

海藻の病気

藤田 雄二

我が国の板ノリ生産量は昭和50年代後半以降には80～100億枚に達するようになった。このような生産量の増加は、ノリ人工採苗技術の開発・普及、養殖及び板ノリ製造に関連する新技術、施設・機械等の開発や多収性品種の導入、普及などによるところが大きい。その一方で、年や漁場によっては気象異変や病気の発生によって生産量が前年より著しく低下した場合もあった。そのうち病気については、病因研究の混乱と対策の立ち遅れの懸念から、既往文献に基づく病名と病徴が「のりの病気の種類とその病徴」(須藤ら、1972)で整理され、問題点が指摘された。その後、病名と病徴に問題が多い病気をとりあげたシンポジウムが催され、その記録を纏めた「のりの病気」(日本水産学会、1973)が出版された。これら二つの文献は、それまでの各県・国の研究機関及び大学等の調査、研究の業績を整理、纏めたものであり、その後のノリ病気研究の原点になっている。

「のりの病気」が出版された後、Andrews(1976)は、海藻や海洋植物プランクトンにおけるカビ、細菌、ウイルスなどによる感染性病気と環境変化や汚染などによる非感染性病気に関する1970年代前半迄の多くの論文を紹介し、これまでこの領域はあまり注目されていなかったが、海の利用や養殖の拡大に伴って重要になるであろうと述べている。さらに、Correa(1997)は海藻の感染性病気について纏め、Andrews(1976)以降の新たな多くの論文を引用すると共に、海洋における藻類の病気に関する研究方法の問題点などについても言及しており非常に興味深い内容を含んでいる。

本稿では上記の総説等との重複を避け、最近の主な海藻の感染性病気に関する研究に絞って述べる。

細菌による病気：佐賀県有明海を中心として発生したノリ葉体を淡水に浸漬するとノリの原形

質が吐出する症状のものは‘スミノリ病’と称されている。このような葉体からの乾製品は表面に光沢がなく、ほとんど商品価値がない。川村(1994)は本病について疫学的、細菌学的な面から研究し、分離した付着細菌 *Flavobacterium* 属、*Vibrio* 属の細菌の感染試験によってノリ葉体の原形質吐出現象がひき起こされることから、これらの細菌が本病の発生に関与するとした。また、*Flavobacterium* 属菌株の産生物質について検討し、原形質吐出の強い病原性を示すアミノ基がついた低分子の物質が分離され、これは浸透圧調整機能を不能にするような作用があると推定している。千葉県で発生した‘穴あき症’は、付着細菌 *Flavobacterium* sp. の細胞外酵素によってノリ葉体の細胞壁多糖ポルフィランが分解されることによることが明らかにされている(Sunairi *et al.* 1995, Tsuchiya & Miyata 1997)。澤辺ら(2000)は、コンブ穴あき症藻体の症斑部から多数のアルギン酸分解細菌と共にコンブ葉片分解性細菌を分離し、葉片分解性細菌の一部を *Pseudoalteromonas elyakovii* と同定した。

近年、海藻の細胞壁多糖のオリゴ糖による海藻の微生物に対する防御作用の誘導に関する研究が報告されている。Weinberger *et al.* (2001)は、*Gracilaria conferta* の藻体の培養液に寒天やセルロースから調製されたオリゴ糖を添加すると、藻体からの過酸化水素発生の増化、オキシダティブースト、過敏反応、付着細菌の除去、藻体枝の白化などの現象が起きることを報告し、これらは藻体の微生物に対する防御作用の一つと推察している。

糸状菌(カビ・菌類)による病気：Kerwin *et al.* (1992)は、アマノリ属の葉体に寄生する *Pythium marinum* が葉体に感染する直前の病原菌の遊走子着生・シスト化及び発芽は寒天やカラゲナンによって誘導されることを明らかにした。千葉

島の養殖ノリから分離された *Pythium porphyrae* の遊走子の着生・シスト化及び付着器の形成はスサビノリ葉体から調製されたポルフィランによって促進されること、また *P. porphyrae* に対する感受性はアマノリ属の種類によって相違することが示された (Uppalapati & Fujita 2000, 2001)。

藻類による病気：緑藻 *Acrochaete operculata* は、紅藻 *Chodrus crispus* の孢子体世代の藻体の組織内部まで穿入し著しい損傷を与えるが、*C. crispus* の配偶体世代の藻体には表層、皮層より内部の組織には穿入せずほとんど損傷を与えないことが明らかにされている。Bouarab *et al.* (1999, 2001) は、カラゲナンからのオリゴ糖の *A. operculata* への影響を調べ、 α -カラゲナンのオリゴ糖では過酸化水素の遊離誘導、蛋白質合成促進、カラゲナン分解の増加、特異的なポリペプチド誘導が起こり、その結果として病原性が増加することを報告した。一方、 β -カラゲナンのオリゴ糖では *A. operculata* からの過酸化水素遊離の増加は認められず、アミノ酸の取込みを妨げ宿主による認識を高め、その結果として病原性が低下することが示された。このような病気のシステムは、植物(海藻) - 病原体の相互関係におけるオリゴ糖のシグナルの認識に関する研究に対して独特なモデルになると考えられる。

ウイルスによる病気：これまで藻類の細胞からウイルス様の構造が報告され、その中で遺伝子である核酸の種類やサイズ、実験的な宿主への感染が確認されている例は少ないようである。真核藻類のウイルスとウイルス様顆粒に関しては Van Etten *et al.* (1991) と Reisser (1993)、また褐藻のウイルスに関しては Müller *et al.* (1998) による総説がある。

近年、陸上の高等植物においては、病原微生物の植物への感染と宿主植物の病原菌認識に基づいた防御反応誘導の分子機構を解明する足掛り

ができつつあり、植物から病原菌抵抗性遺伝子が単離されるよになっている。本稿で紹介した研究のいくつかは、海藻と病原菌との相互関係について分子レベルで解析し、抵抗性(防御反応)誘導の分子機構を解明する足掛りになることが期待される。

文献

- Andrews, J. H. 1976. The pathology of marine algae. *Biol. Rev.* 51: 211-253.
- Bouarab, K., Potin, P., Weinberger, F., Correa, J. and Kloareg, B. 1999. Sulfated oligosaccharides mediate the interaction between a marine red alga and its green algal pathogenic endophyte. *Plant Cell* 11: 1635-1650.
- Bouarab, K., Potin, P., Weinberger, F., Correa, J. and Kloareg, B. 2001. The *Chodrus crispus*-*Acrochaete operculata* host-pathogen association, a novel model in glycobiology and applied phycopathology. *J. appl. Phycol.* 13: 185-193.
- Correa, J. A. 1997. Infectious diseases of marine algae: current knowledge and approaches. p. 139-145. In: Round E. E. and Chapman D. J. (eds.) *Prog. Phycol. Res.* 12. Biopress, Bristol.
- 川村嘉応. 1994. 養殖ノリのスミノリ病に関する研究. 佐賀県有明水研報. 16号: 29-98.
- 澤辺智雄, 成田幹夫, 田中礼土, 生地暢, 田島研一, 絵面良男. 2000. マコンブ穴あき症藻体からの *Pseudoalteromonas elyakovii* 菌株の分離. *日水誌*. 66: 249-254.
- Müller D. G., Kapp, M. and Knippers R. 1998. Viruses in marine brown algae. *Adv. Virus Res.* 50: 49-67.
- Uppalapati, S. A. and Fujita, Y. 2000. Carbohydrate regulation of attachment, encystment, and appressorium formation by *Pythium porphyrae* (Oomycota) zoospores on *Porphyra yezoensis* (Rhodophyta). *J. Phycol.* 36: 359-366.
- Uppalapati, S. A. and Fujita, Y. 2001. The relative resistances of *Porphyra* species (Bangiales, Rhodophyta) to infection by *Pythium porphyrae* (Peronosporales, Oomycota). *Bot. Mar.* 44: 1-7.
- Weinberger, F., Richard, C., Kloareg, B., Kashman, Y., Hoppe, H-G. and Fridlander, M. 2001. Structure-activity relationships of oligosaccharide elicitors to ward *Gracilaria conferta* (Rhodophyta). *J. Phycol.* 37: 418-426.
- (長崎大学大学院生産科学研究科・水産学部)