病変ノリ糸状体から分離した *Pseudomonas* 様細菌山野井英夫,^{1*} 高見純²

(2008年2月25日受付, 2008年6月2日受理)

¹岡山県水産試験場, ²岡山県水産振興協会A *Pseudomonas*-like Bacterium Isolated from Diseased Conchocelis of *Porphyra*HIDEO YAMANOI^{1*} AND JUNICHI TAKAMI²¹Fisheries Experiment Station, Okayama Prefecture, Setouchi, Okayama 701-4303, ²Okayama Prefecture Fisheries Development Association, Urayasuminami, Okayama 702-8024, Japan

In the autumn of 2006, an unknown disease occurred among conchocelis of *Porphyra* (nori) mass-cultured using common scallop shells in Okayama Prefecture Fish Farming Center. An early symptom of the disease is tiny reddish brown spots; the color of diseased conchocelis finally turned yellowish-white. The bacterium isolated from the discolored area was confirmed to be the causative agent of this disease by artificial infection to healthy free conchocelis. When attacked by this isolate, the color of young *Porphyra* gametophytes turned green. The isolate was gram negative rod, strict aerobe, motile by a single flagellum, proliferated at 12–37°C, and required sea water for full growth. The bacterium is presumably a member of *Pseudomonas* or its closely related genus.

キーワード: *Pseudomonas*, 糸状体, ノリ

岡山県水産試験場では、屋内で人工的にノリ養殖網に殻孢子付けを行うノリ *Porphyra* 採苗事業を実施している。事業には大量のノリ糸状体が必要なことから、ホタテガイ *Patinopecten yessoensis* またはマガキ *Crassostrea gigas* の貝殻(計6万枚前後)を培養基質として複数の屋内コンクリート水槽で春季から秋季までノリ糸状体を培養している。

貝殻中に穿孔し十分に繁茂した健全な糸状体は黒褐色を呈するが、そこに赤褐色小斑点の形成から始まる疾病が毎年のように発生する。5月から8月にかけての水温変動時期に頻発する傾向があり、水温が25°Cを超える時期の罹病面積の拡大は特に急で、数日中に貝殻全体を覆い尽くし、ノリ糸状体は枯死して黄白色を呈する。病斑部は、素手で触れるとややぬるぬるした感触があり腐敗臭に似た臭気を発する。基質深部の糸状体の一部生残している場合、病勢の衰えた後に糸状体の繁茂が再び見られることもある。現場では、小規模なうちに罹病した糸状体貝殻を廃棄したり、培養海水に塩素を添加したり、流水培養に変えたりして対応してきたが、一応の効果はあるものの再発しやすく、発生時期によっては採苗にも影響する。当所では、この病害を、現場では生理傷

害に起因すると考えられている赤変病^{1,2)}や、後述するように初期症状がやや異なり原因の確かでない黄斑病³⁻⁸⁾と区別するため黄斑様症と便宜上呼んできた。

2006年9月下旬、採苗事業に備えて大量培養していた糸状体に上述の疾病が発生した(Fig. 1)。採苗を間近に控えていたため効果的な対策が採れず、病変は10日間あまりで全貝殻、全水槽の糸状体に及んだ。このとき著者らは、ホタテガイ貝殻の病斑部から細菌分離を試みたところ、糸状体に対し病原性を示しかつ再分離可能な菌株を得ることができた。この菌株について生理化学的性状を検討するとともに、改めて病原性試験を行ったところ、分離菌が糸状体のみならずノリの幼葉状体(幼芽)に対しても強い病原性を有していること、同菌が *Pseudomonas* 属もしくはその近縁種と考えられること、また、過去言われていた黄斑病とは異なると考えられることなどがわかったので以下に報告する。

材料および方法

分離とフリー糸状体を用いた復元試験 2006年9月28日、異常を呈したホタテ貝殻(Fig. 1)の表面をティッシュペーパーでぬぐい、ZoBell 2216e 寒天培地⁹⁾に接

種して 25℃ 下で培養した。2 日後、発育してきた 4 種類のコロニーを釣菌し、それぞれ純培養した。次いで、実験室で保有していたフリー糸状体を少量ずつ試験管にとり滅菌海水に浮遊させ、これに上記 4 種の分離菌をそれぞれ 10^7 CFU/mL 程度となるよう接種し、25℃ のインキュベーター中においたところ、うち 1 種の分離菌においてのみ、接種 2 日後、糸状体に明瞭な赤変が認められ、海水の白濁も観察された。赤変はその後も進行し、白濁した海水から接種菌が純粋に再分離されたことから、この菌 (PO-0603 株) について以下の検討を進めた。

形態等 グラム染色および鞭毛染色は常法によった。運動性は懸滴標本により顕微鏡下で判定し、嫌気ジャーを用いた無酸素状態での発育試験も行った。

生化学的性状等 主として API20E (日本ビオメリュー) を用いた。ただし、後述するように、本菌は良好な発育に海水を要求したことから、滅菌海水で調整した菌液を API20E に接種した。デンプン分解試験では、0.2% に水溶性澱粉を加えた ZoBell 2216e 寒天培地に菌を接種し 2 日間培養した後、ルゴール液を滴下して判定した。

糖分解試験 グルコース、ラクトースなど 20 種類の糖について、糖分解半流動培地 (栄研) を用い、糖の最終濃度が 1% になるよう海水で調整した。100℃ 15 分間 3 回の間欠滅菌を行い、無菌試験の後、新鮮培養菌を接種し 2 週間観察した。

塩分耐性試験 食塩濃度を 0, 1.0, 2.0, 3.0, 5.0, 6.0, 7.0, 8.0, 9.0, 10.0% になるよう調整した 1% Bacto-Peptone (Difco) 水を蒸留水で作製し、PO-0603 株を微量接種し 1 週間観察した。また、濾過海水 (塩分 32.46) を蒸留水で希釈して、0, 10, 20, 30, 50% 海水を作製し、これで 1% ペプトン水を調整して PO-0603 株を接種し、1 週間観察した。

発育温度試験 PO-0603 株を接種した ZoBell 2216e 寒天培地を、4, 8, 12, 15, 25, 37 および 41℃ に設定したインキュベーターにそれぞれ収容して 1 週間観察した。

発育 pH 試験 Bacto-Peptone (Difco) を 1% に添加した海水を、1 N 濃度の塩酸あるいは水酸化ナトリウムを用いて pH 5.0 から 10.0 の範囲に調整し、0.22 μ m のミリポアフィルター (日本ミリポア) で濾過滅菌し、それぞれ滅菌試験管に 3 mL ずつ分注した後、新鮮培養菌を微量接種し 5 日間観察した。

薬剤感受性試験 *Vibrio static agent* O/129 のほか、オキシリン酸、オキシテトラサイクリンなどに対する PO-0603 株の感受性試験をディスク法により ZoBell 2216e 寒天培地を用いて行った。

ノリ幼芽に対する病原性試験 菌分離から約 6 週間後、県内のノリ養殖漁場から育苗中のノリ養殖網の一部

を切り取り、実験室に持ち帰った。この時、網糸から伸びたノリ幼芽は、最長約 2 cm 程度まで生長していたが、幼芽を傷めぬよう長さ 1 cm 程度に網糸を裁断し、滅菌海水 20 mL とともに 10 枚のペトリ皿に 1 本ずつ収容した。それらペトリ皿を二分し、攻撃温度について約 23℃ と約 14℃ の 2 段階を設定した。ZoBell 2216e 寒天培地で 25℃ 4 日間培養した PO-0603 株を添加して攻撃し、その翌日から顕微鏡下で異常の有無を毎日観察した。

カキ殻糸状体に対する病原性試験 分離後 1 か月経過した時点で、試験管に斜面とした ZoBell 2216e 寒天培地に PO-0603 株を接種して 3 日間培養し、そのまま -84℃ で冷凍保存した。冷凍後 7 か月経過した翌年 6 月に解凍し、カキ貝殻中で繁殖させた糸状体に対する病原性試験を行った。このカキ殻糸状体は、3 月中旬にフリー糸状体をカキ殻に接種し培養を継続していたもので、試験時には順調な経過をたどってカキ殻のほぼ全域に繁茂する状態となっていた。約 25×35 cm プラスチックバットを 2 個用意し、それぞれに糸状体カキ殻を 5 個ずつ並べ、滅菌海水をカキ殻が浸かる程度に約 1500 mL ずつ注いだ後、ZoBell 2216e 寒天培地を用いて 25℃ で 2 日間培養した PO-0603 株を約 20 mg ずつ接種した。各バットは 25℃ インキュベーターおよび室内窓際テーブル上に設置してそれぞれ 5 日間、経過を観察した。

結 果

本菌は、ZoBell 2216e 寒天培地を用いて 25℃ で 2 日間培養すると、光沢と透明感のある直径約 1 mm ほどの黄色円形コロニーを形成した。液体培地では、濃黄色の菌膜を形成して増殖した。また、本菌の継代は、食塩 3% に調整した普通寒天培地を用いても一応可能であったが、発育するコロニー数が ZoBell 2216e 寒天培地に比べて著しく少ないうえ、コロニーの直径が不均一となることから、本研究では特定の実験以外の菌の培養は ZoBell 2216e 寒天培地を用い 25℃ で行った。必要な海水は、地先海水をその都度簡易濾過し滅菌して用いた。

生理化学的性状等 本菌の鞭毛染色像を Fig. 2 に、生理化学的性状等を Table 1 に示した。本菌は、1 本の極鞭毛を持つ約 0.3×2 μ m のグラム陰性桿菌で活発な運動性を有し、嫌気状態では発育せず、グルコースから酸を産生しなかった。チトクロムオキシダーゼ陽性で、ゼラチンとデンプンを分解したが、他の多くの項目は陰性で、20 種類の糖のいずれからも酸を産生しなかった。

本菌は、12℃ から 37℃ の範囲で増殖した。コロニーの発育は、下限に近い 12℃ や上限の 37℃ 下でやや劣ったものの、25℃ 下では最も優れていた。食塩濃度 2~8% で増殖し、1% 食塩下では増殖しなかったが、10% 海水 (塩分約 0.3%) では良く増殖し、海水存在下で

Table 1 Morphological and biochemical characteristics of the isolate from conchocelis of *Porphyra*

Item	Present isolate	*KATOU ⁵⁾	Item	Present isolate	*KATOU ⁵⁾
Size (μm)	0.3×2	0.77~1.0× 1.46~1.92	Sea Water	0%	—
Motility	+	—		10%	+
Number of flagella	1	0		20%	+
Gram stain	—	—		30%	+
Swarming	—	—		50%	+
OF test	inert		Growth at pH	5.0	+
Gas from glucose	—	—		6.1	+
Cytochrome oxidase	+			7.1	+
β -galactosidase	—			8.0	+
Arginine	—			9.0	+
Lysine	—			10.0	+
Ornithine	—		Acid from	Glucose	—
Citrate	—	—		Fructose	—
H ₂ S	—	—		Galactose	—
Urease	—	—		Maltose	—
TDA	—			Sucrose	—
Indole	—			Lactose	—
VP	—			Trehalose	—
Gelatine liquefaction	+	—		Mannitol	—
Nitrate reduction	—			Arabinose	—
Starch hydrolysis	+			Inositol	—
Growth at 4°C	—			Sorbitol	—
8°C	—			Rhamnose	—
12°C	+			Xylose	—
15°C	+			Raffinose	—
25°C	+			Adonitol	—
37°C	+			Salicin	—
41°C	—			Mannose	—
NaCl 0%	—			Inulin	—
1%	—	+		Dulcitol	—
2%	+	+		Sorbose	—
3%	+	+	Sensitivity to	O/129	—
5%	+	+ W		Oxytetracycline	—
6%	+			Oxolinic acid	—
7%	+	+ W		Sodium nifurstyrenate	+
8%	+			Erythromycin	+
9%	—			Aminobenzylpenicillin	+
10%	—	—		Josamycine	+
				Fosfomycine	—
				Amoxicillin	+

* Characteristics of the bacterium isolated from diseased conchocelis of *Porphyra*.

は比較的低い浸透圧でも増えることがわかった。また、pH については pH 5~10 の範囲で増殖が可能であった。ニフルスチレン酸ナトリウムやエリスロマイシンなどに感受性を有していたが、O/129 やオキシテトラサイクリンには感受性がなかった。

ノリ幼芽に対する病原性試験 結果を Table 2 に示した。ノリ幼芽の異常は、まず緑変として観察されたので、表中の数字は最初に実体顕微鏡下で薄緑に変色（緑

変）の認められた日数を示している。表からわかるように、本菌は攻撃濃度が 3.8×10^6 CFU/mL の場合、23°C および 14°C のいずれの条件下においても攻撃後 2 日目にノリ幼芽を緑変させた (Fig. 3-A)。緑変部分は急激に広がり、葉状体全域に及んだ (Fig. 3-B)。この緑変部分を検鏡すると、対照区 (Fig. 3-C) に比べて原形質は萎縮し、色調も薄く緑に変化していた (Fig. 3-D)。無染色のままさらに倍率を上げて検鏡すると、緑変した

Fig. 1 Diseased conchocelis of *Porphyra*. A: normal healthy conchocelis, B: first stage, C: second stage, D: last stage of disease.

Fig. 2 The isolate with a polar flagellum. Flagella stain. A: scale bar, 20 μm , B: scale bar, 2 μm .

Fig. 3 Changes of young *Porphyra* gametophytes caused experimentally by the isolated bacterium. A: first stage of disease with small green spot, B: enlarged green area, C: normal cells, D: diseased cells of young *Porphyra* gametophytes. (A, B) White scale bar, 2 mm (C, D) black scale bar, 50 μm .

細胞の間隙や縁辺部に活発に運動する細菌や菌塊が多数観察されたが、細胞内部には見られなかった。なお、フリー糸状体を供して実施した復元試験の際にも、このノ

Table 2 Pathogenicity of the isolate for young *Porphyra* gametophytes

Temperature (°C)	Dose (CFU/mL)	Time to change*
23	3.8×10^6	2 days
	3.8×10^4	2 days
	3.8×10^2	3 days
	Control	no change within 5 days
14	3.8×10^6	2 days
	3.8×10^4	3 days
	3.8×10^2	6 days
	Control	no change within 7 days

* The color of gametophytes started to change from brown to green.

リ幼芽の場合と同様に、糸状体細胞内部への供試細菌の侵入は認められなかった。

ノリ幼芽に緑変が最初に観察されるまでの日数は、温度の低いほど、また攻撃濃度の薄いほど遅れる傾向があったが、 3.8×10^2 CFU/mL の攻撃濃度でも緑変が生じた。なお、緑変した時点で、ペトリ皿の海水を白金耳で少量取り出し、ZoBell 2216e 寒天培地に接種して培養したところ、対照区を除く全ての試験区で攻撃菌が多数純粋に再分離された。

カキ殻糸状体に対する病原性試験 観察期間中、なんら異常が生じることはなく、感染は成立しなかった。なお、冷凍保存後にこの試験に供試した PO-0603 株が、フリーの糸状体に対しては病原性を保持していることを別途確かめた。

考 察

糸状体は極めて単純な構造であるので、罹病した場合の肉眼的な症状や経過は特徴に乏しい。発症の後、健全な時の色調が脱色されて最終的に黄白色に至ることは特定の疾病に限定された現象ではないと考えられることから、症状のみで疾病を診断すると誤りやすいことは容易に推測される。従って、疾病が何らかの病原体によるものであるなら、その病原体を特定することは的確な診断のために極めて重要である。

その目的で実施した上述の細菌検査の結果、比較的高水温下でも増殖し、ノリ糸状体のみならず葉状体にも病害性を有する細菌の存在が明らかになった。今回分離した菌株は 1 株と少なかったが、復元試験の結果から、今回の疾病がこの菌を原因菌とした細菌感染症であったことがわかった。特に、その増殖温度特性は、本菌による糸状体の疾病が夏の高温期を中心に発生することと密接に関連していると考えられた。

本菌は、グラム陰性で運動性を有する偏性好気性菌であるなどの諸性状から、*Pseudomonas* 属もしくはその近縁種と考えられた。Bergey's manual of determinative bacteriology (9th edition)¹⁰⁾では *Pseudomonas* 属に多くの種が記載されており、中には陸上植物の病原菌とされている種もあるが、重要な性状で今回の菌と一致するものではなく、種名の決定には至らなかった。また、後述するように、本菌の性状は、ノリ糸状体及び葉状体の疾病と関連して過去に報告された細菌のいずれとも一致しなかった。近年、マコンブ *Laminaria japonica* 穴あき症に関する一連の研究で^{11,12)} 藻体からコンブ葉片分解能の高い *Alteromonas* 属の細菌が分離され、後に *Pseudoalteromonas elyakovii* として種名の提案も行われているが、そこで分離された菌株も、グルコースを酸化的に分解するなど今回の分離菌株とは異なった。今後、さらに分子生物学的手法等を応用すれば、本菌の分類学的な位置づけが明らかになる可能性も高いと考えられる。

ところで、過去に報告されたノリ糸状体の疾病は少ない。いわゆる黄斑病に関しては野沢・野沢³⁾ 本田ら⁴⁾ 加藤⁵⁾ 谷口⁶⁾ といった複数の報告があるものの、亀の甲病については右田・安部¹³⁾に限られ、その他の肉眼的症状のみで語られた複数の疾病^{1,2)} すなわち緑変病、さめ肌病、赤変病、壺カビ病等については確かな報告は見あたらず、それら疾病の異同についても明らかにはならないまま、現在に至っている。

ここでは、まず、今回の疾病を、従来の報告が比較的多かった黄斑病と比較する。淡黄色の小斑点から始まる糸状体の疾病を初めて報告した野沢・野沢³⁾は、その疾病と関連が疑われる細菌を分離したこと、復元試験によると肉眼的な病斑は形成されなかったが糸状体枝内への侵入を確認したことなどを報告するとともに、その疾病が黄斑病と呼ばれていることにも言及している。黄斑病は、初期から淡黄色斑点が観察される点で今回の疾病と異なっているだけでなく、罹病した糸状体細胞内に彼らが多数見た小桿菌は、 $0.7\sim 1.2\ \mu\text{m} \times 0.1\sim 0.2\ \mu\text{m}$ と小さく、細胞内と培地上という生育条件の違いを考慮しても今回の分離菌とは無視できないほど異なっていた。

加藤⁵⁾も、黄斑病が小さい黄色の斑点から始まることを報告し、原因菌の分離にも成功して、その性状について述べている (Table 1)。それによると、分離菌の大きさは $0.77\sim 1.00 \times 1.46\sim 1.92\ \mu\text{m}$ と今回の分離菌に近く、グラム陰性で糖から酸を産生しないなど共通した性状もあるものの、鞭毛を持たず運動性がない、ゼラチンを分解せず、食塩 1% で増殖し 7% で増殖しないなど複数の重要性状で今回分離した菌とは異なり、別種と判断された。彼は、罹病した糸状体は孢子放出数が著しく減少することを明らかにし、さらに、 $\sigma 15=5$ の希釈海水で処理すれば病勢の拡大を阻止できたが治療効果はな

かったとしている。本田ら⁴⁾も、 $\sigma 15=10$ の希釈海水では黄斑病の進行を阻止できなかったが、 $\sigma 15=5$ の希釈海水であれば進行は止まったと述べている。今回、希釈海水の病勢に及ぼす影響は見えていないが、 $\sigma 15=5$ の希釈海水に近い 20% 海水中でも分離菌は良好に増殖し、10% 海水中でもやや遅れはしたものの増殖可能であったので、この点でもやや異なっているように思われた。

谷口⁶⁾は、黄斑病の発病に及ぼす光の影響について詳細に検討し、500 lux 以上の光条件下で発病が阻止されることを報告し、さらに、光合成による pH などの環境条件の変化をその原因として示唆している。その後、病原体に関する検討を行い⁷⁾ 染色標本の検鏡観察により数種の細菌を認め、そのいずれかが病原体であると断じているが、固形培地で分離できず、復元試験にも成功しなかった。この時に観察された菌のうち $0.3\sim 0.5\ \mu\text{m} \times 0.8\sim 1.6\ \mu\text{m}$ のものが今回の分離菌と比較的近いが、生化学的性状などは明らかでない。また谷口⁸⁾では、水質との関係について、比較的高濃度のノリ抽出液を含む海水や、pH 5 の海水で発病率が高かったと述べており興味深い、原因菌での比較ができない。

なお、黄斑病において、上記のように照度を高めることで疾病を抑制できるとされていることについては、水中透過力の乏しい紫外線の殺菌作用による影響と考えることは難しい。また、光合成が盛んになることで貝殻内部の pH が上昇し、細菌の増殖に適さなくなる可能性について、今回の分離菌は海水ベースの 1% ペプトン水の場合、pH 10 でも比較的良好な増殖を示したことから、実験による示唆を得ることはできなかった。

以上、黄斑病に関連した上述の一連の報告が真に同一の疾病を対象としたものであったか、今となっては不明で、むしろ、原因の異なる疾病を論じていた可能性もあると想像されるが、もはや確かめる術がない。ただ、いずれにしても、今回の疾病、分離菌と良く一致する報告は過去の黄斑病の報告中に見あたらなかったことなどから、本症は黄斑病とは異なると最終的に判断した。

また、糸状体が赤褐色または橙色に変化する点で初期症状が本症と似る赤変病^{1,2)}は、当所においても発病をみることがあるが、5月から梅雨期の光線不足の時に多発し、垂下培養の下部に多くみられる。生理障害に起因するとされ、高照度培養が対策として推奨されている。一方、本症は、垂下培養の上部、下部を問わず発病し高照度培養の効果が過去なかったこと、加えて初期の色調が似ているとはいえ赤さび色に近い赤変病に比べて、本症の初期症状としての赤褐色は現場では明瞭に区別可能であったことから、別の疾病と判断した。異同は定かではないが、野沢・野沢³⁾も黄斑病に良く似た、はじめ赤褐色になって後黄白色になる病害について調査中として言及しており、興味深い。

次いで、糸状体の他の疾病に関しても一応論じておきたい。亀の甲病について報告した右田・安部¹³⁾は、肉眼的症状に特徴のあるこの疾病が穿孔糸状菌によるもので、その糸状菌の性状は藻菌類の1種と良く一致すると報告したが、分類については複数説あることも述べている。また、その糸状菌は、ノリ糸状体の存在なしでも貝殻に穿孔するとされているので、感染症とするにはあたらぬ可能性もあり、それらの性質から判断して今回の疾病とは明らかに異なっている。

また、本菌が糸状体のみならず、実験では葉状体にも強い病原性を有していたことから、過去に報告された葉状体の疾病とも比較検討を行った。

葉状体の疾病に関しては真菌の関与を報告したものが多く、あかぐされ病と壺状菌病についての報告¹⁴⁻¹⁹⁾は比較的多い。また、細菌の関与を示唆する報告も少ないとはいえ幾つか見ることができるが、ノリ葉状体が緑変する疾病とその原因菌に関する中尾ら²⁰⁾、藤田ら²¹⁾の一連の報告は、縁辺部では半円形、内部では円形の、肉眼的に画然と区別できる病変が生ずる点で、今回の緑変現象と共通している。特に彼らが佐賀県有明ノリ漁場で1969年1月と11月にノリ葉状体から分離し *Pseudomonas* とした菌群は、極鞭毛を有し、デンプンやゼラチンを分解するなど共通した性状も見られて興味深い、すべての菌株がグルコースなどの糖から酸を産生しており、別種と判断するのが妥当と考えられた。

以上述べてきたとおり、今回の分離菌はノリの糸状体および葉状体の双方に病害性のある細菌として初めての報告であり、過去報告のある糸状体の疾病にも、葉状体の疾病にも一致するものがなかったので、今回の疾病をノリの *Pseudomonas* 様細菌症と仮称することとした。

なお、実際のノリ養殖漁場、養殖時期における本菌の動態は明らかではないが、本菌の増殖温度特性から考えて、冬季の養殖盛期よりも秋季の養殖開始初期の比較的高水温期により強く病害性が発揮されることが推測された。その時期の葉状体は小さく、疾病に関する報告は皆無に近いが、いわゆる育苗から本張り開始当初において、芽落ち、芽いたみと称されている不調の中に、本菌による被害が含まれている可能性があると考えられた。

また、フリー糸状体や葉状体に対する復元試験は容易に成立したにもかかわらず、健全な貝殻糸状体では感染は短期間では成立しなかった。黄斑病に関して加藤⁵⁾も、貝殻を脱脂綿でこすったりブラシで洗浄すると発病が促進されると述べており、本病においても物理的な損傷や、高水温による糸状体の衰弱などの条件が発症に必要であった可能性がうかがわれた。

謝 辞

稿を終えるにあたり、本稿のご校閲を賜った広島大学名誉教授室賀清邦博士、水産大学校名誉教授鬼頭 鈞博士に深謝します。また、貴重な文献を分与していただいた元徳島県水産試験場長城 泰彦博士、元岡山県水産試験場長本田信夫博士に感謝申し上げます。

文 献

- 1) 福岡県有明水産試験場. 第15回ノリ養殖技術研修会テキスト, 昭和63年度. 1989; 87.
- 2) 川村嘉広. 支柱式養殖のノリ生産基本マニュアル. 佐賀県有明水産振興センター研究報告 1998; **18**: 37-52.
- 3) 野沢ユリ子, 野沢治治. アサクサノリ糸状体の病害に関する研究 (予報). 日水誌 1957; **23**: 427-429.
- 4) 本田信夫, 星野 暹, 片山勝介. ノリ糸状体黄斑病の駆除について. 水産増殖 1960; **8**: 27-32.
- 5) 加藤 孝. アマノリ類糸状体の黄斑病に関する研究. 徳島県水産試験場調査研究業績 1967; **10**: 1-66.
- 6) 谷口道子. ノリ糸状体の黄斑病に関する研究—I, 発病に及ぼす光の影響. 日水誌 1970; **36**: 686-691.
- 7) 谷口道子. ノリ糸状体の黄斑病に関する研究—II, 病原体の確保について. 日水誌 1977; **43**: 255-258.
- 8) 谷口道子. ノリ糸状体の黄斑病に関する研究—III, 発病におよぼす水質の影響. 日水誌 1977; **43**: 259-263.
- 9) Aaronson S. *Experimental microbial ecology*. Academic Press, New York. 1970; 1-236.
- 10) Holt JG, Krieg NR, Sneath PHA, Staley JT, Williams ST. *Bergey's manual determinative bacteriology, 9th ed.* Williams & Wilkins, Baltimore, Maryland, 1994.
- 11) Sawabe T, Ezura Y, Kimura T. Characterization of an alginate marine bacterium from decaying Rishiri-kombu *Laminaria japonica* var. *ochotensis*. *Nippon Suisan Gakkaishi* 1992; **58**: 141-145.
- 12) 澤辺智雄, 成田幹夫, 田中礼士, 生地 暢, 田島研一, 絵面良男. マコンブ穴あき症藻体からの *Pseudoalteromonas elyakovii* 菌株の分離. 日水誌 2000; **66**: 249-254.
- 13) 右田清治, 安部 昇. ノリ糸状体の亀の甲病について. 日水誌 1971; **37**: 491-494.
- 14) 新崎盛敏. アマノリ類に寄生する壺状菌について. 日水誌 1960; **26**: 543-548.
- 15) 新崎盛敏, 井上晃男, 河内庄伸. ノリの病害, 特に1959年漁期東京湾奥部でみられた癌腫病・壺状菌病について. 日水誌 1960; **26**: 1074-1081.
- 16) 山内幸児. アカグサレ菌生育阻止実験—II. 水産増殖 1967; **15**: 41-45.
- 17) 大神元治, 尾形英二. ノリ赤グサレ病に対する干出および塩分濃度の影響の実験的考察. 水産増殖 1971; **19**: 217-223.
- 18) 秋山和夫. あかぐされ病. 「のりの病気」(日本水産学会編) 恒星社厚生閣, 東京. 1973; 7-11.
- 19) 右田清治. 壺状菌病. 「のりの病気」(日本水産学会編) 恒星社厚生閣, 東京. 1973; 12-20.
- 20) 中尾義房, 小野原隆幸, 松原孝之, 藤田雄二, 銭谷武平. ノリ病害の細菌学的研究—I, 細菌による緑斑病様障害の実験的発症. 日水誌 1972; **38**: 561-564.
- 21) 藤田雄二, 銭谷武平, 中尾義房, 松原孝之. ノリ病害の細菌学的研究—II, 養殖ノリの病害関連細菌類. 日水誌 1972; **38**: 565-569.