

アサクサノリの果孢子付けに関する二・三の実験

右 田 清 治

Some Experiments on Liberation and Adhesion
of Carpospore of *Porphyra tenera*

SEIJI MIGITA

In this work, an experimental observation has been conducted on the liberation and the adhesion of carpospores of *Porphyra tenera* in the laboratory. The material was collected at spring tide and kept half-dry prior to the experiment.

From the half-dried material, the great majority of healthy carpospores liberated within 2 days. However, in case of fronds kept in the sea water, the shedding of spores continued more than two weeks. The experiment revealed that approximately 20-50 per cent of liberated spores attached to the substratum and about 10 per cent of them developed into the *Conchocelis*-phase. Further, in running sea water, the adhesion of spores tends to be easier and more in quantity in slow current than in fast.

When the spore-containing water was poured into the vessel in which oyster shells were piled up together, there was scarcely any difference between all shells in number of attached spores.

緒 言

アサクサノリの果孢子の海に於ける附着の実態を究明することは天然糸状体の分布等とも関連して重要である。しかし各漁場の違つた海況に支配されるため調査が困難であり室内実験を通じて或る程度の知識を得る必要がある。

一方、貝殻に穿孔した糸状体を経て人工採苗が行われるようになり室内条件での果孢子の附着の様子を知ることも重要となつた。貝殻基質への果孢子付けは比較的容易に多量の孢子が得られるため密植になりがちである。特に最近一部の研究者の間で言われているように穿孔糸状体の粗密がそれに形成される孢子の多寡と関係があれば、果孢子付けはより重要な問題となつてくる。また漁業協同組合や個人業者が糸状体を培養する際、従来のように斑付きした孢子による糸状体では成育の管理が容易でない。このため多量の貝殻に孢子密度のほど揃つた附着をさせることが必要である。筆者はこういう孢子付けの改善等も目的の一つとして孢子の放出、附着に関する2、3の実験を行つたが、その結果を報告する。

実 験 及 び 結 果

I. 果孢子放出量の経時変化

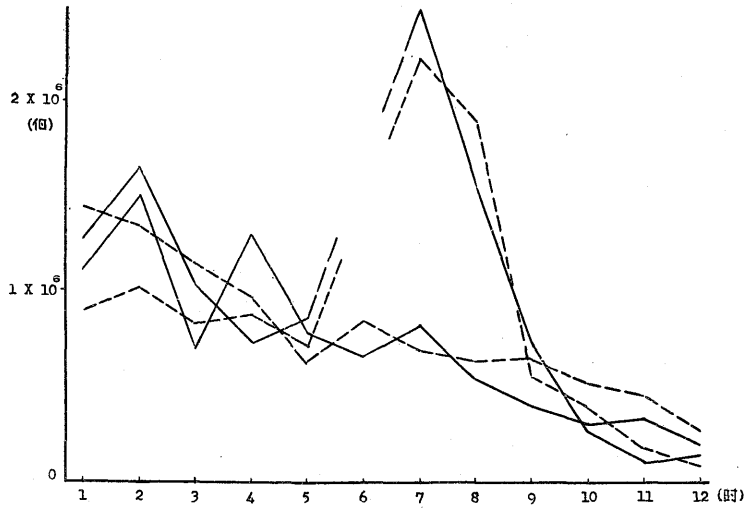
方 法： 材料のアサクサノリは全実験を通じて大潮時に露出しているものを15~17時に採集し、翌朝実験開始まで蔭干状態で保存した。結果は生藻の重量で示したが、生藻の重量は極めて不安定であり、此の実験では、一応塩抜乾燥後の重量の10倍を生藻重量とした。即ち実験後の乾燥重量を測定したり、実験開始時に同量の対照を取り、その乾燥重量より補正して一定量になるように留意した。

放出量の経時変化を見る方法としては、成熟した長さ10cm前後の葉体4gを一定量の濾過海水を容れたビーカーに吊し、静止状態で孢子を放出させた。容器のビーカーは1時間おきに取り換え、沈着した孢子を先端を細くしたスポイドで水流を与えて剥離し、孢子液にして孢子数を計数した。なほ実験途中で1時間干出を与えた後の放出量の変化も併せて観察した。

結果：静置状態で12時間経過したものと5時間経過後1時間干出を与えたもの、各1時間毎の果胞子放出量を第1図に示した。材料は約15時間蔭干状態においたものであるが、胞子の放出量は時間の経過とともに徐々に減少し、一般に数時間以内に多量の胞子が放出される。

途中干出させるとその後多量の放出が見られた。

また動揺させると短時間内に胞子放出が行われる傾向が見られた。



第1図 時間の経過による放出胞子数の変化
(母藻：1g, 水温：-16~18°C, …14~17°C)

Ⅱ. 蔭干日数と放出量の関係

方法：採集した葉体を極度に乾燥しないようにして蔭干状態で保存し、一定量の葉体を24時間ビーカーの中で海水に吊して胞子の放出量を計数した。胞子の附着力の強い場合は前述のスポイドの水流による他に、ゴム板を使つて剥離したが容器底に固着した極く少数の胞子は無視した。

結果：第1表は蔭干1日後の放出量を100%とした場合の2~5日後の変化を示した。一般に蔭干日数が多く経過した葉体の放出胞子量は減少するが、気温17°C前後では、蔭干1日のものも2日のものも大きな差はなかつた。この実験では附着力は比較しなかつたが、容器底に附着した胞子を剥離した所見や検鏡した結果では、蔭干3日後の放出胞子では附着力はやや弱くなり、4日以後は死胞子も多くなつて附着力は極めて弱いように観察された。

第1表 蔭干日数による放出胞子量の変化

蔭干日数	1	2	3	4	5
放出量(%)	100	92.3	55.2	21.7	8.5

気温：12~19°C, 水温 12~17°C

Ⅲ. 放出量及び附着、生残率の経日変化

方法：一定量の母藻を海水を容れたビーカーに吊し、連続2週間以上活してⅠの実験と同様に毎日ビーカーを取り換え、胞子放出量の経日変化を、濃度の均一な胞子液にして検鏡計数した。更その胞子液の底にカキ殻とガラス板を敷き、24時間後の胞子の附着数を算えた。附着数は一度沈着した後で剥離した胞子の附着になるが、胞子液を使う種付けに実用されるためこの方法で実験した。果胞子の附着力は弱いので、基質を普通海水中で静かに動かして、基質上に残つた胞子を一応附着したものと見做した。生残率の観察には死胞子を識別し易いガラス基質で附着2日後に検鏡計数した。カキ殻は附着数を計数した後、培養を続けて2~3週間後に穿孔の様子を観察した。

結果：胞子放出量が日数の経過によつて変化する様子を第2図に示した。放出量は漸次減少するが数日間は相当多くの胞子が得られる。2週間以上経過したものでも放出が見られたが、最も多量の放出が行われたのは初めの2日間であつた。

附着率は単位面積の上部の胞子液の全胞子数に対する附着数の百分率で第3図に示した。附着率は日数

の経過に伴って減少するが、その程度は顯著でなく、全胞子の約20%から50%が附着した。

附着胞子の着生2日後の生残率の変化は第4図のようになり、日数の経過にしたがつて一般に減少するが、1週間以後のものでは培養条件に強く支配されるようである。

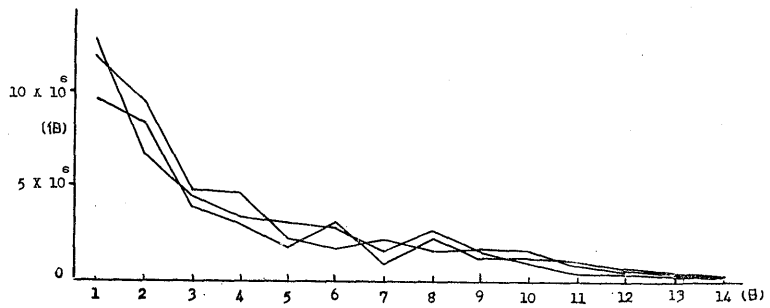
尚、上述の実験結果より、放出4日後における外見上健全な着生胞子の放出全胞子に対する割合は初めの3日以内に放出されたもので45~30%となるが、1週間前後では20~10%となり、更に2週間経過すると10%以下になる。

穿孔数は附着胞子が濃密なため正確な計数が出来なかつたが、海中で1週間位経過した母藻では放出胞子の13~5%が穿孔し、その後のものでも7~3%の穿孔が見られた。穿孔糸状体の全胞子に対する割合はこの実験では胞子液の濃度が1cc当り $10^4 \sim 10^5$ で濃密なため低率のように思われる。同時に胞子液撒水法による果胞子付けを水槽で行つた場合は胞子濃度1cc当り 10^3 前後で穿孔率は26~8%であつた。

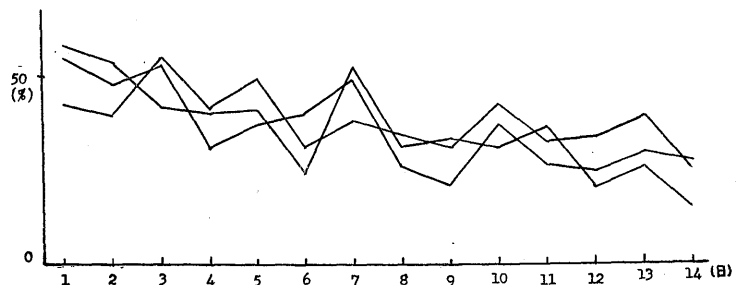
IV. 水流と附着

方法：胞子の附着に及ぼす水流の影響を知るため次のような実験を行つた。母藻2.5gを500ccのビーカーに入れ、サイフォンで常に一定の水位を保つように海水を流した大型水槽と連結した。ビーカーの底より内径4mmの2本のガラス管を通じて、透明ガラスとスリガラスの円板を敷いた水深の浅い大型シャーレの中心に胞子を含む海水を毎分240cc流した。1昼夜海水を流した後、ガラス板上の胞子附着数を算えた。流速は石灰粉を流して秒速の概略を予め測定した。

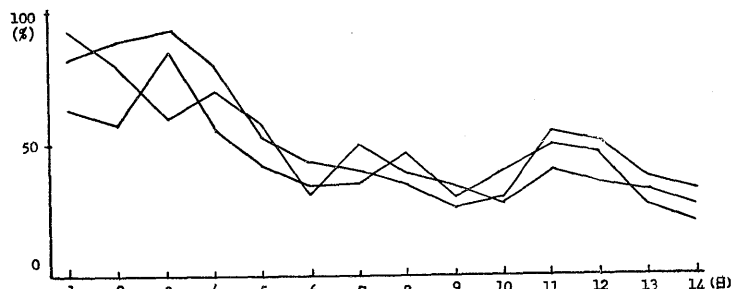
また当学部の海水用飼育室外の排水溝で流路の一部に母藻を設置して、その下流2m以内の水流の違つ



第2図 葉体1gの放出胞子数の経日変化
(水温：10~14°C)



第3図 日数の経過後に放出された胞子の附着率の変化
(水温：10~14°C, 胞子液による24時間後の附着数を全胞子の百分率で示す)



第4図 日数の経過後に放出された胞子の附着2日後の生残率の変化
(水温：10~14°C, 附着胞子数の百分率で示す)

た場所にカキ殻を置き24時間後の附着胞子数を計数した。

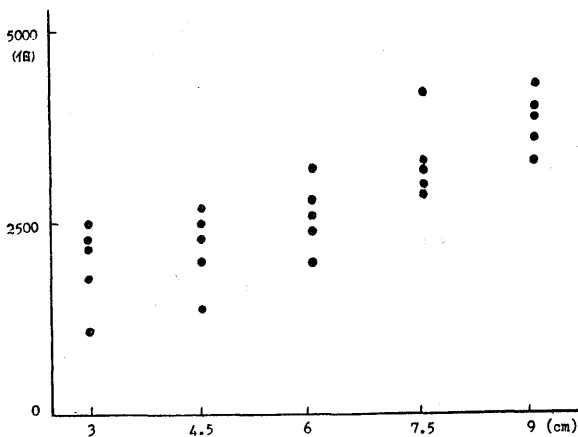
結果： シヤール内のガラス板上の胞子附着数は第2表のようになり、胞子の附着は流速と明に逆相関となる。即ち秒速10cm以上では附着数は少く、秒速3cm以下で多数の着生が見られた。またスリガラスのような粗面が滑面より附着が良好であった。なほこの実験では胞子の接触機会が同一でなく附着の少い水流の速い部分が胞子液の単位時間内に通過する量も多いので実際はこの結果以上の差があることになる。

屋外の排水溝に於ける実験では或る程度の水位を保つた流路の一部に胞子源である母藻をおいたため胞子はよく混合されなかつたようで、同一流速でも附着にかなりの差が見られた。結果を平均値で示すと第3表のようになり、前実験結果のような流速による附着差が顕著でなく実験の範囲内では水流の速い所が必ずしも遅い所より附着が少くなかつた。これは胞子が水流の速い主流部を多く流れるため流速の速い所が接触機会が多いこと、遅いところでは途中で沈下する胞子が多いため場所によつては附着が少いように思われた。

V. 水深と傾斜角度を変えた基質への附着

方法： 胞子液による果胞子付けを止水中で行う際、基質の置かれた水深や傾斜角度が違えば当然胞子の附着数も変わってくる、その程度を知るため次のような実験を行った。

水槽に約10cmの深さになるように海水を入れ、水面下3cmから9cmの間で5段階の水位にガラス板とカキ殻片を設置して、一定量の胞子液を入れ攪拌した後で静置し、1日後の胞子の附着を計数した。



第5図 基質の水深と附着数の変化
(気温：15~12°C, 胞子液1cc中の胞子数約1200個)

第2表 室内実験に於ける流速と胞子附着の関係

流速 (cm/sec)	附着胞子数	
	透明ガラス	スリガラス
15~10	2.2	11.5
8~7	7.0	66.3
5~4	39.4	108.5
3~2	72.6	152.8
1~0	150.7	282.2

第3表 溝に於ける流速と胞子附着

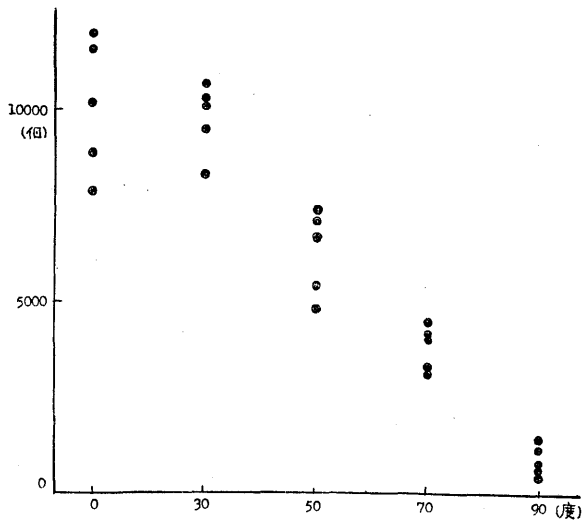
流速 (cm/sec)	附着胞子数 (cm ²)
10	27.0
7	62.3
4	80.6
2	28.7
1	57.2

基質はカキ殻で5例の平均値を示す

同様にガラス板を水平から垂直の間で5段階の傾斜を持つように設置して、一定水深での胞子の附着を比較した。

結果： 第5図に示すように止水中では水深によつて明かに胞子の附着が違ってくる。しかしその差は必ずしも水深を2倍にした時、附着数は2倍になつていない。これは水温と気温の差による海水の対流のためと考えられる。

傾斜した基質への胞子の附着は第6図のような結果になり、30度程度の傾斜では顕著な附着数の減少は見られず水平面とほとんど差はない。しかし70度の斜面では水平面の半数以下に減じ垂直面では水平面の1割以下であった。



第6図 基質の傾斜角度と附着数の変化
(気温：14~17°C, 孢子濃度1cc当り約5200個, 計数水位水面下4cm)

はなかつた。なほ此の実験では1日の気温の高低差が5°C近くあり水の対流が孢子の附着差を大にしたようにも思われた。

第4表 間隙において堆積した基質に孢子液を注入した場合の孢子の附着

基質No. (上より)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
中央部	4.2	4.5	4.1	4.4	5.7	4.8	7.2	6.4	7.6	9.1
外縁部	6.6	8.7	5.7	11.6	12.3	7.9	9.6	9.0	14.0	14.6

孢子濃度 1cc 当り約8000, 基質はガラス板, 間隙1.5mm, 1mm² の附着数を示す。

大型水槽でカキ殻を10層以上堆積して孢子付けを行つたが間隙の高さが正確に計れず纏つた結果を出せなかつた。しかし肉眼的に現れた穿孔糸状体は貝殻を一平面に排列して孢子液による種付けを行つた場合に劣らない均一なものであつた

綜 括

以上の実験結果より、採集時露出している母藻を再び海水に入れると時間が経過するに従つて放出孢子量は減少する。放出量と時刻との関係は検討しなかつたが、フノリ¹⁾・テングサ²⁾・オゴノリ³⁾等の場合のような差はないように思われた。孢子付けの途中で母藻を水中より取上げて短時間蔭干をして再び水中に入れると放出を幾らか促進させることが出来るようである。なほ蔭干後藻体や海水を動揺させることも更に一時に多くの孢子を得るに役立つと考えられる。従つて母藻は短時間なら水中より蔭干状態で保存する方が多量の孢子放出を期待出来る。しかし蔭干保存期間は気温 16°C 前後で1~2日間でそれ以上になると有効孢子の放出が少くなる。

採集後海水中で生かした葉体からは2週間以上有効孢子が得られるが大多数の孢子は3~4日以内に放出され、永く経過すると原生動物やその他の微生物が発生して孢子の附着、穿孔に害を与える。このため葉体を長期にわたつて貝殻上に静置して孢子付けしても放出量だけの効果は期待出来ない。

孢子液を使つたカキ殻への果孢子付けでは1日後全孢子の50~20%が附着した。須藤⁴⁾はアサクサノリの果孢子は殆んど着生力がないとしている。一般に着生力は他の紅藻孢子に比べて弱くわずかな水流でも

VI. 間隙をおき堆積した基質への附着

方法： ビーカーに厚み 2mm 一辺 3cm の方形のガラス板 11 板を 1.5 mm の間隙をおき積み重ねた後、1cc 中に約 8000 個の孢子を含む攪拌した孢子液を入れ、24 時間後の附着数を計数した。また大型水槽にカキ殻を 10~20 層堆積して同様の孢子付けを数回行つた。

結果： 最上部の1枚を除き 1.5 mm の間隙で設置したガラス板上の孢子の附着は第 4 表のようになる。縁より 2mm までの外縁部の附着は常に内部より多く、また下層のものは上層のものより多くの附着が見られた。しかし内部の附着は割合に均一で粗と密なものでも 3 倍以上の差

流失し易い。しかし附着力がないのではなく固着の程度が弱いように思われる。こゝでは貝殻を静かに動かしても脱落せずに留り、更に発芽、穿孔する状態を附着と見做した。

胞子の発芽、穿孔は実験時の微細な環境要因で相当変化する。また濃密な胞子液では一般に穿孔率が少くなるが、これは胞子が重り合つて基質に接触する機会が少いことや原生動物等の害が多くなるためと考えられる。1cc中の胞子数が1000個程度の胞子液による果胞子付けでは、全胞子の26~8%が穿孔した。培養の取扱いの差を考慮しても、実際の胞子付けでは全胞子の15~5%の穿孔糸状体が得られるように思われる。

放出胞子数は母藻の採集時期や各葉体の成熟度等で相当の差があるが、この実験では生藻 1g 当りの1日の放出胞子数は $5 \times 10^6 \sim 12 \times 10^6$ であつた。従つて胞子液による果胞子付けで、仮に 1cm^2 当り40個程度の穿孔糸状体を得るには基質 1m^2 に対して生藻 1g の1日の放出胞子量で足りることになる。

流水中に於ける胞子の附着は流速の速い程少くなり、室内で海水を流動させて果胞子付けをする際は水流が過度に速くならないように調節する必要がある。天然の種場でも田中⁵⁾の観察のように「落ノリ」の集積されるような所で附着が密となり、潮流が極度に速い所では附着が阻害されると思われる。しかし或る程度の流速の範囲内では基質の分布や胞子の接触機会等も併せ考えると、一概に潮流の速い所で附着が劣るとも思われない。

基質を小間隙において積み重ねた容器に胞子液を注入すると割合に均一な胞子の附着が見られ、また貝殻の持つ程度の基質面の傾斜は附着に大して悪影響を与えない。

従来貝殻上に母藻をそのまま静置して果胞子付けすると極端に附着が濃密になつた部分や殆んど附着が見られない部分があり、穿孔糸状体も不揃いであつた。これを改善するため母藻を細く切断して使用したりしているが、これも胞子液を撒水する種付のように均一な附着は得られない。しかもこれ等の方法は平面で行うために多量の殻に一時に果胞子付けするには適しない。

貝殻内面を上にして水深の深い大型水槽に隙間が出来るように殻を積み重ね、一方母藻を小容器で海水中に吊して1昼夜静置し、底に沈着した胞子を物理的に剥離して胞子液を作る。この胞子液を水槽の貝殻を満す量の海水にうすめよく攪拌して注入し、一兩日後貝殻を静かに培養容器に移すと多量の殻に割合に均一な穿孔糸状体を作ることが出来る。田中⁵⁾は海に於て堆積した殻への果胞子の附着穿孔を観察したが附着の機構はこの室内果胞子付けと同様と思われる。

摘 要

室内でアサクサノリの果胞子付けに関係がある胞子の放出や附着について実験観察を行つた。

1. 干出時に採集した葉体は一兩日なら蔭干状態で、それ以上では海水中で保存した方が有効胞子が多く得られる。
2. 採集後海水中に活した葉体では2週間以上健全な胞子が放出されるが大多数は3~4日以内に放出された。
3. 胞子液による種付けでは全胞子の50~20%が附着し、約10%が穿孔した。
4. 水流と附着は逆相関し、水流が遅い程附着は良好であつた。
5. 水槽中で貝殻を堆積した後、胞子を含む海水を注入すると多数の殻に割合均一な胞子の附着が得られる。

終りに、日頃御指導を頂いている九大瀬川宗吉博士、ならびに種々研究上の便宜を与えられた本学部立石新吉・岡田喜一教授、高良夫助教授に厚く感謝する。

文 献

- 1) 松井敏夫・安田 力：農林省水産講習所研究報告4, 245~251 (1955).
- 2) 片田 実：同上 5 (1), 5~9 (1955).
- 3) 沢田 武男：九大農芸雑誌 16 (3), 387~396 (1958).
- 4) 須藤 俊造：日水会誌 16 (4), 137~140 (1951).
- 5) 田中小治郎：同上 23 (10), 604~606 (1958).