

## 研究レポート①

### 「駿河丸」の海洋観測結果による測点の類型化

#### はじめに

本県沿岸・沖合域の海洋環境はイワシ類、サバ類、サクラエビをはじめとした重要資源の成育、再生産、漁況等に大きく関係しています。静岡県水産技術研究所では、これら海洋環境を把握するため、1965年から毎月1回、沿岸・沖合漁業指導調査船「駿河丸」\*等により海洋観測を行っています。

海洋環境と資源との関係や、海洋環境の予測を検討するにあたっては、集積した水温・塩分などの観測結果を処理解析し、本県海域の特性を整理しておくことが有効と考えられます。

今回は、その一助として、近年の水温値を用いて測点間の類似度から測点を類型化してみました。

\* 現船は、1995年竣工の第四世で総トン数134トン(図1)。

#### 材料と方法

1998～2017年の20年間に、図2の19測点で得られた観測結果のうち4水深(0, 50, 100, 200m深)の水温実測値(以下 水温)を材料として用いました。なお、水温の観測は、0m深は棒状水温計で、それより深い層はCTDという観測機器で行いました(図3)。



図1 現在の第四世「駿河丸」

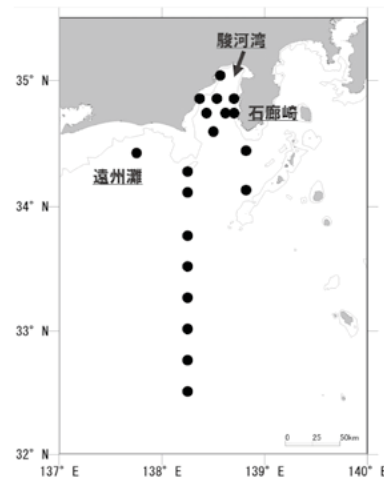


図2 測点図

#### 主な掲載内容

研究レポート②	魚の「におい」を評価する.....	6
トピックス①	令和最初の焼津鯉節伝統技術研鑽会が開催されました.....	8
トピックス②	2019 めざせ！ふじのくに子ども観光大使 in 焼津 ～焼津の黒はんぺんの美味しさの秘密を探ろう～.....	9
駿河丸の動き、日誌	.....	10

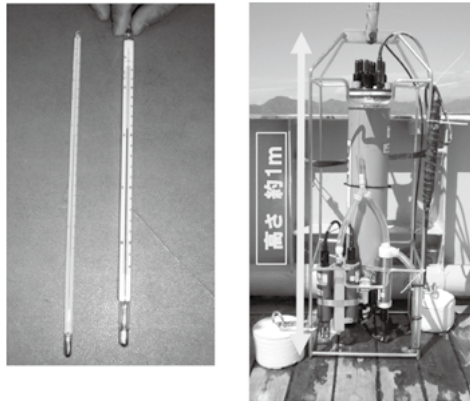


図3 棒状水温計(左)とCTD(右)

CTDは調査船から海中に降ろし、水深ごとの水温・塩分等を観測

これら20年間の測点別の水温により、4水深ごとにクラスター分析\*1を行い、測点を類型化しました。

結果をお話する前に、図4を基にクラスター分析を用いた解析事例を説明したいと思います。駿河湾内のSt.25と29、石廊崎沖のSt.5の3測点について(図4上)、1998年2月~2000年4月にわたる19ヵ月\*2の50m深水温でクラスター分析を行いました。その結果が、図4中のデンドログラム(樹状図)と呼ばれる図です。図の横軸に非類似度とありますが、この数値が小さければ類似度は高く、大きければ類似度は低いと判断されます。St.25と29の非類似度は0.02、St.25・29グループとSt.5との非類似度は0.68ですので、St.25と29の類似度は高く、St.25・29グループとSt.5との類似度は低いと判断でき、3測点はSt.25・29グループとSt.5の2つのグループに類型化されました。その原因を考察するため、3測点の水温の経時変化を描くと(図4下)、St.25と29の水温はよく類似しているのに対し、St.5の水温はより高いことが見て取れます。これは、沖合のSt.5は、湾内のSt.25・29グループに比べて、黒潮など水温の高い外洋系水の影響を受けやすいためと思われました。よって、3測点が2つのグループに類型化された原因は、外洋系水の影響の強弱と考えることができます。

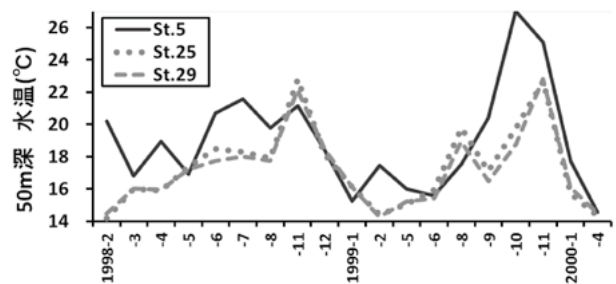
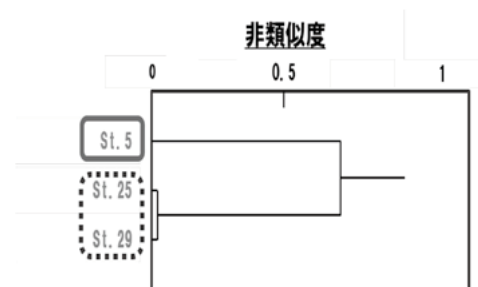
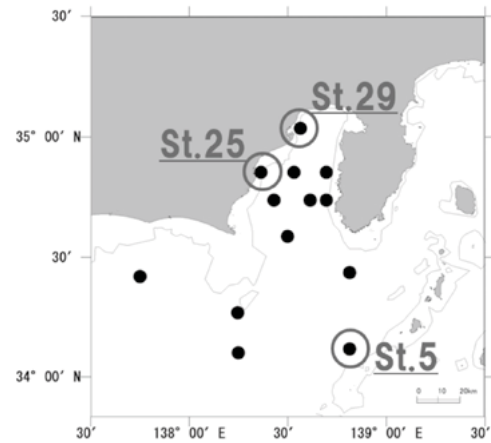


図4 クラスター分析を用いた解析事例

上: 測点図 (St.は観測点 Stationの略)

中: クラスター分析によるデンドログラム (樹状図)

下: 50m深 水温の経時変化

\*1 クラスター (英 cluster) は集団のこと。多数の調査対象を、データから計算した調査対象間の類似度を基にいくつかの集団、グループに分類し、類型化する手法です。

\*2 期間に比べ月数が少ないのは、海象等による欠測月を含むためです。

## 結果と考察

まず、本県沿岸・沖合域を大局的にみるため、19 測点全体の類型化を行い、図 5 に 50m 深のデンドログラムと類型化結果を示しました。これによると、19 測点は沖合から沿岸へ、さらに駿河湾へと 4 つのグループに類型化され、この傾向は 0,100m 深も同様でした。その原因を考察するために、図 6 に黒潮の流型の模式図を示しました。本県沖合を流れる黒潮の流路には幾つかの流型がありますが、流型によらず沖合ほど黒潮の影響が強くなり、沿岸ほど弱いと思われます。よって、黒潮系水の影響の強弱が、本県沿岸・沖合域の 0-100m 層で沖合から駿河湾へと類型化された、主な原因と考えられました。

次に、駿河湾を含む沿岸域をやや詳しくみるた

め、北緯 34° より北の 13 測点の類型化を行い、図 7 に 50m 深のデンドログラムと類型化結果を示しました。これによると、13 測点は遠州灘、石廊崎沖、駿河湾の 3 つのグループに類型化され、この傾向は 0,100m 深も同様でした(後出 図 9)。つまり、大局的には 1 つのグループであった遠州灘・石廊崎沖の 5 測点が(図 5)、2 つのグループに類型化されたということになります。この主な原因として、遠州灘・石廊崎沖における外洋系水の影響が一律でないことが考えられます。つまり、黒潮系水が沿岸に近づくときは、東方または西方から入ってくることが多く、東からの場合は石廊崎沖の方が高水温、西からの場合には遠州灘の方が高水温となるため、仔細に見ると両海域の水温値は同調していないと推察されます。また、従来、

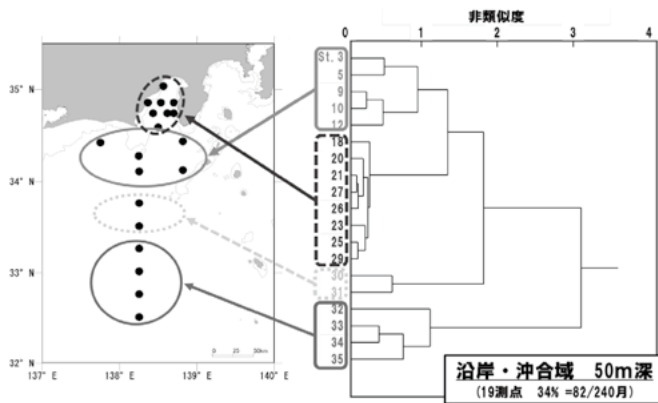


図 5 沿岸・沖合域 50m 深の類型化

デンドログラム右下の 34%は観測率で、240 月間(20 年間)のうち 19 測点すべての観測を行ったのが 82 月であったことを示す。

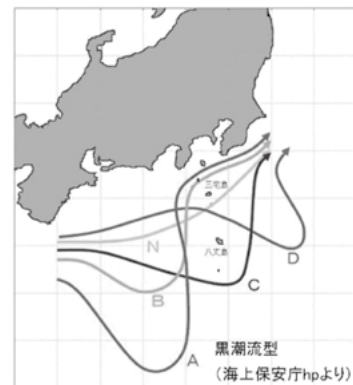


図 6 黒潮の流型の模式図

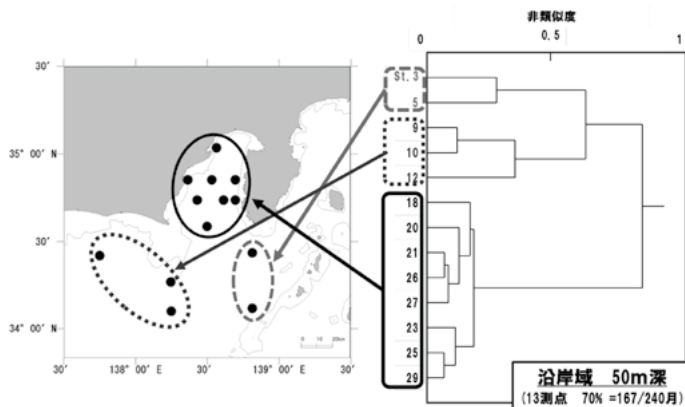


図 7 沿岸域 50m 深の類型化

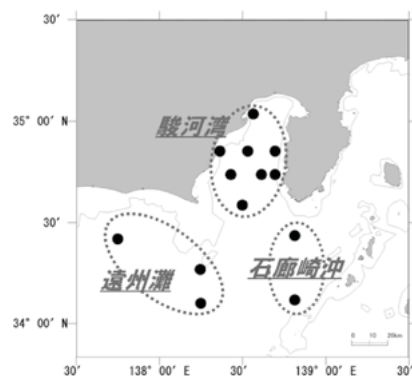


図 8 従来の海域区分

図8のように海域を区分していましたが、クラスター分析の結果とも一致しており、この海域区分は妥当と考えられました。

続いて、図9に沿岸域の類型化で得られたデンドログラムを0,50,100,200m深で比較して示しました。ここで、測点全体の類似度を概観すると、0-100m層では浅いほど類似度が高いことがわかります。この主な原因としては、表層ほど気象の影響を一律に強く受けるため、測点間の類似度が高くなると考えられました。また、0-100m層では遠州灘、石廊崎沖、駿河湾の3つのグループに類型化されていますが、200m深では様相が異なっており、この傾向は沿岸・沖合域でも同様でした。その原因を考察するために、図10に駿河湾における平均水温の季節変化<sup>1)</sup>を示しました。この図は、縦軸が水深、横軸が月で、150m以浅で5~12月の平均水温が15°C以上であるのは季節

による昇温ですが、150m以深では季節変化が顕著ではありません。この傾向は駿河湾以外の沿岸・沖合域でも成り立つと思われ、0-100m層と200m深で類型化の様相が異なった主な原因は、0-100m層では200m深に比べ水温の季節変化が顕著なことだと推察されました。

最後に、駿河湾8測点の類型化を行い、図11に50m深水温によるデンドログラムと類型化結果を示しました。これによると、8測点は湾口部、湾奥部等でなく、湾東部、湾西部の2つのグループに類型化され、この傾向は0,100,200m深でもほぼ同様でした。この原因としては、駿河湾内の流動特性が挙げられます。駿河湾では、外洋系水が湾東部から流入し、湾内に反時計式の環流(左回りの流れ)を形成するパターンが多い<sup>1)</sup>ことが知られています(図12)。よって、湾東部は外洋系水が流入しやすくその影響が強いのに対し、湾

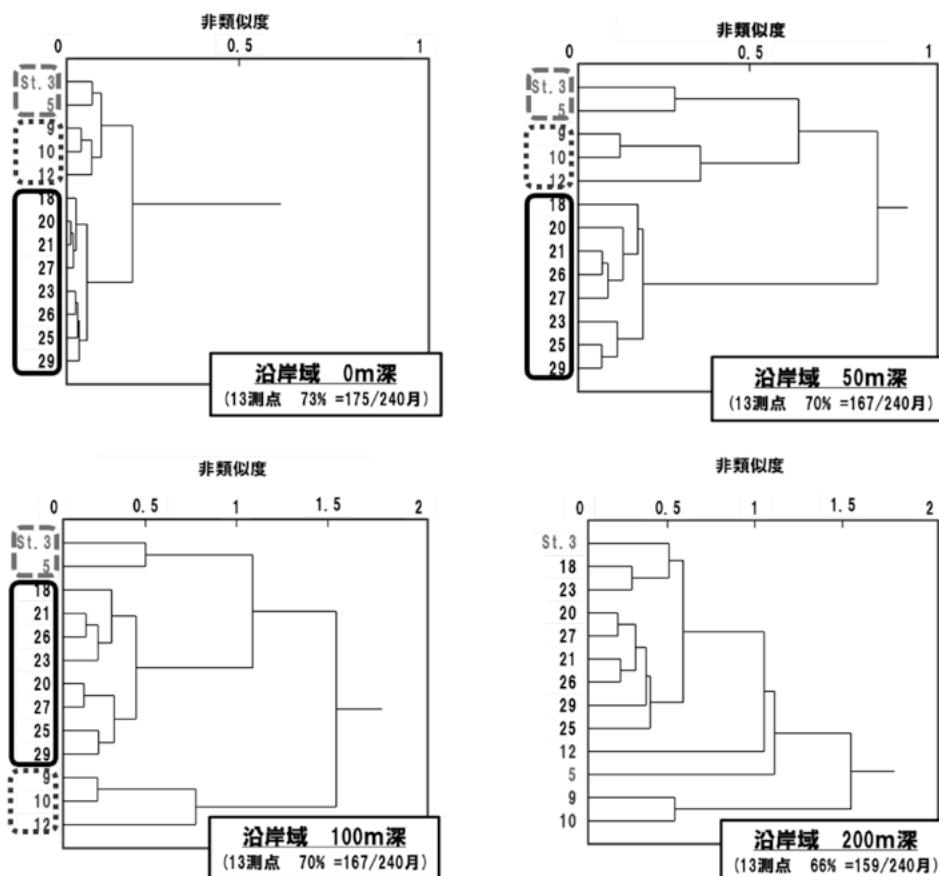


図9 沿岸域 0, 50, 100, 200m 深の類型化  
50m 深のデンドログラムは図7と同じ

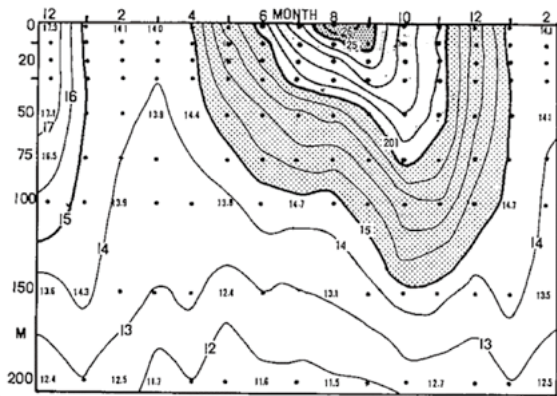


図 10 駿河湾における平均水温の変化<sup>1)</sup>

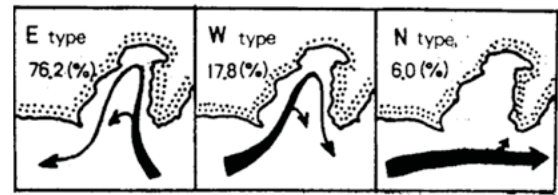


図 12 駿河湾の環流系の模式図<sup>1)</sup>

E type つまり反時計式の環流パターンが多い

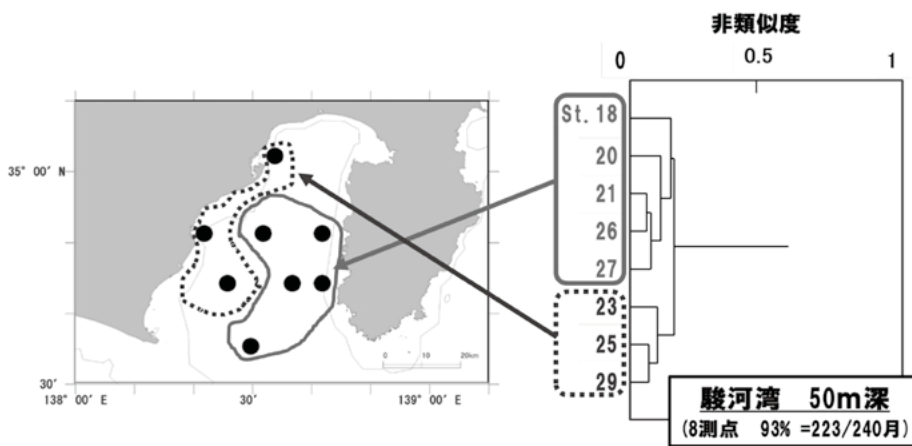


図 11 駿河湾 50m 深の類型化

西部では河川水の影響も受けつつ東部から環流してきた水塊の影響を受けやすいため、駿河湾は東部と西部に類型化されたと考えられました。

#### まとめ

今回は水温実測値のみによる類型化であり、考察には検証が必要なものも含まれていますが、本県海域の特性を整理するための二三の端緒が明らかになったと考えています。

今後、水温の平年偏差や塩分値も含めた類型化を行い、既存知見も取り込んで本県海域の特性を把

握し、さらには水産資源変動や漁場季節形成の要因把握や予測に繋げていきたいと考えています。

#### 参考文献

1) 中村保昭 (1982) : 水産海洋学的見地からの駿河湾の海洋構造について, 静岡県水産試験場研究報告, 17, 1-153.

(資源海洋科 吉田 彰)



## 魚の「におい」を評価する

### はじめに

近年、多くのブランド魚が全国各地に誕生し、その品質を競っています。しかし中には客観的数値に基づかないで優位性を謳っていたり、数値による優位性が実感できないこともあったりすることから、消費者にはブランドの違いがよく分らない現状があります。そのために、実感の伴う数値に裏付けられた特長を示すことは消費者に対する説得力が大きく、差別化の大きなポイントとなります。そこで、今回はブランド魚の新たな差別化要素として、嗜好性と関わりが深い「におい」に着目しました。人の「におい」に対する感覚には複数の成分が関係し、統一的な「におい」の評価手法は確立されていません。そこで、実際の感覚に対応した新しい「におい」の評価技術を開発することで、「におい」の数値化を行い、本県特産水産物の特徴を消費者にわかりやすく示すことを目的として研究を行いました。

### におい成分分析による「におい」の評価

「におい」の評価で基本になるのは、人が感じる「におい」を数値化することです。しかし「感覚的」な評価では、人によって「良い」「悪い」と感じる基準が異なります。そこで、予め「におい」の基準を統一し、「におい」の判断を訓練したパネル（評価者）により点数化する評価方法を「官能評価」といいます。これは科学的評価と認められた方法ですが、人によって基準の異なる感覚の数

値は消費者からは分りにくいものです。そこでにおい成分の量を分析してその数値と比べることで感覚を客観的に評価する試みが行われています。

### フルーツ魚の香り

近年、主に柑橘系の素材（皮や絞りかす等）を餌に混ぜ、フルーツの香りがすることを売りにした養殖魚（フルーツ魚）がいくつも見られます。元々は、柑橘系の素材に含まれる抗酸化物質が魚肉に取り込まれることで肉色の変化や生臭さを抑える効果を狙ったものですが、消費者からは柑橘の爽やかな香りを持つ魚として認知されています。そして、この柑橘の爽やかな香りの主成分はリモネンという物質であることが知られています。このリモネンは元々魚が持っていない成分なので、このリモネンの量を調べることで魚に付加された柑橘香を数値として客観的に評価できます。

図1は浜名湖分場で行っていた、養殖アユの飼料にミカンペーストを混ぜてミカンの香りがするアユを生産する試み<sup>1,3)</sup>について、その柑橘香を評価した結果です。感覚的にミカンの香りを感じた人数の割合は、魚のリモネン濃度と強い相関関係にありました。この研究ではミカンペーストを混ぜた飼料を与えた日数が長くなるに従い、魚のリモネン濃度が増加し、20日間与えるとリモネン濃度は0.2ppmを越え、大多数のパネルがアユに柑橘香を感じました。この結果から柑橘香があるアユを生産するためにはリモネン濃度を0.2ppm

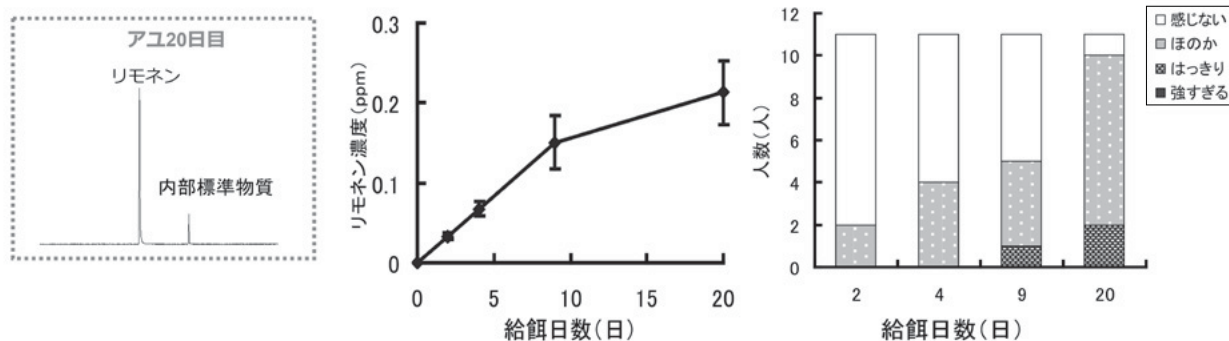


図1 アユの給餌日数とリモネン濃度、官能評価結果

以上にする必要があることが分かりました。他産地のフルーツ魚ではこのような明確な数値によりフルーツの香りがあることを示した例はありません。今回のにおい評価により、リモネン濃度が0.2ppm以上になるように飼育方法を改良することで柑橘香を確実に感じる魚の生産ができるようになりました。

### 不快臭の評価

鮮度低下に伴って発生する「におい」には多種類の成分が関与しています。このような「におい」の成分と、人が不快に感じる感覚（「におい」の特徴や強さ）との関係は複雑で直接評価することができません。しかし、カツオの鮮度低下に伴う不快臭（生臭さ臭）では「におい」を構成する成分の量と官能評価の結果を比較した結果、におい成分の一つであるヘキサナールの濃度と、人が「生臭い」と感じる強さとの間に強い相関関係があることが分かりました。そこで、このヘキサナールの濃度を指標にしてカツオの生臭さ臭の強さを評価することができるようになりました（既報：碧水138号）。

ヘキサナールの濃度を指標に不快臭の強さを評価する方法はカツオでは有効でしたが、サケ・マス類の「におい」には、ヘキサナールがほとんど含まれていません。そこで、サケ・マス類の主

要なおい成分であるトリメチルアミン、イソバレルアルデヒド、3-メチル-1-ブタノールの量の変化について、輸入サーモンとして一般的なアトランティックサーモンの保存中の変化を調べました（図2）。官能的には魚の保存日数が長くなり鮮度が低下するに従い、刺身として食することに抵抗を感じるパネル（図中では不可と表示）が増えており、ほとんどのパネルが不快臭を理由に挙げていました。しかし、このケースでは単純な成分量の比較では官能評価との関連性はありませんでした。これは、今回のような複数のにおい成分の複合効果として「におい」を評価する場合、単純なおい成分の総量だけでは感覚の強弱を説明できないためと考えられます。におい成分には、それぞれ人が感じる量に差があり、同じ量でもそれぞれの感度が異なることが知られています。そこで、成分ごとの人が感じることのできる最低量＝閾値（いきち）を使って、複数の主要なおい成分量を個々の閾値で割った値（ユニット量）の総和で評価する手法が最近試みられるようになってきました。しかし今回のケースではこのユニット量の総和で評価しても官能評価との正の相関性が見られず、生食の限界ラインを数値化することができませんでした。

そこで今回は官能評価と正の相関性を持つ新たなにおい指標を開発しました。

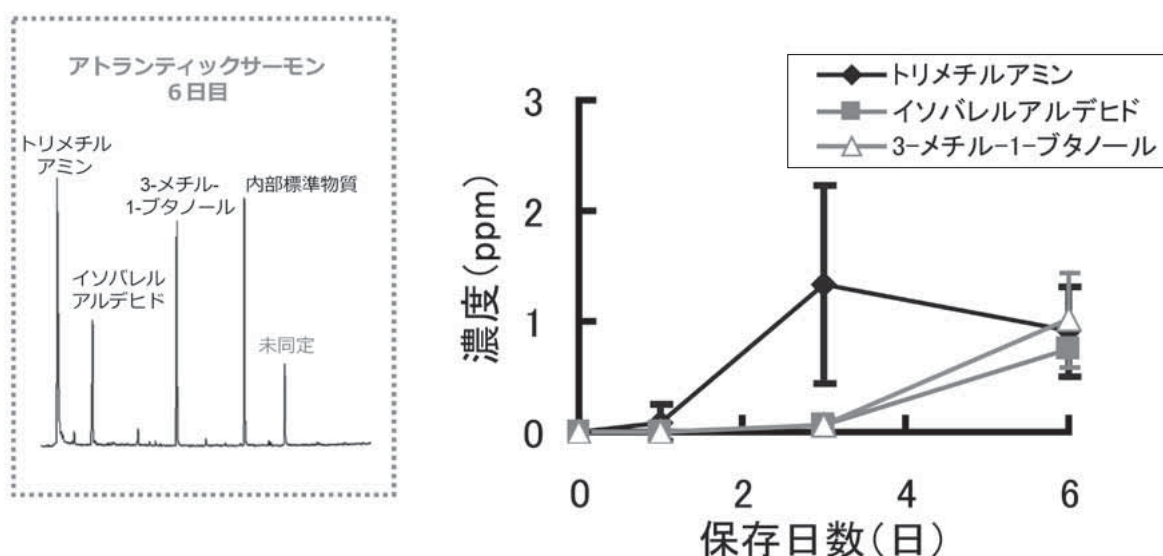


図2 アトランティックサーモンの保存日数と主要なおい成分の変化

### 新たな評価値

この方法では、主要なにおい成分それぞれのユニット数の常用対数の総和を評価値とします。

$$\text{評価値} = \text{Log}(\text{成分Aのユニット数}) + \text{Log}(\text{成分Bのユニット数}) + \dots$$

この評価値を用いて前述のサケ・マス類の「におい」を評価したところ、官能評価との相関が高く、不快臭による生食限界ラインを数値で示すことができるようになりました。評価値は保存期間が長くなり鮮度が低下するに従って増加し、官能評価で不快臭により生食不可とするパネルが出始めた3日目ににおい評価値7を越え、8割のパネルが生食不可とした6日目には評価値が10を越えていました(図3)。

### 最後に…

人が感じる「におい」や味といった、複数の成分が複合的に関与する感覚は未だすべてを数値で

置換えることは困難です。特に複数の成分が合わさることで感覚を強めたり質を変化させる相乗効果や逆に感覚を弱めるマスキング効果など、組み合わせ次第で人の感じる感覚は大きく変化してまいります。現在、「におい」の評価では官能に勝る評価はないといっても過言ではありませんが、より官能に近づけた数値指標を今後も目指したいと思います。

(開発加工科 高木 毅)

- 1) アユ養殖技術の開発支援 平成27年度静岡県水産技術研究所事業報告 223
- 2) アユ養殖技術の開発支援 平成28年度静岡県水産技術研究所事業報告 240
- 3) アユ養殖技術の開発支援 平成29年度静岡県水産技術研究所事業報告 215

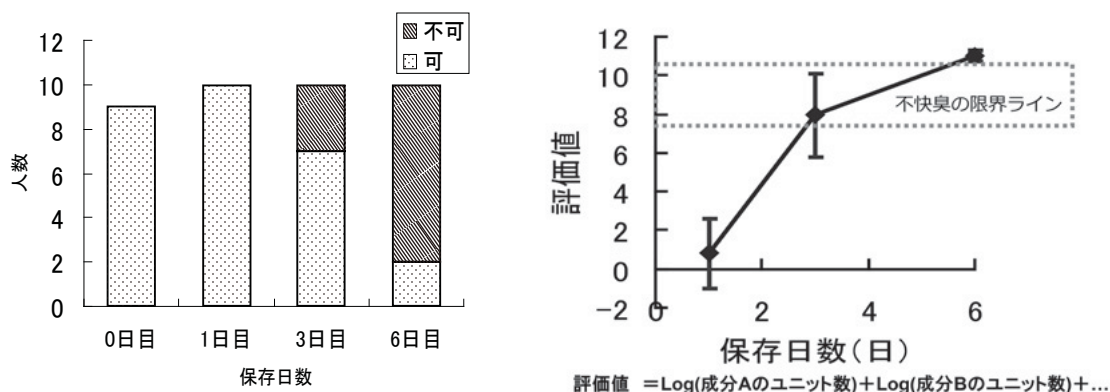


図3 アトランティックサーモンの生食限界と新評価値によるにおい評価

### トピックス①

## 令和最初の焼津鰹節伝統技術研鑽会が開催されました

令和元年5月14日、水産技術研究所において焼津鰹節伝統技術研鑽会(けんさんかい)が開催されました。これは機械化、効率化が進み手作りの鰹節がなくなる中、昔ながらの焼津節(詳しくは碧水159号参照)の伝統的な製造

技術が廃れてしまうことを危惧して、焼津鰹節水産加工業協同組合が、先輩技能者から若手製造者に技術を手ほどきする機会として毎年開催しているものです。当日は2回製造を行い、1回目は先輩技能者が手本としてカツオを切



り、2回目は若手製造者が実際に切って技能習得に励みました。この研鑽会で製造した鰹節から上品を厳選し、例年11月に宮中で執り行われる新嘗（にいなめ）祭に供するため皇室に献上されています。今年は新天皇が即位されたため、特別な新嘗祭、大嘗祭（だいじょうさい）※になります。

また、旧施設ではこの焼津鰹節伝統技術研鑽会の様子を見学できませんでしたが、新しい研究所では隣の展示施設「うみしる」からガラス窓越しに見ることができるようになりました。毎年5月に開催していますので機会がありましたら見学にお越しください。

※ 新天皇が即位して最初の新嘗祭が大嘗祭。通常よりも時間をかけ大規模に執り行われる。  
（高木 毅）



写真 カツオを切る若手製造者

## トピックス②

### 2019 めざせ！ふじのくに子ども観光大使 in 焼津 ～焼津の黒はんぺんの美味しさの秘密を探ろう～

NPO 法人子ども未来が主催する「2019 めざせ！ふじのくに子ども観光大使 in 焼津」が、5月11日水産技術研究所を会場に開催されました。このイベントは子どもたちに静岡の魅力を勉強してもらおうと毎月、様々なテーマで県内各地において開催されるイベントで、2つ以上のイベントに参加することで「ふじのくに子ども観光大使」に任命される資格が得られるものです。今回は今年度最初のイベントとして「焼

津の黒はんぺんの美味しさの秘密を探ろう」をテーマに、黒はんぺんの製造体験をメインに子どもたちに学んでもらいました。参加者は定員一杯の県内の小中学生32名で、イベントに協力した焼津蒲鉾商工業協同組合所属の浅原三郎氏を先生に黒はんぺん作りに奮闘していました。最後には自分で作った黒はんぺんをお土産に充実した時間を過ごせたようです。  
（高木 毅）



写真1 お皿を使ってはんぺんの形に…  
上手くできるかな？



写真2 我が子の奮闘ぶりを隣の展示  
室から窓越しに見入る保護者。

月 日	事 柄
4.3	調査習熟航海
4.8	公共用水域水質測定調査
4.9-10	地先定線観測調査
4.11	地先定線観測調査
4.14	焼津みなと祭り一般公開
4.16-17	サバ標識放流調査 (銭州)
4.22-23	いわし類卵稚仔分布調査
5.7	地先定線観測調査
5.8-9	地先定線観測調査
5.15-17	伊豆諸島周辺カツオ魚群分布調査
5.23-24	サバ標識放流調査 (大室出し)
5.27-28	サクラエビ調査 (卵数法)
6.3	公共用水域水質測定調査
6.5-7	地先定線観測調査
6.11	地先定線観測調査
6.12-13	いわし類卵稚仔分布調査
6.17-20	伊豆諸島周辺カツオ魚群分布調査
6.24-25	サクラエビ調査 (卵数法)
6.26-27	サクラエビ資源量調査

月 日	事 柄
4.1	辞令交付式
4.2	経済産業部所属長会議 (県庁)
4.3	業務連絡会議・分場長会議 (所内)
4.9	志太榛原ときめき女性総会 (藤枝市)
4.10	普及月例会 (所内)
4.12	中部地区出先機関連絡会 (藤枝市)
4.16	資源管理協議会 (静岡市)
4.19	研究所長・センター長会議 (県庁)
4.24	水産事業概要説明会 (静岡市)
5.8	業務連絡会議・分場長会議 (所内)
5.11	ふじのくに子ども観光大使 (所内)
5.14	焼津鯉節伝統研鑽会 (所内)
5.16	普及月例会 (所内)
5.21	おさかな普及協議会総会 (静岡市)
5.24	焼津鯉節水産加工業協同組合総会 (市内)
5.30	技術連絡協議会 (所内)
	県女性連総会・理事会 (静岡市)
5.31	県鯉節組合連合会総会 (静岡市)
6.7	業務連絡会議・分場長会議 (所内)
	食品産業協議会総会 (静岡市)
6.10	榛南磯焼け対策推進協議会・活動協議会 (御前崎市)
6.14	県ふぐ漁組合連合会通常総会 (静岡市)
	資源管理協議会 (静岡市)
6.18	県漁連・県信漁連総会 (静岡市)
	加工連総会 (静岡市)
6.20	普及月例会 (所内)
6.21	県女性連理事会 (静岡市)
6.24-25	東海ブロック場長会 (愛知県)
6.27	所長会議 (静岡市)