

『日大生活科研報』業績第846号
日本大学国際関係学部生活科学研究所報告
令和2年3月1日発行 抜刷

伊豆半島周辺海域で採取された海産魚類4種に存在する
低温細菌に関する研究

上田 龍太郎・深沢 友美・小見山 伊代・杉山 清香

論文

伊豆半島周辺海域で採取された海産魚類4種に存在する
低温細菌に関する研究上田 龍太郎^{*1}・深沢 友美^{*2}・小見山 伊代^{*2}・杉山 清香^{*3}

Occurrences of psychrophilic bacteria in marine fish

Ryutaro UEDA^{*1}, Tomomi FUKAZAWA^{*2}, Iyo KOMIYAMA^{*2} and Sayaka SUGIYAMA^{*3}

ABSTRACT

This study was undertaken to examine the microflora and occurrences of psychrophilic bacteria in both deep-water fish and holoepipelagic fish. Two species of deep-water fish, Splendid alfonsino *Beryx splendens* and Japanese butter fish *Hyperoglyphe japonica* were caught at a location off Kawana, Shizuoka prefecture, Japan in July 2008 at depths between 400 and 500 meters. Two species of holoepipelagic fish, Japanese flying fish *Cypselurus agoo agoo* and Japanese anchovy *Engraulis japonicus* were caught off Numazu, Shizuoka prefecture, Japan in September 2008. Five specimens of each fish species were used as experimental animals and the gills and the intestinal tracts from *B. splendens*, *H. japonica* and *C. agoo agoo* were examined microbiologically, whereas whole bodies of *E. japonicus* were homogenized and examined microbiologically.

Viable counts of bacteria on PYBG agar plates (average of five specimens; CFU/g) were from 1.20×10^4 to 2.22×10^5 in *B. splendens*, from 7.91×10^3 to 5.88×10^6 in *H. japonica*, from 3.36×10^4 to 3.73×10^6 in *C. agoo agoo* and from 2.06×10^5 to 3.45×10^5 in *E. japonicus*, respectively. Viable counts of bacteria on 1/20 PYBG agar plates (average of five specimens; CFU/g) were from 1.08×10^4 to 2.38×10^6 in *B. splendens*, from 1.07×10^4 to 8.03×10^6 in *H. japonica*, from 4.39×10^4 to 2.37×10^6 in *C. agoo agoo* and from 1.27×10^5 to 3.86×10^5 in *E. japonicus*, respectively.

To identify the microflora in each fish sample, a total of 1129 strains of bacteria were isolated (267 strains from *B. splendens*, 310 strains from *H. japonica*, 358 strains from *C. agoo agoo* and 194 strains from *E. japonicus*, respectively). Gram negative rods, including members of the genera *Vibrio* and *Pseudomonas*, were dominant in the microflora of all samples examined in this study. Gram positive rods such as coryneforms were only detected at low concentration from *C. agoo agoo* samples.

Occurrences of psychrophilic bacteria were high in deep-water fish samples (*B. splendens* and *H. japonica*) and comprised 94% of all isolates from those fish. In contrast, mesophilic bacteria were dominant in holoepipelagic fish samples (*C. agoo agoo* and *E. japonicus*), comprising 53 to 56% of all isolates from those fish. These results suggest that the water temperature in which the fish live strongly affects the occurrence of psychrophilic bacteria in fish specimens.

*1 日本大学短期大学部 (三島校舎) 食物栄養学科 教授 Professor, Department of Food and Nutrition, Junior College (Mishima Campus), Nihon University

*2 日本大学短期大学部専攻科食物栄養専攻 修了生 Former student, Advanced Course of Food and Nutrition, Junior College (Mishima Campus), Nihon University

*3 日本大学短期大学部食物栄養学科 卒業生 Former student, Department of Food and Nutrition, Junior College (Mishima Campus), Nihon University

1. 目的

魚類の生息環境である水圏には、低温域で活発に増殖する細菌の存在が認められている。それらの細菌には低温貯蔵下にある食品の品質低下や腐敗等に関与するものも含まれているため、低温細菌の動態を把握することは食品衛生上重要である¹⁾。

低温細菌の存在に関する最初の報告は1887年Forsterによってなされ、0℃の砕氷中に浸けられた試験管内に室温と同じように増殖する細菌を見出した²⁾。1902年、Schmidt-Nielsenは0℃で生残するだけでなく増殖可能な細菌を低温性細菌(psychrophilic bacteria または psychrophile)と呼ぶことを提案し、以後一般にこの名称が広く用いられるようになった²⁾。しかし、その後の研究によりこのような細菌は0℃でも増殖可能であると共に20℃以上に至適増殖温度を有することが示され、好冷細菌というよりもむしろ耐冷菌(cold-tolerant)であると指摘された³⁾。この定義についてはその後も長い間論争が繰り返されてきたが、低温細菌に関する近年の研究により、低温細菌の中には20℃の他に、30℃あるいは40℃付近に増殖上限温度を有するものの存在が認められている。そこで清水は増殖上限温度を分類基準の一つに用いて、低温細菌を以下のようにグループ分けしている³⁾。すなわち、低温細菌を psychrophile (好冷細菌) と psychrotroph (低温細菌) に大別し、まず増殖上限温度が30℃以下のものを好冷細菌とする。これら好冷細菌の中で増殖上限温度が20℃以下のものを obligate psychrophile (偏性好冷細菌) とし、30℃以下のものを facultative psychrophile (通性好冷細菌) とする。また清水は、低温細菌に関しては Eddy⁴⁾ の定義(5℃またはそれ以下の温度で増殖可能)に加えて、40℃付近の増殖上限温度を付け加えたものとしている³⁾。

魚類の体表や鰓、消化管内容物には多数の細菌が存在するが、水中に生息する魚類の細菌相は水環境に存在する細菌の影響を大きく受けることが知られている⁵⁾。海洋環境に生息する低温細菌は、温暖な地域の沿岸海水や表層海水中には少なく寒冷な海域の海水には多いことが報告されており、それに伴い温暖な海域に生息する魚類に比べて寒

冷な海域に生息する魚類には低温細菌が多く分布することも知られている⁶⁾。例えばインドやオーストラリアなどの熱帯・亜熱帯に生息する魚類の細菌相においては中温細菌が多数を占めるのに対して、北海に生息する魚類においては低温細菌が多いことが報告されている⁶⁾。しかし季節により、あるいは海域により水温差が大きい我が国沿岸域においては、同じ場所で採取された魚類でも季節により低温細菌の検出状況が異なることが報告されている⁶⁾。

海洋環境に存在する低温細菌には、海洋に分布する細菌のほとんどの種類が含まれているといわれているが、その中でも多く見られる細菌属として、*Pseudomonas* 属、*Vibrio* 属、*Photobacterium* 属、*Moraxella* 属、*Acinetobacter* 属、*Flavobacterium* 属、*Alcaligenes* 属などがあげられる。特に、南海域や深海から分離された好冷細菌の中には *Vibrio* 属が多いという報告もある。これらのことから、海洋細菌に見られる低温細菌の大多数はグラム陰性桿菌であり、低温貯蔵中の魚肉に変質をもたらす細菌にはグラム陰性桿菌が多いと考えられている⁷⁾。

本研究では、伊豆半島周辺海域で採取された4魚種の付着細菌相を調べると共に、各魚種からの低温細菌の検出を試み、さらに高水温期に採取された生息水深が異なる魚種間において低温細菌の検出状況に差が見られるのかについても調べた。

2. 材料および方法

2.1 実験材料

実験材料には、2008年7月に静岡県伊東市川奈南沖の水深400～500m海域の海底付近にて釣獲したキンメダイ *Beryx splendens* (体重340.2g～570.7g) およびメダイ *Hyperoglyphe japonica* (体重1.1kg～4.1kg)、同年9月に静岡県沼津沖で採取されたトビウオ *Cypselurus agoo agoo* (体重235.1g～282.7g) およびカタクチイワシ *Engraulis japonicus* (体重15.7g～19.4g) を各5個体ずつ用いた。これらのうち、カタクチイワシは個体全体を試料とし、キンメダイ、メダイおよびトビウオは鰓と消化管内容物に分け、それぞれを試料とした。

2.2 実験方法

2.2.1 試料中の生菌数測定法

各試料を無菌的に計量した後、9倍量の滅菌生理食塩水を加えてホモジナイズし、10倍希釈液を作製した。さらに、滅菌生理食塩水を用いて $10^1 \sim 10^5$ 倍に希釈し、PYBG (Peptone-Yeast extract-Beef extract-Glucose) 寒天培地⁸⁾ (Trypticase peptone (BBL) 10g、Phytone peptone (BBL) 5g、Lab-Lemco powder (Oxoid) 2.4g、Yeast extract (Difco) 2g、Glucose 1g、Agar No.1 (Oxoid) 10g、蒸留水 500ml および海水 500ml、pH7.5) および 1/20PYBG 寒天培地⁸⁾ (Trypticase peptone (BBL) 0.5g、Phytone peptone (BBL) 0.25g、Lab-Lemco powder (Oxoid) 0.12g、Yeast extract (Difco) 0.1g、Glucose 0.05g、Agar No.1 (Oxoid) 10g、蒸留水 500ml および海水 500ml、pH7.5) に 0.1ml ずつ塗抹した。栄養要求の異なる幅広い細菌属を分離するため、今回は有機物濃度の異なる2種類の分離用培地を用いた。各培地は好气的条件下、5℃にて10日間、15および30℃にて7日間の培養を行った。

培養後、各培地に出現したコロニーを計数し、各温度における生菌数を算出した。

2.2.2 各試料の細菌相検査法

生菌数算出に用いた培地のうち、15℃で培養を行った培地について、各培地から約20菌株を釣菌して分離菌株とした。これらの各菌株について、コロニー形態、色素産生能、グラム染色、細胞形態および芽胞の有無を観察し、さらに運動性試験、カタラーゼ試験、オキシターゼ試験、OF試験などを行い、杉田ら⁹⁾の同定術式に基づいて各分離菌株を属レベルまで同定した。

2.2.3 中温・低温・好冷細菌の分類法

各分離菌株を5℃、20℃、30℃および40℃でそれぞれ培養し、清水³⁾の分類法に準拠して5℃および30℃で増殖可能なおかつ40℃で増殖不可能な菌株を低温細菌、5℃および20℃で増殖可能なおかつ30℃で増殖不可能な菌株を通性好冷細菌、5℃で増殖可能なおかつ20℃で増殖不可能な菌株を偏性好冷細菌と、それぞれ分類した。なお、本研究においては、低温あるいは好冷細菌のどちらにも該当しない菌株(5℃および40℃

の両方で増殖可能な菌株)を中温細菌と分類した。

3. 結果

3.1 各試料の生菌数

各試料の各培地・各培養温度における生菌数を表1に示した。培養温度別の生菌数(CFU/g)は、30℃では $10^4 \sim 10^6$ 、15℃では $10^4 \sim 10^6$ および5℃では $10^3 \sim 10^6$ であった。PYBG 寒天培地、1/20 PYBG 寒天培地ともに、消化管内容物では15℃培養において、鰻では30℃培養において、それぞれ最も高い生菌数が認められた。魚種別の生菌数(CFU/g)は、キンメダイが $10^4 \sim 10^5$ 、メダイが $10^3 \sim 10^6$ 、トビウオが $10^4 \sim 10^6$ およびカタクチイワシが 10^5 であった。

3.2 各試料からの分離菌株数

キンメダイから267株、メダイから310株、トビウオから358株およびカタクチイワシから194株、合計1129株の好気性あるいは通性嫌気性細菌を分離した。

キンメダイからの分離菌株の内訳は、*Vibrio* 属(78株)、*Pseudomonas* 属(91株)、*Flavobacterium* 属(48株)、*Enterobacteriaceae* 属(25株)、*Moraxella* 属(21株)および*Acinetobacter* 属(4株)であった。メダイからの分離菌株の内訳は、*Vibrio* 属(163株)、*Pseudomonas* 属(60株)、*Flavobacterium* 属(59株)、*Enterobacteriaceae* 属(18株)、*Moraxella* 属(8株)および*Acinetobacter* 属(2株)であった。トビウオからの分離菌株の内訳は、*Vibrio* 属(81株)、*Pseudomonas* 属(157株)、*Flavobacterium* 属(4株)、*Enterobacteriaceae* 属(12株)、*Moraxella* 属(77株)、*Acinetobacter* 属(9株)および coryneforms(18株)であった。カタクチイワシからの分離菌株の内訳は、*Vibrio* 属(54株)、*Pseudomonas* 属(55株)、*Flavobacterium* 属(45株)、*Enterobacteriaceae* 属(19株)、*Moraxella* 属(15株)および*Acinetobacter* 属(6株)であった。

3.3 各試料の細菌相

各魚種・各部位における細菌相を、表2にまとめて示した。キンメダイの細菌相はグラム陰性桿菌のみで構成されていた。鰻では*Pseudomonas* 属が、消化管内容物では*Vibrio* 属がそれぞれ優占していた。総生菌数(5個体の平均CFU/g)は、

鰓では 4.06×10^4 および消化管内容物では 1.72×10^5 であった。メダイの細菌相も、グラム陰性桿菌のみで構成されていた。鰓では、*Vibrio* 属、*Pseudomonas* 属および *Flavobacterium* 属が多く検出され、消化管内容物では *Vibrio* 属および *Enterobacteriaceae* 属が優占していた。総生菌数 (5 個体の平均 CFU/g) は、鰓では 3.96×10^4 および消化管内容物では 1.15×10^7 であった。

トビウオの細菌相においては鰓、消化管内容物ともに *Pseudomonas* 属が最も多く検出されたが、グラム陽性桿菌である coryneforms も検出された。総生菌数 (5 個体の平均 CFU/g) は、鰓では 1.78×10^6 および消化管内容物では 1.20×10^5 であり、鰓の方が 10 倍高い生菌数を示した。カタクチイワシの細菌相はグラム陰性桿菌のみで構成されており、*Vibrio* 属、*Pseudomonas* 属、*Flavobacterium* 属、*Enterobacteriaceae* 属、*Moraxella* 属 および *Acinetobacter* 属がそれぞれ検出された。総生菌数 (5 個体の平均 CFU/g) は、 3.96×10^5 であった。

3.4 各試料における中温・低温・好冷細菌の分布

本研究において各試料から分離された細菌計 1129 株について、清水らの分類法に準拠して中温、低温、通性好冷あるいは偏性好冷細菌に分類したときの、各魚種における各細菌の占める割合を図 1 に示した。

キンメダイおよびメダイからの分離菌株においては中温細菌の占める割合が低く (両魚種共に 6%)、低温・通性好冷細菌が全体の 94% を占めていた。特にメダイにおいては、通性好冷細菌が他の魚種に比較して多く (39%) 認められた。これに対してトビウオおよびカタクチイワシからの分離菌株においては中温細菌の占める割合が高く、両魚種ともに 50% を超えていた。通性好冷細菌はトビウオでは全く検出されず、カタクチイワシにおいて 3 株 (2%) 検出されたのみであった。なお、今回実験を行ったいずれの魚種においても偏性好冷細菌は検出されなかった。

3.5 各試料における低温細菌の細菌相

各魚種・各部位における低温細菌の細菌相を表 3 にまとめて示した。

キンメダイの低温細菌相はグラム陰性桿菌の

みで構成されていた。鰓では *Pseudomonas* 属が、消化管内容物では *Vibrio* 属が、それぞれ優占していた。総生菌数 (5 個体の平均 CFU/g) は、鰓では 3.90×10^4 および消化管内容物では 1.72×10^5 であった。メダイの低温細菌相も、グラム陰性桿菌のみで構成されていた。鰓では *Vibrio* 属、*Pseudomonas* 属および *Flavobacterium* 属が多く検出され、消化管内容物では *Vibrio* 属および *Enterobacteriaceae* (腸内細菌科) が優占していた。総生菌数 (5 個体の平均 CFU/g) は、鰓では 3.87×10^4 および消化管内容物が 1.14×10^7 であった。

トビウオの低温細菌相は鰓、消化管内容物ともに *Pseudomonas* 属が優占していたが、グラム陽性桿菌である coryneforms も検出された。総生菌数 (5 個体の平均 CFU/g) は、鰓では 1.59×10^6 および消化管内容物では 5.35×10^4 であった。カタクチイワシの低温細菌相はグラム陰性桿菌のみで構成されており、*Vibrio* 属、*Pseudomonas* 属、*Flavobacterium* 属、*Enterobacteriaceae* 属、*Moraxella* 属および *Acinetobacter* 属がそれぞれ検出された。総生菌数 (5 個体の平均 CFU/g) は 2.46×10^5 であった。

3.6 各試料における通性好冷細菌の細菌相

各魚種・各部位における通性好冷細菌の細菌相を表 4 にまとめて示した。

キンメダイの通性好冷細菌相は、鰓では *Pseudomonas* 属、*Flavobacterium* 属 および *Moraxella* 属のみ検出され、消化管内容物では *Vibrio* 属および *Flavobacterium* 属のみ検出された。総生菌数 (5 個体の平均 CFU/g) は、鰓では 7.05×10^3 および消化管内容物では 2.60×10^5 であった。メダイの通性好冷細菌相は、鰓では *Vibrio* 属、*Pseudomonas* 属、*Flavobacterium* 属 および *Enterobacteriaceae* 属が多く検出され、消化管内容物では *Vibrio* 属および *Enterobacteriaceae* 属が優占していた。総生菌数 (5 個体の平均 CFU/g) は、鰓では 1.75×10^4 および消化管内容物では 1.23×10^7 であった。カタクチイワシの通性好冷細菌相においては、*Pseudomonas* 属および *Moraxella* 属のみ検出された。総生菌数 (5 個体の平均 CFU/g) は 2.00×10^4 であった。

4. 考察

一般に、海産動物の付着細菌相においては *Vibrio* 属や *Pseudomonas* 属等のグラム陰性桿菌が優占することが知られている¹⁰⁾。また、石田および杉田¹⁰⁾ はマアジ、マイワシ、カツオおよびキンメダイの腸内細菌相を調べた結果、総生菌数はそれぞれ $10^6 \sim 10^8$ CFU/g であり、いずれの試料も *Vibrio* 属が優占していたことを報告している。本研究においても海産魚類4種の付着細菌相を調べた結果、*Vibrio* 属や *Pseudomonas* 属等のグラム陰性桿菌が優占していることが判明し、グラム陽性桿菌はトビウオにおいて *coryneforms* が検出されたのみであった(表2)。鰓および消化管内容物の細菌相を比較すると、両部位の細菌相構成菌に大きな差は見られなかったものの、総生菌数は消化管内容物の方が高い傾向が認められた。

本研究において、各魚種からの分離菌株における中温、低温および好冷細菌の占める割合を調べたところ、キンメダイおよびメダイの分離菌株においては中温細菌の占める割合が低く(両魚種共に6%)、低温・通性好冷細菌が全体の94%を占めていることが明らかになった(図1)。特にメダイにおいては、通性好冷細菌が他の魚種に比較して多く(39%)認められた。一方、トビウオおよびカタクチイワシの分離菌株においては中温細菌の占める割合が高く、両魚種ともに50%を超えていた。低温細菌の占める割合もキンメダイやメダイに比較して低く、通性好冷細菌はカタクチイワシにおいて3株(2%)検出されたのみであった。これらの理由として、各魚種の生息場所における水温が影響していることが考えられる。今回実験に用いたキンメダイおよびメダイは伊豆半島近海の水深400~500m付近の海底から釣獲した個体であるが、伊豆半島周辺における年間の各水深層の水温は、300m層では7~13℃台、400m層では7~8℃台、500m層では7~8℃台、700m層では4~5℃台であり、水深400m以深の場所では周年水温が7~8℃以下で安定していることが報告されている¹¹⁾。これに対してカタクチイワシおよびトビウオは海面近くの表層に生息しているが、今回実験に用いた個体は伊豆半島周辺で9月に採取されたものであり、同海域のそれらの時期

における表面水温は25~27℃であった。これらのことから、水温が7~8℃付近の海域から採取したキンメダイおよびメダイの分離菌株では低温および通性好冷細菌が占める割合が多く、水温が25℃付近の表層に生息するカタクチイワシやトビウオの分離菌株では低温および通性好冷細菌の占める割合が低かったことが推察される。

本研究における各試料の低温および通性好冷細菌の細菌相を見てみると、各魚種共に低温細菌の細菌相(表3)は中温細菌も含めた細菌相(表2)と似たような傾向が認められたものの、通性好冷細菌の細菌相は低温細菌の細菌相に比べて構成する細菌属が減少しており、特に *Acinetobacter* 属細菌は全く検出されなかった(表4)。一般に、海洋に存在する低温細菌には海洋細菌のほとんど全ての属が含まれていると言われており、その中でも特に *Pseudomonas* 属、*Vibrio* 属、*Photobacterium* 属、*Moraxella* 属、*Flavobacterium* 属などのグラム陰性桿菌が多いと言われている^{5,6)}。また、南海域や深海から分離された好冷細菌の中には、*Vibrio* 属細菌が多いと言われている。本研究で分離された低温および通性好冷細菌の多くはグラム陰性桿菌であり、同様な傾向が認められた。

一方、石田¹²⁾ は5℃で2日間冷蔵保蔵した市販のマグロおよびサーモンを試料として、5℃、10日間の付着細菌培養を行い、そこから分離した菌株の分類を試みた結果、マグロからは *Mycobacterium* sp. が48%、乳酸菌が18.0%、*Kurthia* sp. が16%、*Alcaligenes* sp. が8%、*Flavobacterium* sp. および *Neisseria* sp. がそれぞれ4%ずつ、*Brevibacterium* sp. が2%の割合で分離され、グラム陽性菌が全体の74%を占めていたことを報告している。サーモンにおいては *Alcaligenes* sp. が50%、*Neisseria* sp. が24%、*Achromobacter* sp. が20%、乳酸菌が6%を占め、マグロの場合と同様に *Pseudomonas* 属や *Vibrio* 属細菌は検出されなかったと報告している。本研究において4魚種から分離された低温細菌の中で、グラム陽性桿菌はトビウオから検出された *coryneforms* のみだが、この理由については不明である。

本研究では、一年の中でも高水温期にあたる7月および9月(表層水温25~27℃)に採取され

た海産魚を試料として用いたが、同じ海域で採取された魚種でも季節により低温細菌の検出状況は異なることが知られているため⁶⁾、今回低温細菌の検出率が低かったトビウオやカタクチイワシの低水温期における低温細菌の分布状況などについても今後調べる必要があるものと思われる。

5. まとめ

海産魚類4種を実験材料として、各試料の付着細菌相を調べると共に、各動物に存在する好冷・低温細菌についても調べてみた。得られた結果の概要は以下の通りである。

(1) 各試料における培養温度別の生菌数(5個体の平均CFU/g)は、5℃で $10^3 \sim 10^6$ 、15℃で $10^4 \sim 10^6$ および30℃で $10^4 \sim 10^6$ であった。各試料の生菌数(5個体の平均CFU/g)は、キンメダイで $10^4 \sim 10^5$ 、メダイで $10^3 \sim 10^6$ 、トビウオで $10^4 \sim 10^6$ 、およびカタクチイワシで 10^5 であった。

(2) キンメダイから267株、メダイから310株、トビウオから358株およびカタクチイワシから194株、合計1129株の好気性あるいは通性嫌気性細菌を分離した。

(3) 各分離菌株数の内訳は、*Vibrio*属376株、*Pseudomonas*属363株、*Flavobacterium*属156株、*Enterobacteriaceae*属74株、*Moraxella*属121株、*Acinetobacter*属21株およびcoryneforms18株であった。

(4) 各試料の細菌相は*Vibrio*属、*Pseudomonas*属等のグラム陰性桿菌が優占しており、グラム陽性菌はトビウオから検出されたcoryneformsのみであった。

(5) 各魚種からの分離菌における中温、低温および好冷細菌の占める割合を調べたところ、キンメダイおよびメダイでは低温・通性好冷細菌が全分離菌株の94%を占めていたのに対して、トビウオおよびカタクチイワシでは中温細菌が50%以上を占めることが判明した。この理由として、各魚種の生息場所における水温が影響していることが考えられた。また、いずれの試料からも偏性好冷菌は検出されなかった。

(6) 各魚種共に通性好冷細菌の細菌相は、低温

細菌の細菌相に比べて構成する細菌属が減少しており、特に*Acinetobacter*属細菌は全く検出されなかった。

謝 辞

本研究の一部は日本大学国際関係学部生活科学研究個人研究費で行った。ここに記して感謝の意を表す。

6. 参考文献

- 1) 天野慶之・河端俊治(1972): 冷凍食品と食品衛生, 新思潮社, 18-23.
- 2) 春田三佐夫(1978): 乳, 乳製品と低温細菌, コールドチェーン研究, 4(2), 27-36.
- 3) 清水潮(1991): 海洋微生物とバイオテクノロジー, 技報堂出版, 51-56.
- 4) Eddy, B.P(1960): The Use and Meaning of the Term 'Psychrophilic', *J. Appl. Bacteriol.*, 23, 189-190.
- 5) 上村賢治・杉田治男・竹島征二・隅田裕明・石垣逸郎・廣田才之(1997): 生態環境科学概論, 講談社, 186
- 6) 奥積昌世(1978): 水産物と低温細菌—主として海産魚の細菌—, コールドチェーン研究, 4(4), 31-40.
- 7) 初谷誠一(2005): 食品先端技術シリーズ1 食品と低温, 流通システム研究センター, 19-20
- 8) Sugita H. & Ito Y. (2006): Identification of intestinal bacteria from Japanese flounder (*Paralichthys olivaceus*) and their ability to digest chitin. *Letters in Applied Microbiology* 43, 336-342
- 9) 河合章・杉田治男・出口吉昭(1988): 水族環境学実験, 恒星社厚生閣, 90.
- 10) 石田祐三郎・杉田治男(2011): 海の環境微生物学, 恒星社厚生閣, 35-50.
- 11) 静岡県水産試験場(2005): 平成15年度漁況海況予報関係事業結果報告書
- 12) 石田哲夫(2005): 魚肉に分布する低温細菌の種類とその性質, 山形県立米沢女子短期大学紀要, 40, 64-66.

図および表

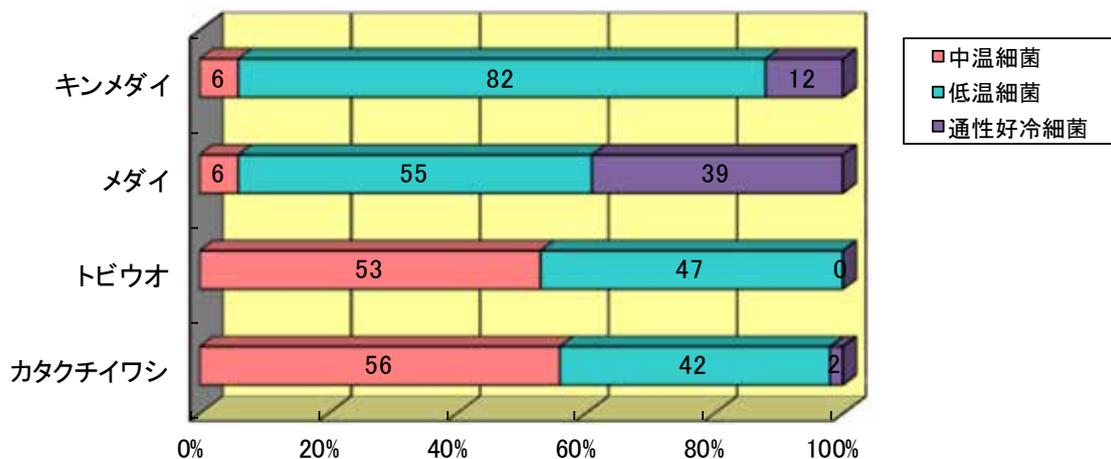


図1 各魚種における中温・低温・通性好冷細菌の検出割合(%)

表1 各試料の各培地・各温度における生菌数

試料名	部位	PYBG寒天培地			1/20 PYBG寒天培地		
		30°C	15°C	5°C	30°C	15°C	5°C
キンメダイ	鰓	4.57 ± 0.36*	4.48 ± 0.37	4.08 ± 0.34	4.53 ± 0.42	4.37 ± 0.47	4.03 ± 0.36
	消化管内容物	4.56 ± 0.79	5.23 ± 1.10	4.95 ± 0.70	4.17 ± 0.72	4.97 ± 1.00	5.38 ± 1.00
メダイ	鰓	5.19 ± 0.59	4.56 ± 0.38	4.18 ± 0.56	4.86 ± 0.64	4.43 ± 0.25	4.07 ± 0.35
	消化管内容物	5.52 ± 0.66	6.75 ± 1.50	7.24 ± 1.26	5.74 ± 0.68	6.92 ± 1.32	6.39 ± 1.22
トビウオ	鰓	5.65 ± 0.63	5.87 ± 0.91	5.98 ± 1.02	6.37 ± 0.91	6.04 ± 2.62	6.00 ± 0.98
	消化管内容物	4.53 ± 0.59	4.57 ± 0.78	4.60 ± 0.71	4.79 ± 0.65	5.36 ± 1.12	4.45 ± 0.70
カタクチワシ	全体	5.31 ± 0.58	5.51 ± 0.27	5.27 ± 0.43	5.35 ± 0.21	5.44 ± 0.33	4.78 ± 0.34

*5個体の平均値(Log CFU/g) ± 標準偏差

表2 各魚種の各部位における細菌相

細菌属	キンメダイ		メダイ		トビウオ		カタクチワシ
	鰓	消化管内容物	鰓	消化管内容物	鰓	消化管内容物	全体
<i>Vibrio</i>	3.00 ± 0.00* ¹	5.16 ± 0.61	4.36 ± 0.44	6.91 ± 1.52	5.40 ± 0.66	3.68 ± 0.63	5.09 ± 0.63
<i>Pseudomonas</i>	4.43 ± 0.48	3.50 ± 0.55	3.93 ± 0.31	5.22 ± 0.80	5.88 ± 1.13	4.57 ± 0.90	4.90 ± 0.24
<i>Flavobacterium</i>	3.78 ± 0.28	3.61 ± 0.76	4.45 ± 0.22	3.90 ± 0.00	5.30	3.18 ± 0.21	4.88 ± 0.23
<i>Enterobacteriaceae</i>	3.00 ± 0.00	4.29 ± 1.18	3.60 ± 0.35	6.50 ± 1.63	5.40 ± 0.53	3.89 ± 1.04	4.70 ± 0.49
<i>Moraxella</i>	3.62 ± 0.48	2.00 ± 0.00	3.60 ± 0.00	4.85 ± 1.15	5.24 ± 0.94	4.46 ± 0.93	4.34 ± 0.08
<i>Acinetobacter</i>	3.22 ± 0.28	2.00 ± 0.00	3.48 ± 0.21	ND	4.73 ± 0.35	4.48	4.22 ± 0.17
<i>coryneforms</i>	ND* ²	ND	ND	ND	5.06 ± 0.51	4.01 ± 1.18	ND
総生菌数	4.61 ± 0.41	5.23 ± 1.00	4.85 ± 0.12	7.06 ± 1.30	6.16 ± 0.88	4.96 ± 0.89	5.57 ± 0.21

*¹ 5個体の平均値(Log CFU/g) ± 標準偏差

*² ND=検出せず

表3 各魚種の各部位における低温細菌相

細菌属	キンメダイ		メダイ		トビウオ		カタクチイワシ
	鰓	消化管内容物	鰓	消化管内容物	鰓	消化管内容物	全体
<i>Vibrio</i>	3.00±0.00 ^{*1}	5.16±0.61	4.06±0.44	6.90±1.65	5.46±0.91	3.72±0.83	5.01±0.66
<i>Pseudomonas</i>	4.42±0.50	3.49±0.57	3.93±0.25	5.22±0.88	5.91±1.26	4.33±0.87	4.53±0.20
<i>Flavobacterium</i>	3.72±0.32	3.61±0.76	4.10±0.25	3.78	ND	ND	4.64±0.37
<i>Enterobacteriaceae</i>	3.00±0.00	4.29±1.18	3.30±0.35	6.50±1.63	5.62±0.58	ND	4.54±0.09
<i>Moraxella</i>	3.62±0.48	2.00±0.00	3.30±0.00	4.85±1.15	4.23±0.81	4.22±0.93	4.30±0.20
<i>Acinetobacter</i>	3.22±0.28	2.00±0.00	3.30	ND	4.48±0.21	4.00	4.00±0.00
coryneforms	ND ^{*2}	ND	ND	ND	4.30	2.30	ND
総生菌数	4.59±0.43	5.24±1.02	4.44±0.13	7.03±1.45	6.09±1.07	4.65±0.92	5.39±0.34

*1 5個体の平均値(Log CFU/g)±標準偏差

*2 ND=検出せず

表4 各魚種の各部位における通性好冷細菌相

細菌属	キンメダイ		メダイ		トビウオ		カタクチイワシ
	鰓	消化管内容物	鰓	消化管内容物	鰓	消化管内容物	全体
<i>Vibrio</i>	ND ^{*1}	5.38±0.00	3.48±0.39	6.89±1.65	ND	ND	ND
<i>Pseudomonas</i>	3.48	ND	3.78±0.49	5.40±0.43	ND	ND	4.00±0.00
<i>Flavobacterium</i>	3.48±0.70 ^{*2}	4.30±0.00	3.78±0.49	3.48	ND	ND	ND
<i>Enterobacteriaceae</i>	ND	ND	3.40±0.43	6.62±1.90	ND	ND	ND
<i>Moraxella</i>	3.00±0.00	ND	ND	5.30	ND	ND	4.00±0.00
<i>Acinetobacter</i>	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
coryneforms	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
総生菌数	3.85±0.73	5.41±0.00	3.94±0.54	7.01±1.63	ND	ND	4.30±0.00

*1 ND=検出せず

*2 5個体の平均値(Log CFU/g)±標準偏差