

海面養殖場の各種病魚から分離された β 溶血連鎖球菌について

小川 七朗・安永 統男・畑井喜司雄・平川 栄一

A Beta-Haemolytic *Streptococcus* Isolated from Epizootics
of Cultured Seawater Fishes

Shichiro OGAWA, Norio YASUNAGA, Kishio HATAI, and Eiichi HIRAKAWA

海産養殖魚の連鎖球菌症については、楠田ら¹⁾が報告した α 溶血連鎖球菌症によるブリの感染症が、流行の規模の大きさから最も良く知られている。その後見奈美ら²⁾は1例ながら β 溶血連鎖球菌によるブリの感染症を報告し、病原菌の多様性を示した。ブリ以外の海産養殖魚でも連鎖球菌症の発生はしばしばみられる³⁾が、流行の実態や原因菌の性状についての詳細は明らかでない。

かかる現状から著者らは、1979年から1981年にかけて、長崎県下の海面養殖場でインダイ、アイゴ、メジナ、ヒラメおよびウスバハギの各種魚類に発生したへい死を伴う流行病について調査を行い、そのうち病魚から球菌が純培養状に検出された事例について、さらに詳しい細菌学的検査を実施したところ、ほとんどが β 溶血連鎖球菌であることが分った。ここでは、これらの分離菌株と既知の病原菌株との各種生物学的性状による比較および各種魚類に対する病原性についての検討結果等を報告する。

材料および方法

菌株の分離に供試した病魚の症状は次のとおり

である。外観的には、インダイとメジナ病魚では眼球突出と眼球白濁、アイゴ病魚では鰓蓋内側に発赤がみられたが、ヒラメとウスバハギ病魚では顕著な症状は認められなかった。内部的には、インダイの一部の個体に心外膜の肥厚とゆ着がみられた以外は各病魚とも目立った病変は認められなかった。インダイ、アイゴ、メジナおよびウスバハギの各病魚では、生簀内の健康魚群から離脱し、浮上して緩慢に遊泳する個体や生簀の隅に静止している個体が多くみられた。他方、健康魚でも通常生簀の底に静止しているヒラメの場合は、遊泳状態から病魚を判別することはできなかった。それらの流行病におけるへい死亡率については、インダイ、アイゴおよびウスバハギでは約25～80%、メジナおよびヒラメでは0.1%以内であった。なお、対照のため、連鎖球菌症とみられた養殖ブリ、ヒラマサおよびモジャコと混養されていたウマズラハギ病魚も供試した。

細菌検査には瀕死魚および死後間もない病死魚を供試し、これらの腎臓、眼球および脳を70%エタノールで消毒後、ブイレンハートインフュージョン(BHI)寒天培地を用い、直接塗抹法で24時間から48時間培養を行ったところ、いずれも隆

起の少ない白色正円形集落が純培養状に発育した。このうち、比較的小さい発育集落（直径1.5 m/m以下）からは17菌株（全供試魚，1検体から1菌株），またこれよりも大きなコロニー（直径約3~4 m/m）が混在した際（メジナ病魚，1検体）は1菌株を分離した。これらの分離菌株について、

常法通り細菌学的検査を実施した。試験用培地は通常0.5%食塩濃度とし、25℃で培養後判定した。血清学的型別試験は抗*Streptococcus* sp. 血清（ティラピア由来のβ-haemolytic *Streptococcus* sp. KST-2菌株を抗原として得られたウサギ抗血清、宮崎大学北尾教授から提供）を用い、スライ

表1. 供試菌株の由来
Table 1. Source of the strains used in this study

Strain No.	Date	Source	Age	Site	Location
NC-7901	11, Nov., 1979	Japanese striped Knifejaw (Ishidai)	2	Kidney	Shishimi, Kamiagata
NC-8009	4, Jul., 1980	"	3	"	Toishi, Nagasaki
NC-8010	"	"	"	"	"
NC-8011	"	"	"	"	"
NC-8012	7, Aug., 1980	"	"	"	Hisaka, Fukue
NC-8013	"	"	"	Eye	"
NC-8014	"	"	"	Kidney	"
NC-8015	27, Aug., 1980	"	"	"	Minamikushiyama, Minamitakaki
NC-8016	"	"	"	"	"
NC-8101	28, Oct., 1981	"	"	"	Toishi, Nagasaki
NJ-8001	18, Jun., 1980	Rabbit fish*2 (Aigo)	1	"	Nomo, Nishisonogi
NJ-8002	"	"	"	"	"
NJ-8003	"	"	"	"	"
NF-8001	17, Sep., 1980	Opaleye*3 (Mejina)	0	"	Chijiwa, Minamitakaki
NF-8002	"	"	"	"	"
NF-8003	"	"	"	"	"
NE-8159	6, Oct., 1981	Flounder*4 (Hirame)	"	"	Kozasa, Kitamatsuura
NM-8101	5, Oct., 1981	Triggerfish*5 (Usubahagi)	"	"	Nomo, Nishisonogi
KST-2*10,11	15, Oct., 1979	Tilapia*6	"	Heart	Kagoshima
NA-8080*11	5, Aug., 1980	Yellowtail*7 (Buri)	1	Kidney	Kuchinotsu, Minamitakaki
NA-8081*11	17, Sep., 1980	"	0	Brain	Obama,
NA-8082*11	24, Sep., 1980	"	"	Kidney	Kozasa, Kitamatsuura
NK-8001*11	9, Sep., 1980	Amberjacks*8 (Hiramasa)	1	"	Kamiagata, Kamiagata
NH-8006*11	1, Aug., 1980	Blackscraper*9 (Umazurahagi)	0	"	Minamikushiyama, Minamitakaki

* 1: *Oplegnathus fasciatus*. * 2: *Siganus fuscescens*. * 3: *Girella punctata*.
* 4: *Paralichthys olivaceus*. * 5: *Alutera monoceros*. * 6: *Tilapia nilotica*.
* 7: *Seriola quinqueradiata*. * 8: *Seriola aureovitta*. * 9: *Navodon modestus*.
* 10: Supplied by Dr. T. KIRAO, Miyazaki Univ. * 11: Reference strains in this study.

ド凝集反応によって調べた。なお、長崎県下の養殖場で対照菌株として分離した α 溶血連鎖球菌5株および β 溶血連鎖球菌KST-2株（宮崎大学北尾教授から分譲）についても、同様な性状検査に供試した。これらの菌株の由来は表1に示すとおりである。このうちのNF-8002とNF-8003株は同一メジナ病魚から分離された。

増殖に及ぼす温度および塩分濃度の影響試験には、 β 溶血性の2菌株および対照菌株として α 溶血性の2菌株を供試した。温度の影響試験はBHIブイオン（栄研）で25℃、24時間培養した菌液の0.1mlを同ブイオン10mlに接種し、24時間振とう培養後、菌の増殖による混濁度を波長620nmの吸光度で測定した。塩分濃度の影響試験は感受性ディスク培地（ニッスイ）から寒天を除去したブイオンを用い、25℃で培養したが、接種菌の培養、量および測定方法は温度の影響試験に準じた。

分離菌株の病原性試験には、インダイ由来の1菌株を供試し、健康インダイについて接種菌量による感受性の相違を検討した。すなわち、魚体重100g当り10, 1, 0.1, 0.01および0mgの湿菌量（25℃、48時間培養）を0.2mlの生理食塩水に懸濁させ、その菌液を背部筋肉内に接種する方法で行った。また、各種の魚類（メジナ、マサバ、カゴガキダイ、マダイ、マアジ、ヒラメおよびカサゴの7魚種）と上記と同じ菌株を供試し、分離菌株の各種魚類に対する感受性も検討したが、この場合は魚体重100g当り0.1mgの湿菌量を0.2mlの生理食塩水に懸濁させた菌液を同部位に接種する方法で実施した。なお、両試験とも無給餌で、流水飼育とし、病徴の発現とへい死状況を20日間観察した。

結果および考察

分離に用いたBHI寒天培地上の発育集落の形状と大きさは前記したとおりである。このうち、比較的大形の集落の形状と大きさは、本研究でブリー、ヒラマサおよびウマズラハキギから分離された α 溶血連鎖球菌の示す発育集落とほぼ類似した。

供試した24菌株の細菌学的性状および炭水化物の分解能の検査結果は表2, 3に示すとおりである。供試菌株はすべてグラム陽性の連鎖状球菌で、運動性(-)、カタラーゼ(-)、チトクローム・オキシターゼ(-)、ブドウ糖発酵性(+)⁴⁾の主要性状を示し、*Bergey's manual* 第8版⁴⁾および*Cowan and Steel's manual* 第2版⁵⁾の定義に従い、*Streptococcus*属に同定された。今回分離の17菌株と対照として用いたKST-2菌株とは各種生化学的性状および炭水化物の分解能で完全な一致がみられた。なお、今回分離のNF-8003と対照菌株として用いた α 溶血連鎖球菌5株との間でも同様な性状の一致が認められた。しかし、今回分離の17菌株とNF-8003菌株とは、10℃および45℃、6.5% NaCl, pH 0.6, 0.1%メチレンブルーミルクおよび40%胆汁での発育性、60℃・30分間の熱抵抗性などの性状で相違し、また、炭水化物の分解能でもマンノース、白糖およびメレイトースの分解性に相違がみられた。

供試した24菌株を*Bergey's manual* 第8版⁴⁾に照合してみると、今回分離の17菌株と対照のKST-2菌株は10℃および45℃、6.5% NaCl, pH 9.6および0.1%メチレンブルーミルクにおいては発育せず、馬尿酸を加水分解しないことから第I群の亜群Aに属した。また、NF-8003菌株と対照の α 溶血連鎖球菌5株は10℃および45℃、

表2. 海産養殖魚類から分離された供試菌株の性状

Table 2. Characteristics of pathogenic bacteria isolated from cultured seawater fish.

Characteristics	Present strains		Reference strains	
	(17)	(NF-8003)	<i>Streptococcus</i> sp. KST-2 (β -haemolytic type)	5 strains of <i>Streptococcus</i> sp. (α -haemolytic type)
Gram stain	+	+	+	+
From	oval cocci	oval cocci	oval cocci	oval cocci
Motility	-	-	-	-
Growth at / in :				
10 °C	-	+	-	+
45 °C	-	+	-	+
6.5 % NaCl	-	+	-	+
pH 9.6	-	+	-	+
0.1 % methylene blue milk red	-	+	-	+
Growth on :				
10% bile	+	+	+	+
40% bile	-	+	-	+
Heat tolerance (60 °C, 30 min.)	-	+	-	+
Catalase	-	-	-	-
Cytochrome oxidase	-	-	-	-
OF test :				
Hugh-Leifson med.	-	F	-	F
CTA medium	F	F	F	F
MR test	-	+	-	+
VP reaction	-	+	-	+
H ₂ S production	-	-	-	-
Nitrate reaction	-	-	-	-
Indole	-	-	-	-
Lysine decarboxylase	-	-	-	-
Arginine dihydrolase	+	+	+	+
Ornithine decarboxylase	-	-	-	-
Citrate utilization	-	-	-	-
Casein digestion	-	-	-	-
PT test	-	+	-	+
TCC test	-	+	-	+
Hydrolysis :				
Gelatin	-	-	-	-
Starch	+	-	+	-
Hippurate	-	-	-	-
Esculin	+	+	+	+
Arginine	+	+	+	+
Haemolysis of :				
Sheep	β	α	β	α
Horse	β	α	β	α
Susceptibility to				
bacitracin	+	-	+	-
Antiserum (KST-2)	+	-	+	-

表 3. 海産養殖魚類から分離された供試菌株の炭水化物分解能

Table 3. Carbohydrates utilization of pathogenic bacteria isolated from cultured seawater fish.

Characteristics	Present strains		Reference strains	
	(17)	(NF-8003)	<i>Streptococcus</i> sp. KST-2 (β -haemolytic type)	5 strains of <i>Streptococcus</i> sp. (α -haemolytic type)
Glucose	+	+	+	+
Arabinose	-	-	-	-
Xylose	-	-	-	-
Mannose	-	+	-	+
Lactose	-	-	-	-
Maltose	+	+	+	+
Sucrose	+	-	+	-
Melibiose	-	-	-	-
Trehalose	+	+	+	+
Melezitose	+	-	+	-
Raffinose	-	-	-	-
Glycerol	-	-	-	-
Inulin	-	-	-	-
Esculin	+	+	+	+
Salicin	+	+	+	+
Mannitol	+	+	+	+
Sorbitol	-	-	-	-

6.5%NaCl, pH 9.6および0.1%メチレンブルーミルクにおいて発育するため第Ⅲ群の亜群Aに属した。なお、血清学的型別試において、今回分離の17菌株は抗*Streptococcus* sp.血清(前述のKST-2菌株から作成した抗血清)にすべて明瞭な凝集反応を示したが、NF-8003菌株は同抗血清に凝集反応を示さなかった。

今回分離の β 溶血性の菌株と海産魚由来の β 溶血連鎖球菌(見奈美ら²⁾)および淡水魚由来の β 溶血連鎖球菌(北尾ら⁶⁾, 大西ら⁷⁾, 宇賀神⁸⁾)とを主要性状について比較検討した。これらの性状は表4に示すとおりで、今回分離の β 溶血性の17菌株と見奈美ら²⁾が養殖ブリから分離し、性状が*S. equisimalis*と一致すると報告した菌株とはアルギニンのジヒドロラーゼ, グリセロールとラクトースの分解能およびバントラシンに対する感受性

で相違がみられた。また北尾ら⁶⁾は、見奈美ら⁷⁾の分離菌株が上述の抗血清に対する凝集反応の弱いことを報告しているが、今回分離の17菌株は同抗血清に明瞭な凝集反応を示すことから見奈美らの菌株とは異なる菌種であると思われる。今回分離の β 溶血性の17菌株と北尾ら⁶⁾および宇賀神⁸⁾が淡水魚から分離した β 溶血連鎖球菌とはMR試験で相違がみられた。また、大西ら⁷⁾の分離した5菌株中4菌株とはすべての性状で一致した。ただし、対照に用いたKST-2菌株は原著⁶⁾と異なりMR試験は陰性を示した。以上のことから、今回分離の β 溶血性の17菌株はすべて、北尾ら⁶⁾が淡水魚のティラピアなどから分離した β 溶血連鎖球菌とともに、同一菌種に含まれるものとみられる。なお、今回分離のNF-8003菌株は養殖ブリに現在流行している α 溶血連鎖球菌と同一種で

表4. 以前に報告された連鎖球菌と供試菌株との性状の比較

Table 4. Comparison in characteristics between the present strains and *Streptococcus* stains which have been previously reported.

Characteristics	Present strains	Yellowtail (MINAMI et al, 1981)	Tilapia, ayu and rainbow trout (KITAO et al, 1981)	Ayu and amago (OH- NISHI et al, 1981)	Ayu (UGAJN, 1981)
Haemolysis	β	β	β	β	β
Growth at/in:					
10°C	-	-	-	-	-
45°C	-	-	-	-	-
6.5% NaCl	-	-	-	-	-
0.1% methylene blue milk red.	-	-	-	-	-
Growth on 40% bile	-	-	-	-	-
Heat tolerance (60°C, 30min.)	-	-	-	-	-
Arginine dihydro	+	-	+	NT ^{*1}	+
VP reaction	-	NT	-	-~+W ^{*2}	-
MR test	-	NT	+	-~+	+
Hydrolysis:					
Gelatin	-	-	-	-	-
Starch	+	+	+	+	+
Hippurate	-	-	-	-	-
Esculin	+	+	+	+	+
Arginine	+	+	+	+	+
Acid from carbohydrate					
Glycerol	-	+	-	-	-
Lactose	-	+	-	-	-
Sucrose	+	+	+	+	+
Sorbitol	-	-	-	-	-
Trehalose	+	+	+	+	+
Susceptibility to bacitracin	-	+	-	NT	NT

*1 NT: Not tested. *2 +W: Weakly positive.

あると判断される。

増殖に及ぼす温度の影響試験の結果は、図1に示すとおりで、 β 溶血性の2菌株は同様な増殖傾向を示し、増殖のための温度範囲は約19°Cから約39°Cにあり、最適温度は29°Cおよび31°C付近であった。一方、対照の α 溶血性の2菌株は19°C以下および39°C以上でも増殖可能であった。今回分

離の β 溶血性の菌株の示す増殖のための温度域は、本菌による流行が初夏から晩秋にかけてみられることと関連しているように思われる。

増殖に及ぼす塩分濃度の影響試験の結果は、図2に示すとおりである。 β 溶血性の2菌株は同様な増殖傾向を示し、増殖のための塩分濃度の範囲は0%から5%NaClであり、最適塩分濃度は0%

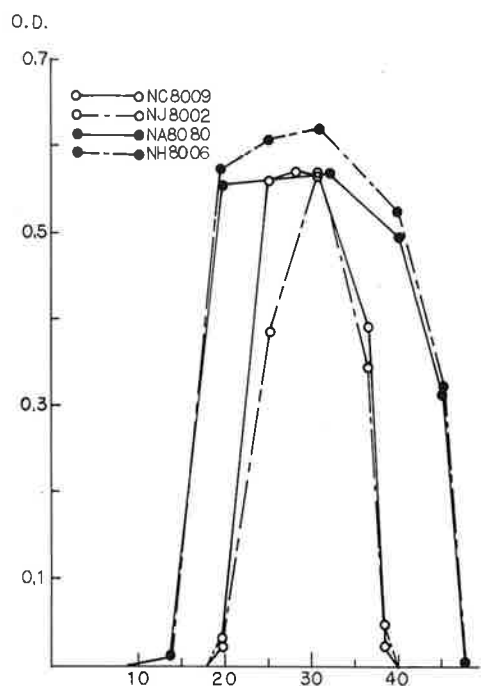


図 1. 種々の海産魚から分離された連鎖球菌の増殖に及ぼす温度の影響

Fig. 1. Effect of temperature on growth of each two strains of β - and α -haemolytic *Streptococcus* sp. isolated from various seawater fishes.

(Medium: BHI broth, pH: 7.4, Incubation: 24 hr shaking culture)

であった。一方、対照の α 溶血性の2菌株は5% NaCl以上の塩分濃度でも増殖可能であり、 β 溶血性の2菌株とは塩分耐容性で相違がみられた。 β 溶血性の菌株の示す塩分耐容性から考えて、淡水魚、海産魚を問わず養殖魚における発病の可能性が示唆された。

インダイに対する接種菌量の相違による感受性試験の結果は表5に示すとおりである。各接種区の供試魚は3日目から7日目にかけて眼球突出および眼球白濁の病徴が発現した。20日間の観察期間におけるへい死率は10mg, 1mg, 0.1mgおよび

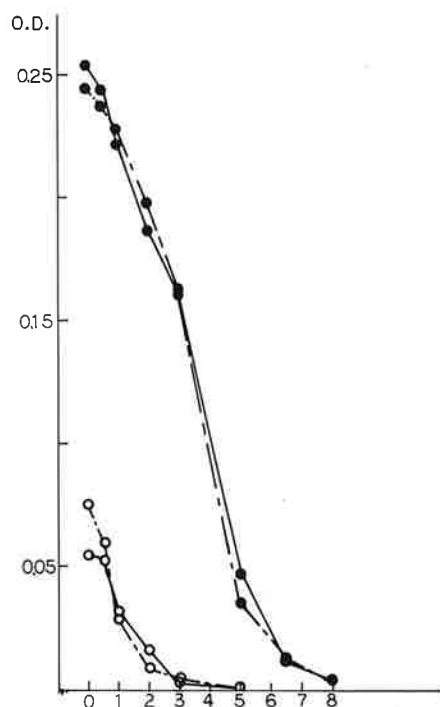


図 2. 種々の海産魚から分離された連鎖球菌の増殖に及ぼす塩分濃度の影響

Fig. 2. Effect of NaCl concentration on growth of each two strains of β - and α -haemolytic *Streptococcus* sp. isolated from various seawater fishes. (Medium: Broth removed agar from Sensitivity Disc Agar, pH: 7.4 Temperature: 25°C, Incubation: 24 hr shaking culture)

0.01mgの接種区で、それぞれ100%, 80%, 40%および0%であり、生残魚も静止もしくは旋回状態を示す瀕死魚であった。なお、へい死魚および生残魚の腎臓からはすべて接種菌が再分離された。表6はインダイ以外の7魚種に対する試験結果を示す。メジナは18日以内、カゴガキダイは7日以内にすべてへい死し、眼球の突出・白濁および尾柄部の発赤がみられた。また、マサバは20日以内に3尾中2尾が同様な病徴を示してへい死した。以上3魚種のへい死魚および生残魚の腎臓からはすべて接種菌が再分離された。マダイ、マアジお

表5. 連鎖球菌NC-8015のインダイの感受性に及ぼす接種菌量の影響

Table 5. Effect of inoculation dose on the susceptibility of japanese striped Knifejaw to the *Streptococcus* sp. NC - 8015.

Dose (mg/100g B. W.)	Number of fish used	Body Weight range(g) (Average)	Days after inoculation																		Total	Mortality (%)	
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18			19
10	2	22~36	A* ¹	2																		2	
		(29)	B* ²							1	1												2
1	5	32~96	A		1		2	1														4	
		(52)	B		1						1		1		1								4
0.1	5	30~98	A		1			1		3												5	
		(55.6)	B												1				1				2
0.01	5	30~74	A					2		3												5	
		(54.4)	B																				0
Control	5	40~56																					0
		(49.2)																					0

*1 : Number of fish alived with the symptoms. (Symptom : Turbidity of cornea, Exophthalmus)

*2 : Number of fish died with the symptoms.

表6 連鎖球菌NC-8015に対する7魚種の感受性

Table 6. Results of inoculation on the susceptibility of 7 fishes to the *Streptococcus* sp. NC - 8015.

Common name of fish used	Number of fish used	Body weight	Days after inoculation																		Total	Mortality (%)	
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18			19
Opaleye* ¹	2	19~36	A* ⁸		1								1										
		(27.5)	B* ⁹																		1		2
Marckerel* ²	3	18~22	A																				
		(19.3)	B																				1
Butterfly fish* ³	1	127	A		1																		
			B							1													1
Red sea bream* ⁴	3	27~50	A		1		2																
		(38.3)	B																				
Japanese horse marckerel* ⁵	3	6~14	A					1															
		(9)	B																				
Flounder* ⁶	3	4~6	A								1												
		(4.6)	B																				
Rockfish* ⁷	3	24~30	A																				
		(26.6)	B																				

*1, *6 : See table 1. *2 : *Pneumatophorus japonicus japonicus*. *3 : *Microcanthus strigatus*. *4 : *Chrysophrys major*. *5 : *Trachurus japonicus*. *7 : *Sebastiscus marmoratus*. *8, *9 : See table 5.

よびヒラメは全個体または一部の個体に弱い眼球突出がみられたが、3～4日後には治癒し、20日後に行った細菌検査では接種菌の再分離はできなかった。カサゴは病徴の発現もなく、接種菌も再分離できなかった。これらの試験から本菌は、イシダイ、メジナ、カゴガキダイおよびマサバに対して強い病原性を有するが、マダイ、マアジ、ヒラメおよびカサゴに対しては病原性が弱いか、まったくないことが分った。ただし、接種試験でへい死のみられなかったヒラメの場合、養殖場の病魚はへい死していることから、魚種によっては自然感染のメカニズムが人為感染魚とは異なることが想像される。

以上のことから、海産養殖魚の連鎖球菌症にはブリ等で知られている α 溶血連鎖球菌のほかに淡水魚で問題となっている β 溶血連鎖球菌も原因菌となることが判明した。今後は分離菌株についてさらに詳しい生化学的性状および血清学的分類の検討を行うとともに感染源を明らかにする必要がある。

本研究を行うにあたり貴重な抗血清およびKST-2菌株の提供をいただいた宮崎大学北尾忠利教授に深く感謝いたします。

要 約

1. 長崎県下の海面養殖場で1979年から1981年にかけて、イシダイ、アイゴ、メジナ、ヒラメおよびウスバハギにへい死を伴う疾病が発生したので、細菌学的検査を実施した。
2. これらの病魚から分離した18菌株と既知の連鎖球菌との細菌学的性状を比較した結果、今回分離の18菌株のうち17菌株はすべて同一の性状を示し、淡水魚で流行している β 溶血連鎖球菌とMR試験を除き一致した。また、抗*Streptococcus* sp.血清(KST-2菌株から作成した抗血清)と明瞭な凝集反応を示した。残りのメジナ由来の1菌株は養殖ブリ等に現在流行している α 溶血連鎖球菌と同一の性状を示した。
3. 本菌の増殖のための温度域は19℃から39℃の範囲にあり、最適温度は29℃および31℃付近にあった。また、増殖のための塩分濃度域は0%から5%NaClの範囲にあり、最適塩分濃度は0%であった。
4. 病原性試験の結果、本菌はイシダイ、メジナ、カゴガキダイおよびマサバに強い病原性を有し、マダイ、ヒラメ、マアジおよびカサゴには病原性が弱いか、まったくないことが判明した。

Abstract

Streptococcal infection occurred among cultured seawater fish, japanese striped knifejaw (*Oplegnathus fasciatus*), rabbitfish (*Siganus fuscus*), opaleye (*Girella punctata*), flounder (*Paralichthys olivaceus*), and triggerfish (*Alutera monoceros*) in Nagasaki Prefecture from Nov. 1979 to Oct. 1981.

The typical symptoms of the affected fish found in diseased japanese striped knifejaw and opaleye were the exophthalmus and turbidity of cornea, but those found in diseased rabbitfish, flounder and triggerfish were not.

The biological and biochemical characteristics of isolates from these diseased fishes were quite uniform and similar to these of β -haemolytic *Streptococcus* sp. isolated from freshwater fish with KITAO et al. (1981), OHNISHI et al. (1981) and UGAJIN (1981).

The two strains isolated from diseased Japanese striped knifejaw and rabbitfish grew at temperature range of 19°C to 39°C and NaCl concentration range of 0% NaCl to 5% NaCl.

The isolates, NC-8015 strain, from diseased Japanese striped knifejaw was found to be pathogenic to Japanese striped knifejaw, marbled filefish (*Pneumatophorus japonicus japonicus*), and butterflyfish (*Microcanthus strigatus*) after intramuscular, and weakly or not to red sea bream (*Chrysophrys major*), Japanese horse mackerel (*Trachurus japonicus*), flounder and rockfish (*Sebastes marmoratus*).

文 献

- 1) 楠田理一・川合研児・豊嶋利雄・小松 功, 1976: 養殖ハマチから分離された *Streptococcus* 属の新魚病細菌について, 日水誌, **42**(12), 1345-1352.
- 2) 見奈美輝彦・中村正夫・池田弥生・尾崎久雄, 1979: 養殖ハマチから分離された β 溶血レンサ球菌, 魚病研究, **14**(1), 33-38.
- 3) 南西海区ブロック会議魚貝類研究会魚病班, 1980: 海産養殖魚類の病害対策の現状と問題点, 日本水産資源保護協会, 東京, 300pp.
- 4) BUCHANAN, R. E. and N. E. GIBBONS, 1974: *Bergey's manual of determinative bacteriology*. 8th ed., Williams and Wilkins co., Baltimore, 1246 pp.
- 5) COWAN, S. T., 1974: 医学細菌同定の手びき, 第2版(坂崎利一訳), 近代出版, 東京, 305 pp.
- 6) KITAO, T., T. AOKI and R. SAKOH, 1981: Epizootic caused by β -haemolytic *Streptococcus* species in cultured fresh water fish, *Fish Pathology*, **15**(3/4) 301-307.
- 7) 大西圭二・城 泰彦, 1981: 淡水養殖魚の連鎖球菌症に関する研究-I, 魚病研究, **16**(2), 63-67.
- 8) 宇賀神光夫, 1981: 1980年栃木県下の養殖アユの流行病の原因である連鎖球菌に関する研究, 魚病研究, **16**(3), 119-127.