アマノリ類に寄生する壺状菌について

新 崎 盛 敏

(1959 年 12 月 26 日受理)

A CHYTRIDEAN PARASITE ON THE *PORPHYRA*

Seibin ARASAKI*

A Chytridean parasite was frequently found on the fronds of cultured *Porphyra*. It occurred in several culture fields along the coast of central and northern Japan, especially in the north-eastern region, and it appeared for almost all culture-seasons covering from November till March, especially during November till January. The fungus, perhaps a new species belonging to the *Olpidiopsis* of Archimycetes, is parasitic on the living individual cell of, not only the mature frond, young sprout, but also the germling and free carpo-, mono-spore and vegetative cell. In the case of germling of carpo-spore, the fungus attacked both the original spore-cell and the filament of the filamentous-germling developed on the glass slide, while in the *Conchocelis*-germling on the bivalva shell it did not attack the filament penetrated into the shell.

The fungus grows intracellularly in the cell of the *Porphyra*, and kills the host-cell in slow space. It is colorless, globular or ovoid with $7.5\sim13\mu$ (mostly $9.5\sim10\mu$) in size, contains many minute globules. In mature it protrudes out a small tube outside the cell-wall, and produce 4~16 spores within the cell. The spore is also colorless, reniform or irregular shaped, and has 2 long similar flagella on the ventral side. Escaping from the mother cell, it swims about rather quickly, without any phototactic movement, and then becomes rest losing the flagella, spheric with $3.0\sim5.0\mu$ (mostly 4.5μ) in size. The spore infests into a new host immediately after attaching it.

The present fungus, *Olpidiopsis* n. sp., was seen only on the *Porphyra*, therefore 'the chytrid disease of *Porphyra*' was given to this parasitism. We could not correctly estimate the extent of damage of the disease, but it seemed to be rather smaller for the mature fronds while rather severe for the young sprouts and free spores.

In addition, it seemed most probable that late Prof. YENDO (1919) had took this Chytridean parasite for the male and female swarming gametes of the *Porphyra*.

養殖ノリの葉体内に見られる寄生生物としては従来赤腐れ病原菌の *Phthium* sp.²⁾, 穴グサレ病葉にみられる *Labyrinthula* sp.¹²⁾, また緑藻の *Chlorochytrium* sp.¹⁶⁾ 等が報ぜられている。なおかつて遠藤¹⁷⁾が北海道産の *Porphyra* の生活史において“果胞子からの発芽体が雌雄の配偶子と思われる動胞子を放出した”と報じたのに対し岡村等¹¹⁾は“これは壺状菌の寄生 chytridean parasites によく似ている”と反論したが、寄生菌を実証した訳ではなかつた。

筆者はこれまでノリ葉体および微小幼芽体内に寄生する一種の壺状菌 Chytrid の存在を報じ²⁾, その病原性についても少しく論じた^{4,6)}。その後も注意して研究を続けてきたがまだ不明な点が多い。しかし一応の見当がつけられるようになり新発見も加かえることができたので、ここに第一報を報じ、大方の御批判を仰ぎたい。

I. 壺状菌の所在, その形態, 分布および分類: 肉眼での外観は健全体とほとんど変らぬノリ体に, 低倍率の顕微鏡観察で往々, 白点状に少しく輝やくように見えてやや丸味をおびる退化細胞が点在するのが見ら

* 東大農学部 (Fac. Agr., the Univ. Tokyo, Tokyo, Japan).

れる (Pl. 1, Fig. 7)。このような白点は健全細胞群中に現われることもあるが、多くの場合 “白グサレ病” 兆を呈する死細胞群に混じっており、また “赤グサレ病” 班中にも見られる (Pl. 1, Fig. 8, 9, 10)。なお葉体上では縁辺近くに多く見られるが、ここだけに限られる訳ではなく、根部近くや体中央部位にも見られる。さらに高倍率にして白化細胞を見ると、ノリ細胞の色素体は全く消失しているか、あるいは著るしく変形、萎縮し、ボカしたような一様の淡紅色か淡鮮緑色に変つて一隅におしやられ、細胞内は無色の球状体に占拠されている。球体中には極微小の顆粒が多数存在し、また大部分のノリ色素体の残滓は球体外にあるが、一部は球体内に取り入れられている場合もある (Textfig. 1)。これは一種の壺状菌の寄生によるノリ細胞の変化であるが、注意して観察しないと見落されがちである。健全細胞への菌の侵入初期には一隅に微小の白球が見われるだけで、ノリ細胞にはほとんど変化が見られないが (Textfig. 1, in.) 菌体の成長とともに色素体が次第に侵蝕されて変色、変形するので細胞内は一様にボカされた紫紅色物に充たされるようになり、更に菌体周囲が明瞭に観察されるようになるとともに退色して無色化ようになる (Textfig. 1, 2, 3)。菌の侵入から成体までの成長速度は、外界条件にもよるだろうが、早い時には 1~2 日内で完了することもある。菌体は 1 個のノリ細胞内を侵すだけで、菌糸を出してさらに近隣の細胞を侵すようなことはない。また 1 個のノリ細胞内には 1 個の菌体のみみられることが多いが 2~3 個見られることもあり、特にノリ終期近い頃の栄養不良ぎみのノリ体上では 2~3 個の場合が多かった (Pl. 1, Fig. 10, 11)。壺状菌寄生はノリの栄養細胞内だけでなくまれには雌母細胞、未熟果胞子内にもみられるが、雄部ではみられなかった。なお成葉体上だけでなく幼芽、幼体上でも見られ (Pl. 1, Fig. 15)、その時期は 10 月中旬頃から 12 月初旬頃まで殊に “芽イタミ、小芽イタミ” の害がひどいといわれた時には多かつたが、この期間だけに限られる訳ではなく

Textfigures 1~6. Various stages of *Olpidiopsis* parasitised on *Porphyra*.

1: Various growing stages. in.; initial point of infesting into healthy cell of *Porphyra*, d.; dead cells of *Porphyra* by another disease (white wasting disease). 2: Mate *Olpidiopsis*-bodies producing spores and a discharging tube. 3: Swarming spores. 4: Resting spores. 5: A parasite into a carpospore-germ (Conchocelis-germ), f.; fungal body, m.; cell-membrane of original carpospore, p.; a pore through which the contents of carpospore escaped and penetrated into shell, Co.; initial body of *Conchocelis*-filament in shell. 6: Various stages of disintegration and thread-formation in fungal-content, which were observed in rare cases.

× ca. 1600

1~3 月頃までも見られた(東京湾内ノリ場での観察)。

壺状菌寄生は広く岩手県宮古湾, 山田湾, 宮城県気仙沼湾, 松島湾, 塩釜湾, 福島県松川浦, また東京湾, 伊勢湾, 三河湾内等多くのノリ場産のノリ体上に見られたが, 殊に東北地方沿岸の諸漁場産やこれらの漁場でタネ取りした移殖ノリ体にはよく見られた。東京湾内では以前にも見られたが(1935 年 12 月に初めて筆者が発見した), 近年はより多くなり分布も広がったように思える。瀬戸内海や有明海沿岸の諸漁場については調査不十分で分布は不明である。これまでの調査によると本菌は東京以北の沿岸に広く, 多く生育するように推定されるが, 筆者は 1952 年 7 月と 8 月の下旬に北海道有珠湾内の竹ヒビ上に生育するスナビノリの夏ノリ体上と湾外の岩上に生育した葉体上でもこれを見たことをここで特に付記しておきたい。

その出現期間も長く, ノリ幼体が出初める頃から成葉体の衰退期までの全期間にわたるといつても良いほどであるが, 多く見られるのは 11 月初旬頃から 1 月末頃までで, 出現の多少は年によつて変動がみられた。

寄生は *Porphyra* 属の物にだけ見られ, 近縁の *Bangia* でも見られないし, またノリと同時に, 混在して生育しているアオノリ類, アオサ, ヒトエグサ, ヒビミドロ等の緑藻やカヤモノリ, セイヨウハバノリ等の褐藻類の雑藻の体内にはみられなかった。そして天然体でみられないばかりでなく, 実験室内での伝染実験においても不感染であつた。

壺状菌寄生は上記の天然体上ばかりでなく, 実験室内での培養によつてノリ母体から放出された単一遊離細胞の単孢子, 分離細胞, またそれ等から生じた発芽体上でも見られ(Pl. 1, Fig. 12, 13), しかも葉体上における細胞よりも好んでかかる遊離状態の物を犯すように思われる位多かつた。果孢子ではガラス板上等で放出させた時と, 二枚介の殻片上等に放出させた時とでは発芽体の形状が違うことは周知の通りであるが菌の寄生の様相にも少し相違がみられた。すなわちガラス板上でできる糸状発芽体では, 原孢子部にも発芽糸の細胞にも菌寄生が見られるが(Pl. 1, Fig. 13), 介殻片上では殻内に穿入している *Conchocelis* 体系には菌寄生は見られず, 寄生は殻外にある部分だけに止まる。介殻上の果孢子で殻内穿入前に菌に犯された物では, 菌体の成長が速くて果孢子内容の大半以上が侵蝕された物は殻内穿入能力を失うが, 菌の侵蝕が半分以下の物は穿入能力を持ち, 正常な *Conchocelis* 形成がみられた(Textfig. 5)。

上記のような種々の状態でみられる菌体はいつも大体同形で球状または往々やや角のある卵形を呈し, 大きさは 1 個のノリ細胞中の寄生体数によつても違うが直径 $7.5\sim 13.0\mu$ 位の範囲により $9.5\sim 10\mu$ 位のが多い。薄い外膜を持ち, 体内に多数の微小顆粒を有し, 無色であるが往々, ノリ色素体の残滓と思われる, ポカしたよう淡紫紅色あるいは淡鮮緑色の着色体を取り入れているか全面が一様の淡黄色に染まつたようになっている。成熟すると菌体の一隅に, 寄生体外にまで伸びる短小の突出管を作り, また内容が分割して 4~16 個の孢子を作る(Textfig. 2)。孢子は母体内にある時でも動き廻るがやがて突出管を通つて個々に母体外に脱出し, 直ちに海水中を泳ぎ廻る(Textfig. 3)。孢子は腎臓形あるいは球塊状等形状不定で, 腹生する 2 本の長い, 等長の鞭毛を持ち, また体中には 3~4 個の微小顆粒を有する。游泳は方向性をもたず, 明らかな趨光性も見られず, しばらく(5~30 分位)泳ぎ廻つた後に, 鞭毛を失い静止して, 球状になる(Textfig. 3, 4, Pl. 1, Fig. 12)。静止孢子の直径は $3\sim 5\mu$ 位で 4.5μ 位のが多かつた。游泳中または静止直後にノリ細胞に出あう機会のあつた孢子は直ちにこれに接着して, 穿孔, 寄生した。未だこれら孢子の接合状態にあるもの, または接合子を見ることができなかつた。寄主に出あうことのできなかつた孢子は大部分は死滅するようであつたが, 休眠して生残り得るのがあるか否かについては不詳。なおかかる孢子を作らないで菌体がそのまま, 少し厚くなつた外膜を有する休眠孢子 dormant spore になり, 寄主体の腐敗消失後も生残り, 越冬するものも見られた。この現象はノリ葉体上でも観察されたが, 特に遊離孢子またそれ等の発芽体上に寄生したもので容易に観察することができた(Pl. 1, Fig. 14)。休眠孢子がいかにして次期の寄生源になるかについては未だ不明。

稀な現象ではあつたが, 空虚になつたノリ細胞内で菌体の外膜と内容が崩壊して一旦泡沫状にとけた後にその中からやがて絡みあう 2~3 本の糸状物が形成され, 次第にその数が増えるとともに絡みあいも錯雑になつて, 寄主細胞内を充たすようになる(Textfig. 6, th., Pl. 1, Fig. 11)過程がみられた。そしてこの糸状

Plate 1. Figs. 7~15. Photographs of *Olpidiopsis* in various stages.

7: Surface view of infested part of *Porphyrta*-frond. white spots show the fungal parasite. 8: Early stage of infestation, arrows show the cells infested. 9, 10: Progressed stage of infestation. in lower part of fig. 10 hyphae of *Pythium*, another fungus causing 'red wasting disease' are also observed. 11: Progressed stage in disintegration and thread-formation. th.; threads. 12: *Olpidiopsis* parasited on free carpo spores sp; resting spores of fungus. 13: Parasites on filamentous germlings of carpospores on glass-slide, mostly attack original carpospore-cells. 14: Dormant stage of fungus, after decay of host-cells. 15: Parasite on young sprouts of *Porphyrta*.

物は微小顆粒 (0.5 μ 位) が念珠状につながった状態になっていた。このような特異現象は栄養不良状態にあるノリ体上 (1959 年 3 月 4 日松川浦産) でのみ見られたものであるが、糸状物がその後どのような行動をとるかは追究することができなかつた。確かに壺状菌の生活史上何らかの役割を果しているのか、何らかの異物を見誤ったものであるか等については今後再検討したい。

この壺状菌は活物寄生性のもので、未だ人工培地上での純粋分離に成功しておらず。上述の記述はすべて寄主内にある物での観察に基づくものであり、しかもまだ不明な点もある。菌体と游走胞子の形状等から判断して古生菌綱 Archimycetes 中の *Olpidiopsis* 属中のもので、新種としても大過なからうと思われるが^{7,18,19}、種名は後日に決定したい。

II. 壺状菌の病原性、被害度についての考察： 上記のように本菌はノリの個々細胞内に寄生するだけで、同一菌体が一時にノリ体の相当の範囲に害を与えるということではなく、またノリ細胞に侵入しても、活物寄生性であるから、直ぐに寄主たる細胞を死に致らしめる訳でもない。寄生菌体が多い時でも肉眼的には病変を見付けることが難しい等のこともあつて、従来その存在も見落されがちであつたし、その与える被害度についても知られていない。それにしても侵蝕されたノリ細胞は終りには死ぬから、構成細胞数の少ない幼芽や発芽体では致命的な打撃をうけるし、細胞数のきわめて多い成葉体や幼体では生産に影響するような大打撃はないにしても生育阻害や品質低下等の被害は起るはずである。成葉体においては往々“白グサレ”病兆を呈する病変細胞と混在して壺状菌寄生が見られる (Pl. 1, Fig. 9)。しかも病変細胞の出現に先んじて寄生が起り、これが付近の健全細胞に白グサレ病兆を誘発していると解されるような経過を追究できる場合もあつたが、白グサレ病変が寄生と関係なく起ることも見られた。白グサレ病とは必ずしも直接の関連はないかも知れないが、元来“白グサレ病”は筆者が命名し、病兆、病因等についても記述したけれども²⁾、かつて述べたような単一の病気ではないかもしれないし、また違つた原因から“白グサレ”病兆と全く似た病変が起るのかもしれない^{8,10}。詳細な検討は他日報告したい。

また“芽イタミ”または“小芽イタミ”と呼ばれる病害と壺状菌寄生との関係は前述のように菌寄生はこの病害がひどいといわれる時にノリ幼芽体上によく見られる。しかし死ぬ幼芽体のすべてに見られる訳ではない。この病害も最初に気付いたのは筆者の研究室にいた野沢治治 (現鹿児島大学水産学部在勤)、山崎浩 (現静岡水試伊豆分場勤務) 等で^{3,15}、1952 年と 53 年の秋東京都下および千葉県下の諸漁場における被害幼芽での研究によつてそれまでに知られていた赤、白のクサレ等とは全然違う病害たることを確認して命名された。主原因は天候異常、海況異変にあると考えられており^{1,9,13,15}、筆者も同一見解をとる^{4,5}。しかし壺状菌寄生も被害の激化に何らかの役割を持つて助演しているものと思える。被害発生時やその後のノリ幼体は“鉤形”あるいは“鎌刃形”に畸形化した物ヨヂレル物が多いといわれるのも菌寄生と関係深いと思えるが、今後詳細にしたい。

本菌が母体から放出され果胞子等をよく犯すことは前述の通りであるがこの現象は、最近盛んに行なわれているノリ人工採苗用の *Conchocelis* 作り特にいわゆる“果胞子ヅケ”に当つては注意すべきことであろう。果胞子の殻内穿入に要する時日は外界条件殊に光と温度とに影響されるが、穿入に日数がかかるとその間に本菌の害をうけて *Conchocelis* 形成数の減少が見られたのに対し、明処において夜間も電灯照射を追加する長日操作を行ない温度も 10°C 以上に保つと 2~3 日で果胞子穿入が完了して菌寄生の害をうけなかつた (未発表)。本菌は出現期間が長いので、東京湾内産ノリ体からの果胞子ヅケ実験では 12 月頃から 3 月末頃まで寄生が見られ、そのために果胞子穿入が 1 週間以上かかつた場合就中暗処においた場合には存在する果胞子の大半が死滅した例が多かつた。果胞子ヅケ時の取扱いには本菌の存在を考慮に入れる必要があろう。*Conchocelis* 培養中において起る病害も種々報ぜられているが⁶⁾、まだ本菌と関係あるものは見当らない。このことは果胞子内における菌の侵蝕が軽微の時は犯されていない胞子内容だけが殻内に穿入して正常な *Conchocelis* を作り、菌体は殻外に取り残されるのがよく見られたことから推測しても首肯できる。しかしまれにみられた現象ではあるが成葉内で起つたような寄生菌体の崩壊、解体と糸状物形成が、果胞子内でも起るとしたら *Conchocelis* 体への移行も可能であろうから発病も考えられよう。検討を要することになるので今後細心の追究をしたい。

これらのことを考慮に入れて成葉、幼葉、遊離胞子等の区別をせずに壺状菌の寄生がみられるすべての場合に一応“ノリの壺状菌病” *Chytrid disease of Porphyra* と名づけたい。

なお一言加えたいことは、果胞子がガラス板上で作る糸状発芽体に本菌の寄生が起ると (Pl. 1, Fig. 13,

14), かつて遠藤¹⁷⁾が図示し記載しているのによく似たものになり, 成熟菌体から放出される游走胞子やその脱出状況も (Textfig. 2, 3) 全く彼の見たことと一致する。なお彼の使った材料 *P. leucostieta* var. *suborbiculata* は北海道忍路産であり研究室も彼の地であつたこと, 本菌が東北沿岸に広く分布し北海道では夏季でも見られたこと等を考え合わせると, 遠藤が見たのは, 岡村等¹¹⁾の推測の通り, 本菌の寄生およびその游走胞子を見誤つたものと考えられる。さらに遠藤¹⁷⁾がついで発表したセイヨウハバノリの游走子発芽体上にも壺状菌寄生と思われる図 (彼の Fig. 9, 10, 12) を掲示している。筆者のこれまでの観察では *Porphyra* 以外には, 天然体でも室内培養でもこの菌の寄生を見つけ得なかつたが, 北海道ではすでに褐藻クロガシラ的一种と緑藻モツレグサ種の体上に *Olpidium* または *Olpidiopsis* の寄生が知られている¹⁴⁾からノリを犯す物とは別種なのか, 環境条件が良ければ本菌でも *Porphyra* 以外の物をも犯し得るのか等, 今後検討すべき点であると思える。

拙筆に当り研究中御鞭撻を賜つた恩師三宅驥一, 草野俊助の両先生に深謝する。また研究中助力下さつた野沢治治, 同ユリ子, 山崎浩, 秋野喜一の4君に謝意を表するとともに, 研究費を援助下さつた文部省研究助成課に対し感謝の意を表する。

摘 要

1) 養殖ノリ成葉, 幼芽体, また遊離の胞子, 単一細胞中に寄生する古生菌綱中の *Olpidiopsis* n. sp. が見られた。この寄生をノリの壺状菌病 *Chytrid disease* と新称する。本州中南部以北の主要ノリ場で広く長い期間にわたり本菌寄生は見られるが, 殊に東北沿岸には多い。東京湾内のノリ場ではほとんど全ノリ期間にわたつて出現するが特に 11 月初旬頃から 1 月末頃まで多く見られた。

2) 本菌は 2 本の鞭毛を持つ游走胞子を出して繁殖するが活物寄生性で, 一菌体はノリの一個細胞を犯すだけである。ノリ成葉の場合は壺状菌病による被害は少ないが, 幼芽や発芽体, 遊離の胞子等は致命的被害をうけることが多い。したがつていわゆる“芽イタミ, 小芽イタミ”の際は被害激化に何らかの役割を果たしていると思えるし, また“人工採苗用の *Conchocelis* 作り”に際しては介殻内穿入前の果胞子の大量を殺すこともあり得る。

3) 遠藤は“果胞子からの発芽体から運動性の雌雄配偶子を出す”とかつて報じたが, これは恐らく本菌の游走胞子を誤解したものと思われる。

文 献

- 1) 赤坂義民: 水産増殖, **4**, 41 (1956).
- 2) 新崎盛敏: 本誌, **13**, 74 (1948).
- 3) ———: 文部省科試研報 (農), 昭 27, 168 (1953).
- 4) ———: 植物防疫, **10**, 243 (1956).
- 5) ———: 文部省総研報 (農), 昭 30度, (主任 久保伊津男), 123 (1956).
- 6) ———・野沢治治・野沢ユリ子: アサクサノリ糸状体の病害 (プリント), (1959).
- 7) 小林義雄・大久保真理子: 科学博物館研報, **33**, 54 (1953), (英文).
- 8) 野沢治治: 水産増殖, **1**, 9 (1954).
- 9) ———: 同上誌, **4**, 65 (1957).
- 10) ———・野沢ユリ子: 本誌, **20**, 878 (1955).
- 11) 岡村金太郎・恩田経介・東 道太郎: 植雑, **34**, 131 (1920), (英文).
- 12) 須藤俊造・梅林 脩: 本誌, **19**, 1176 (1954).
- 13) 田村静夫: 水産増殖, **4**, 44 (1956).
- 14) 時田 郁: 植雑, **61**, 113 (1958).
- 15) 山崎 浩・古井戸良雄・伊藤 茂: 最近の都下における海苔不作原因およびその対策 (プリント), (1956).
- 16) 遠藤吉三郎: 海産植物学, p. 519 (1911).
- 17) 遠藤吉三郎: 植雑, **33**, 73, 171 (1919), (英文).
- 18) JOHNSON, T. W. JR. and S. P. MEYERS: *Bull. Mar. Sci. Gulf and Caribbean* **7**, 330 (1957).
- 19) SPARROW, F. K. JR.: *Aquatic Phycomycetes*. (1943).