研究工作成果

紫菜人工養殖上的孢子來源問題

曾呈奎　張德瑞

（中國科學院海洋生物研究室）

紫菜是我國沿海居民採用比較普遍的食用海藻；在全世界的範圍，紫菜也是食品海藻中最爲廣泛利用的種類。日本的勞動人民從1570年起就開始用人工方法大量養殖紫菜，三百多年來，積累了許多經驗，創造了一些優良的養殖方法。但從科學的角度看，這些方法還是不够完善的，主要的是因爲孢子來源的問題未能獲得解決。因此，對於養殖上所需要的孢子的收集，不能加以人工的、科學的控制，只能"聽天由命"。養殖業一般都只限於一些多年的養殖區；在這些地區，勞動人民通過了多年的實踐，知道何時在何地下淺（養育紫菜的樹枝與竹枝）收集孢子來養育，但所收集的孢子或多或少，人力無法控制。至於新養殖區的開闢，則因孢子的來源未能解決，非常困難。

我國勞動人民在紫菜的增產上也創造了一些方法，但只限於在一定時間消滅紫菜磲（即生長紫菜的岩石）上的雜藻，如石蓴、滸苔等，讓紫菜的孢子有寬濶的岩石表面可以附着與生長。例如，福建平潭縣沿海居民每年白露後在中潮帶岩石上潑石灰水殺死雜藻，以幫助紫菜克服與雜藻鬥爭的困難。但這些方法和日本的方法一樣，並沒有解決孢子的來源問題。

如果有某種農作物，我們不知道它的種子的來源，它的繁殖完全依靠大自然的"賞賜"，那末這種農作物的農業技術的改進和產量的提高將多麼困難。事實上，今日的紫菜養殖就是在這樣的條件下進行的。因此，紫菜的孢子來源問題的解決是目前紫菜養殖上的主要環節。要解決這問題就必須先解決紫菜生活史的問題，但是一直到了最近，紫菜的生活史還是自然界的一個秘密。

多年來，不少的藻類學家都在致力於紫菜生活史的研究，紫菜的有性生殖和果胞受精後果孢子的產生都是科學界所公認的事實，但由果孢子轉回紫菜這一段生活史是一個多年來爭論未決的問題。在實踐上，甘紫菜（*Porphyra tenera* Kjellm）春天大量產生果孢子，但新紫菜一直到了秋天才出現。果孢子放散後，它們的命運和新紫菜的來源都是理論上和實踐上的重要問題。紫菜的養殖在日本的海產養殖業中佔首要地位，因此，日本的藻類學家如岡村金太郎、殖田三郎、國枝溥、木虎下一郎、須藤俊造等都在這些問題上做了不少的研究。在果孢子的萌發上，他們的意見是一致的，都認爲果孢子的"正常"萌發結果長成爲紫菜，但在養殖上孢子的來源問題上，他們間有兩種不同的見解。有一學派根據民間的經驗和自己的試驗，主張果孢子在春夏期間休眠於海底，到了秋季才飄浮起來。這一派的學者根據秋季飄浮於海水上的紫菜孢子的大小，認爲它們應當是果孢子（直徑10—11微米），而不是單孢子（直徑約14微米）。另一學派根據孢子培養的實驗和自然生長的觀察，認爲紫菜的果孢子一離開母體即萌發成爲小型紫菜而以這種形態渡夏，到了秋季，水溫適宜，這些小型紫菜大量放散單孢子，因此，附着於淺上的紫菜孢子是單孢子而非果孢子。這一派的主張的依據爲：夏季在低潮帶附近有小型紫菜的存在，秋季這些小型紫菜產生單孢子，而且單孢子的萌發結果確實是紫菜。

1949年，英國藻類學家特魯(K. M. Drew)强有力地證明紫菜果孢子萌發的結果並非成爲普

通我們所認識的紫菜，而是成爲一種微小絲狀的、很少人注意到而生在軟體動物貝殼裏的殼斑藻 (*Conchocelis rosea* Bott)。這一發現基本上否定了上述兩派日本藻類學家關於紫菜生活史的理論，因爲它們都是建立在"果孢子萌發成爲紫菜"這一錯誤理論的基礎上的。

事實上，遠在十九世紀七十年代，紫菜果孢子萌發爲絲狀體的現象早已被法國的兩位著名藻類學家杜禮與脫內 (G. Thuret et E. Bornet) 二氏所揭露，而且以後也有不少的學者如瑞典的啓林 (H. Kylin) 和法國的丹則亞 (P. Dangeara) 等都得到同樣的結果。特魯並把它由絲狀體一直培養到殼斑藻，將這一種多年來被藻類學家一致認爲係一個獨立的種類和紫菜結合起來成爲紫菜生活史上的一個階段。至於如何由絲狀的殼斑藻階段轉回葉狀的紫菜階段，英國、日本和其他國家的藻類學家正在努力研究，直到最近，還是一個懸而未決的問題。我們很幸運地在這方面得到了一些初步的結果，已發表於"植物學報"3卷3期。

我們實驗和觀察的結果有下列幾點：

（1）我們確定了果孢子的萌發結果一律成爲絲狀體。我們認爲以前日本藻類學家在果孢子的培養中得到了紫菜的現象，是由於單孢子混入所致。

（2）我們所培養的絲狀體都鑽入貝殼裏成爲殼斑藻，證實了特魯的發現。

（3）在自然界，我們在潮帶間的盤管蟲 (*Hydroides sp.*) 的石灰管上找到了殼斑藻。

（4）我們在玻璃片上培養的和自然界生長的殼斑藻，都發現了一些從母體分離出來的鮮紅的孢子；這種孢子萌發爲紫菜的幼體。殼斑藻的孢子和紫菜的單孢子雖然都是無性的繁殖細胞，但在本質上它們是不相等的，因爲它們代表着生活史上兩個不同階段的繁殖形態。因此，我們建議將殼斑藻的孢子命名爲殼孢子(Conchospore)，以別於紫菜的單胞子。在紫菜的生活史上，殼孢子是一個基本的環節，缺少它，紫菜的生活史就不能循環；但單孢子僅是紫菜生活史上的次要部分，即使缺少它，生活史還能循環。

（5）根據我們的觀察，青島地區的小型紫菜可分爲初夏型、夏型和秋型；它們是不同溫度的產品，只能產生無性的單孢子而不能進行有性生殖。在生活史上，小型紫菜並非主要的環節。

我們在這項研究裏概括地解決了甘紫菜的生活史問題，但並未肯定在紫菜養殖上秋季所發現的大量孢子的來源，因爲小型紫菜的單孢子和殼斑藻的殼孢子都能萌發成爲紫菜。根據我國勞動人民處理紫菜礫的經驗和日本藻學家秋季在海面收集紫菜孢子的觀察，大量飄浮於海面的孢子不像是從小型紫菜來的，否則石灰水的處理不但會殺死雜藻，同時也會消滅小型紫菜，而且小型紫菜的放散單孢子是個連續不斷的程序，並非突然而來的現象。根據我國和日本勞動人民的經驗，大量孢子在海面的出現是一個相當短時期的現象，而且和水溫有密切關係。我國勞動人民還進一步地提出一定時期的風浪和紫菜豐收的關係。這些事實和經驗，都是不利於秋季海面的孢子是從小型紫菜生產出來的理論。但當時，我們在自然界所找到的殼斑藻很少，殼孢子的存在和它們的萌發也是個別的現象，它們的放散和水溫的關係僅是初步的觀察。因此，確定秋季大量出現於海面的孢子是否即是殼孢子需要證明下列兩點：(1)在盛產紫菜的地點必須有大量的自然生長的殼斑藻；(2)必須通過一定的試驗，人工培養殼斑藻到放散孢子，以消除小型紫菜混生的可能性，並找出孢子放散的條件是否符合於實際的情況。我們從今年晚春初夏起就圍繞這兩個問題而開展了一系列的實驗和觀察。

第一個問題在短時間內就獲得了解決。我們第一次所發現的殼斑藻自然地生長在盤管虫的石灰管中。我們推測，如果殼斑藻是產生紫菜的來源，盛產紫菜的地點必然是盛產殼斑藻的地點，同時也必然有大量的具有石灰殼或石灰管的生物的存在，否則殼斑藻沒有可以生長的地方。盤管蟲的石灰管面積很小，而且在盛產紫菜的青島中港防波堤上，更普通而產量更大的是僧帽牡蠣 (*Ostrea cucullata* Born.)，因此我們的注意力就轉移到這種生物上。果然，在僧帽牡蠣的空殼中大量發現了殼斑藻。這種牡礪盛產於低潮時水面上下的石縫間；我們詳細觀察的結果，所有的空殼幾乎全部或多或少地生長着殼斑藻。我們曾經將一些具有少數殼斑藻的空殼培養在實驗室內，三四個月後，殼斑藻佔據了大部分的

面積。

爲着解決第二個問題，我們在晚春將果胞子採於文蛤（*Meretrix meretrix* L.）殼上，一部分投養於中港防波堤的潮帶的石縫間，另一部分培養在實驗室內。實驗的開始，投養於中潮帶的殼斑藻生長得很好，但入秋以後，白天因潮汐差別很大，大部分因過度乾燥而死亡。培養在室內者始終生長良好，顏色紫紅或暗紫，非常健康。這證明了在實驗室裏培養，光線適宜而且無乾燥的威脅，因而生長得特別良好。因此，我們將來可以用適宜的環境來大量培養殼斑藻，解決紫菜人工養殖的孢子來源。

我們接受了勞動人民的經驗，應用人工搖動器搖動的方法代替天然的風浪激動。在搖動器的平台上放置着培養皿，用絲線將具有殼斑藻的文蛤殼緊縛於玻璃片上，固定於培養皿中部，玻璃片上夾了一些開水煮過的薄竹片以便利於殼孢子的附着。每一個培養皿裏只放文蛤殼一片，這些文蛤殼內都在本年3—4月間收集了許多紫菜的果孢子，分別培養了半年左右，殼內均長滿了暗紫紅色的殼斑藻。

搖動培養試驗在今年8月16日開始，當時室溫達28°C；不久逐漸略爲下降；9月30日，室溫因刮北風而降低，培養皿內的水溫第一次降到20°C以下，10月18日水溫又轉高，一直到了11月5日的期間內，水溫徘徊在17—22°C之間，其中有7天超過20°C，其他10天在20°C或以下。11月5日，我們在竹片上發現了無數的2—6個細胞的紫菜體。在11月5日以前，最後一次的檢查是在10月18日進行的，在那一天，竹片上沒有任何紫菜個體的痕跡。因此，我們可以斷定，這些紫菜體的發生，也就是殼孢子的放散是在10月18日以後，大概在10月28日至11月4日這一週內的事情，這和去年海帶養殖架上紫菜附着的時間完全符合，根據水溫的紀錄，在整個培養期間內，水溫在20°C以下的時間約有4週。如果我們所提的關於17—20°C是殼孢子的放散前所要求的溫度的理論是正確的話，殼斑藻需要一個月的20°C以下的時間才能放散殼孢子。在自然界中生長，因爲海水溫度的變化沒有我們實驗室內的水溫變化大，所需要的時間也許可以少些。這項工作還在繼續實驗中。

在我們收集殼孢子的竹片上，靠近水面的部分平均每平方毫米的面積附着了約200個剛萌發的紫菜個體，這些都從一個文蛤殼的殼斑藻所發生出來的。我們並檢查了在文蛤殼裏的殼孢子或膨大細胞（殼孢子的前身）密度，每平方毫米平均約有9000個，如果以立體計算，還要增加很多倍。這些事實指出了人工生產殼孢子養殖紫菜，擺脫無數年來依靠"自然賞賜"供給紫菜養殖業所需要的"種子"的可能性。

我們還檢查了正在放散着殼斑藻的形態變化。一如許多藻類學家所早已指出的，殼斑藻的藻絲一般可以分成爲兩部分：深入貝殼內部的和靠近貝殼外部的。深入殼內的藻絲都細長，不規則地分枝，直徑只3—5微米。靠近殼面的多爲單行排列或呈少數分枝的膨大細胞，成熟時都直接轉變爲殼孢子，直徑10—12微米。這些殼孢子雖然生長近於貝殼的表面，但因埋於殼裏，它們的放散是需要外力的援助的。以前，藻類學家因爲不了解這一點，僅是在靜止的條件下培養着殼斑藻，因而不能獲得殼孢子，不能解決它們的放散規律和萌發問題。我們接受了勞動人民關於風浪和紫菜豐收的關係的經驗，設計了在激動的條件下培養殼斑藻，因而在短時間內獲到了預期的結果。在我們整個實驗和觀察的過程中，我們沒有離開過蘇聯科學對於生物與環境的統一性的先進理論。因此，我們認爲這些初步結果是在總結勞動人民的經驗和學習蘇聯的先進科學的基礎上獲得的。這兩點我們認爲是值得特別强調的。我們還希望水產工作同志們舉行類似的試驗，以便共同努力於紫菜養殖的科學技術的建立。