意した。試験開始から24時間後と5日後の着生数と1～5細胞期の発芽体数を計数した。

カオリン粒子のノリ殻胞子の基質への着生および発芽に対する影響を定量的に評価するため、最小影響濃度 (Lowest-Observed-Effect Concentration, LOEC) および半数影響濃度 (50% Effective Concentration, EC_{50}) を求めた。

3. 結果と考察

3-1 ノリ殻胞子の基質への着生に及ぼすカオリンの影響濃度

前述の3つのケースについて、試験開始から24時間後と5日

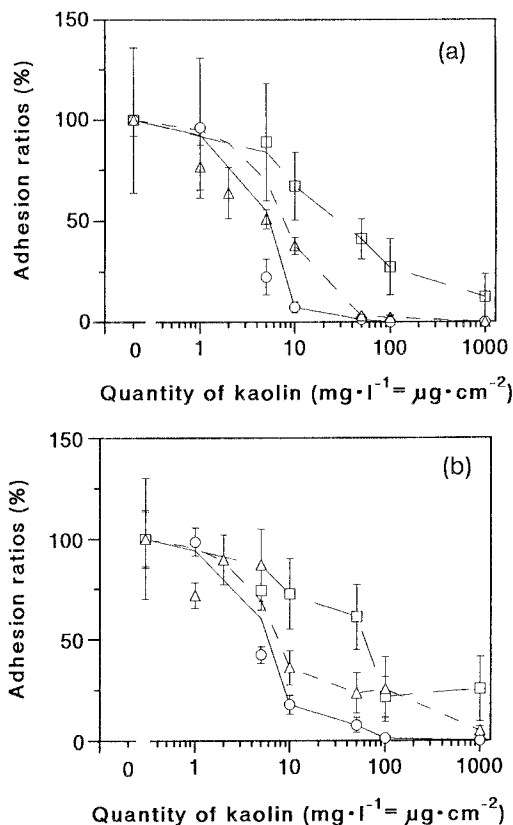


Fig. 1. ノリ殻胞子のガラスプレートへの着生におよぼすカオリンの影響. (n=5, エラーバーはSDを示す)

(a) 24時間後, (b) 5日経過後.

○: ケース1, △: ケース2, □: ケース3.

後におけるカオリン粒子濃度とカバーガラスへの着生率の関係をFig.1-a, bに示した。横軸は各カオリン粒子濃度（堆積粒子量）で、縦軸の着生率は対照区の全着生数に対するそれぞれの濃度区的全着生数の割合(%)で表した。また、それぞれのケースにおける24時間後、および5日後のLOEC（24h LOEC、5d LOEC）とEC₅₀（24h EC₅₀、5d EC₅₀）をTable 1に示した。24時間後の結果（Fig.1-a）から、殻胞子の着生が最も阻害された条件は、ケース1のカオリンと殻胞子を同時にウェルプレートに添加した場合であり、着生数は10mg・l⁻¹（10 μg・cm⁻²）のカオリン粒子濃度で対照区の75%に減少し、100mg・l⁻¹（100 μg・cm⁻²）では着生した胞子は全く見られなかった。24h EC₅₀は3mg・l⁻¹（3 μg・cm⁻²）であった。3つのケースにおける24h LOECの最小値は、ケース2の沈降したカオリン上に殻胞子を添加した場合で、1mg・l⁻¹（1 μg・cm⁻²）であったものの、この着生率は対照区に対して70%であった。カオリン粒子濃度の増加とともに着生率が低下して10mg・l⁻¹で対照区の37.8%に減少し、50mg・l⁻¹では0.1%まで減少した。24h EC₅₀は5mg・l⁻¹（5 μg・cm⁻²）であった。これに対して、カバーガラス上に沈降・着生した殻胞子上に懸濁粒子を添加したケース3では、阻害が最も少なく、100mg・l⁻¹においても対照区の27.3%の着生率を示した。なお、24時間後における全着生殻胞子数は対照区で32~97個体・cm⁻²であった。

試験開始から5日後におけるカオリン粒子濃度とカバーガラスへの着生率の結果（Fig.1-b）から、ケース2、3では24時間後の結果と比較して着生率が50%を下回るときの濃度が高くなり、試験期間の長い方が着生阻害に対する影響が小さくなった。これは時間経過に伴って殻胞子の着生能力が増加し、懸濁粒子に対して適応できた個体が存在したためと考えられた。ケース1は24時間と5日後を比較すると、類似した変化を示し、ケース1がカオリン粒子による着生阻害を最も受けることが明らかとなった。なお、5日後における全着生殻胞子数は対照区で50~148個体/cm²であった。

以上の結果から、実際の海域で着生を著しく阻害する状況は、①殻胞子と懸濁粒子が同時に混合する状態で着生基質面に沈降・到達する場合と、②殻胞子の放出時期の前に懸濁粒子が流入して基質上に沈降・堆積する場合と考えられた。

3-2 ノリ殻胞子の発芽におよぼす影響

着生した殻胞子の生育状況を知るため、Fig.2には、5日後における対照区の発芽率に対する3つのケースの発芽率の比を示した。なお、このデータは着生した殻胞子数と発芽体数の合計が30個体以上であったものに関する結果である。着生した殻胞子の発芽が最も阻害された条件は、ケース2のカオリン粒子上に胞子が着生した場合であり、本実験の最低の堆積粒子量である1μg・cm⁻²（1mg・l⁻¹）においても、対照区と比較して着生した胞子数の30%しか発芽していない。このときの殻胞子の着生率は70%以上を示している（Fig.1）ことから、着生したが発芽できない個体が多いことを意味している。また、いずれのカオリンの堆積粒子量においても発芽率が対照区より有意に低く、1μg・cm⁻²の極めて少ない堆積粒子量でも殻胞子の発芽を阻害することが明らかとなった。一方、ケース3の沈降・着生した殻胞子上に粒子が堆積した場合では、対照区と同等かそれ以上の着生胞子の発芽が認められた。

4. おわりに

藻場の保全に最も重要なことは、海藻の胞子（遊走子）の基質への着生が確実に達成されることであり、懸濁粒子の沿岸域への流入は少量であっても基質への着生を阻害する極めて大きな因子となり得ることが明らかになった。したがって海洋工事による懸濁粒子の藻場への負荷は極力避けること、ならびに発生する懸濁海水の処理が必要と思われる。また、降雨時には2,000mg・l⁻¹を越える懸濁物質を含んだ雨水流出水が未処理のまま局所集中的に公共用水域に排出されており、陸上での懸濁物質を含む排水の管理も極めて重要な課題と考えられる。

Table 1. ノリ殻胞子のガラスプレートへの着生に及ぼすカオリン粒子の影響濃度

条件	24h-LOEC	5d-LOEC	24h-EC ₅₀	5d-EC ₅₀
Quantity of kaolin (mg・l ⁻¹ ≡ μg・cm ⁻²)				
ケース 1 (同時)	5	1	3	2
ケース 2 (粒子上に殻胞子)	1	10	5	8
ケース 3 (殻胞子上に粒子)	10	50	28	62

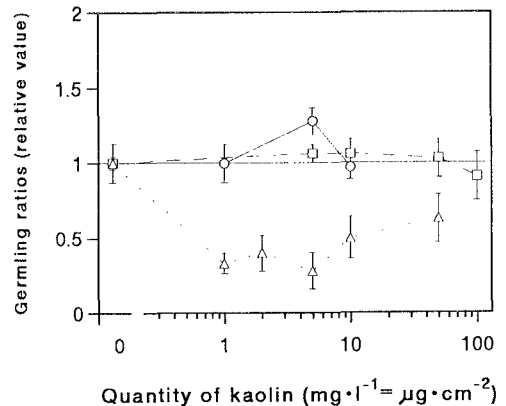


Fig. 2. 5日間後における粒子量と発芽率の関係。
(n=5, エラーバーはSDを示す)
○: ケース1, △: ケース2, □: ケース3.